

公告本

申請日期	89 年 3 月 1 日
案 號	89103619
類 別	H01L 21/204

A4
C4

517296

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 新 型 名 稱	中 文	製造半導體裝置之方法
	英 文	Method for manufacturing a semiconductor device
二、發明 創 作 人	姓 名	(1) 今井俊則 (2) 大橋直史 (3) 本間喜夫
	國 籍	(1) 日本 (2) 日本 (3) 日本
	住、居所	(1) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所(股)知的所有權本部內 (2) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所(股)知的所有權本部內 (3) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所(股)知的所有權本部內
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 日立製作所股份有限公司 株式会社日立製作所
	國 籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國東京都千代田區神田駿河台四丁目六番 地
	代 表 人 姓 名	(1) 庄山悅彦

裝

訂

線

申請日期	89 年 3 月 1 日
案 號	89103619
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 新型名稱	中 文	
	英 文	
二、發明人 創作	姓 名	(4) 近藤誠一
	國 籍	(4) 日本
	住、居所	(4) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所（股）知的所有權本部內
三、申請人	姓 名 (名稱)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	

裝
訂
線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國 (地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☐有 ☐無主張優先權

日本 1999 年 4 月 28 日 11-123061 ☒有主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (2)

粒是由表面上之氧化劑的氧化作用予以產生。至於拋光液體（泥漿），已揭示以下的技術改良，例如：

日本未審查專利申請公告 H e i 7 - 9 4 4 5 5 揭示一種技術，其為：使用水溶液作為研磨粒的擴散媒介；作為溶質，可使用鹽酸、過硫酸銨、氧化鉻、磷酸、氫氧化銨、氯化銨銅與氫氧化銨的混合物、氫氧化銨與過氧化氫的混合物、以及水溶液混合物。以使用中的此種研磨粒液體而言，含有銅的金屬膜對於絕緣膜（氧化矽膜）之拋光速度比（R）是調整在大於1，因此增加了互連膜厚度的可控制性。此公告案另說明了一種技術，其中所使用的研磨粒液體含有平均顆粒直徑不大於 $0.1 \mu m$ 的二氧化矽顆粒，以防止含有比較軟的銅的金屬膜表面受到氧化鋁顆粒的損壞。

日本未審查專利申請公告 H e i 7 - 2 3 3 4 8 5 揭示一種技術，其為：使用銅基金屬拋光液體，其含有選自醋酸銨與氨基硫酸中的至少一有機酸、氧化劑（過氧化氫）及水，且當浸漬於此拋光液體中時，幾乎不會造成銅或銅合金上的蝕刻，反而在拋光時，拋光液體分解銅或銅合金，且拋光時的蝕刻速度是浸漬時的十倍。

日本未審查專利申請公告 H e i 8 - 6 4 5 9 4 揭示一種技術，其為：在拋光時或拋光後，金屬膜表面的銹化是受到抑制，且因此防止了互連品質的惡化。當拋光金屬膜時，使用混合的研磨粒液體，其中化學成分在含銅膜表面上形成防銹塗覆，此化學成分為，例如：苯並三唑、

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

五、發明說明 (3)

及無機酸的二氨基並三唑衍生鹽與銅鹽。

日本未審查專利申請公告 H e i 8 - 8 3 7 8 0 揭示一種技術，其為：拋光劑含有形成金屬膜上的保護膜之化學試劑及金屬膜的蝕刻劑。此拋光劑是使用於銅或含銅金屬模的化學機械拋光。化學試劑可以是例如：苯並三唑或其衍生物，而蝕刻試劑可含有例如：醋酸銨及／或氨基硫酸、以及例如：過氧化氫、硝酸或次氯酸的氧化劑。

在藉由化學機械拋光以形成嵌金屬互連的過程中，當形成於絕緣膜之互連溝外側的絕緣膜上藉由化學機械拋光以移除金屬膜的不需要部分：絕緣膜表面上的凹部中，由底塊表面上的階梯輪廓所造成的金屬膜，不可能被移除。此金屬膜殘餘物是嵌入互連間短路的起因，因此，此殘餘物必須藉由過度拋光予以完全地移除。

若實施過度拋光，然而，發生一種現象，其中互連溝中的嵌入互連被拋光，使得各互連的中央表面部分，相較於周圍部分，更過度地移除，因此，中央表面部分相較於周圍部分是選擇性地向內退縮（稱為變形），且同時，發生另一現象，其中各互連溝的開口附近之絕緣膜的表面部分是選擇性地拋光去除且向內退縮（侵蝕）。當此種現象發生時，互連電阻增大，因為嵌入連接的截面積減小。另且，如上述例子中的問題發生，因為在變形與侵蝕及凹部發生在絕緣膜表面上的同時，上述的變形與侵蝕是反映在澱積於嵌入互連上之絕緣膜的表面形狀上。

特別地，當使用銅或銅合金以形成嵌入互連時，有必

五、發明說明(4)

要在絕緣膜與銅膜之間插入例如氮化鈦膜的導電障層，此導電障層可抑制銅的分解且顯示對於絕緣模的高附著度，因為銅具有容易分解於絕緣膜中及對於絕緣膜的低附著度之本質。所以，在使用銅（合金）以形成嵌入互連的過程中，需要過度拋光銅（合金）膜且過度拋光導電障層，使得變形與侵蝕是易於發生以回應過度拋光與過度侵蝕的程度。

發明概述

本發明的目的在於提供一種技術，其可藉由化學機械拋光法抑制在形成嵌金屬互連中之疑難的變形與侵蝕。

經由以下的說明與附加的圖式，本發明的上述與其它目的及嶄新特徵將是顯而易見的。

本案所揭示之本發明的代表性觀點的要點將作成以下簡單的說明：

1．一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

- (a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；
- (b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；
- (c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；
- (d) 藉由無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；
- (e) 在步驟 (d) 後，藉由具研磨粒化學機械拋光

五、發明說明 (5)

以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜；及

(f) 在步驟 (e) 後，藉由選擇性化學機械拋光以移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性化學機械拋光是選擇性地相對於金屬膜以拋光導電障層。

2 . 如第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中絕緣膜具有數個層。

3 . 如第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主成分而製成。

4 . 如第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中無研磨粒化學機械拋光是使用具有小於 0 . 1 重量百分比的液體與研磨粒的混合重量濃度之拋光液體予以實施。

5 . 如第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中開口是孔。

6 . 如第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中開口是溝。

7 . 如第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中選擇性化學機械拋光之導電障層對於金屬膜的拋光選擇性比例是 1 0 : 1 。

8 . 一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

(a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

(b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

(c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

五、發明說明 (6)

(d) 藉由第一化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是 5 : 1 ；

(e) 在步驟 (d) 後，藉由第二化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例是低於第一化學機械拋光的選擇性比例；及

(f) 在步驟 (e) 後，藉由第三化學機械拋光法以移除留在絕緣膜上之導電障層，其中導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是 5 : 1 。

9 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中絕緣膜具有數個層。

10 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主成分而製成。

11 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第一化學機械拋光中之金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是 8 : 1 。

12 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第二化學機械拋光中之金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是 3 : 1 。

13 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第三化學機械拋光中之導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是 10 : 1 。

14 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明（ 7 ）

其中第三化學機械拋光中之導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是 20 : 1 。

15 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中導電障層是以氮化鈦製成。

16 . 如第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第一化學機械拋光與第二化學機械拋光是分別使用不同的拋光墊予以實施。

17 . 一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

（ a ）在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

（ b ）於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

（ c ）在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

（ d ）藉由無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；

（ e ）在步驟（ d ）後，藉由具研磨粒化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的任何金屬膜；及

（ f ）在步驟（ e ）後，藉由選擇性移除過程以移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性移除過程是選擇性地相對於金屬膜以移除導電障層。

18 . 如第 17 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中步驟（ f ）的選擇性移除過程是乾蝕刻。

19 . 一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

五、發明說明（ 8 ）

（ a ）在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

（ b ）於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

（ c ）在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

（ d ）藉由第一化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜，其使用屬於金屬膜銹化區的狀態中之第一拋光液體；

（ e ）在步驟（ d ）後，藉由第二化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例是低於第一化學機械拋光的選擇性比例；及

（ f ）在步驟（ e ）後，藉由第三化學機械拋光法以移除留在絕緣膜上之導電障層，其中導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是 5 : 1 。

20 . 一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

（ a ）在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

（ b ）於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

（ c ）在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

（ d ）藉由第一化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是 5 : 1 ；

（ e ）在步驟（ d ）後，藉由第二化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜，其中金屬膜

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂線

五、發明說明(9)

對於導電障層的選擇性比例是低於第一化學機械拋光的選擇性比例；及

(f) 在步驟 (e) 後，藉由第三化學機械拋光法以移除留在絕緣膜上之導電障層，其中導電障層對於金屬膜的選擇性比例是高於第二化學機械拋光的選擇性比例。

2 1 . 如第 2 0 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第三化學機械拋光是使用含有防銹劑的第三拋光液體予以實施。

2 2 . 如第 2 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中防銹劑含有苯並三唑。

2 3 . 如第 2 2 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中包含於第三拋光液體中之苯並三唑的濃度是在 0 . 0 0 1 至 1 重量百分比的範圍。

2 4 . 如第 2 2 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中包含於第三拋光液體中之苯並三唑的濃度是在 0 . 0 1 至 1 重量百分比的範圍。

2 5 . 如第 2 0 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中絕緣層具有數個層。

2 6 . 如第 2 0 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第一化學機械拋光與第二化學機械拋光是分別使用不同的拋光墊予以實施。

2 7 . 如第 2 0 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第二化學機械拋光與第三化學機械拋光是分別使用相同的拋光墊予以實施。

五、發明說明 (10)

28 . 一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

(a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

(b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

(c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

(d) 藉由使用硬拋光墊之無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；

(e) 在步驟 (d) 後，藉由化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜；及

(f) 在步驟 (e) 後，藉由選擇性化學機械拋光以移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性化學機械拋光是選擇性地相對於金屬膜以拋光導電障層。

29 . 如第 28 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主成分而製成。

30 . 如第 28 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中導電障層是以較硬於金屬膜的材料製成。

31 . 如第 28 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中在步驟 (e) 中的拋光是使用更軟於步驟 (d) 中的拋光所使用的拋光墊予以實施。

32 . 如第 28 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中實施步驟 (d) 中的拋光所使用的拋光液體具有至少 5 : 1 之相對於導電障層的金屬膜拋光選擇性比例。

33 . 一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以

五、發明說明 (11)

下的步驟：

(a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

(b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

(c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

(d) 藉由無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；

(e) 在步驟 (d) 後，藉由具研磨粒化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜；

(f) 在步驟 (e) 後，藉由選擇性化學機械拋光以移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性化學機械拋光是選擇性地相對於金屬膜以拋光導電障層；及

(g) 在步驟 (f) 後，於遮光狀態下清潔主體。

3 4 . 如第 3 3 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主要成分製成。

3 5 . 如第 3 3 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中步驟 (g) 中的清潔是在照明度不超過 1 8 0

l u x 的狀態下實施。

圖式簡單說明

圖 1 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 2 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (12)

圖 3 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 4 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 5 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 6 (a) 是半導體基板主要部分的平面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程，而圖 6 (b) 是顯示製程之半導體基板主要部分的截面圖。

圖 7 (a) 是半導體基板主要部分的平面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程，而圖 7 (b) 是顯示製程之半導體基板主要部分的截面圖。

圖 8 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 9 是用於嵌銅互連形成之 C M P 設備的整體架構實施例的簡圖。

圖 1 0 是顯示用於嵌銅互接形成之 C M P 設備的部分簡圖。

圖 1 1 是顯示銅膜拋光狀態之 C M P 設備的簡圖。

圖 1 2 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 1 3 是顯示銅的氧化潛在特性相對於酸鹼值的圖表。

圖 1 4 (a) 是半導體基板主要部分的平面圖，其顯

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程，而圖 1 4 (b) 是顯示製程之半導體基板主要部分的截面圖。

圖 1 5 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 1 6 (a) 是半導體基板主要部分的平面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程，而圖 1 6 (b) 是顯示製程之半導體基板主要部分的截面圖。

圖 1 7 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 1 8 (a) 是半導體基板主要部分的平面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程，而圖 1 8 (b) 是顯示製程之半導體基板主要部分的截面圖。

圖 1 9 是顯示晶圓的清潔法。

圖 2 0 是顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程流程。

圖 2 1 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 2 2 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

圖 2 3 (a) 是半導體基板主要部分的平面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程，而圖 2 3 (b) 是顯示製程之半導體基板主要部分的截面圖。

圖 2 4 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (14)

圖 2 5 是半導體基板主要部分的截面圖，其顯示本發明實施例之半導體積體電路裝置的製程。

主要元件對照表

- 1 半導體基板
- 2 元件隔離溝
- 3 氧化矽膜
- 4 p 型池
- 5 n 型池
- 6 閘氧化膜
- 7 閘電極
- 9 矽化物層
- 1 1 n⁻型半導體區域
- 1 2 p⁻型半導體區域
- 1 3 側壁間隔物
- 1 4 n⁺型半導體區域
- 1 5 p⁺型半導體區域
- 1 8 氧化矽層
- 2 0 至 2 2 接觸孔
- 2 3 塞
- 2 4 至 3 0 鎢互連
- 3 1 氧化矽膜
- 3 2 至 3 6 通孔
- 3 7 塞

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (15)

- 3 8 氮化矽膜
- 3 9 氧化矽膜
- 4 0 至 4 4 互連溝
- 4 5 氮化鈦膜
- 4 6 銅膜
- 1 0 0 化學機械拋光設備
- 1 0 1 拋光區
- 1 0 2 清潔後區
- 1 0 3 A 第一台
- 1 0 3 B 第二台
- 1 0 4 清潔站
- 1 0 5 旋轉臂
- 1 0 6 裝載器
- 1 0 7 卸載器
- 1 0 8 裝載器
- 1 0 9 B 第二清潔區
- 1 0 9 A 第一清潔區
- 1 1 0 旋轉乾燥機
- 1 1 1 卸載器
- 1 1 2 驅動機構
- 1 1 3 拋光墊
- 1 1 4 驅動機構
- 1 1 5 晶圓裝載器
- 1 1 6 晶圓夾

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

- 1 1 7 保持環
- 1 1 8 泥漿供應管
- 1 1 9 驅動機構
- 1 2 0 修整器
- 1 2 1 A 、 1 2 1 B 刷
- 1 3 0 遮光壁

實施例詳細說明

首先，將以本申請案中所使用之專有術語的一般意義予以說明。

拋光液體（泥漿）一般意指以拋光研磨粒混合入化學蝕刻劑而製備的懸浮液，為考慮到本發明的本質，使用於本案中之術語一拋光液體（泥漿）是一種並未含有拋光研磨粒於其中之懸浮液。

研磨粒或泥漿顆粒是一般含於泥漿中之氧化鋁粉末或氧化矽粉末。

化學機械拋光（CMP）是拋光的一種方式，其中欲拋光的表面是以相當軟的類似布的片狀材料製成之拋光墊予以接觸，欲拋光的表面與拋光墊是相對地移動於包含有供應泥漿的介面之平面。於本案，化學機械拋光包含化學機械沿光（CML），其中欲拋光的表面是相對地移動在硬磨石表面上。

未含研磨粒的化學機械拋光，使用低於 0.5 重量百分比的研磨粒濃度的泥漿，而含有研磨粒的化學機械拋光

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

，使用等於或高於 0 . 5 重量百分比的研磨粒濃度的泥漿。儘管此種的界定，指定是對應本質的；在包含有第一階段拋光與接著第一階段拋光的第二階段拋光之拋光處理中，第一階段拋光中的化學機械拋光使用低於第二階段拋光至少一階量或至少需要兩階量的研磨粒濃度之泥漿，此種化學機械拋光有時稱為無研磨粒化學機械拋光。此無研磨粒化學機械拋光是說明於美國第 0 9 / 1 8 2 4 3 8 號專利申請案中，此案內容整體地併入本文中作為參考。

一種防銹劑是防止或抑制化學機械拋光的進行，其在金屬表面上形成耐蝕性及／或疏水性保護膜，並採用苯並三唑（B T A）作為防銹劑。此防銹劑是說明於日本第 8 - 6 4 5 9 4 號先行公開案，此案的內容整體地併入本文中作為參考。

導電障層是一種障層，其用以大致地防止構成嵌入互連的原子與離子導入（包含擴散）較低層，以不利地影響到較低層中的元素與其它物質，且障層是以具有擴散防止特性的導電材料製成，此材料含有如鈦的金屬、如氮化鈦的金屬氮化物、導電氧化物、導電氮化物、及其它物質，其電導率是相對地高於絕緣膜。另外，開口意指孔或／及溝。

使用於本文中之選擇性移除、選擇性拋光、選擇性蝕刻及選擇性化學機械拋光的選擇率皆等於或高於 5 。

嵌入互連是一種以互連形成技術形成的互連，其中在導電膜是嵌入形成於絕緣膜中之溝或類似物內部後，絕緣

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

基板及 T F T (薄膜電晶體) 液晶架構基板，其特別地不會架構在單晶矽上。在本發明的說明書中，晶圓是參考為基板，例如：單晶矽基板（一般為圓形）、S O S 基板、玻璃基板、其它絕緣、半絕緣與半導體基板、及由數個基板組成的複合基板，以上的基板皆使用於半導體積體電路裝置的製造過程中。

以下，本發明的實施例將依據所附的圖式予以詳細說明。在用於說明實施例的圖式中，相同的符號依附在相同的構件上，構件在第二次而後的出現將不會再重複說明。

作為本發明中的一個實施例之 C M O S - L S I 的製造過程，將使用依據製造過程的步驟之圖 1 至 20 予以說明。

首先，如圖 1 所示，元件隔離溝 2 是形成於以具有 1 至 $10\ \Omega\cdot\text{cm}$ 範圍內的電阻係數之 p 型單晶矽製成之半導體基板 1 中（以下稱為基板或晶圓）。為了要形成元件隔離溝 2，在藉由蝕刻元件隔離部位中的部分基板 1 而形成每一個具有 350 nm 深度的溝後，氧化矽膜 3 澱積在基板 1 上，且在溝的內部中，藉由化學蒸汽澱積法，溝上的氧化矽膜 3 是化學機械地拋光以使基板的整個表面變得平坦。

然後，p 型雜質（硼）與 n 型雜質（磷）是離子植入基板 1 以形成 p 型池 4 與 n 型池 5，而後，基板 1 是蒸汽氧化，以便在 p 型池 4 與 n 型池 5 的表面上形成具有 6 nm 厚度的閘氧化膜 6。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (20)

然後，如圖 2 所示，閘電極 7 是形成在閘氧化膜 6 的上方。爲了要形成閘電極 7，例如，摻有磷 (P) 之具有 50 nm 厚度的低電阻係數多矽膜，是藉由化學蒸汽澱積法澱積在閘氧化膜 6 上，其後，具有 5 nm 厚度的氮化鎢膜與具有 100 nm 厚度的鎢膜，是藉由濺射法另澱積於其上，然後，具有 100 nm 厚度的氮化矽膜，是藉由化學蒸汽澱積法另澱積於其上。因此，所形成的膜是藉由乾蝕刻以光阻膜 (未顯示) 作爲遮罩而圖形化。閘電極 7 可使用以低電阻係數多矽膜與矽化鎢膜組成的堆疊層結構予以形成。

然後，低雜質濃度 n^+ 型半導體區域 11 是藉由將 n 型雜質 (磷或砷) 離子植入 p 型池 4 而形成，且低雜質濃度 p^+ 型半導體區域 12 是藉由將 p 型雜質 (硼) 離子植入 n 型池 5 而形成。

然後，如圖 3 所示，藉由化學蒸汽澱積法澱積在基板 1 上之氮化矽膜，是異方性地蝕刻以形成側壁間隔物 13 於閘電極 7 的側壁上。之後， n 型雜質 (磷或砷) 離子植入 p 型池 4 以形成高雜質濃度 n^+ 型半導體區域 14 (源極與吸極)，而 p 型雜質 (硼) 離子植入 n 型池 5 以形成高雜質濃度 p^+ 型半導體區域 15 (源極與吸極)。

然後，基板 1 的表面是被淨化，且而後，矽化物層 9 是形成在 n^+ 型半導體區域 14 (源極與吸極) 與 p^+ 型半導體區域 15 (源極與吸極) 的表面上。爲了要形成矽化物層 9，具有 40 nm 厚度的鈦膜或鈷膜是藉由濺射法澱

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (21)

積在基板 1 上，而後，在氮氣環境中施加攝氏 750 度的加熱處理於此膜，以使基板 1 與鈦膜（或鈷膜）相互反應，且而後，與基板 1 反應的部分鈦膜（或鈷膜）藉由濕蝕刻予以移除。經由到目前為止的步驟，完成 n 通道 MOSFET Q_n 與 p 通道 MOSFET P_n。

然後，如圖 4 所示，藉由化學蒸汽澱積法形成在基板 1 上之具有 800 nm 厚度的氧化矽層 18，而後，是以光阻膜作為遮罩予以乾蝕刻，以形成在 n⁺ 型半導體區域 14（源極與吸極）上方之接觸孔 20 與 p⁺ 型半導體區域 15（源極與吸極）上方之接觸孔 21。同時，在閘電極 7 的上方亦形成接觸孔 22。

氧化矽膜 18 是以具有高流回的膜製成，例如：摻有硼的矽酸磷玻璃（BPSG），其可充填於閘電極 7 與 7 之間的狹窄空間。替代地，藉由旋轉塗覆法形成之旋壓玻璃膜（Spin on Glass Film），可使用以獲得氧化矽膜 18。

然後，塞 23 是形成於接觸孔 20、21 與 22 的內部。為了要形成塞 23，例如，氮化鈦膜與鎢膜是藉由化學蒸汽澱積法而澱積在氧化矽膜 18 上及接觸孔 21、22 與 23 的內部中，且而後，氧化矽膜 18 上之氮化鈦膜與鎢膜的不需要部分是藉由化學機械地拋光或蝕背法予以移除，然而，僅保留接觸孔 20、21 與 22 內部中的膜。

然後，如圖 5 所示，構成第一層互連之鎢互連 24 至

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (22)

30 是形成在氧化矽膜 18 上。爲了要形成鎢互連 24 至 30，例如，具有 400 nm 厚度的鎢膜是藉由濺射法濺積在氧化矽膜 18 上，且而後，鎢膜是以光阻膜作爲遮罩予以乾蝕刻。在第一層互連之鎢互連 24 至 30 中，鎢互連 24 至 26 是分別地經由接觸孔 20 電連接至 n 通道 MISFET Q_n 的源極與吸極（ n^+ 型半導體區域），鎢互連 27 至 29 是分別地經由接觸孔 21 電連接至 p 通道 MISFET Q_p 的源極與吸極（ p^+ 型半導體區域），以及鎢互連 30 是經由接觸孔 22 電連接至閘電極 7。

然後，如圖 6 (A) 與 6 (B) 所示，具有 1200 nm 厚度的氧化矽膜是濺積在第一層的鎢互連 24 至 30 的上方，接著，通孔 32 至 36 是以光阻膜作爲遮罩藉由乾蝕刻而形成於氧化矽膜 31，且而後，塞 37 是形成於通孔 32 至 36 的內部中。

氧化矽膜 31 是藉由化學蒸汽濺積法，例如，使用臭氧（或氧）與四乙基矽酸鹽（TEOS）作爲源氣體予以濺積。塞 37 是藉由相同的方法，例如，使用鎢膜予以形成，其中塞 23 是形成於接觸孔 20、21 與 22 的內部中。

然後，如圖 7 (A) 與 7 (B) 所示，具有 50 nm 厚度的氮化矽膜 38 是藉由電漿化學蒸汽濺積法予以濺積在氧化矽膜 31 上，且而後，具有 350 nm 厚度的氧化矽膜 39 是藉由電漿化學蒸汽濺積法予以濺積在氮化矽膜 38 上。其後，在通孔 32 至 36 上方之部分的氧化矽膜

五、發明說明 (23)

3 9 與氮化矽膜 3 8，是藉由乾蝕刻以光阻膜作為遮罩予以移除，以形成互連溝 4 0 至 4 4。

爲了要形成互連溝 4 0 至 4 4，氧化矽膜 3 0 是以氮化矽膜 3 8 作為抗蝕劑予以選擇性蝕刻，然後，才蝕刻氮化矽膜 3 8。以此方式，薄的氮化矽膜 3 8 是形成作為氧化矽膜 3 9 的下層，其中互連溝是被形成且蝕刻是暫時地停止在氮化矽膜 3 8 的表面，然後，接著移除氮化矽膜 3 8，使得互連溝 4 0 至 4 4 的深度可控制在良好的精確度。

如以下的說明，當嵌入銅的互連是形成於互連溝的內部中時，引起因為在互連溝 4 0 至 4 4 之間的鄰接距離變窄時，寄生電容的增大所造成的互連延遲時間之問題。爲了要抑制互連之間的寄生電容增大，其中形成有互連溝 4 0 至 4 4 之氧化矽膜 3 9，例如，較佳地可以具有不高於 3.0 的介質常數 (ϵ) 之任何氧化矽基絕緣膜構成，此絕緣膜包含有塗覆型絕緣膜，例如：使用矽酸作為源極的無機旋壓玻璃膜及使用四烷氧基矽烷與烷基烷氧基矽烷的混合物作為源極之有機旋壓玻璃膜；以電漿化學蒸汽澱積法製成的氟碳聚合物膜；以及其它化合物。

然後，由第二層互連構成的嵌銅互連是以下列方法形成於互連溝 4 0 至 4 4 的內部。

首先，如圖 8 所示，具有 50 nm 厚度的氮化鈦膜 4 5 是藉由濺射法形成在氧化矽膜 3 9 上之互連溝 4 0 至 4 4 的內部，且其後，足夠地厚於互連溝 4 0 至 4 4 的深

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (24)

度之銅膜 4 6 (例如 : 8 0 0 n m 厚度) , 是藉由濺射法濺積在氮化鈦膜 4 5 上。接著, 基板 1 於非氧化環境 (例如 : 氬環境) 中接受攝氏 4 7 5 度的處理以流回銅膜 4 6 , 且因此, 互連溝 4 0 至 4 4 的內部是充填以銅膜 4 6 , 使得內部不會留下間隙。

當銅互連是形成於互連溝 4 0 至 4 4 中時, 銅擴散入氧化矽膜 3 9 , 且由於氧化矽膜 3 9 的介質常數增大而造成互連之間的短路及互連之間的寄生電容的增大, 因為銅具有容易擴散於氧化矽膜中的本質。

因此, 當銅互連是形成於互連溝 4 0 至 4 4 中時, 有必要在氧化矽膜 3 9 與銅膜 4 6 之間形成障層以抑制銅的擴散, 銅具有對於絕緣材料之高附著性。此外, 當互連溝的內部是使用上述之流回濺射法以銅膜 4 6 充填時, 有必要使用具有改善銅膜 4 6 在流回中的可濕度的特性之障層。

幾乎不會造成與銅的反應之高熔點金屬氮化物, 例如 : 氮化鈦、氮化鎢及氮化鉭, 是作為障層的較佳材料。將矽加入高熔點金屬氮化物及高熔點金屬材料, 例如 : 難與銅反應的鉭、鈦、鎢與鈦合金, 而製成的材料, 可使用作為障層。

將在以下說明之銅互連的形成過程, 不僅可應用在當使用高純度銅膜以形成銅互連時, 而且可應用在當使用含銅合金作為主要成分以形成銅互連時。在此, 含銅合金作為主要成分意指, 在此銅合金中銅的重量百分比高於其它

五、發明說明 (25)

任何其它材料的重量百分比。

圖 9 的簡圖顯示用於嵌銅互連形成之化學機械拋光設備的整體架構的實例。

如此圖所示，化學機械拋光設備 1 0 0 包含：拋光區 1 0 1；及清潔後區 1 0 2。拋光區 1 0 1 包含：二台（第一台 1 0 3 A，第二台 1 0 3 B），執行晶圓 1（基板）的拋光；清潔站 1 0 4，已完成拋光的晶圓 1 於此作預先清潔且在晶圓 1 的表面施加防銹處理；及旋轉臂 1 0 5，其將晶圓 1 經由裝載器 1 0 6、第一台 1 0 3 A、第二台 1 0 3 B 以及清潔站 1 0 4 而移至卸載器 1 0 7。

在拋光區 1 0 1 的後台，配置有清潔後區 1 0 2，已完成預先清潔的之晶圓 1 表面於此擦淨。清潔後區 1 0 2 包含：裝載器 1 0 8；第一清潔區 1 0 9 A；第二清潔區 1 0 9 B；旋轉乾燥機 1 1 0；卸載器 1 1 1；及其它。清潔後區 1 0 2 是完全地以遮光壁 1 3 0 予以包圍，以防止晶圓 1 的表面受到光的照射，其內部是保持在暗房的狀態下，其具有不高於 1 8 0 l u x 的照明度，最好是不高於 1 0 0 l u x。這是因為當其表面上遺留有拋光液體之晶圓 1 是在濕狀態下受到光的照射時，一短路電流是藉由矽的光電動勢流經 p n 接面，且銅離子是自連接至 p n 接面的 p 側（正側）之銅互連表面分離，以造成互連之銹化。

如圖 1 0 所示，台 1 0 3 A 是藉由配置在其下部的驅動機構 1 1 2 而被驅動以旋轉於水平面。拋光墊 1 1 3 是

五、發明說明 (26)

固定地保持在第一台 1 0 3 A 的上表面上，拋光墊 1 1 3 是藉由使例如具有許多細孔的聚氨酯之合成樹脂黏著在其表面上而形成於第一台 1 0 3 A 的表面上。配置以晶圓裝載器 1 1 5，其垂直地移動且藉由驅動機構 1 1 4 予以驅動而旋轉於水平面。晶圓 1 是藉由晶圓夾 1 1 6 與保持環 1 1 7 予以保持，晶圓夾 1 1 6 與保持環 1 1 7 是安裝在晶圓裝載器 1 1 5 的下端，且在預設負載下，晶圓 1 的主表面（拋光的表面）朝下並擠壓在拋光墊 1 1 3 上。泥漿 S（拋光液體）是經由泥漿供應管 1 1 8 供入拋光墊 1 1 3 的表面與晶圓 1 的待拋光表面之間的間隙，且晶圓 1 的待拋光表面是化學機械地拋光。修整器 1 2 0 是配置在第一台 1 0 3 A 的上方，其不僅可垂直移動且可藉由驅動機構 1 1 9 予以驅動而旋轉於水平面上。其上電鍍有鑽石顆粒之底座構件，是安裝在修整器 1 2 0 的下端，且拋光墊 1 1 3 的表面是在規則的距離之間藉由底座構件予以研磨，以防止拋光墊 1 1 3 表面的多孔性免於受到研磨粒的充填。除了配置有兩個泥漿供應管 1 1 8 A 與 1 1 8 B，第二台 1 0 3 B 具有幾乎與第一台 1 0 3 A 相同之架構。

爲了要形成銅互連，使用化學機械拋光設備 1 0 0，容納於裝載器 1 0 6 中之晶圓 1 是藉由旋轉臂 1 0 5 轉入拋光區 1 0 1 且接受化學機械拋光（無研磨粒化學機械拋光），其中未含研磨粒的泥漿是使用在第一台 1 0 3 A 上（第一步驟的化學機械拋光），以移除互連溝 4 0 至 4 4

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (27)

外側之銅膜 4 6。

在此所使用之無研磨粒化學機械拋光，意指其中使用 0 . 5 重量百分比的研磨粒含量之化學機械拋光，研磨粒是以氧化鋁、二氧化矽或其它類似物製成，拋光液體的研磨粒含量特別較佳地是低於 0 . 1 重量百分比，或者更佳地是低於 0 . 0 1 重量百分比。此重量百分比是研磨粒的重量對於泥漿液體與研磨粒的混合重量之比例。

再者，拋光液體是與其酸鹼值一起使用，此酸鹼值是以圖 1 3 所示之銅的銹化範圍予以調整，且拋光液體是與其成分一起使用，此成分是調整在銅膜 4 6 對於氮化鈦膜 4 5（障層）的拋光選擇比例不低於 5，較佳是不低於 8，或者更佳是不低於 1 0。在銅的例子，若其參數條件是酸鹼值低於 7 且氧化／還原勢高於 0 . 2，如圖 1 3 所示，Cu 分解為 Cu^{2+} 離子。若酸鹼值高於 1 2 . 5，Cu 分解為 Cu_2^{2+} 。因此，在銅被拋光的例子，參數是令人滿意地存在於銹化區之一。然而，圖 1 3 的例子是在 H_2O 系統中，且當拋光液體包含有另一反應物時，會改變銹化區的範圍。此實施例中所顯示的銹化區之界定，是依據含有此種添加物的拋光液體，是否包含有可提供在銹化金屬的酸鹼值與氧化／還原勢的混合範圍中之拋光液體之材料。於此，銹化範圍意指依據銹化發生時氧化／還原勢對酸鹼值的曲線之範圍。

作為此種拋光液體，舉例出各含有氧化劑與有機酸的泥漿。作為氧化劑，例如有：過氧化氫、過氧化銨、硝酸

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (28)

銨、氯化銨及其它。作為有機酸，例如有：檸檬酸、丙二酸、反乙烯二酸、蘋果酸、脂肪酸、安息香酸、苯二酸、酒石酸、乳酸、琥珀酸及其它。在它們之中，因為過氧化氫並未含有金屬成分且不是強酸，過氧化氫是一種用於拋光液體的較佳氧化劑。因為檸檬酸通常是作為食物添加物，而且是低毒性、作為廢水是無害、無臭、以及高溶水性，檸檬酸是一種用於拋光液體的較佳有機酸。在此實施例中，例如，拋光液體是以下列方式製作，純水中加入 5 容積百分比的過氧化氫與 0.03 重量百分比的檸檬酸，然後與 0.01 重量百分比的研磨粒混合。

當使用上述之拋光液體實施化學機械拋光時，銅表面首先被氧化劑氧化，因此在表面上形成薄氧化層。其後，當供應使氧化物分解成水的材料時，氧化層被分解成水溶液並變薄。已變薄的部分再次暴露於氧化劑，以增加其厚度，且重複此種連續的反應以進行化學機械拋光。

拋光的條件是，例如，負載 = $250 \text{ g} / \text{cm}^2$ ，晶圓裝載器的旋轉數 = 30 rpm ，台的旋轉數 = 25 rpm ，泥漿流量 = $150 \text{ cc} / \text{min}$ ，以及所使用的拋光墊是由美國 Rodel 公司製造的硬墊 (IC1400)。當銅膜 46 被移除且其底層的氮化鈦膜 45 被暴露時，拋光到達終點，而當拋光標的是自氮化鈦膜 45 轉移至銅膜 46 時，藉由偵測台或晶圓裝載器的扭矩的信號強度而偵測到拋光的終點。替代地，可採用另一方法，亦即，在拋光墊的部分開一孔，依據自晶圓表面所反射的光束的光譜變化而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (29)

偵測到終點，或者依據關聯於泥漿特性的光譜變化。

如圖 1 2 所示，當採用無研磨粒化學機械拋光時，幾乎所有在互連溝 4 0 至 4 4 外側之銅膜 4 6 都被移除，以暴露出在銅膜 4 6 下層的氮化鈦膜 4 5。如圖 1 4 (a) 與 1 4 (b) 的放大圖所示，未被移除的銅膜 4 6 部分保留在氮化鈦膜 4 5 上的小凹部或類似物（箭頭所指），其由下層的上表面的階段輪廓所造成。

然後，爲了要移除互連溝 4 0 至 4 4 外側之氮化鈦膜 4 5 以及局部遺留在氮化鈦膜 4 5 的上表面上之銅膜 4 6 部分，將晶圓 1 自台 1 0 3 A 轉移至台 1 0 3 B，且實施使用拋光液體（泥漿）（具研磨粒化學機械拋光：第二步驟的化學機械拋光）之化學機械拋光。在此所使用之具研磨粒化學機械拋光，意指使用含有 0 . 5 重量百分比或更多例如氧化鋁與二氧化矽的研磨粒的拋光液體之化學機械拋光。在此實施例中，所使用的拋光液體含有 5 容積百分比的過氧化氫、0 . 0 3 重量百分比的檸檬酸及分解於純水中之 0 . 5 重量百分比的研磨粒，然而對於拋光液體沒有特別的限制。此拋光液體是經由泥漿供應管 1 1 8 A 供應至第二台 1 0 3 B 上之拋光墊 1 1 3。

在此具研磨粒化學機械拋光中，局部遺留在氮化鈦膜 4 5 的上表面上的銅膜 4 6 部分之移除，是接在互連溝 4 0 至 4 4 外側的氮化鈦膜 4 5 之移除後。在此階段所設定的條件爲，銅膜 4 6 對於氮化鈦膜 4 5（障層）的拋光選擇性比例是調整在低於無研磨粒化學機械拋光的比例，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (30)

例如，互連溝 4 0 至 4 4 內部中的銅膜 4 6 表面與不高於 3 的拋光選擇性是受到抑制。

拋光的條件例如為：負載 = 120 g/cm^2 ，晶圓裝載器的旋轉數 = 30 rpm ，台的旋轉數 = 25 rpm ，泥漿流量 = 150 cc/min ，以及所使用的拋光墊是由美國 Rodel 公司製造的硬墊 (IC1400)。拋光量是設定以回應氮化鈦膜的厚度，且拋光終點的控制是依據自氮化鈦膜 4 5 的厚度所計算的時間及拋光速度。

如圖 1 5 所示，當採用具研磨粒化學機械拋光時，幾乎所有在互連溝 4 0 至 4 4 外側的氮化鈦膜 4 5 是被移除以暴露出在氮化鈦膜 4 5 下層之氧化矽膜 3 9。如圖 1 6 (a) 與 1 6 (b) 的放大圖所示，未被移除的銅膜 4 6 部分保留在氮化鈦膜 4 5 上的小凹部或類似物 (箭頭所指)，其由下層的上表面的階段輪廓所造成。

然後，互連溝 4 0 至 4 4 中銅膜 4 6 的拋光是盡可能地抑制在最低的程度，且此種條件下，實施選擇性化學機械拋光 (第三步驟的化學機械拋光) 以移除局部遺留在互連溝 4 0 至 4 4 外側的氧化矽膜 3 9 上之氮化鈦膜 4 5 部分。選擇性化學機械拋光是實施在氮化鈦膜 4 5 對於銅膜 4 6 的拋光選擇性比例不低於 5 的條件下，較佳的比例是 10，更佳的比例是 15。此化學機械拋光是實施在另一條件下，其中氧化矽膜 3 9 對於銅膜 4 6 的拋光選擇性比例是高於 1。

爲了要實施選擇性化學機械拋光，所使用的拋光液體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (31)

爲，在如具研磨粒化學機械拋光中所使用之具有不低於 0 . 5 重量百分比的研磨粒加入防銹劑。在此所使用的防銹劑，意指藉由在其表面上形成防銹保護膜以防止或抑制拋光在銅膜 4 6 上的進行，且使用例如苯並三唑 (B T - A)、苯並三唑羧酸、十二烷硫醇、三唑、甲苯並三唑等的苯並三唑衍生物作爲防銹劑，特別地再使用苯並三唑時，可獲得穩定的保護膜。

當使用苯並三唑作爲防銹劑時，其三種添加方式是充分有效的：苯並三唑通常是在 0 . 0 0 1 至 1 重量百分比的範圍，較佳是在 0 . 0 1 至 1 重量百分比的範圍，更佳是在 0 . 1 至 1 重量百分比的範圍，雖然濃度是依據泥漿的種類。在此實施例中，所使用的拋光液體製作是在第二步驟的具研磨粒化學機械拋光中所使用的拋光液體，加入 0 . 1 重量百分比的苯並三唑作爲防銹劑，然而對於此拋光液體沒有特別的限制。再者，爲了要避免由於添加防銹劑而減小拋光的速度，可添加以下的化學物：聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、其銨鹽、乙烯二氮四醋酸 (E D T A) 及其它。使用此種含有防銹劑的泥漿之化學機械拋光是詳述在由本發明人所創作之未審查日本專利申請案

H e i 1 0 - 2 0 9 8 5 7、

H e i 9 - 2 9 9 9 3 7 及

H e i 1 0 - 3 1 7 2 3 3。

此選擇性化學機械拋光 (第三步驟的化學機械拋光) 是實施在第二台 1 0 3 B 上，連續地接在上述之具研磨粒

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (32)

化學機械拋光（第二步驟的化學機械拋光）的完成之後。已添加有防銹劑之拋光液體是經由泥漿供應管 1 1 8 B 供應至拋光墊 1 1 3 的表面。拋光的條件例如為：負載 = $120\text{ g} / \text{cm}^2$ ，晶圓裝載器的旋轉數 = 30 rpm ，台的旋轉數 = 25 rpm ，泥漿流量 = $190\text{ cc} / \text{min}$ 。

如圖 1 7、1 8 (a) 與 1 8 (b) 所示，藉由實施選擇性化學機械拋光，移除所有在互連溝 4 0 至 4 4 外側之氮化鈦膜 4 5，因此，形成嵌銅互連 4 6 a 至 4 6 e 於互連溝 4 0 至 4 4 的內部。

含有例如研磨粒的顆粒與例如氧化銅顆粒的金屬顆粒之泥漿殘餘物是附著在晶圓 1 的表面，其上已形成有嵌銅互連 4 6 a 至 4 6 e。爲了要移除泥漿殘餘物，首先在圖 9 所示的清潔站 1 0 4 使用純水清潔晶圓 1。此時，超音波清潔可與普通清潔一起使用，以 800 kHz 或更高的高頻率施加於清潔溶液，超音波清潔將泥漿殘餘物隔絕在晶圓 1 表面之外。然後，保持在濕的狀態下以防止晶圓表面乾化之晶圓 1，自拋光區 1 0 1 轉移至清潔後區 1 0 2，在其第一清潔區 1 0 9 A 中，晶圓 1 受到以含有 0.1 重量百分比的 NH_4OH 的清潔溶液揉擦清潔，接著，晶圓 1 在第二清潔區 1 0 9 B 中以純水揉擦清潔。如上所述，清潔後區 1 0 2 的整個結構是覆蓋有遮光壁 1 3 0，以防止由於在清潔時晶圓表面受到光的照射而造成銅互連 4 6 a 至 4 6 e 的銹化。

在上述之揉擦清潔中，例如圖 1 9 所示，旋轉於水平

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (33)

面之晶圓的兩個表面，夾在以 P V A 合成樹脂的多孔塊製成之圓柱刷 1 2 1 A 與 1 2 2 B 之間，在圓柱刷 1 2 1 A 與 1 2 2 B 旋轉在垂直於晶圓 1 表面之平面上時，晶圓 1 的兩個表面同時被清潔。此時，可採用超音波清潔，在以旋轉刷作揉擦清潔後，以 8 0 0 k H z 或更高的頻率施加於清潔溶液中，以隔離晶圓 1 表面上的泥漿殘餘物。

已完成揉擦清潔（清潔後）是以旋轉乾燥器 1 1 0 予以乾化，其後，將晶圓 1 輸送至下一步驟，且嵌銅互連是以相同於上述的方式形成於第三層及接在第三層的上層。圖 2 0 是銅互連 4 6 a 至 4 6 e 的形成過程的整體流程。

依據藉由無研磨粒化學機械拋光、具研磨粒化學機械拋光及選擇性化學機械拋光而形成嵌銅互連的實施例，僅需實施小程度的過度拋光以移除互連溝 4 0 至 4 4 外側的銅膜 4 6 與氮化鈦膜 4 5。所以，可抑制變形與侵蝕的發生。

銅互連 4 6 a 至 4 6 e 的形成過程亦可使用雙刻紋法而應用至嵌銅互連的形成。於此例中，在第一層的鎢互連 2 4 至 3 0 是藉由圖 1 至 5 所述的方法形成後，藉由圖 2 1 所示的電漿化學蒸汽澱積法，在第一層的鎢互連 2 4 至 3 0 的上方，連續地形成具有 1 2 0 0 n m 厚度的氧化矽膜 3 1、具有 5 0 n m 厚度的氮化矽膜 3 8、及具有 3 5 0 n m 厚度的氧化矽膜 3 9。

然後，如圖 2 2 所示，在第一層的鎢互連 2 4、2 6、2 7、2 9 與 3 0 上方之氧化矽膜 3 9、氮化矽膜 3 8

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (35)

在上述的實施例中，雖然留在互連溝外側之障層（氮化鈦膜）已藉由選擇性化學機械拋光予以移除，此障層亦可選擇性地藉由乾蝕刻法予以移除。

在上述的實施例中，雖然第一步驟的化學機械拋光是已藉由使用不具研磨粒的泥漿之無研磨粒化學機械拋光予以實施，使用硬拋光墊之具研磨粒化學機械拋光可替代無研磨粒化學機械拋光。在此例中，第二步驟的化學機械拋光（具研磨粒化學機械拋光）所使用的拋光墊比第一步驟的化學機械拋光所使用的拋光墊更軟。硬拋光墊意指硬度大於聚氨酯硬度之拋光墊，或者不小於 90 ASKER-C 硬度之拋光墊。

在上述的實施例中，雖然已說明其中使用銅或銅合金以形成嵌入互連的例子，此實施例的過程可應用在使用不含銅的金屬（例如：鎢、鋁及其它）以形成嵌入互連與塞子之例子，此過程在嵌入互連與塞子的形成應用上是特別地有效的，其中使用一種在其與絕緣層之間配置一導電障層之金屬。

在本案中所揭示的本發明的觀點中，一般觀點發揮了以下的效應，說明如下：

依據本發明，因為藉由化學機械拋光法可抑制成蝶形與侵蝕於嵌金屬互連的形成中，嵌金屬互連可以穩定的方式予以形成，因此改善了使用嵌入互連的半導體積體電路之可靠度與製造產量。

（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：

製造半導體裝置之方法

)

在形成嵌金屬互連中之疑難的變形與侵蝕是藉由化學機械拋光法(Chemical Mechanical Polishing)予以抑制。

藉形成於互連溝40至44中的銅膜46的化學機械拋光之嵌銅互連46a至46e,是以下列的方法予以實施:使用具有低於0.5重量百分比研磨粒含量的拋光液體之無研磨粒化學機械拋光(第一步驟的化學機械拋光);使用具有等於或高於0.5重量百分比研磨粒含量的拋光液體之無研磨粒化學機械拋光(第二步驟的化學機械拋光);以及使用添加有例如苯並三唑(BTA)的防銹劑的拋光液體之選擇性化學機械拋光(第三步驟的化學機械拋光)。

英文發明摘要(發明之名稱：

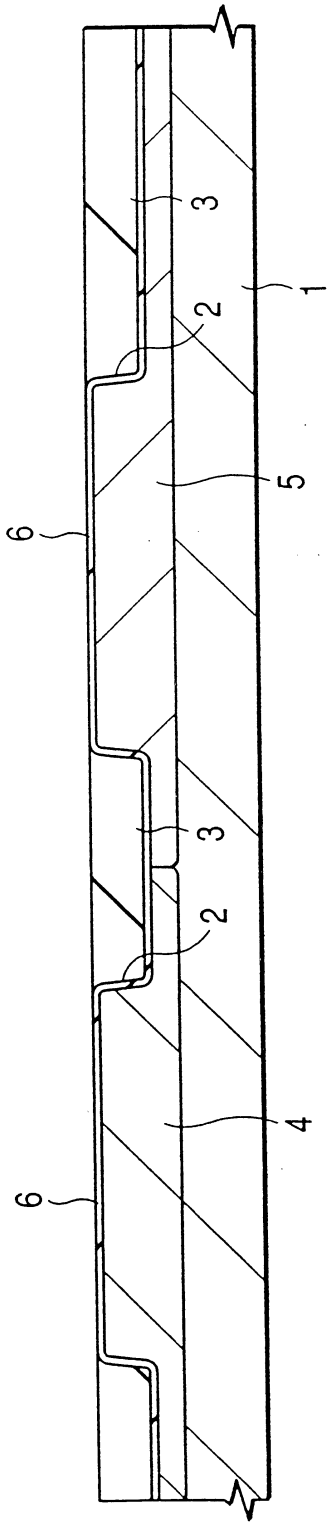
METHOD FOR MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE

)

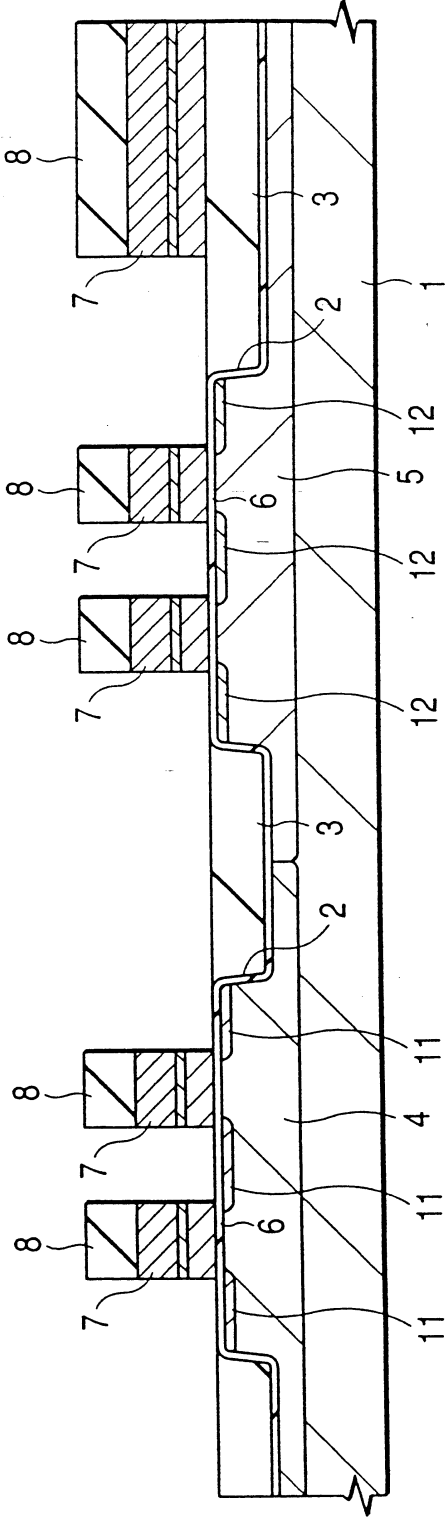
Problematic dishing and erosion in forming embedded metal interconnection by a chemical mechanical polishing (CMP) method are suppressed.

Formation of embedded Cu interconnects 46a to 46e by chemical mechanical polishing of a Cu film 46 formed in interconnect trenches 40 to 44 is performed by abrasive-grain-free chemical mechanical polishing using a polishing liquid of an abrasive grain content less than 0.5 wt % (CMP of the first step); with-abrasive-grain chemical mechanical polishing using a polishing liquid of an abrasive grain content of 0.5 or more wt % (CMP of the second step); and selective chemical mechanical polishing using a polishing liquid to which an anticorrosive such as benzotriazole (BTA) is added (CMP of the third step).

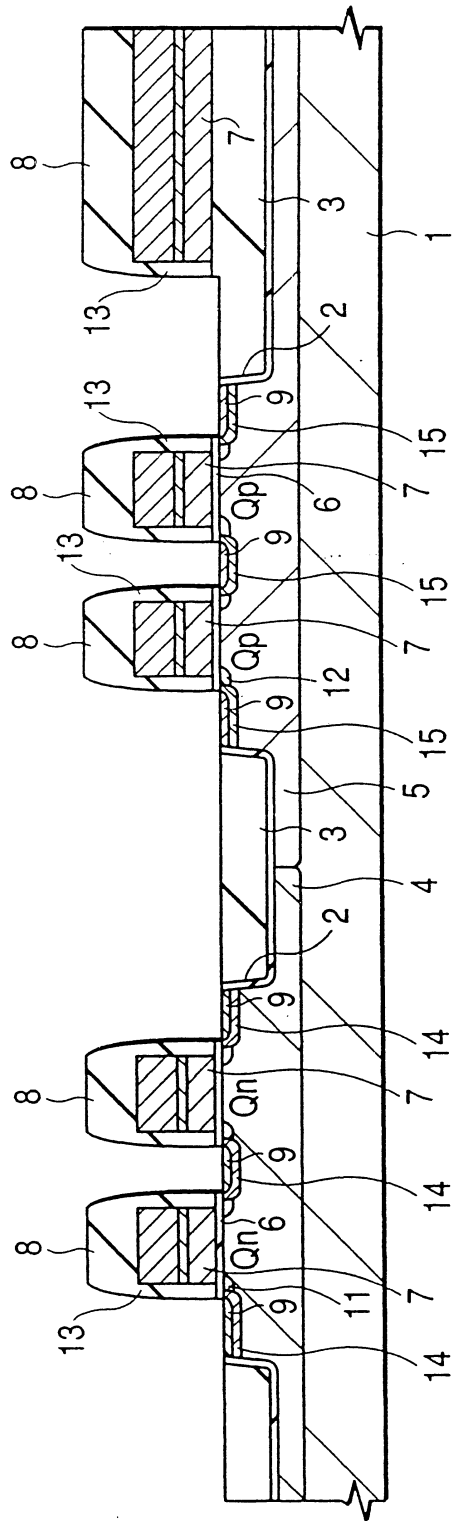
第 1 圖



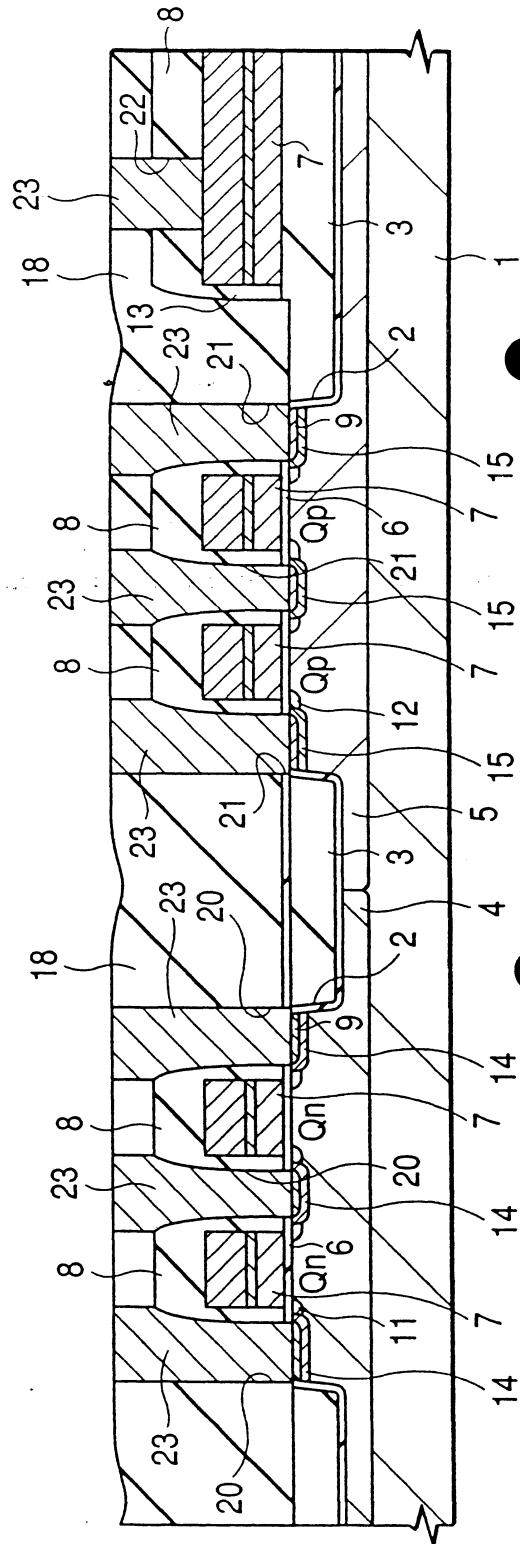
第 2 圖



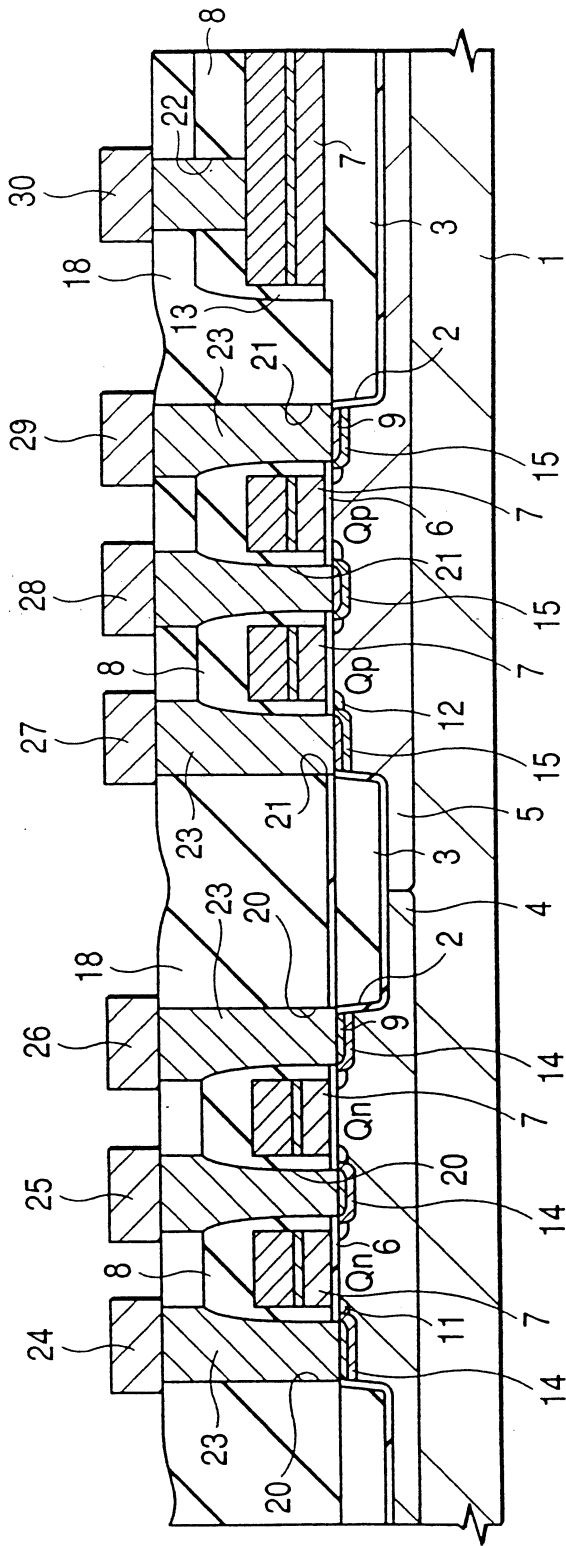
第 3 圖



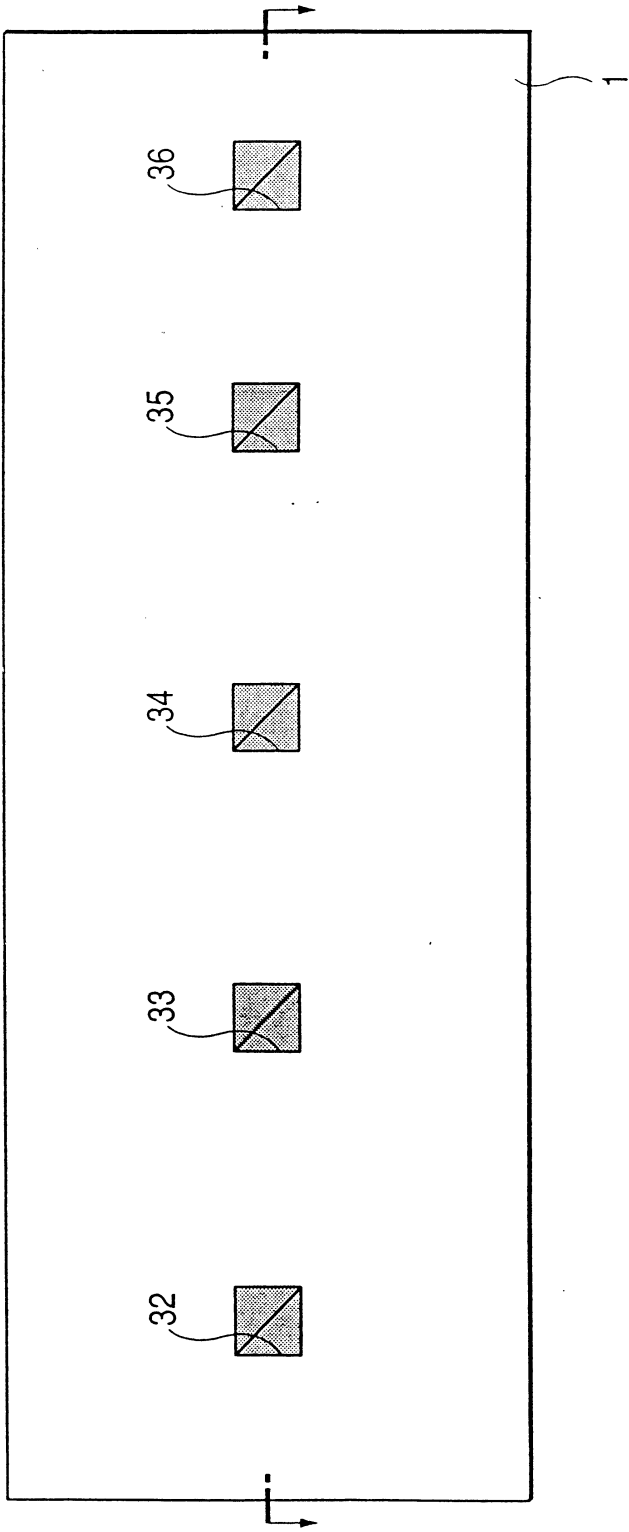
第 4 圖



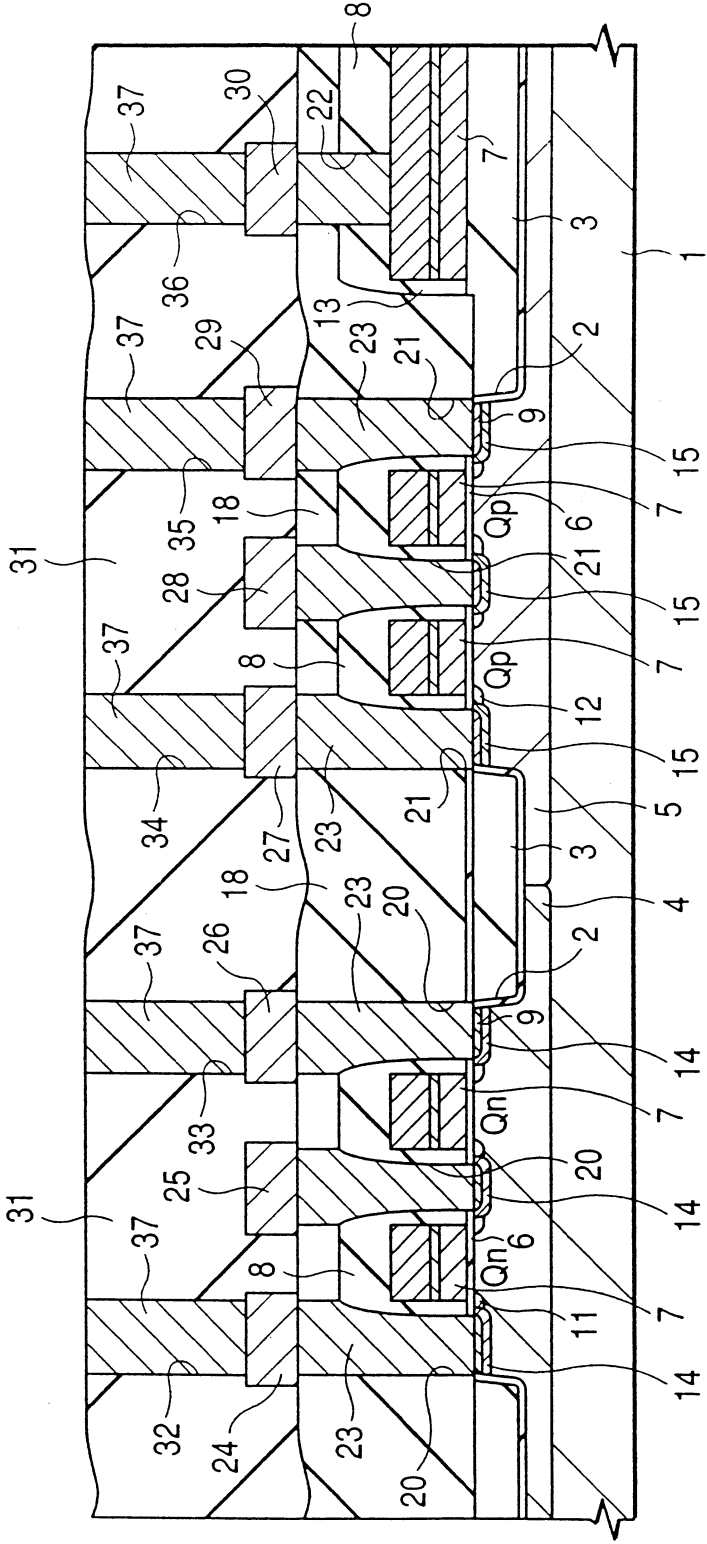
第 5 圖



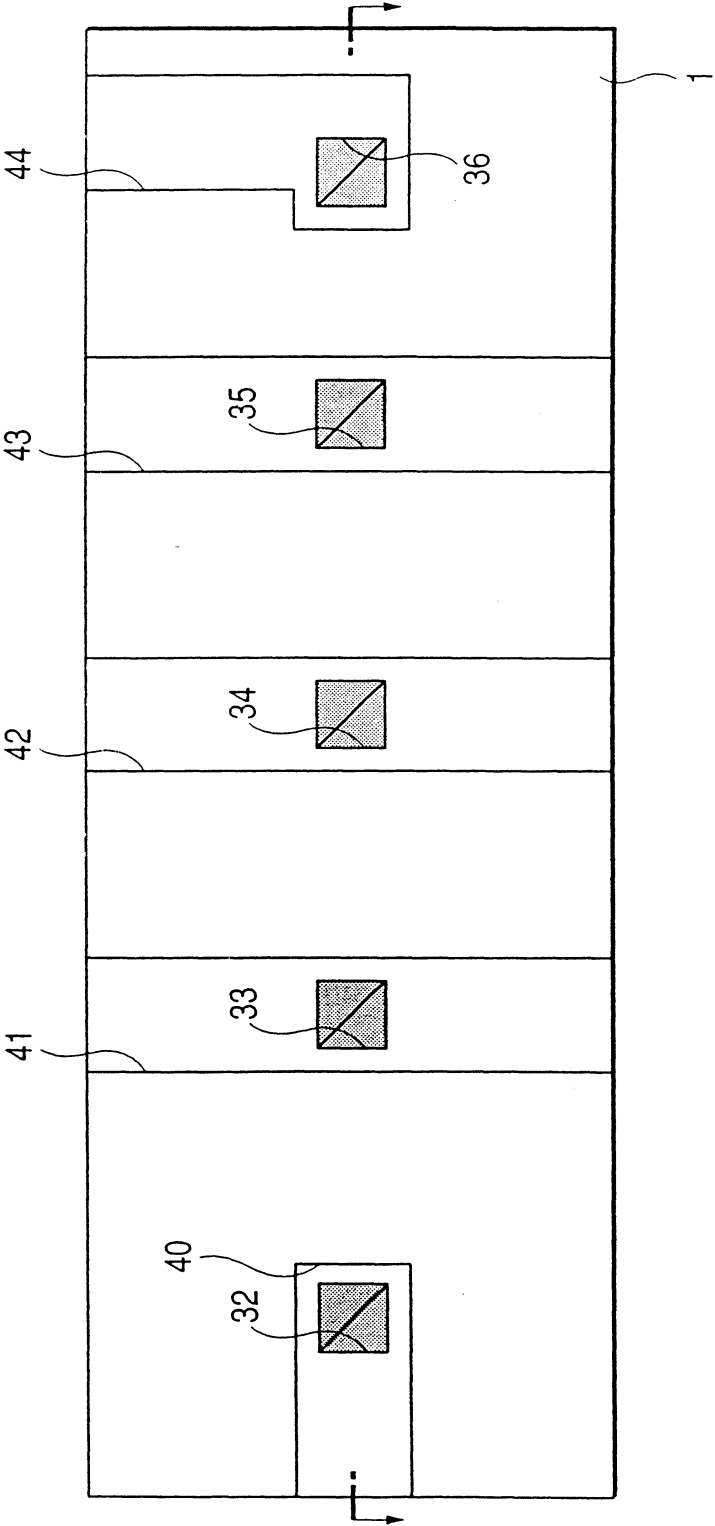
第 6 圖(a)



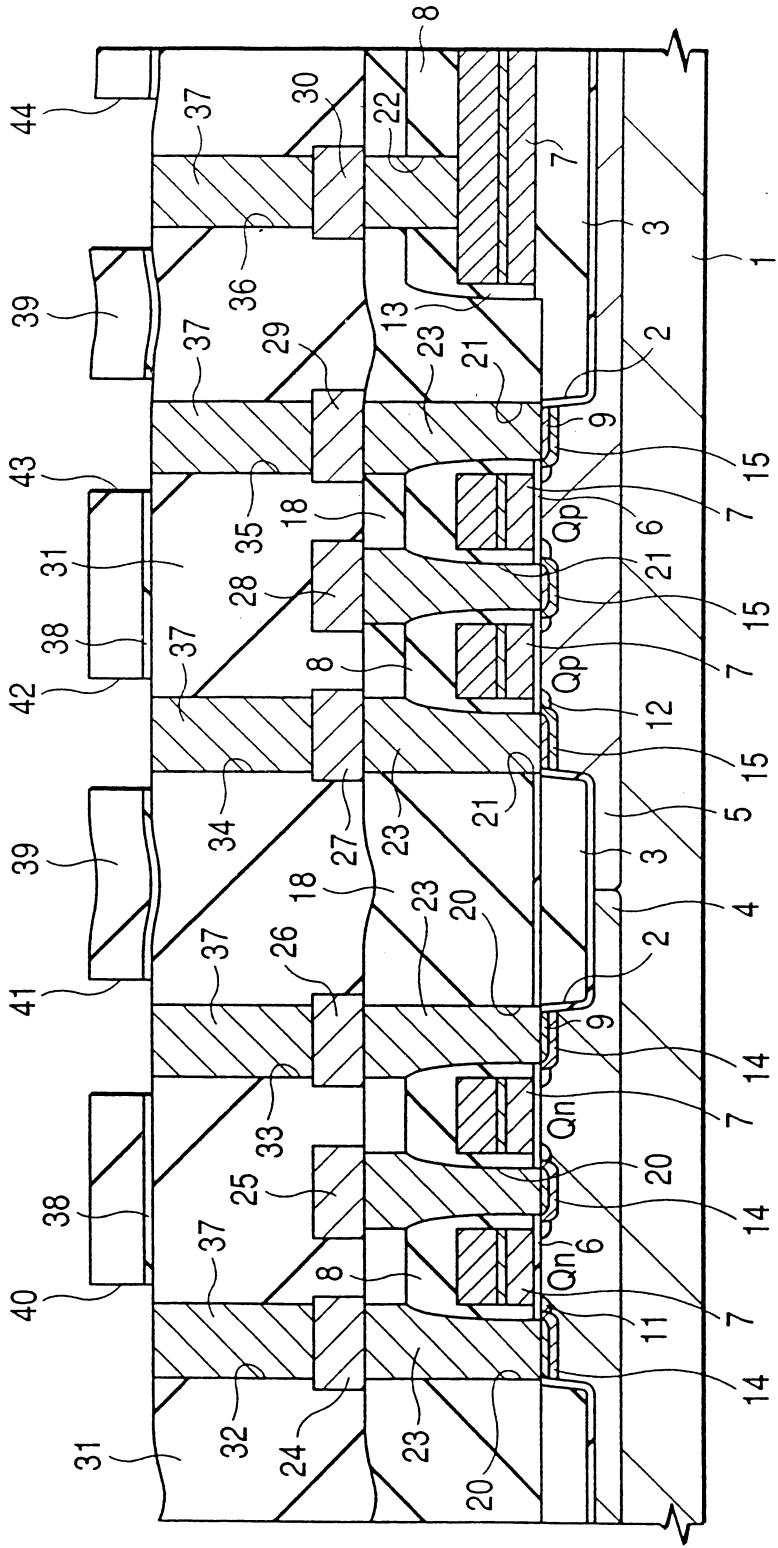
第 6 圖(b)



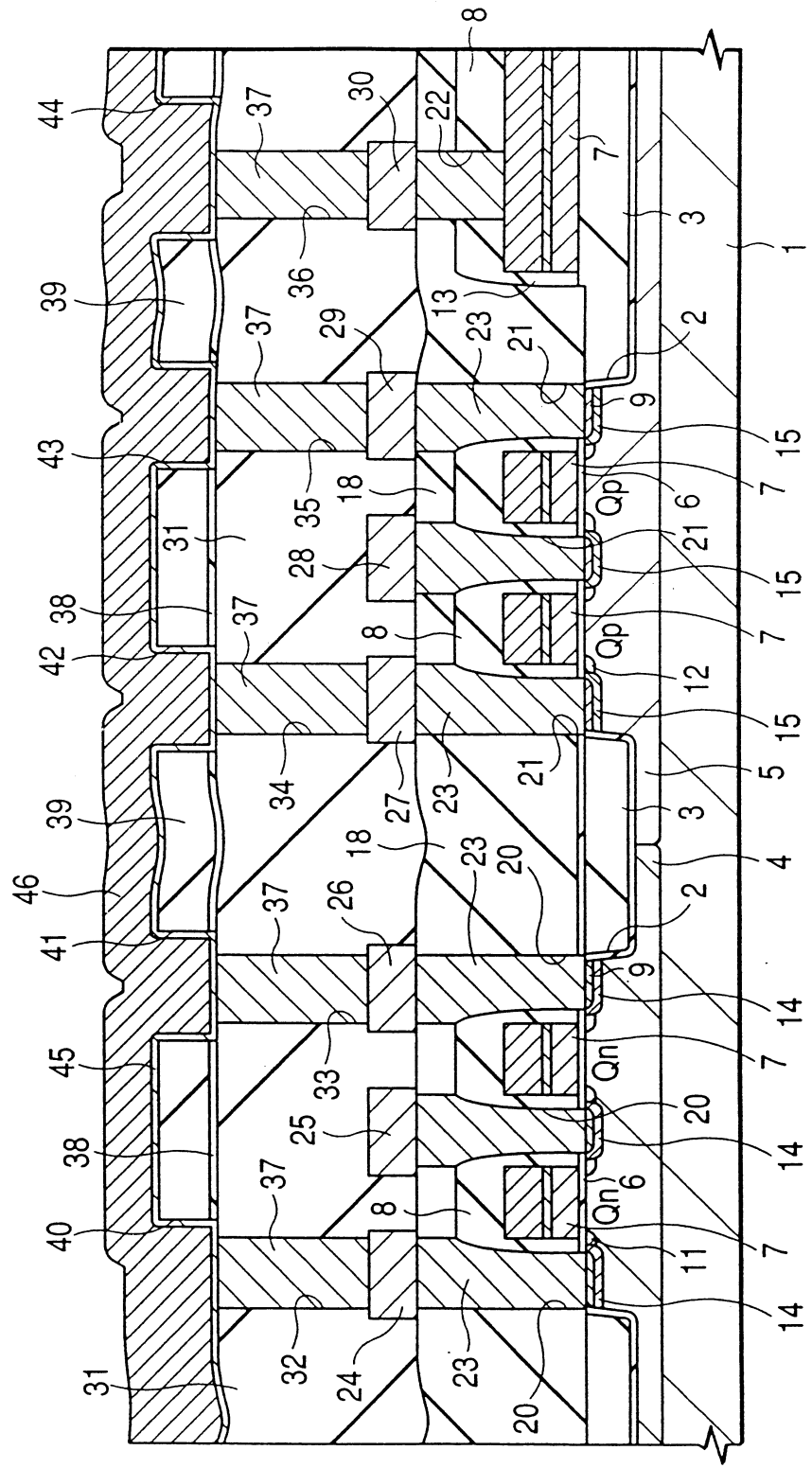
第 7 圖(a)



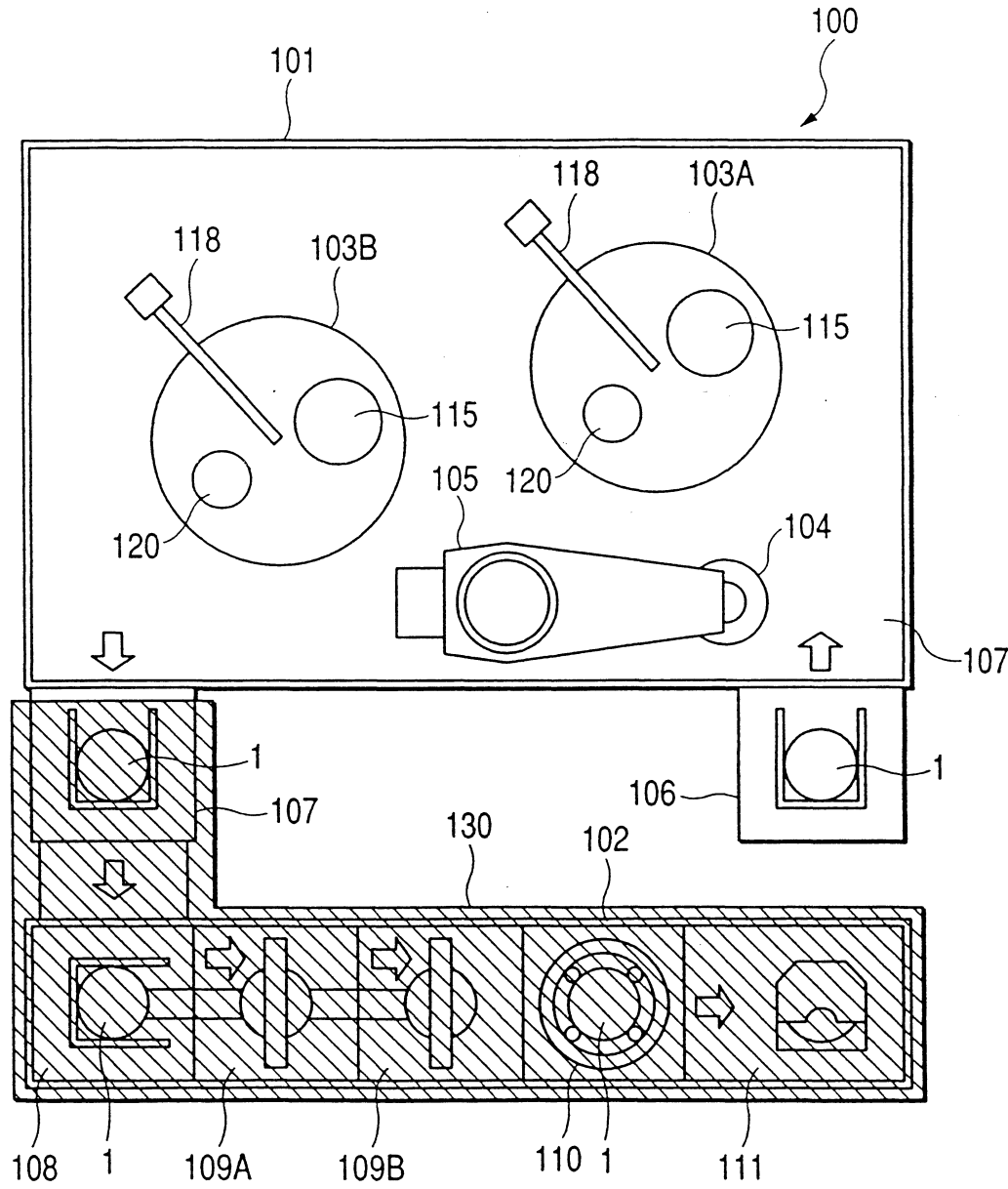
第 7 圖(b)



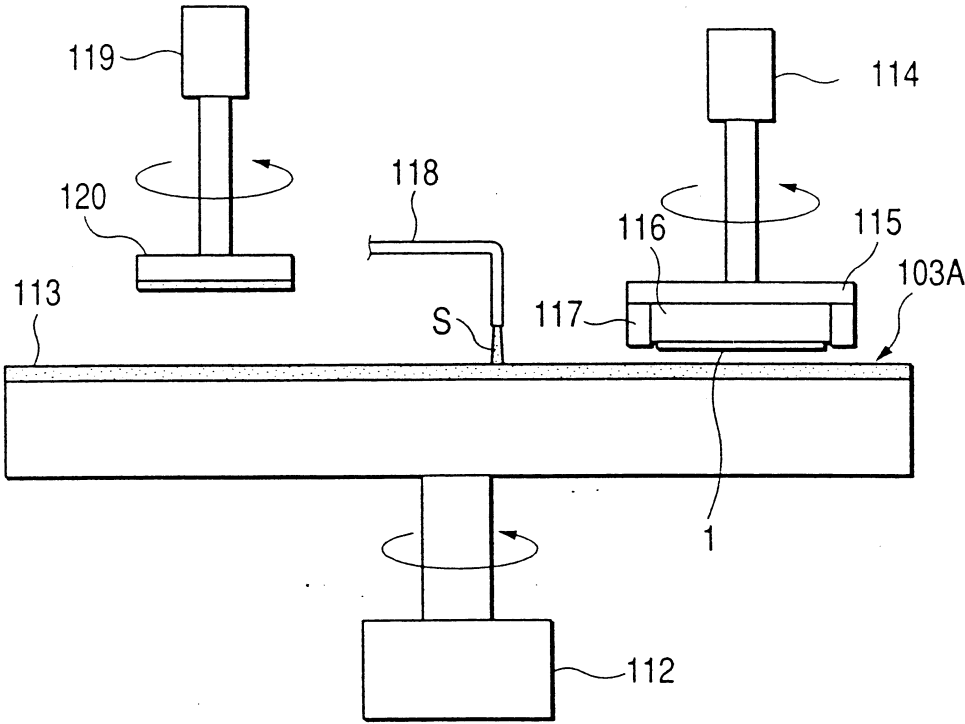
第 8 圖



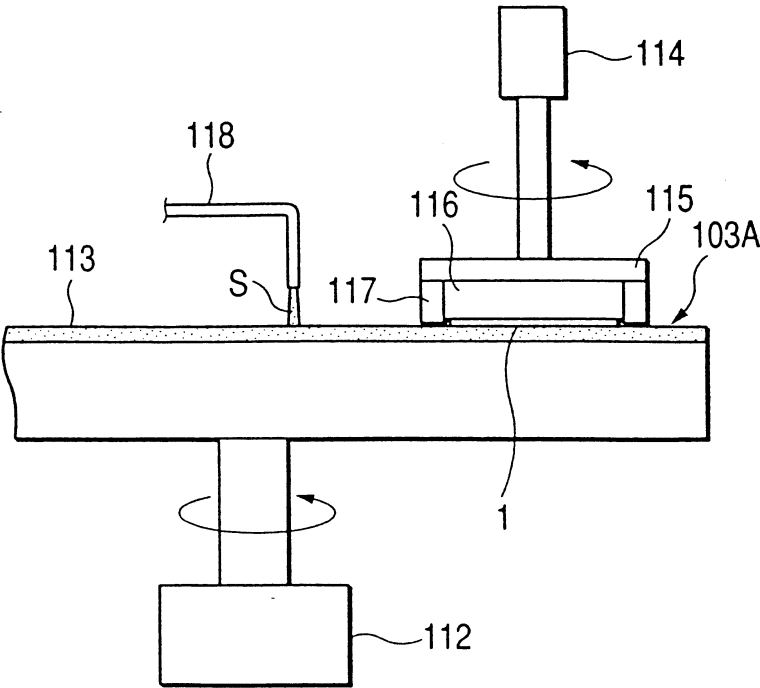
第 9 圖



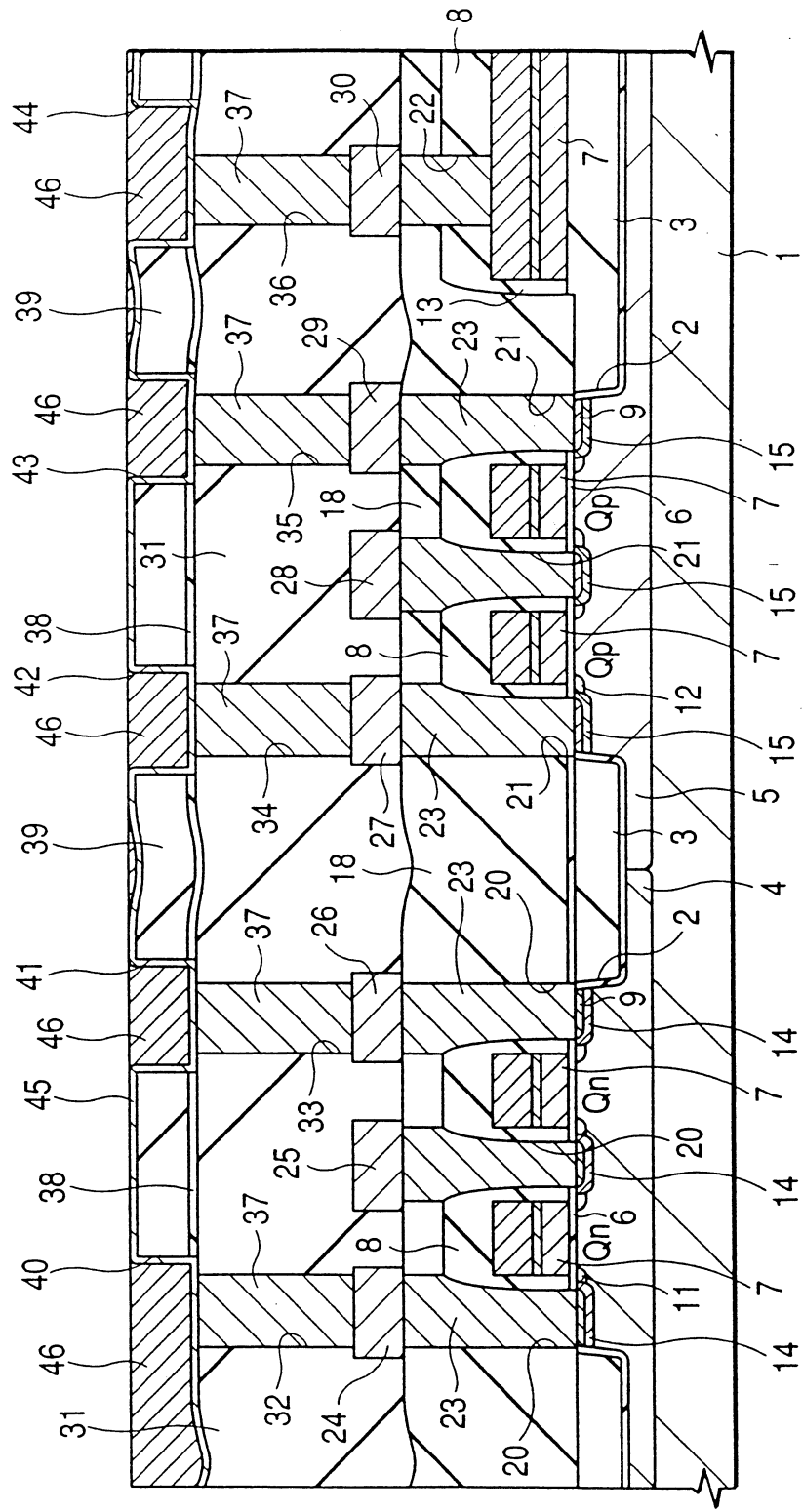
第 10 圖



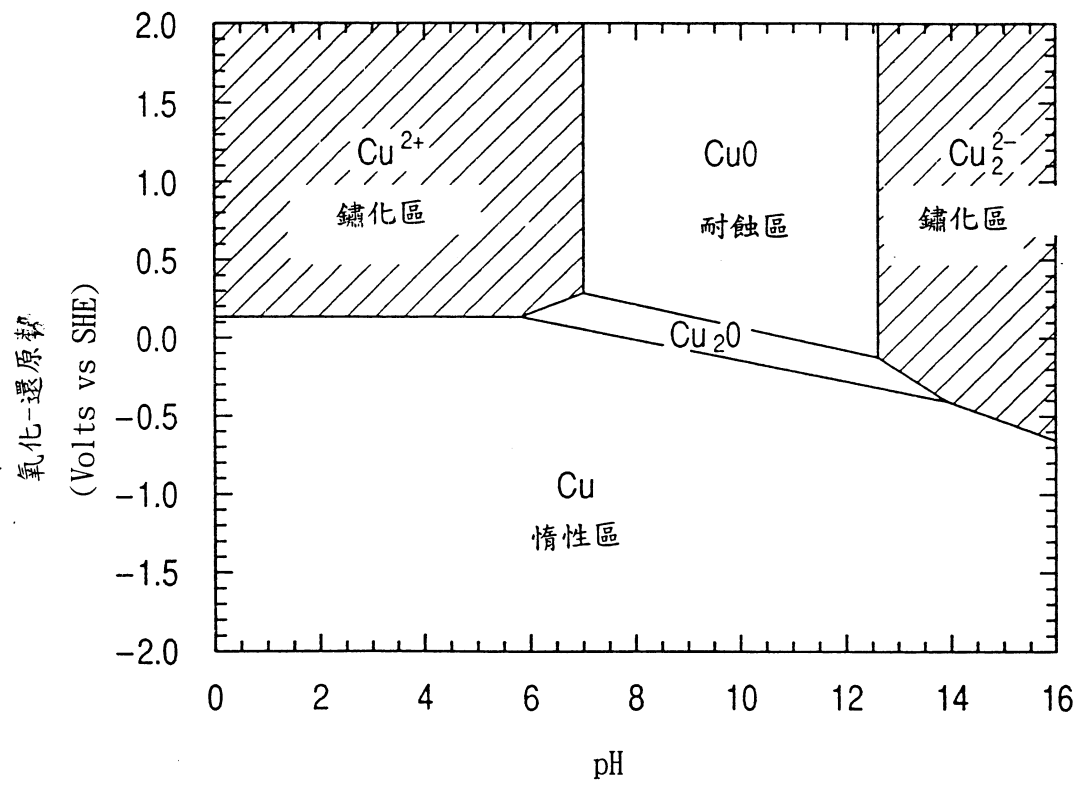
第 11 圖



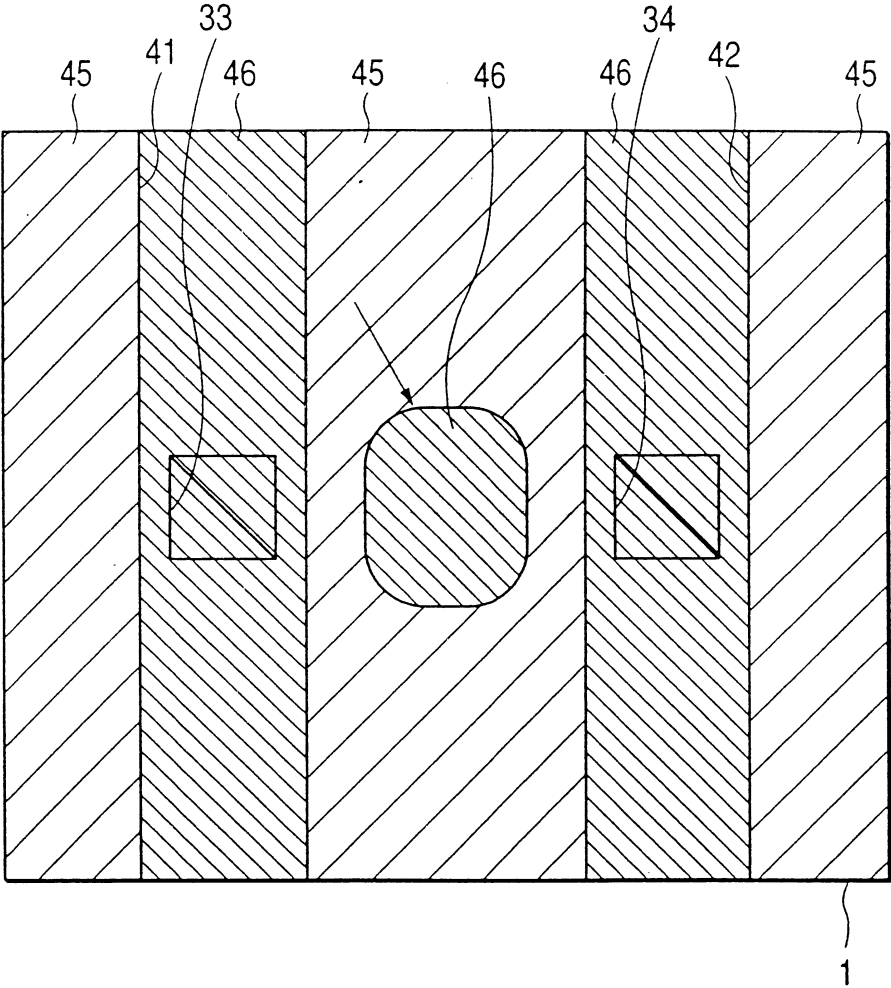
第12圖



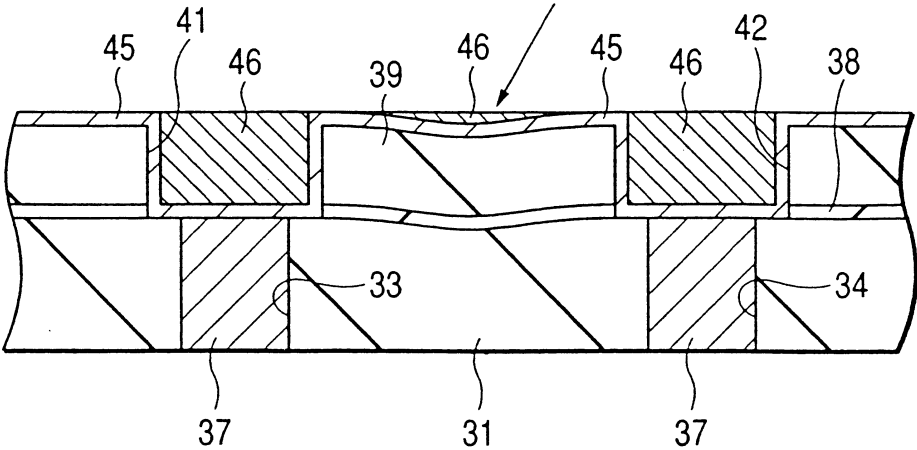
第 13 圖



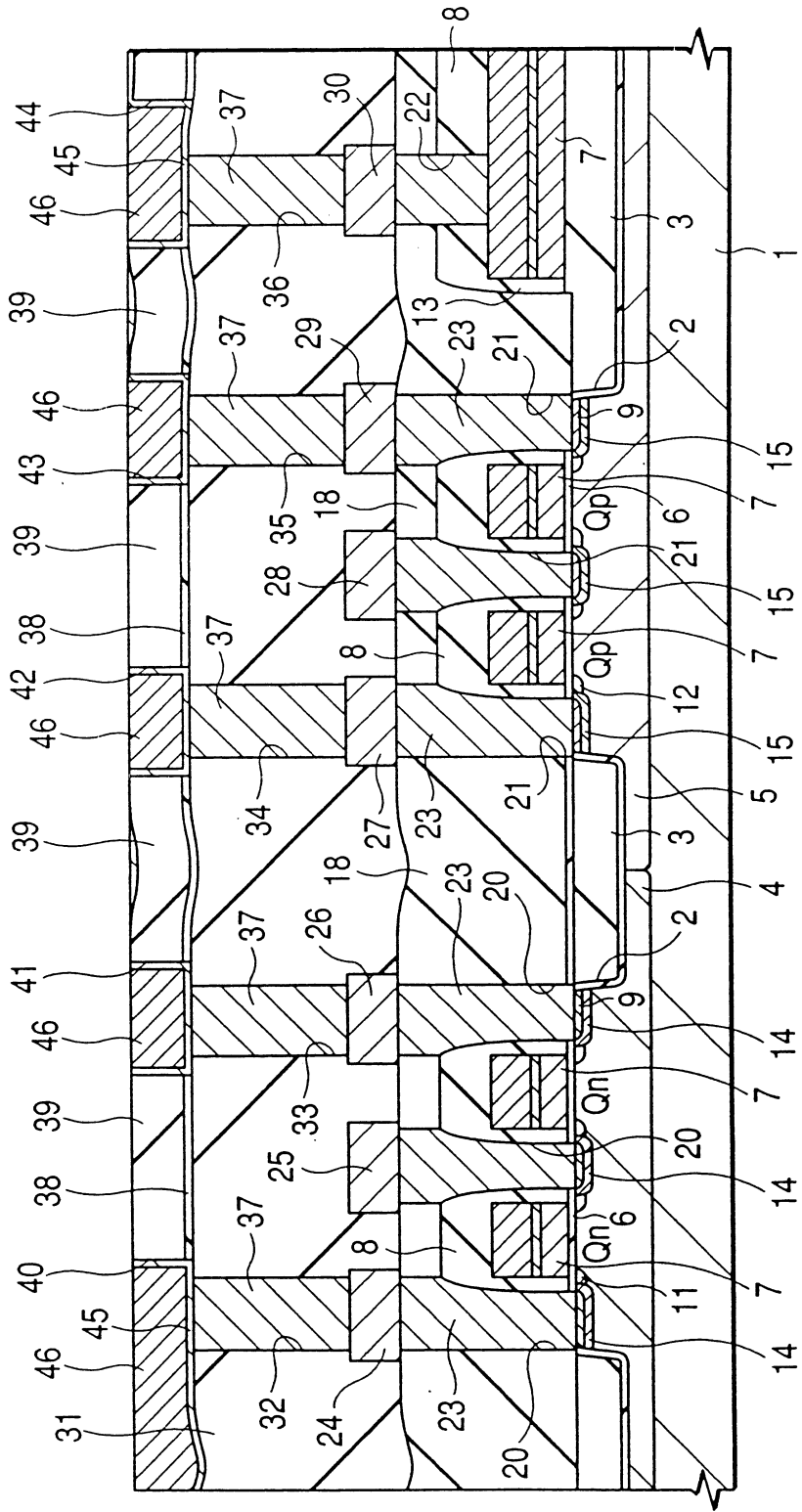
第 14 圖 (a)



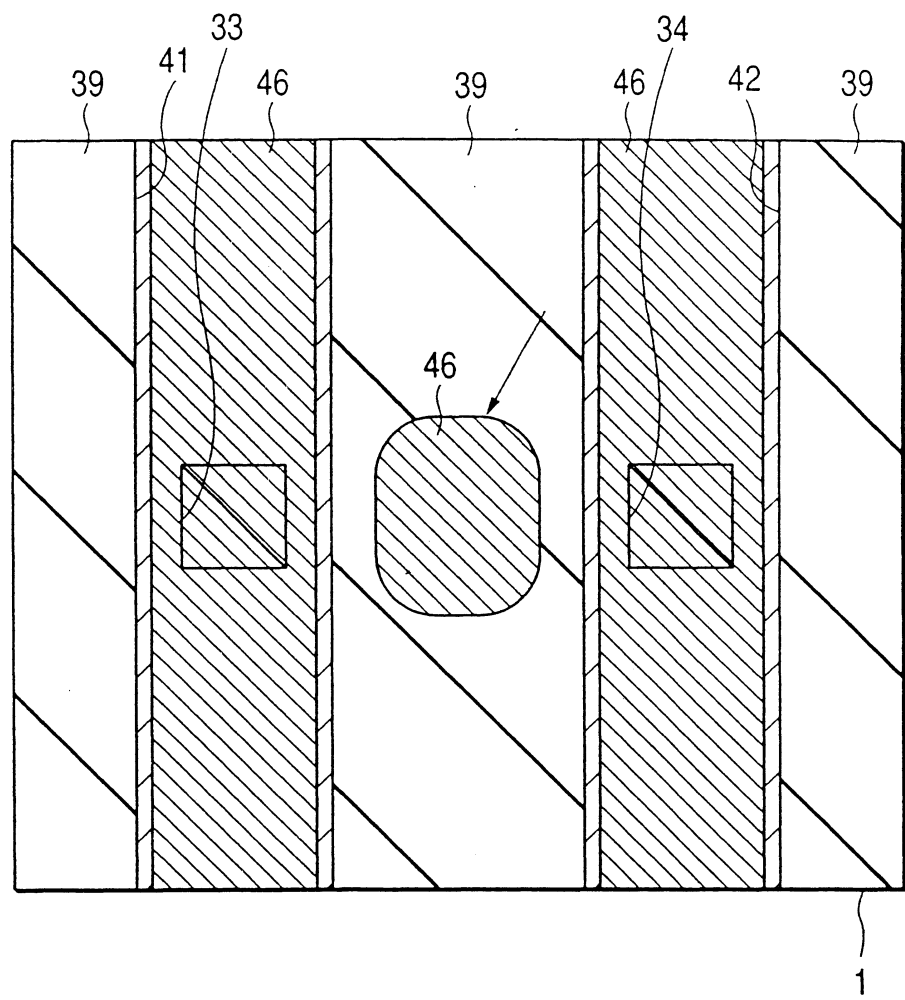
第 14 圖 (b)



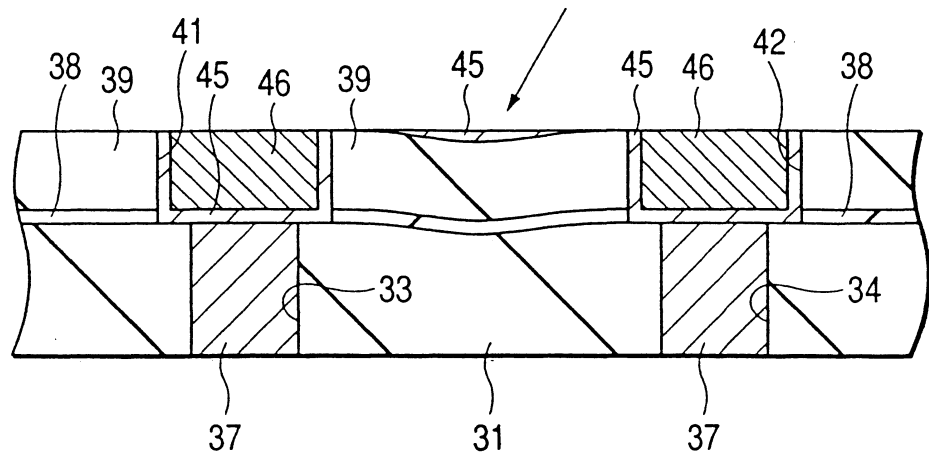
第 15 圖



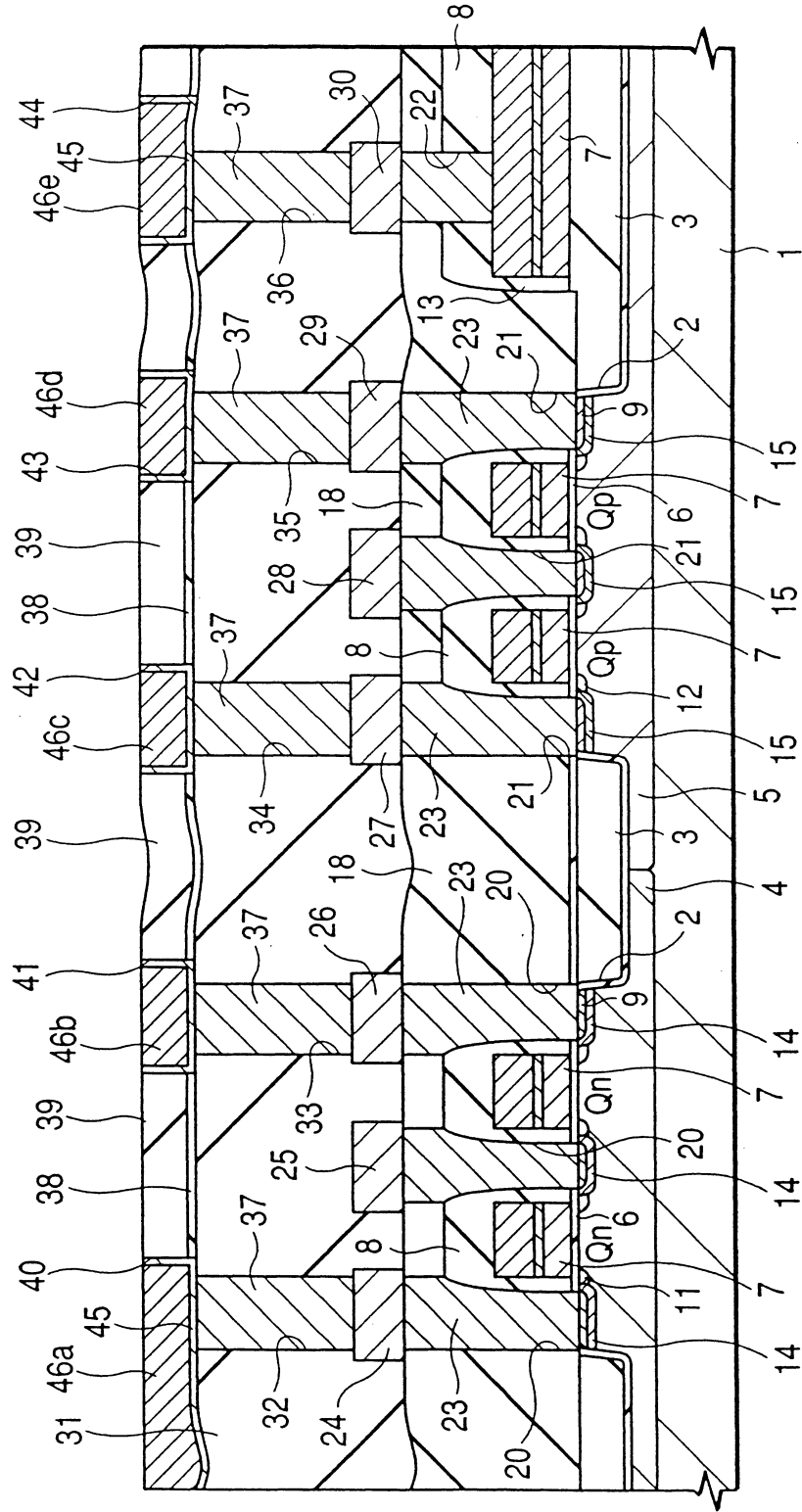
第 16 圖 (a)



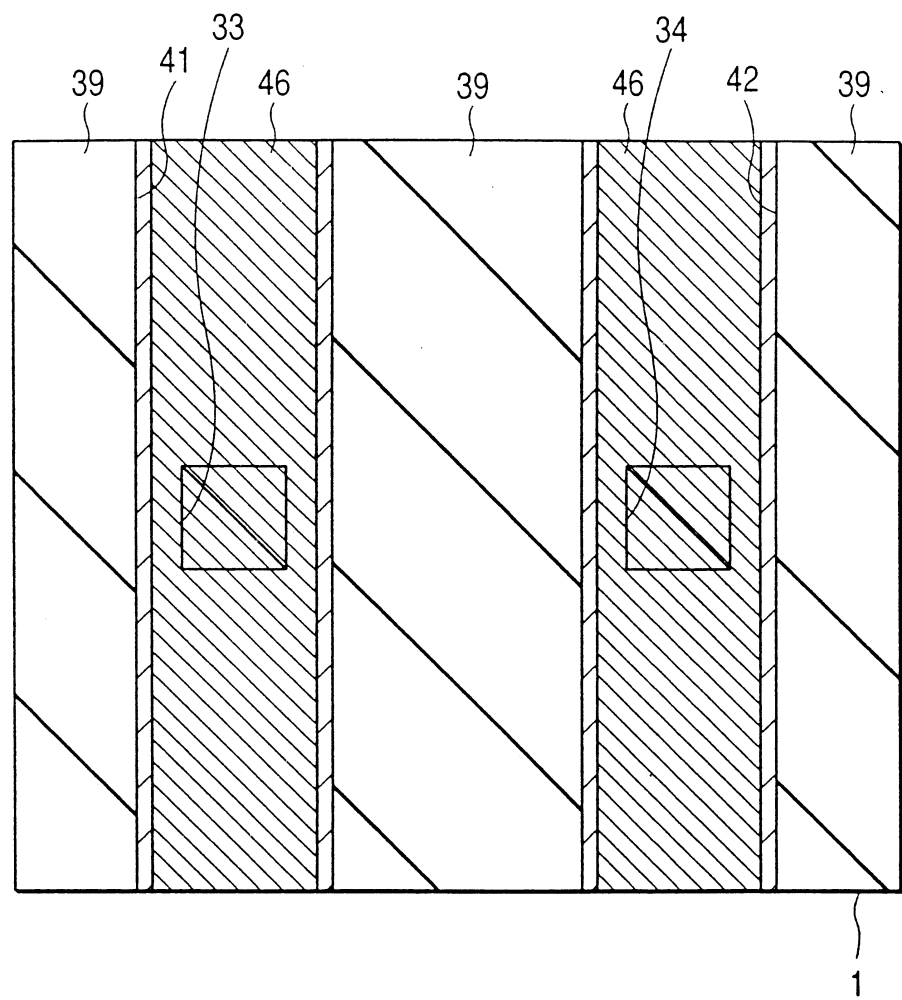
第 16 圖 (b)



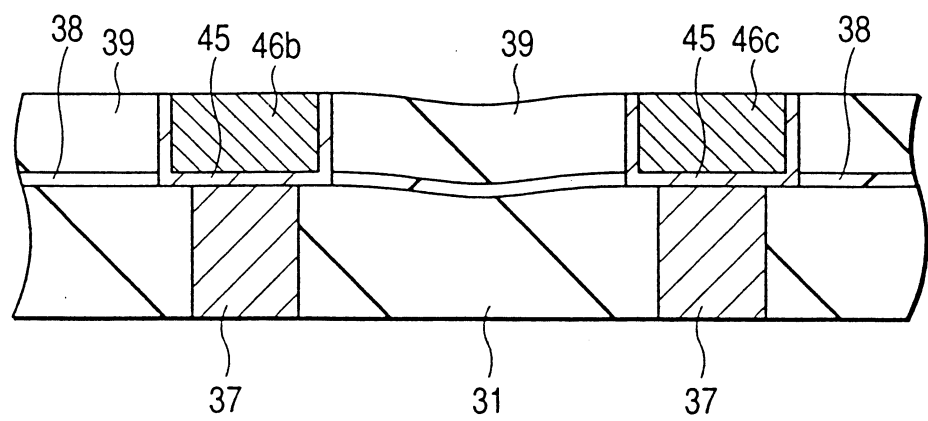
第 17 圖

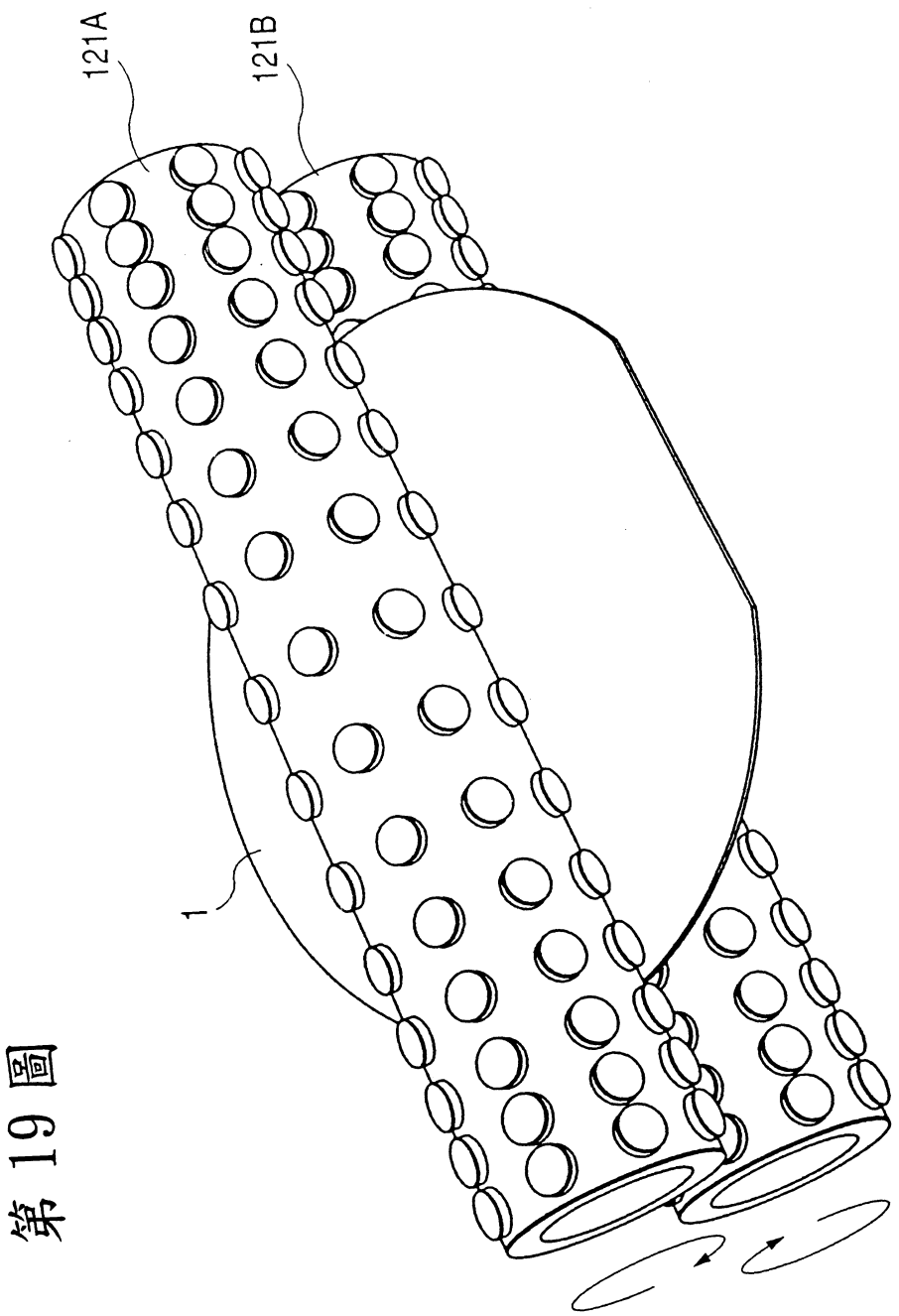


第 18 圖 (a)



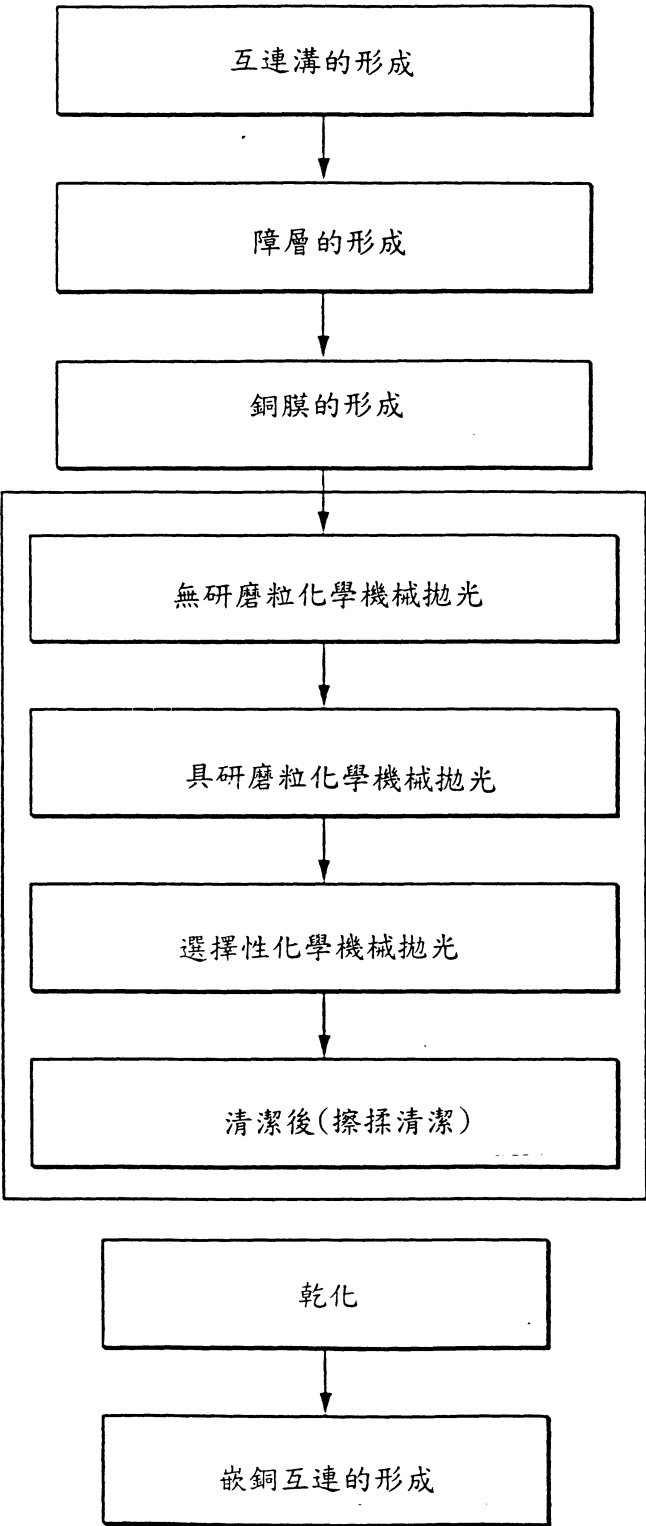
第 18 圖 (b)



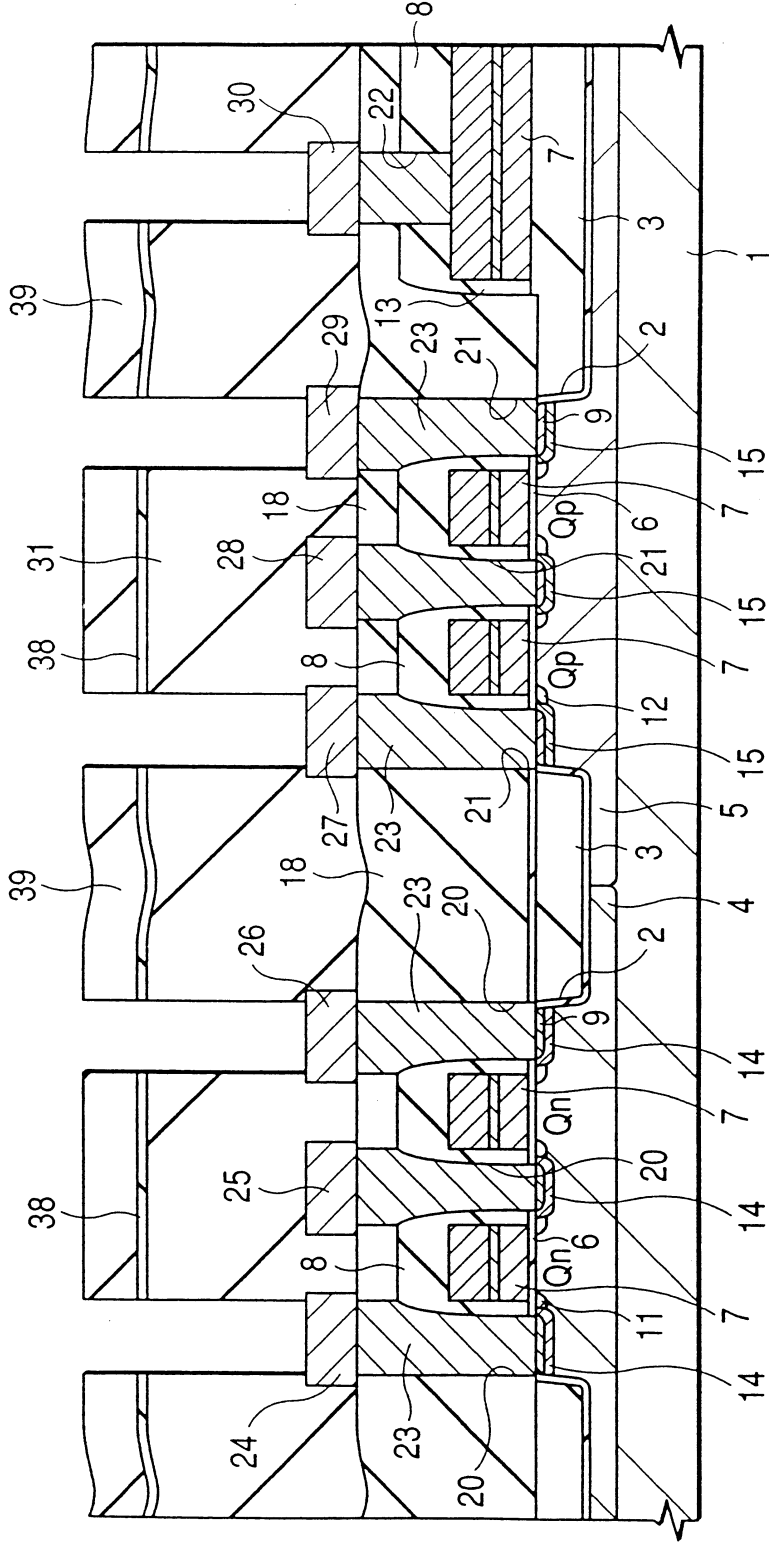


第 19 圖

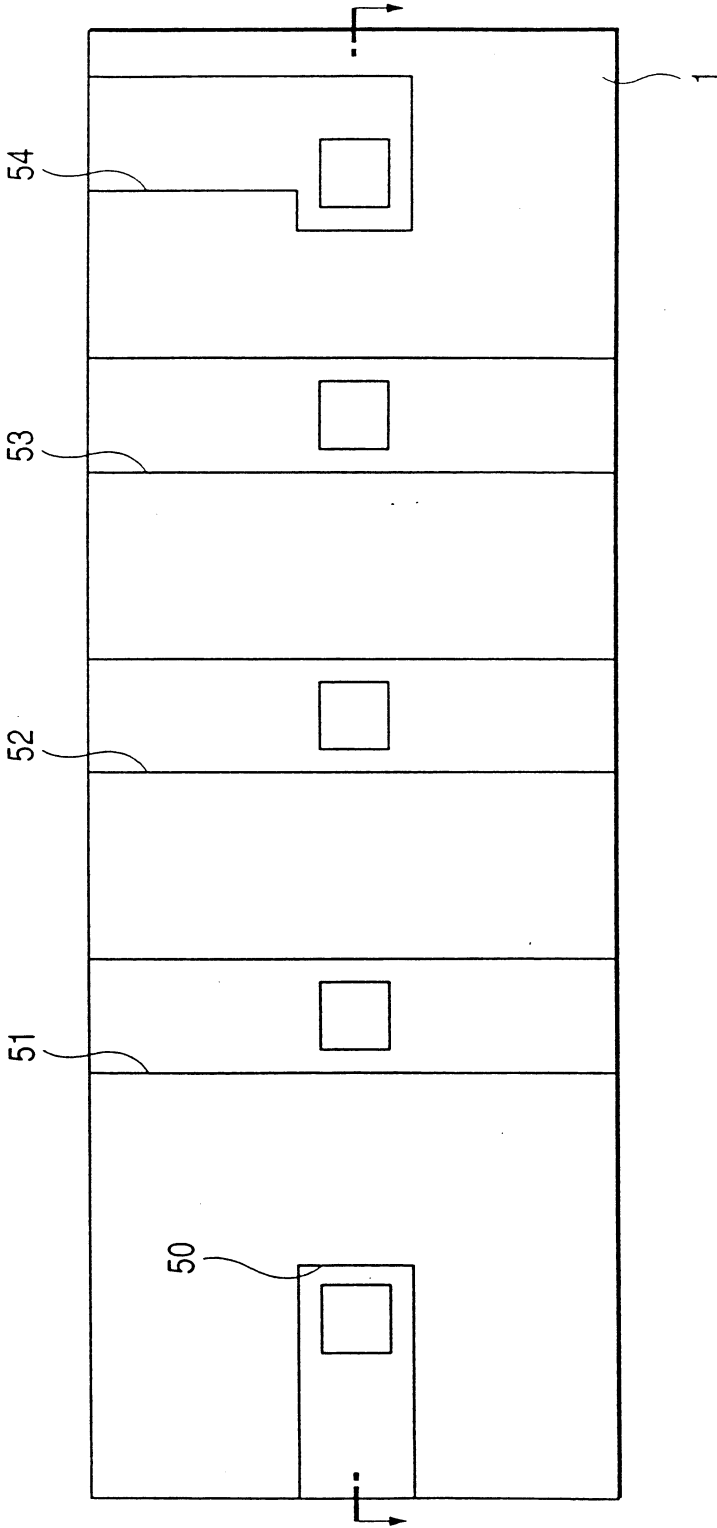
第 20 圖



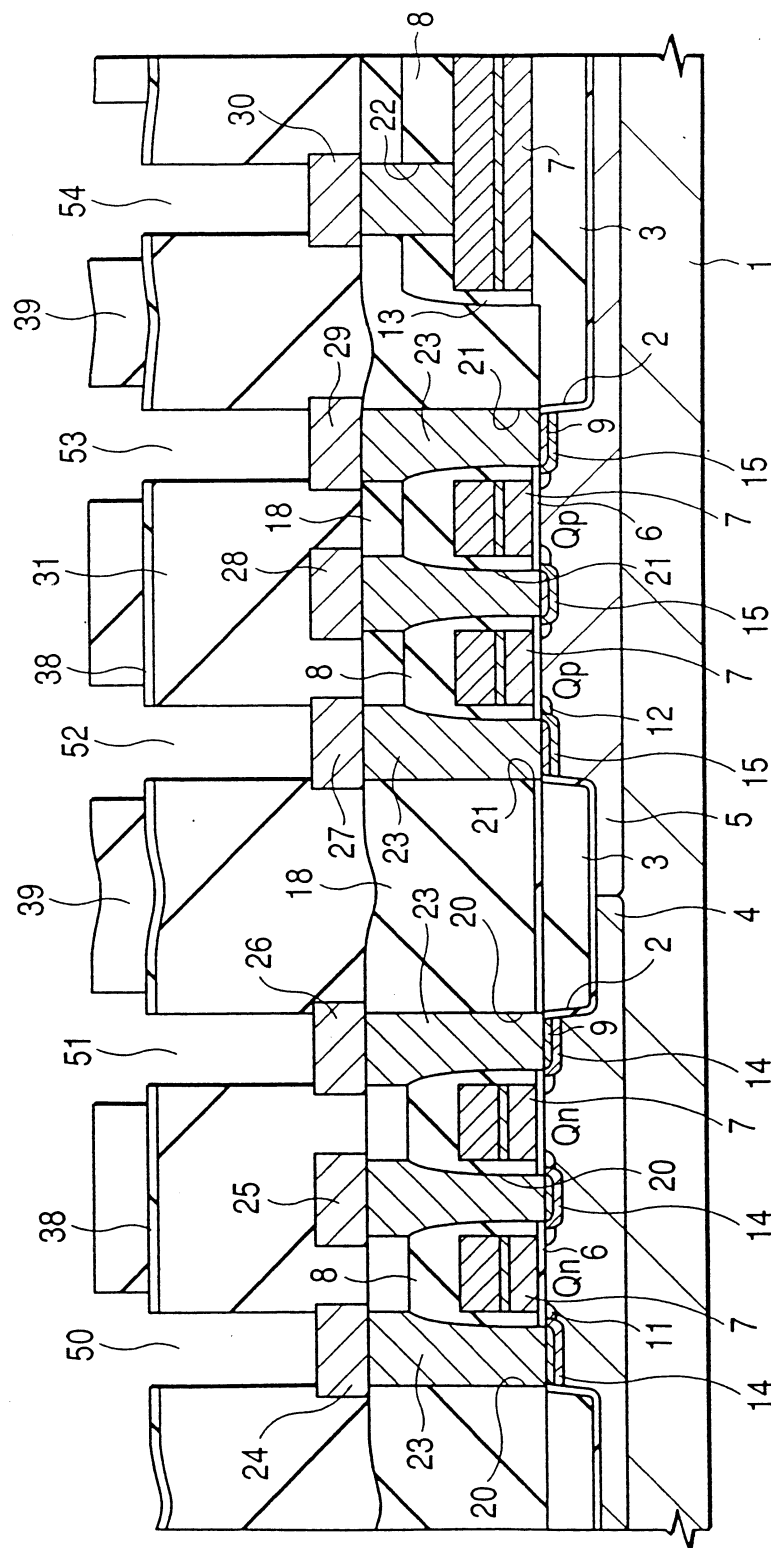
第 22 圖



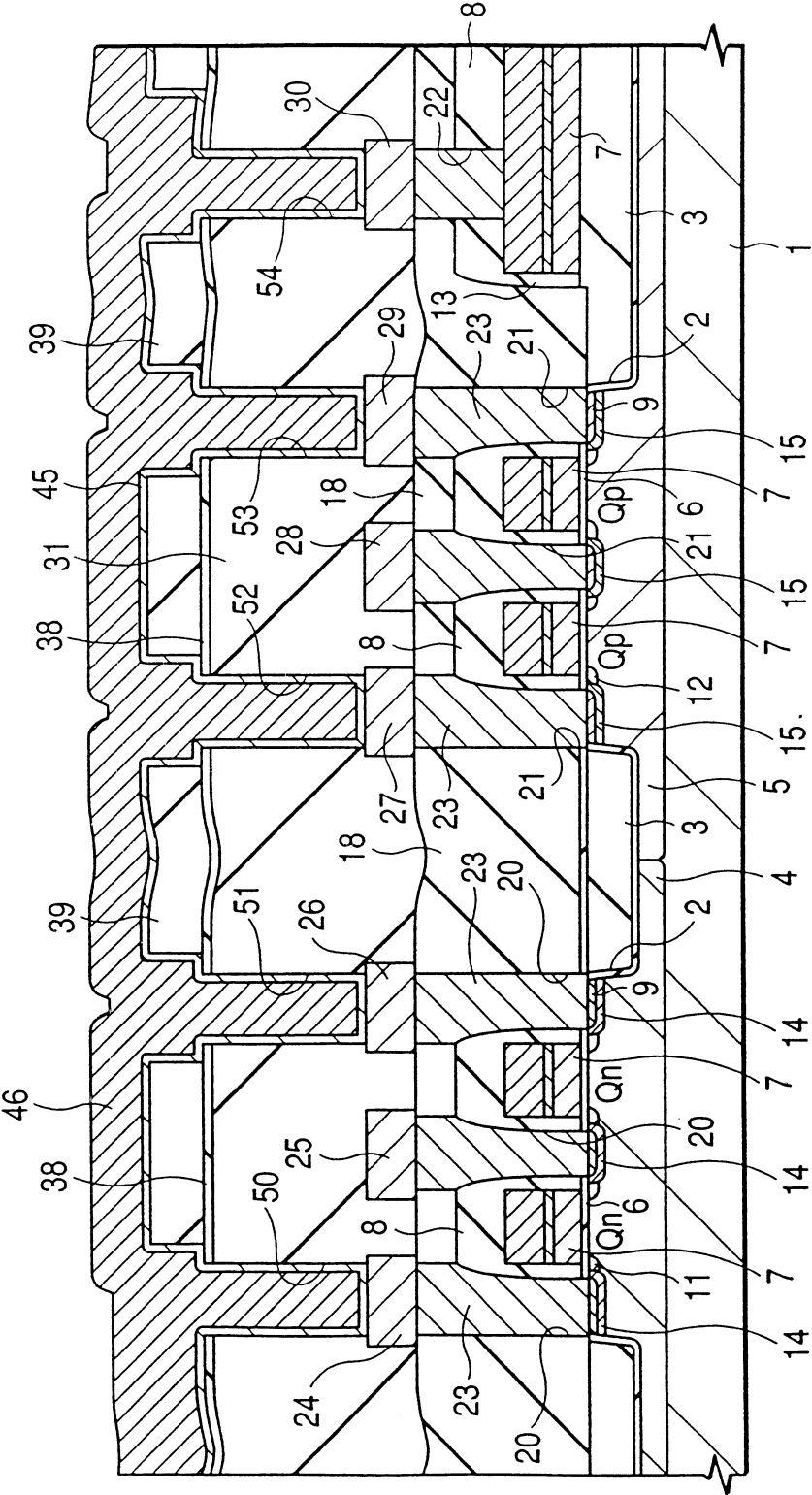
第 23 圖 (a)



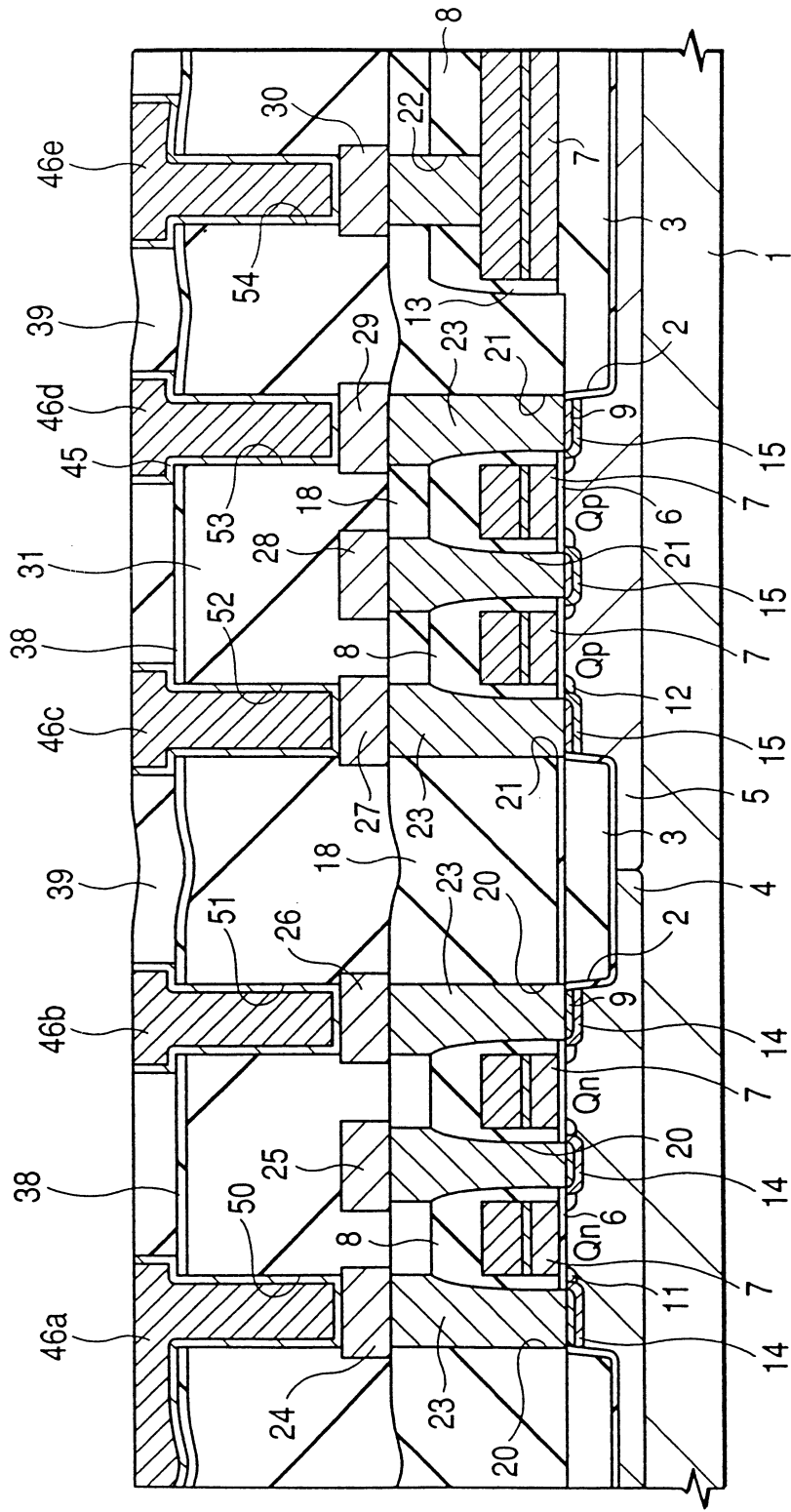
第23圖(b)



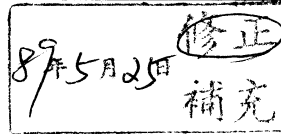
第 24 圖



第 25 圖



五、發明說明(1)



發明領域

本發明是關於一種製造半導體積體電路裝置之方法，特別地是一種有用的技術，其應用在使用化學機械拋光法（Chemical Mechanical Polishing）以形成嵌金屬互連。

習知技術說明

近年來，在朝向大型積體（LSI）的更高積體與更高性能的發展的同時，化學機械拋光法已被引用作為新的微製造技術之一。此技術已揭示於，例如：

U S P 4 9 4 4 8 3 6。

當鋁互連的縮小前移時，鋁互連電阻的增大是顯著的，且於高性能邏輯的大型積體中，鋁互連電阻的增大在更進一步改善性能的方面是很大的阻礙。依據此一狀況，藉由所謂的金屬鑲嵌法（Damascene process）的嵌銅互連已在發展中：互連溝（及通孔）是形成於澱積在矽基板上的絕緣膜中，然後，電阻係數小於鋁膜之銅膜，是澱積在絕緣膜上與互連溝（及通孔），而後，互連溝外側之銅膜的不需要部分是藉由化學機械拋光予以拋光去除。此技術是揭示於，例如：日本未審查專利申請公告

H e i 2 - 2 7 8 8 2 2 與

H e i 1 0 - 2 1 4 8 3 4。

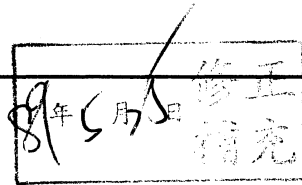
化學機械拋光使用主要含有由氧化鋁、二氧化矽或類似物與氧化劑製成的研磨粒之拋光液體（泥漿），且金屬表面是藉由研磨粒的機械力予以移除，作為氧化物的研磨

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線



五、發明說明(18)

膜上導電膜的不需要部分是以單金屬鑲嵌法或雙金屬鑲嵌法予以去除。

在 A 對 B 的選擇率是 X 的狀況下，若以拋光率作為例子，X 是依據拋光率 B 作為參考值之拋光率 A 的計算值。

在以下的實施例中，原則上將不會重複任何相同或類似部分的說明。

再者，當需要時，為了方便的理由，在以下的實施例中，將說明載入數個段落或數個實施例中，然而，分散的說明部分是相互關連的：一個部分是一部件的修改、詳細說明或補充說明，或者其它或另一部分的整體。

而且，當表示元件數量（包含物件件數、數值、數量、範圍及其它）的數字是在以下的實施例中提及時，沒有特定地受限於一定的數字，然而，除了明確指定或受限於原理所顯示的數字外，多少可採用實施例中所顯示的每一個數字。此外，不用說，組成要素（包括元件步驟）並不需要是必要的，除了是明確地標示且自原理的觀點考慮到顯著必要的。

相同於此，當在以下的實施例中參考例如形狀與位置關係的構成元件時，應瞭解到，實際接近或類似於原始標示形狀之形狀是包含於其中，除了當明確標示或自原理觀點考慮而不需包含時。此說明同樣地適用於以上所述之元件的數字與範圍。

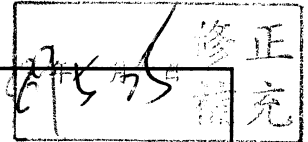
應瞭解到，本發明中所述及之半導體基板包含架構在每一其它類型的基板上之電路，例如：S O I（矽絕緣體

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線



五、發明說明（34）

及氧化矽膜 3 1，是藉由乾蝕刻以光阻膜作為遮罩予以移除，其後，如圖 2 3（a）與 2 3（b）所示，氧化矽膜 3 9 是以另一光阻膜作為遮罩予以另外移除，然而氮化矽膜 3 8 是使用作為蝕刻的阻隔，因此，形成亦可作為通孔之互連溝 4 0 至 4 4。

然後，如圖 2 4 所示，具有 5 0 n m 厚度的氮化鈦膜 4 5 是形成在氧化矽膜 3 9 上，且澱積在互連溝 5 0 至 5 4 的內部中，其後，具有足夠大於互連溝 5 0 至 5 4 的深度之厚度之銅膜 4 6，是澱積在氮化矽膜 4 5 上。亦可作為通孔的互連溝 5 0 至 5 4，各具有一相較於互連溝 5 0 至 5 4 的大方向比例，其後，氮化矽膜 4 5 是藉由化學蒸汽澱積法予以澱積。銅膜 4 6 是藉由重複二或更多次的濺射、電鍍、或無電電鍍予以澱積。當銅膜 4 6 是藉由電鍍法形成時，需要藉由濺射法或類似方法用於形成銅種層作為互連溝 5 0 至 5 4 的下層之步驟。

然後，如圖 2 5 所示，互連溝 5 0 至 5 4 之銅膜 4 6 與氮化鈦膜 4 5，是藉由無研磨粒化學機械拋光、具研磨粒化及選擇性化學機械拋光予以移除，以在互連溝 5 0 至 5 4 的內部形成嵌銅互連溝 4 6 a 至 4 6 e。其後的步驟是相同於使用單一金屬鑲嵌法之嵌銅互連溝 4 6 a 至 4 6 e 形成過程中的步驟。

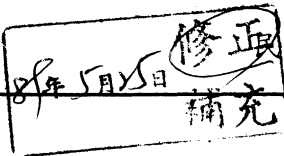
總之，雖然本發明人所完成之發明已依據實施例予以說明，本發明並未受限於上述的實施例，然而，無庸置疑，可作其不同的修改與變更而不離本發明的範圍。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線



六、申請專利範圍

1．一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

- (a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；
- (b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；
- (c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；
- (d) 藉由無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；
- (e) 在步驟 (d) 後，藉由具研磨粒化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜；及
- (f) 在步驟 (e) 後，藉由選擇性化學機械拋光以移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性化學機械拋光是選擇性地相對於金屬膜以拋光導電障層。

2．如申請專利範圍第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中絕緣膜具有數個層。

3．如申請專利範圍第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主成分而製成。

4．如申請專利範圍第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中無研磨粒化學機械拋光是使用具有小於 0.1 重量百分比的液體與研磨粒的混合重量濃度之拋光液體予以實施。

5．如申請專利範圍第 1 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中開口是孔。

六、申請專利範圍

6．如申請專利範圍第1項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中開口是溝。

7．如申請專利範圍第1項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中選擇性化學機械拋光之導電障層對於金屬膜的拋光選擇性比例是10：1。

8．一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

(a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

(b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

(c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

(d) 藉由第一化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是5：1；

(e) 在步驟(d)後，藉由第二化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例是低於第一化學機械拋光的選擇性比例；及

(f) 在步驟(e)後，藉由第三化學機械拋光法以移除留在絕緣膜上之導電障層，其中導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是5：1。

9．如申請專利範圍第8項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中絕緣膜具有數個層。

10．如申請專利範圍第8項之製造半導體積體電路

六、申請專利範圍

裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主成分而製成。

1 1．如申請專利範圍第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第一化學機械拋光中之金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是 8 : 1。

1 2．如申請專利範圍第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第二化學機械拋光中之金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是 3 : 1。

1 3．如申請專利範圍第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第三化學機械拋光中之導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是 10 : 1。

1 4．如申請專利範圍第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第三化學機械拋光中之導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是 20 : 1。

1 5．如申請專利範圍第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中導電障層是以氮化鈦製成。

1 6．如申請專利範圍第 8 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第一化學機械拋光與第二化學機械拋光是分別使用不同的拋光墊予以實施。

1 7．一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

(a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

(b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

(c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

膜，以充填開口；

(d) 藉由無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；

(e) 在步驟(d)後，藉由具研磨粒化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的任何金屬膜；及

(f) 在步驟(e)後，藉由選擇性移除過程以移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性移除過程是選擇性地相對於金屬膜以移除導電障層。

18．如申請專利範圍第17項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中步驟(f)的選擇性移除過程是乾蝕刻。

19．一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

(a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

(b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

(c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

(d) 藉由第一化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜，其使用屬於金屬膜銹化區的狀態中之第一拋光液體；

(e) 在步驟(d)後，藉由第二化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例是低於第一化學機械拋光的選擇性比例；及

(f) 在步驟(e)後，藉由第三化學機械拋光法以

(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

移除留在絕緣膜上之導電障層，其中導電障層對於金屬膜的選擇性比例至少是 5 : 1。

20．一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

(a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；

(b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；

(c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；

(d) 藉由第一化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例至少是 5 : 1；

(e) 在步驟 (d) 後，藉由第二化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜，其中金屬膜對於導電障層的選擇性比例是低於第一化學機械拋光的選擇性比例；及

(f) 在步驟 (e) 後，藉由第三化學機械拋光法以移除留在絕緣膜上之導電障層，其中導電障層對於金屬膜的選擇性比例是高於第二化學機械拋光的選擇性比例。

21．如申請專利範圍第 20 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第三化學機械拋光是使用含有防銹劑的第三拋光液體予以實施。

22．如申請專利範圍第 21 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中防銹劑含有苯並三唑。

23．如申請專利範圍第 22 項之製造半導體積體電

六、申請專利範圍

路裝置之方法，其中包含於第三拋光液體中之苯並三唑的濃度是在 0.001 至 1 重量百分比的範圍。

24. 如申請專利範圍第 22 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中包含於第三拋光液體中之苯並三唑的濃度是在 0.01 至 1 重量百分比的範圍。

25. 如申請專利範圍第 20 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中絕緣層具有數個層。

26. 如申請專利範圍第 20 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第一化學機械拋光與第二化學機械拋光是分別使用不同的拋光墊予以實施。

27. 如申請專利範圍第 20 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中第二化學機械拋光與第三化學機械拋光是分別使用相同的拋光墊予以實施。

28. 一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

- (a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；
- (b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；
- (c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；
- (d) 藉由使用硬拋光墊之無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；
- (e) 在步驟 (d) 後，藉由化學機械拋光以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜；及
- (f) 在步驟 (e) 後，藉由選擇性化學機械拋光以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性化學機械拋光是選擇性地相對於金屬膜以拋光導電障層。

29．如申請專利範圍第28項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主成分而製成。

30．如申請專利範圍第28項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中導電障層是以較硬於金屬膜的材料製成。

31．如申請專利範圍第28項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中在步驟(e)中的拋光是使用更軟於步驟(d)中的拋光所使用的拋光墊予以實施。

32．如申請專利範圍第28項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中實施步驟(d)中的拋光所使用的拋光液體具有至少5：1之相對於導電障層的金屬膜拋光選擇性比例。

33．一種製造半導體積體電路裝置之方法，包含以下的步驟：

- (a) 在主體上形成絕緣膜，絕緣膜具有開口；
- (b) 於開口形成導電障層並覆蓋絕緣膜；
- (c) 在開口內的導電障層上形成金屬膜並覆蓋絕緣膜，以充填開口；
- (d) 藉由無研磨粒化學機械拋光以移除開口外側的金屬膜；
- (e) 在步驟(d)後，藉由具研磨粒化學機械拋光

六、申請專利範圍

以移除絕緣膜上之局部留在導電障層上的金屬膜；

(f) 在步驟 (e) 後，藉由選擇性化學機械拋光以移除留在絕緣膜上之導電障層，選擇性化學機械拋光是選擇性地相對於金屬膜以拋光導電障層；及

(g) 在步驟 (f) 後，於遮光狀態下清潔主體。

3 4 . 如申請專利範圍第 3 3 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中金屬膜是以銅或含銅合金作為主要成分製成。

3 5 . 如申請專利範圍第 3 3 項之製造半導體積體電路裝置之方法，其中步驟 (g) 中的清潔是在照明度不超過 1 8 0 l u x 的狀態下實施。