

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93113526

※申請日期：93.5.13.

※IPC 分類：H01L 24/20

## 壹、發明名稱：(中文/英文)

利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法  
Method for lifting off GaN pseudomask epitaxy layer using wafer bonding way

## 貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學 / National Chiao Tung University

代表人：(中文/英文) 張俊彥 / Chun-Yen Chang

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號 / 1001 Ta Hsueh Rd., Hsinchu, Taiwan

國籍：(中文/英文) 中華民國

## 參、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 吳耀銓 / Yew-Chung Wu

2. 林沛彥 / Pei-Yen Lin

3. 彭顯智 / Hsien-Chih Peng

住居所地址：(中文/英文)

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

3. 新竹縣北埔鄉大林村小份林 6 鄰 12 號之 18

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項  第一款但書或  第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1, 中華民國九十二年十一月十八日
2. 092132260

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

### 伍、中文發明摘要：

本發明係一種利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，係同時利用可供氮化鎵成長之晶種從有限的區域進行磊晶(selective area growth)與無遮罩層懸浮生長騰空於基材之上。因基材(substrate)與氮化鎵晶種層之熱膨脹係數不同，藉由配合退火(anneal)過程與晶圓接合(wafer bonding)技術來達到分離氮化鎵磊晶層與磊晶基板，或氮化鎵磊晶層基板轉移之目的。可使所分離之磊晶基板不受轉移過程傷害可重複使用，達到降低成本之功效，並可達到將高品質氮化鎵磊晶層轉移至各類型基板，除了可供給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(例如不導電、不易切割、不易散熱等等..)。

### 陸、英文發明摘要：

Present invention is a method for lifting off GaN pseudomask epitaxy layer using wafer bonding way, wherein GaN epitaxy is obtained by way of selective area growth on a seed and the growth is in a way of pseudomask growth over a substrate. Owing to the different thermal expansion coefficients of the substrate and the GaN seed, by way of annealing and wafer bonding, the GaN epitaxy layer and the epitaxy substrate can be separated, or the GaN epitaxy substrate can be transferred onto another substrate. Thereby, the epitaxy substrate separated is not spoiled during the

transferring procedure and can be reused, which lowers the cost; and high- quality GaN epitaxy layer can be transferred to various kinds of substrates for various kinds of usage and for solving the problems of difficulties in the production or the utilization of the substrate (such as difficulties in the cutting, the conductivity, the heat-sinking, and so on.)

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

基板 1

緩衝層 2

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 玖、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，尤指一種著重氮化鎵磊晶片之製程改進，並提昇其應用與商業量產可能性。

### 【先前技術】

按，一般目前氮化鎵因成長塊材(bulk material)不易，一般均需磊晶在它種材料基板上，有限之磊晶基板造成使用可能性的限制，且目前分離氮化鎵基板之技術包括使用雷射移除法(laser lift off)與離子佈植分離法(smart cut)，均有其應用限制與缺點；另外目前磊晶方式所產生之氮化鎵磊晶層與基板轉移技術均包含缺陷(defect)較多之中介層(buffer layer)。

綜合上述習用之缺點如下：

1. 易破壞磊晶層、高成本、僅適合特定尺寸。
2. 分離後之磊晶基板會被蝕刻法破壞，而無法重複使用。
3. 可轉移的基板種類易受磊晶限制。
4. 轉移之磊晶層缺陷密度多，應用於元件時無法增加使用壽命及效能。
5. 習用之製程需昂貴設備，因此造成提高生產成本。

故，一般習用之氮化鎵磊晶層與基板轉移技術並不能符合實際使用時之所需。

97年12月24日  
修正本

## 【發明內容】

因此，本發明之主要目的係在於得到一品質良好之氮化鎵磊晶層並同時轉換於另一可選擇之基板上，不同基板之氮化鎵磊晶層可提供不同用途使用。並希望同時解決目前氮化鎵磊晶片常遭遇之基板(氧化鋁或碳化矽)不易切割、不導電、材料成本高、散熱不易等問題。

本發明之另一目的在於提出將無遮罩層懸浮生長方式所得之氮化鎵磊晶層和晶圓接合方式做製程上之連結，並達到轉移基板之目的，並因此種連結而得到很多附加的好處。並希望同時解決目前氮化鎵磊晶片常遭遇之基板(氧化鋁或碳化矽)不易切割、不導電、材料成本高、散熱不易等問題。

本發明之又一目的係創造一個新的基板轉移技術取代現有的雷射移除法(laser lift-off)或離子佈值去除(smart cut)，此技術必須提供大尺寸面積與商業量產用途之可行性。

本發明之再一目的係將剝離後之磊晶層作為更高品質氮化鎵磊晶層基板之可行性。

為達上述之目的，本發明之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其係取一基板，於該基板上沈積一層低溫緩衝層；於低溫緩衝層升高溫度後沈積一氮化鎵；於該氮化鎵上沈積一遮罩層(mask material)；於遮罩層材料利用微影技術(lithography technique)製程做出一開口；對氮化鎵蝕刻出可供氮化鎵成長之晶種；將蝕刻後之試片進行氮化鎵無遮罩層側向懸浮生長製程

(pendeopitaxy lateral overgrowth)；取一欲轉移之基板，經過適當的清洗流程及適當的金屬鍍附後，與上述之試片進行晶圓接合(wafer bonding)；如是，構成一種利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法。

### 【實施方式】

本發明係一種利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，氮化鎵經上述步驟轉移分離後之磊晶基板不被破壞，可重複使用，且晶圓接合(wafer bonding)過程中，因熱膨脹係數(thermal expansion coefficient)差異造成應力集中(stress concentration)於接點上因而促進基材與晶種(seed)分離製程。

請參閱『第1~8圖』所示，係本發明第一實施例之步驟一~步驟八的示意圖。如圖所示，其包含下列步驟：

步驟一：取一基板1，該基板1可為氧化鋁(Sapphire)、碳化矽(SiC)、或矽(Si)等材質，而於該基板1上沈積一層低溫緩衝層2，該低溫緩衝層2係以攝氏600-700度沈積一層約200-500埃(Å)厚的低溫氮化鎵(Low Temperature GaN)或氮化鋁(AlN)(如第1圖所示)。

步驟二：於低溫緩衝層2升高溫度約攝氏1000-1100度後，再沈積約1.5微米(μm)厚的氮化鎵3(如第2圖所示)。

步驟三：於步驟二之氮化鎵3上沈積一遮罩層4(mask material)，而該遮罩層4可為二氧化矽(SiO<sub>2</sub>)、氮化矽



( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )或鎢(W)等金屬或陶瓷材質(如第3圖所示)。

步驟四：於步驟三之遮罩層4材料利用微影技術(lithography technique)製程做出一開口41，而該開口41可為一點狀開口(dot pattern)，或條狀開口(line pattern)(如第4圖所示)。

步驟五：對步驟四之氮化鎵3蝕刻出可供氮化鎵成長之晶種5(如第5圖所示)。

步驟六：將蝕刻後之試片以攝氏1000-1100度於遮罩4層上進行氮化鎵無遮罩層側向懸浮生長製程(pendeoepitaxy lateral overgrowth)之氮化鎵層5c(如第6圖所示)。

步驟七：取一欲轉移之基板6，該欲轉移之基板6可為矽(Si)，經過適當的清洗流程及適當的金屬鍍附，該鍍附之金屬可為金、鈷、鈹等，後與上述之試片進行晶圓接合(wafer bonding)，其接合之溫度視欲轉移之基板材料與鍍附之金屬而定(如第7圖所示)。

步驟八：將試片與上述欲轉移之基板6進行分離(如第8圖所示)；如是，藉由上述之步驟達到利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法。

請參閱『第9~14圖』所示，係本發明第二實施例之步驟一~步驟六的示意圖。如圖所示，其包含下列步驟：

步驟一：於上述之氧化鋁(Sapphire)、碳化矽(SiC)、或矽(Si)基板1a上沉基一層約 $1\mu\text{m}$ 厚的氮化鎵3a(如第9圖所示)。

步驟二：於步驟一之氮化鎵 3 a 上利用微影技術蝕刻出條狀或點狀的氮化鎵晶種 5 a (如第 1 0 圖所示)。

步驟三：利用微影技術在氮化鎵晶種 5 a 以外的區域上沉積約 100 埃(Å)厚的遮罩層 4 a (如第 1 1 圖所示)。如：氮化矽、鎢、二氧化矽等等...

步驟四：將步驟三中所得之試片以攝氏 1000-1100 度進行氮化鎵側向無遮罩層懸浮生長製程之氮化鎵層 5 c (如第 1 2 圖所示)。

步驟五：將步驟四所得之試片與欲轉移之基板 6 a，比如說矽(Si)，經過適當的清洗流程與適當的金屬鍍附(比如說金、銅、鈀等等...)後進行晶圓接合(wafer bonding)，接合之溫度視對接之材料與鍍附之金屬而定(如第 1 3 圖所示)。

步驟六：將步驟五所得之試片與轉移之基板 6 a 進行分離(如第 1 4 圖所示)。

請參閱『第 1 5 ~ 1 8 圖』所示，係本發明第三實施例之步驟一~步驟四的示意圖。如圖所示：其包含下列步驟：

步驟一：於氧化鋁(Sapphire)、碳化矽(SiC)、或矽(Si)基板 1 b 上利用微影技術蝕刻出條狀或點狀的圖樣(如第 1 5 圖所示)。

步驟二：將步驟一中的試片以攝氏 1000-1100 度進行氮化鎵 3 b 側向無遮罩層懸浮生長製程之氮化鎵層 5 c(如第 1 6 圖所示)。

步驟三：將步驟二所得之試片與欲轉移之基板 6 b，比

如說矽(Si)，經過適當的清洗流程與適當的金屬鍍附(比如說金、銅、鈦等等...)後進行晶圓接合(wafer bonding)，接合之溫度視對接之材料與鍍附之金屬而定(如第17圖所示)。

步驟四：將步驟三所得之試片與欲轉移之基板6b進行分離(如第18圖所示)。

可使本發明具有下列之優點：

1. 利用晶圓接合(wafer bonding)搭配無遮罩層懸浮磊晶生長(pseudomask epitaxy)之氮化鎵磊晶層製程，可將氮化鎵磊晶層轉移於它種基板上。
2. 晶圓接合之熱處理(anneal)有助於磊晶層與磊晶基板之分離。
3. 此轉移方式具有不破壞磊晶層、低成本、適合大尺寸等優點。
4. 分離後之磊晶基板不被破壞，可重複使用。
5. 可轉移的基板種類眾多，不受磊晶製程所限制。
6. 轉移之磊晶層缺陷密度較少，應用於元件尚可增加使用壽命及效能。
7. 改進之製程不需昂貴設備，且可降低生產成本。
8. 懸浮生長之磊晶層不直接與遮罩層接觸，促進與磊晶基板之分離過程。
9. 懸浮生長之晶種與遮罩層的接觸面積小，於熱處理時(anneal)有助於磊晶層與磊晶基板之分離。
10. 無遮罩層懸浮磊晶生長法無需經由濕式選擇性蝕刻

獲得懸空式架構。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍；故，凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

- 第 1 圖，係本發明第一實施例之步驟一示意圖。
- 第 2 圖，係本發明第一實施例之步驟二示意圖。
- 第 3 圖，係本發明第一實施例之步驟三示意圖。
- 第 4 圖，係本發明第一實施例之步驟四示意圖。
- 第 5 圖，係本發明第一實施例之步驟五示意圖。
- 第 6 圖，係本發明第一實施例之步驟六示意圖。
- 第 7 圖，係本發明第一實施例之步驟七示意圖。
- 第 8 圖，係本發明第一實施例之步驟八示意圖。
- 第 9 圖，係本發明第二實施例之步驟一示意圖。
- 第 10 圖，係本發明第二實施例之步驟二示意圖。
- 第 11 圖，係本發明第二實施例之步驟三示意圖。
- 第 12 圖，係本發明第二實施例之步驟四示意圖。
- 第 13 圖，係本發明第二實施例之步驟五示意圖。
- 第 14 圖，係本發明第二實施例之步驟六示意圖。
- 第 15 圖，係本發明第三實施例之步驟一示意圖。
- 第 16 圖，係本發明第三實施例之步驟二示意圖。

修正替換頁  
97年12月24日

第 1 7 圖，係本發明第三實施例之步驟三示意圖。

第 1 8 圖，係本發明第三實施例之步驟四示意圖。

【元件標號對照】

基板 1、1 a、1 b

緩衝層 2

氮化鎵 3、3 a、3 b

遮罩層 4、4 a

開口 4 1

晶種 5、5 a

氮化鎵層 5 c

欲轉移之基板 6、6 a、6 b

## 拾、申請專利範圍：

1. 一種利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其包含下列步驟：  
步驟一：取一基板，於該基板上沈積一層低溫緩衝層；  
步驟二：於低溫緩衝層升高溫度後沈積一氮化鎵；  
步驟三：於步驟二之氮化鎵上沈積一遮罩層 (mask material)；  
步驟四：於步驟三之遮罩層材料利用微影技術 (lithography technique) 製程做出一開口；  
步驟五：對步驟四之氮化鎵蝕刻出可供氮化鎵成長之晶種；  
步驟六：將蝕刻後之試片進行氮化鎵無遮罩層側向懸浮生長製程 (pendeoepitaxy lateral overgrowth)；  
步驟七：取一欲轉移之基板，經過適當的清洗流程及適當的金屬鍍附後，與上述之試片進行晶圓接合 (wafer bonding)；  
步驟八：將試片與上述欲轉移之基板進行分離。
2. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該基板可為氧化鋁 (Sapphire)、碳化矽 (SiC)、或矽 (Si) 等材質。
3. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該低溫緩衝層係以攝氏 600-700 度沈積一層約 200-500 埃 (Å) 厚的低溫氮化鎵 (Low Temperature GaN) 或氮化鋁 (AlN)。
4. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該步

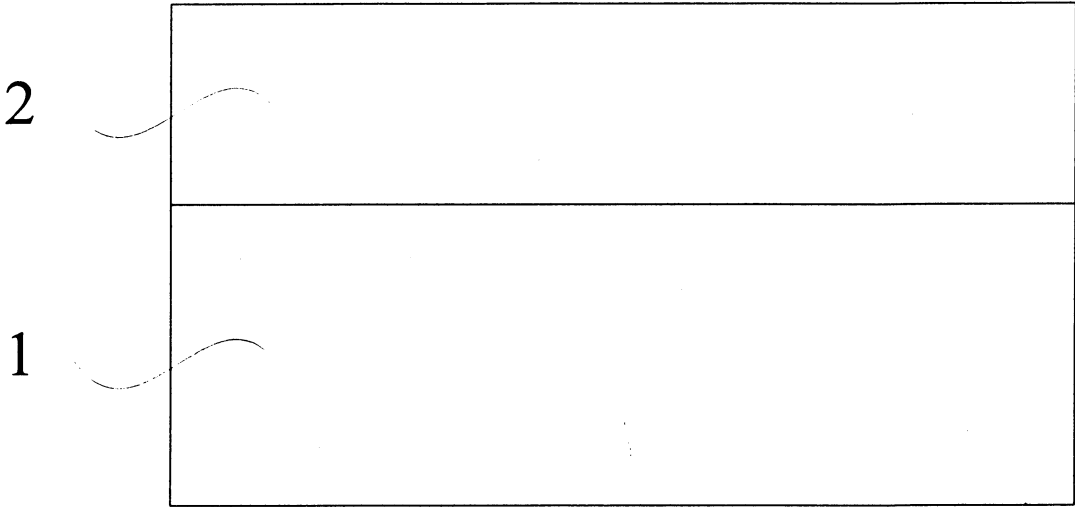
驟二係於升高溫度約攝氏 1000-1100 度後，再沈積約 1.5 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 厚的氮化鎵。

5. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該遮罩層可為二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ )、氮化矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 或鎢 (W) 等金屬或陶瓷材質。
6. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該開口可為一點狀開口 (dot pattern)，或條狀開口 (line pattern)。
7. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該氮化鎵係以攝氏 1000-1100 度於遮罩層上進行無遮罩層側向懸浮生長製程 (pendeoepitaxy lateral overgrowth)。
8. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該欲轉移之基板可為矽 (Si)。
9. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該鍍附之金屬可為金、鈦、鈹等。
10. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該步驟七進行晶圓接合 (wafer bonding) 時，其接合之溫度視欲轉移之基板材料與鍍附之金屬而定。
11. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該氮化鎵經上述步驟轉移分離後之磊晶基板不被破壞，可

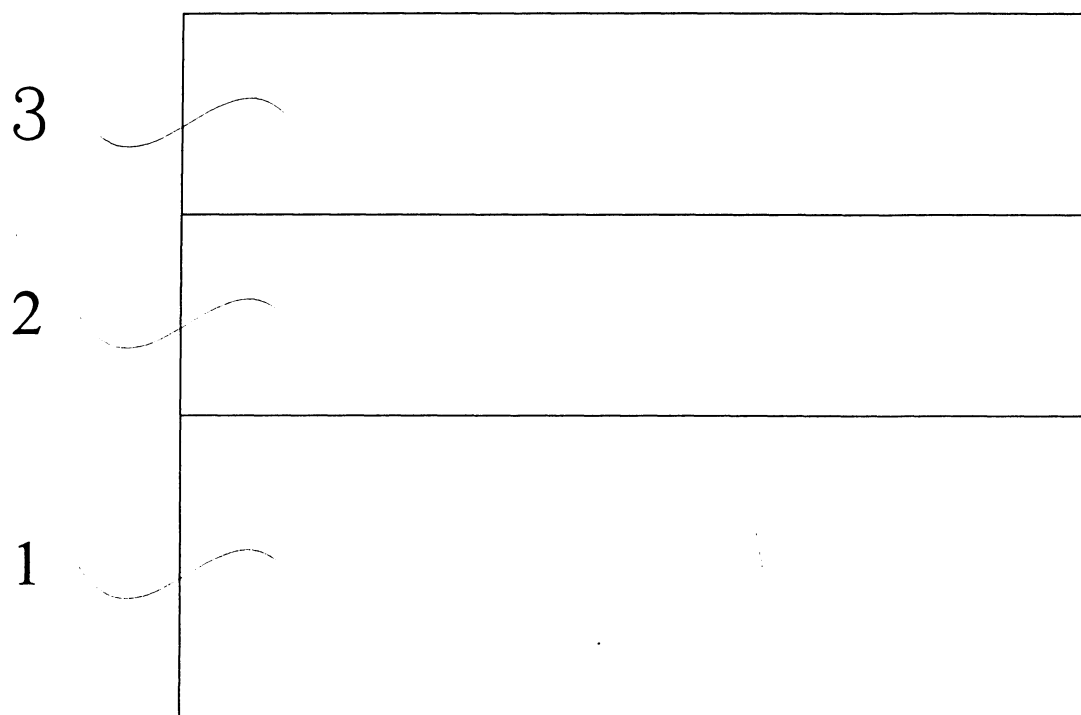
重複使用。

- 1 2. 依申請專利範圍第 1 項所述之利用晶圓接合方式剝離無遮罩層懸浮生長之氮化鎵磊晶層製造方法，其中，該步驟七之晶圓接合(wafer bonding)過程中，係可因熱膨脹係數(thermal expansion coefficient)差異造成應力集中(stress concentration)於接點上因而促進基材與晶種(seed)分離製程。

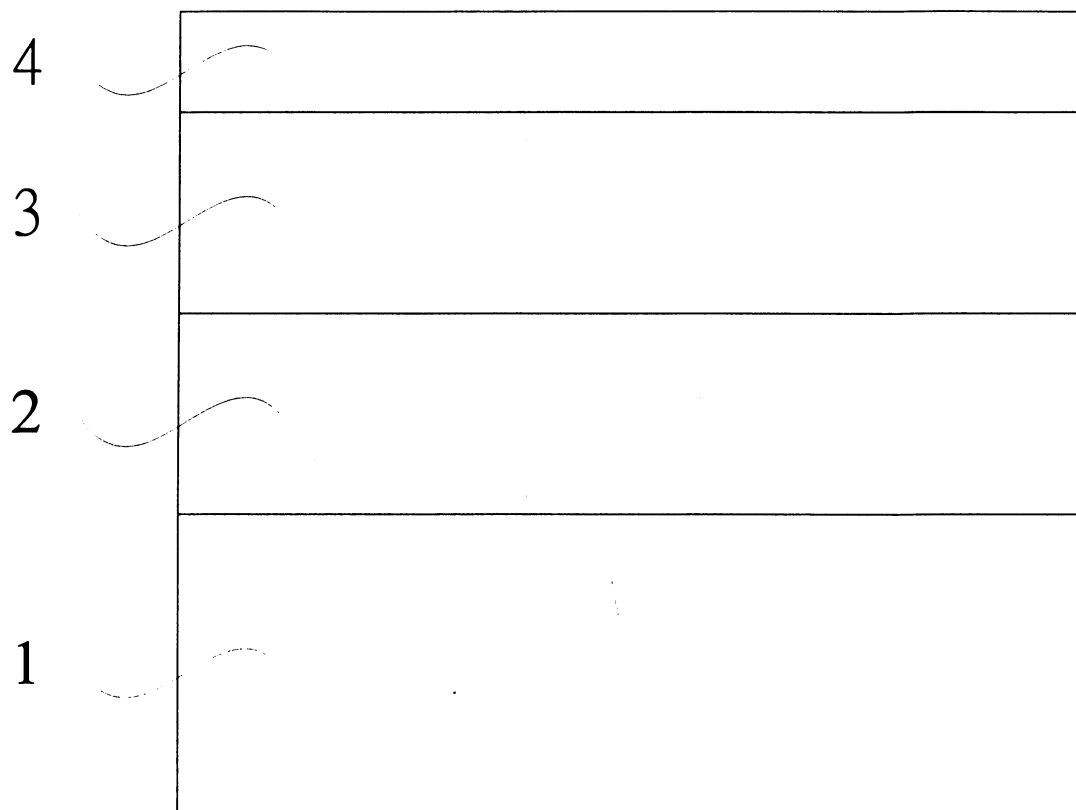




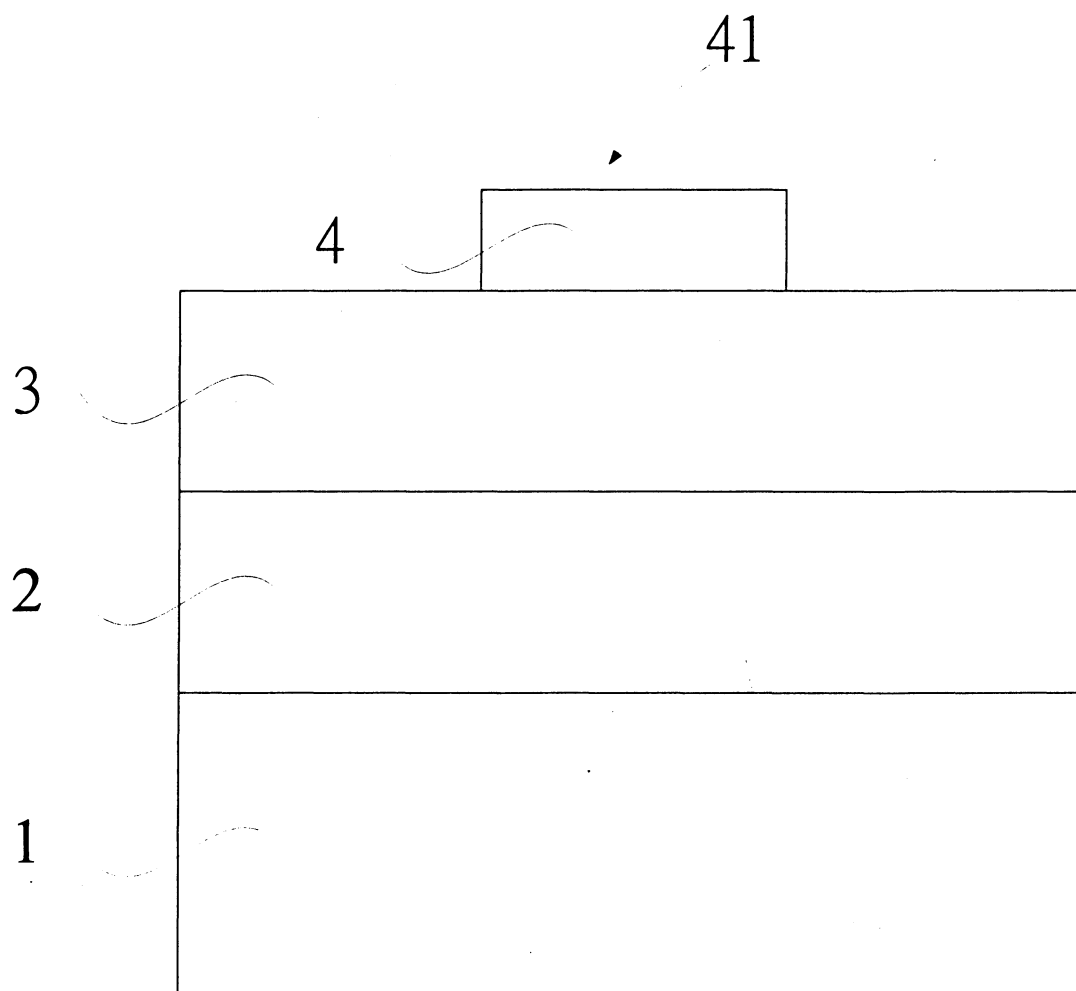
第1圖



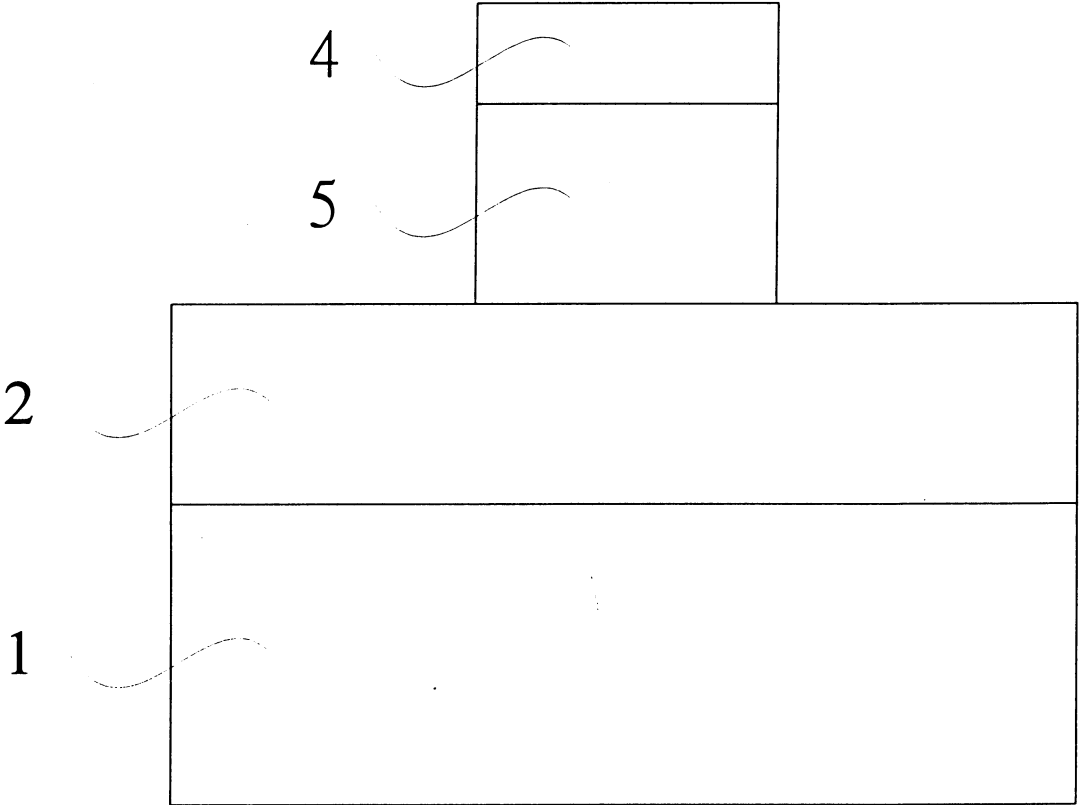
第2圖



第3圖

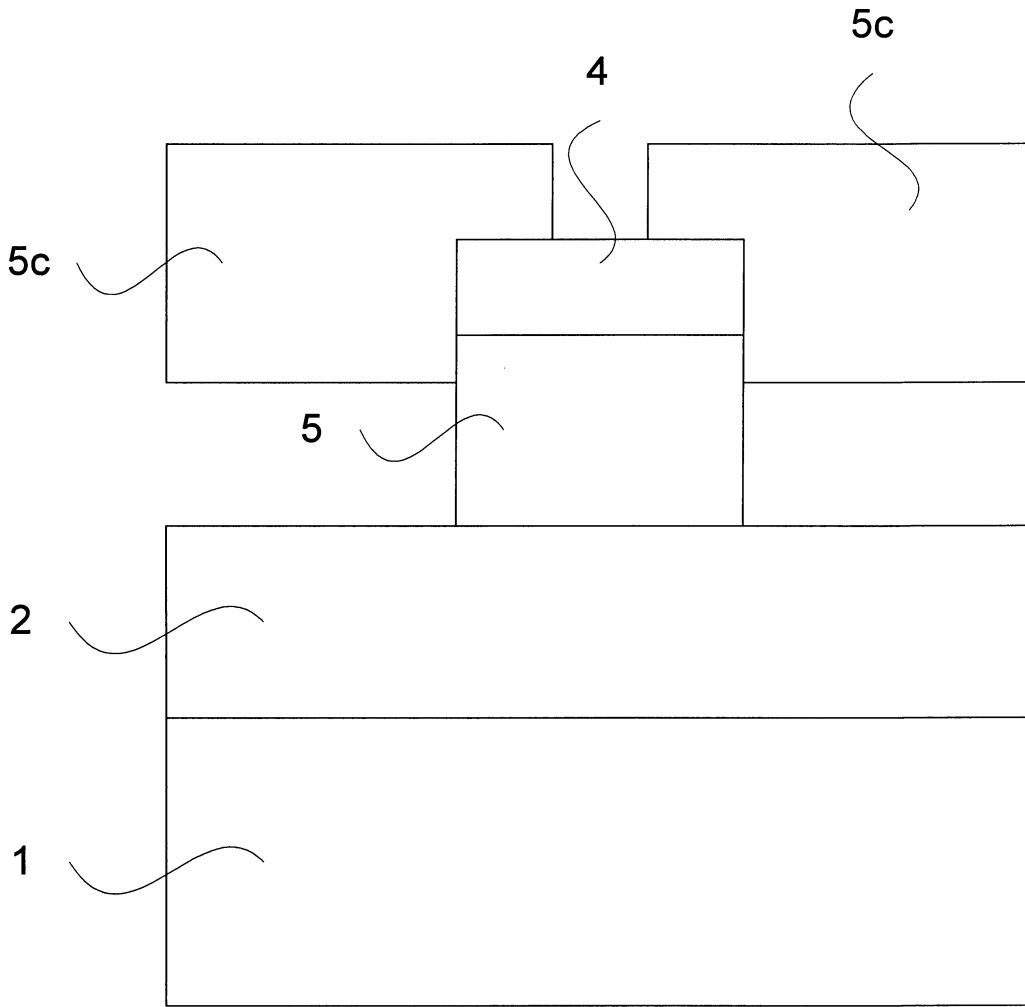


第4圖



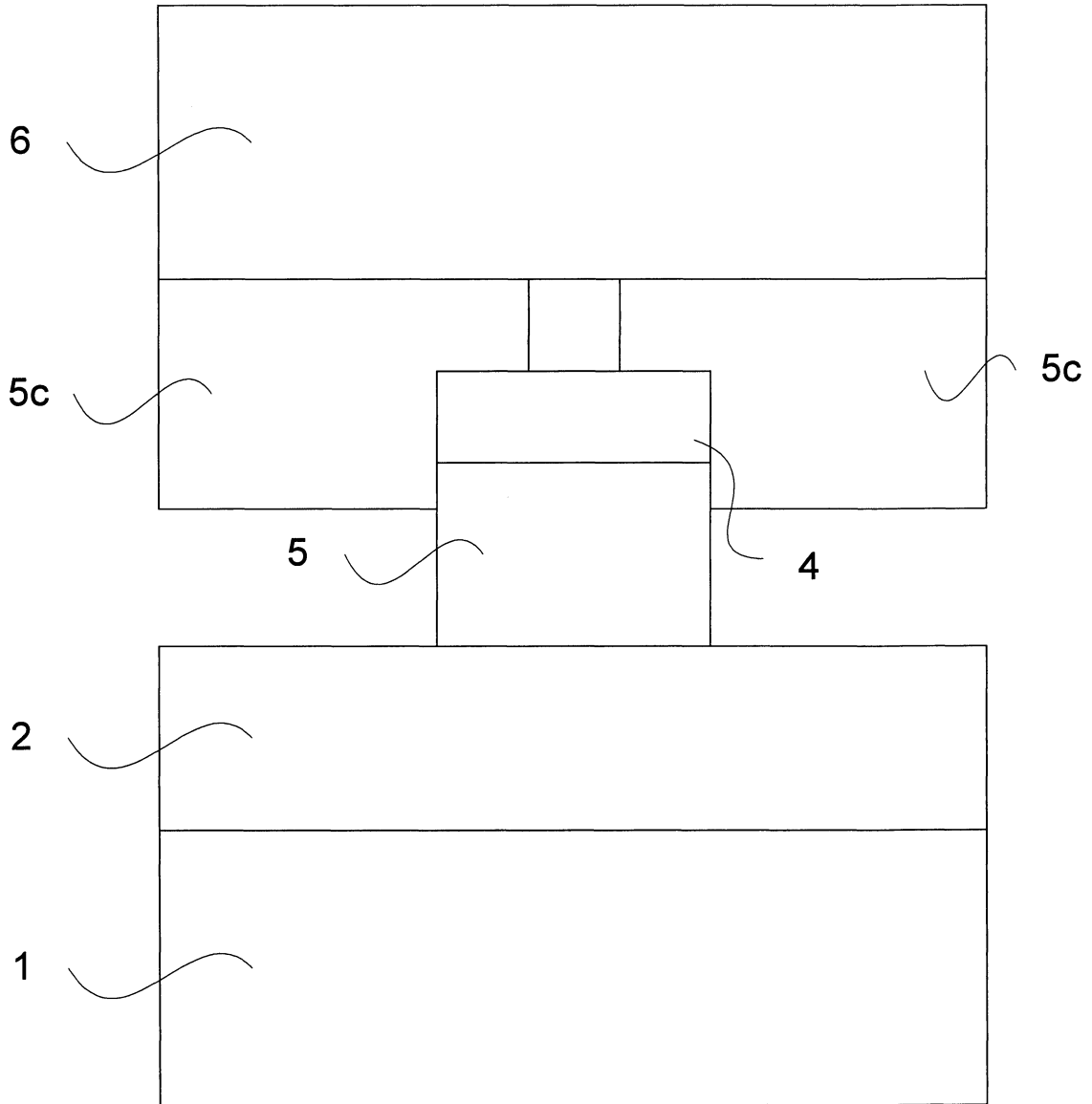
第5圖

修正替換頁  
97年12月24日



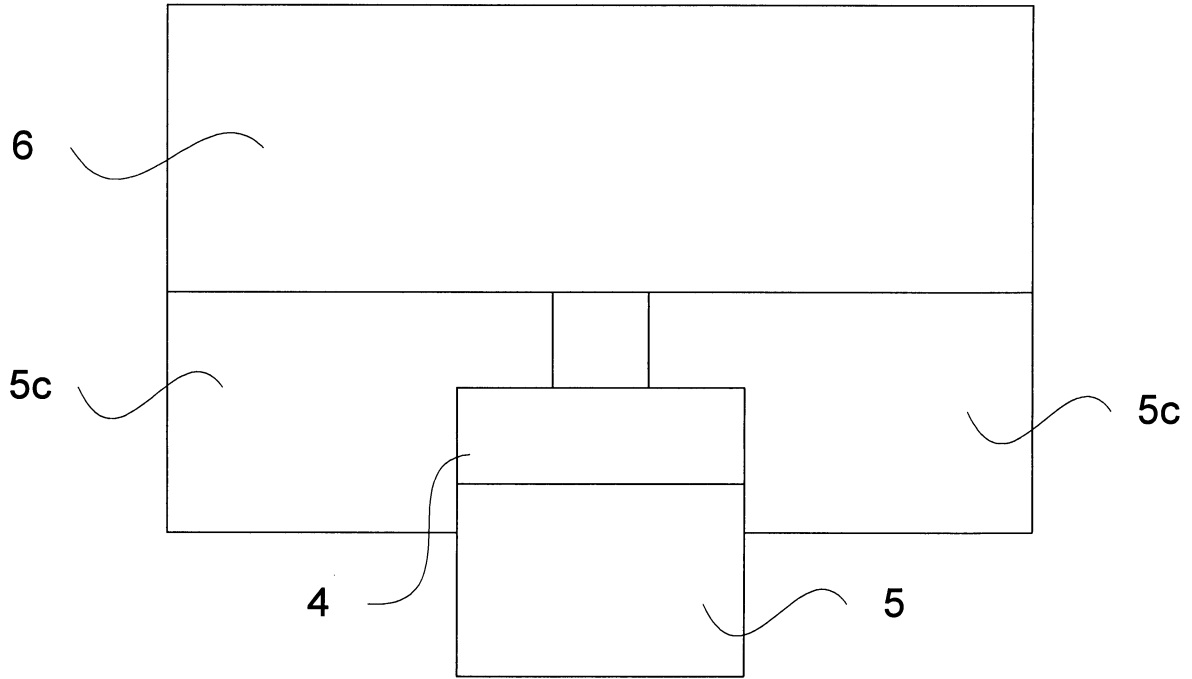
第6圖

修正替換頁  
93年12月24日



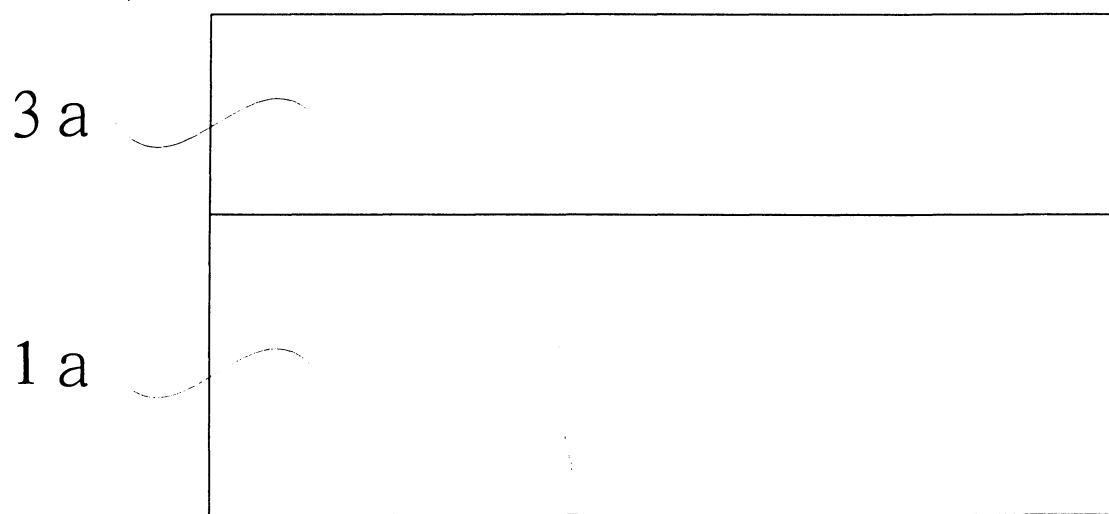
第 7 圖

修正替換頁  
92年12月24日



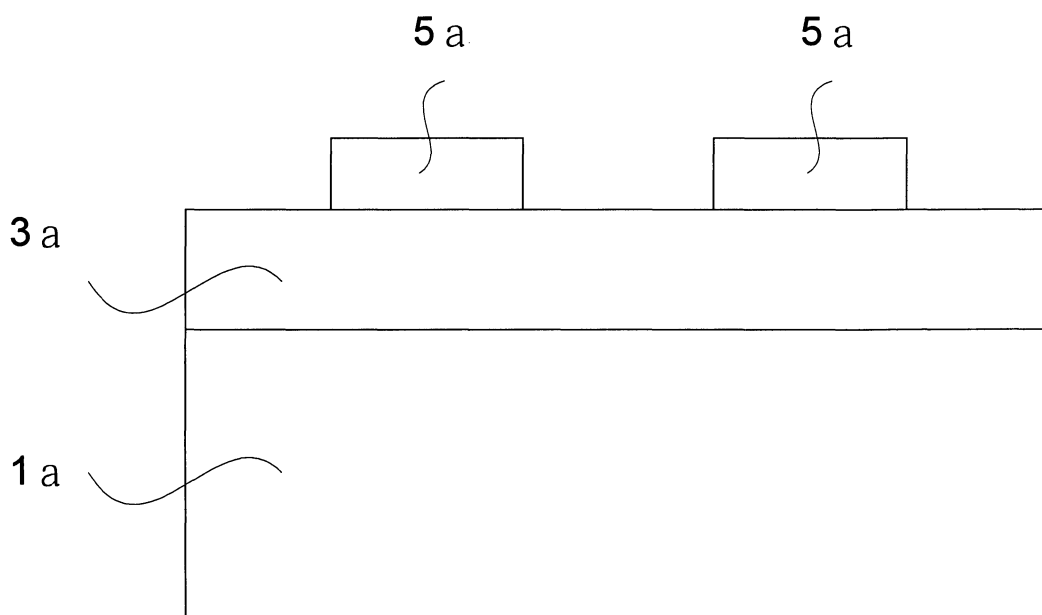
第8圖





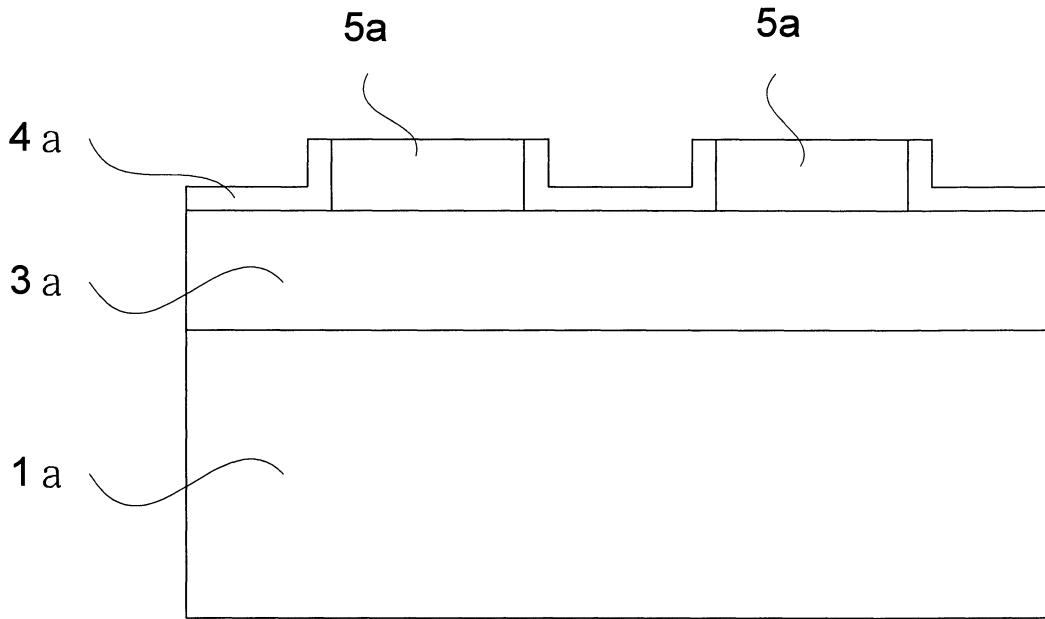
第9圖

修正替換頁  
97年12月24日



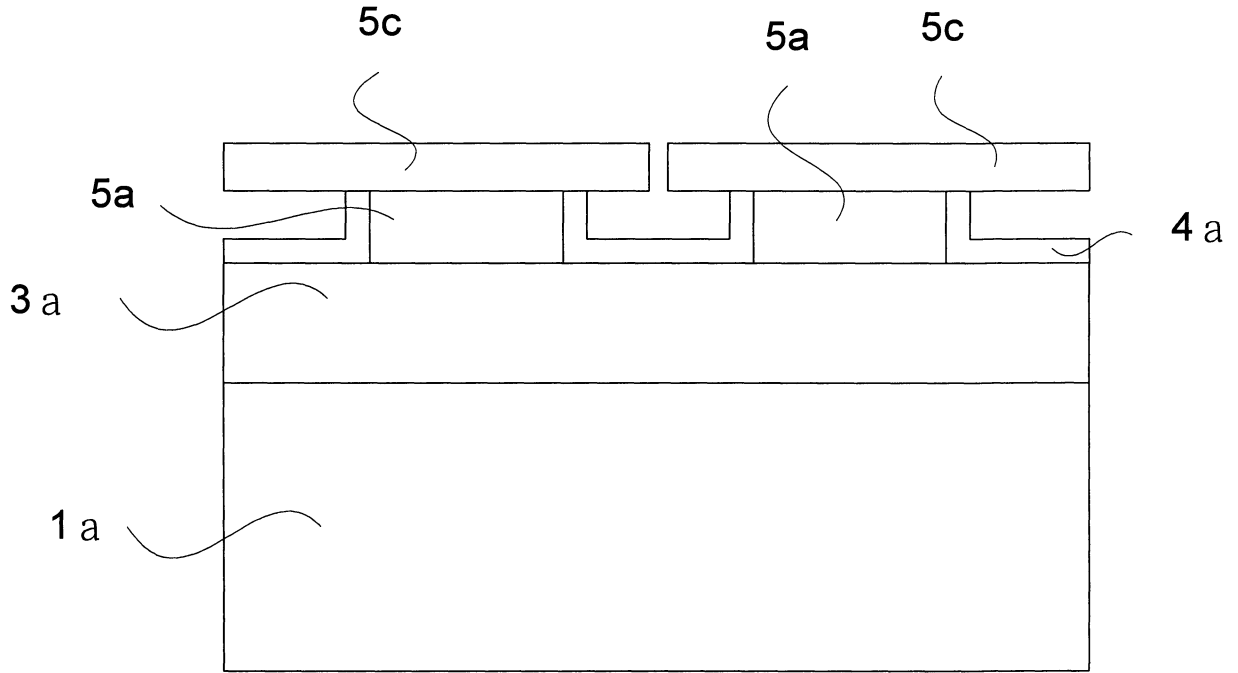
第10圖

修正替換頁  
93年12月24日



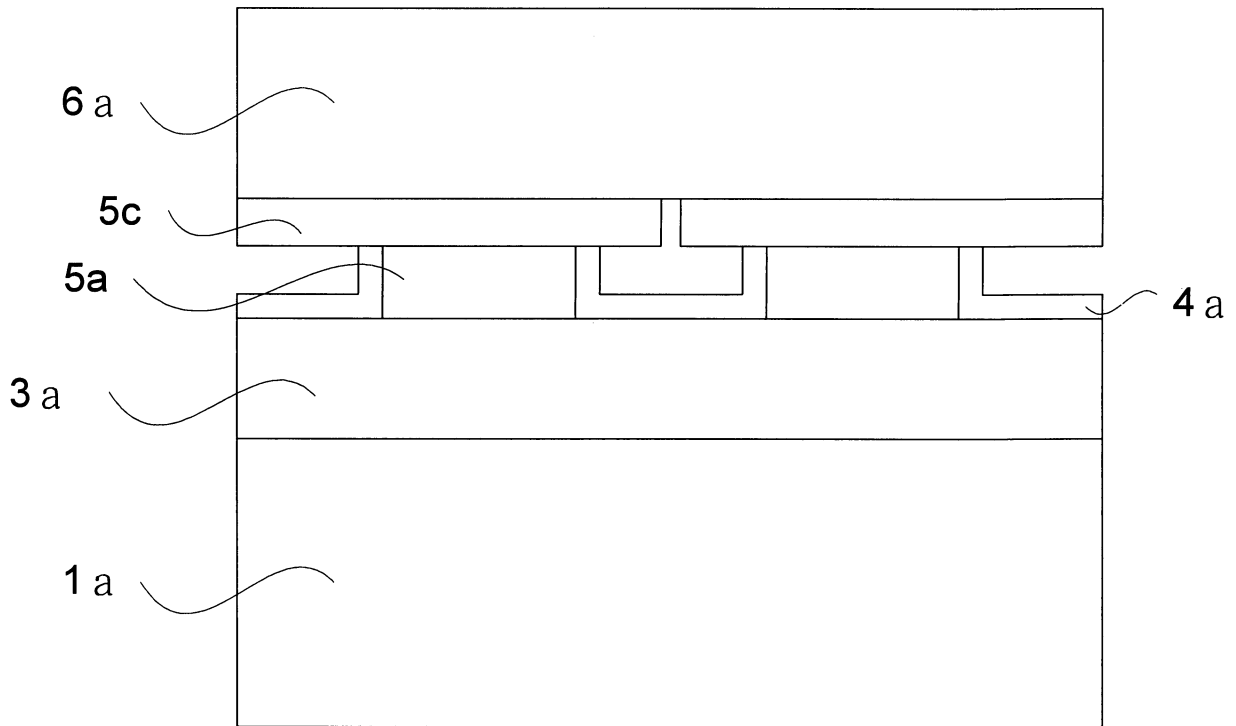
第 1 1 圖

修正替換頁  
97年12月14日



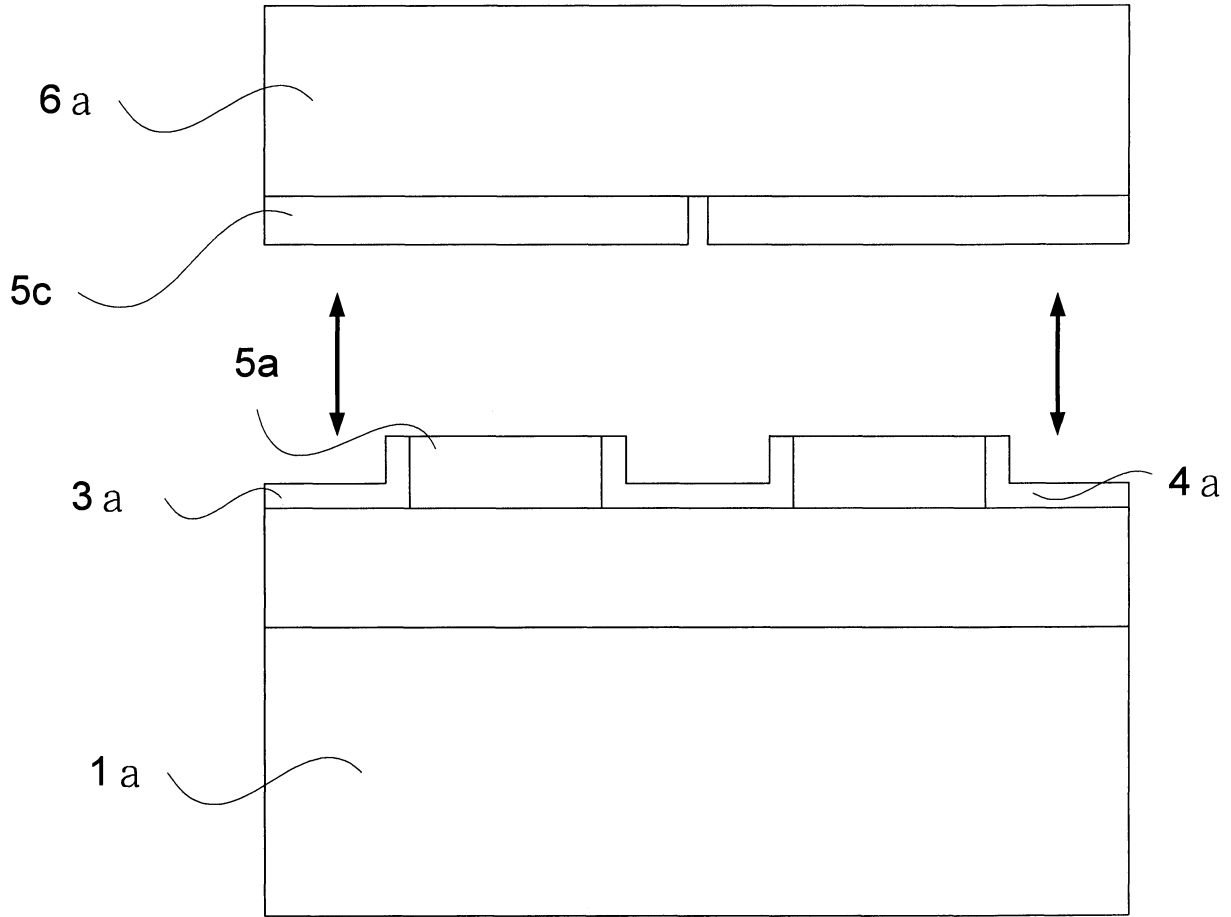
第12圖

修正替換頁  
97年12月14日

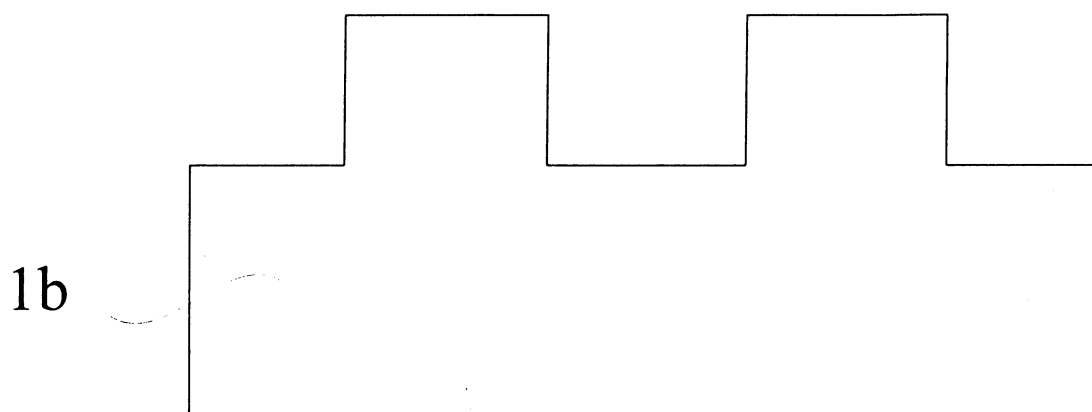


第 1 3 圖

修正替換頁  
97年12月24日

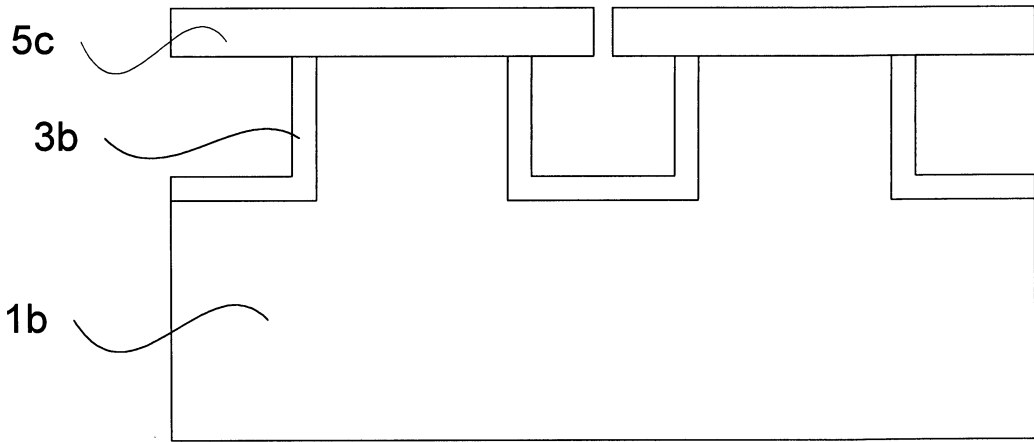


第 1 4 圖



第 1 5 圖

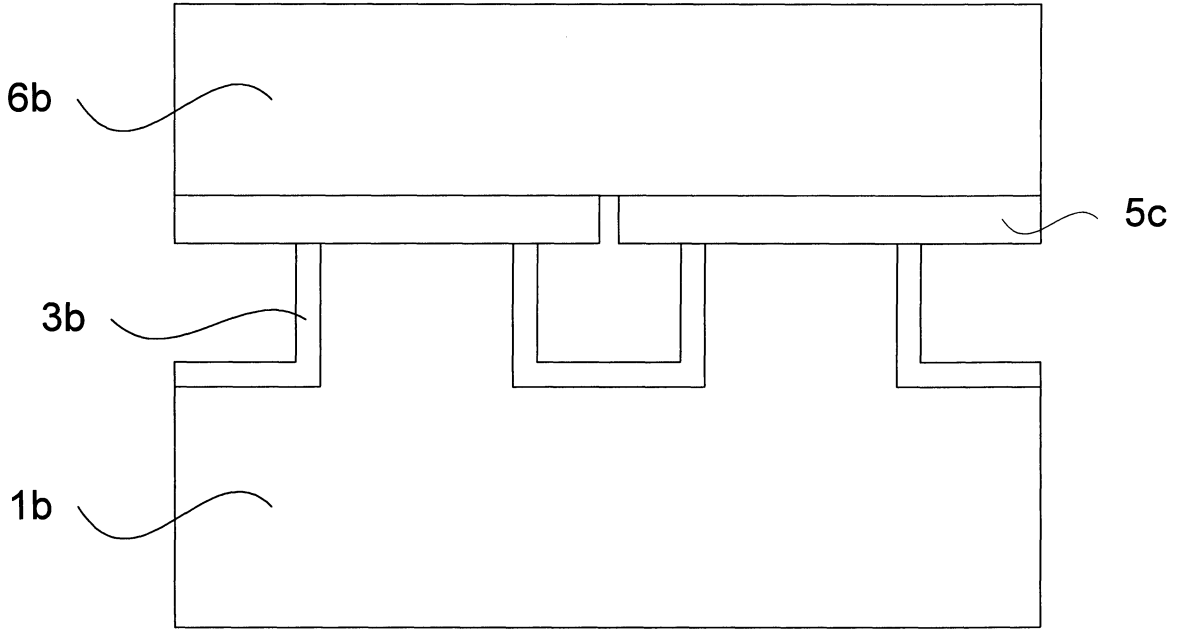
修正替換頁  
97年12月14日



第 1 6 圖

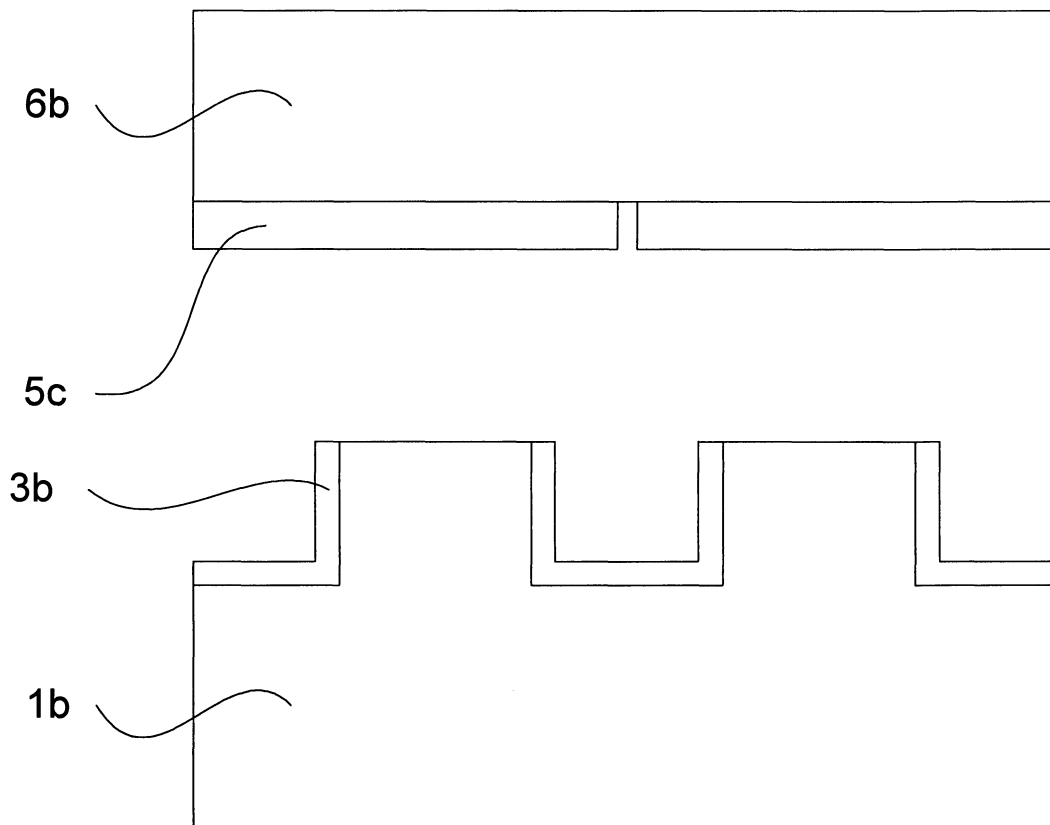


修正替換頁  
97年12月14日



第 1 7 圖

修正替換頁  
變  
97年12月24日



第18圖