



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 新型說明書公告本

(11) 證書號數：TW M378481U1

(43) 公告日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 11 日

(21) 申請案號：098222635

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 03 日

(51) Int. Cl. : **H01L29/772 (2006.01)**(71) 申請人：杰力科技股份有限公司(中華民國) EXCELLIANCE MOS CORPORATION (TW)
新竹縣竹北市台元街 32 號 2 樓之 1

(72) 創作人：張翊麒 CHANG, YI CHI (TW)；吳嘉連 WU, CHIA LIEN (TW)

(74) 代理人：詹銘文；蕭錫清

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：5 共 23 頁

(54) 名稱

功率金氧半導體場效電晶體

POWER MOSFET

(57) 摘要

一種功率金氧半導體場效電晶體。溝渠配置在主體層及磊晶層中。隔離結構配置於溝渠之一側的基底上。氧化物層配置於溝渠的表面。第一導體層填滿溝渠並延伸至隔離結構上。介電層配置於第一導體層及隔離結構上，且具有曝露第一導體層之開口。至少一源極區配置於溝渠之另一側的主體層中。第二導體層配置於介電層上，且與源極區電性連接，但與第一導體層藉由介電層而電性隔絕。第三導體層配置於介電層上，且經介電層的開口與第一導體層電性連接，其中第二導體層與第三導體層分開。

A power MOSFET is described. A trench is in a body layer and an epitaxial layer. An isolation structure is on the substrate at one side of the trench. An oxide layer is on the surface of the trench. A first conductive layer fills the trench and extends to the isolation structure. A dielectric layer is on the first conductive layer and isolation structure and has an opening exposing the first conductive layer. At least one source region is in the body layer at the other side of the trench. A second conductive layer is on the dielectric layer and electrically connected to the source region while electrically isolated from the first conductive layer by the dielectric layer. A third conductive layer is on the dielectric layer and electrically connected to the first conductive layer through the opening of the dielectric layer. The second and third conductive layers are separated.

五、新型說明：

【新型所屬之技術領域】

本創作是有關於一種半導體元件，且特別是有關於一種功率金氧半導體場效電晶體（power metal-oxide-semiconductor field effect transistor；power MOSFET）。

【先前技術】

功率金氧半導體場效電晶體被廣泛地應用在切換（power switch）元件上，例如是電源供應器、整流器或低壓馬達控制器等等。一般而言，功率金氧半導體場效電晶體多採取垂直結構的設計，以提升元件密度。其利用晶片之背面作為汲極，而於晶片之正面製作多個電晶體之源極以及閘極。由於多個電晶體之汲極是並聯在一起的，因此其所耐受之電流大小可以相當大。

一般而言，功率金氧半導體場效電晶體包括晶胞區（cell area）、閘極金屬區（gate metal area）及金屬場板區（metal field plate area）。閘極金屬區是用來傳輸閘極的訊號，金屬場板區是用來提高整個元件的電場，且此兩個區域通常可合稱為終端區（terminator）。隨著功率金氧半導體場效電晶體之積集度的日益提升，功率金氧半導體場效電晶體之尺寸亦隨之縮小。因此，如何將功率金氧半導體場效電晶體的晶胞區、閘極金屬區及金屬場板區有效地整合在一起以縮小其尺寸，已成為業者亟為

重視的議題之一。

【新型內容】

有鑑於此，本創作提出一種功率金氧半導體場效電晶體，可以將功率金氧半導體場效電晶體的晶胞區、閘極金屬區及金屬場板區有效地整合在一起。

本創作另提出一種功率金氧半導體場效電晶體的製造方法，其利用削減製程及自對準製程，可以避免功率金氧半導體場效電晶體之接觸洞對溝渠的對準偏差，進而縮小晶胞間間距（cell pitch），提高元件的集積度。

本創作提出一種功率金氧半導體場效電晶體，包括具有第一導電型之基底、具有第一導電型之磊晶層、具有第一第二導電型之主體層、隔離結構、第一導體層、介電層、具有第一導電型的至少一源極區、第二導體層及第三導體層。磊晶層配置在基底上。主體層配置在磊晶層中，其中溝渠配置在主體層及部分磊晶層中。隔離結構配置於溝渠之一側的基底上。第一氧化物層配置於溝渠的表面。第一導體層填滿溝渠並延伸至部分隔離結構上。介電層配置於第一導體層及隔離結構上，且具有曝露部分第一導體層之開口。源極區配置於溝渠之另一側的主體層中。第二導體層配置於介電層上，且與源極區電性連接，但與第一導體層藉由介電層而電性隔絕。第三導體層配置於介電層上，且經介電層的開口與第一導體層電性連接，其中第二導體層與第三導體層分開。

在本創作之一實施例中，上述第一導體層包括填滿溝渠之第一部分以及從第一部分延伸至部分隔離結構上的第二部分，且介電層覆蓋部分第一部分。第一導體層之第一部分的表面不高於主體層的表面。

在本創作之一實施例中，上述第一導體層包括填滿溝渠之第一部分以及從第一部分延伸至部分隔離結構上的第二部分，且介電層未覆蓋第一部分。第一導體層之第一部分的表面不高於主體層的表面。

在本創作之一實施例中，上述主體層與隔離結構為部分重疊或彼此分開。

在本創作之一實施例中，上述功率金氧半導體場效電晶體更包括至少配置在溝渠之底部的第二氧化物層。第二氧化物層的材料包括介電常數低於4的氧化物。此外，第二氧化物層更配置在隔離結構的上表面與第一導體層之間。

在本創作之一實施例中，上述功率金氧半導體場效電晶體更包括配置於第二氧化物層與第一氧化物層之間以及於第二氧化物層與隔離結構的上表面之間的單幕層。單幕層的材料包括氮化矽。

在本創作之一實施例中，上述功率金氧半導體場效電晶體更包括覆蓋在隔離結構上的單幕圖案，且單幕圖案位於單幕層及隔離結構之間。單幕圖案的材料包括氮化矽。

在本創作之一實施例中，上述功率金氧半導體場效電晶體更包括覆蓋在隔離結構上的單幕圖案。單幕圖案的材料

料包括氮化矽。

在本創作之一實施例中，上述功率金氧半導體場效電晶體更包括配置於第二導體層與主體層之間的具有第二導電型的至少一摻雜區。

在本創作之一實施例中，上述功率金氧半導體場效電晶體更包括配置於主體層與第一導體層之間的墊氧化物層。

在本創作之一實施例中，上述隔離結構包括場氧化物結構或淺溝渠隔離結構。

在本創作之一實施例中，上述第一導體層的材料包括摻雜多晶矽。

在本創作之一實施例中，上述第二導體層及第三導體層的材料包括鋁。

在本創作之一實施例中，上述第一導電型為 N 型，第二導電型為 P 型；或第一導電型為 P 型，第二導電型為 N 型。

基於上述，在本創作的功率金氧半導體場效電晶體中，將同時位於晶胞區及終端區的溝渠中配置填滿溝渠並延伸至部分隔離結構上的導體層，以將晶胞區及終端區有效地整合在一起，達到縮小元件尺寸的目的。

此外，本創作於溝渠之底部形成的底氧化物層（即第二氧化物層）的材料為介電常數低於 4 的氧化物，因此可以降低閘極對汲極之電容 C_{gd} ，有效地減少切換損失。

為讓本創作之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特

舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1 為依據本創作一實施例所繪示的一種功率金氧半導體場效電晶體的製造方法之剖面示意圖。

請參照圖 1，本創作之功率金氧半導體場效電晶體 100a 包括具有第一導電型之基底 102、具有第一導電型之磊晶層 104、具有第二導電型之主體層 106、隔離結構 103、墊氧化物層 105a、氧化物層 115、導體層 124、導體層 126、介電層 129a、具有第一導電型的至少一源極區 128、具有第二導電型的至少一摻雜區 130、導體層 132 及導體層 134。

基底 102 例如是具有 N 型重摻雜之矽基底。此具有 N 型重摻雜 (N+) 之矽基底作為功率金氧半導體場效電晶體 100a 之汲極。磊晶層 104 配置在基底 102 上。磊晶層 104 例如是具有 N 型輕摻雜 (N-) 之磊晶層。N+ 表示具有較高濃度之 N 型雜質者；N- 表示具有較低濃度之 N 型雜質者。主體層 106 配置在磊晶層 104 中。主體層 106 例如是 P 型主體層。此外，溝渠 112 及溝渠 114 配置在主體層 106 及部分磊晶層 104 中。溝渠 114 的寬度 W2 是溝渠 112 的寬度 W1 的約 1~2 倍。

隔離結構 103 配置於溝渠 114 之一側的基底 102 上。隔離結構 103 例如是場氧化物 (field oxide; FOX) 結構或淺溝渠隔離 (shallow trench isolation; STI) 結構。隔離結構 103 與主體層 106 可以部分重疊或彼此分開。在此實施例

中，是以隔離結構 103 與主體層 106 部分重疊為例來說明之，但本創作並不以此為限。氧化物層 115 配置在溝渠 112 及溝渠 114 的表面。氧化層 115 的材料包括氧化矽。氧化物層 115 的厚度例如是約 100~1000 埃。在一實施例中，氧化物層 115 的厚度例如是約 500 埃。

導體層 124 填滿溝渠 112 中。導體層 126 填滿溝渠 114 並延伸至部分隔離結構 103 上。導體層 124 及導體層 126 的材料例如是 N 型重摻雜之摻雜多晶矽。此外，也可以選擇性地將墊氧化層 105 配置於主體層 106 與導體層 126 之間。墊氧化層 105 的材料包括氧化矽。介電層 129a 配置於導體層 124、126 及隔離結構 103 上，且具有曝露部分導體層 126 之開口 133。介電層 129a 的材料例如是氧化矽、硼磷矽玻璃 (BPSG)、磷矽玻璃 (PSG)、氟矽玻璃 (FSG) 或未摻雜之矽玻璃 (USG)。

特別要說明的是，導體層 126 包括填滿溝渠 114 之第一部分 125 以及從第一部分 125 延伸至部分隔離結構 103 上的第二部分 127，且介電層 129a 覆蓋部分第一部分 125，如圖 1 所示。然而，本創作並不以此為限。在另一實施例中，導體層 126 的第一部分 125 與第二部份 127 的接面重疊，也就是說，介電層 129a 未覆蓋第一部分 125，如圖 2 所示。此外，導體層 124 及導體層 126 之第一部分 125 的表面不高於主體層 106 的表面，換言之，導體層 124 及導體層 126 之第一部分 125 的表面實質上等於或低於主體層 106 的表面。

源極區 128 配置於溝渠 114 之另一側的主體層 106 中。在此實施例中，是以四個源極區 128 為例來說明之，但本創作並不對源極區 128 的數目做限制，可以依製程需要，配置一個或多個源極區於溝渠 114 之另一側的主體層 106 中。在此實施例中，除了一個源極區 128 是位於緊鄰溝渠 114 的主體層 106 中，其餘源極區 128 是位於各溝渠 112 之兩側的主體層 106 中。源極區 128 例如是具有 N 型重摻雜之摻雜區。N 型雜質例如是磷或是砷。此外，也可以選擇性地將摻雜區 130 配置於導體層 132 與主體層 106 之間，以降低導體層 132 與主體層 106 之間的電阻。摻雜區 130 例如是具有 P 型重摻雜之摻雜區。P 型雜質例如是硼。在此實施例中，是以兩個摻雜區為例來說明之，但本創作並不對摻雜區 130 的數目做限制，換言之，摻雜區 130 的數目也可以為一個或兩個以上。

導體層 132 配置於介電層 129a 上，且與源極區 128 及摻雜區 130 電性連接，但與導體層 126 藉由介電層 129a 而電性隔絕。導體層 134 配置於介電層 129a 上，且經介電層 129a 的開口 133 與導體層 126 電性連接。此外，導體層 132 與導體層 134 互相分開。導體層 132 及導體層 134 的材料例如是鋁。

在本創作的功率金氧半導體場效電晶體 100a 中，晶胞區 101a 是位於圖 1 的左側，而終端區 101b 是位於圖 1 的右側，且溝渠 114 同時位於晶胞區 101a 及終端區 101b 中。在晶胞區 101a 中，導體層 132 作為源極金屬層，基底

102 作為汲極，導體層 124、126 作為閘極，且氧化層 115 作為閘氧化層。在終端區 101b 中，導體層 134 作閘極金屬層及金屬場板層，且導體層 134 經由導體層 126 與晶胞區 101a 電性連接。

基於上述，在本創作的功率金氧半導體場效電晶體 100a 中，由於溝渠 114 同時位於晶胞區 101a 及終端區 101b 中，且導體層 126 填滿溝渠 114 並延伸至部分隔離結構 103 上，因此可以將晶胞區 101a 及包括閘極金屬區及金屬場板區的終端區 101b 有效地整合在一起，達到縮小元件尺寸的目的。與習知的功率金氧半導體場效電晶體相比，本創作的功率金氧半導體場效電晶體可以縮小終端區的尺寸約 10~20 微米 (um)，大幅提升元件的積集度。

此外，為了使晶胞區 101a 與終端區 101b 的製程相容，除了功率金氧半導體場效電晶體 100a 的構件外，也可以選擇性地於隔離結構 103 上覆蓋罩幕圖案 109，如圖 3 的功率金氧半導體場效電晶體 100c 所示。罩幕圖案 109 的材料包括氮化矽，且其厚度例如是約 5000~6000 埃。

另外，為了降低閘極對汲極之電容 C_{gd} 以有效地減少切換損失，也可以選擇性地於溝渠 112 及溝渠 114 的底部配置氧化物層 120，如圖 4 的功率金氧半導體場效電晶體 100d 所示。氧化物層 120 的材料包括介電常數低於 4 的氧化物。氧化物層 120 例如是厚度約 2000 埃的氧化矽層。此外，氧化物層 120 更配置在隔離結構 103 的上表面與導體層 126 之間。再者，也可以選擇性地於氧化物層 120 與氧

化物層 115 之間以及於氧化物層 120 與隔離結構 103 的上表面之間配置罩幕層 116。罩幕層 116 例如是厚度約 200 埃的氮化矽層。

當然，也可以將圖 3 及圖 4 的構件整合在一起，其中罩幕圖案 109 位於罩幕層 116 及隔離結構 103 之間，如圖 5 的功率金氧半導體場效電晶體 100e 所示。

在以上的實施例中，是以第一導電型為 N 型，第二導電型為 P 型為例來說明之，但本創作並不以此為限。熟知此技藝者應了解，第一導電型也可以為 P 型，而第二導電型為 N 型。

綜上所述，在本創作的功率金氧半導體場效電晶體中，將同時位於晶胞區 101a 及終端區 101b 的溝渠 114 中配置填滿溝渠 114 並延伸至部分隔離結構 103 上的導體層，以將晶胞區 101a 及包括閘極金屬區及金屬場板區的終端區 101b 有效地整合在一起，達到縮小元件尺寸的目的。與習知的功率金氧半導體場效電晶體相比，本創作的功率金氧半導體場效電晶體可以縮小終端區的尺寸約 10~20 微米，大幅提升元件的積集度。

此外，本創作於溝渠 112 及溝渠 114 之底部形成的底氧化物層（即氧化物層 120）的材料為介電常數低於 4 的氧化物，因此可以降低閘極對汲極之電容 C_{gd} ，有效地減少切換損失。

雖然本創作已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本創作，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離

本創作之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本創作之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 為依據本創作一實施例所繪示的一種功率金氧半導體場效電晶體的剖面示意圖。

圖 2 為依據本創作另一實施例所繪示的一種功率金氧半導體場效電晶體的剖面示意圖。

圖 3 為依據本創作又一實施例所繪示的一種功率金氧半導體場效電晶體的剖面示意圖。

圖 4 為依據本創作再一實施例所繪示的一種功率金氧半導體場效電晶體的剖面示意圖。

圖 5 為依據本創作另一實施例所繪示的一種功率金氧半導體場效電晶體的剖面示意圖。

【主要元件符號說明】

100a~100d：功率金氧半導體場效電晶體

101a：晶胞區

101b：終端區

102：基底

103：隔離結構

104：磊晶層

105：墊氧化物材料層

105a：墊氧化物層

- 106 : 主體層
- 133 : 開口
- 112、114 : 溝渠
- 115、120 : 氧化物層
- 116 : 罩幕層
- 124、126、132、134 : 導體層
- 125 : 第一部分
- 127 : 第二部分
- 128 : 源極區
- 129a : 介電層
- 130 : 摻雜區
- W1、W2 : 寬度

新型專利說明書

(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：98222634

※申請日：98.12.3

※IPC 分類：H01L 29/772 (2006.01)

一、新型名稱：

功率金氧半導體場效電晶體 / POWER MOSFET

二、中文新型摘要：

一種功率金氧半導體場效電晶體。溝渠配置在主體層及磊晶層中。隔離結構配置於溝渠之一側的基底上。氧化物層配置於溝渠的表面。第一導體層填滿溝渠並延伸至隔離結構上。介電層配置於第一導體層及隔離結構上，且具有曝露第一導體層之開口。至少一源極區配置於溝渠之另一側的主體層中。第二導體層配置於介電層上，且與源極區電性連接，但與第一導體層藉由介電層而電性隔絕。第三導體層配置於介電層上，且經介電層的開口與第一導體層電性連接，其中第二導體層與第三導體層分開。

三、英文新型摘要：

A power MOSFET is described. A trench is in a body layer and an epitaxial layer. An isolation structure is on the substrate at one side of the trench. An oxide layer is on the surface of the trench. A first conductive layer fills the trench and extends to the isolation structure. A dielectric layer is on the first conductive layer and isolation structure and has an opening exposing the first conductive layer. At least one source region is in the body layer at the other side of the trench. A second conductive layer is on the dielectric layer and electrically connected to the source region while electrically isolated from the first conductive layer by the dielectric layer. A third conductive layer is on the dielectric layer and electrically connected to the first conductive layer through the opening of the dielectric layer. The second and third conductive layers are separated.

六、申請專利範圍：

1. 一種功率金氧半導體場效電晶體，包括：
 - 具有一第一導電型之一基底；
 - 具有該第一導電型之一磊晶層，配置在該基底上；
 - 具有一第二導電型之一主體層，配置在該磊晶層中，其中一溝渠配置在該主體層及部分該磊晶層中；
 - 一隔離結構，配置於該溝渠之一側的該基底上；
 - 一第一氧化物層，配置於該溝渠的表面；
 - 一第一導體層，填滿該溝渠並延伸至部分該隔離結構上；
 - 一介電層，配置於該第一導體層及該隔離結構上，且具有曝露部分該第一導體層之一開口；
 - 具有該第一導電型的至少一源極區，配置於該溝渠之另一側的該主體層中；
 - 一第二導體層，配置於該介電層上，且與該源極區電性連接，但與該第一導體層藉由該介電層而電性隔絕；以及
 - 一第三導體層，配置於該介電層上，且經該介電層的該開口與該第一導體層電性連接，其中該第二導體層與該第三導體層分開。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第一導體層包括填滿該溝渠之一第一部分以及從該第一部分延伸至部分該隔離結構上之一第二部分，且該介電層覆蓋部分該第一部分。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第一導體層之該第一部分的表面不高於該主體層的表面。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第一導體層包括填滿該溝渠之一第一部分以及從該第一部分延伸至部分該隔離結構上之一第二部分，且該介電層未覆蓋該第一部分。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第一導體層之該第一部分的表面不高於該主體層的表面。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該主體層與該隔離結構為部分重疊或彼此分開。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，更包括至少配置在該溝渠之底部之一第二氧化物層。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第二氧化物層的材料包括介電常數低於 4 的氧化物。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第二氧化物層更配置在該隔離結構的上表面與該第一導體層之間。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，更包括配置在該第二氧化物層與該第一氧化物

層之間以及在該第二氧化物層與該隔離結構的上表面之間的一罩幕層。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，該罩幕層的材料包括氮化矽。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，更包括覆蓋在該隔離結構上的一罩幕圖案，且該罩幕圖案位於該罩幕層及該隔離結構之間。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，該罩幕圖案的材料包括氮化矽。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，更包括覆蓋在該隔離結構上的一罩幕圖案。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，該罩幕圖案的材料包括氮化矽。

16. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，更包括配置於該第二導體層與該主體層之間的具有該第二導電型的至少一摻雜區。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，更包括配置於該主體層與該第一導體層之間的墊氧化物層。

18. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該隔離結構包括場氧化物結構或淺溝渠隔離結構。

19. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第一導體層的材料包括摻雜多晶矽。

20. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第二導體層及該第三導體層的材料包括鋁。

21. 如申請專利範圍第 1 項所述之功率金氧半導體場效電晶體，其中該第一導電型為 N 型，該第二導電型為 P 型；或該第一導電型為 P 型，該第二導電型為 N 型。

七、圖式：

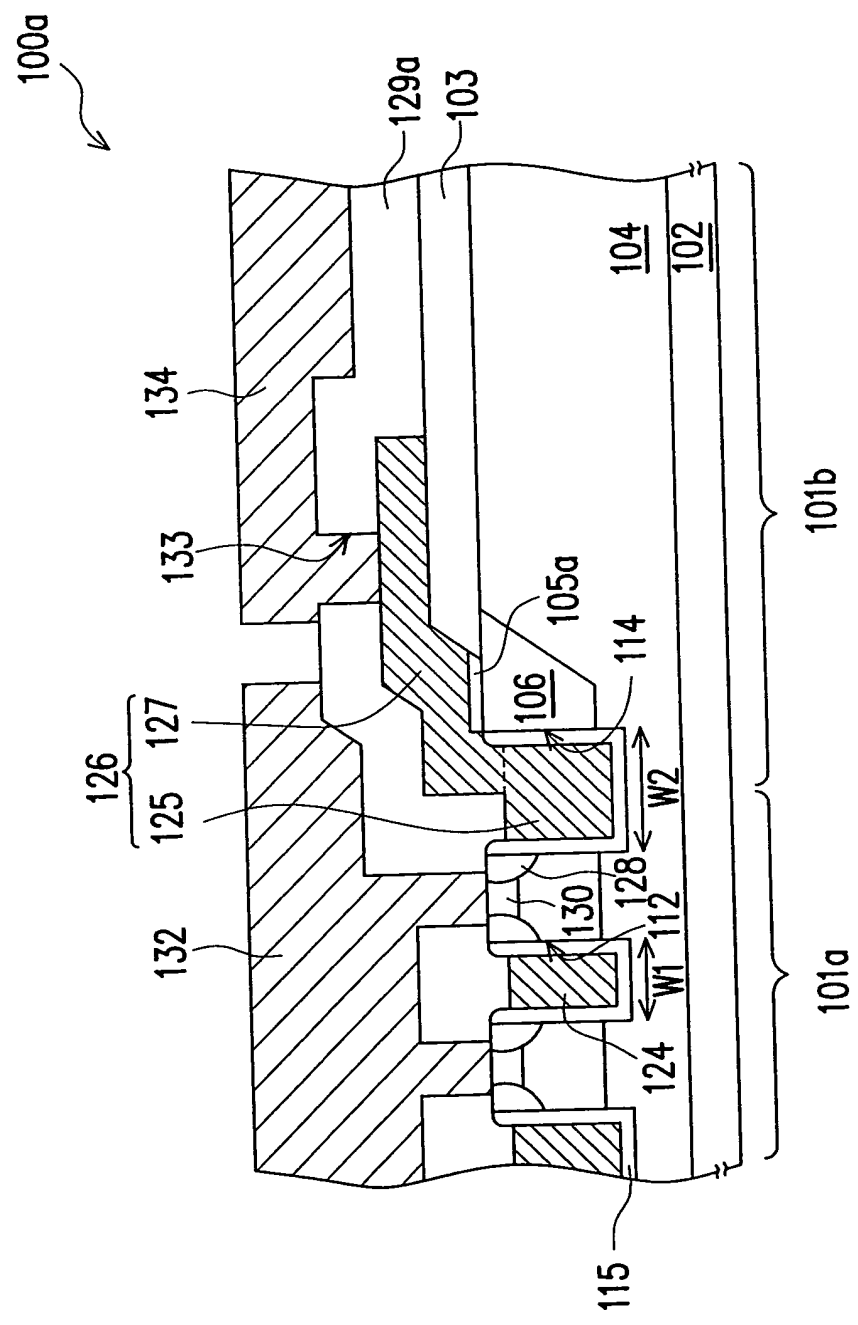


圖 1

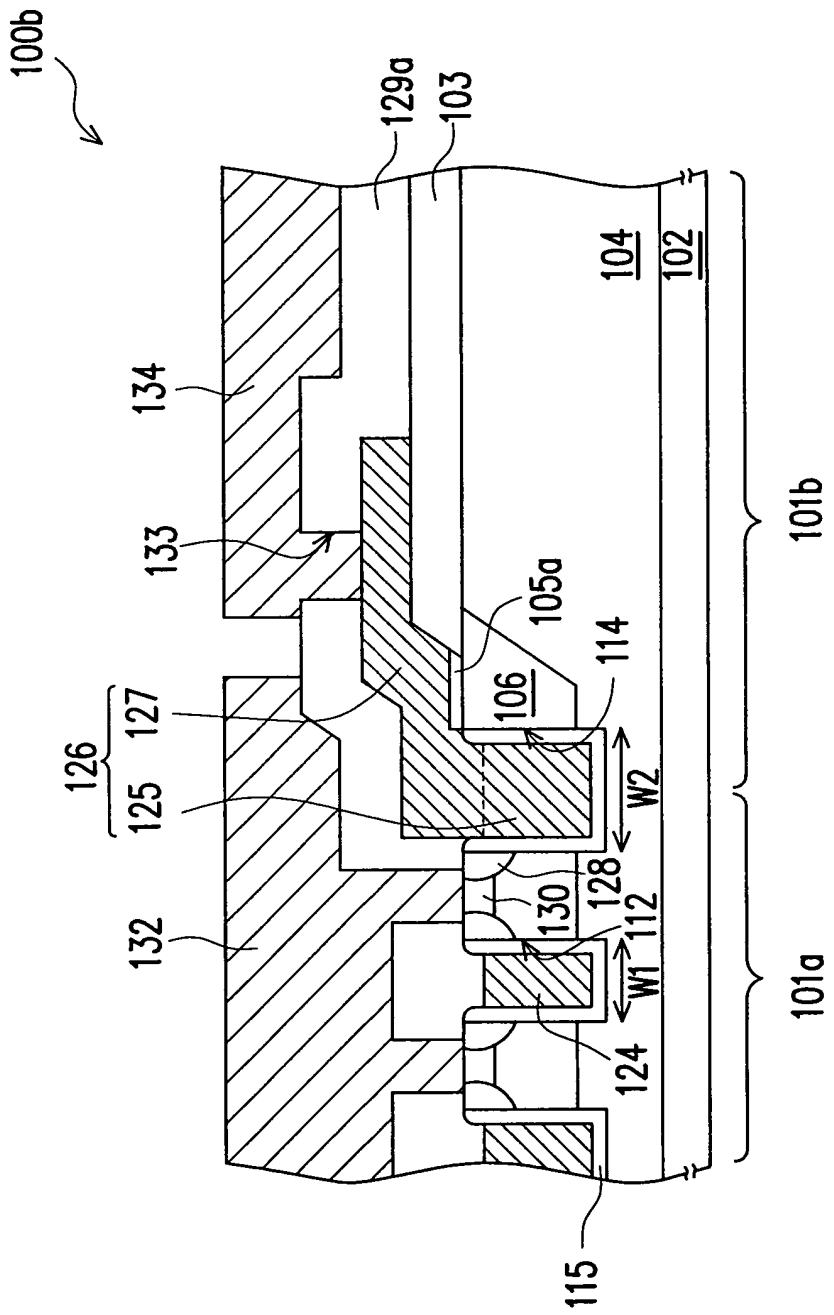


圖 2

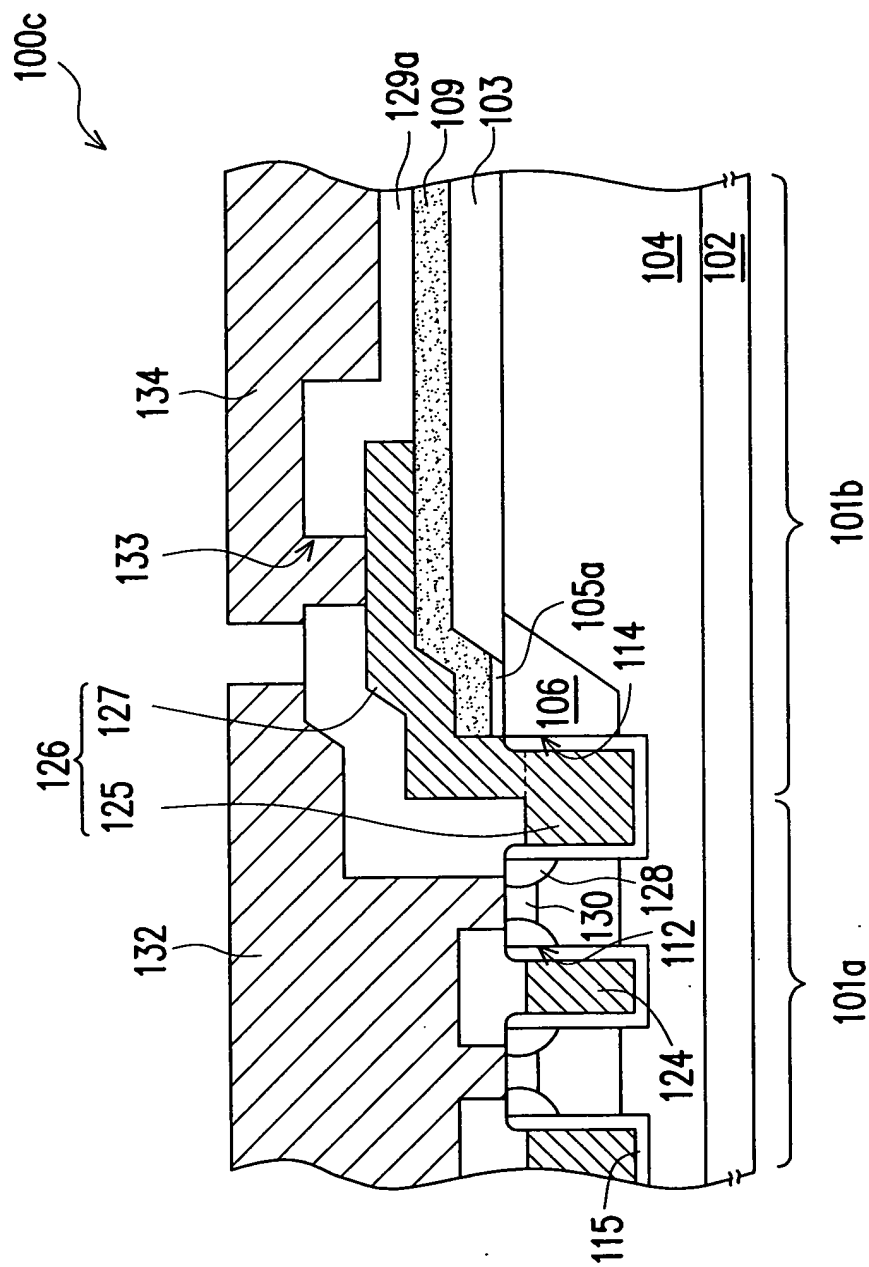


圖 3

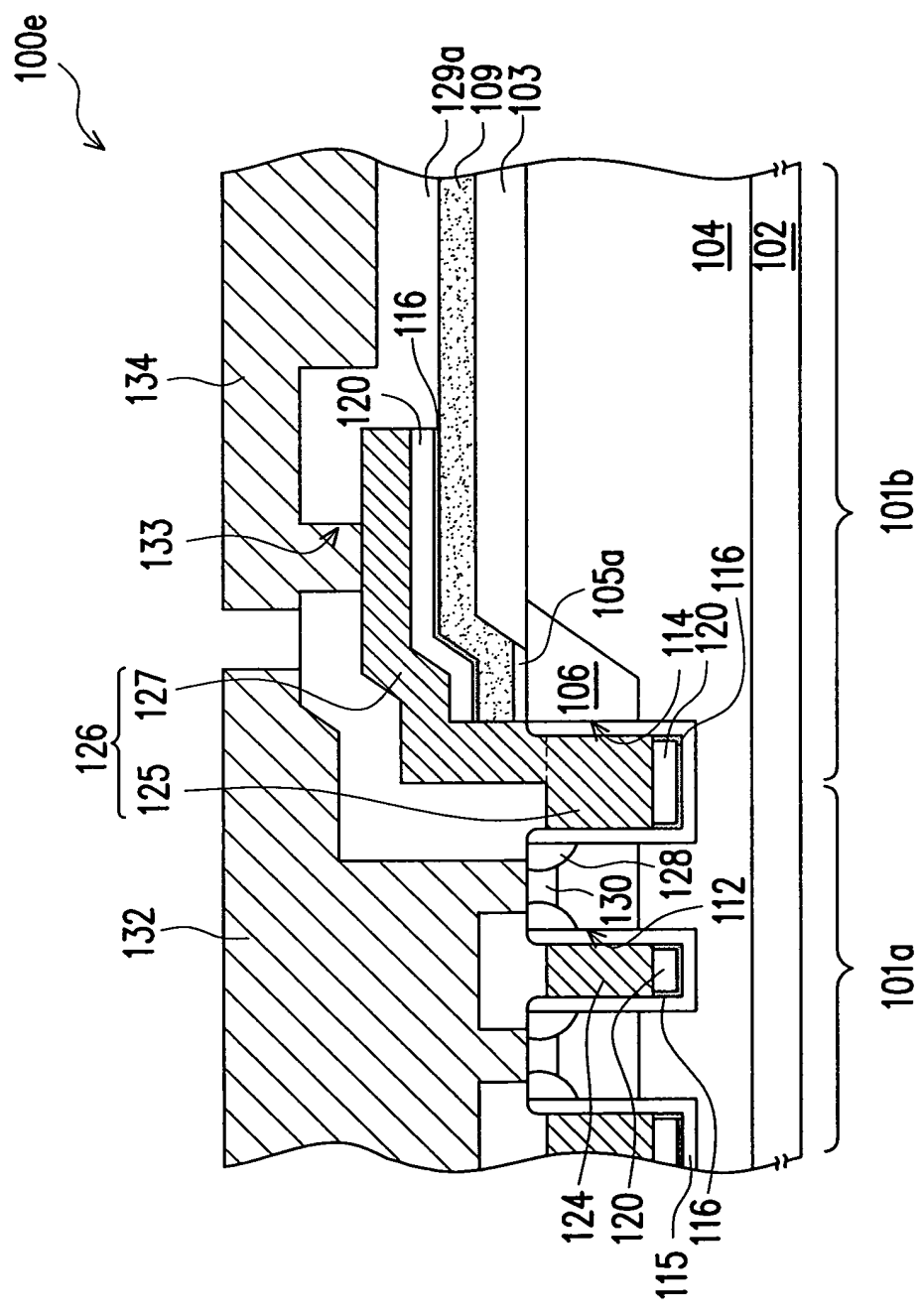


圖 5

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100a：功率金氧半導體場效電晶體

101a：晶胞區

101b：終端區

102：基底

103：隔離結構

104：磊晶層

105a：墊氧化物層

106：主體層

133：開口

112、114：溝渠

115：氧化物層

124、126、132、134：導體層

125：第一部分

127：第二部分

128：源極區

129a：介電層

130：摻雜區

W1、W2：寬度