

公告本

951-2701A

307021

申請日期	84.12.19
案 號	84113544
類 別	1401L 21/205

A4
C4

307021

Int. Cl⁶

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	半 導 體 元 件 之 製 造 方 法
	英 文	METHOD FOR MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE
二、發明 創作人	姓 名	松 本 明
	國 籍	日 本
	住、居所	東 京 都 港 區 芝 5 丁 目 7 番 1 號 日 本 電 氣 株 式 會 社 內
三、申請人	姓 名 (名稱)	日 本 電 氣 股 份 有 限 公 司 (日 本 電 氣 株 式 會 社)
	國 籍	日 本
	住、居所 (事務所)	東 京 都 港 區 芝 五 丁 目 7 番 1 號
	代 表 人 姓 名	金 子 尚 志

裝

訂

線

307021

(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

1994年12月20日特願平6-316188

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

-2a-

五、發明說明()

發明背景

發明領域

本發明係關於製造半導體元件之方法，尤其是關於形成充填孔塞之方法。

相關技術說明

利用敷蓋式WCVD(鎢化學氣相沈積法)形成鎢填塞以充填精細的接觸孔或通孔之技術已經施行，在步驟涵蓋率及低電阻值方面十分優異。該敷蓋式WCVD法是將鎢(W)充填在層間絕緣膜中形成的通孔中而形成一填塞物。

參考圖1A到圖1C，這些剖面圖乃根據傳統之敷蓋式WCVD製程以說明將W填塞物填入通孔之程序，如圖1A所示，層間絕緣膜33在第一層TiN(氮化鈦)膜上形成，該TiN膜則在下層接線Al導體31上形成，再利用傳統之光平板印刷術及非等向之乾式蝕刻形成一貫穿層間絕緣膜33之通孔33A，使得部分第一層TiN膜32在通孔33A之底部暴露出來。

其次，如圖1B所示，利用噴鍍方式沈積第二層TiN膜34而覆蓋整個表面包括通孔33A之底部及側壁進一步地，將W(鎢)層36沈積在通孔33A內和層間絕緣膜33的表面上；然後，將已沈積好的W層36加以蝕刻使W層36除了充填在通孔33A之W層外加以移除。於是，如圖1C所示，由W層36所組成之W填塞物在通孔33A內形成。由W層36所組成之W填塞物用於連接被層間絕緣膜33彼此隔絕之下層接線Al導體31和末顯示之上層接線Al導體。

五、發明說明 (>)

上述之傳統製程中，通常利用噴鍍方式所形成之TiN膜係當作黏著層。在噴鍍過程中，TiN膜34在通孔的開口邊緣之成長速度高於其他區域。結果，如圖1B和1C所示，經由實驗證實，TiN膜34在通孔33A之開口邊緣四周有一突出部分34A，如果在TiN膜34有一突出部分34A的情形下，使用敷蓋式WCVD程序沈積W層，則所沈積之W層36會反映TiN膜34之突出部份34A的形狀，造成充填在通孔33A內之W層36有一空隙39。考慮此原因乃因TiN膜34之突出部份34A自通孔33A之開口邊緣四周向內突出，所以當沈積W層36時，TiN膜34之突出部份34A成為成長核心，因此，W層36自通孔33A之開口邊緣四周開始成長，使得在整個通孔完全被W層36填滿之前，通孔33A的開口就封閉了。

為了防止噴鍍沈積的TiN膜自通孔33A之開口邊緣突出，如圖2所示，考慮在層間絕緣膜33上以噴鍍形成第二層TiN膜34，然後利用傳統之光平版印刷術(photolithography)和非等向之乾式蝕刻形成通孔33A貫穿第二層TiN膜34及層間絕緣膜33，其後再進行敷蓋式WCVD程序。不過在此程序中，因為TiN膜34之內緣34B暴露在通孔33A之開口邊緣四周，所以當沈積W層36時，TiN膜34之內緣34B成為成長核心，結果，在W層36填入通孔33A時會產生空隙39，類似於圖1C所示之情形。此亦經實驗證實。

若在填入通孔33A之W層36中產生空隙39如圖1C和圖2

五、發明說明()

所示，則在接線時很容易發生像未連接之類的缺點。為了防止此種問題，必須避免空隙之產生。為了避免空隙之產生，必須在通孔33A之開口邊緣四周抑制W層之成長，使W層均勻地從通孔底部成長以充滿整個通孔。

發明總述

因此，本發明之一目的在提供形成充填孔塞之方法，以克服上述之傳統方法之缺點。

本發明另一目的在提供形成充填孔塞之方法，能夠防止在充填孔塞中產生空隙，因而將連接缺點之產生降到最低。

本發明上述的和其他的目的係以一種半導體元件之製造方法根據本發明而達成，該方法之步驟包含：在半導體基板上之絕緣膜內形成一凹槽，至少在凹槽之底面和側面一部分形成一黏著層，使絕緣膜在自凹槽邊緣(含)延伸之預定區域內暴露，以及將金屬或金屬化合物填入凹槽內。例如，用化學氣相沈積法進行金屬或金屬化合物之充填。

根據本發明，最好提供一種方法以形成一鎢填塞物，連接被層間絕緣膜相互隔絕之上層導體與下層導電區域，包含步驟如下：

在下層導電區域上形成層間絕緣膜；

在層間絕緣膜上形成一黏著層；

在黏著層上形成一光阻層；

在光阻層中形成一開口，因而製備光阻層之一光罩層

五、發明說明(4)

，使開口成為層間絕緣膜中所要形成的孔；

選擇性地去掉黏著層形成一開口相對應於光阻層中所形成的開口，並進一步去掉在光阻層開口四周之黏著層，否則當鎢成長時，黏著層會成為成長核心；

形成一孔貫穿層間絕緣膜，使下層導電區域在孔之底部暴露出來；以及

將鎢層填入層間絕緣膜之孔中因而形成一鎢層填滿層間絕緣膜之孔。

在一種實施例中，選擇性地去掉黏著層係利用蝕刻完成，最好是該蝕刻為使用光阻層當作光罩之等向性蝕刻，光阻層中形成開口，使得在黏著層所形成之開口自光阻層中所形成開口之邊緣處向外收縮。

此外，鎢層直接填入層間絕緣膜之孔中。或在鎢層填入層間絕緣膜之孔中之前，先在層間絕緣膜之孔的邊壁和底部形成一第二黏著層，然後再將鎢層填入層間絕緣膜之孔中。這些黏著層比方說以氮化鈦膜形成。

由上述可見，根據本發明之方法，當鎢成長時，可能成為成長核心之黏著層自層間絕緣膜中所形成之孔的邊緣去除，因此，鎢層均勻地填入整個層間絕緣膜之孔中。

本發明上述的和其他的目的，特色與優點將自下面發明。優選實施例之說明並參考附圖後更為清楚。

圖式簡述

圖1A到1C為說明根據傳統敷蓋式WCVD製程形成通孔W填塞物製程之剖面圖。

五、發明說明(5)

圖 2 為修正之傳統敷蓋式 WCVD 製程之剖面圖。

圖 3A 到 3D 為根據本發明形成通孔 W 填塞物之第一實例製程的剖面圖。

圖 4A 到 4C 為根據本發明形成接觸孔 W 填塞物之第二實例製程的剖面圖。

圖 5 為說明依照本發明之製程優點之圖。

優選實例說明

如上所述，圖 3A 到 3D 說明本發明第一實例之程序，而圖 4A 到 4C 則解釋本發明第二實例之程序。

根據本發明在圖 3A 到 3D 和圖 4A 到 4C 所顯示之製程包含黏著層形成步驟，光阻層形成步驟、光罩形成步驟、黏著層整形步驟、通孔形成步驟和鎢層充填步驟，其目的在形成 W(鎢)填塞物以連接由層間絕緣膜分隔之兩層接線區域。

在黏著層形成步驟中，黏著層 14 或 24 沈積在層間絕緣膜 13 或 23 上。

在光阻層形成步驟中，光阻層 15 或 25 在黏著層 14 或 24 上形成。

在光罩形成步驟中，在光阻層 15 或 25 中形成開口 15A 或 25A。於是，用以在層間絕緣膜 13 或 23 中形成通孔之光罩以其中形成開口 15A 或 25A 的光阻層 15 或 25 形成。

在黏著層整形步驟中，選擇性地去除黏著層 14 或 24 且整形形成一開口對應於光阻層上形成之開口，然後再進一步地在光阻層中形成的開口邊緣四周(即一在層間絕

五、發明說明(6)

緣層中可能形成通孔之開口邊緣)去除黏著層,否則當鎢層在可能之通孔中成長時,該黏著層會成為成長核心。

在通孔形成步驟中,利用光阻膜15或25當作光罩形成一通孔13A或23A貫穿層間絕緣膜13或23。

在鎢層充填步驟中,鎢層16或26沈積在層間絕緣膜13或23中形成的通孔13A或23A內,以求形成W填塞物。

更明確地說,在黏著層整形步驟中,黏著層14或24利用光阻層15或25當作光罩而選擇性地去除且整形。特別是,黏著層14或24之選擇性地去除是使用其中形成開口15A或25A之光阻層15或25當作光罩以等向性蝕刻技術完成,使得在黏著層14或24中形成之開口14A或24A自光阻層15或25中形成之開口15A或25A之邊緣向外收縮。

在鎢層充填步驟中,鎢層16或26直接填入層間絕緣膜13或23之通孔13A或23A中,或在鎢層16或26填入層間絕緣膜13或23之通孔13A或23A前,先在層間絕緣膜13或23之通孔13A或23A側壁和底部形成上第二黏著層(鈦膜27,第二層TiN膜28),然後再將鎢層16或26填入層間絕緣膜之孔中。

黏著層14或24比方說以氮化鈦膜形成。

接著,依照本發明第一實例形成通孔以填充W填塞物之製程將參考圖3A到3D詳細說明。

如圖3A所示。在下層接線Al導體11上,形成第一黏著TiN層12,厚度比方說為500Å,然後在第一黏著TiN層12上形成層間絕緣膜13。

五、發明說明(7)

其後，在層間絕緣膜13上以噴鍍法形成第二黏著TiN層14，厚度比方說為500Å(黏著層形成步驟)。

在第二TiN膜14上，沈積一層光阻層15(光阻層形成步驟)，然後執行一傳統光平版印刷術在光阻層15中形成開口15A，因而如圖3A所示，形成一光罩以在層間絕緣膜13中形成一孔(光罩形成步驟)。

然後，如圖3B所示，執行一等向性蝕刻以選擇性地去除第二TiN膜14，因而形成一開口14A，其半徑此光阻膜15之開口15A之半徑約大500Å(黏著層整形步驟)。這樣去除了TiN層14，否則在鍍層充填步驟中鍍在層間絕緣層之孔中成長時，層14會成為W成長核心，選擇性地去除TiN膜14之等向性蝕刻比方說使用氯氣完成。

接著，如圖3C所示，使用光阻層15當作光罩，以非等向性蝕刻技術，如反應性離子蝕刻將層間絕緣層13選擇性地去除，直到下層接線導體11上之第一層TiN膜12露出為止。於是形成一通孔13A貫穿層間絕緣層13(通孔形成步驟)。此製程中，比方說使用CHF₃當作蝕刻氣體。如此形成之通孔13A直徑基本上與光阻膜15之開口15A相同。

在通孔13A形成之後，去掉光阻膜15，然後實施一敷蓋式WCVD使一鍍層16在通孔13A內及其周圍成長(鍍層充填步驟)。

在下層接線導體11上之第一TiN膜12上和層間絕緣膜13上之第二TiN膜14上，TiN膜成為W成長核心，因此，W層16之成長速率要高於通孔側壁。此外，在第一實

五、發明說明(8)

例中，因為第二層TiN膜14之開口14A邊緣自通孔13A之開口邊緣向外收縮500Å，所以成為W成長核心之TiN膜14並不存在於通孔13A之開口周圍。因此，在通孔13A之開口周圍，W膜16之成長受到抑制，使得W層16自通孔13A的底部朝整個通孔13A成長；換言之，不可能因為W層16在通孔13A之開口周圍快速成長，而在整個通孔完全以W層16填滿之前，使通孔13A的開口在初期就封閉。因此，在W層16填入通孔13A時並不會發生空隙。

如圖3D所示，在鎢層成長之後，再將鎢層回蝕刻直到TiN膜14暴露出來為止，使W層16只留在通孔13A和層間絕緣膜13上到達暴露之TiN膜14之表面，該剩下之W層16形成一W填塞物。

因為沒有空隙存在於W填塞物內，所以可靠度提高。如果有空隙存在於W填塞物內，則經常會發生斷接之情況，因為接線導體會落入空隙內，或是因為由於空隙內殘存氣體之膨脹而使W填塞物之上部破裂且消失。比第一實例使因這些原因而產生之斷接成為零。

附帶一提的是，在前述之製程中，TiN層12之功能不僅是當作黏著層，也當作障壁金屬(barrier metal)以阻止下層接線Al導體11與W層16間之反應。

其次，根據本發明第二實例製程以形成一填入W填塞物之接觸孔連接擴散區與接線導體，將參考圖4A到4C詳細說明。

如圖4A所示，層間絕緣膜23在一矽基板21上形成，矽

五、發明說明(9)

基板 21 具一在主要表面上形成之擴散區 21A。厚度約為 $500\text{\AA}$ 之第一黏著 TiN 膜 24 以噴鍍法在層間絕緣膜 23 上形成(黏著層形成步驟)。

然後，在第一 TiN 膜 24 上形成一光阻膜 25(光阻膜形成步驟)，且在光阻膜 25 中實施一傳統之光平版印刷術而形成一開口 25A，於是形成了在層間絕緣膜 23 中用以形成通孔之光罩，如圖 4A 所示(光罩形成步驟)。

進一步地，利用光阻膜 25 當作光罩完成等向性蝕刻，將第一 TiN 膜 24 選擇性地去除因而形成一半徑較光阻膜 25 中開口 25A 約大 $500\text{\AA}$ 之開口 24A。這樣去除了 TiN 層 24，否則在層間絕緣層中之孔中成長鎢時，TiN 層 24 會成為 W 成長核心(黏著層整形步驟)。選擇性去除 TiN 膜 24 之等向性蝕刻比方說用氮氣以電漿蝕刻技術完成。

接著，並利用光阻膜 25 當作光罩，用比方說反應性離子蝕刻之非等向蝕刻技術去除層間絕緣層 23，直到基板 21 上之擴散區 21A 露出為止。於是形成一貫穿層間絕緣層 23 之接觸孔 23A(孔形成步驟)。如此形成的接觸孔 23A 之直徑基本上與光阻膜 25 之開口 25A 相同。

在此第二實例中，不同於第一實例的是黏著層、置於層間絕緣膜 23 之接觸孔 23A 的側壁和底部。為達此目的，如圖 4B 所示，在光阻膜 25 仍然保留之情形下，以噴鍍形成 Ti(鈦)膜 27 當作與矽基板 21 上擴散區 21A 之接觸金屬，並以噴鍍形成第二層 TiN 膜 28 當作障壁金屬以阻止矽基板與鎢間之反應。在此製程中，Ti 膜 27 和 TiN 膜 28 在

五、發明說明(10)

光阻膜 25 和開口 25A 之側壁表面上形成。不過，Ti 膜 27 和 TiN 膜 28 所形成之凸出區域在光阻膜 25 之開口 25A 附近。另一方面，因為 TiN 膜 24 之開口邊緣在層間絕緣層 23 之孔 23A 的開口邊緣附近向外收縮，所以成為 W 成長核心之 TiN 膜凸出物就不存在了。例如，在接觸孔 23A 之底部，Ti 膜 27 之厚度為 300A 左右，而 TiN 膜 28 之厚度則為 500A 左右。然後，光阻膜 25 與在光阻膜 25 上之 Ti 膜 27 和 TiN 膜 28 同時去除。

然後，與第一實施例相同，在接觸孔 23A 及其周圍用數蓋式 WCVD 成長一 W 層 26 (鎢層充填步驟)。此處，在接觸孔 23A 內之第二 TiN 膜 28 和在層間絕緣膜 23 上之第一 TiN 膜 24，其 W 層之成長較其他部分快。在此第二實施例中，因第一層 TiN 膜 24 之開口 24A 邊緣自接觸孔 23A 之開口邊緣向外收縮 500A，所以與第一實施例相同，在 W 層 26 填入接觸孔 23A 時，並不會降低空隙。

如圖 4C 所示，在 W 層成長之後，將 W 層回蝕刻，直到 TiN 膜 24 露出為止，使 W 層只留在接觸孔 23A 和到達暴露之 TiN 膜 24 之層間絕緣膜 23 上之表面處，此留下之 W 層 26 形成一 W 填塞物。因為沒有空隙存在於 W 填塞物內，所以可靠度提高。與第一實施例相同，該第二實例絕不會發生因空隙而產生不連接之情形。

在此第二實例中，若在層間絕緣層形成之孔的側壁和底部形成一黏著和障壁層，則可以任意選擇充填 W 層之方法，且也可任意選擇與 W 填塞物連接的物件。

五、發明說明 (11)

參考圖 5，繪出第一和第二實例中，自層間絕緣膜 13 和 23 內之孔 13A 和 23A 開口邊緣之 TiN 膜收縮量、空隙體積和通孔導電缺陷百分比之間的關係。從圖 5 可以看出，若在填塞物中沒有空隙發生，則接線之可靠度大幅改善。例如，在通孔直徑為 $0.6\mu m$ 情形下，在層間絕緣膜上形成的 TiN 膜開口之邊緣，自層間絕緣膜內形成之孔之開口邊緣處向外收縮不宜小於 $400\text{\AA}$ 。

在前述之實例中，W 填塞物已經形成。但是，本發明之觀念可以形成一非 W 之金屬或選擇自一群含 W 和其他金屬之金屬化合物之填塞物。

本發明已經參考特定實例加以展示和說明。不過，必須注意的是本發明並不侷限於所說明結構之細節，各種改變和修正均可在所附申請專利範圍之範圍內作出。

四、中文發明摘要(發明之名稱：

)

半導體元件之製造方法

一種形成一鎢填塞物連接由層間絕緣膜隔絕之上層接線導體和下層接線導體之方法，黏著層形成於層間絕緣膜上，而層間絕緣膜則形成於下層接線導體上。一光阻層沈積在黏著層上，且在光阻層中形成一開口。利用等向性蝕刻，使用其中形成開口之光阻層當作光罩，選擇性地去除黏著層，使在自光阻層中形成之開口邊緣向外收縮的開口在黏著層中形成。形成一孔貫穿層間絕緣膜，使下層接線導體在該孔底部暴露出來，且在層間絕緣膜之孔中形成鎢層，因而充填層間絕緣膜之孔。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

英文發明摘要(發明之名稱:METHOD FOR MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE)

In a method for forming a tungsten plug interconnecting an upper level wiring conductor and a lower level wiring conductor insulated from each other by an interlayer insulator film, an adhesion layer is formed on the interlayer insulator film formed on the lower level wiring conductor. A photoresist layer is deposited on the adhesion layer, and an opening is formed in the photoresist layer. The adhesion layer is selectively removed by an isotropic etching using, as a mask, the photoresist layer having the opening formed therein, so that an opening retracted outwardly from the edge of the opening formed in the photoresist layer is formed in the adhesion layer. A hole is formed through the interlayer insulator film so that the lower level wiring conductor is exposed at a bottom of the hole, and a tungsten layer is formed in the hole of the interlayer insulator film so as to form a tungsten filling the hole of the interlayer insulator film.

六、申請專利範圍

1. 一種製造半導體元件之方法，包含步驟如下：在半導體基板上成長之絕緣層處形成一凹槽；至少在該凹槽之底部表面和側面部分形成一黏著層，使該絕緣膜在自該凹槽之邊緣（含）延伸的預定區域中暴露出來；並充填金屬或金屬化合物到該凹槽內。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該金屬或該金屬化合物之充填是以化學氣相沈積法完成。
3. 一種形成鎢填塞物連接由層間絕緣膜互相隔絕之上層導體和下層導體區域之方法，包含步驟如下：
 在該下層導體區域上成長該層間絕緣膜；
 在該層間絕緣膜上形成一黏著層；
 在該黏著層上形成一光阻層；
 在該光阻層中形成一開口，因而製備該光阻層之光罩層，使該開口成為該層間絕緣膜中所要形成的孔；
 選擇性地去除該黏著層，以形成一開口對應於該光阻層中形成之該開口，並進一步從該光阻層中形成的該開口邊緣周圍去除該黏著層，否則當鎢成長時，該黏著層將成為成長核心；
 形成一孔貫穿該層間絕緣膜，使該下層導電區域在該孔之底部暴露出來；以及
 在該層間絕緣膜之該孔中充填鎢層，因而形成充填該層間絕緣膜該孔之鎢層。
4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該黏著層之該選擇性去除是用蝕刻完成的。

六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該黏著層之該選擇性去除是用等向性蝕刻完成的，使用其中形成開口之該光阻層當作光罩，使在該黏著層中形成之該開口自該光阻層中形成之該開口邊緣向外收縮。
6. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該金鎢層直接填入該層間絕緣膜之該孔中。
7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該第一層黏著層以氮化鈦膜形成。
8. 如申請專利範圍第3項之方法，其中在該鎢層填入該層間絕緣膜之該孔前、先在該層絕緣膜該孔之側壁和底部形成一第二層黏著層，然後將該鎢層填入該層間絕緣膜之該孔中。
9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該第一和第二黏著層以氮化鈦膜形成。
10. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該下層導電區域以下層接線導體形成。
11. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該下層導電區域以在基板上形成之擴散區形成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

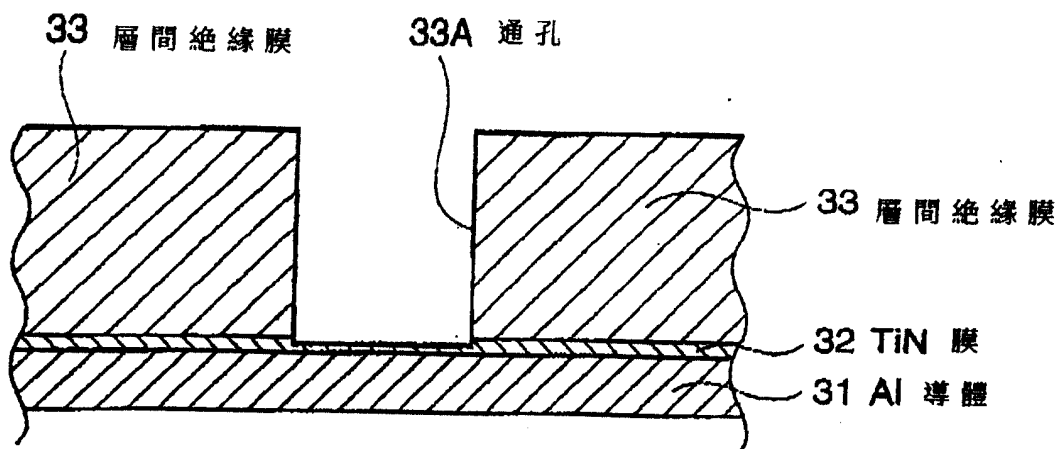
訂

84113544

951-2701A

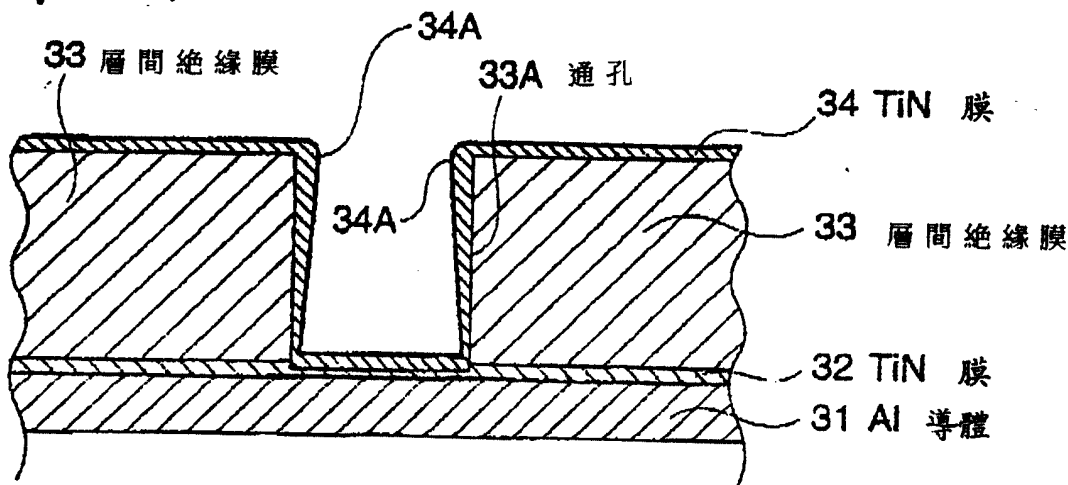
第1A圖

先前技術



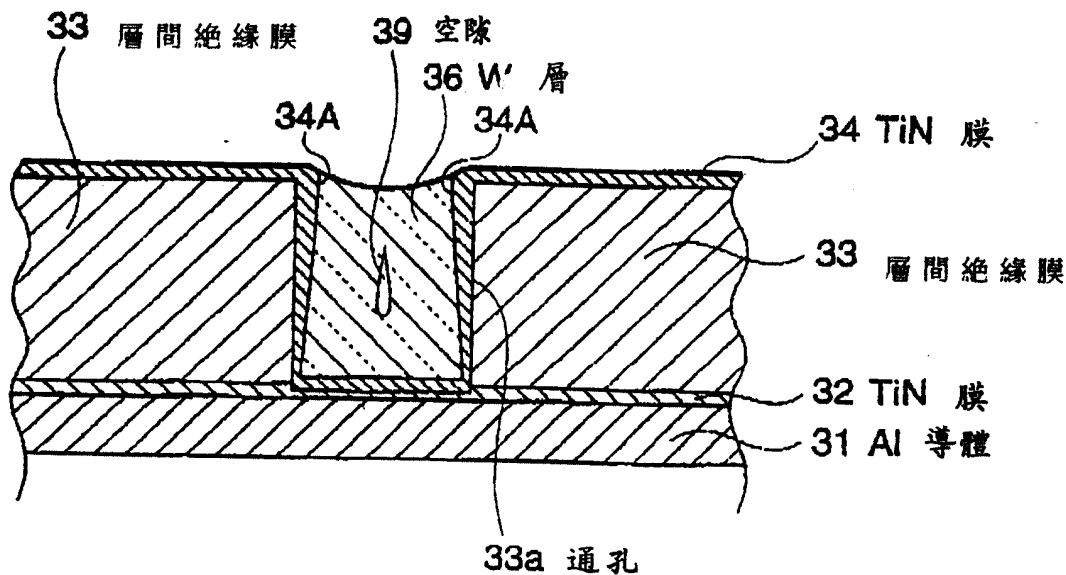
第1B圖

先前技術



第1C圖

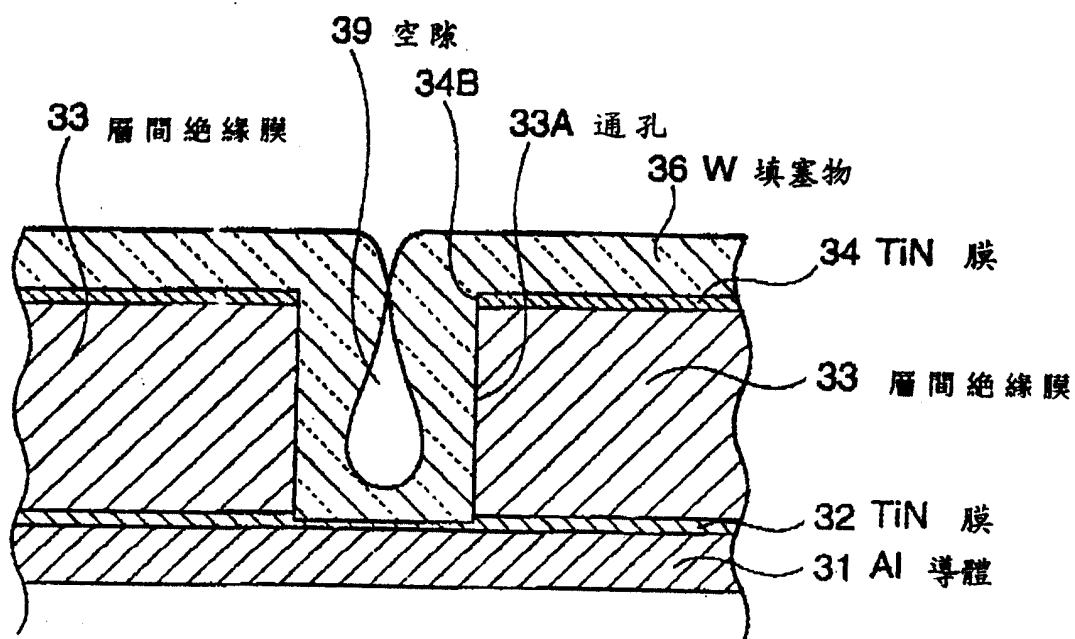
先前技術



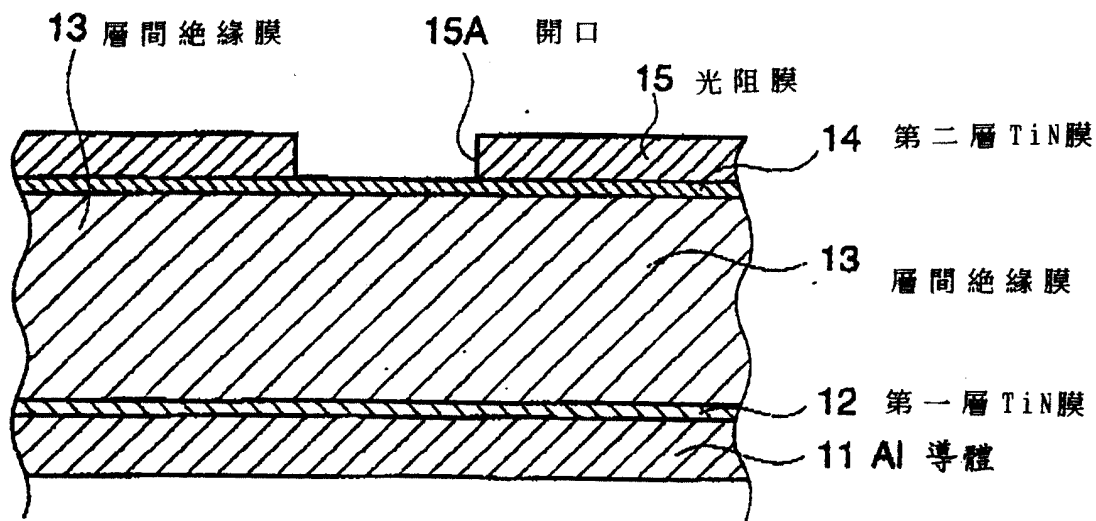
307021

第2圖

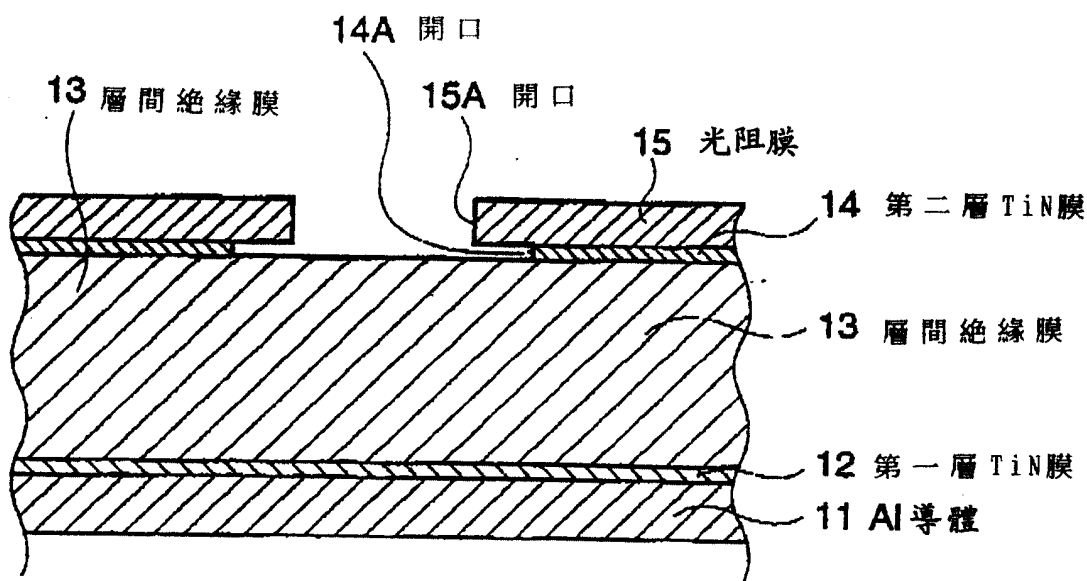
先前技術



第3A圖

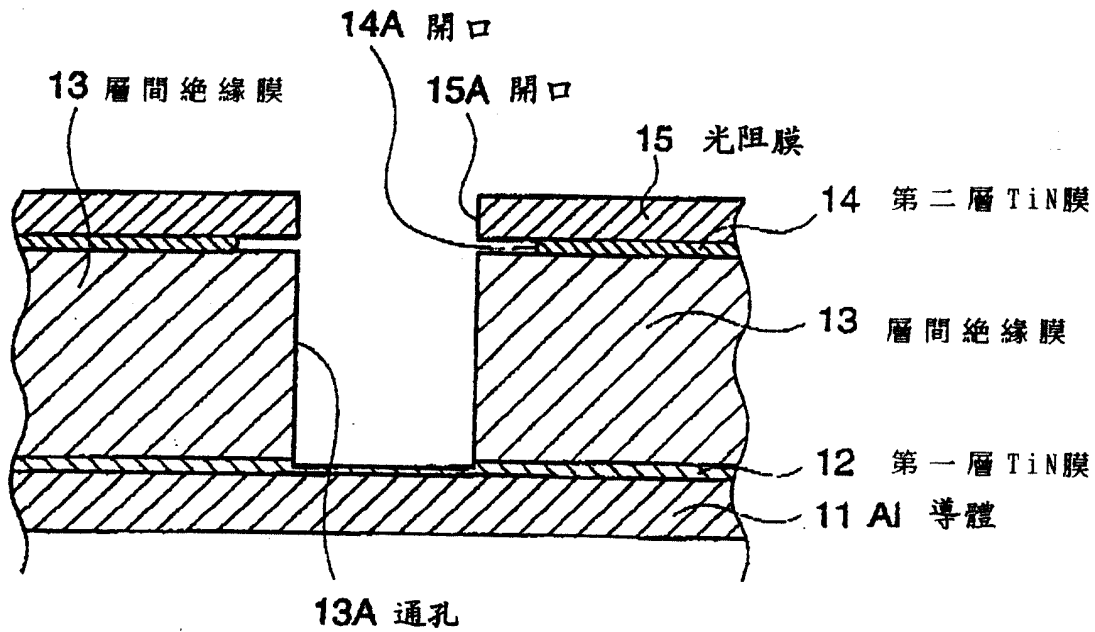


第3B圖

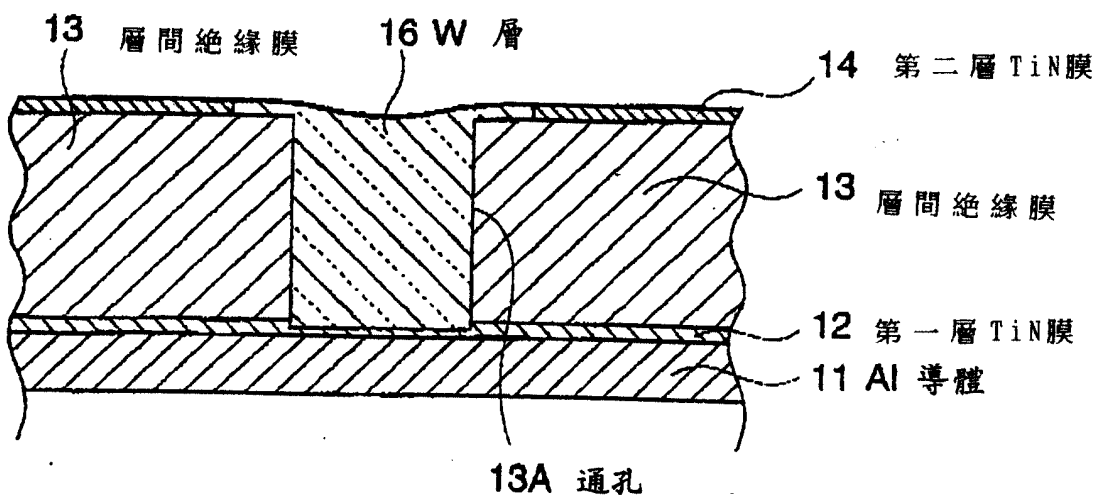


307021

第3C圖

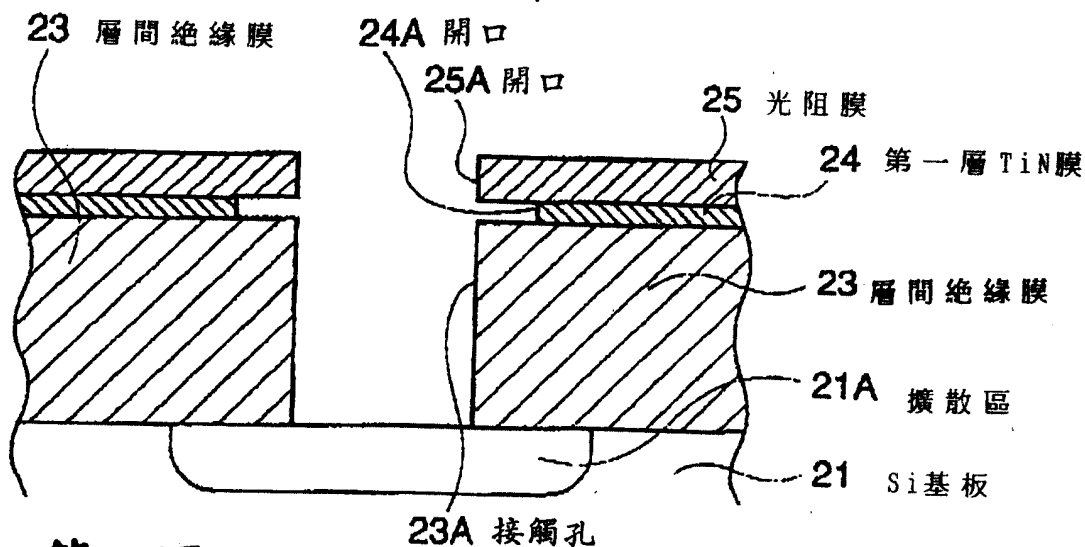


第3D圖

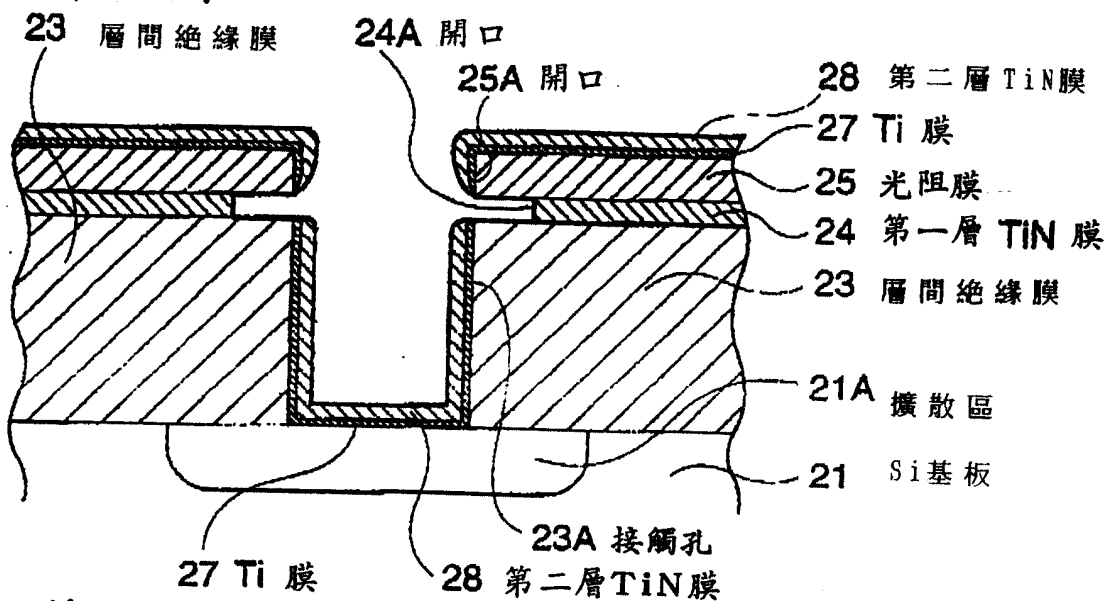


307021

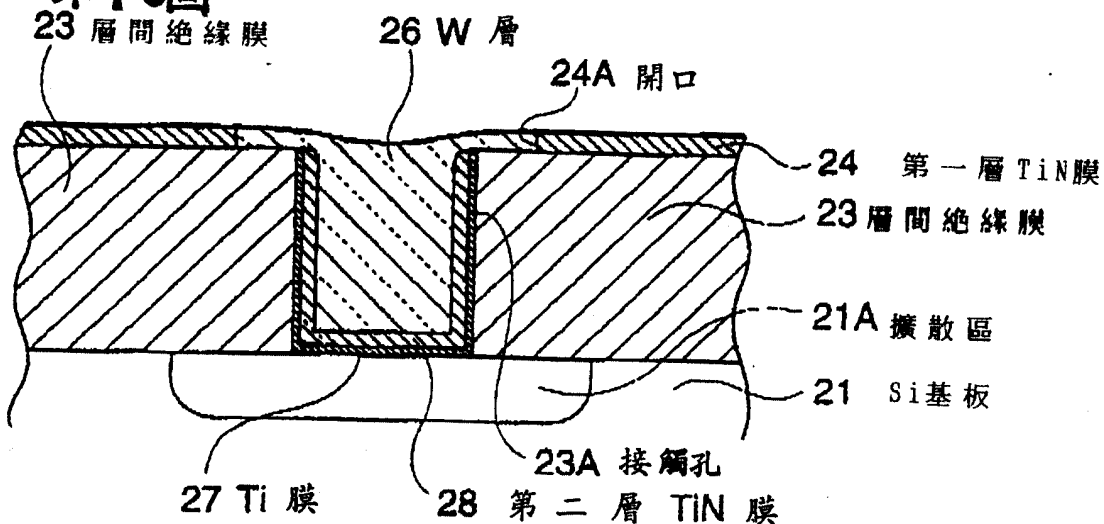
第4A圖



第4B圖



第4C圖



307021

第5圖

