

公3售0本89

申請日期

91. 7. 17

案號

P1115966

類別

H01L 21/205 (2006.01)

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法

中文

發明名稱

英文

姓名
(中文)

1. 吳耀銓
2. 林沛彥

發明人

姓名
(英文)

1. Yew-Chung Sermon Wu
2. Pei-Yen Lin

國籍

1. 中華民國 2. 中華民國

住、居所

1. 台中市西區吉龍里五權西五街144號
2. 台北市士林區中山北路七段114巷10弄2號3樓

姓名
(名稱)
(中文)

1. 國立交通大學

姓名
(名稱)
(英文)

1. National Chiao Tung University

國籍

1. 中華民國

申請人

住、居所
(事務所)

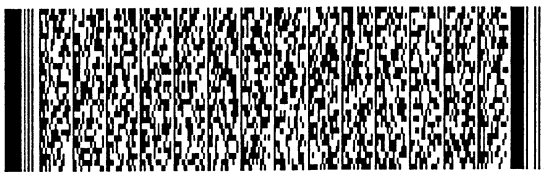
1. 新竹市大學路1001號

代表人
姓名
(中文)

1. 張俊彥

代表人
姓名
(英文)

1. Chun-Yen Chang



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

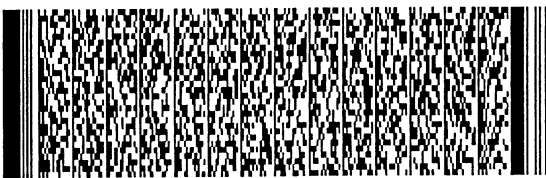
寄存號碼

無

四、中文發明摘要 (發明之名稱：轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法)

本案係在提供一種轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，該方法包括下列步驟：(a) 提供一第一基板；(b) 形成一第一磊晶層於該第一基板上；(c) 形成一遮罩層於該第一磊晶層上，並蝕刻該遮罩層以形成至少一圖案；(d) 形成一第二磊晶層於該遮罩層上；(e) 接合一第二基板於該第二磊晶層上，該第二基板與該第二磊晶層間之接合介面視需要可加入不同之接合媒介層；以及(f) 濕式蝕刻該遮罩層，並分離該第二磊晶層與該第一磊晶層，以致獲得具有該第二磊晶層之該第二基板。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



五、發明說明 (1)

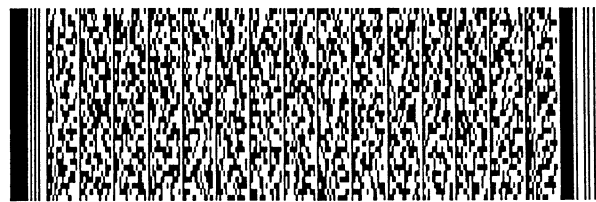
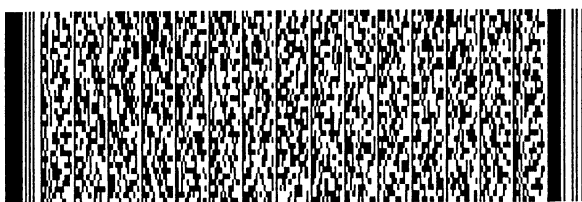
發明領域

本案係有關於一種轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，尤指一種轉移側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層之方法。

發明背景

一般如發光二極體 (light emitting diode) 及半導體雷射 (semiconductor laser diode) 等廣泛應用之光電元件主要是由半導體材料所構成，而此類半導體元件則多半透過磊晶 (epitaxy) 製程生長於磊晶基板上，但不同磊晶基板與不同半導體材料間的晶格常數 (lattice constant) 卻必須互相配合才能成長出高品質的半導體材料，以獲得高效能的半導體元件，但受限的磊晶基板卻限制了該半導體材料的應用範圍與效能，故這些半導體磊晶層材料與元件結構常常需要從原有的磊晶基板上被分離，然後再轉移到另一種晶格常數不允許該半導體材料生長的基板之上，以增加該半導體材料的應用價值。

以氮化鎵 (GaN) 為例，目前氮化鎵因成長塊材 (bulk material) 不易而並不存在氮化鎵磊晶基板，一般均需磊晶在它種材料之基板上，但常用於氮化鎵之磊晶基板卻因具有某些不良於元件操作或商業大量生產的性質，如：不導電、不易切割、不易散熱等等...，而對應用廣泛的氮化鎵材料造成了使用可能性與效能上的限制。故現今會使用晶圓接合法 (wafer bonding) 搭配基板去除 (substrate remove) 或轉移 (substrate transfer) 技



五、發明說明 (2)

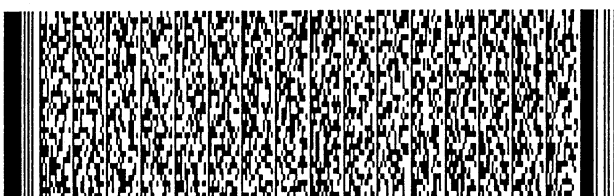
術，將氮化鎵磊晶層轉移至其他材料之基板上，以增加氮化鎵之應用性。

目前分離氮化鎵基板之技術包括雷射移除法 (laser lift off) 與離子佈植分離法 (smart cut)，但兩者均有其應用之限制與缺點。一般而言，雷射移除法受限於較小之雷射光束打點面積 (spot size)，使得其僅適用於分離小區域的氮化鎵磊晶層，而除此缺點外，不易均勻之雷射光束能量分佈，會造成氮化鎵不同區域之熱分解程度不同；再者，因無法精確的控制氮化鎵磊晶層與基板之間介面的分解步驟，所以造成雷射移除法分離後的部分氮化鎵磊晶層會因不均勻的熱分解而表面粗糙，甚至於分離過程中承受不均勻的熱震 (thermal shock) 而使得元件效能降低或無法使用。最後，雷射昂貴的設備與較小的產能也不適合大量的生產製造與降低成本。

至於離子佈植法，則是在晶圓接合前於磊晶層中植入離子，然後再進行晶圓接合，並加熱以分離磊晶層。但離子植入氮化鎵磊晶層的過程中，會破壞磊晶層的晶體結構，增加磊晶層的缺陷密度，而影響磊晶層中的元件效能或材料品質，因此，並不適於以商業用途為目的之半導體磊晶層轉移。

此外，此兩種方法都有不適合大面積氮化鎵磊晶層轉移、轉移後所得的磊晶層品質較差，磊晶基板不可重複利用，以及造成製程成本偏高等共同的缺點。

職是之故，申請人見於習知技術之缺失，乃經悉心試



五、發明說明 (3)

驗與研究，並一本鍥而不捨之精神，終研發出本案之「轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法」。

發明概述

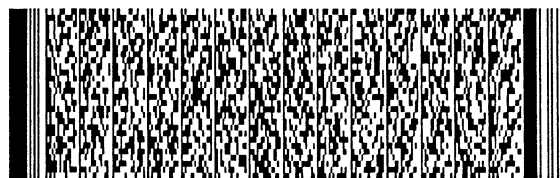
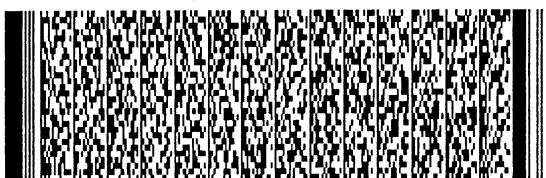
本發明之主要目的在於提供一轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，將該側向覆蓋生長磊晶層轉移至所需之基板上，而不傷及原有之生長基板與該側向覆蓋生長磊晶層。

本發明之另一目的在於轉換一氮化鎵側向覆蓋生長磊晶層至另一可選擇之基板上，而得到一品質良好、缺陷密度少之氮化鎵側向覆蓋生長磊晶層，並提供氮化鎵側向覆蓋生長磊晶層不同之使用途徑。

本發明之又一目的在提供一種轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，該方法包括下列步驟：(a) 提供一第一基板；(b) 形成一第一磊晶層於該第一基板上；(c) 形成一遮罩層於該第一磊晶層上，並蝕刻該遮罩層以形成至少一圖案；(d) 形成一第二磊晶層於該遮罩層上；(e) 接合一第二基板於該第二磊晶層上，該第二基板與該第二磊晶層間之接合介面可視需要而加入不同之一接合媒介層；以及(f) 蝕刻該遮罩層，並分離該第二磊晶層與該第一磊晶層，以致獲得具有該第二磊晶層之該第二基板。

根據上述構想，該第一基板係選自砷化鎵、氧化鋁 (sapphire)、碳化矽 (SiC)、矽 (Si) 及任何可磊晶生長氮化鎵之基板。

根據上述構想，該第一磊晶層係包含一低溫緩衝層



五、發明說明 (4)

(Low Temperature Buffer Layer, LT-Buffer Layer) 及一高溫磊晶層。

當然，該低溫緩衝層之材質係選自氮化鎵、氮化鋁、氮化鎵鋁及任何可增進氮化鎵磊晶層品質之材料。

當然，該低溫緩衝層係形成於攝氏600-700度，其沈積厚度約200-500埃。

當然，該高溫磊晶層係包含氮化鎵材質。

當然，該高溫磊晶層係形成於攝氏1000-1100度，其沈積厚度約1.5微米。

根據上述構想，該遮罩層係為金屬及陶瓷材質其中之一。

當然，其中該金屬材質係包含鎢。

當然，其中該陶瓷材質係包含氮化矽、二氧化矽其中之一。

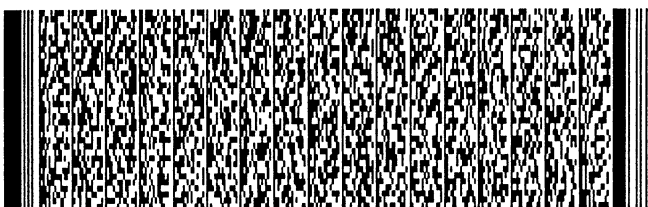
根據上述構想，該至少一圖案可為點狀(dot)及條狀(line)開口。

根據上述構想，其中該步驟(d)更可包含一步驟(d1)形成一接合媒介層於該第二磊晶層上。

當然，其中該接合媒介層係包含鈮、鈦、銻、金、鎳及其混合多層其中之一。

根據上述構想，其中該第二磊晶層係為一側向覆蓋生長磊晶層。

根據上述構想，其中該第二磊晶層係包含氮化鎵(GaN)材質。



五、發明說明 (5)

根據上述構想，其中該步驟(e)更可包含一步驟(e1)形成一接合媒介層於該第二基板上。

當然，其中該接合媒介層係包含鈮、鈦、銻、金、鎳及其混合多層其中之一。

根據上述構想，該第二基板係包含矽材質。

根據上述構想，該接合係為一晶圓接合。

當然，該晶圓接合更包括一熱處理(thermal anneal)步驟。

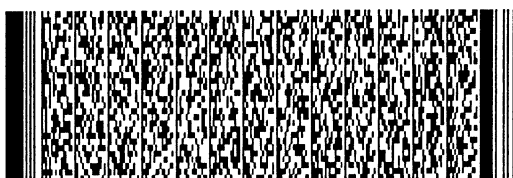
根據上述構想，該步驟(f)之該蝕刻步驟係為一濕式蝕刻。

本案之次一目的為提供一種轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，該方法包括下列步驟：(a) 提供一第一基板；(b) 形成一第一磊晶層於該第一基板上；(c) 形成一遮罩層於該第一磊晶層上，並蝕刻該遮罩層以形成至少一圖案；(d) 形成一第二磊晶層於該遮罩層上；(e) 蝕刻該遮罩層；以及(f) 接合一第二基板於該第二磊晶層上，並分離該第二磊晶層與該第一磊晶層，以致獲得具有該第二磊晶層之該第二基板。

根據上述構想，該第一磊晶層係包含一低溫緩衝層(Low Temperature Buffer Layer, LT-Buffer Layer)及一高溫磊晶層。

根據上述構想，其中該步驟(d)更可包含一步驟(d1)形成一接合媒介層於該第二磊晶層上。

根據上述構想，其中該第二磊晶層係為一側向覆蓋生



五、發明說明 (6)

長磊晶層。

根據上述構想，該步驟(e)之該蝕刻步驟係為一濕式蝕刻。

根據上述構想，該接合係為一晶圓接合。

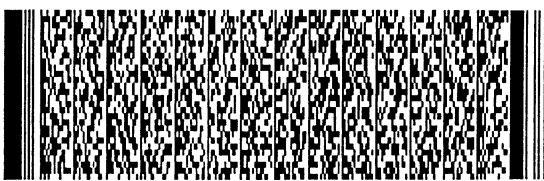
當然，該晶圓接合更包括一熱處理(thermal anneal)步驟。

根據上述構想，其中該步驟(f)更可包含一步驟(f1)形成一接合媒介層於該第二基板上。

較佳實施例說明

本案之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，將可由以下的實施例說明而得到充分瞭解，使得熟習本技藝之人士可以據以完成之，然本案之實施並非可由下列實施例而被限制其實施型態。

請參閱第一圖，其係為根據本案構想轉移側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層之較佳實施例之製造方法及步驟示意圖。如第一圖(a)所示，一第一氮化鎵磊晶層112形成於一第一基板111上，通常，形成氮化鎵磊晶層之基板多為氧化鋁(sapphire)基板，因其晶格常數與晶體結構適合成長氮化鎵之磊晶層，而可得高品質之氮化鎵磊晶層，但其卻有不易切割、不易導電等缺點。在本案之較佳實施例中，第一氮化鎵磊晶層112係包含一低溫氮化鎵磊晶層1121(低溫緩衝層)及一高溫氮化鎵磊晶層1122，而該低溫氮化鎵磊晶層1121係為該第一基板111上所沈積厚度約



五、發明說明 (7)

200-500 埃之氮化鎵或氮化鋁層，其沈積溫度約在攝氏 600-700 度；該高溫氮化鎵磊晶層 1122 則為該低溫氮化鎵磊晶層 1121 上所沈積厚度約 1.5 微米之氮化鎵層，其沈積溫度約在攝氏 1000-1100 度。而本實施例中，該第一基板、該低溫氮化鎵磊晶層及該高溫氮化鎵磊晶層則共同組成了一磊晶層組合基板。

接著，於該第一氮化鎵磊晶層 112 上再形成一遮罩層 113，並利用蝕刻在該遮罩層 113 上做出一圖案 114，此圖案可為點狀或條狀開口，其中該遮罩層 113 之材質可為二氧化矽、氮化矽或鎢等金屬或陶瓷。再者，如第一圖 (b) 所示，形成一第二氮化鎵磊晶層 121 於該遮罩層 113 上，該第二側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層 121 係經由一側向覆蓋生長製程 (epitaxy lateral overgrowth) 所形成，且該製程需進行至生長出之側向覆蓋氮化鎵晶體平行於基板之表面且平整為止 (於此製程中，側向覆蓋生長晶體可合併 (coalescence) 完成，或未合併完成，僅需個別晶粒表面平整即可)，同時其形成溫度約在攝氏 1000-1100 度之間。然後，一第二基板 122 (所欲轉移之基板) 與該第二側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層 121 進行晶圓接合 (wafer bonding) 的步驟，以將該第二基板 122 接合至該第二側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層 121，其中該第二基板之材質並不限定，視轉移後之用途、需要而定，而接合時之溫度也視對接材料而定。同時，亦視情況需要，可於該第二基板 122 與該第二側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層 121 上分別鍍覆一



五、發明說明 (8)

晶圓接合媒介層131，該媒介層可為單層或多層結構，其材料可為鈮、鈦、銻、金、鎳等金屬。

之後，利用濕式蝕刻的方法，將完成以上步驟之晶圓接合組合 (wafer bonding assembly) 10 放入蝕刻液中，蝕刻該遮罩層113，而形成一懸空式結構，如第一圖 (c) 所示。其中蝕刻液之選擇視遮罩材料及基板轉移材料而決定，以能快速蝕刻遮罩層且不影響其他基板及磊晶層者為佳。最後，如第一圖 (d) 所示，將第一氮化鎵磊晶層112與該第二側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層121分離，即可得到覆蓋有該第二側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層121之該第二基板122。

在本案較佳實施例之晶圓接合製程，除了提供該第二氮化鎵磊晶層121一個新的支撐基材外，更會因基板與氮化鎵熱膨脹係數 (Thermal Expansion Coefficient) 之差異，而在晶圓接合之熱處理 (anneal) 過程中，造成應力集中 (stress concentration) 於接點上，而促進基材與磊晶基板之分離。同時，濕式蝕刻因具有高選擇比、不破壞磊晶層、低成本及適合大尺寸等優點，而為一適合本案之去除遮罩層的方式。並且，在基板分離後，由該第一基板、該低溫氮化鎵磊晶層及該高溫氮化鎵磊晶層所共同組成之磊晶基板並不受濕式蝕刻法破壞，可重複使用，降低生產成本。最重要的是，轉移之側向覆蓋生長磊晶層的缺陷 (defect) 密度少，對於將來應用於元件時，可增加使用壽命及效能。

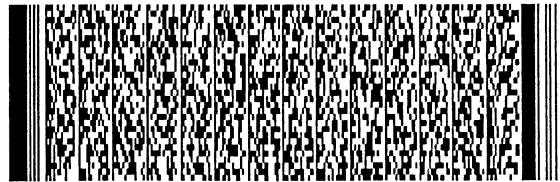
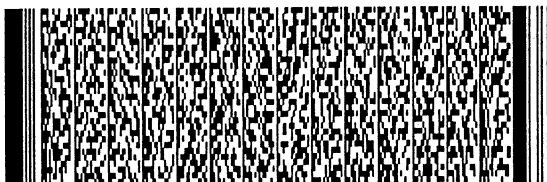


五、發明說明 (9)

另，有關本案轉移基板之實施步驟，並不侷限於以上之順序，施行步驟可以在晶圓接合該第二基板至第二側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層前，先行蝕刻該遮罩層，即先形成懸空的結構，接著，再進行晶圓接合，並同時利用晶圓接合過程中熱處理的步驟，促進之後分離的過程。

綜上所述，本案之製程方法可以將高品質之側向覆蓋生長氮化鎵磊晶層轉移至各類型基板，除了可提供各種用途使用外，也可同時解決現存基板所帶來製程或使用上之各種問題，如：不導電、不易切割、不易散熱及材料成本高等問題；同時，也克服了現存基板轉移方法的缺點，如：氮化鎵磊晶層受損、不適合大尺寸商業化及成本昂貴等問題；而且，本案對於製程之改進，並不需昂貴設備即可完成，更甚者，磊晶基板可以回收再使用，如此的同時也可以降低成本。因此，本發明實具產業發展之價值。

本案得由熟悉此技藝之人任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請範圍所欲保護者。



圖式簡單說明

本案藉由下列圖示及詳細說明，俾得一更深入瞭解：

第一圖 (a) ~ (d)：其係為根據本案構想轉移氮化鎵磊晶層之較佳實施例之製造方法及步驟示意圖。

本案圖式中所包含之各元件列示如下：

第一基板111

第一氮化鎵磊晶層112

低溫氮化鎵磊晶層1121

高溫氮化鎵磊晶層1122

遮罩層113

圖案114

第二側向覆蓋氮化鎵磊晶層121

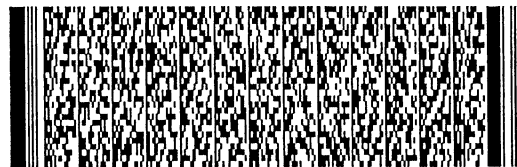
晶圓接合媒介層131

第二基板122



六、申請專利範圍

1. 一種轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，該方法包括下列步驟：
 - (a) 提供一第一基板；
 - (b) 形成一第一磊晶層於該第一基板上；
 - (c) 形成一遮罩層於該第一磊晶層上，並蝕刻該遮罩層以形成至少一圖案，其中該圖案為貫穿該遮罩層的一開口；
 - (d) 形成一第二磊晶層於該開口內及該遮罩層上，使該第二磊晶層藉由該開口而與該第一磊晶層相連接，其中該第二磊晶層係為一側向覆蓋生長磊晶層；
 - (e) 接合一第二基板於該第二磊晶層上，；以及
 - (f) 蝕刻該遮罩層，並分離該第二磊晶層與該第一磊晶層，致獲得具有該第二磊晶層之該第二基板。
2. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該第一基板係包含砷化鎵、氧化鋁 (sapphire)、碳化矽 (SiC) 及矽 (Si) 基板其中之一。
3. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該第一磊晶層係包含一低溫緩衝層 (Low Temperature Buffer Layer, LT-Buffer Layer) 及一高溫磊晶層。
4. 如申請專利範圍第3項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該低溫緩衝層之材質係包含氮化鎵、氮化鋁及氮化鎵鋁其中之一。
5. 如申請專利範圍第3項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層



六、申請專利範圍

之方法，其中該低溫緩衝層係形成於攝氏600-700度，其沈積厚度約200-500埃。

6. 如申請專利範圍第3項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該高溫磊晶層係包含氮化鎵材質。

7. 如申請專利範圍第3項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該高溫磊晶層係形成於攝氏1000-1100度，其沈積厚度約1.5微米。

8. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該遮罩層係為金屬及陶瓷材質其中之一。

9. 如申請專利範圍第8項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該金屬材質係包含鎢。

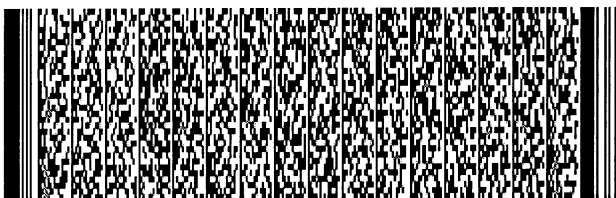
10. 如申請專利範圍第8項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該陶瓷材質係包含氮化矽、二氧化矽其中之一。

11. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該至少一圖案可為點狀(dot)及條狀(line)開口其中之一。

12. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該步驟(d)更可包含一步驟(d1)形成一接合媒介層於該第二磊晶層上。

13. 如申請專利範圍第12項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該接合媒介層係包含鈮、鈦、銻、鎳、金及其混合多層其中之一。

14. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶



六、申請專利範圍

層之方法，其中該第二磊晶層係包含氮化鎵 (GaN) 材質。

15. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該步驟(e)更可包含一步驟(e1)形成一接合媒介層於該第二基板上。

16. 如申請專利範圍第15項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該接合媒介層係包含鈮、鈦、銻、鎳、金及其混合多層其中之一。

17. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該第二基板係包含矽材質。

18. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該接合係為一晶圓接合。

19. 如申請專利範圍第18項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該晶圓接合更包括一熱處理 (thermal anneal) 步驟。

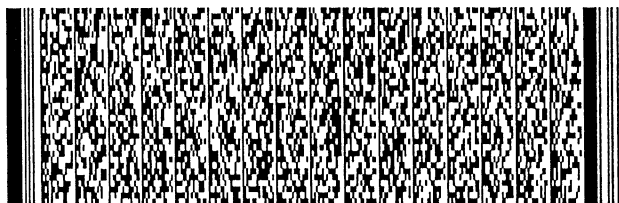
20. 如申請專利範圍第1項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該步驟(f)之該蝕刻步驟係為一濕式蝕刻。

21. 一種轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，該方法包括下列步驟：

(a) 提供一第一基板；

(b) 形成一第一磊晶層於該第一基板上；

(c) 形成一遮罩層於該第一磊晶層上，並蝕刻該遮罩層以形成至少一圖案，其中該圖案為貫穿該遮罩層的一開口；



六、申請專利範圍

(d) 形成一第二磊晶層於該開口內及該遮罩層上，使該第二磊晶層藉由該開口而與該第一磊晶層相連接，其中該第二磊晶層係為一側向覆蓋生長磊晶層；

(e) 蝕刻該遮罩層；以及

(f) 接合一第二基板於該第二磊晶層上，並分離該第二磊晶層與該第一磊晶層，致獲得具有該第二磊晶層之該第二基板。

22. 如申請專利範圍第21項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該第一磊晶層係包含一低溫緩衝層 (Low Temperature Buffer Layer, LT-Buffer Layer) 及一高溫磊晶層。

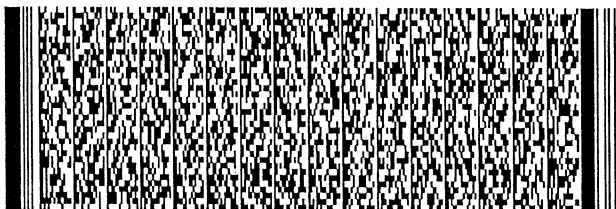
23. 如申請專利範圍第21項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該步驟(d)更可包含一步驟(d1)形成一接合媒介層於該第二磊晶層與該第二基板之上。

24. 如申請專利範圍第21項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該步驟(e)之該蝕刻步驟係為一濕式蝕刻。

25. 如申請專利範圍第21項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該步驟(f)更可包含一步驟(f1)形成一接合媒介層於該第二基板與該第二磊晶層之接觸面。

26. 如申請專利範圍第21項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該接合係為一晶圓接合。

27. 如申請專利範圍第26項所述之轉移側向覆蓋生長磊晶層之方法，其中該晶圓接合更包括一熱處理 (thermal

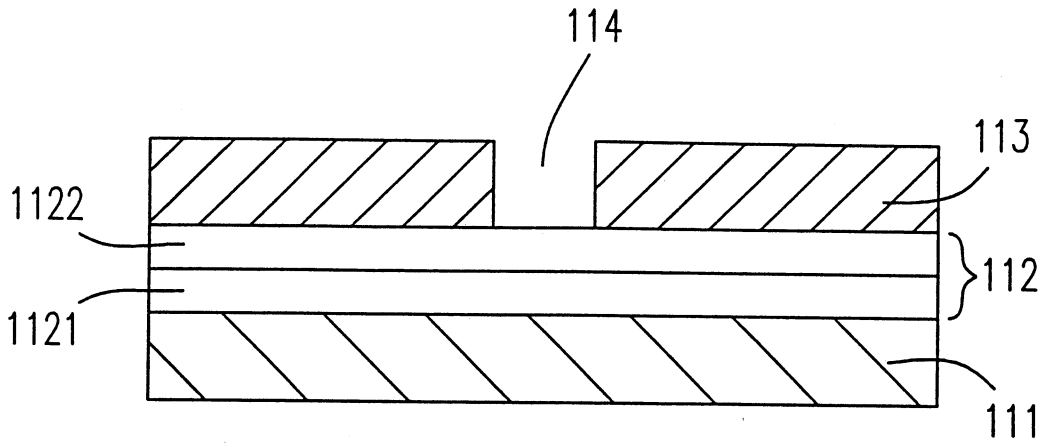


六、申請專利範圍

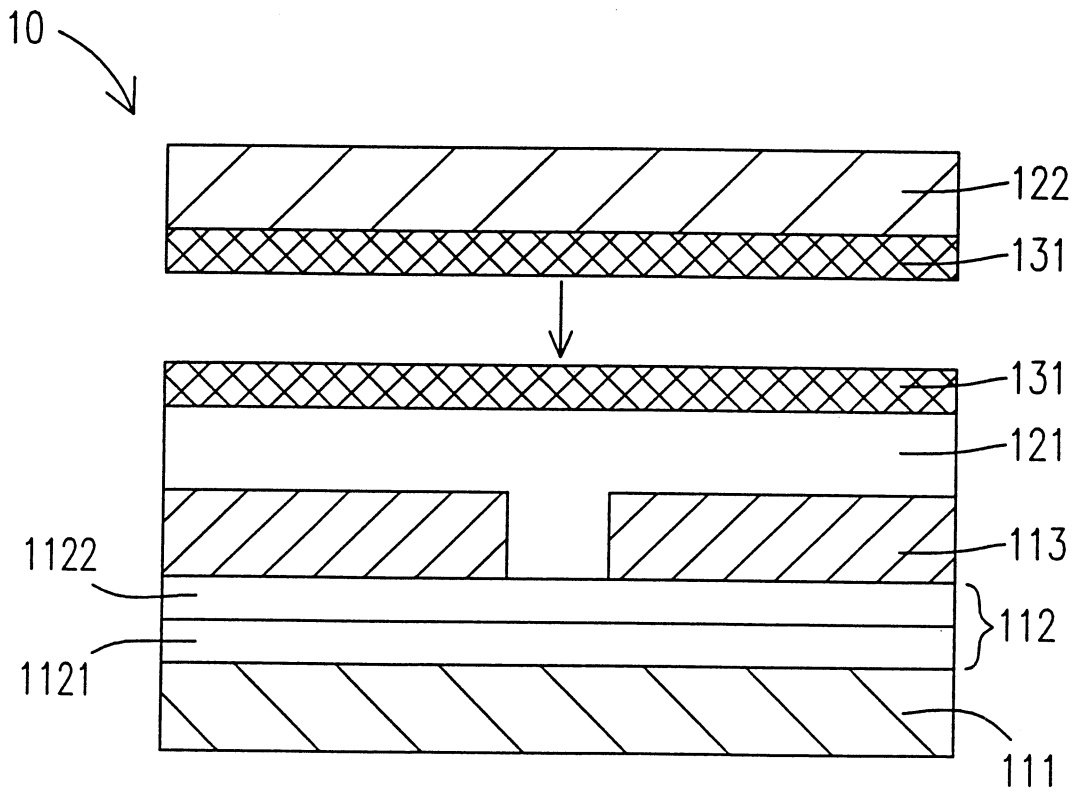
anneal) 步驟。



圖式

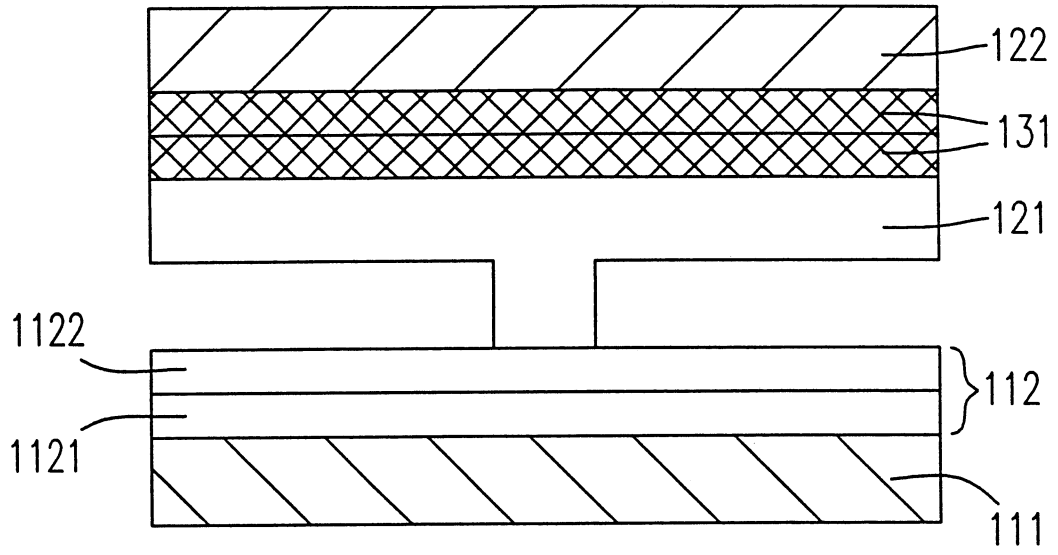


第一圖 (a)

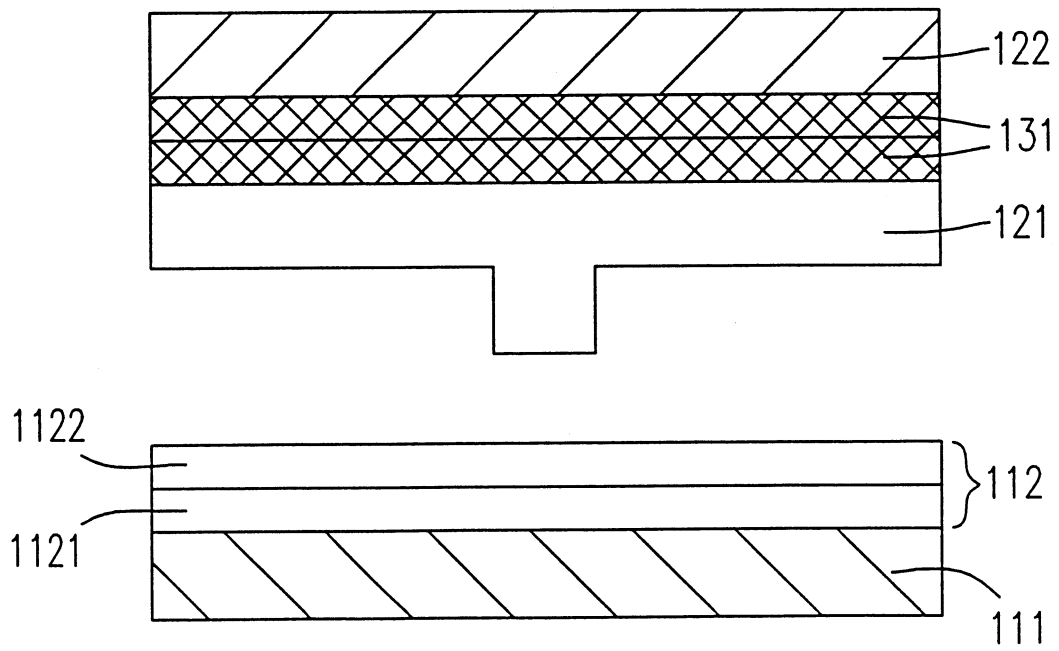


第一圖 (b)

圖式



第一圖 (c)



第一圖 (d)