



(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 I688097 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：107145702

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 18 日

(51)Int. Cl. : H01L29/06 (2006.01)

H01L29/78 (2006.01)

H01L29/66 (2006.01)

(30)優先權：2018/01/18 美國

15/874,341

(71)申請人：美商格芯（美國）集成電路科技有限公司（美國）GLOBALFOUNDRIES US INC.  
(US)

美國

(72)發明人：阿里亞 安庫爾 ARYA, ANKUR (IN)；葛倫 布萊恩 GREENE, BRIAN (US)；高群 GAO, QUN (CN)；納撒爾 克里斯多夫 NASSAR, CHRISTOPHER (US)；洪浚植 HONG, JUNSIC (CN)；察哈巴拉 維沙爾 CHHABRA, VISHAL (IN)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

US 9716096B1

US 2016/0155845A1

US 2016/0315172A1

審查人員：許勝宗

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：12 共 35 頁

(54)名稱

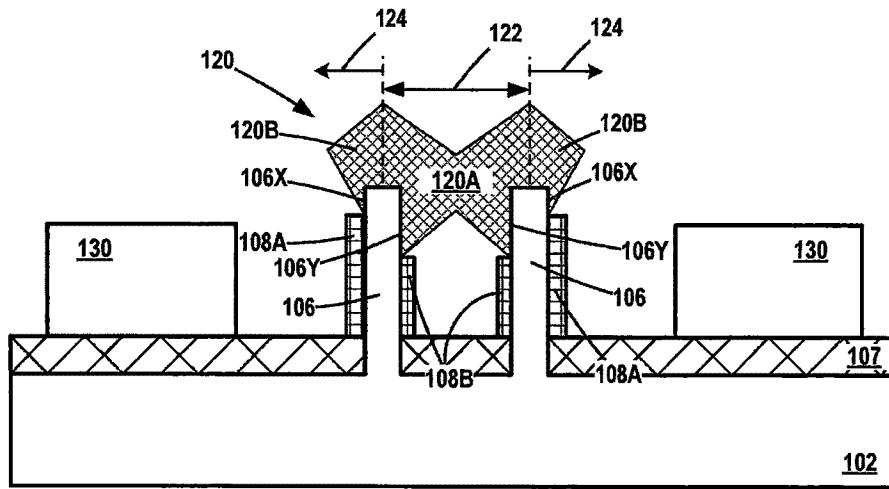
鰭式場效電晶體裝置之源極／汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成

(57)摘要

本文揭露一種說明性方法尤其包含，形成具有第一及第二對立側壁之第一鰭片，以及形成鄰接該第一側壁定位之第一側壁間隔件及鄰接該第二側壁定位之第二側壁間隔件，其中，該第一側壁間隔件具有高於該第二側壁間隔件者之高度。本範例中，該方法復包含形成磊晶半導體材料於該鰭片上及該等第一及第二側壁間隔件上方。

One illustrative method disclosed herein includes, among other things, forming a first fin having first and second opposing sidewalls and forming a first sidewall spacer positioned adjacent the first sidewall and a second sidewall spacer positioned adjacent the second sidewall, wherein the first sidewall spacer has a greater height than the second sidewall spacer. In this example, the method further includes forming epitaxial semiconductor material on the fin and above the first and second sidewall spacers.

指定代表圖：



【第7圖】

符號簡單說明：

102 . . . 半導體基板

106 . . . 鰭片

106X . . . 朝外側壁

106Y . . . 內或面對側壁

107 . . . 絕緣材料層

108A . . . 相對較高側壁間隔件

108B . . . 相對較短側壁間隔件

120 . . . 磊晶半導體材料

120A、120B . . . 磊晶半導體材料部分

122、124 . . . 區域

130 . . . 鰭式場效電晶體裝置

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

鰭式場效電晶體裝置之源極/汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成

ASYMMETRIC FORMATION OF EPI SEMICONDUCTOR MATERIAL IN SOURCE/DRAIN REGIONS OF FINFET DEVICES.

## 【技術領域】

【0001】 本發明大體上關於積體電路之製造，且更明確地關於各種有關鰭式場效電晶體裝置之源極/汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成之新穎方法。

## 【先前技術】

【0002】 在譬如微處理器、儲存裝置、及相似物等現代積體電路中，非常大量之電路元件(尤其電晶體)設於受限晶片區域中。電晶體以各種形狀及型式呈現，譬如平面電晶體、鰭式場效電晶體、奈米線裝置等。

【0003】 習知場效電晶體係平面裝置，其中，該裝置之整個通道區係形成為與半導基板之平面的上方表面平行、且略在其下方。對比於平面場效電晶體，有所謂 3D 裝置，譬如說明性鰭式場效電晶體裝置，其為三維結構。第 1 圖係形成於半導體基板 12 上方之說明性先前技藝鰭式場效電晶體半導體裝置 10 的透視圖，其中，裝置 10 之複數個鰭片 14 係由基板 12 之材料(譬如矽)形成。裝置 10 包

含複數個鰭片形成溝槽 13、三個說明性鰭片 14、閘極結構 16、側壁間隔件 18、以及閘極蓋層 20。間隔件 18 典型地由氮化矽製成，但其在某些情況下可由具有較氮化矽者低之介電常數(k)的材料製成。絕緣材料 17(譬如二氧化矽)提供鰭片 14 之間的電氣隔離。鰭片 14 具有三維架構：高度 H、寬度 W、及軸向長度 L。軸向長度 L 相當於裝置之閘極長度，即當裝置 10 作動時在該裝置中之電流運行方向。裝置 10 之閘極寬度係與閘極長度方向正交。閘極結構 16 所覆蓋之鰭片 14 的部分係鰭式場效電晶體 10 之通道區。定位於間隔件 18 的外側之鰭片 14 的部分將成為裝置 10 之源極/汲極區的部件。

**【0004】** 典型地，在閘極結構 16 及間隔件 18 形成後，將實施磊晶成長製程，使用鰭片 14 作為成長表面，以在裝置 10 之源極/汲極區中形成額外之磊晶半導體材料於鰭片 14 之曝露部分上。該額外磊晶半導體材料形成以降低源極/汲極區之電阻且提供實體較大之接觸結構，藉此使傳導接觸結構較容易著陸於源極/汲極區上。持續有對現代積體電路(IC)產品增加電晶體裝置(包含鰭式場效電晶體裝置之封裝密度的驅動力)，以根本降低消費者產品(譬如納入此類 IC 產品之行動電話或膝上型電腦)的大小尺寸。

**【0005】** 本案係指各種有關鰭式場效電晶體裝置之源極/汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成之新穎方法。

### **【發明內容】**

【0006】 以下提出本發明之簡化摘要，以提供對本發明一些構想之基本認知。本摘要並非發明之詳盡概要。並非意欲識別本發明之關鍵或緊要元件、或者勾畫出本發明之範疇。僅有的目的係以簡化型式展示一些概念，以作為稍後討論之更詳細說明的序幕。

【0007】 概括地，本案係指各式有關鰭式場效電晶體裝置之源極/汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成之新穎方法。本文揭露之說明性方法尤其包含：形成具有第一及第二對立側壁之第一鰭片，以及形成鄰接該第一側壁定位之第一側壁間隔件及鄰接該第二側壁定位之第二側壁間隔件，其中，該第一側壁間隔件具有高於該第二側壁間隔件者之高度。本範例中，該方法尚包含形成磊晶半導體材料於至少該鰭片上及該等第一及第二側壁間隔件上方。

【0008】 本文揭露之另一說明性方法尤其包含形成用於鰭式場效半導體裝置之複數個鰭片，該複數個鰭片之每一個包括第一及第二對立側壁，且該複數個鰭片包括第一及第二最外邊鰭片。本範例中，該方法亦包含針對該等第一及第二最外邊鰭片之每一個形成鄰接該第一側壁之第一側壁間隔件及鄰接該第二側壁之第二側壁間隔件，其中，該第一側壁間隔件具有高於該第二側壁間隔件者之高度。本具體實施例中，該方法亦包含：在至少每一個該等第一及第二最外邊鰭片上及每一個該等第一及第二最外邊鰭片上之至少該等第一及第二側壁間隔件上方形成磊晶半導體材料。

【0009】 本文揭露之說明性鰭式場效電晶體裝置包含具有第一及第二對立側壁之第一鰭片、鄰接該第一側壁定位之第一側壁間隔件、以及鄰接該第二側壁定位之第二側壁間隔件，其中，該第一側壁間隔件具有高於該第二側壁間隔件者之高度。本範例中，該裝置亦包含定位在至少該鰭片上及在至少該等第一及第二側壁間隔件上方之磊晶半導體材料。

### 【圖式簡單說明】

【0010】 可藉參考與隨附圖式相結合所作之以下說明而了解本案，其中相同參考代碼識別相同元件，且其中：

【0011】 第 1 圖係說明性先前技藝鰭式場效電晶體裝置之簡單化描繪；以及

【0012】 第 2 圖至第 12 圖描繪本文所揭露之各式有關鰭式場效電晶體裝置之源極/汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成之新穎方法。

【0013】 儘管本文揭露之標的容許各式修飾及替代型式，然其特定具體實施例已經由圖式中之範例顯示且在本文詳細描述。然而，應了解到，特定具體實施例之本文說明並非意欲將本發明限制在所揭露之特定型式，相反地意欲適用所有落於隨附申請專利範圍所界定之發明精神與範疇內的修飾、等效物、及替代選擇。

### 【實施方式】

【0014】 以下將描述本發明之各說明性具體實施例。為求清晰，本說明書中並未描述實際實現之所有特徵。

當然將理解到，當發展任一此類實際具體實施例時，必須作出眾多與實現特定相關之決定，以達成發展者之特定目標，譬如符合與系統相關、及與商業相關之限制，其中此等限制將隨不同之實現而變更。此外，將理解到，此類發展成果可能複雜且耗時，但仍為熟知此項技藝之人士進行的具有本案利益之慣常程序。

【0015】 現在將參考隨附圖式來描述本標的。各式結構、系統、及裝置皆僅為解說而概略描繪於圖式中，且使得不因熟知此項技藝之人士所熟知的細部分設計而模糊本案。然而，包含隨附圖式以描述及解說本案之說明性範例。本文使用之用字及遣詞應被認知且解釋為具有與熟知相關技藝之人士對此等用字及遣詞之認知一致的意義。術語或詞語之非專門定義、即不同於熟知此項技藝之人士所認知的通常且慣常意義之一定義，意欲藉本文一致的該術語或詞語使用來指示。如果術語或詞語意欲具有特殊意義、即不同於熟知此項技藝者所認知之意義，則此特殊定義將以直接且毫不含糊地提供該術語或詞語特殊定義之定義方式明確地在說明書中提出。

【0016】 本案大體上關於各式有關鱗式場效電晶體裝置之源極/汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成之新穎方法。熟知此項技藝之人士在完整閱讀本申請案後將輕易明白，本方法可應用至各式產品，包含但不限於邏輯產品、記憶體產品等。藉參考隨附圖式，現在將更詳細說明本文揭露之方法及裝置的各式說明性具體實施例。

【0017】 第 2 圖描繪鰭式場效電晶體裝置 100，其形成於半導體基板 102 之中及上方。基板 102 可具有各種架構，譬如本文描繪之塊體基板架構、或絕緣層上覆半導體 (SOI, semiconductor-on-insulator) 架構。此類 SOI 基板包含塊體半導體層、定位於該塊體半導體層上之埋入絕緣層、以及定位於該埋入絕緣層上之主動半導體層，其中，本文所揭露之裝置係形成於該主動層之中及上方。該主動層及/或該塊體層可由矽製成或可由除矽以外之半導體材料製成，且該二層無需由相同半導體材料製成。是以，術語「基板」或「半導體基板」應被認知為適用所有半導材料及此類材料之所有型式。

【0018】 第 2 圖係沿著與裝置 100 的閘極寬度方向對應之方向貫通裝置 100 源極/汲極區的其中之一而取得的鰭式場效電晶體裝置 100 剖視圖。第 2 圖係描繪在製造中一階段之該裝置，其中，將實施各式處理作業，以在裝置 100 之源極/汲極區中鰭片 106 的部分上形成額外磊晶半導體材料(「磊晶材料」)。在第 2 圖中描繪之處理階段，閘極結構(第 2 圖中未顯示)及閘極蓋(第 2 圖中未顯示)已事先跨越該等鰭片 106 形成，且側壁間隔件(第 2 圖中未顯示)已鄰接閘極結構形成。應注意到，本尹揭露之裝置的閘極結構可藉實施熟知的閘極先製 (gate first) 或替代閘極 (replacement gate) 生產技術而形成。除此以外，隨附圖式中未描繪多種摻雜區，譬如環型佈植 (halo implant) 區、摻雜源極/汲極區、井區、及相似物。本文描繪之鰭式場效電

晶體裝置 100 可為 N 型金氧半導體(NMOS)或 P 型金氧半導體(PMOS)電晶體。可使用各種不同材料、以及藉實施譬如化學汽相沉積(CVD, chemical vapor deposition)製程、原子層沉積(ALD, atomic layer deposition)製程、熱成長製程、旋轉塗佈(spin-coating)技術、磊晶成長製程等各種已知技術，形成本文揭露之裝置的多種組件及結構。各式材料層的厚度亦可根據特定應用而變更。

【0019】 請繼續參考第 2 圖，在本文描繪之範例中，將描繪鰭式場效電晶體裝置 100 為包括二個說明性鰭片 106。當然，裝置 100 可包括超過本文描繪之二個說明性鰭片 106。已藉由透過圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104 來實施一個或更多蝕刻製程(譬如異向性蝕刻製程)，以在基板 102 中形成複數個鰭片形成溝槽 105 並藉此界定該複數個鰭片 106，而形成鰭片 106。圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104 可包括多重材料層，譬如描繪出之二氧化矽層 104A 及氮化矽層 104B，而在本質上僅作為代表。是以，圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104 之特定型式及成分不應被視為目前揭露本發明之限制。鰭片 106 的橫向寬度及垂直高度可根據特定應用而變更。除此以外，鰭片形成溝槽 105 及鰭片 106 之總體尺寸、形狀、及架構可根據特定應用而變更。在隨附圖式中描繪之說明性範例中，鰭片形成溝槽 105 及鰭片 106 皆描繪成具有均勻尺寸及形狀。然而，此類溝槽 105 及鰭片 106 之尺寸及形狀的均勻性，並非實現本文揭露發明之至少一些構想所必須者。在隨附圖式中，鰭片形成溝槽 105

描繪為已藉實施異向性蝕刻製程形成，導致具有概略(且簡單化地)描繪成大體上矩形架構之鰭片 106。在實際的真實世界裝置中，鰭片 106 之側壁可略微朝外呈錐形(即，鰭片可為鰭片底部分較鰭片頂部分處寬)，然而此架構未描繪於隨附圖式中。是以，鰭片形成溝槽 105 及鰭片 106 之尺寸及架構及其製作之方式，不應被視為目前揭露發明之限制。為簡化本案，後續圖式中將僅描繪出大致矩形溝槽 105 及鰭片 106。

【0020】 第 3 圖描繪在已實施數個製程作業後之裝置 100。首先，已平伏沉積譬如二氧化矽之絕緣材料層 107，以超填溝槽 105。在說明性程序流程中，當初始沉積時，絕緣材料層 107 亦覆蓋圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104。是以，已實施在圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104 上中止之化學機械拋光(CMP, chemical mechanical polishing)製程，以使絕緣材料層 107 之上方表面平坦化，且藉此使圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104 曝露。在該階段，實施蝕刻製程，以移除至少圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104 之氮化矽層 104B。接著，在絕緣材料層 107 上實施定時掘入蝕刻製程，使得該絕緣材料層具有凹陷的上方表面 107R，使鰭片 106 之期望垂直高度曝露。在絕緣材料層 107 上實施該掘入蝕刻製程期間，亦移除圖案化鰭片形成蝕刻遮罩 104 之二氧化矽層 104A。

【0021】 仍請參考第 3 圖，接著實施適形沉積製程(譬如適形 ALD 製程)，以形成環繞鰭片 106 且在凹陷的絕

緣材料層 107 上方之間隔件材料適形層 108。此後，實施另一適形沉積製程，以在間隔件材料適形層 108 上形成適形保護層 110。材料層 108、110 之結構的厚度及材料可根據特定應用而變更。通常，層 108、110 應以曝露於一般蝕刻製程時彼此展現某種程度蝕刻選擇性之不同材料製成。例如，間隔件材料層 108 可包括氮化矽、二氧化矽、SiNC、SiN、SiCO 及 SiNOC，低 k 材料(8 或更小之 k 值)，以及包含、但不限於先前識別者之絕緣材料的任何多重層組合等，而同時適形保護層 110 可包括另外的此等材料。在特定說明性具體實施例中，間隔件材料適形層 108 可包括 SiCN，且適形保護層 100 可包括二氧化矽。材料適形層 108、110 可形成為任何期望厚度(譬如，7 到 9 奈米)，但層 108、110 無需形成為相同厚度，然而其在一些應用中可確實如此。請繼續參考第 3 圖，應注意到，在間隔件材料適形層 108 部分之間的橫向間隔 112 相較於由鰭片 106 外側壁朝外定位之區域 114 而言，為一相對較侷限間隔。橫向間隔 112 之量值可根據特定應用、且基於譬如鰭片 106 節距及材料適形層 108、110 選定厚度等各種因數而變更。在特定範例中，橫向間隔 112 可為大約 20 到 28 奈米。

【0022】 第 4 圖描繪出，在已實施異向性蝕刻製程以相對於間隔件材料適形層 108 移除適形保護層 110 的部分後之裝置 100。基於相對侷限之橫向間隔 112，將定位於鰭片 106 之間的侷限空間中的適形保護層 110 的部分加以移除的蝕刻製程，相較於在由鰭片 106 朝外之較少限制區

域 114 中的間隔件蝕刻製程效力，作用更大。安排該蝕刻製程之時間，使得大致所有位於鰭片 106 之間的適形保護層 110 皆被移除，而適形保護層 110 之剩餘部分 110X 仍保持定位於間隔件材料適形層 108 上的鰭片 106 朝外位置處。適形保護層 110 之剩餘部分 110X 的厚度可根據特定應用而變更。在說明性範例中，剩餘部分 110X 可具有厚度，該厚度係適形保護層 110 的初始厚度之大約 20 到 50%。應注意到，在裝置 100 可包括較大量鰭片 106(譬如五個鰭片 106)之情況下，蝕刻製程將移除相鄰鰭片之間空間中的大致所有適形保護層 110，而適形保護層 110 之剩餘部分 110X 將定位於由五個鰭片 106 之僅最外邊一個的朝外處。

【0023】 第 5 圖及第 6 圖描繪實施異向性蝕刻製程 116 之程序，其從間隔件材料適形層 108 形成側壁間隔件。儘管間隔件材料適形層 108 與適形保護層 110 係由彼此相對展現某種程度蝕刻選擇性之材料製成，然而蝕刻選擇性並非絕對。亦即，當實施設計成主要移除間隔件材料適形層 108 材料之蝕刻製程(譬如蝕刻製程 116)時，曝露於蝕刻製程 116 之適形保護層 110 的剩餘部分亦將被蝕刻除去，但以遠較間隔件材料適形層 108 材料移除之速率緩慢的速率蝕刻除去。是以，第 5 圖描繪出蝕刻製程 116 期間之一階段的成果，其中，鰭片 106 上方及鰭片 106 之間隔件材料適形層 108 大致水平定向部分已被移除，且適形保護層 110 的剩餘部分 110X(第 4 圖)已從由鰭片 106 朝外之

區域 114 中的間隔件材料適形層 108 上方移除。亦即，在第 5 圖中描繪之處理階段，定位於由鰭片 106 朝外之間隔件材料適形層 108 的部分，具有與其在被適形保護層 110 剩餘部分 110X 覆蓋時者大致相同的厚度。

【0024】 第 6 圖描繪出間隔件蝕刻製程 116 完成時之裝置 100。在蝕刻製程 116 之此部分期間，間隔件材料適形層 108 之剩餘大致水平定向部分被移除，且定位於鰭片 106 之間隔件材料適形層 108 的剩餘部分的額外部分亦然。當蝕刻製程 116 結束時，相對較高側壁間隔件 108A 係形成於鄰接每一鰭片 106 之朝外側壁 106X，而相對較短側壁間隔件 108B 則係形成於鄰接鰭片 106 之內或面對側壁 106Y。間隔件 108A 與 108B 之間的高度差可根據特定應用而變更。在說明性範例中，較短間隔件 108B 可為較長間隔件 108A 的高度之大約 50 到 75%。基於鄰接每一鰭片 106 形成之較高間隔件 108A 及相對較短間隔件 108B，相較於鰭片 106 外側壁 106X 之曝露垂直延伸範圍，曝露出鰭片 106 之內或面對側壁 106Y 的較大垂直延伸範圍。

【0025】 第 7 圖描繪在藉實施磊晶成長製程而在鰭片 106 之曝露部分上形成磊晶半導體材料 120 後的裝置 100。基於鰭片 106 之內或面對側壁 106Y 在該磊晶成長製程期間將較外側壁 106X 之延伸範圍曝露更多，磊晶材料 120 不致在每一鰭片 106 之每一側上均勻地形成。反而，該磊晶材料係非對稱地形成於鰭片 106 上，使形成於鰭片 106 朝內側上之磊晶材料 120 的總量較形成於鰭片 106 朝

外側上之磊晶材料 120 的總量大。更明確地，形成在鰭片 106 之間的區域 122 中之磊晶材料 120 的部分 120A，相較於形成在區域 124 中由鰭片 106 朝外之部分 120B(整體地考慮)，呈較大總量或量。如所描繪者，磊晶材料 120 在區域 122 中有效地彼此合併。

【0026】 熟知此項技藝之人士將在完成閱讀本申請案後理解到，磊晶材料 120 在裝置 100 的源極/汲極區中之非對稱形成，相較於內含此類磊晶半導體材料在鰭式場效電晶體裝置的源極/汲極區中之近似對稱形成的傳統先前技藝，基於數個理由而有利。例如，藉由鰭片 106 朝內形成更多磊晶材料 120，裝置 100 之總置晶面積(footprint)可較該磊晶材料係以對稱樣式形成時之裝置的置晶面積減小，如此將導致增加封裝密度。第 7 圖概略描繪二個說明性鰭式場效電晶體裝置 130(其為裝置 100 之對立型)形成於基板 102 上，與裝置 100 相鄰。相較於裝置 100 上之磊晶材料係以對稱樣式形成之情況，使用本文揭露之非對稱磊晶形成技術，形成於裝置 100 與裝置 130 之間區域 124 中的磊晶材料較少。結果，使用本文揭露之非對稱磊晶形成技術，裝置 100 之磊晶材料有較少機會與相鄰對立型裝置 130 上之磊晶材料(未顯示)非期望地拼接或短接。此類裝置之間的此一非期望拼接或短接很可能導致該二裝置之徹底裝置故障。熟知此項技藝者在完成閱讀本申請案後，將可明白其他優點。

【0027】 第 8 圖描繪裝置的具體實施例，其包括四

個說明性鰭片 106(為便於查閱而編號碼 1 到 4)。本具體實施例中，藉實施本文揭露之方法，鰭片 2 及 3 具有在每一鰭片 106 之鄰接二側壁形成的相對較短間隔件 108B，而外鰭片-鰭片 1 及 4-具有在鰭片之朝外側壁 106X 上形成的相對較高間隔件 108A、及在鰭片之朝內側壁 106Y 上形成之相對較短間隔件 108B。如描繪者，磊晶材料 120 之形成本質上仍為非對稱，即磊晶材料 120 並非在第 8 圖中所示說明性裝置之四個鰭片 106 的每一個的每一側上均勻地形成。反而，整體地考慮，磊晶材料 120 在至少鰭片 1 及 4 上非對稱地形成，其中，相較於形成在區域 124 中由鰭片 1 及 4 朝外之磊晶材料部分 120B(整體地考慮)，較大總量磊晶材料 120 在區域 122 中之鰭片 1 及 4 上形成。如描繪者，磊晶材料 120 在區域 122 中有效地彼此合併。

**【0028】** 是以，熟知此項技藝之人士將在完成閱讀本申請案後理解到，當考慮單一鰭片 106 時，本文揭露之方法藉由形成第一相對較高間隔件 108A 於鰭片 106 之第一側壁 106X 上、及形成第二相對較短側壁間隔件 108B 於與第一側壁 106X 對立之鰭片 106 第二側壁 106Y 上，而能夠非對稱形成磊晶半導體材料 120 於鰭片 106 上。因此，相較於鄰接鰭片 106 的側壁 106X 所形成之磊晶半導體材料 120B 的總量，較大量之磊晶半導體材料 120A 係形成鄰接該鰭片第二側壁 106Y。

**【0029】** 當考慮包括複數個 106 之鰭式場效電晶體裝置時，複數個鰭片 106 之每一個最外邊鰭片皆具有在鰭

片 106 之第一面朝外側壁 106X 上的第一相對較高間隔件 108A 及在鰭片 106 之第二面朝內側壁 106Y 上的一第二相對較短側壁間隔件 108B，其中，第二面朝內側壁 106Y 係與第一面朝外側壁 106X 對立地定位。因此，相較於鄰接該複數個鰭片 106 之每一個最外邊鰭片 106 的第一面朝外側壁 106X 形成之磊晶半導體材料 120B 的總量，較大量之磊晶半導體材料 120A 係形成鄰接該鰭片之第二面朝內側壁 106Y。

【0030】 第 9 圖係複製第 8 圖且增加額外資訊以解說本文揭露之各式發明的各式構想。如第 9 圖中所示者，鰭片 106 形成有給定鰭片節距 132。鰭片節距 132 之量值可根據特定應用而變更。第 9 圖描繪橫向距離(沿裝置 100 之閘極寬度方向)，其與定心於第 1 號鰭片軸向中心線 106L 上之鰭片節距 132 相當。各從中心線 106L 延伸之距離 132X 與 132Y 係與鰭片節距 132 之一半相當。熟知此項技藝之人士將理解到，一體積量(volumn)的磊晶材料 120 將沿著裝置 100 之源極/汲極區中沿鰭片 106 之軸向長度形成。該體積量將近乎藉磊晶材料 120 之截面積及磊晶材料 120 延伸入與出第 9 圖中圖式平面之深度來界定。使用本文揭露之方法，考慮與定心於鰭片 1 的軸向中心線 106L 上之鰭片節距 132 相當的橫向尺寸所部分地界定之體積內形成的磊晶材料 120，從該鰭片中心線 106L 朝第一側壁 106X(即，至中心線 106L 左側)延伸之磊晶半導體材料 120 的第一量，較從該鰭片軸向中心線 106L 朝第二側壁 106Y(即，至中心

線 106L 右側)延伸之磊晶半導體材料 120 的第二量少。此磊晶半導體材料之非對稱形成對其他最外邊鰭片-鰭片 4 呈相同。形成於內部分鰭片 2 與 3 上之磊晶材料 120 的總量係關於此等鰭片之中心線呈近似對稱。

【0031】 第 10 圖至第 12 圖描繪出上述程序流程之另一選擇。基本上，相對於以上揭露之第一具體實施例，在相對較高側壁間隔件 108A 及相對較短側壁間隔件 108B 形成後，實施蝕刻製程來移除鰭片 106 垂直高度之一部分，即空腔形成於鰭片 106 中。因此，第 10 圖描繪出與第 6 圖中所示者對應之處理階段、即相對較高側壁間隔件 108A 及相對較短側壁間隔件 108B 形成後之裝置。

【0032】 第 11 圖描繪出，已實施蝕刻製程以移除鰭片 106 之一部分，及藉此在閘極結構(未顯示)之對立側上(即該裝置之源極/汲極區中沿鰭片 106 之軸向長度(入與出第 11 圖中圖式平面))界定鰭片空腔 140 後的裝置。如所描繪者，在該空腔蝕刻製程終結時，鰭片 106 具有凹陷的上方表面 106Z。此類鰭片凹陷之總量(即，鰭片空腔之深度)可根據特定應用而變更。在本文描繪之範例中，鰭片 106 凹陷，使得上方表面 106Z(其亦為鰭片空腔 140 之底面)定位於相對較短側壁間隔件 108B 之上方表面的下方。

【0033】 第 12 圖描繪出，已藉實施磊晶成長製程而在鰭片 106 中之鰭片空腔 140 中形成上述磊晶半導體材料 120 後的裝置 100。如先前者，磊晶材料 120 在鰭片 106 上非對稱地形成，其中，相較於形成在鰭片 106 朝外側上

之磊晶材料 120B 的總量，較大總量磊晶材料 120A 在鰭片 106 之朝內側上形成。如以上之情況，在本範例中，相較於形成在區域 124 中由鰭片 106 朝外之部分 120B(整體地考慮)，形成在鰭片 106 之間、區域 122 中之磊晶材料 120 的部分 120A 呈較大總量、或較大量。如所描繪者，磊晶材料 120 在區域 122 中有效地彼此合併。本具體實施例中，相對較高側壁間隔件 108A 傾向阻擋試圖遠離鰭片 106 的外側壁 106X 朝外成長之磊晶材料 120 形成，而相對較短之側壁間隔件 108B 傾向容許磊晶材料 120 由鰭片 106 的內側壁 106Y 朝內作更多成長。以上關於第 7 圖至第 9 圖所作之討論亦同樣地應用至本說明性具體實施例。

**【0034】** 由於本發明可依熟知此項技藝之人士所明白的不同、但等效方式加以修飾且實行而具有本文教示之利益，因此以上揭露之特定具體實施例僅作說明之用。例如，可依不同次序實施以上提出之製程步驟。此外，不意欲對本文顯示之結構或設計細節作限制，除以下申請專利範圍所述者以外。因此，以上揭露之特定具體實施例顯然可修改或修飾，且所有此類變更皆被視為在本發明之範疇及精神內。請注意到，本說明書及隨附申請專利範圍中使用譬如「第一」、「第二」、「第三」、或「第四」等術語來描述多種製程或結構，僅用作為此類步驟/結構之速記參考，且並非必然意味著此類步驟/結構依排定之順序實施/形成。當然，根據嚴格的申請專利範圍表達方式，可以、或可不需要此類製程之排定順序。因此，本文尋求之保護係

在以下申請專利範圍中提出。

**【符號說明】**

**【0035】**

1、2、3、4	鰭片
10	先前技藝鰭式場效電晶體半導體裝置
12	基板
13、105	鰭片形成溝槽
14、106	鰭片
16	閘極結構
17	絕緣材料
18	側壁間隔件
20	閘極蓋層
100	鰭式場效電晶體裝置
102	半導體基板
104	圖案化鰭片形成蝕刻遮罩
104A	二氧化矽層
104B	氮化矽層
106L	軸向中心線
106X	朝外側壁
106Y	內或面對側壁
106Z、107R	凹陷上方表面
107	絕緣材料層
108	間隔件材料適形層
108A	相對較高側壁間隔件

108B	相對較短側壁間隔件
110	適形保護層
110X	剩餘部分
112	橫向間隔
114、122、124	區域
116	異向性蝕刻製程
120	磊晶半導體材料
120A、120B	磊晶半導體材料部分
130	鰭式場效電晶體裝置
132	鰭片節距
132X、132Y	距離
140	鰭片空腔
H	高度
W	寬度
L	軸向長度

I688097

# 發明摘要

## 【發明名稱】(中文/英文)

鰭式場效電晶體裝置之源極/汲極區中的磊晶半導體材料非對稱形成

ASYMMETRIC FORMATION OF EPI SEMICONDUCTOR MATERIAL IN SOURCE/DRAIN REGIONS OF FINFET DEVICES

## 【中文】

本文揭露一種說明性方法尤其包含，形成具有第一及第二對立側壁之第一鰭片，以及形成鄰接該第一側壁定位之第一側壁間隔件及鄰接該第二側壁定位之第二側壁間隔件，其中，該第一側壁間隔件具有高於該第二側壁間隔件者之高度。本範例中，該方法復包含形成磊晶半導體材料於該鰭片上及該等第一及第二側壁間隔件上方。

**【英文】**

One illustrative method disclosed herein includes, among other things, forming a first fin having first and second opposing sidewalls and forming a first sidewall spacer positioned adjacent the first sidewall and a second sidewall spacer positioned adjacent the second sidewall, wherein the first sidewall spacer has a greater height than the second sidewall spacer. In this example, the method further includes forming epitaxial semiconductor material on the fin and above the first and second sidewall spacers.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 7 ）圖。

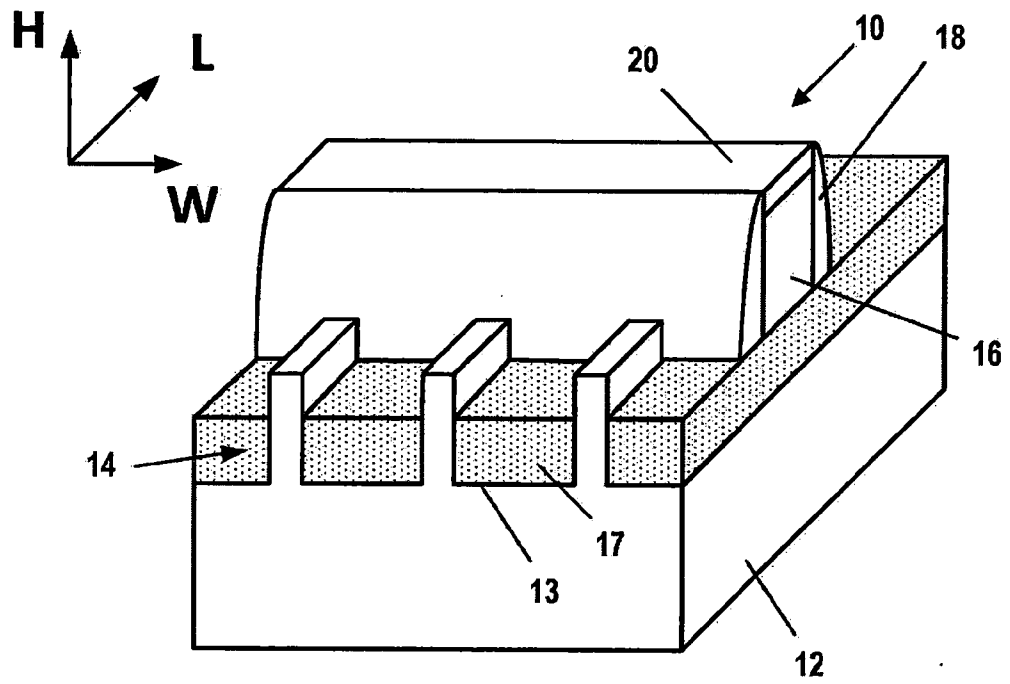
**【本代表圖之符號簡單說明】**：

102	半導體基板
106	鱗片
106X	朝外側壁
106Y	內或面對側壁
107	絕緣材料層
108A	相對較高側壁間隔件
108B	相對較短側壁間隔件
120	磊晶半導體材料
120A、120B	磊晶半導體材料部分
122、124	區域
130	鱗式場效電晶體裝置

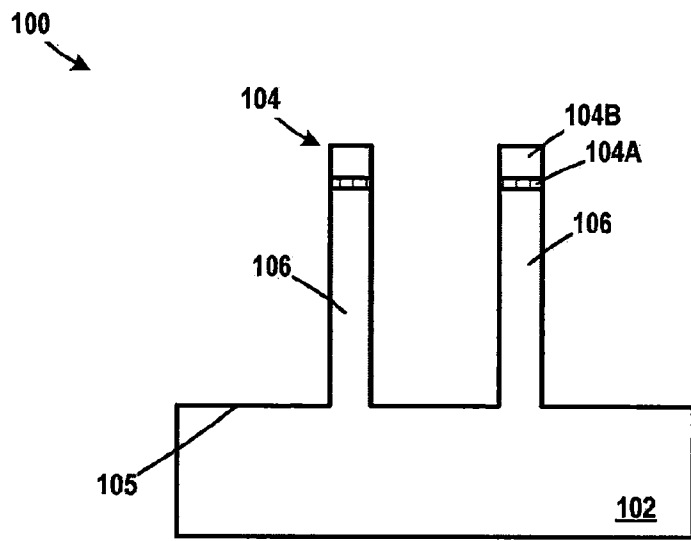
**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

本案無化學式。

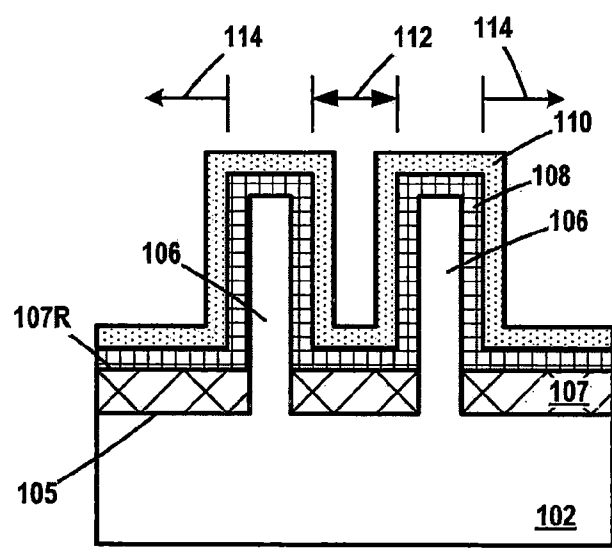
【發明圖式】



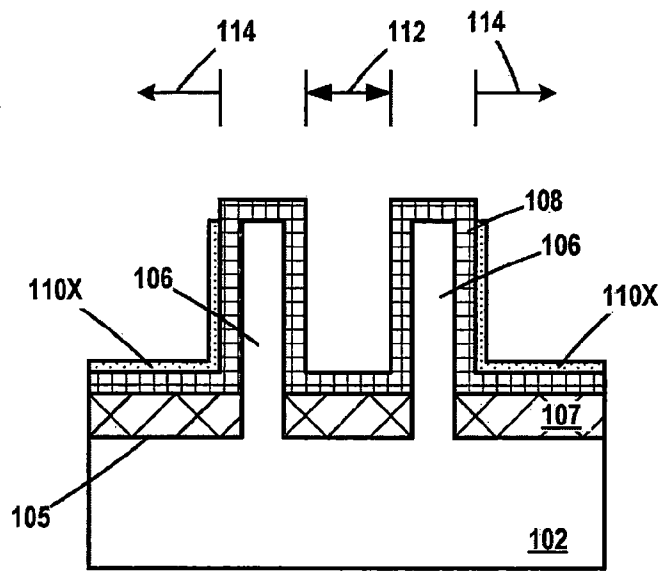
【第1圖】



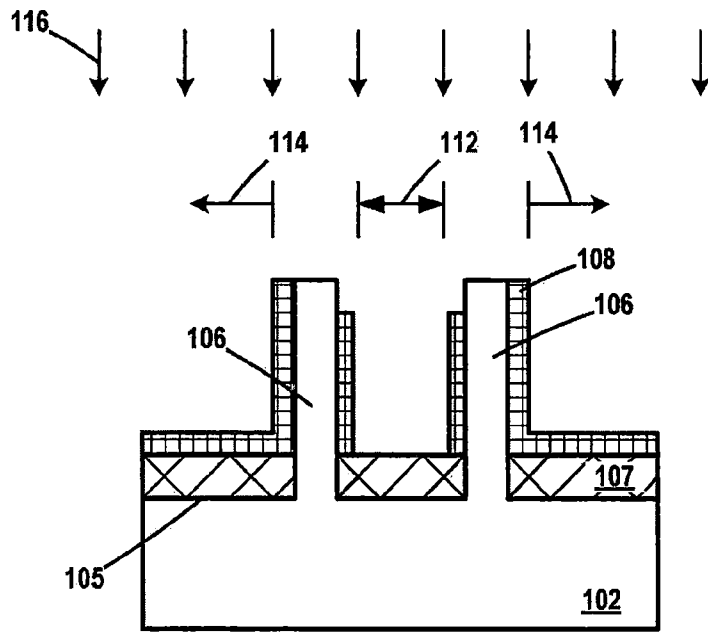
【第2圖】



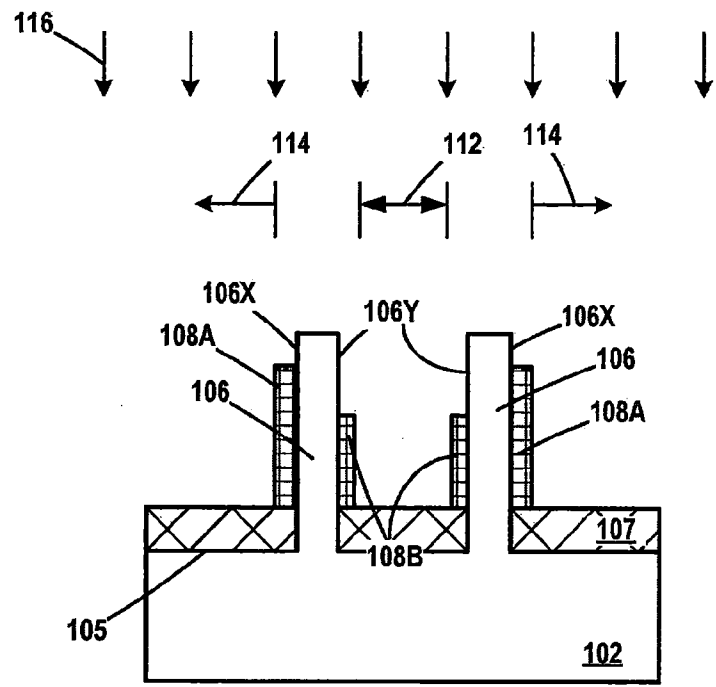
【第3圖】



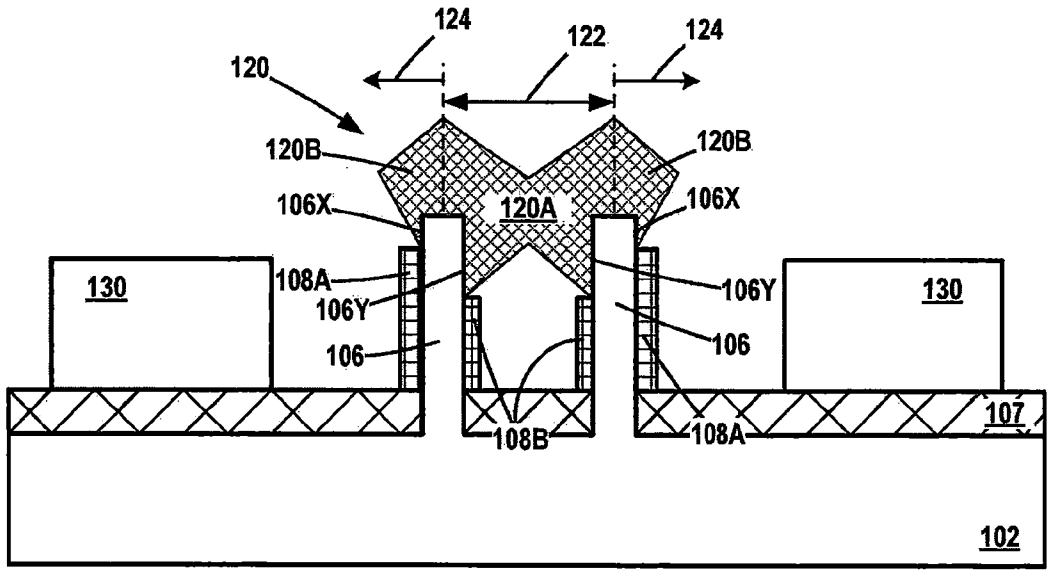
【第4圖】



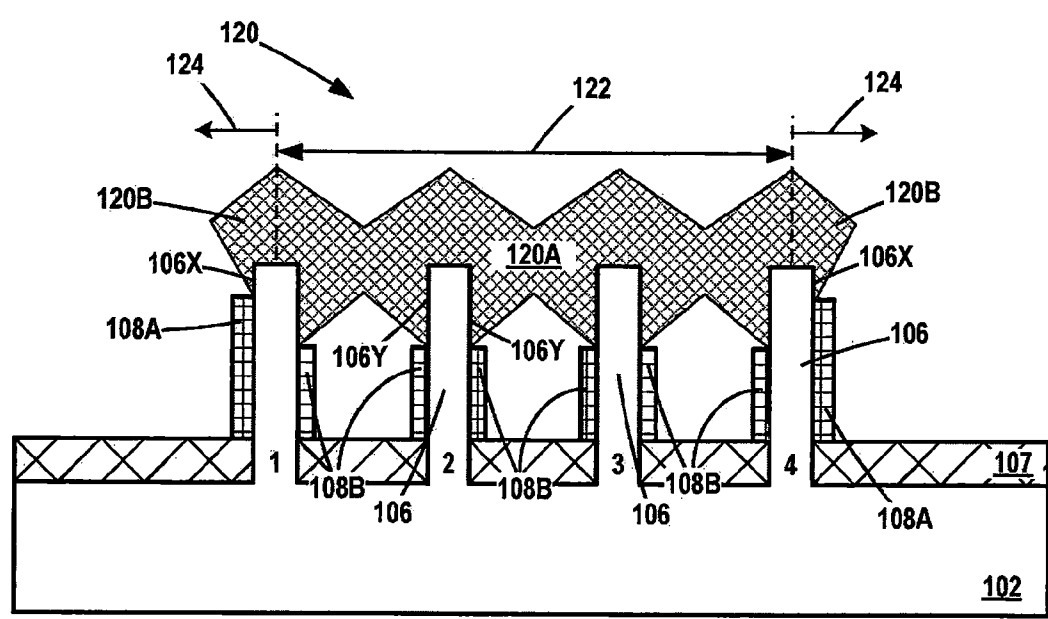
【第5圖】



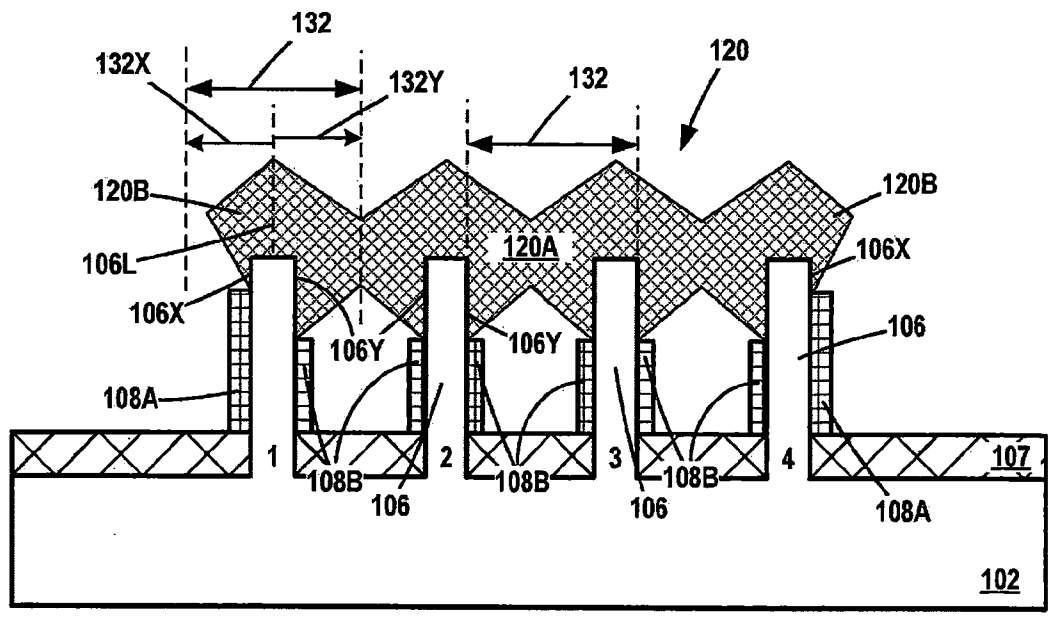
【第6圖】



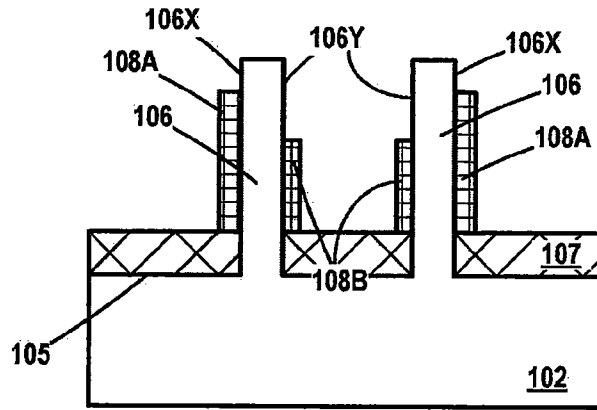
【第7圖】



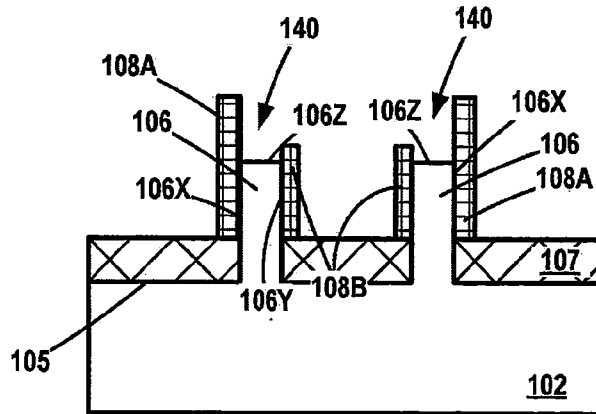
【第8圖】



【第9圖】



【第10圖】



【第11圖】



## 申請專利範圍

1. 一種製造鰭式場效電晶體裝置之方法，其包括：

形成鰭片，用於鰭式場效電晶體裝置，該鰭片包括第一及第二對立側壁；

形成鄰接該第一側壁之第一側壁間隔件及鄰接該第二側壁之第二側壁間隔件，該第一側壁間隔件具有第一高度，該第二側壁間隔件具有小於該第一高度之第二高度；以及

形成磊晶半導體材料於該鰭片上及該等第一及第二側壁間隔件上方，

其中，形成鄰接該第一側壁之該第一側壁間隔件以及鄰接該第二側壁之該第二側壁間隔件包括：

形成間隔件材料適形層於該鰭片上且鄰接該等第一及第二側壁；

形成適形保護層於該間隔件材料適形層上；

實施第一蝕刻製程，以從鄰接該第二側壁定位之該間隔件材料適形層的第一部分上方移除該適形保護層之一部分，但在鄰接該第一側壁定位之該間隔件材料適形層的第二部分上方留下該適形保護層之剩餘第二部分；以及

實施間隔件蝕刻製程，以移除該間隔件材料適形層之部分及該適形保護層之該剩餘第二部分，以藉此導致該第一側壁間隔件及該第二側壁間隔件之形成。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該鰭片依鰭片節距形成，以及其中，在與定心於該鰭片的軸向中心線上之該鰭片節距對應的距離所部分地界定之體積內，從該軸向中心線朝該第一側壁延伸之該磊晶半導體材料的第一量，較從該軸向中心線朝該第二側壁延伸之該磊晶半導體材料的第二量少。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該間隔件材料適形層包括 SiCN，而該適形保護層包括二氧化矽。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該第一側壁之一部分曝露於該第一側壁間隔件上方，該第二側壁之一部分曝露於該第二側壁間隔件上方，以及其中，形成該磊晶半導體材料包括形成該磊晶半導體材料於該第一側壁間隔件上方之該第一側壁的至少該曝露部分上及該第二側壁間隔件上方之該第二側壁的至少該曝露部分上。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，在形成該磊晶半導體材料之前，該方法包括在該鰭片上實施掘入蝕刻製程以移除該鰭片之垂直部分且在該鰭片中形成鰭片空腔，以及其中，形成該磊晶半導體材料包括在至少該鰭片空腔中形成該磊晶半導體材料。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中，該鰭片空腔之底面係定位於該第二側壁間隔件之上方表面的水平高度下方的水平高度處。
7. 一種製造鰭式場效電晶體裝置之方法，該方法包括：

形成複數個鰭片，用於鰭式場效電晶體裝置，每一個該複數個鰭片包括第一及第二對立側壁，該複數個鰭片包括第一及第二最外邊鰭片；

針對至少每一個該等第一及第二最外邊鰭片，形成鄰接該第一側壁之第一側壁間隔件及鄰接該第二側壁之第二側壁間隔件，該第一側壁間隔件具有第一高度，該第二側壁間隔件具有小於該第一高度之第二高度；以及

形成磊晶半導體材料於至少每一個該等第一及第二最外邊鰭片上、及至少每一個該等第一及第二最外邊鰭片上之該等第一及第二側壁間隔件上方，

其中，形成鄰接該第一側壁之該第一側壁間隔件及鄰接該第二側壁之該第二側壁間隔件包括：

形成間隔件材料適形層於該複數個鰭片上且鄰接每一個該複數個鰭片之該等第一及第二側壁；

形成適形保護層於該間隔件材料適形層上；

針對每一個該等第一及第二最外邊鰭片，實施第一蝕刻製程，以從鄰接該第二側壁定位之該間隔件材料適形層的第一部分上方移除該適形保護層之一部分，但在鄰接該第一側壁定位之該間隔件材料適形層的第二部分上方留下該適形保護層之剩餘第二部分；以及

實施間隔件蝕刻製程，以移除該間隔件材料

適形層之部分及該適形保護層之該剩餘第二部  
分，以藉此導致鄰接每一個該等第一及第二最外  
邊鰭片定位之該第一側壁間隔件及該第二側壁間  
隔件的形成。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中，該複數個鰭片係由二個鰭片組成。
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中，該複數個鰭片包括至少二個鰭片。
10. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中，該複數個鰭片依鰭片節距形成，以及其中，在與定心於每一個該等第一及第二最外邊鰭片的軸向中心線上之該鰭片節距對應的距離所部分地界定之體積內，針對每一個該等第一及第二最外邊鰭片，從該軸向中心線朝該第一側壁延伸之該磊晶半導體材料的第一量，較從該軸向中心線朝該第二側壁延伸之該磊晶半導體材料的第二量少。
11. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中，針對每一個該複數個鰭片，該第一側壁之一部分曝露於該第一側壁間隔件上方，而該第二側壁之一部分曝露於該第二側壁間隔件上方，以及其中，形成該磊晶半導體材料包括針對至少每一個該等第一及第二最外邊鰭片，形成該磊晶半導體材料於該第一側壁間隔件上方之該第一側壁的至少該曝露部分上、以及於該第二側壁間隔件上方之該第二側壁的該曝露部分上。

12. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中，在形成該磊晶半導體材料之前，該方法包括，在每一個該複數個鰭片上實施掘入蝕刻製程，以移除每一個該複數個鰭片之垂直部分且在每一個該複數個鰭片中形成鰭片空腔，以及其中，形成該磊晶半導體材料包括在每一個該複數個鰭片中之至少該鰭片空腔中形成該磊晶半導體材料。
13. 一種鰭式場效電晶體裝置，其包括：
- 第一鰭片，該第一鰭片包括第一及第二對立側壁；
  - 第一側壁間隔件及第二側壁間隔件，該第一側壁間隔件鄰接該第一側壁定位，該第二側壁間隔件鄰接該第二側壁定位，該第一側壁間隔件具有第一高度，該第一側壁之一部分曝露於該第一側壁間隔件上方，該第二側壁間隔件具有小於該第一高度之第二高度，該第二側壁之一部分曝露於該第二側壁間隔件上方；
  - 磊晶半導體材料，位於該鰭片上及該等第一及第二側壁間隔件上方；以及
  - 至少一第二鰭片，該至少一第二鰭片包括第一及第二對立側壁，其中，該第一鰭片及該至少一第二鰭片為包括該第一鰭片及該至少一第二鰭片之鰭片群的最外邊鰭片。
14. 如申請專利範圍第 13 項所述之鰭式場效電晶體裝置，其中，該第一鰭片依鰭片節距形成，以及其中，在與定心於該第一鰭片的軸向中心線上之該鰭片節距相當的

距離所部分地界定之體積內，從該軸向中心線朝該第一側壁延伸之該磊晶半導體材料的第一量，較從該軸向中心線朝該第二側壁延伸之該磊晶半導體材料的第二量少。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之鰭式場效電晶體裝置，其中，該第二高度大約為該第一高度之 50 到 75%。
16. 如申請專利範圍第 13 項所述之鰭式場效電晶體裝置，其中，該磊晶半導體材料定位於該第一側壁間隔件上方之該第一側壁的一部分上、以及於該第二側壁間隔件上方之該第二側壁的一部分上。
17. 如申請專利範圍第 13 項所述之鰭式場效電晶體裝置，其復包括：

該至少一第二鰭片之第一側壁間隔件及第二側壁間隔件，該第一側壁間隔件鄰接該第一側壁定位，該第二側壁間隔件鄰接該第二側壁定位，該第一側壁間隔件具有第一高度，該第二側壁間隔件具有小於該第一高度之第二高度；以及

磊晶半導體材料，定位於該第一鰭片上及該第一鰭片之該等第一及第二側壁間隔件上方及該至少一第二鰭片上及該至少一第二鰭片之該等第一及第二側壁間隔件上方。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之鰭式場效電晶體裝置，其中，該第一鰭片及該至少一第二鰭片依鰭片節距形成，以及其中，在與定心於每一個該等第一及第二最外

邊鰭片的軸向中心線上之該鰭片節距相當的距離所部分地界定之體積內，針對每一個該第一鰭片及該至少一第二鰭片，從該軸向中心線朝該第一側壁延伸之該磊晶半導體材料的第一量，較從該軸向中心線朝該第二側壁延伸之該磊晶半導體材料的第二量少。