



(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 I655773 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：104101406

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 16 日

(51)Int. Cl. : *H01L29/737 (2006.01)**H01L21/8252(2006.01)*

(30)優先權：2014/01/16 美國

14/157,096

(71)申請人：美商三胞半導體公司(美國) TRIQUINT SEMICONDUCTOR, INC. (US)  
美國(72)發明人：翰德森 提姆斯 S HENDERSON, TIMOTHY S. (US)；赫特 希拉 K HURTT,  
SHEILA K. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

US 2006/0237743A1

US 2007/0158685A1

審查人員：廖崑男

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：6 共 29 頁

(54)名稱

異質接面雙極性電晶體、電子系統和製造異質接面雙極性電晶體的方法

HETEROJUNCTION BIPOLAR TRANSISTORS, ELECTRONIC SYSTEMS AND METHODS OF  
MAKING A HETEROJUNCTION BIPOLAR TRANSISTOR

(57)摘要

本發明揭露的實施例描述了一種積體電路(IC)元件的裝置、方法和系統。所述 IC 元件包括作為射極磊晶結構的一部分之擴散控制層。所述 IC 元件可利用共同金屬化方案，以同時形成射極接觸和基極接觸。其他實施例也可以被描述及/或要求保護。

Embodiments of the present disclosure describe apparatuses, methods, and systems of an integrated circuit (IC) device. The IC device includes a diffusion control layer as part of an emitter epitaxial structure. The IC device may utilize a common metallization scheme to simultaneously form an emitter contact and a base contact. Other embodiments may also be described and/or claimed.

指定代表圖：

符號簡單說明：  
400 . . . 方法  
404-426 . . . 步驟

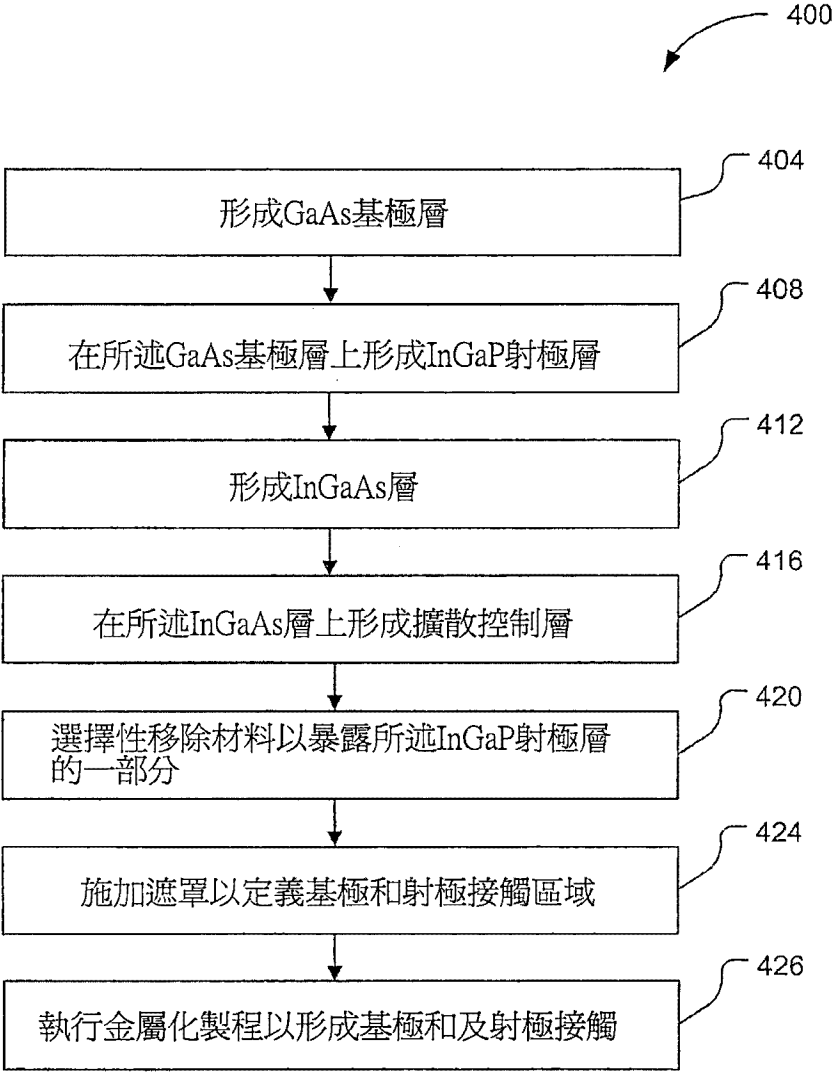


圖4

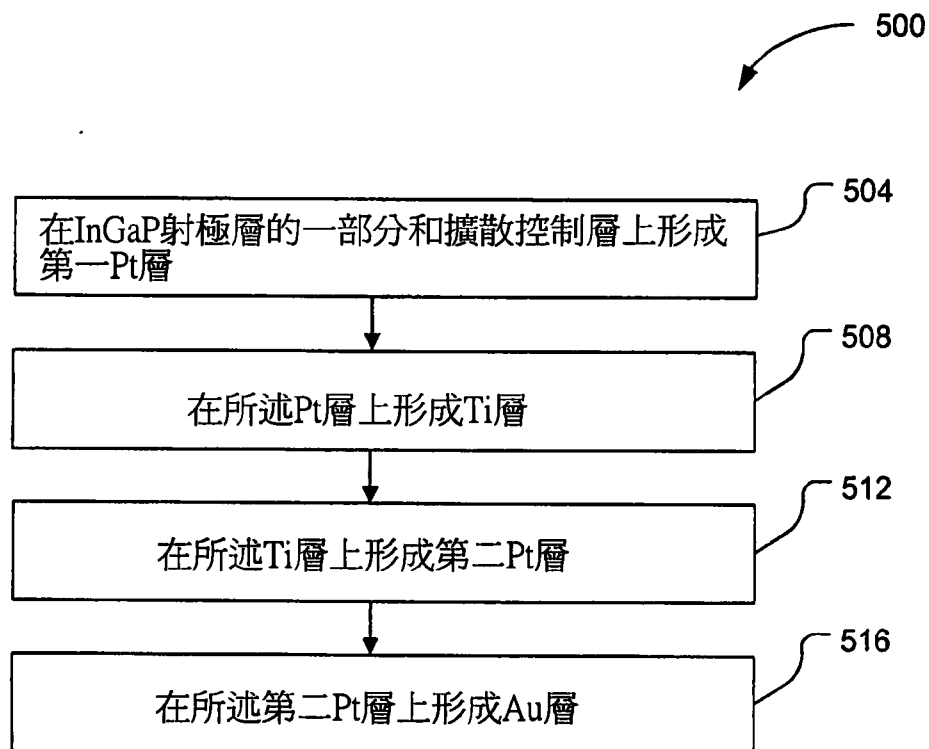


圖5

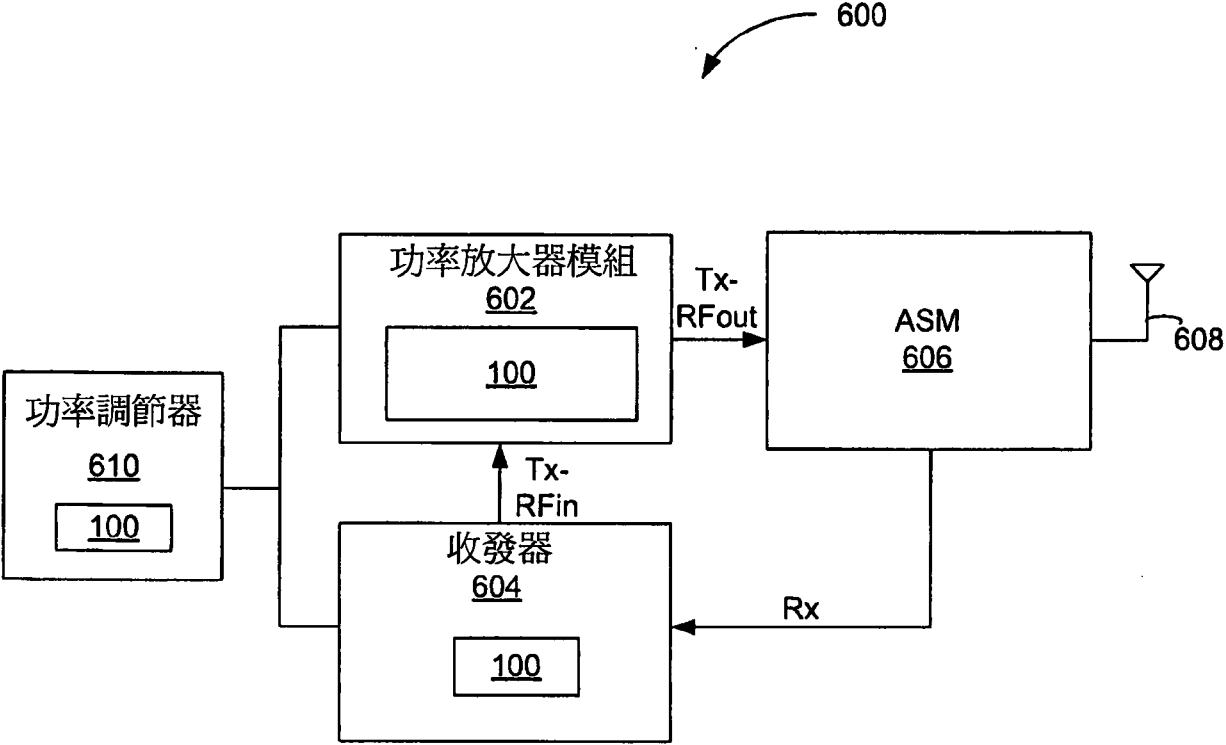


圖6



# 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)

異質接面雙極性電晶體、電子系統和製造異質接面雙極性電晶體的方法

HETEROJUNCTION BIPOLAR TRANSISTORS, ELECTRONIC SYSTEMS  
AND METHODS OF MAKING A HETEROJUNCTION BIPOLAR  
TRANSISTOR

## 【技術領域】

【0001】 本發明揭露的實施例一般涉及積體電路和異質接面雙極性電晶體的領域，更具體地講，涉及用於異質接面雙極性電晶體的射極接觸磊晶結構和歐姆接觸的形成。

## 【先前技術】

【0002】 異質接面雙極性電晶體 (HBT) 一般是利用在射極及/或基極接觸與下面的磊晶層之間的歐姆接觸。較佳地，這些歐姆接觸呈現低電阻和顯著的熱穩定性。用於以砷化鎵 (GaAs) 為基礎的 HBT 中的射極接觸，低電阻可以藉由確保在接觸金屬及 n+砷化銦鎵 (InGaAs) 層之間有足夠的接觸來實現。熱穩定性可以藉由控制及/或限制接觸金屬擴散到半導體磊晶結構而得到改善。

【0003】 傳統上，射極接觸一直需要利用與基極接觸相比不同的金屬化方案，以實現針對這兩種類型的接觸之低電阻和熱穩定性。這可能需要分別的處理操作，以形成射極接觸和基極接觸。

## 【發明內容】

【0004】 本發明的第一態樣相關於一種裝置，包括：砷化鎵（GaAs）基極層；形成在所述砷化鎵基極層上的磷化銦鎵（InGaP）射極層；形成在所述 InGaP 射極層上的射極磊晶結構，包括：砷化銦鎵（InGaAs）層；以及形成在所述 InGaAs 層上的擴散控制層；與所述 GaAs 基極層或所述 InGaP 射極層中的至少一個耦合的基極接觸；以及與所述擴散控制層耦合的射極接觸。

【0005】 本發明的第二態樣相關於一種方法，包括：提供基板，其包括砷化鎵（GaAs）基極層、在所述 GaAs 基極層上的磷化銦鎵（InGaP）射極層、砷化銦鎵（InGaAs）層以及在所述 InGaAs 層上的擴散控制層；選擇性地去除材料，以暴露所述 InGaP 射極層的至少一部分；以及執行金屬化製程，以同時形成基極接觸和射極接觸。

【0006】 本發明的第三態樣相關於一種方法，包括：形成砷化鎵（GaAs）基極層；在所述 GaAs 基極層上形成磷化銦鎵（InGaP）射極層；形成砷化銦鎵（InGaAs）層；以及在所述 InGaAs 層上形成擴散控制層。

【0007】 本發明的第四態樣相關於一種系統，包括：收發器，用於發送和接收射頻（RF）信號；以及異質接面雙極性電晶體（HBT），併入於所述收發器內或與所述收發器耦合，所述 HBT 包括：砷化鎵（GaAs）基極層；形成在所述 GaAs 基極層上的磷化銦鎵（InGaP）射極層；形成在所述 InGaP 射極層上的射極磊晶結構，包括：砷化銦鎵（InGaAs）層；以及形成在所述 InGaAs 層上的擴散控制層；與所述 GaAs 基極層或所述 InGaP 射極層中的至少一個耦合的基極接觸；以及與所述擴散控制層耦合的射極接觸。

#### 【圖式簡單說明】

【0008】 實施例將透過結合附圖與下面的詳細描述而很容易理解。為了便於理解本文的描述，類似的元件符號表示類似的結構元件。實施例以舉例的方式說明，而不是作為在附圖的圖的限制。

【0009】 圖 1 概要地說明了根據各種實施例的磊晶結構。

【0010】 圖 2 概要地說明了根據各種實施例的包括超晶格的磊晶結構。

【0011】 圖 3 概要地說明了根據各種實施例的異質接面雙極性電晶體的一部分。

【0012】 圖 4 是用於製造根據各種實施例的積體電路元件的方法的流程圖。

【0013】 圖 5 是用於製造根據各種實施例的積體電路元件的接觸的方法的流程圖。

【0014】 圖 6 概要地說明了包括根據各種實施例的 IC 元件之示例性系統。

### 【實施方式】

【0015】 本發明揭露的實施例提供了用於諸如，例如，以砷化鎵（GaAs）為基礎的異質接面雙極性電晶體（HBT）之積體電路（IC）元件的磊晶結構、製造方法以及系統。

【0016】 在下面的詳細描述中，參考了形成本文一部分的附圖，其中類似的元件符號始終指示類似的部分，並且透過圖示實施例的方式來顯示，其中本案公開的主題可以在此實施例的情況下實施。但是應該理解的是，也可以利用其他實施例，並且結構上或邏輯上的改變可以在不脫離本

公開的範圍下執行。因此，下面的詳細描述不應被認為具有限制意義，並且實施例的範圍藉由所附申請專利範圍書及其等效物來限定。

【0017】 對於本發明揭露的目的，片語“A 及/或 B”是指(A)、(B)或(A 和 B)。對於本發明所揭露的目的，片語“A、B 及/或 C”是指(A)、(B)、(C)、(A 和 B)、(A 和 C)、(B 和 C)或(A、B 和 C)。

【0018】 本文可以使用片語“在一實施例中”或“在實施例中”，其可以各自指一個或多個相同或不同的實施例。此外，關於本發明的實施例中使用的用語“包括”、“包含”、“具有”及類似用語是同義的。

【0019】 用語“與…耦合”，連同其衍生用語，可在本文中使用。“耦合”可以表示下文的一個或多個。“耦合”可以意味著兩個或更多的元件直接物理或電接觸。然而，“耦合”還可以意味著兩個或更多的元件彼此間接地接觸，但仍彼此協作或相互作用，並且可能意味著一個或多個其它元件在所述要被彼此連接的元件之間耦合或連接。

【0020】 在各種實施例中，片語“形成在第二層上的第一層”可以意味著形成在第二層之上的第一層，以及第一層的至少一部分可以與第二層的至少一部分直接接觸（例如，直接地物理及/或電接觸）或間接接觸（例如，具有一個或多個其他層在所述第一層和第二層之間）。

【0021】 圖 1 概要地說明了根據各種實施例的 IC 元件 100 的一部分之磊晶結構。所述 IC 元件 100 可以是，例如，HBT 元件。

【0022】 所述 IC 元件 100 可以被製造在基板(未示出)上，諸如 GaAs 基板。所述 IC 元件 100 可以包括額外的結構或層，其包括但不限於，集極、子集極及/或緩衝層。為了清楚起見，僅示出與射極堆疊 114 和下層基極層



102 相關聯的層。雜質可以被添加到用來形成各種層的材料以改變其電特性。這就是所謂的摻雜，並且可以造成過量的電子（n 型摻雜）或電洞（p 型摻雜）。字母“n”和“p”被用於表示適度摻雜的材料，然而“n+”和“p+”是用來表示高摻雜的材料。所述 IC 元件 100 可以包括可磊晶沉積在基板或其它層上的 p+型砷化鎵基極層 102。射極堆疊 114 可以形成在 p+型砷化鎵基極層 102 上。

【0023】 形成在 p+型砷化鎵基極層 102 上的射極堆疊 114 可以包括形成一個以上的異質接面/異質結構之不同材料系統的磊晶沉積層。射極堆疊 114 可以原位（in situ）形成。即，射極堆疊 114 可以在製造裝置（例如，腔室）中形成於 p+型砷化鎵基極層 102 上，在此製造裝置中，所述射極堆疊 114 的構成層（例如，磊晶成長）可以在不將 p+型砷化鎵基極層 102 或相關的基板從製造裝置除去下形成。在射極堆疊 114 形成之前，p+型砷化鎵基極層 102 可以藉由類似的技術而形成在基板或其他層上。所述 p+型砷化鎵基極層 102 可以具有 500 和 1200 埃之間的厚度。如本文所使用的，層的厚度是指在基本上垂直於所述 p+型砷化鎵基極層 102 的主表面的方向上（視為圖 1 的垂直高度）的所述層的維度。雖然顯示了 p+型砷化鎵基極層 102，但也可以使用其它基極層材料。

【0024】 在一些實施例中，IC 元件 100 的射極堆疊 114 可以包括 n 型磷化銦鎵（InGaP）射極層 104。所述 n 型 InGaP 射極層 104 可以具有各為 50%莫耳分率的銦和鎵，因此可以被指定為  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ 。所述 n 型 InGaP 射極層 104 可以具有 300 至 500 埃之間的厚度。

【0025】 在一些實施例中，IC 元件 100 的射極堆疊 114 可以包括 n+

型 GaAs 層 106。所述 n+型 GaAs 層 106 可以形成在 n 型 InGaP 射極層 104 上。所述 n+型 GaAs 層 106 可以具有 500 埃或以上的厚度。

【0026】 在一些實施例中，IC 元件 100 的射極堆疊 114 可以包括漸變的 n+型砷化銦鎵 (InGaAs) 層 108。漸變的 n+型 InGaAs 層 108 可以形成在 n+型 GaAs 層 106 上。漸變的 n+型 InGaAs 層 108 可以具有 100 和 1000 埃之間的厚度。漸變的 n+型 InGaAs 層 108 可以具有  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  的結構，其中  $x$  在漸變的 n+型 InGaAs 層 108 的厚度上從 0 改變至 0.5 或以上，使得  $x=0$  鄰近 n+型 GaAs 層 106，並且  $x=0.5$  鄰近 n+型 InGaAs 層 110。舉例來說， $x$  可以從鄰近 n+型 GaAs 層的  $x=0$  變化到鄰近 n+型 InGaAs 層 110 的 0.4 和 0.7 之間的值。這可以提供從 n+型 GaAs 層 106 到 n+型 InGaAs 層 110 的結構轉變。

【0027】 在一些實施例中，IC 元件 100 的射極堆疊 114 可以包括 n+型砷化銦鎵 (InGaAs) 層 110。所述 n+型 InGaAs 層 110 可以形成在漸變的 n+型 InGaAs 層 108 上。所述 n+型 InGaAs 層 110 可以具有 100 和 1000 埃之間的厚度。所述 n+型 InGaAs 層 110 可以具有各為 50% 莫耳分率的銦和鎵，因此可以被指定為  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 。

【0028】 在典型的 GaAs 異質接面雙極性電晶體中，射極接觸可以直接形成在 n+型 InGaAs 層 110 上。這通常以兩種方式中的一種來完成。第一種利用諸如鈦鎢 (TiW) 或鎢矽 (WSi) 的高熔點金屬接觸與 n+型 InGaAs 層 110 接觸，其中諸如鈦/鉑/金 (Ti/Pt/Au) 層疊的金屬層添加於 n+型 InGaAs 層 110 上。另一種典型射極接觸形成技術可以利用淺合金接觸。這可以包括直接形成在 n+型 InGaAs 層 110 上的鈦/鉑/金或鉑/鈦/鉑/金 (Pt/Ti/Pt/Au)

的金屬層。與後面將討論的用來形成基極接觸的金屬化方案不同，射極接觸的 Ti 層或第一層的 Pt 必須是淺的，一般在 50 埃左右，以防止不必要的擴散。較厚的第一金屬層，例如與基極金屬化接觸方案有關的那些金屬，可能導致 Ti 或 Pt 在 n+型 InGaAs 層 110 之外擴散。這種增加的擴散可能會導致一個或兩個增加的電阻及/或降低的熱穩定性。因此，典型的技術可能需要個別的製程操作，以形成射極接觸結構和基極接觸結構。根據本案公開內容的射極堆疊可以允許典型地與形成基極接觸相關聯的相同金屬化方案使用於同時形成發射極和基極接觸兩者。這可能通過減少所需的製程操作的總數來導致和製造相關的成本和時間的降低。

【0029】 在一些實施例中，IC 元件 100 的射極堆疊 114 可以包括 n+型 InGaP 層 112。所述 n+型 InGaP 層 112 可以形成在 n+型 InGaAs 層 110 上。所述 n+型 InGaP 層 112 可以用作為擴散控制層以在形成射極接觸結構的過程中控制 Pt 或其他金屬的擴散，如下面更詳細地討論。在 n+型 InGaP 層 112 可以具有 300 至 500 埃之間的厚度。相似於 n 型 InGaP 射極層 104，n+型 InGaP 層 112 可以具有各為 50% 莫耳分率的銦和鎵，因此可以被指定為  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ 。在一些實施例中，n+型 InGaP 層 112 可以具有基本上等於所述 n 型 InGaP 射極層 104 的厚度。以 n+型 InGaP 層 112 可以提供對例如 Pt 擴散的金屬擴散相同的自然限制之這種方式，當形成射極接觸而沒有在 n+型 InGaAs 層 110 之外的不想要的金屬擴散，從而利用允許更厚的金屬層（例如第一 Pt 層）之 n 型 InGaP 射極層 104。對此下面參照圖 3 進行更詳細地討論。雖然示出為 InGaP，也可以使用其它材料以達到類似的擴散控制。例如，可以使用一層砷化鎵、磷化銦（InP）、砷化銦鋁（InAlAs）、砷化鋁鎵（AlGaAs）或其

它 III-V 族材料來替代 InGaP，以提供類似於 n+型 InGaP 層 112 的擴散控制。它也可以增加 n+型 InGaAs 層 110 的厚度，以防止會導致較高的射極接觸電阻之金屬擴散到漸變的 n+型 GaAs 層 108 或 n+型 GaAs 層 106 的狀況。

【0030】 圖 2 概要地說明了根據各種實施例的 IC 元件 200 的一部分的磊晶結構。所述 IC 元件 200 可以是例如 HBT 元件。所述 IC 元件 200 可以是類似於關於圖 1 描述的 IC 元件 100，除了採用超晶格結構來代替如 n+型 InGaP 層 112 的單一擴散控制層進而可以用來控制金屬擴散之外。

【0031】 IC 元件 200 可以被製造在基板（未示出）上，例如 GaAs 基板。所述 IC 元件 200 可以包括額外的結構或層，包括但不限於，集極、子集極及/或緩衝層。為了清楚起見，僅示出與射極堆疊 218 和下層基極層 202 相關聯的層。所述 IC 元件 200 可以包括可磊晶沉積在基板或其它層上的 p+型砷化鎵基極層 202。射極堆疊 218 可以形成在 p+型砷化鎵基極層 202 上。所述 p+型砷化鎵基極層 202 可以是基本上類似於上面參照圖 1 討論的 p+型砷化鎵基極層 102。

【0032】 在一些實施例中，IC 元件 200 可以包括射極堆疊 218，它類似於參考圖 1 所述的射極堆疊 114。例如，射極堆疊 218 可以包括 n 型 InGaP 射極層 204，其可以基本上類似於參考圖 1 的先前討論所述的 n 型 InGaP 射極層 104。射極堆疊 218 也可以包括 n+型 GaAs 層 206，其可以基本上類似於參照圖 1 如前所述的 n+型 GaAs 層 106。射極堆疊 218 也可以包括漸變的 n+型 InGaAs 層 208，其可以基本上類似於參照圖 1 如前所述的漸變的 n+型 InGaAs 層 108。射極堆疊 218 可以進一步包括 n+型 InGaAs 層 210，其可以基本上類似於參照圖 1 如前所述的 n+型 InGaAs 層 110。所述層 202-210 各

自可以是基本上類似於如關於圖 1 前述的其對應部分，並且可以具有如前面所討論的尺寸和結構。

【0033】 在一些實施例中，IC 元件 200 可以包括超晶格結構 216，以控制金屬擴散。超晶格 216 可以由第一材料和第二材料的交替層來製成。例如，超晶格 216 可以包括具有一個或多個中間的 n+型 InGaAs 層 214 之一個或多個 n+型 GaAs 層 212。超晶格 216 可以用作擴散控制層，其類似於如上所述的 n+型 InGaP 層 112。雖然示為單一的 n+型 GaAs 層 212 和單一的 n+型 InGaAs 層 214，但是交替層的任何數量可以包括在 IC 元件 200 中。在一個實施例中，超晶格 216 可以包括四個周期，其中每個周期可以包含的 n+型 GaAs 層 212 以及 n+型 InGaAs 層 214，每個具有約 50 埃的厚度。在這種排列中，超晶格 216 將總共有八個層，並且厚度約為 400 埃。其它材料和層的其它量值和厚度也可以使用。例如，在一些實施例中，所述 n+型 GaAs 層 212 可以藉由磷化銦、砷化銦鋁、InGaP、砷化鋁鎵或其它 III-V 族材料的 n+型層來代替。層的數量和厚度可以調整，以防止在金屬化製程期間沉積的 Pt 在 n+型 InGaAs 層 210 之外擴散。維持在 n+型 InGaAs 層 210 中的 Pt 擴散界面（diffusion front）是渴望的，因為它可以導致用於發射極接觸的電阻降低和熱穩定性增加。

【0034】 圖 3 概要地說明了根據各種實施例的 IC 元件 300。所述 IC 元件 300 可以是例如 HBT 元件。所述 IC 元件 300 可以包括類似於與圖 1 的相對於 IC 元件 100 的那些討論的一系列的層。雖然顯示來自圖 1 的層結構的上下文，但是圖 3 的概念同樣地適用於圖 2 的超晶格的排列。

【0035】 IC 元件 300 可以包括一系列的層 302-312；這些層可以對應

於圖 1 的層 102-112，並且可以具有相似於圖 1 的層 102-112 的結構和厚度。所述 IC 元件 300 也可以包括一個或多個基極接觸 314 和一個以上的射極接觸 324。每個基極接觸 314 和射極接觸 324 可以通過單一的金屬化製程而同時形成。如同這種基極接觸 314 和射極接觸 324 可以具有相同系列的金屬層。

【0036】 基極接觸 314 可以包括第一 Pt 層 316。第一 Pt 層 316 可以形成在 n 型 InGaP 射極層 304 上，使得其擴散通過所述 n 型 InGaP 射極層 304 並且與 p+型砷化鎵基極層 302 相接觸。Ti 層 318 可以形成在第一 Pt 層 316 上。第二 Pt 層 320 可以形成在 Ti 層 318 上。Ti 層 318 可以防止第二 Pt 層 320 擴散到第一 Pt 層 316。Au 層 322 可以形成在第二 Pt 層 320 上。這種 Pt/Ti/Pt/Au 金屬化方案可以提供具有足夠的熱穩定性的低電阻接觸。如先前所討論的，用於基極接觸的 Pt/Ti/Pt/Au 金屬化方案不是傳統上用於形成射極接觸，因為 Ti 或 Pt 中的較淺的底層是必要的，因為過量的 Pt 擴散會導致不可接受的高電阻及/或低的熱穩定性的相關問題。因此，儘管可能已使用了相同系列的層，但是不同製造操作可能是必要的，以便形成相對於基極接觸的不同厚度的射極接觸。n+型 InGaP 層 312 或其它的替代物，諸如圖 2 的超晶格 216 以及前面所討論的其它材料，允許相同的 Pt/Ti/Pt/Au 金屬化方案使用於形成射極接觸 324 同時形成基極接觸 314。

【0037】 射極接觸 324 可以包括第一 Pt 層 326。第一 Pt 層 326 可以形成在 n+型 InGaP 層 312 層上，並且可以擴散通過 n+型 InGaP 層 312 以與 n+型 InGaAs 層 310 接觸。控制擴散使得 Pt 擴散界面位在 n+型 InGaAs 層 310，會導致根據需要的具有高的熱穩定性的低電阻接觸。如先前所討論的，在一些實施例中，n+型 InGaP 層 312 的厚度可以約等於 n 型 InGaP 射極層 304

的厚度。在這些實施例中，基極接觸 314 的第一 Pt 層 316 的擴散可以大約等於所述射極接觸 324 的第一 Pt 層 326 的擴散。

【0038】 射極接觸 324 可以進一步包括形成在第一 Pt 層 326 上的 Ti 層 328。射極接觸 324 還可以包括形成在 Ti 層 328 上的第二 Pt 層 330，以及形成在第二 Pt 層 330 上的 Au 層 332。射極接觸 324 的層 326-332 可以透過與形成基極接觸 324 的層 316-322 的同一金屬化製程來形成。共用金屬化製程的使用以形成射極接觸 324 和基極接觸 314 兩者可以藉由消除個別的射極接觸製造操作而減少製造操作的次數，節省了時間和/或金錢。

【0039】 圖 4 說明了根據各實施例的用於製造如 IC 元件 100、200 或 300 的 IC 元件的方法 400 的流程圖。

【0040】 方法 400 開始於形成 GaAs 基極層的步驟 404。這可以包括形成諸如圖 1-3 的 102、202 或 302 的 p+型砷化鎵基極層。可以使用任何合適的技術，包括但不限於，藉由分子束磊晶 (MBE)、原子層磊晶 (ALE)、化學束磊晶 (CBE) 及/或金屬有機物化學氣相沉積 (MOCVD) 的磊晶沉積，以形成參照方法 400 所討論的各種層。

【0041】 方法 400 可以繼續步驟 408 的 GaAs 基極層上形成 InGaP 射極層。這可以包括形成例如圖 1-3 的 104、204 或 304 的 n 型 InGaP 射極層。

【0042】 方法 400 可以包括在步驟 412 的形成 InGaAs 層。這可以包括形成例如圖 1-3 的 110、210 或 310 的 n+型 InGaAs 層。其他操作可以是製造過程中的一部分，但為了清楚起見而不特別關於方法 400 討論。例如，製造方法可以包括包括 n+型 GaAs 層 (例如 106、206 或 306)、漸變的 n+型 InGaAs 層 (如 108、208 或 308) 以及集極、子集極或緩衝層之額外層的形

成。

【0043】 方法 400 可以包括步驟 416 的在 InGaAs 層上形成擴散控制層。這可以包括形成例如圖 1 和 3 的 112 或 312 的 n+型 InGaP 層，或參照圖 2 所討論的超晶格 216。

【0044】 方法 400 可以包括步驟 420 的選擇性地去除材料，以暴露 InGaP 射極層的一部分。這可以包括在蝕刻操作（稱為射極平台蝕刻）或其他合適的材料去除技術。這還可以包括圖案化或遮罩操作，諸如光微影操作，以允許 InGaP 射極層在某些區域被暴露，而不在其他區域暴露。此操作可以去除例如 114 或 218 的射極堆疊的一個或多個層，以製備用於如 314 的基極接觸形成的結構。

【0045】 方法 400 可以包括步驟 424 的應用遮罩以定義基極和射極接觸區域。這可以包括 InGaP 射極層的暴露部分上定義一個或多個基極接觸區域以及在所述擴散控制層上定義一個或多個射極接觸區域。可以使用任何合適的遮罩技術來執行此操作。

【0046】 方法 400 可以包括步驟 426 的執行金屬化製程，以形成基極和射極接觸。所述操作可以使用包括金屬濺射或蒸發操作的任何合適的技術來執行。這可能包括一個或多個金屬層的形成，並且可以對應於參考圖 3 所討論的基極接觸 314 和射極接觸 324 的形成。在一些實施例中，這可以包括形成第一 Pt 層、Ti 層、第二 Pt 層和 Au 層。單一金屬化製程中，諸如 Pt/Ti/Pt/Au 方案可以用於同時形成基極和射極接觸兩者。

【0047】 圖 5 說明用於執行金屬化製程以形成諸如圖 3 的 314 和 324 的基極和射極接觸之方法 500 的流程圖。所述方法 500 可以對應於結合上面



討論的方法 400 的步驟 426 操作之金屬化製程。

【0048】 所述方法 500 開始於步驟 504 的第一 Pt 層形成在使 InGaP 射極層的一部分上和擴散控制層的一部分上。這可以包括形成圖 3 的第一 Pt 層 316 和 326。在 InGaP 射極層上形成的第一 Pt 層的部分可以與基極接觸（如 314）相關聯，而在擴散控制層上形成的第一 Pt 層的部分可以與射極接觸（如 324）相關聯。針對步驟 504、508、512 和 516 中每一個，可以使用包括濺射操作的任何合適的技術。

【0049】 方法 500 可以繼續在步驟 508 中的形成 Ti 層在第一 Pt 層上。這可以包括形成圖 3 的 Ti 層 318 和 328。Ti 層可以用於防止以下討論的第二 Pt 層的擴散。

【0050】 方法 500 還可以包括在步驟 512 中的第二 Pt 層形成在鈦層上。這可以包括形成圖 3 的第二 Pt 層 320 和 330。

【0051】 方法 500 還可以包括在步驟 516 中的 Au 層形成在第二 Pt 層上。這可以包括形成圖 3 的 Au 層 322 和 332。

【0052】 各種操作被依次描述為多個分立的操作，這種方式是最有助於理解所要求保護的主題內容。然而，描述的順序不應該被解釋為暗示這些操作一定是以此順序關係。尤其是，這些操作可以不以呈現的順序來執行。描述的操作可以與所述的實施例不同的順序來執行。各種額外的操作可以被執行及/或所描述的操作可以在額外的實施例中省略。

【0053】 IC 元件，例如 IC 元件 100、200 或 300，可以併入各種裝置和系統。雖然貫穿圖 6 的顯示為 100，但是與本文所描述的技術一致的任何 IC 元件，包括不限於，IC 元件 200 和/或 300，可以替代 IC 元件 100。示例

性系統 600 的框圖被示於圖 6。如所示，系統 600 包括功率放大器（PA）模組 602，其可以是在一些實施例中的射頻（RF）功率放大器模組。系統 600 可以包括收發器 604，其與示出的功率放大器模組 602 耦合。功率放大器模組 602 可以包括 IC 元件，例如，在此描述的 IC 元件 100。

【0054】 所述功率放大器模組 602 可以接收來自收發器 604 的 RF 輸入信號 RFin。功率放大器模組 602 可以放大所述 RF 輸入信號 RFin，以提供 RF 輸出信號 RFout。RF 輸入信號 RFin 和 RF 輸出信號 RFout 都可以是傳送鏈的一部分，其分別在圖 6 中藉由 Tx-RFin 和 Tx-RFout 指示。

【0055】 放大的 RF 輸出信號 RFout 可以經由天線結構 608 被提供給天線開關模組（ASM）606，其導致 RF 輸出信號 RFout 的空中下載（over-the-air，OTA）傳輸。ASM 606 還可以經由天線結構 608 來接收 RF 信號並且沿著接收鏈來將所接收的 RF 信號 Rx 耦合到收發器 604。在一些實施例中，收發器 604 可以附加地/備選地包括例如，低雜訊放大器中的 IC 元件 100。

【0056】 在各種實施例中，天線結構 608 可以包括適於 RF 信號的 OTA 傳輸/接收的一個或多個定向和/或全向天線，包括，例如，偶極天線、單極天線、貼片天線、環形天線、微帶天線或任何其它類型天線。

【0057】 在一些實施例中，系統 600 可以包括功率調節器 610，其附加地/備選地包括 IC 元件，諸如 IC 元件 100。功率調節器 610 可以與系統 600 的各種組件耦合，並且提供電源到系統 600 的各種組件，其中各種組件例如，但不限於，功率放大器模組 602 和收發器 604。在這些實施例中，IC 元件 100 可以提供用於包括功率調節應用的功率開關應用之有效的開關元

件，諸如，例如交流（AC）-直流（DC）轉換器、DC-DC 變換器、DC-AC 轉換器和類似物。

【0058】 在各種實施例中，系統 600 可以是特別使用於在高射頻功率和頻率的功率放大器。例如，所述系統 600 可以是適合於地面和衛星通信、雷達系統以及可能在各種工業和醫療應用中任何一個或多個。更具體地，在各種實施例中，系統 600 可以是雷達元件、衛星通信裝置、行動手持元件、蜂窩式電話基地台、廣播無線電或電視放大器系統中所選定的一個。

【0059】 儘管為了描述的目的，某些實施例已在本文被圖示和描述，但是各種替換和/或等效實施例或計算以實現相同目的的執行方式可以代替示出和描述的實施例，而不脫離本公開內容的範圍。本申請案意圖涵蓋本文所討論的實施例的任何改編或變化。因此，顯然意圖的是本文所描述的實施例僅藉由申請專利範圍及其等效物來限定。

#### 【符號說明】

##### 【0060】

|     |                  |
|-----|------------------|
| 100 | IC 元件            |
| 102 | p+型砷化鎵基極層        |
| 104 | n 型 InGaP 射極層    |
| 106 | n+型 GaAs 層       |
| 108 | 漸變的 n+型 InGaAs 層 |
| 110 | n+型 InGaAs 層     |
| 112 | n+型 InGaP 層      |
| 114 | 射極堆疊             |

|     |                  |
|-----|------------------|
| 200 | IC 元件            |
| 202 | p+型砷化鎵基極層        |
| 204 | n 型 InGaP 射極層    |
| 206 | n+型 GaAs 層       |
| 208 | 漸變的 n+型 InGaAs 層 |
| 210 | n+型 InGaAs 層     |
| 212 | n+型 GaAs 層       |
| 214 | n+型 InGaAs 層     |
| 216 | 超晶格              |
| 218 | 射極堆疊             |
| 300 | IC 元件            |
| 302 | p+型砷化鎵基極層        |
| 304 | n 型 InGaP 射極層    |
| 306 | n+型 GaAs 層       |
| 308 | 漸變的 n+型 InGaAs 層 |
| 310 | n+型 InGaAs 層     |
| 312 | n+型 InGaP 層      |
| 314 | 基極接觸             |
| 316 | 第一 Pt 層          |
| 318 | Ti 層             |
| 320 | 第二 Pt 層          |
| 322 | Au 層             |

|         |         |
|---------|---------|
| 324     | 射極接觸    |
| 326     | 第一 Pt 層 |
| 328     | Ti 層    |
| 330     | 第二 Pt 層 |
| 332     | Au 層    |
| 400     | 方法      |
| 404-426 | 步驟      |
| 500     | 方法      |
| 504-516 | 步驟      |
| 600     | 系統      |
| 602     | 功率放大器模組 |
| 604     | 收發器     |
| 606     | 天線開關模組  |
| 608     | 天線結構    |
| 610     | 功率調節器   |

I655773

## 發明摘要

※ 申請案號：104101406

※ 申請日：104/01/16

※IPC 分類：H01L 29/737 (2006.01)

H01L 21/8252 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

異質接面雙極性電晶體、電子系統和製造異質接面雙極性電晶體的方法

HETEROJUNCTION BIPOLAR TRANSISTORS, ELECTRONIC SYSTEMS  
AND METHODS OF MAKING A HETEROJUNCTION BIPOLAR  
TRANSISTOR

## 【中文】

本發明揭露的實施例描述了一種積體電路(IC)元件的裝置、方法和系統。所述 IC 元件包括作為射極磊晶結構的一部分之擴散控制層。所述 IC 元件可利用共同金屬化方案，以同時形成射極接觸和基極接觸。其他實施例也可以被描述及/或要求保護。

## 【英文】

Embodiments of the present disclosure describe apparatuses, methods, and systems of an integrated circuit (IC) device. The IC device includes a diffusion control layer as part of an emitter epitaxial structure. The IC device may utilize a common metallization scheme to simultaneously form an emitter contact and a base contact. Other embodiments may also be described and/or claimed.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第（ 4 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

400            方法

404-426       步驟

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

無

# 申請專利範圍

1.一種異質接面雙極性電晶體，包括：

砷化鎵（GaAs）基極層；

形成在所述砷化鎵基極層上的磷化銦鎵（InGaP）射極層；

形成在所述磷化銦鎵射極層上的射極磊晶結構，包括：

砷化銦鎵（InGaAs）層；以及

形成在所述砷化銦鎵層上的擴散控制層；

與所述砷化鎵基極層或所述磷化銦鎵射極層中的至少一個耦合的基極接觸；以及

與所述擴散控制層耦合的射極接觸，其中所述擴散控制層包括超晶格結構，其具有第一材料和第二材料的交替層。

2.根據申請專利範圍第1項的異質接面雙極性電晶體，其中所述基極接觸和所述射極接觸具有共同金屬化結構。

3.根據申請專利範圍第2項的異質接面雙極性電晶體，其中所述共同金屬化結構包括：

第一鉑（Pt）層；

形成在所述第一鉑層上的鈦（Ti）層；

形成在所述鈦層上的第二鉑層；以及

形成在所述第二鉑層上的金（Au）層。

4.根據申請專利範圍第3項的異質接面雙極性電晶體，其中所述射極接觸的所述第一鉑層延伸通過所述擴散控制層並且部分延伸進入所述砷化銦鎵層。



5.根據申請專利範圍第1項的異質接面雙極性電晶體，其中所述擴散控制層包括磷化銦鎵、砷化鎵、磷化銦（InP）、砷化銦鋁（InAlAs）、砷化鋁鎵（AlGaAs）或砷化銦鎵中至少一個。

6.根據申請專利範圍第5項的異質接面雙極性電晶體，其中所述擴散控制層是具有約300到500埃厚度的磷化銦鎵層。

7.根據申請專利範圍第5項的異質接面雙極性電晶體，其中所述擴散控制層是磷化銦鎵層，其厚度約等於所述磷化銦鎵射極層的厚度。

8.根據申請專利範圍第1項的異質接面雙極性電晶體，其中所述第一材料是砷化銦鎵以及所述第二材料是砷化鎵、磷化銦（InP）、砷化銦鋁（InAlAs）、磷化銦鎵或砷化鋁鎵（AlGaAs）中的一者。

9.根據申請專利範圍第1項的異質接面雙極性電晶體，其中所述超晶格結構含有至少三個週期，每個週期包括一層具有厚度約20-100埃之間的所述第一材料以及一層具有厚度約20-100埃之間的所述第二材料。

10.根據申請專利範圍第1項的異質接面雙極性電晶體，其中所述射極磊晶結構進一步包括：

形成在所述磷化銦鎵射極層上的砷化鎵層；以及

形成在所述砷化鎵層上的漸變砷化銦鎵層，

其中所述砷化銦鎵層形成在所述漸變砷化銦鎵層上。

11.一種電子系統，包括：

收發器，用於發送和接收射頻（RF）信號；以及

異質接面雙極性電晶體（HBT），併入於所述收發器內或與所述收發器耦合，所述異質接面雙極性電晶體包括：

砷化鎵 (GaAs) 基極層；

形成在所述砷化鎵基極層上的磷化銦鎵 (InGaP) 射極層；

形成在所述磷化銦鎵射極層上的射極磊晶結構，包括：

砷化銦鎵 (InGaAs) 層；以及

形成在所述砷化銦鎵層上的擴散控制層；

與所述砷化鎵基極層或所述磷化銦鎵射極層中的至少一個耦合的基極接觸；以及

與所述擴散控制層耦合的射極接觸，其中所述擴散控制層包括超晶格結構，其具有第一材料和第二材料的交替層。

12. 根據申請專利範圍第11項的電子系統，進一步包括功率放大器或功率調節器的至少一個，其中所述功率放大器或所述功率調節器的至少一個包括所述異質接面雙極性電晶體。

13. 一種製造異質接面雙極性電晶體的方法，包括：

提供基板，其包括砷化鎵 (GaAs) 基極層、在所述砷化鎵基極層上的磷化銦鎵 (InGaP) 射極層、砷化銦鎵 (InGaAs) 層以及在所述砷化銦鎵層上的擴散控制層，其中提供所述擴散控制層包括形成包括第一材料和第二材料的交替層來建立超晶格結構；

選擇性地去除材料，以暴露所述磷化銦鎵射極層的至少一部分；以及

執行金屬化製程，以同時形成基極接觸和射極接觸。

14. 根據申請專利範圍第13項的方法，其中執行所述金屬化製程包括：

在所述磷化銦鎵射極層的暴露部分上和所述擴散控制層的至少一部分上形成第一鉑 (Pt) 層；

在所述第一鉑層上形成鈦 (Ti) 層；

在所述鈦層上形成第二鉑層；以及

在第二鉑層上形成金 (Au) 層。

15.根據申請專利範圍第13項的方法，進一步包括在執行金屬化製程之前，運用遮罩以至少定義基極接觸區域和射極接觸區域。

16.一種製造異質接面雙極性電晶體的方法，包括：

形成砷化鎵 (GaAs) 基極層；

在所述砷化鎵基極層上形成磷化銦鎵 (InGaP) 射極層；

形成砷化銦鎵 (InGaAs) 層；以及

在所述砷化銦鎵層上形成擴散控制層，所述擴散控制層包括超晶格結構，所述超晶格結構包括第一材料和第二材料的交替層。

17.根據申請專利範圍第16項的方法，其中，形成所述擴散控制層包括形成一層的磷化銦鎵、砷化鎵、磷化銦 (InP)、砷化銦鋁 (InAlAs)、砷化鋁鎵 (AlGaAs) 或砷化銦鎵中至少一個。

18.根據申請專利範圍第16項的方法，其中，形成所述擴散控制層包括形成磷化銦鎵層，其厚度約等於所述磷化銦鎵射極層的厚度。

19.根據申請專利範圍第16項的方法，其中所述第一材料是砷化銦鎵以及所述第二材料是砷化鎵、磷化銦、砷化銦鋁、磷化銦鎵或砷化鋁鎵中的一者。

圖式

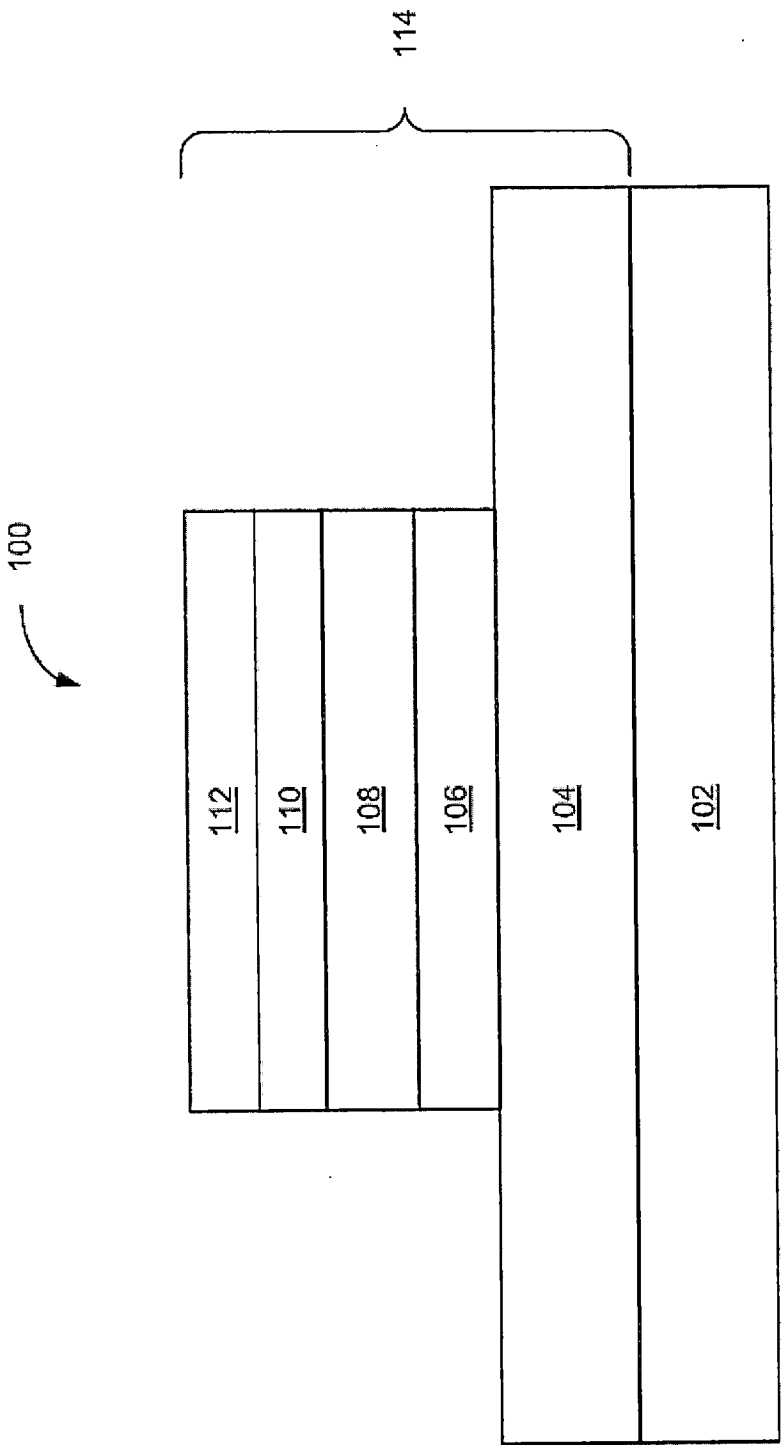


圖1

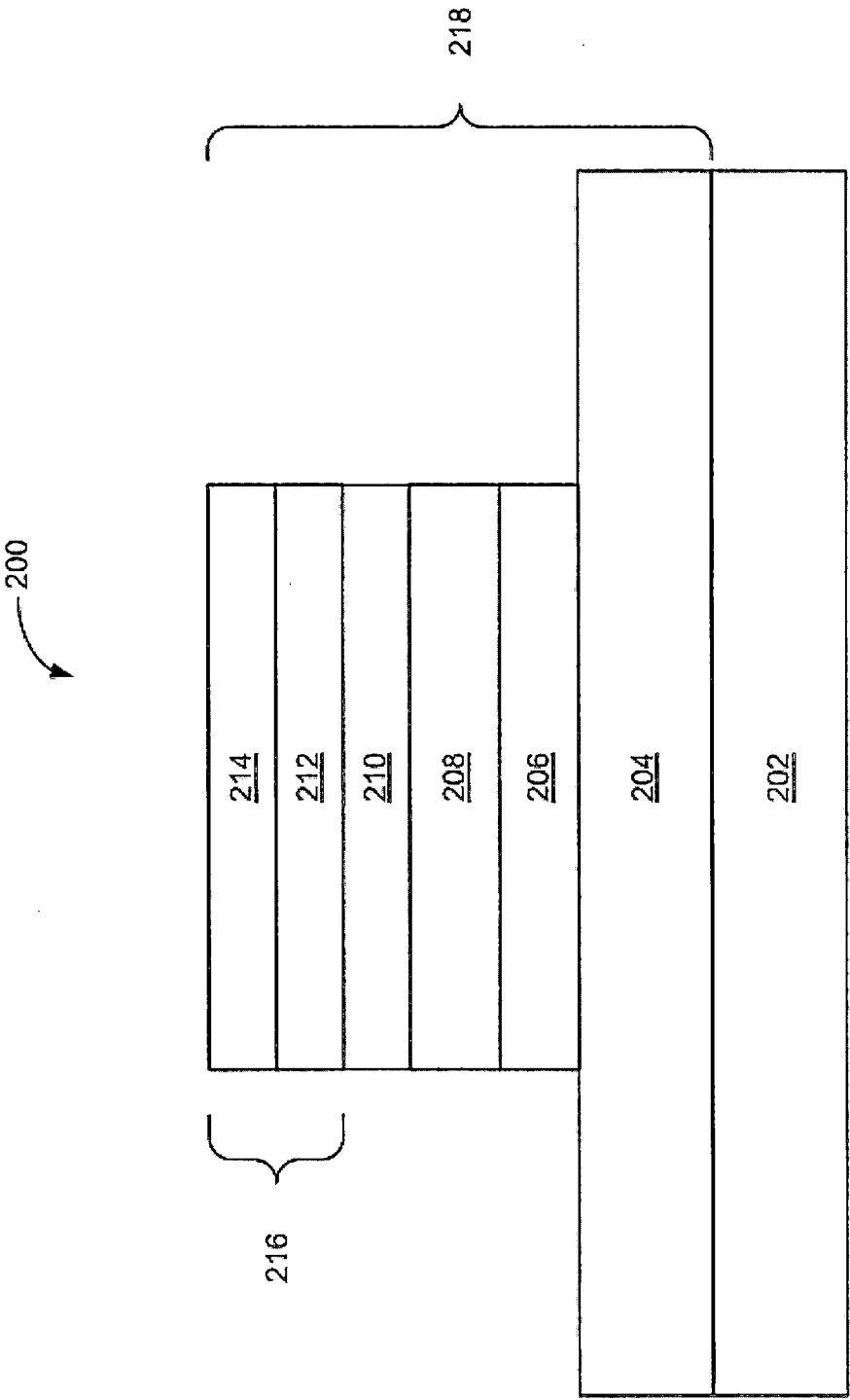


圖2

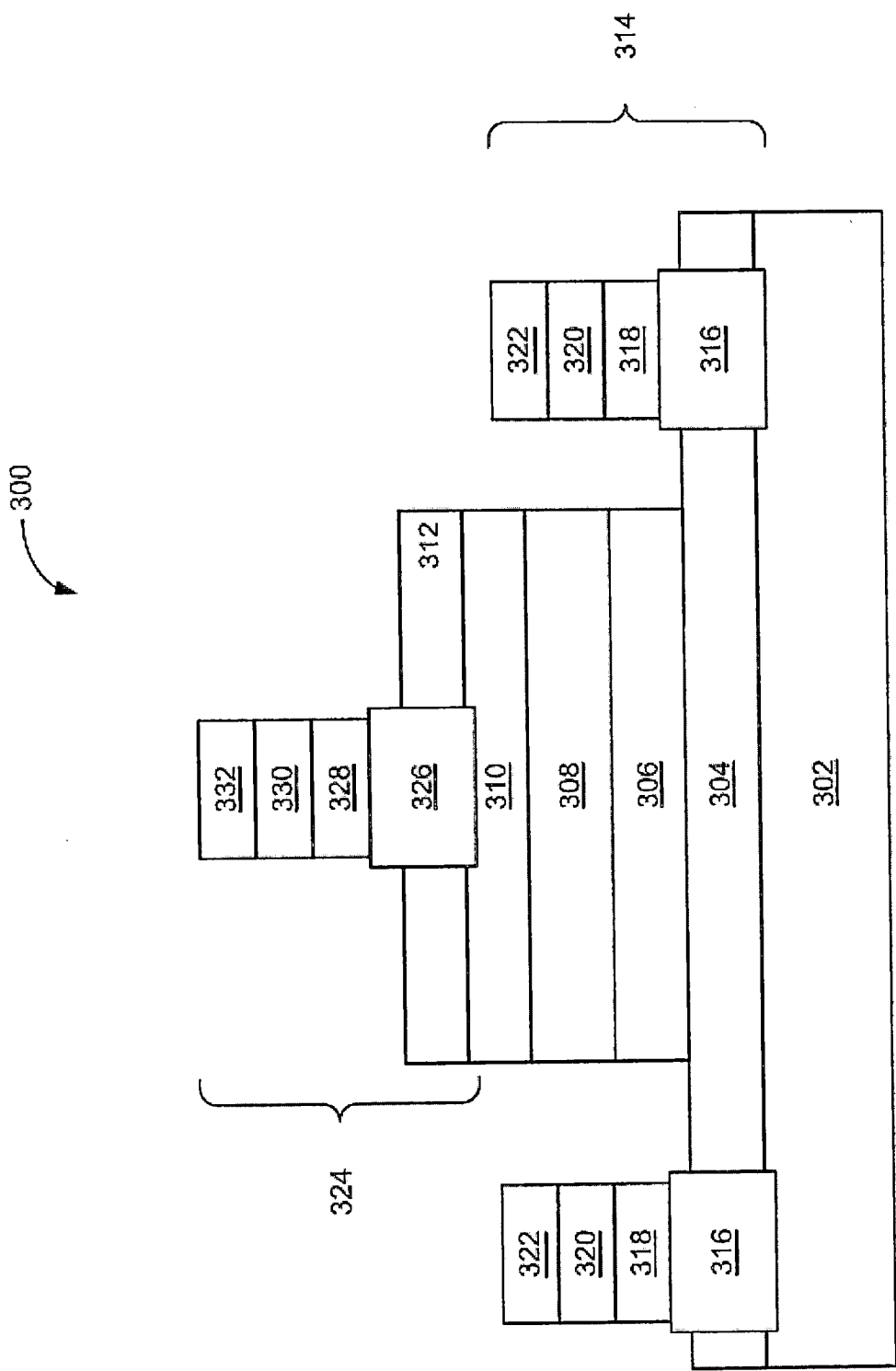


圖3

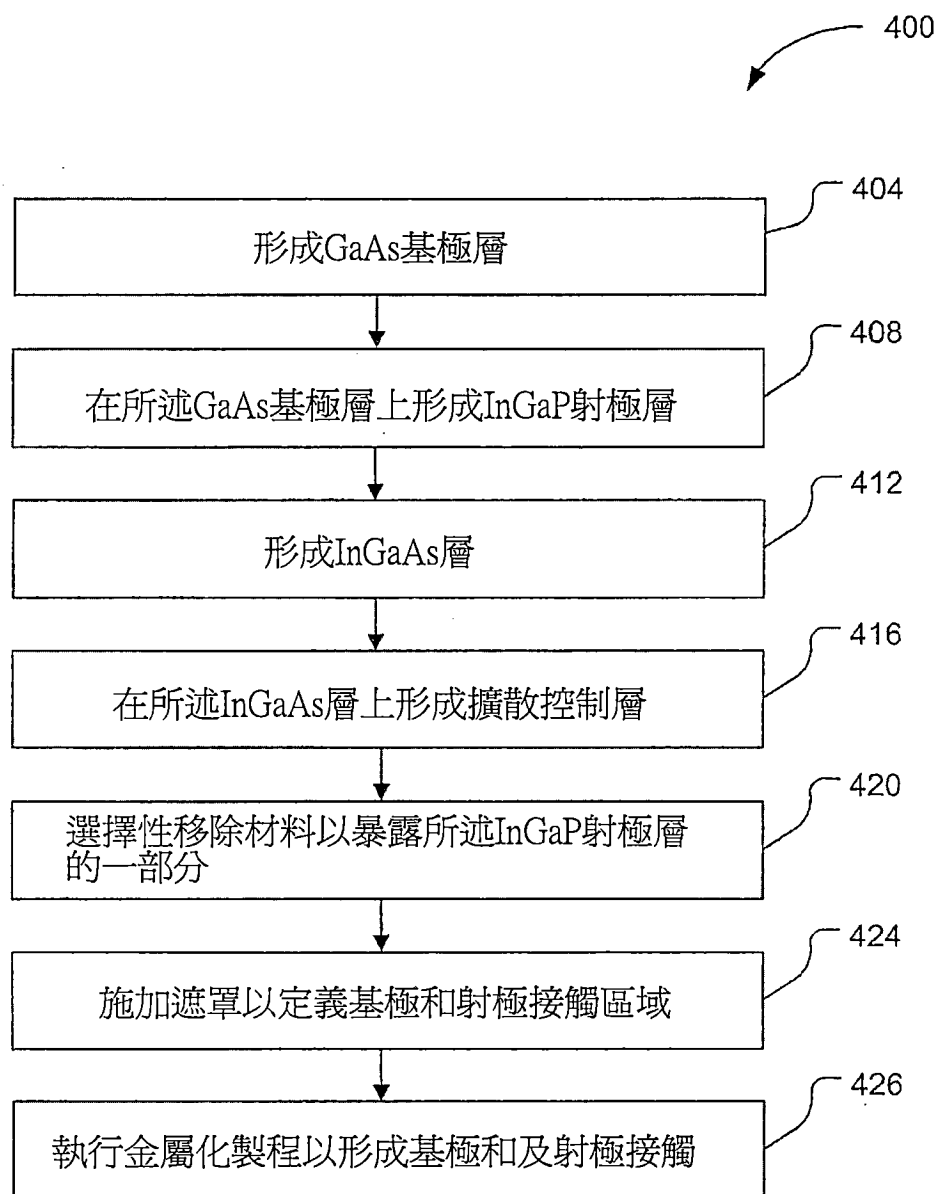


圖4