



(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 I463540 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：100148777

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L21/205 (2006.01) H01L29/73 (2006.01)

(71)申請人：坤鉅科技股份有限公司 (中華民國) EPITRON TECHNOLOGY INC. (TW)

苗栗縣竹南鎮新竹科學工業園區科研路 50 之 9 號 5 樓

(72)發明人：吳昌翰 WU, CHANG HAN (TW)；黃慶烽 HUANG, CHING FENG (TW)；楊景棠 YANG, CHING TANG (TW)

(74)代理人：林育雅

(56)參考文獻：

TW	200306675A	TW	200744207A
TW	200949952A	TW	201034081A
TW	201034184A	TW	201123307A
US	2011/0215275A1A1		

審查人員：簡信裕

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：6 共 24 頁

(54)名稱

製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程

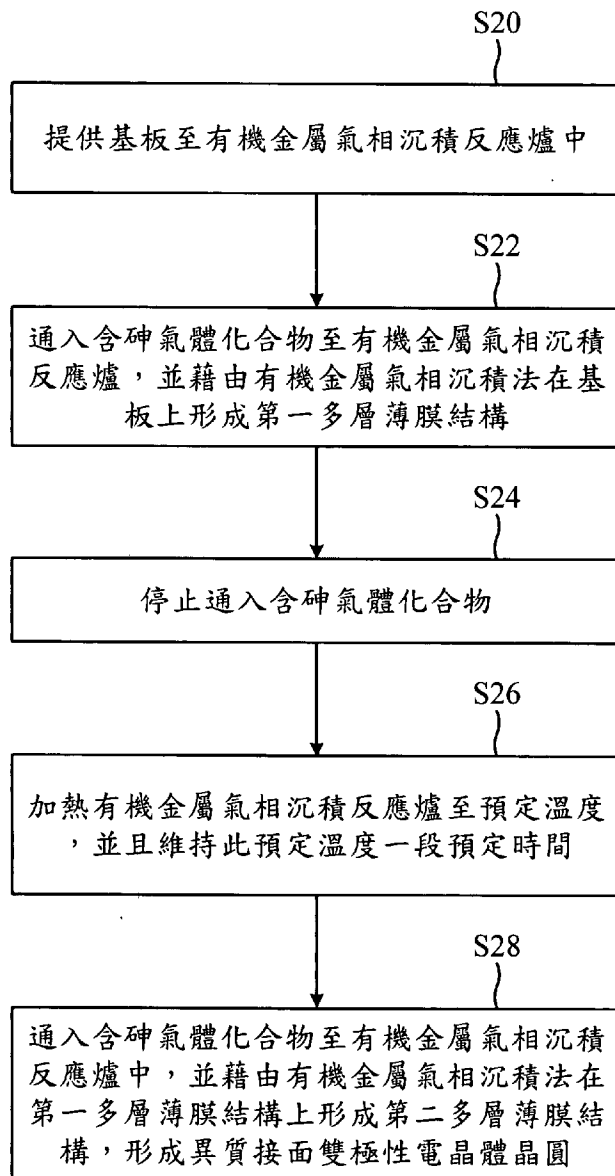
METHOD FOR FABRICATING HETEROJUNCTION BIPOLAR TRANSISTOR

(57)摘要

本發明揭露一種用來製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程，其包含下列步驟：於提供含砷氣體化合物之狀態下，以有機金屬氣相沉積法形成包含基極層及發射極層之第一多層薄膜結構於基板上；接著，停止提供含砷氣體化合物，並對已成長第一多層薄膜結構之基板進行熱處理達一預定時間；最後，再通入含砷氣體化合物，並有機金屬氣相沉積法形成第二多層薄膜結構於第一多層薄膜結構之上而形成異質接面雙極性電晶體晶圓。藉由本發明之熱處理程序，可改善異質接面雙極性電晶體晶圓之暫態效應，以提升異質接面雙極性電晶體電流增益的穩定度。

A method for fabricating a heterojunction bipolar transistor includes the following steps: forming a first multilayer structure on a substrate by MOCVD in the condition providing arsenical vapor compound; stopping providing the arsenical vapor compound and executing a heat treatment to the substrate with the first multilayer structure for a duration; and, providing the arsenical vapor compound again, and forming a first multilayer structure on the second multilayer structure by MOCVD in the condition providing the arsenical vapor compound to fabricate the heterojunction bipolar transistor. Accordingly, the transient effect can be decreased to increase the stability of current gain in the heterojunction bipolar transistor.

S20~S28 . . . 流程
步驟



圖三

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：(00148717)

※申請日：100.12.17

※IPC 分類：

H01L 21/205

2006.01

2006.01

H01L 29/113

一、發明名稱：(中文/英文)

製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程/METHOD
FOR FABRICATING HETEROJUNCTION BIPOLAR
TRANSISTOR

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種用來製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程，其包含下列步驟：於提供含砷氣體化合物之狀態下，以有機金屬氣相沉積法形成包含基極層及發射極層之第一多層薄膜結構於基板上；接著，停止提供含砷氣體化合物，並對已成長第一多層薄膜結構之基板進行熱處理達一預定時間；最後，再通入含砷氣體化合物，並有機金屬氣相沉積法形成第二多層薄膜結構於第一多層薄膜結構之上而形成異質接面雙極性電晶體晶圓。藉由本發明之熱處理程序，可改善異質接面雙極性電晶體晶圓之暫態效應，以提升異質接面雙極性電晶體電流增益的穩定度。

三、英文發明摘要：

A method for fabricating a heterojunction bipolar transistor includes the following steps: forming a first multilayer structure on a substrate by MOCVD in the condition providing arsenical vapor compound; stopping providing the arsenical vapor

compound and executing a heat treatment to the substrate with the first multilayer structure for a duration; and, providing the arsenical vapor compound again, and forming a first multilayer structure on the second multilayer structure by MOCVD in the condition providing the arsenical vapor compound to fabricate the heterojunction bipolar transistor. Accordingly, the transient effect can be decreased to increase the stability of current gain in the heterojunction bipolar transistor.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 三 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

S20~S28：流程步驟

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】

本發明係關於一種製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程，並且特別地，關於一種可改善半導體中雜質有效摻雜量並提供較佳電流增益穩定度的異質接面雙極性電晶體晶圓及其製造方法。

【先前技術】

隨著科技的快速發展，人和人之間的通訊、資料的傳輸等等，已經由原本的有線傳輸進步到無線通訊，而無線通訊系統(wireless communication system)則是目前通訊科技中蓬勃發展的領域。以砷化鎵為材料之異質接面雙極性電晶體(Heterojunction Bipolar Transistor, HBT)由於具有高功率、高線性度、高崩潰電壓、低功率損耗等優點正好符合功率放大器的需求，廣泛地應用於智慧型手機及平板電腦的無線通訊裝置上。

為提高異質接面雙極性電晶體於操作時發射極的載子注入效率，因此於發射極層的材料通常選擇能隙大於基極層之半導體物質，使發射極與基極接合為異質接面之雙極性電晶體。常用的高能隙發射極材料有 InGaP 與 AlGaAs 兩種半導體材料，InGaP 因具有高選擇蝕刻性、較佳的元件可靠度及較高的價帶位能障的優點因此近來異質接面雙極性電晶體之發射極層的材料選擇均以 InGaP 材料為主。

請參閱圖一，圖一係先前技術中砷化鎵之異質接面雙

極性電晶體晶圓 100 的結構示意圖。如圖一所示，異質接面雙極性電晶體晶圓 100 中，可利用有機金屬氣相沉積法 (MOCVD)，於半絕緣性之 GaAs 基板 101 上依序往上成長 i-GaAs 之緩衝層 102、 n^+ -GaAs 之次集極層 103、 n^- -GaAs 之集極層 104、 p^+ -GaAs 之基極層 105、 n^- -InGaP 之發射極層 106、 n^+ -GaAs 之發射極覆蓋層 107、以及 n^+ -InGaAs 之發射極接觸層 108，以上半導體薄膜層構成異質接面雙極性電晶體之磊晶層。

以上述磊晶薄膜層形成之異質接面雙極性電晶體晶圓 100，其電流增益 β 根據文獻(“IEEE. Proc, Vol. 45, pp.1535”)可以式 $\beta = I_c/I_b = (I_n - I_r)/(I_p + I_s + I_r)$ 代表之。其中， I_n 係由發射極往基極層之電子注入電流， I_p 係由基極層往發射極之電洞注入電流， I_s 為發射極/基極層界面間之再復合電流， I_r 為基極層內之再復合電流。

由上列方程式顯示，基極層 105 內之再復合電流 I_r 的大小影響電流增益 β 甚劇，而基極層 105 內之再復合電流 I_r 的大小與基極層材料之結晶性極為相關，故基極層 105 材料之結晶性不良會造成基極層 105 內之再復合電流 I_r 增加，使得電晶體的電流增益 β 下降。因此，為了取得良好電晶體特性，必須改善基極層 105 材料之結晶性。

當使用有機金屬氣相沉積法成長 p 型的砷化鎵基極層 105 時，根據已發表的文獻(IEEE Electron Device Letters, Vol. 17, No .9, pp.446-448, 1996.)可知在進行磊晶的過程中，必須通入含有氫原子的反應氣體，並且須以氫氣作為載氣(carrier-gas)，這些的製程步驟無可避免地造成了摻雜

於基極層 105 中之碳受體(carbon acceptor)被氫所覆蓋而形成碳氫鍵(C-H complex)，使得等效的基極層 105 濃度降低。同時，氫扮演了復合中心(recombination center)的角色而影響了基極層電流的組成。氫所覆蓋的程度是碳於基極層 105 中摻雜濃度的一定比例，一般多在 30%~10%不等。這個情況導致異質接面雙極性電晶體元件在首次量測時，起始的電流增益較穩定後之電流增益為低，進而造成元件操作時穩定度的問題。

由於高頻微波電路對於電流增益的變異程度要求十分嚴格，其變異程度，亦即，電流增益初始值與穩定值之差值除以電流增益之穩定值，至少必須低於 5%。請參閱圖二，圖二係繪示先前技術中之異質接面雙極性電晶體裝置的電流增益示意圖。如圖二所示，首次量測時，電晶體裝置的起始電流增益偏低，如同電流增益曲線 L1 所示。當電子持續由射極往集極注入，原本在基極層材料的碳氫鍵因電子注入打斷了碳氫鍵，電子並與氫離子複合形成氫氣逸散置於空氣，電晶體裝置之電流增益始於穩定，因此，後續所有量測出之電流增益均如同電流增益曲線 L2 所示。電流增益曲線 L1 與電流增益曲線 L2 的變異程度經計算大約為 69.4%，此數值遠大於高頻微波電路對於電流增益 5%的變異程度要求。

因此，上述起始電流增益的暫態效應(transient effect)將會對異質接面雙極性電晶體元件在電路中的穩定度產生不利影響，更甚者，可能造成電路失效。

【發明內容】

本發明之範疇在於提供一種以有機金屬化學氣相沉積法製造異質接面雙極性電晶體磊晶圓之方法，可改善異質接面雙極性電晶體中的暫態效應，減少在基極層中的氫離子濃度，進而解決先前技術之問題。

根據一具體實施例，本發明之製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程包含下列步驟：首先，提供基板於金屬有機反應爐中；接著，於通入含砷氣體化合物至有機金屬氣相沉積反應爐之狀況下，藉由有機金屬氣相沉積法形成第一多層薄膜結構於基板之上；之後，停止通入含砷氣體化合物，並且在此狀況下加熱有機金屬氣相沉積反應爐至預定溫度，並維持此預定溫度一段預定時間；最後，再通入含砷氣體化合物，並在此狀況下藉由有機金屬氣相沉積法形成第二多層薄膜結構於第一薄膜結構之上，以形成異質接面雙極性電晶體晶圓。

於本具體實施例中，第一多層薄膜結構包含緩衝層、次集極層、集極層、基極層以及位於基極層上之發射極層，第二多層薄膜結構則包含了發射極覆蓋層以及發射極接觸層。另外，根據另一具體實施例，第一多層薄膜結構也可包含緩衝層、次集極層、集極層、基極層、發射極層以及發射極覆蓋層，第二多層薄膜結構則包含了發射極接觸層。藉由停止通入含砷氣體化合物並對基板及其上之磊晶結構進行熱處理，可改善異質接面雙極性電晶體中的暫態效應，減少在基極層中的氫離子濃度，進一步使異質接面雙極性電晶體性晶圓的起始電流增益穩定，而可解決先前技術之問題。

關於本發明之優點與精神可以藉由以下的發明詳述及所附圖式得到進一步的瞭解。

【實施方式】

請一併參閱圖三以及圖四，圖三係繪示根據本發明之一具體實施例之製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程的步驟流程圖，圖四係繪示根據圖三之磊晶製程所製造出之異質接面雙極性電晶體晶圓 3 的結構示意圖。

如圖三所示，本具體實施例之製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程包含下列步驟：於步驟 S20，提供基板 30 至有機金屬氣相沉積反應爐中；於步驟 S22，通入含砷氣體化合物至有機金屬氣相沉積反應爐，並藉由有機金屬氣相沉積法在基板 30 上形成第一多層薄膜結構 32；接著，於步驟 S24，停止通入含砷氣體化合物；於步驟 S26，加熱有機金屬氣相沉積反應爐至預定溫度，並且維持此預定溫度一段預定時間；最後，於步驟 S28，再通入含砷氣體化合物至有機金屬氣相沉積反應爐中，並藉由有機金屬氣相沉積法在第一多層薄膜結構 32 上形成第二多層薄膜結構 34，進而形成異質接面雙極性電晶體晶圓 3。

步驟 S20 中，基板 30 可為半絕緣砷化鎵(SI-GaAs)基板，此外，基板 30 所置入之有機金屬氣相沉積反應爐可用來作為有機金屬氣相沉積製程之反應腔體。於實務中，有機金屬氣相沉積法之製程主要是利用載氣通過有機金屬氣相沉積反應爐，而將反應源的飽和蒸氣帶到反應爐中以在基板上成長薄膜。一般而言，用來製造異質接面雙極性電

晶體晶圓之有機金屬氣相沉積製程常使用之載氣為氫氣，故所製作出之元件會發生如同先前技術所述之問題。

在步驟 S22 中，所通入之含砷氣體化合物用來做為成長第一多層薄膜結構 32 之反應源，實務中，含砷氣體化合物可包含砷化氫氣體(AsH_3)或 Tertiarybutylarsine(TBA)，然而，其種類根據實際製程的條件以及所生長的薄膜層種類，可採用不同的含砷氣體化合物作為反應源，並不僅限於上述兩種含砷氣體化合物。

上述第一多層薄膜結構 32 以有機金屬氣相沉積法自基板 30 向上所磊晶出之薄膜層，依序包含緩衝層(buffer layer)320、次集極層(subcollector layer)322、集極層(collector layer)324、基極層(base layer)326 以及發射極層(emitter layer)328。在步驟 S22 中，形成第一多層薄膜結構 32 各層之步驟，可先於基板 30 上磊晶成長由 i-GaAs 構成之緩衝層 320，再於緩衝層 320 上磊晶成長由 n^+ -GaAs 構成之次集極層 322，再於次集極層 322 上磊晶成長由 n^- -GaAs 構成之集極層 324，再於集極層 324 上磊晶成長由 p^+ -GaAs 構成之基極層 326，再於基極層 326 上磊晶成長由 n^- -InGaP 層作為發射極層 328。

當步驟 S22 成長完第一多層薄膜結構 32 於基板 30 之後，接著，於步驟 S24 中停止通入含砷氣體化合物，並於步驟 S26 中加熱有機金屬氣相沉積反應爐於一預定溫度，且維持此預定溫度一段預定時間，以對基板 30 及其上之第一多層薄膜結構 32 進行熱處理。步驟 S24 中停止通入含砷氣體化合物之方式，可藉由關閉含砷氣體化合物通入有機

金屬氣相沉積反應爐之管路閥件之方式來進行。此外，步驟 S26 熱處理之預定溫度可介於攝氏 500 度至 700 度之間，並且熱處理持續之預定時間可介於 1 至 15 分鐘之間。

於步驟 S28 中，再通入含砷氣體化合物作為成長第二多層薄膜結構 34 之反應源。第二多層薄膜結構 34 透過有機金屬氣相沉積法自第一多層薄膜結構 32 向上所磊晶出之薄膜層，包含有發射極覆蓋層(emittercap layer)340 以及發射極接觸層(emitter contact layer)342。在步驟 S28 中，形成第二多層薄膜結構 34 各層之步驟，可先於發射極層 328 上磊晶成長由 n^+ -GaAs 構成之發射極覆蓋層 340，再於發射極覆蓋層 340 上磊晶成長由 n^+ -InGaAs 構成之發射極接觸層 342。

於實務中，基板 30 以及各薄膜層之材料並非僅限於本具體實施例之材料，端看使用者或設計者需求而有不同。舉例而言，基板 30 之材質除了常見的砷化鎵之外，也可應用其他三五族化合物半導體作為其材料。而緩衝層 320、次集極層 322、集極層 324、基極層 326、發射極層 328、發射極覆蓋層 340 以及發射極接觸層 342 之材質則可分別為砷化鎵(GaAs)、砷化鋁鎵(AlGaAs)、磷化銦鎵(InGaP)、砷化銦鎵(InGaAs)、磷化鋁銦(AlInP)、砷化銦鎵(InGaAs)、砷化銦鋁(InAlAs)、磷化銦(InP)、以及 III-V 族之化合物半導體材料的其中之一或是上述材料的組合。

如圖三及圖四所示，第一多層薄膜結構 32 中之基極層 326 為 p 型半導體薄膜層，第一多層薄膜結構 32 中之其他薄膜層與第二多層薄膜結構 34 之各薄膜層則為 n 型半導體

層，因此，各薄膜層於成長時會摻雜不同的摻雜原子以形成 n 型或 p 型半導體。上述半導體層中常用的 n 型摻雜原子有矽(Si)、碲(Te)或其組合；常用的 P 型摻雜原子則有碳(C)、鎂(Mg)、鋅(Zn)或其組合。因此，次集極層 322、集極層 324、發射極層 328 於本具體實施例中皆以矽原子摻雜成 n 型半導體；發射極覆蓋層 340 以及發射極接觸層 342 則以矽原子及碲原子或其組合摻雜成 n 型半導體；而基極層 326 則摻雜以擴散係數小的碳原子形成 p 型半導體。各半導體薄膜層中摻雜之原子可以摻雜劑(Dopant)作為原料，其中，p 型摻雜劑可為鹵化甲烷(CBrCl_3)、四溴化碳(CBr_4)以及四氯化碳(CCl_4)的其中之一者，並且 n 型摻雜劑可為乙矽烷(Si_2H_6)、二乙基碲與氫混合物(DETe)或其組合。另外，實務中射極覆蓋層 340 可進一步由多層不同摻雜濃度之半導體層所組成，其摻雜原子之濃度範圍可為 $1 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{18} (\text{cm}^{-3})$ 。

由於 p 型半導體之基極層 326 是以碳原子進行摻雜作為受體，而進行有機金屬氣相沉積製程時所通入之氫載氣會和基極層 326 中的碳形成碳氫鍵而影響電流增益。本具體實施例之製程於其步驟 S26 中加熱有機金屬氣相沉積反應爐，亦即，對已成長基極層 326 之基板 30 進行熱處理，可將基極層 326 中碳氫鍵打斷以降低氫離子濃度，使得碳受體能發揮原本功效。打斷碳氫鍵的化學式如下：



本具體實施例中，步驟 S26 的熱處理預定溫度可介於攝氏 500 度至 700 度之間，並且持續之預定時間可介於 1

至 15 分鐘之間。然而，此預定溫度以及預定時間於實務中可依據所使用的有機金屬氣相沉積製程、設備、以及材料進行調整，並非僅限於上述溫度於時間範圍。

此外，由於含砷氣體化合物，例如砷化氫氣體(AsH_3)，在熱處理程序中砷會揮發，而產生更多的氫離子，因此，步驟 S26 進行熱處理之前，於步驟 S24 中須先停止提供含砷氣體化合物至有機金屬氣相沉積反應爐中。若未停止提供含砷氣體化合物，在熱處理程序中過多的氫離子可能會使式(1)產生逆反應，對於打斷碳氫鍵的功效產生不利影響，甚至可能產生更多的碳氫鍵。

請參閱圖五，圖五係繪示根據本發明之另一具體實施例之異質接面雙極性電晶體晶圓 4 的結構示意圖，請注意，本具體實施例之異質接面雙極性電晶體晶圓 4 同樣也可透過圖三之磊晶製程而製造出來。如圖五所示，本具體實施例之異質接面雙極性電晶體晶圓 4 包含基板 40、形成於第一多層薄膜結構 42、以及形成於第一多層薄膜結構 42 之第二多層薄膜結構 44。本具體實施例與上一具體實施例不同處，在於本具體實施例之第一多層薄膜結構 42 包含緩衝層 420、次集極層 422、集極層 424、基極層 426、發射極層 428 以及發射極覆蓋層 429，第二多層薄膜結構 42 則包含發射極接觸層 440。

請一併參閱圖三，當步驟 S22 成長第一多層薄膜結構 42 於基板 40 之後，步驟 S24 以及步驟 S26 對第一多層薄膜結構 42 及基板 40 進行熱處理，並且當熱處理程序結束後，於步驟 S28 中成長第二多層薄膜結構 44 於第一多層薄

膜結構 42 之上，而形成異質接面雙極性電晶體晶圓 4。於本具體實施例中，熱處理程序是在磊晶成長完發射極覆蓋層 429 之後進行，而上一具體實施例則是在磊晶成長完發射極層 328 後進行。由此可知，本發明之熱處理程序的進行，於磊晶成長發射極層後與磊晶成長發射極接觸層前進行即可，而非嚴格限制熱處理程序須於磊晶製程中的特定步驟中進行。

透過上述各具體實施例之製造異質接面雙極性電晶體晶圓的製程，可改善其中雜質有效摻雜量的控制能力並提供較佳裝置穩定度及再現性。請再參閱圖六，圖六係繪示根據上述具體實施例之磊晶製程所製造出的異質接面雙極性電晶體晶圓，用於製作電晶體裝置時的電流增益示意圖。如圖六所示，首次量測時，電晶體裝置的起始電流增益如電流增益曲線 L3 所示，其與後續各次量測出之電流增益曲線 L4 的變異程度經計算大約在 4.7%，符合高頻微波電路對於電流增益 5% 的變異程度要求。

綜上所述，藉由本發明之製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程，可將其基極層中之碳氫鍵打斷而降低基極層中的氫離子濃度，進而降低異質接面雙極性電晶體晶圓所形成之高頻微波元件的暫態效應並穩定起始電流增益，以符合高頻微波電路對於電流增益的變異程度要求。此外，本發明之磊晶製程中，於熱處理程序前先停止提供作為反應源之含砷氣體化合物，而可更增進熱處理程序降低基極層中氫離子濃度之效率。

藉由以上較佳具體實施例之詳述，係希望能更加清楚

描述本發明之特徵與精神，而並非以上述所揭露的較佳具體實施例來對本發明之範疇加以限制。相反地，其目的是希望能涵蓋各種改變及具相等性的安排於本發明所欲申請之專利範圍的範疇內。因此，本發明所申請之專利範圍的範疇應該根據上述的說明作最寬廣的解釋，以致使其涵蓋所有可能的改變以及具相等性的安排。

【圖式簡單說明】

圖一係先前技術中砷化鎵之異質接面雙極性電晶體晶圓的結構示意圖。

圖二係繪示先前技術中之異質接面雙極性電晶體裝置的電流增益示意圖。

圖三係繪示根據本發明之一具體實施例之製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程的步驟流程圖。

圖四係繪示根據圖三之磊晶製程所製造出的異質接面雙極性電晶體晶圓的結構示意圖。

圖五係繪示根據本發明之另一具體實施例之異質接面雙極性電晶體晶圓的結構示意圖。

圖六係繪示根據本發明之磊晶製程所製造出的異質接面雙極性電晶體晶圓，用於製作電晶體裝置時的電流增益示意圖。

【主要元件符號說明】

100、3、4：異質接面雙極性電晶體晶圓

101、30、40：基板

32、42：第一多層薄膜結構

34、44：第二多層薄膜結構

102、320、420：緩衝層

103、322、422：次集極層

104、324、424：集極層

105、326、426：基極層

106、328、428：發射極層

107、340、429：發射極覆蓋層

108、342、440：發射極接觸層

S20~S28：流程步驟

L1、L2、L3、L4：電流增益曲線

七、申請專利範圍：

- 1、一種製造異質接面雙極性電晶體晶圓之磊晶製程，包含下列步驟：

提供一基板至一有機金屬氣相沉積反應爐中；

通入一含砷氣體化合物於該有機金屬氣相沉積反應爐中，並藉一有機金屬氣相沉積法形成一第一多層薄膜結構於該基板上，其中該第一多層薄膜結構包含一基極層以及位於該基極層上之一發射極層；

停止通入該含砷氣體化合物；

加熱該有機金屬氣相沉積反應爐至一預定溫度，並維持該預定溫度一預定時間；以及

通入該含砷氣體化合物於該有機金屬氣相沉積反應爐中，並藉該有機金屬氣相沉積法形成一第二多層薄膜結構於該第一多層薄膜結構之上以形成一異質接面雙極性電晶體晶圓；

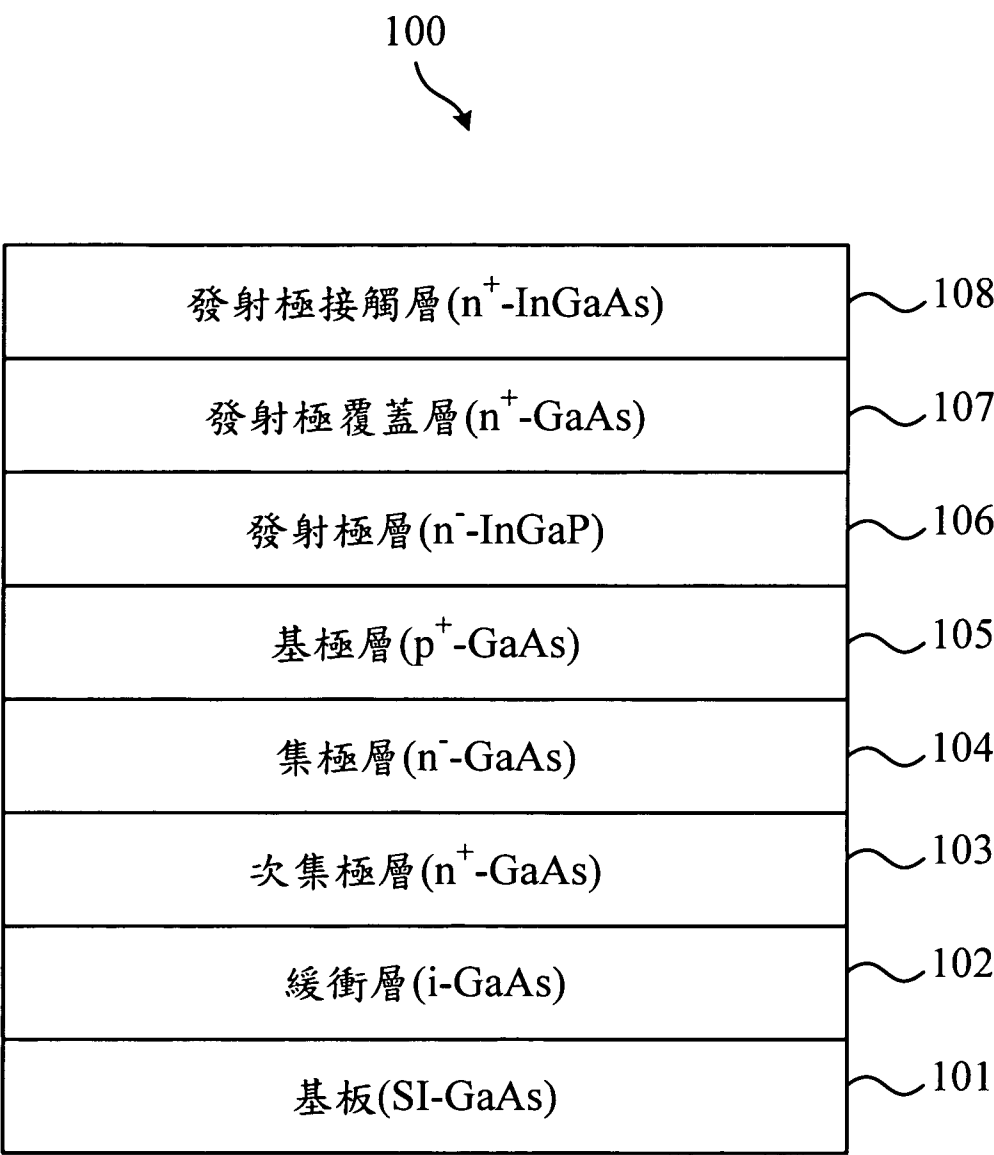
其中該預定溫度係介於攝氏500度至700度之間，該預定時間係介於1至15分鐘之間。

- 2、如申請專利範圍第1項所述之磊晶製程，其中該基板係為一三五族化合物半導體基板。
- 3、如申請專利範圍第2項所述之磊晶製程，其中該基板係為一砷化鎵基板。
- 4、如申請專利範圍第1項所述之磊晶製程，其中該第一多層薄膜結構包含一緩衝層、一次集極層、一集極層、該基極層以及該發射極層，該第二多層薄膜包含一發射極覆蓋層

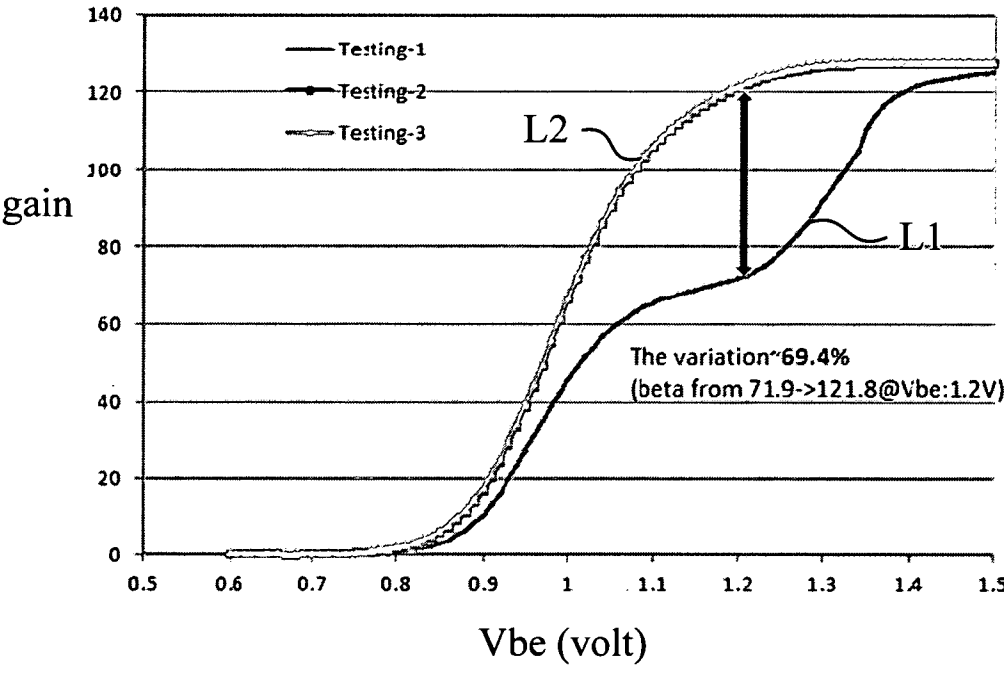
以及一發射極接觸層，並且該緩衝層、該次集極層、該集極層、該基極層、該發射極層、該發射極覆蓋層以及該發射極接觸層之材質係分別選自由砷化鎵(GaAs)、砷化鋁鎵(AlGaAs)、磷化銦鎵(InGaP)、砷化銦鎵(InGaAs)、磷化鋁銦(AlInP)、砷化銦鎵(InGaAs)、砷化銦鋁(InAlAs)、磷化銦(InP)以及III-V族之化合物半導體材質所組成之群組中之一者。

- 5、如申請專利範圍第1項所述之磊晶製程，其中該第一多層薄膜結構包含一緩衝層、一次集極層、一集極層、該基極層、該發射極層以及一發射極覆蓋層，該第二多層薄膜包含一發射極接觸層，並且該緩衝層、該次集極層、該集極層、該基極層、該發射極層、該發射極覆蓋層以及該發射極接觸層之材質分別選自由砷化鎵(GaAs)、砷化鋁鎵(AlGaAs)、磷化銦鎵(InGaP)、砷化銦鎵(InGaAs)、磷化鋁銦(AlInP)、砷化銦鎵(InGaAs)、砷化銦鋁(InAlAs)、磷化銦(InP)以及III-V族之化合物半導體材質所組成之群組中之一者。
- 6、如申請專利範圍第1項所述之磊晶製程，其中該基極層係一p型半導體層，並且該p型半導體層之係以一p型摻雜劑(Dopant)摻雜而成，該p型摻雜劑係鹵化甲烷(CBrCl₃)、四溴化碳(CBr₄)以及四氯化碳(CCl₄)的其中之一者。
- 7、如申請專利範圍第1項所述之磊晶製程，其中該含砷氣體化合物包含砷化氫氣體(AsH₃)及Tertiarybutylarsine(TBA)中之至少一者。

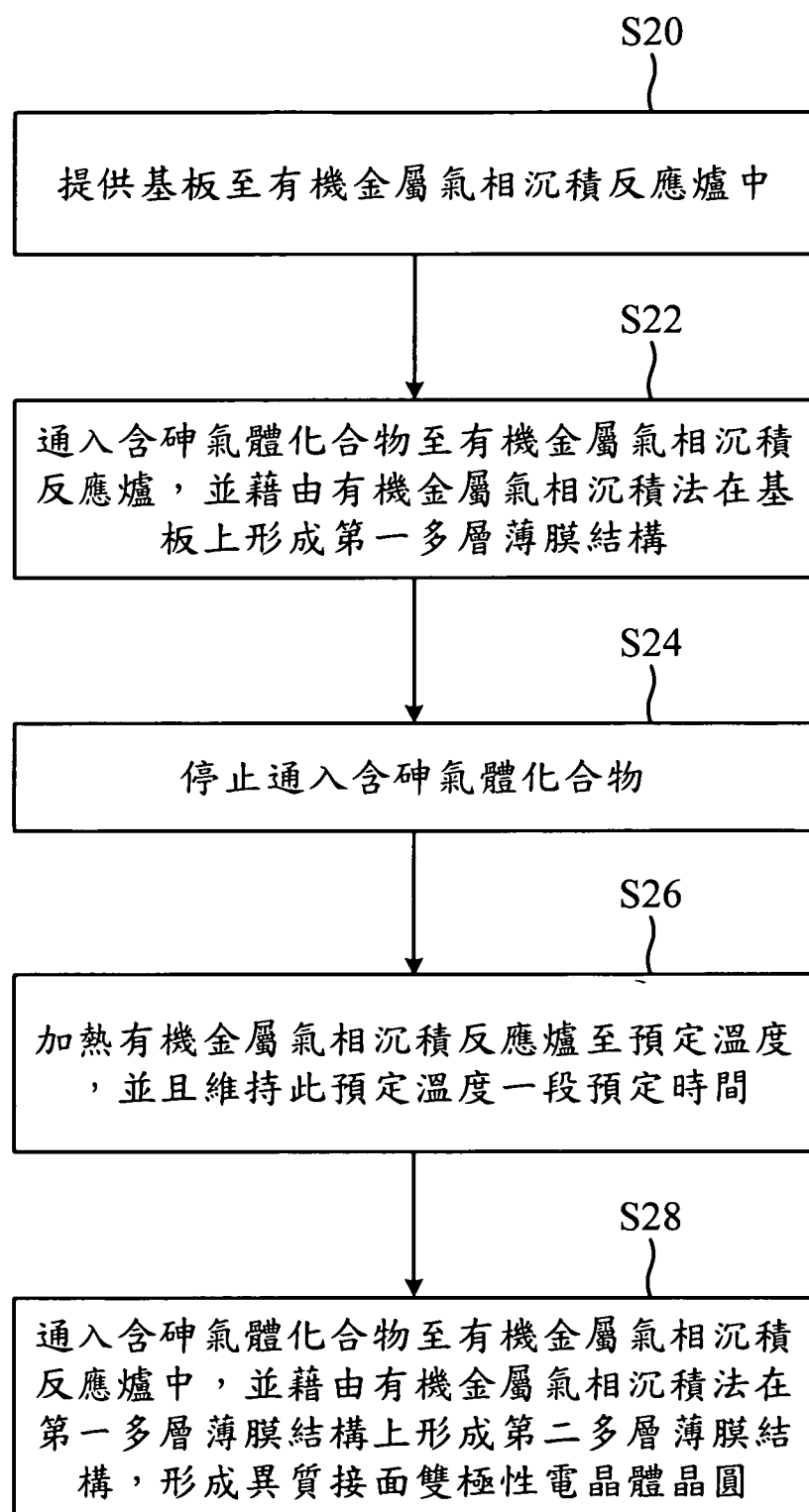
八、圖式：



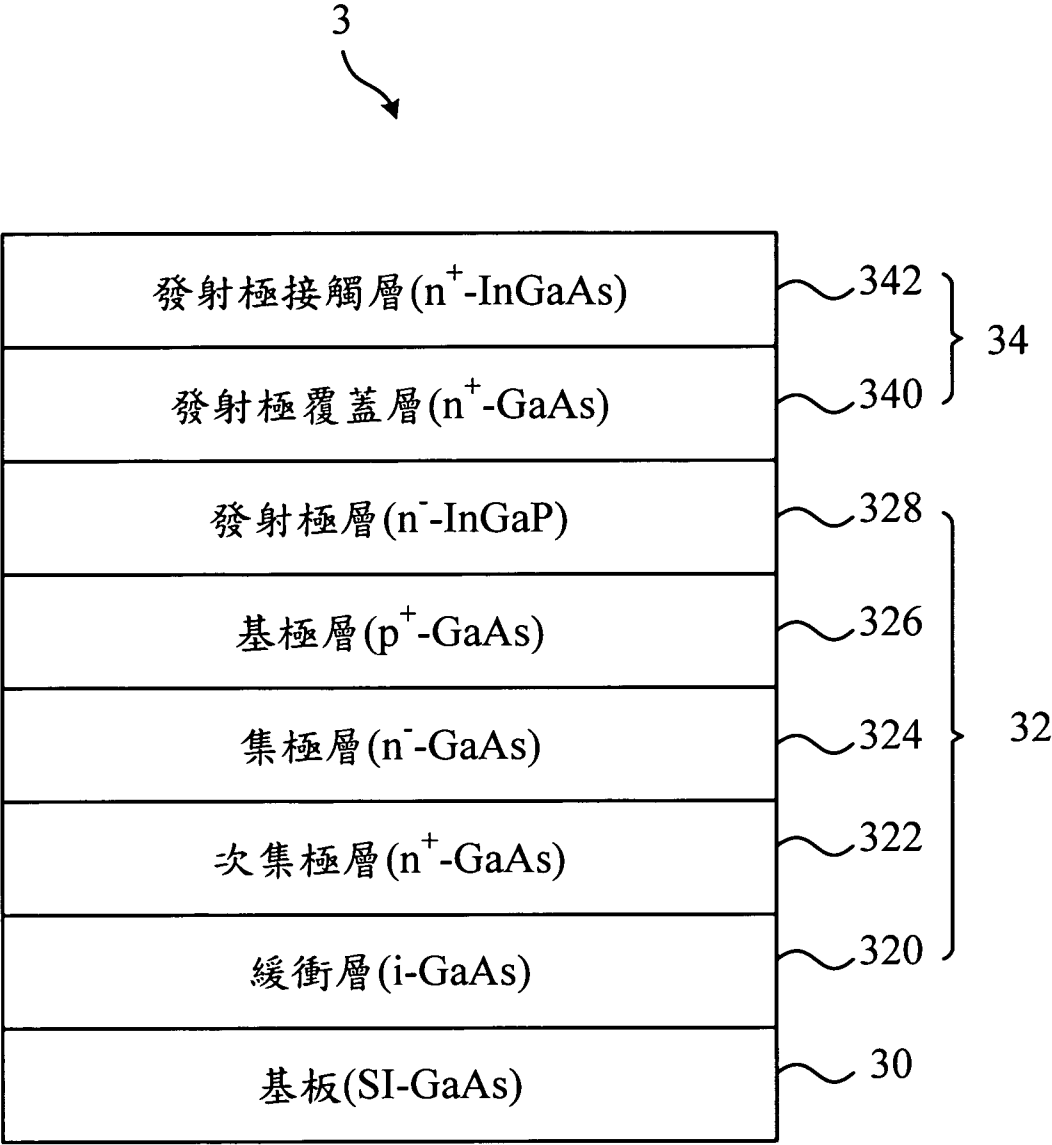
圖一



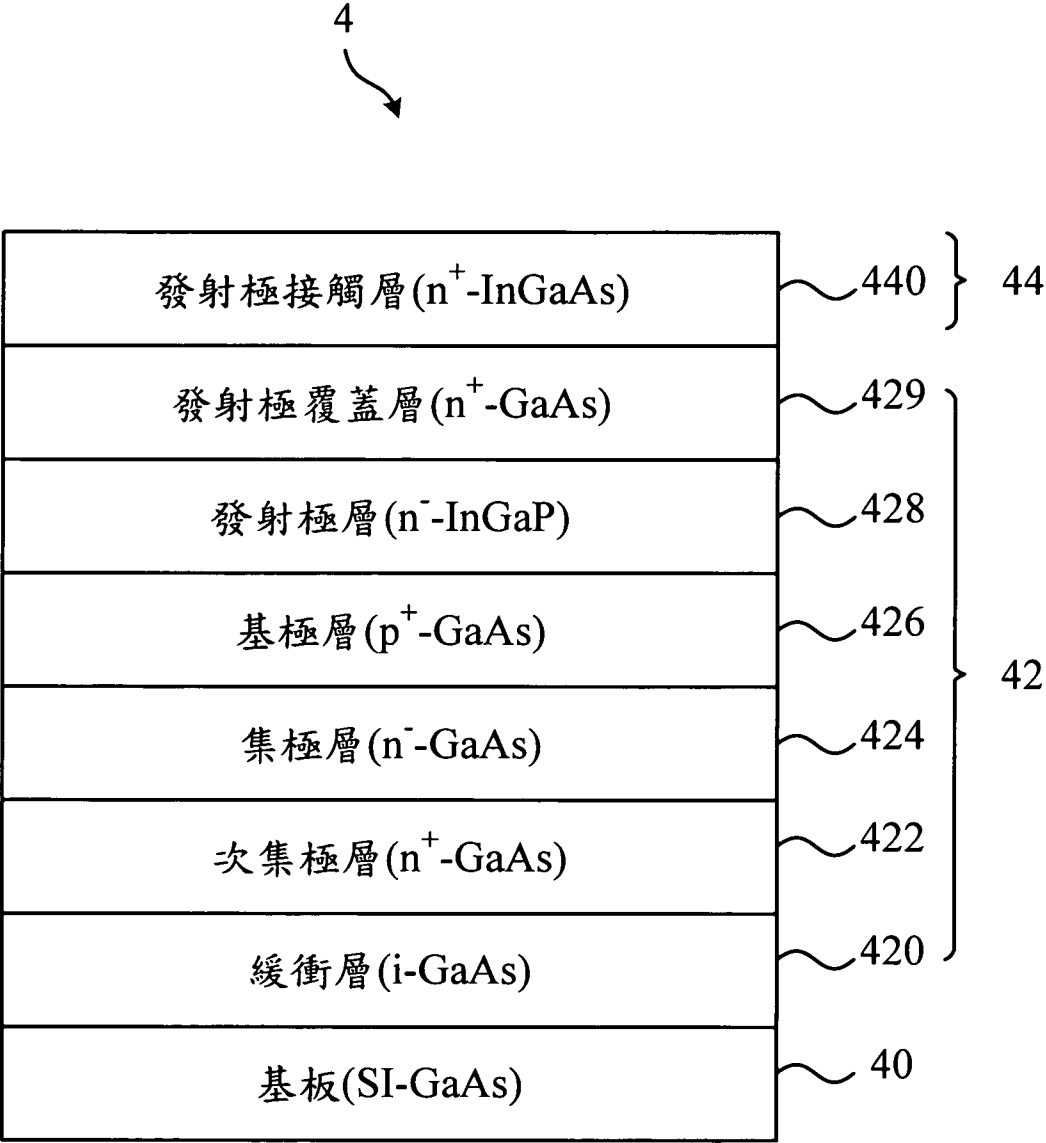
圖二



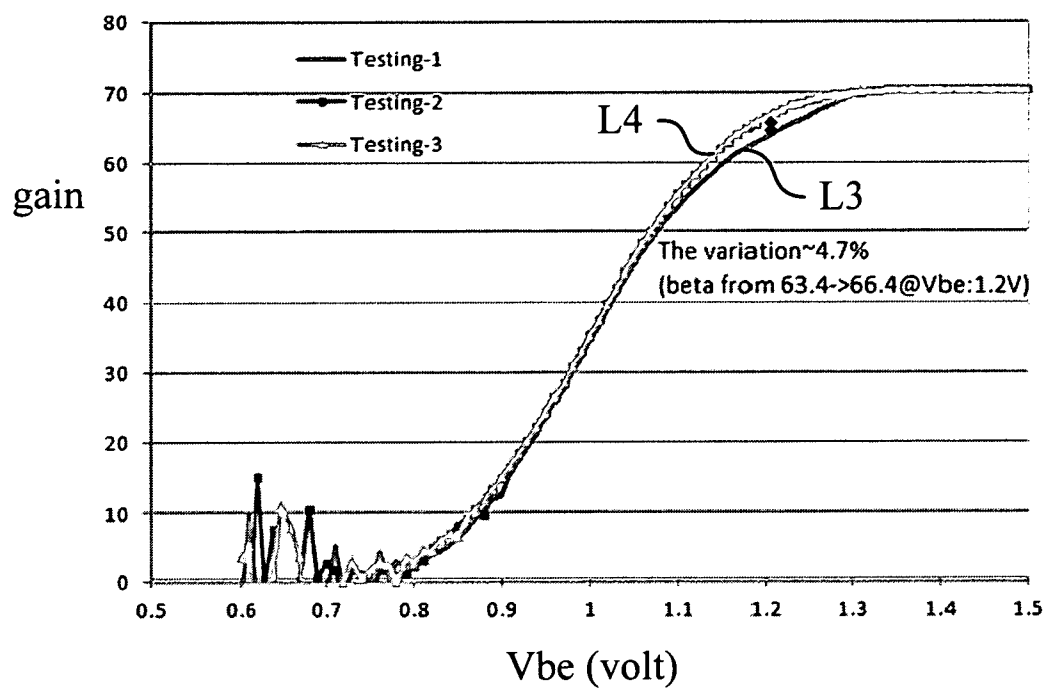
圖三



圖四



圖五



圖六