

申請日期	88.3.5
案 號	88103375
類 別	Int. Cl ⁸ H01L 21/768

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書
新 型

一、發明 名稱	中 文	雙重金屬鑲嵌結構的製造方法	406372
	英 文		
二、發明 創作人	姓 名	1 吳俊元 2 盧火鐵	
	國 籍	中華民國	
	住、居所	1 新竹市振興路 48 巷 15 弄 24 號 3 樓之 1 2 台北市復興北路 513 號 3 樓	
三、申請人	姓 名 (名稱)	聯華電子股份有限公司	
	國 籍	中華民國	
	住、居所 (事務所)	新竹科學工業園區新竹市力行二路三號	
	代 表 人 姓 名	曹興誠	

406372

公告本

88年12月30日

修正
補充

申請日期	88.3.5
案 號	88103375
類 別	Int. Cl ⁸ H01L 21/768

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	雙重金屬鑲嵌結構的製造方法	406372
	英 文		
二、發明 創作人	姓 名	1 吳俊元 2 盧火鐵	
	國 籍	中華民國	
	住、居所	1 新竹市振興路 48 巷 15 弄 24 號 3 樓之 1 2 台北市復興北路 513 號 3 樓	
三、申請人	姓 名 (名稱)	聯華電子股份有限公司	
	國 籍	中華民國	
	住、居所 (事務所)	新竹科學工業園區新竹市力行二路三號	
	代 表 人 姓 名	曹興誠	

五、發明說明 ()

本發明是有關於一種半導體元件之多重內連線 (Multilevel Interconnects) 的製造方法，且特別是有關於一種雙重金屬鑲嵌 (Dual Damascene) 結構的製造方法。

當單位面積上的積體電路元件數目不斷地增加、關鍵尺寸不斷縮減之際，材料的特性要求將更為嚴謹，否則時間常數(RC Constant)的延遲必然是元件速度增加的最大阻力。而元件中電阻的主要來源為佈滿在元件上的多層金屬連線，因此金屬的選擇將是未來積體電路工業的主要課題。

銅金屬由於其本身具有低電阻率、高抗電遷移性以及可以以化學氣相沈積與電鍍方式成長的優點，因此在深次微米元件其多層金屬連線的運用上備受矚目。然而，在應用銅金屬時，仍存在一些問題亟待解決。例如，銅金屬在空氣中容易氧化並且容易受濕氣的腐蝕，而且在定義圖案時，銅金屬不容易以乾式蝕刻方式製成微細圖樣。此外，銅金屬具有高擴散係數，在低溫時即易與矽反應形成矽銅合金，而且銅金屬與介電質的黏著性不佳，且在電場的加速下能穿透介電質而快速的擴散，造成深層的缺陷，使元件的可靠度降低。

目前針對上述問題的解決方法，係應用一種化學機械研磨的雙重金屬鑲嵌技術。雙重金屬鑲嵌製程是一種將金屬內連線巧妙地嵌入於絕緣層的技術，其作法係在基底上先形成一層絕緣層，並將其平坦化後，再依照所需之金屬導線的圖案以及介層窗的位置，蝕刻絕緣層，以形成溝渠

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (2)

以及介層窗開口 (Via)。然後，再於基底上沈積一層金屬層，使其填滿溝渠與介層窗口，以同時形成金屬導線與介層窗。最後，再以化學機械研磨法 (Chemical-Mechanical Polishing, CMP) 將元件的表面平坦化。由於在製程上並不需要蝕刻，因此可以改善銅金屬細微圖樣蝕刻的問題。而解決銅原子的擴散問題以及銅金屬層與介電質之間的黏著問題，在雙重金屬鑲嵌結構的溝渠與介層窗開口形成之後、將金屬層填入溝渠與介層窗開口之前，則會先鍍一層高穩定性的擴散阻絕層。此外，為了避免銅金屬在空氣中氧化的問題以及銅原子的擴散問題，在形成銅金屬層與化學機械研磨之後，通常會在銅金屬層上覆蓋一層頂蓋層，以用來將銅金屬與空氣隔絕。

第 1A 圖至第 1C 圖為習知一種雙重金屬鑲嵌結構的製造流程剖面圖。首先，請參照第 1A 圖，典型雙重金屬鑲嵌結構的製作方法係以習知的微影成像與蝕刻製程，在基底 100 上方所覆蓋的介電層 106 與頂蓋層 104 之中，形成裸露出銅金屬層 102 的溝渠 108 與介層窗開口 110。接著，在基底 100 上先形成一層共形的阻障層 112，再於基底 100 上形成一層銅金屬層 114，以覆蓋介電層 106 並且填滿溝渠 108 與介層窗開口 110，如第 1B 圖所示。其後，請參照第 1C 圖，再以化學機械研磨法進行平坦化製程，以去除介電層 106 之上表面所覆蓋的阻障層 112 以及銅金屬層 114。然後，再於基底 100 上覆蓋一層保護層 122，以避免銅金屬層 114 氧化，並且防止銅金屬層 114 的銅原子或銅

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明()

離子擴散至後續沉積於基底上之介電層。

上述方法中，保護層 122 之材質多為化學氣相沉積法所沉積之氮化矽或碳化矽，由於氮化矽與碳化矽易在沉積的過程中造成應力的累積，而使保護層 122 與銅金屬層 114 之間的附著性質不佳，甚至造成保護層 122 產生剝離 (Peeling) 124 的現象。

因此，本發明提供一種雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，可以降低保護層之應力，增加保護層與銅金屬層之間的附著性，以避免發生保護層剝離的現象。

本發明提供一種雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其作法係在基底上所覆蓋的介電層中形成介層窗開口與溝渠，並在介層窗開口與溝渠之中形成阻障層與導體層。之後，以化學機械研磨法進行平坦化製程，以去除介電層上所覆蓋的導體層與阻障層。然後，再以蝕刻溶液處理導體層之表面，使導體層的表面因晶粒裸露出來而呈凹凸狀。接著，在基底上形成一層保護層，以覆蓋導體層之表面。

依照本發明實施例所述，上述之導體層為銅金屬時，使其表面呈凹凸狀的蝕刻溶液包括鹽酸、用以平衡蝕刻溶液中氯離子之成分以及溶劑，其中用以平衡氯離子之成分包括三氯化鐵；溶劑包括水或乙醇。銅材質之導體層在蝕刻溶液處理時，由於晶粒邊界的蝕刻速率較高於晶粒本身，因此，經蝕刻溶液處理之後，導體層表面的銅晶粒可以裸露出來，而使其表面呈凹凸狀。而凹凸狀的表面，則可用以緩衝後續覆蓋於銅導體層其表面上之保護層的應

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(ㄣ)

力，增加保護層與銅導體層之間的附著性。因此，本發明之方法可以避免保護層剝離的現象，使保護層可以確實發揮保護導體層之功用。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之簡單說明：

第 1A 圖至第 1C 圖為習知一種雙重金屬鑲嵌結構的製造流程剖面圖；

第 2A 圖至第 2F 圖為依照本發明實施例一種雙重金屬鑲嵌結構的製造流程剖面圖；以及

第 3 圖為第 2E 圖之局部放大示意圖。

圖式標記說明：

100、200：基底

102：銅金屬層

104、204：頂蓋層

106、206：介電層

108、208：溝渠

110、210：介層窗開口

112、212：阻障層

114：銅金屬層

122、222：保護層

124：剝離

202、214：導體層

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(ㄘ)

216：表面

218：晶粒

220：晶粒邊界

230：虛線

實施例

本發明的實施例係以雙重金屬鑲嵌的製程作為說明。但是，在實際的應用上本發明亦可以適用於金屬導線、接觸窗或介層窗之製程中，而並不限定於雙重金屬鑲嵌之製程。

第 2A 圖至第 2F 圖為依照本發明實施例一種雙重金屬鑲嵌結構之製造流程的剖面示意圖。首先，請參照第 2A 圖，在已形成有導體層 202 與頂蓋層 204 的基底 200 上形成一層介電層 206。上述之導體層 202 之材質包括金屬銅，其形成的方法例如是物理氣相沉積法、化學氣相沈積法或電鍍法等，其厚度例如為 3000 埃至 20000 埃。而頂蓋層 204 之材質係可以防止導體層 202 氧化、或防止導體層 202 其原子或離子成分擴散至介電層 206 者，其厚度例如為 300 埃至 1500 埃。當導體層 202 之材質為金屬銅時，頂蓋層 204 之較佳的材質例如是化學氣相沈積法所形成之氮化矽或碳化矽。介電層 206 之材質包括電漿化學氣相沉積法所形成之氧化矽、含氟之氧化矽或是具有低介電常數之旋塗式高分子(Spin on Polymer, SOP)，例如是由 Flare、SILK、Parylene 與 PAE-II 等所組成之有機材料其中之一種。

然後，請參照第 2B 圖，在介電層 206 與頂蓋層 204

五、發明說明(6)

之中形成雙重金屬鑲嵌結構的溝渠 208 與介層窗開口 210。典型的方法可以在介電層 210 上形成一層具有開口圖案的光阻層(未繪示於圖中)，此開口即為預定形成之介層窗開口所在的位置，其對應於導體層 202 的上方。接著，以光阻層為蝕刻罩幕，頂蓋層 204 為蝕刻終點，進行蝕刻程序，以將開口的圖案轉移，形成穿透介電層 206 並且裸露出頂蓋層 204 的介層窗開口 210。接著，將上述光阻層去除，之後，再於介電層 206 上形成另一層光阻層(未繪示於圖中)，用以定義溝渠所需的圖案。然後，以此光阻層為蝕刻罩幕，蝕刻去除部分的介電層 206，以形成溝渠 208，其後，將光阻層剝除，並去除介層窗開口 210 所裸露的頂蓋層 204。

其後，請參照第 2C 圖，在基底 200 上形成一層共形的阻障層 212，以覆蓋溝渠 208 以及介層窗開口 210 之表面。較佳的阻障層 212 例如是由物理氣相沉積法或化學氣相沈積法所形成之鈦/氮化鈦、鉭、氮化鉭或氮化鎢。接著，在基底 200 上覆蓋一層導體層 214 以填滿介層窗開口 210 與溝渠 208。導體層 214 之材質例如是銅，其形成的方法例如是物理氣相沉積法、化學氣相沉積法或電鍍法。

然後，請參照第 2D 圖，進行平坦化製程，以去除介電層 206 上所覆蓋的阻障層 212 與導體層 214。較佳的方法包括使用化學機械研磨法以執行之。

接著，請參照第 2E 圖，進行本發明之特徵步驟。以蝕刻溶液處理導體層 214 之表面 216，使導體層 214 其表面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(7)

216 因導體層 214 之晶粒 218 裸露出來而呈凹凸不平狀。爲使本發明之特徵更爲清楚明白，第 3 圖係繪示第 2E 圖中虛線 230 之導體層 214 的局部放大示意圖。當導體層 214 之材質爲金屬銅，較佳的蝕刻溶液包括鹽酸(HCl)、用以平衡蝕刻溶液中氯離子的成分以及溶劑。其中，用以平衡蝕刻溶液中氯離子的成例如爲三氯化鐵(FeCl_3)，而溶劑例如爲水或乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)。以 100 克的蝕刻溶液爲例，較佳的是將 5 克的鹽酸與 5 克的三氯化鐵溶於 90 克的水或乙醇。銅材質之導體層 214 在此蝕刻溶液的作用下，由於銅晶粒 218 邊界(Copper Grain Boundary)的蝕刻速率較高於銅晶粒 218，因此，銅導體層 214 其表面 216 的銅晶粒 218 可以裸露出來，而使其表面 216 因銅晶粒 218 的裸露而呈現凸起狀，因銅晶粒 218 邊界 220 被時刻去除而展現凹陷狀。此凹凸不平的表面 216 爲本發明的重要特徵，其可以避免後續形成之保護層發生剝離的現象。

其後，請參照第 2F 圖，在基底 200 上形成一層保護層 222，以防止導體層 214 氧化，並且避免導體層 214 其原子或離子成分擴散至後續覆蓋於基底 200 之介電層，而使元件的可靠度降低。較佳的保護層 222 其材質例如爲氮化矽或碳化矽，形成的方法例如爲化學氣相沉積法。由於本發明係將保護層 222 形成於表面 216 具有凹凸不平狀的導體層 214 之上，其表面 216 的凹陷之處，即晶粒 218 之邊界 220 處，可用以緩衝保護層 222 的應力，增加保護層 222 與導體層 214 之間的附著性，因此，可以避免習知保護層

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(8)

與導體層之間因應力的累積，致使保護層與導體層之間的附著不良所導致的剝離現象。

因此，本發明的優點是可以緩衝保護層與導體層之間的應力，增加其彼此之間的附著性，以防止保護層剝離導體層的現象，使保護層發揮其防止氧化、避免導體層之原子或離子成分擴散所衍生的可靠度問題。

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，當可作各種之更動與潤飾，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。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱： 雙重金屬鑲嵌結構的製造方法)

一種雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其作法係在基底的介電層中形成溝渠與介層窗開口，然後於溝渠與介層窗開口中填入銅金屬層，並進行平坦化製程之後，以含鹽酸之蝕刻溶液處理銅金屬層，使銅金屬層其表面因晶粒裸露出來而呈凹凸狀，其後，在銅金屬層上形成一層保護層。

英文發明摘要(發明之名稱：)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

六、申請專利範圍

1. 一種雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，包括下列步驟：

於一基底上形成一介電層，該介電層已形成有一溝渠與一介層窗開口；

在該溝渠與該介層窗開口中形成一導體層；

以一蝕刻溶液處理該導體層，以裸露出該導體層之晶粒，使該導體層之表面呈凹凸狀；以及

於該導體層上形成一保護層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該導體層包括銅。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該蝕刻溶液包括鹽酸。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該蝕刻溶液包括鹽酸、用以平衡氯離子之成分與溶劑。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該用以平衡氯離子之成分包括三氯化鐵，該溶劑包括水與乙醇其中之一。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該保護層包括氮化矽。

7. 一種雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，包括下列步驟：

於一基底上形成一介電層，該介電層已形成有一溝渠與一介層窗開口；

六、申請專利範圍

於該基底上形成一阻障層；

於該溝渠與該介層窗開口中形成一導體層；

進行一平坦化製程，以去除覆蓋於該介電層上之該阻障層與該銅金屬層；

以一蝕刻溶液處理該銅金屬層，以裸露出該銅金屬層之晶粒，使該銅金屬層之表面呈凹凸狀；以及

於該銅金屬層上形成一保護層。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該平坦化製程係使用化學機械研磨法以執行之。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該蝕刻溶液包括鹽酸。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該蝕刻溶液包括鹽酸、用以平衡氯離子之成分與溶劑。

11. 如申請專利範圍第 7 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該蝕刻溶液包括鹽酸。

12. 如申請專利範圍第 7 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該蝕刻溶液包括鹽酸、用以平衡氯離子之成分與溶劑。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該用以平衡氯離子之成分包括三氯化鐵，該溶劑包括水。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之雙重金屬鑲嵌結構

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

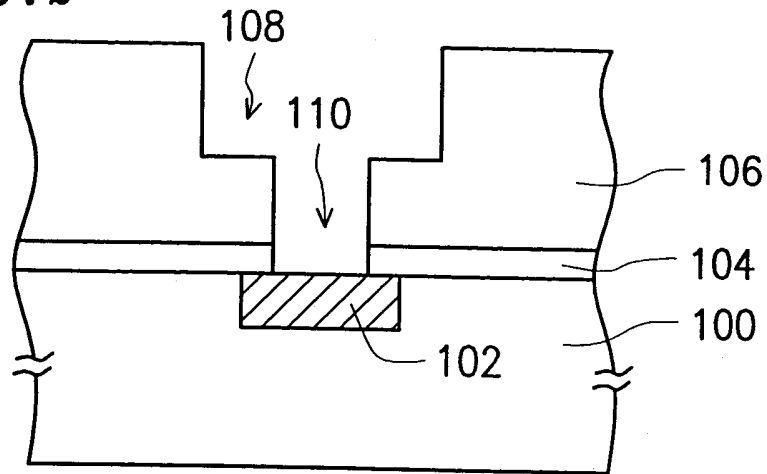
六、申請專利範圍

的製造方法，其中該保護層包括氮化矽。

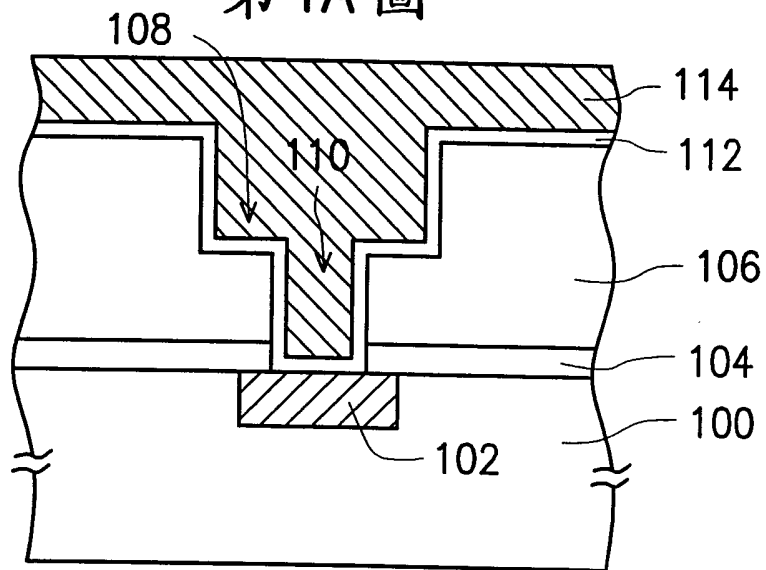
15.如申請專利範圍第 12 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該用以平衡氯離子之成分包括三氯化鐵，該溶劑包括乙醇。

16.如申請專利範圍第 15 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該保護層包括氮化矽。

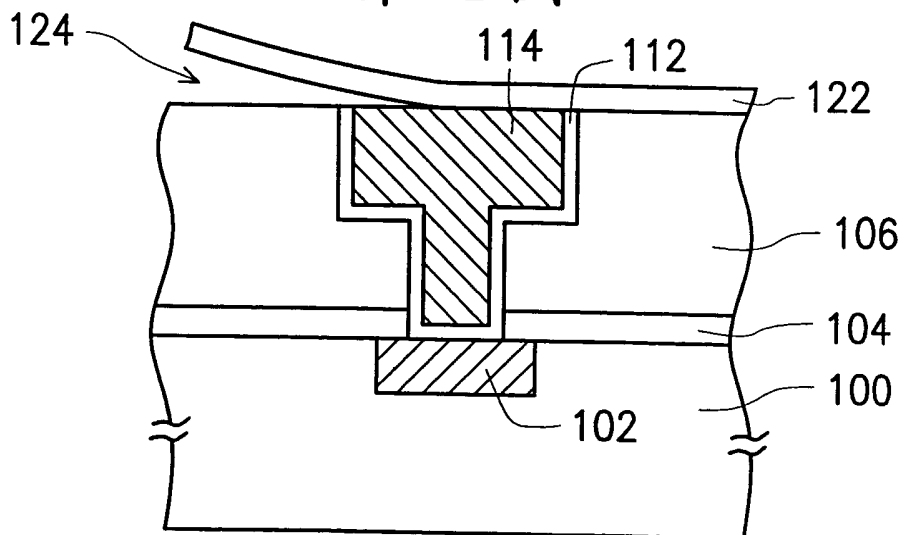
17.如申請專利範圍第 7 項所述之雙重金屬鑲嵌結構的製造方法，其中該保護層包括氮化矽。



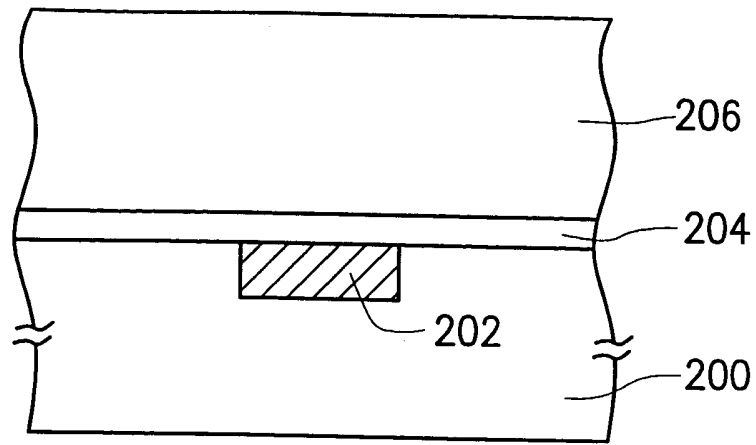
第1A圖



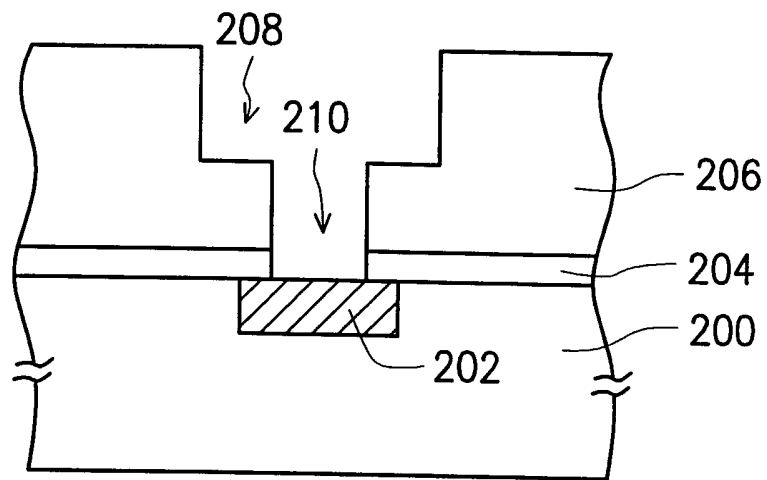
第1B圖



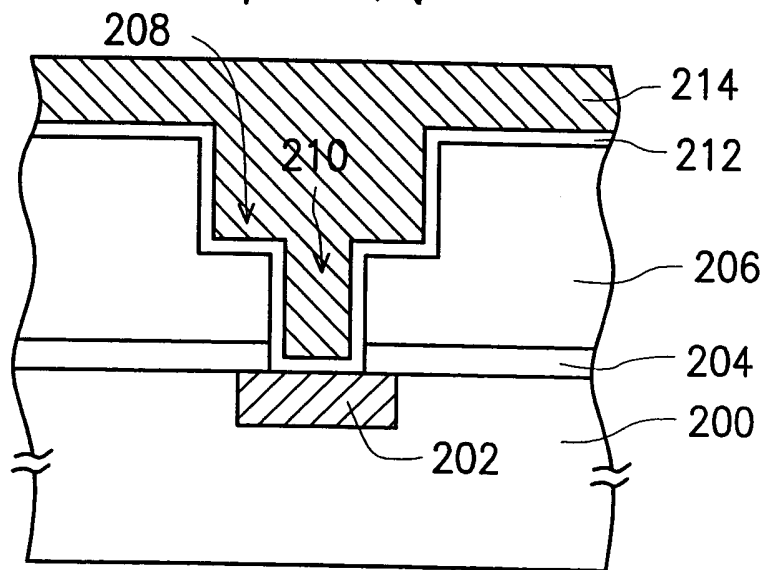
第1C圖



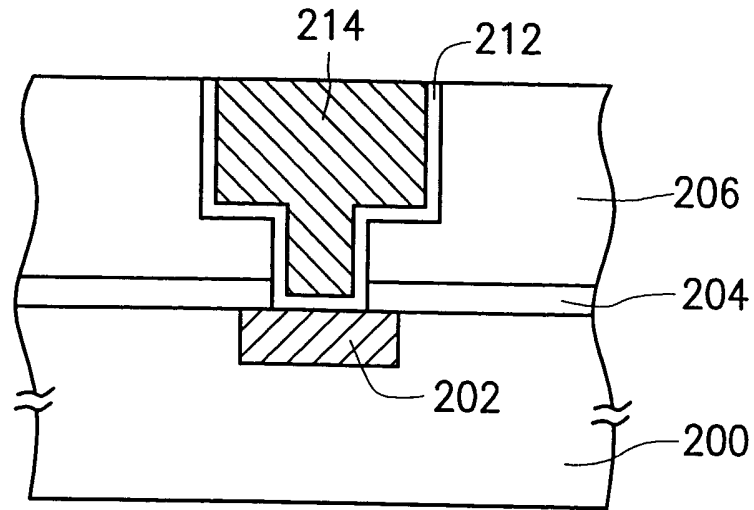
第 2A 圖



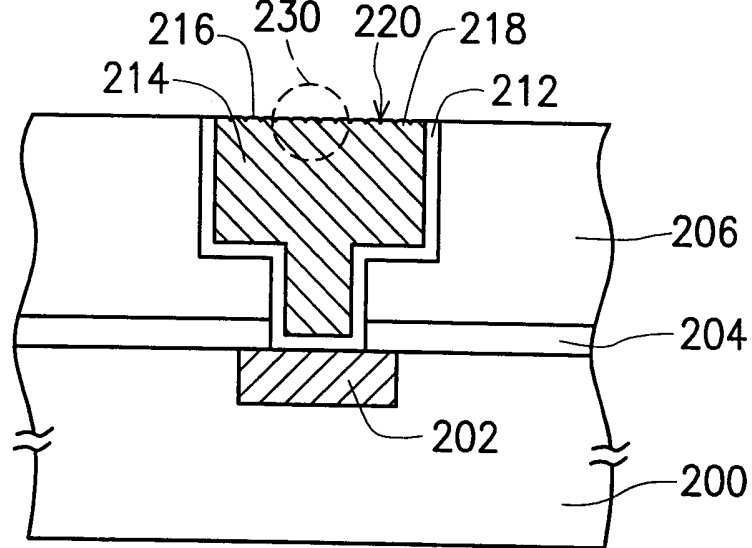
第 2B 圖



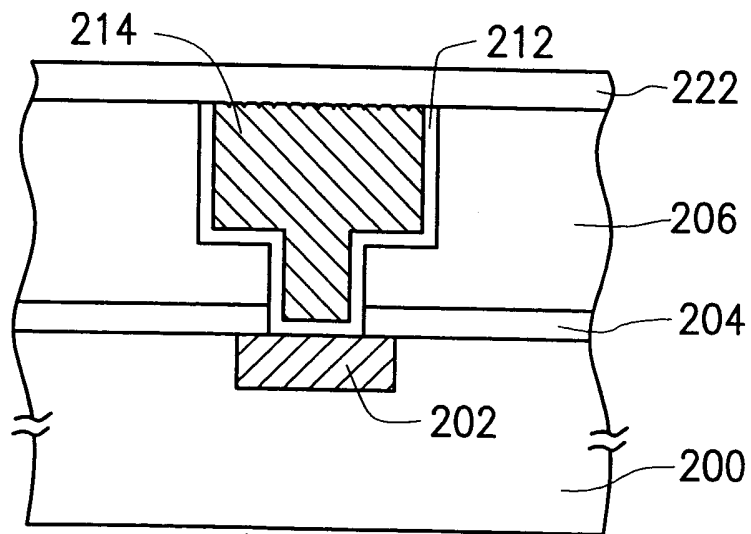
第 2C 圖



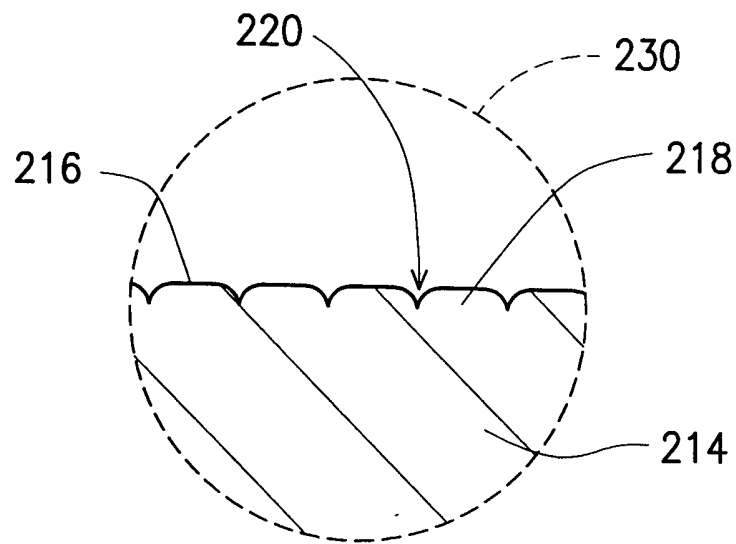
第2D圖



第2E圖



第2F圖



第 3 圖