

# 公告本

申請日期：

91.5.16

案號：

91110271

類別：

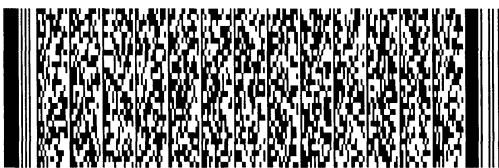
HOLL 21/76

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

538497

|            |                    |   |
|------------|--------------------|---|
| 一、<br>發明名稱 | 中文                 | 形成瓶型溝槽之方法   |
|            | 英文                 |   |
| 二、<br>發明人  | 姓名<br>(中文)         | 1. 林瑄智<br>2. 賴朝松                                    |
|            | 姓名<br>(英文)         | 1. Lin Shian Jyh<br>2. Chao Sung Lai                |
|            | 國籍                 | 1. 中華民國 2. 中華民國                                     |
|            | 住、居所               | 1. 台北縣永和市保福路二段163巷13弄24號1樓<br>2. 桃園縣龜山鄉樂善村38鄰419號5樓 |
| 三、<br>申請人  | 姓名<br>(名稱)<br>(中文) | 1. 南亞科技股份有限公司                                       |
|            | 姓名<br>(名稱)<br>(英文) | 1.  |
|            | 國籍                 | 1. 中華民國   |
|            | 住、居所<br>(事務所)      | 1. 桃園縣龜山鄉華亞科技園區復興三路669號                             |
|            | 代表人<br>姓名<br>(中文)  | 1. 連日昌  |
|            | 代表人<br>姓名<br>(英文)  | 1.  |



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

## 五、發明說明 (1)

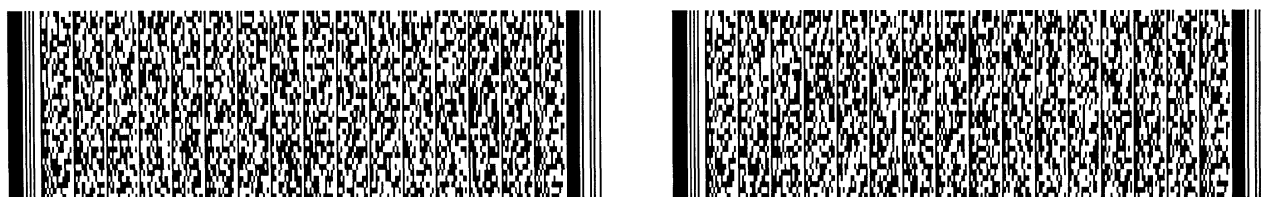
本發明係有關於一種形成深溝槽的方法，特別有關於一種形成瓶型溝槽的方法。

一般而言，目前廣泛使用之動態隨機存取記憶體 (Dynamic Random Access Memory; DRAM) 中的電容器係由兩導電層表面 (即電極板) 隔著一絕緣物質而構成，該電容器儲存電荷之能力係由絕緣物質之厚度、電極板之表面積及絕緣物質的電氣性質所決定。隨著近年來半導體製程設計皆朝著縮小半導體元件尺寸以提高密度之方向發展，記憶體中記憶胞的基底面積必須不斷減少使積體電路能容納大量記憶胞而提高密度，但同時，記憶胞電容之電極板部分必須有足夠之表面積以儲存充足的電荷。

然而在尺寸持續地細微化的情況下，動態隨機存取記憶體中的溝槽儲存結點電容 (trench storage node capacitance) 亦隨著縮小，因此必須設法增加儲存電容以維持記憶體良好的操作性能。

目前已廣泛使用於增加DRAM之儲存電容的方法可舉例如增加溝槽底部的寬度，因而提高表面積形成一瓶型電容 (bottle shaped capacitor)。上述方法係於一溝槽上半部以選擇性氧化 (selective oxidation) 形成一環狀氧化層保護溝槽之上半部後，對該溝槽之下半部進行濕蝕刻以形成直徑大於上半部的瓶型溝槽。

詳而言之，傳統製程係在具有疊層之半導體基底上，以等向性乾蝕刻 (isotropic dry etching) 形成如第1圖所示之一溝槽16，上述疊層包括氧化層12以及氮化層14；然



## 五、發明說明 (2)

而上述製程在所形成之溝槽中容易有晶格界面 $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ 的問題，因此在蝕刻時沿著晶格界面於溝槽底部的形狀係呈如第1圖中18所示之尖椎18，對瓶型溝槽後續製程是不利的，容易增加製程的困難度。

有鑑於此，本發明提供一種形成瓶型溝槽的方法，係利用離子植入方法將溝槽側壁及底部非晶矽化，藉以打散其晶格構造後，進行氧化而擴大該溝槽底部，而形成所需的瓶型溝槽；亦可在破壞晶格構造後以酸移除而形成瓶型溝槽。

為了達成本發明，本發明之形成瓶型溝槽的方法，適用於一具有墊層結構之基底，且該基底之既定位置上形成一深入基底之溝槽，而該溝槽之上半部之側壁上形成有保護層，其步驟包括：(a)對該溝槽中未被該保護層覆蓋之下半部側壁及底部施加離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化；(b)對該非晶矽化之側壁及底部進行氧化而於該溝槽下半部之側壁及底部上形成瓶型氧化層；以及(c)移除該瓶型氧化層而形成瓶型溝槽；亦可根據本發明之另一實施例，在上述(a)步驟後，以酸移除該非晶矽化之側壁及底部而形成瓶型溝槽。

本發明之形成瓶型溝槽的方法，亦適用於電容儲存區，其步驟包括：(a)提供一具有主動區的半導體基底；(b)依序在該基底上形成一第一墊氧化物層及一第一墊氮化物層，而構成一墊層結構；(c)定義該墊層結構及該基底，而於該主動區中形成一溝槽；(d)在該溝槽之上半部側壁



## 五、發明說明 (3)

上形成一保護層；(e)對該溝槽中未被該保護層覆蓋之下半部側壁及底部施加離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化；(f)對該非晶矽化之側壁及底部進行氧化而於該溝槽下半部之側壁及底部上形成瓶型氧化層；以及(g)移除該瓶型氧化層而形成瓶型溝槽。根據本發明之另一實施例，亦可在上述(e)步驟後，直接以酸移除該非晶矽化之側壁及底部而形成瓶型溝槽。

在上述形成瓶型溝槽的方法中，該保護層較佳為絕緣材料，例如氧化矽、氮化矽等。而離子植入之步驟則較佳以Si、Ge或惰性氣體Ar、Ne、He等進行，劑量較佳為 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atom/cm}^2$ ，所使用的離子種類亦可擇自Ar、P<sup>+</sup>或As<sup>+</sup>等離子。至於上述方法中氧化步驟則較佳以一種擇自乾氧化、濕氧化、快速熱氮化(Rapid Thermal Nitridation; RTN)、液相氧化(Liquid Phase Oxidation)等之方法進行。而上述以酸移除非晶矽化之側壁及底部之步驟可以例如NH<sub>4</sub>OH或氟化氫(HF)/乙二醇(EG)、稀釋氟化氫(DHF)或緩衝氟化氫(BHF)等進行蝕刻。

根據本發明，在植入離子於側壁及底部後分別氧化或以酸蝕刻移除，所形成之深溝槽下方的形狀成為圓形，而非現有的方型，因而增加瓶型溝槽的表面積。同時，若以酸或NH<sub>4</sub>OH移除非晶矽化之側壁與底部，其蝕刻率會因有離子植入而增加2倍以上。如此可縮短酸移除的時間，進而提高產能。而習知技術未進行離子植入，形成方形底部



## 五、發明說明 (4)

的深溝槽，接著若以酸對單晶矽側壁蝕刻，容易在 $\langle 111 \rangle$   $\langle 110 \rangle$ 方向有較高的蝕刻率，因而形成具有尖錐底部之深溝槽。

根據本發明之形成瓶型溝槽的方法，除了能增加溝槽表面積外，亦可避免如第1圖所示之溝槽底部晶格 $\langle 100 \rangle$   $\langle 110 \rangle$ 呈尖錐狀的問題，並能將原先溝槽側壁上因乾蝕刻所造成的損壞藉由氧化移除，因此本發明所形成之瓶型溝槽之底部為瓶狀，可避免習知的晶格缺陷問題。

## 實施例

## 實施例1

請參閱第2A~2F圖，其顯示本發明之實施例的形成瓶型溝槽方法的製程剖面圖。

依據第2A圖，其顯示本發明之啟始步驟。其中基底100為一半導體材質，例如由矽材質組成，為方便說明起見，在此以一矽基底為例。

首先，如第2A圖所示，在提供一由矽組成之半導體基底100後，於該半導體基底100上形成一墊層構造(pad stack layer)，例如以化學氣相沈積(Chemical Vapor Deposition; CVD)依序沈積氮化矽層140於半導體基底100表面，及沈積一絕緣層如氧化矽層120於氮化矽層140之表面，該氮化矽層之厚度為 $200 \sim 500 \text{ \AA}$ ，而氧化矽層厚度為 $20 \sim 100 \text{ \AA}$ 。該墊層構造在此係做為用於深溝槽蝕刻步驟之硬罩幕。

接著，在該墊層構造內形成一罩幕開口，以暴露出



## 五、發明說明 (5)

部分半導體基底表面，例如可先利用光阻材料之塗佈及曝光顯影等微影製程形成一光阻圖案於該墊疊層構造表面，然後再利用反應性離子蝕刻(Reactive Ion Etching; RIE)或電漿蝕刻等蝕刻該墊疊層構造以形成一單幕開口。接下來，以電漿蝕刻該單幕開口露出之半導體基底，因而形成如第2B圖所示之溝槽160。上述形成溝槽的方法係包括如反應離子蝕刻法(Reactive Ion Etching; RIE)以及電漿蝕刻(Plasma Etching)等的非等向性乾蝕刻(Anisotropic Dry Etching)。

接下來，沿著該溝槽的側壁及底部依序形成一厚度50~200 Å的氮化矽層、50~200 Å的非晶矽層以及厚度50~200 Å的氧化層。然後，填充光阻於溝槽160內部，並以乾回蝕刻(dry etch back)，使該光阻層之表面在低於矽基底1.0~3.0 μm的高度。

接著，以酸移除未被光阻層覆蓋之上部氧化層後，再以酸去除溝槽內的光阻層。藉由快速熱氮化(RTN)使上部之非晶矽層氧化，再以酸去除剩餘的氧化層、非晶矽層以及下半部氮化矽層，而如第2C圖所示，在該溝槽160之上半部的側壁上形成一氮化矽組成之保護層170，其材料亦可擇自其他絕緣材料，例如SiO<sub>2</sub>。上述保護層係用以保護該溝槽之上半部，防止在後續之離子植入以及氧化等步驟中損及矽基底。其中該保護層之厚度以及覆蓋溝槽上半部的深度，並無特別限制，端視製程所需而定。

然後，如第2D圖所示，對該溝槽之未被該保護層覆蓋



## 五、發明說明 (6)

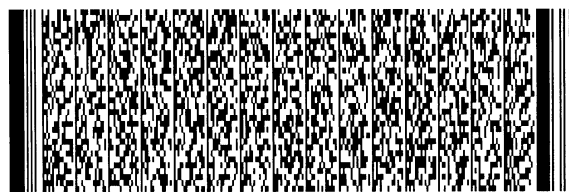
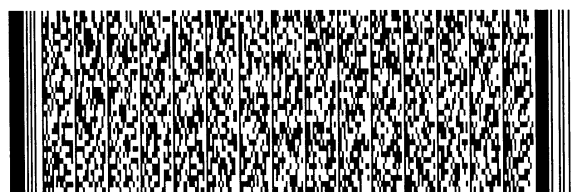
之側壁及底部進行離子植入，破壞矽晶體的結構，使其非晶矽化而於該溝槽側壁及底部上形成非晶矽化層175。上述離子植入係以Si、Ge進行，亦可使用其他如Ar、He、Ne等惰性氣體。劑量為 $1e14 \sim 1e18 \text{ atom/cm}^2$ 之間，能量則為 $200 \text{ ev} \sim 400 \text{ kev}$ 。接著，如第2E圖所示，對該非晶矽化層175進行乾氧化(Dry Oxidation)而得一瓶型氧化層180，此時，該溝槽160之下半部的直徑已向外擴大，且之前乾蝕刻對該溝槽側壁所造成的損傷亦被氧化而於後續步驟中移除。

最後，以氟化氫(HF)/乙二醇(EG)移除該瓶型氧化層180，此時，瓶型溝槽側壁上蝕刻所造成的損壞亦被移除，而得如第2F圖所示之瓶型溝槽200。上述移除瓶型氧化層之步驟亦能使用稀釋氟化氫(DHF; Diluted HF)或 $\text{NH}_4\text{F} + \text{HF} + \text{H}_2\text{O}$ 組合為緩衝氟化氫(Buffered HF; BHF)等取代HF/EG。

或者，在如第2D圖所示之對該溝槽之未被該保護層170覆蓋之側壁及底部進行離子植入形成非晶矽化層175後，直接以 $\text{NH}_4\text{OH}$ 移除該非晶矽化層175而形成瓶型溝槽200，因而達成本發明。

在形成上述瓶型溝槽後，可視需要再藉由傳統方式移除氧化矽層或氮化矽層。

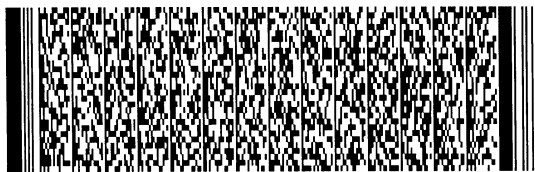
根據本發明所提供之形成瓶型溝槽的方法，除了增加表面積之外，尚能藉由氧化步驟移除原先溝槽側壁上蝕刻所造成的損傷，亦能解決溝槽底部晶格 $\langle 100 \rangle \langle 110 \rangle$ 的問



## 五、發明說明 (7)

題，因此本發明所形成之瓶型溝槽之底部為瓶狀，且無習知的晶格缺陷對後續製程造成困難的疑慮，對提升整體製程的良率有極大幫助。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



## 圖式簡單說明

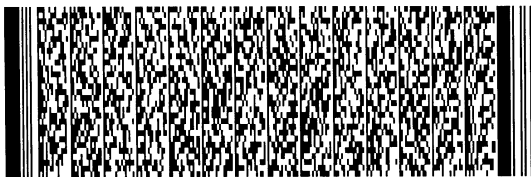
為了讓本發明之上述目的、特徵和優點更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖示，作詳細說明如下：

第1圖係顯示習知技術製得之DRAM溝槽的剖面圖。

第2A~2F圖係顯示本發明之實施例的形成瓶型溝槽方法的製程剖面圖。

## [符號說明]

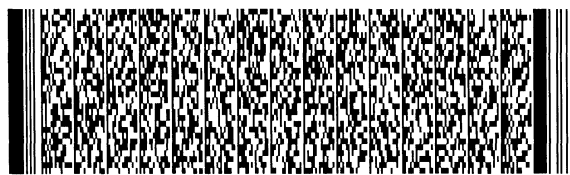
- 10、100~基底；
- 12、120~氧化層；
- 14、140~氮化層；
- 16、160~溝槽；
- 18~錐形底部；
- 170~保護層；
- 175~非晶矽化層；
- 180~瓶型氧化層；
- 200~瓶型溝槽。



## 四、中文發明摘要 (發明之名稱：形成瓶型溝槽之方法)

本發明揭示一種形成瓶型溝槽之方法，適用於一具有墊層結構之基底，且該基底之既定位置上形成一深入基底之溝槽，而該溝槽之上半部之側壁上形成有保護層，其步驟包括：對該溝槽中未被該保護層覆蓋之下半部側壁及底部施加離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化；對該非晶矽化之側壁及底部進行氧化而於該溝槽下半部之側壁及底部上形成瓶型氧化層；以及移除該瓶型氧化層而形成瓶型溝槽。根據本發明之另一實施例，亦可在離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化後，以酸移除該非晶矽化之側壁及底部而形成瓶型溝槽。

## 英文發明摘要 (發明之名稱：)



## 六、申請專利範圍

1. 一種形成瓶型溝槽的方法，適用於一具有墊層結構之基底，且該基底之既定位置上形成一深入基底之溝槽，而該溝槽之上半部之側壁上形成有保護層，其步驟包括：

(a) 對該溝槽中未被該保護層覆蓋之下半部側壁及底部施加離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化；

(b) 對該非晶矽化之側壁及底部進行氧化而於該溝槽下半部之側壁及底部上形成瓶型氧化層；以及

(c) 移除該瓶型氧化層而形成瓶型溝槽。

2. 一種形成瓶型溝槽的方法，適用於一具有墊層結構之基底，且該基底之既定位置上形成一深入基底之溝槽，而該溝槽之上半部之側壁上形成有保護層，其步驟包括：

(a) 對該溝槽中未被該保護層覆蓋之下半部側壁及底部施加離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化；以及

(b) 移除該非晶矽化之側壁及底部。

3. 如申請專利範圍第1或2項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該保護層為絕緣材料。

4. 如申請專利範圍第1或2項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中步驟(a)之離子植入係以Si、Ge或擇自Ar、Ne、He之惰性氣體進行。

5. 如申請專利範圍第2項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該步驟(b)之移除係以酸或 $\text{NH}_4\text{OH}$ 進行。

6. 如申請專利範圍第5項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該酸為選自氟化氫(HF)/乙二醇(EG)、稀釋



## 六、申請專利範圍

氟化氫 (DHF) 或緩衝氟化氫 (BHF)。

7. 如申請專利範圍第1或2項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該墊層構造包括一墊氧化層以及一墊氮化層。

8. 一種形成瓶型溝槽之方法，適用於電容儲存區，其步驟包括：

(a) 提供一具有主動區的半導體基底；

(b) 依序在該基底上形成一第一墊氧化物層及一第一墊氮化物層，而構成一墊層結構；

(c) 定義該墊層結構及該基底，而於該主動區中形成一溝槽；

(d) 在該溝槽之上半部側壁上形成一保護層；

(e) 對該溝槽中未被該保護層覆蓋之下半部側壁及底部施加離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化；

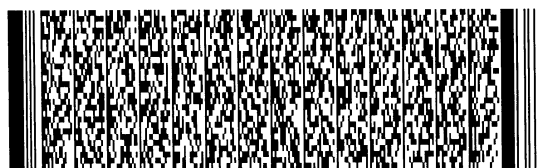
(f) 對該非晶矽化之側壁及底部進行氧化而於該溝槽下半部之側壁及底部上形成瓶型氧化層；以及

(g) 移除該瓶型氧化層而形成瓶型溝槽。

9. 如申請專利範圍第8項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該保護層為絕緣材料。

10. 如申請專利範圍第8項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中步驟(e)之離子植入係以Si、Ge或擇自Ar、Ne、He之惰性氣體進行。

11. 如申請專利範圍第8項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該步驟(f)之氧化係以一種擇自乾氧化、濕氧化、快速熱氧化(RTN)、液態氧化等之方法進行。



## 六、申請專利範圍

12. 一種形成瓶型溝槽之方法，適用於電容儲存區，其步驟包括：

(a) 提供一具有主動區的半導體基底；

(b) 依序在該基底上形成一第一墊氧化物層及一第一墊氮化物層，而構成一墊層結構；

(c) 定義該墊層結構及該基底，而於該主動區中形成一溝槽；

(d) 在該溝槽之上半部側壁上形成一保護層；

(e) 加離子植入使該側壁及底部的原子結構非晶矽化；以及

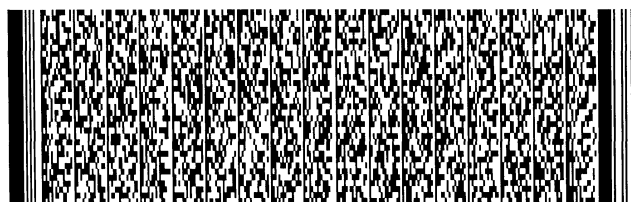
(f) 移除該非晶矽之側壁及底部而形成瓶型溝槽。

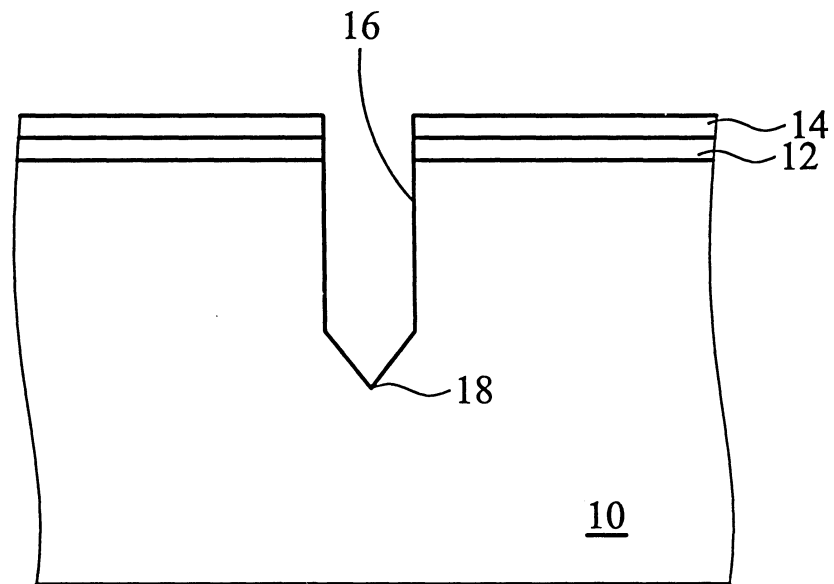
13. 如申請專利範圍第12項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該保護層為絕緣材料。

14. 如申請專利範圍第12項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中步驟(e)之離子植入係以Si、Ge或擇自Ar、Ne、He之惰性氣體進行。

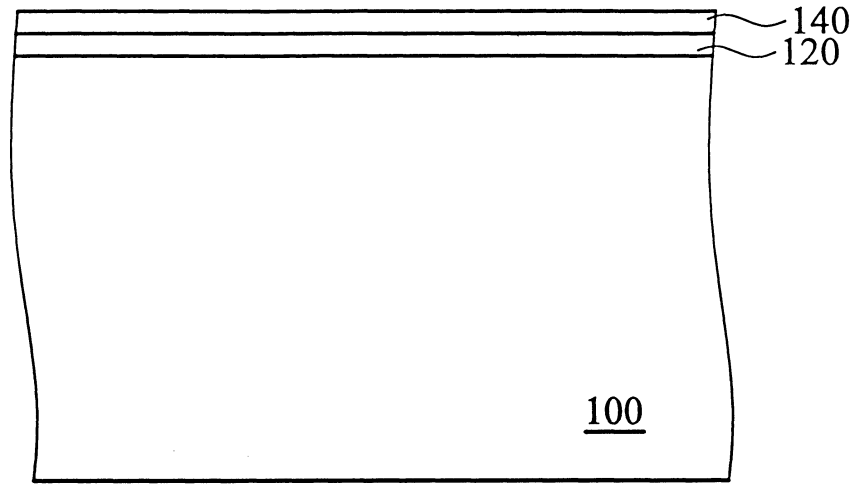
15. 如申請專利範圍第12項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中步驟(f)之移除係以酸或 $\text{NH}_4\text{OH}$ 進行。

16. 如申請專利範圍第15項所述之形成瓶型溝槽的方法，其中該酸為選自氟化氫(HF)/乙二醇(EG)、稀釋氟化氫(DHF)或緩衝氟化氫(BHF)。

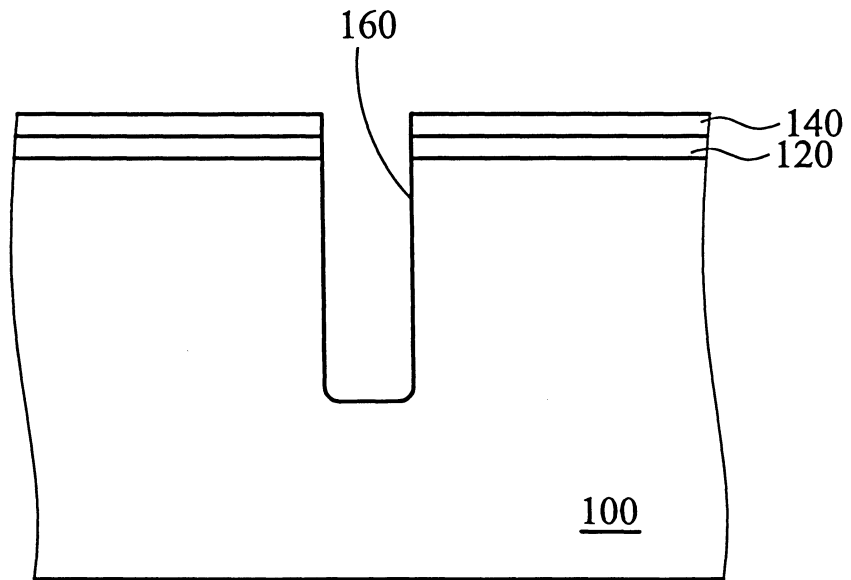




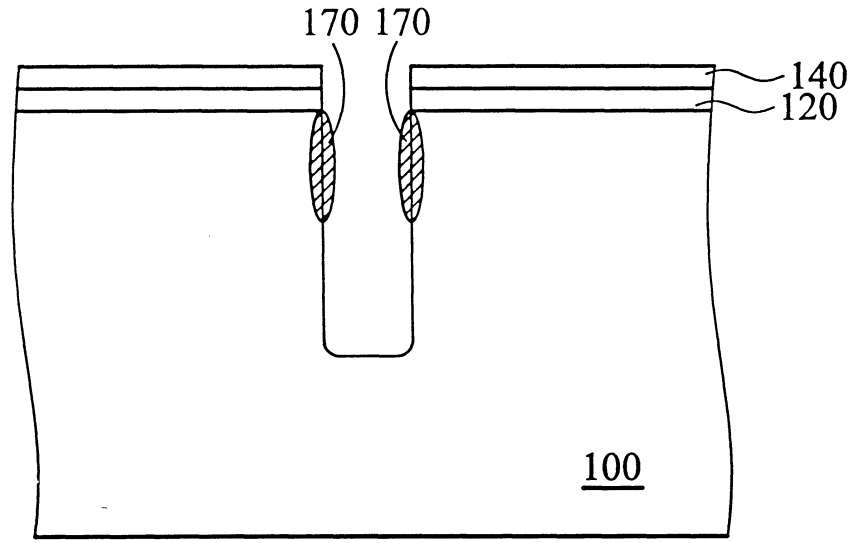
第 1 圖



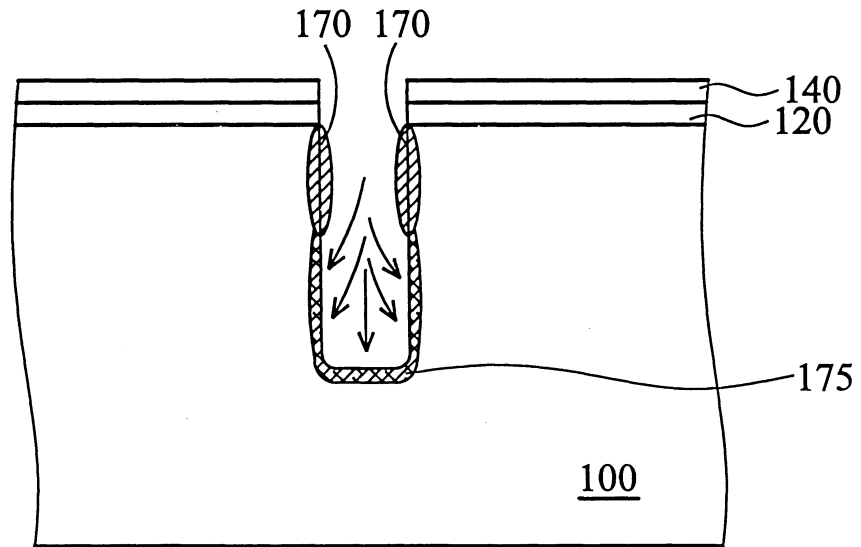
第2A圖



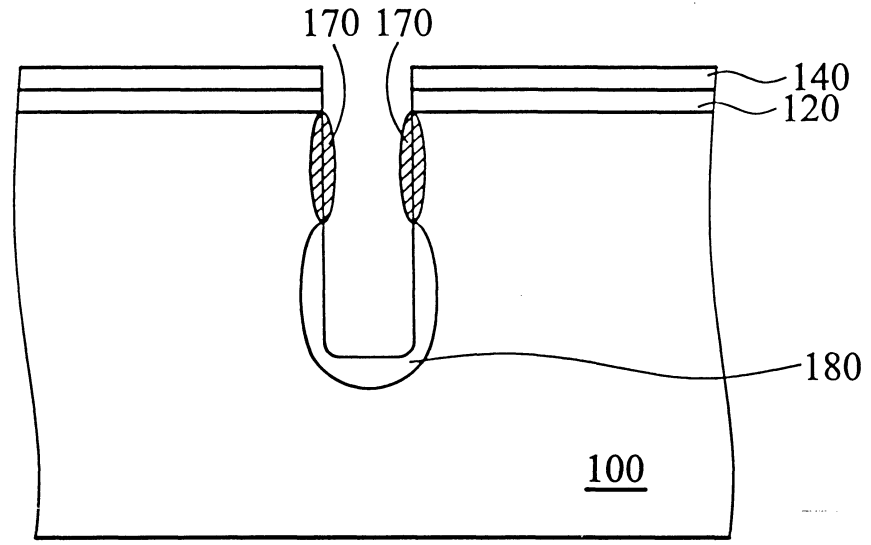
第2B圖



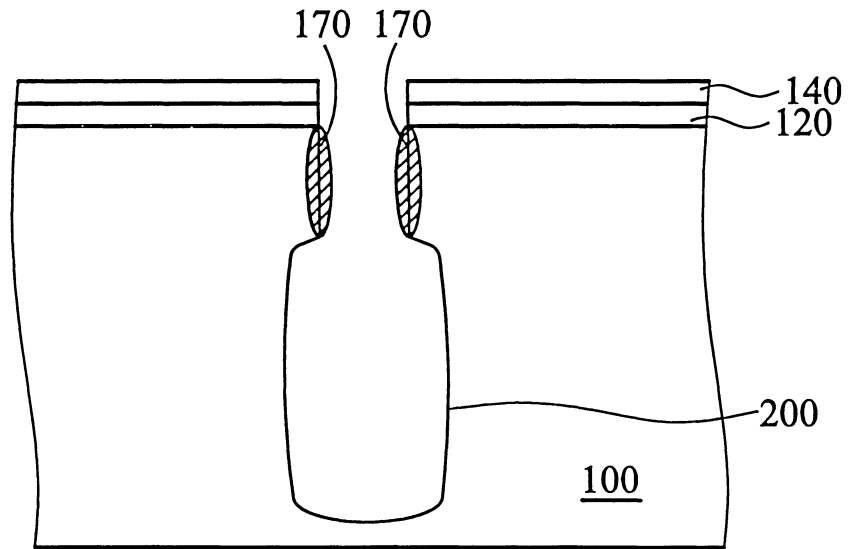
第 2C 圖



第 2D 圖



第2E圖



第2F圖