293928

（由本局填寫）

承辦人代碼：	A6 B6
大　　類：	
ＩＰＣ分類：	

本案已向：

美　國（地區）　申請專利，申請日期：1994.2.18　案號：08/198,354　，□有　☑無主張優先權

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

四、中文發明摘要（發明之名稱：　　）

抗電遷移性金屬噴鍍結構及製成具射頻(RF)反應噴鍍鈦鎢與金的微電路互連之方法

本發明中描述了微電路互連的兩個金屬噴鍍方法PtSi/TiW/TiW(N)/Au(Ⅰ型)與PtSi/TiW/TiW(N)/TiW/Au(Ⅱ型)及其相關製程。此金屬噴鍍方法及製程可處理1.5μm或更小之金屬條的IC互連。此金屬噴鍍方法在連續高溫及高電流操作下仍很可靠。

英文發明摘要（發明之名稱：　ELECTROMIGRATION RESISTANT METALLIZATION STRUCTURES AND PROCESS FOR MICROCIRCUIT INTERCONNECTIONS WITH RF-REACTIVELY SPUTTERED TITANIUM TUNGSTEN AND GOLD　）

Two metallization schemes of PtSi/TiW/TiW(N)/Au(Type I) and PtSi/TiW/TiW(N)/TiW/Au (Type II) and associated process are described for microcircuit interconnections. The metallization schemes and process are capable of IC-interconnections with a metal-pitch as small as 1.5 μm, or ever smaller. The metallization schemes are reliable for continuous high temperature and high current operations.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝　訂

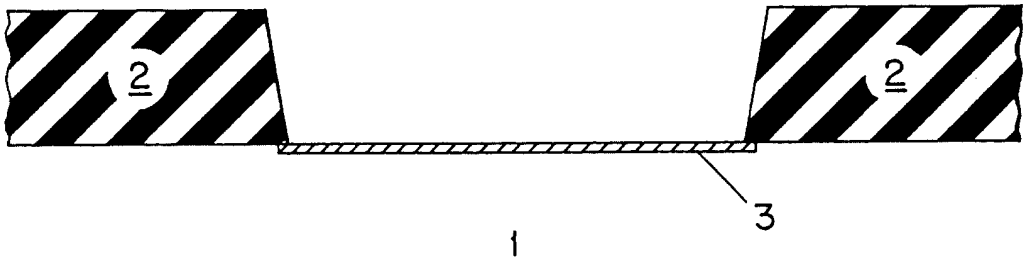
經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

84101715

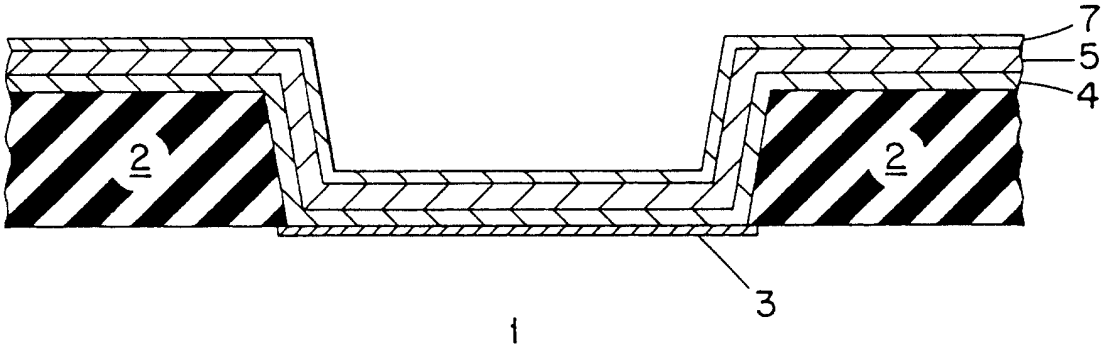
293928

圖 1a



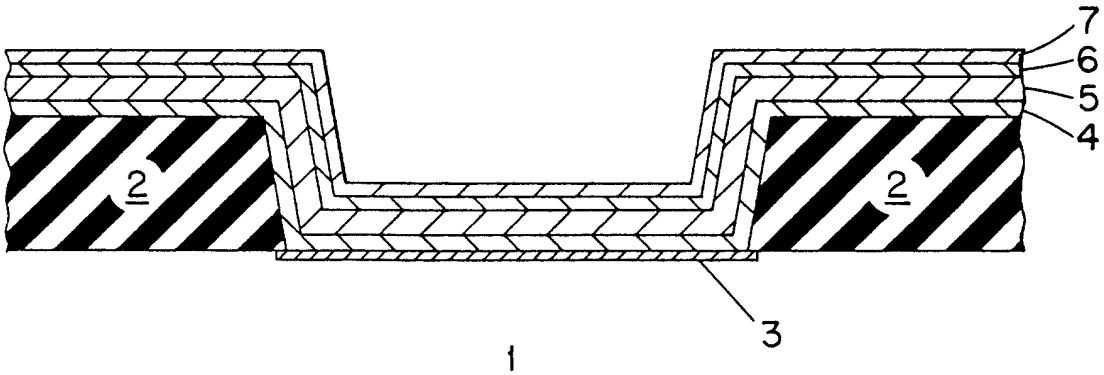
1

圖 1b



1

圖 1c



1

圖 1d

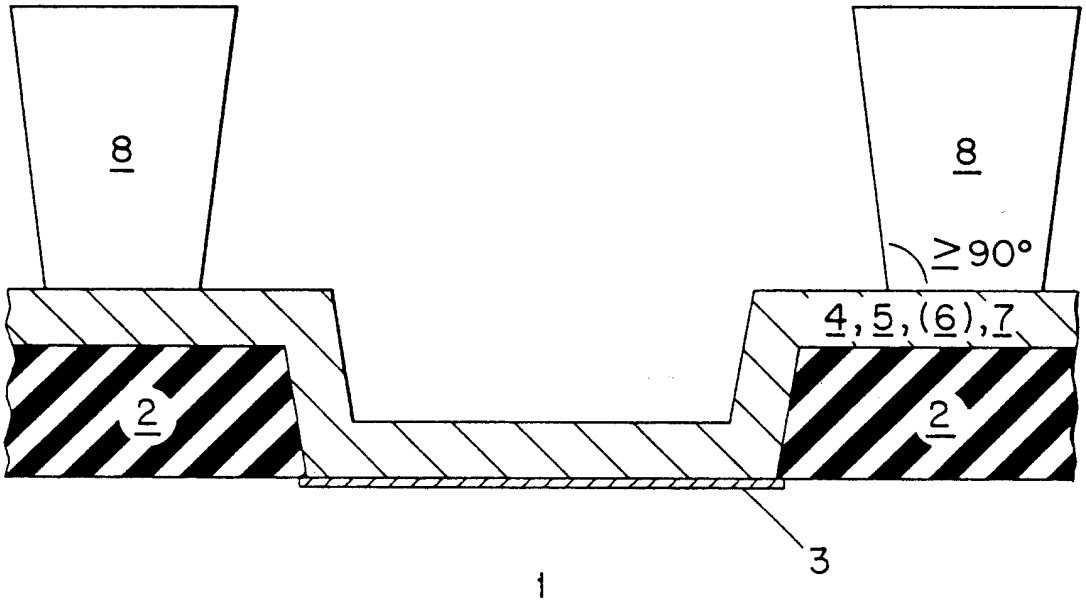


圖 1e

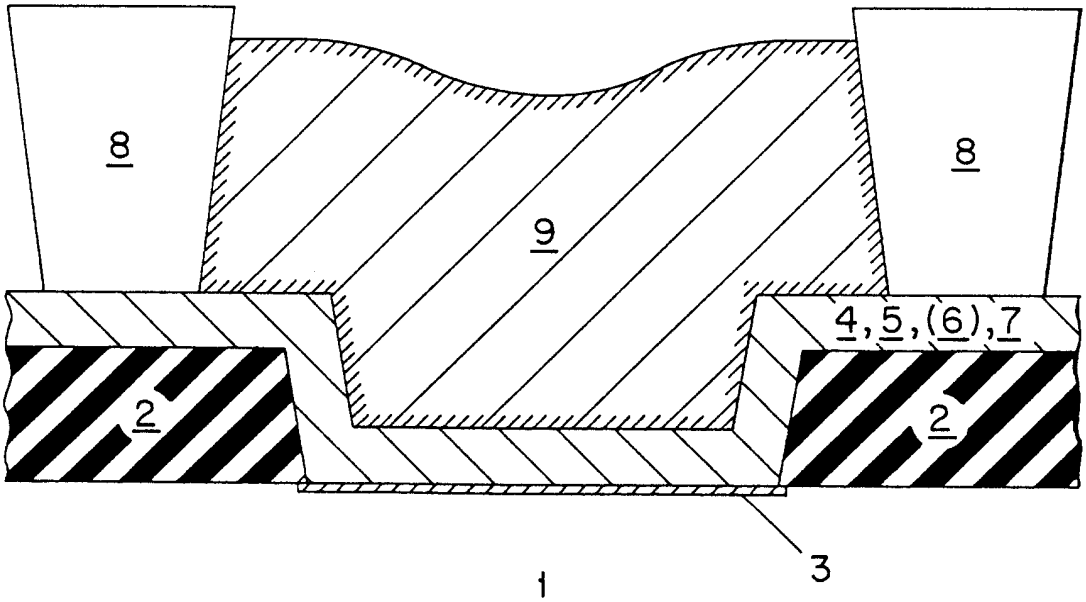


圖 1f

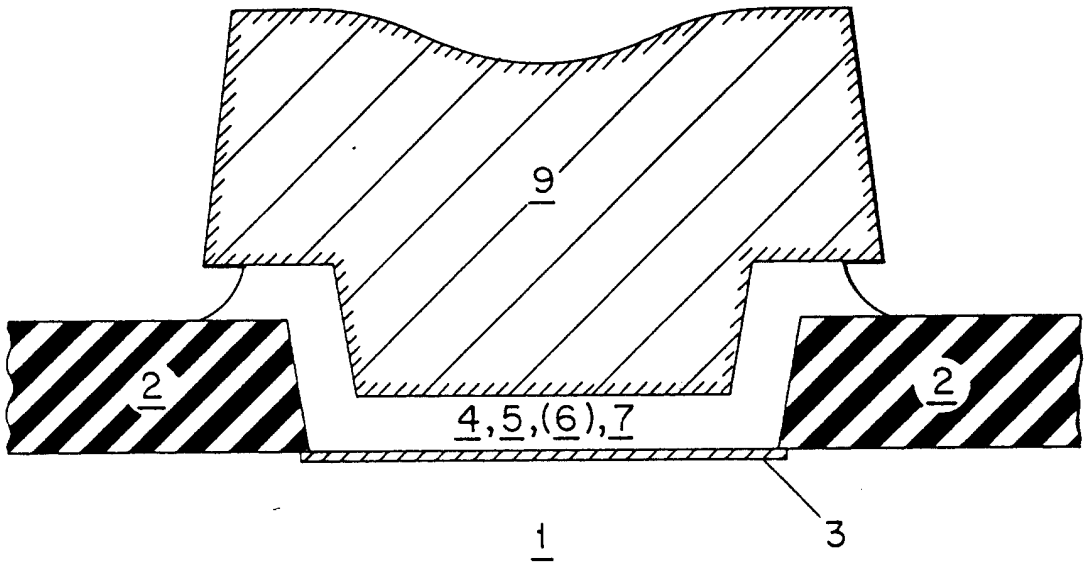


圖 1g

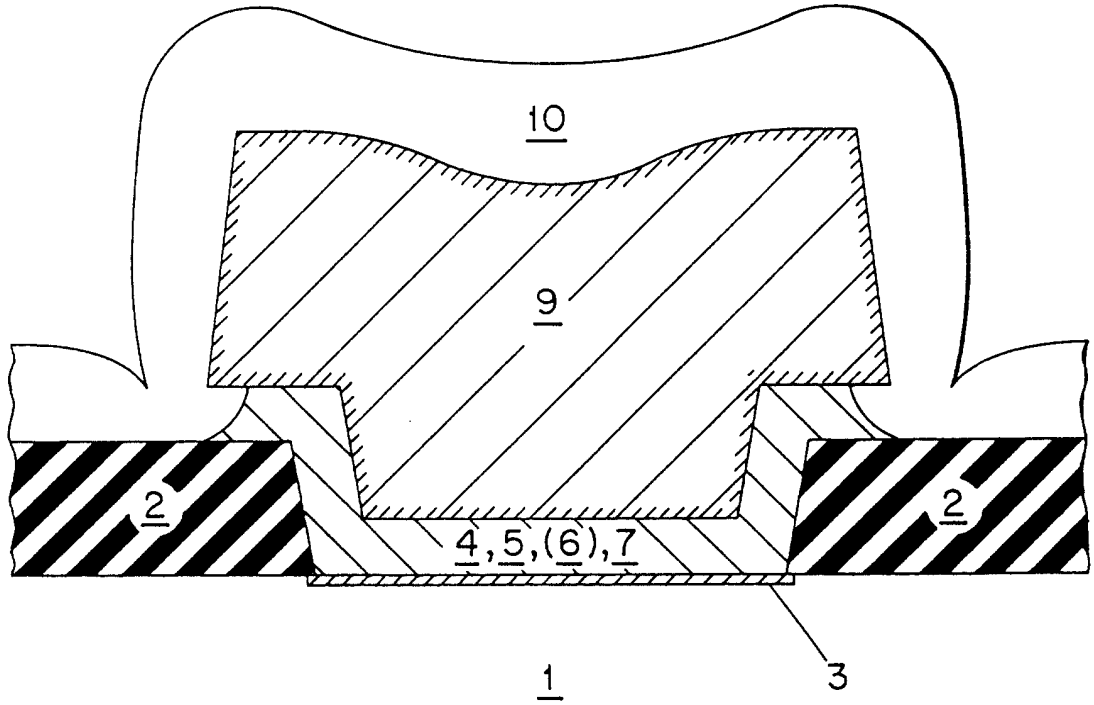


圖 2

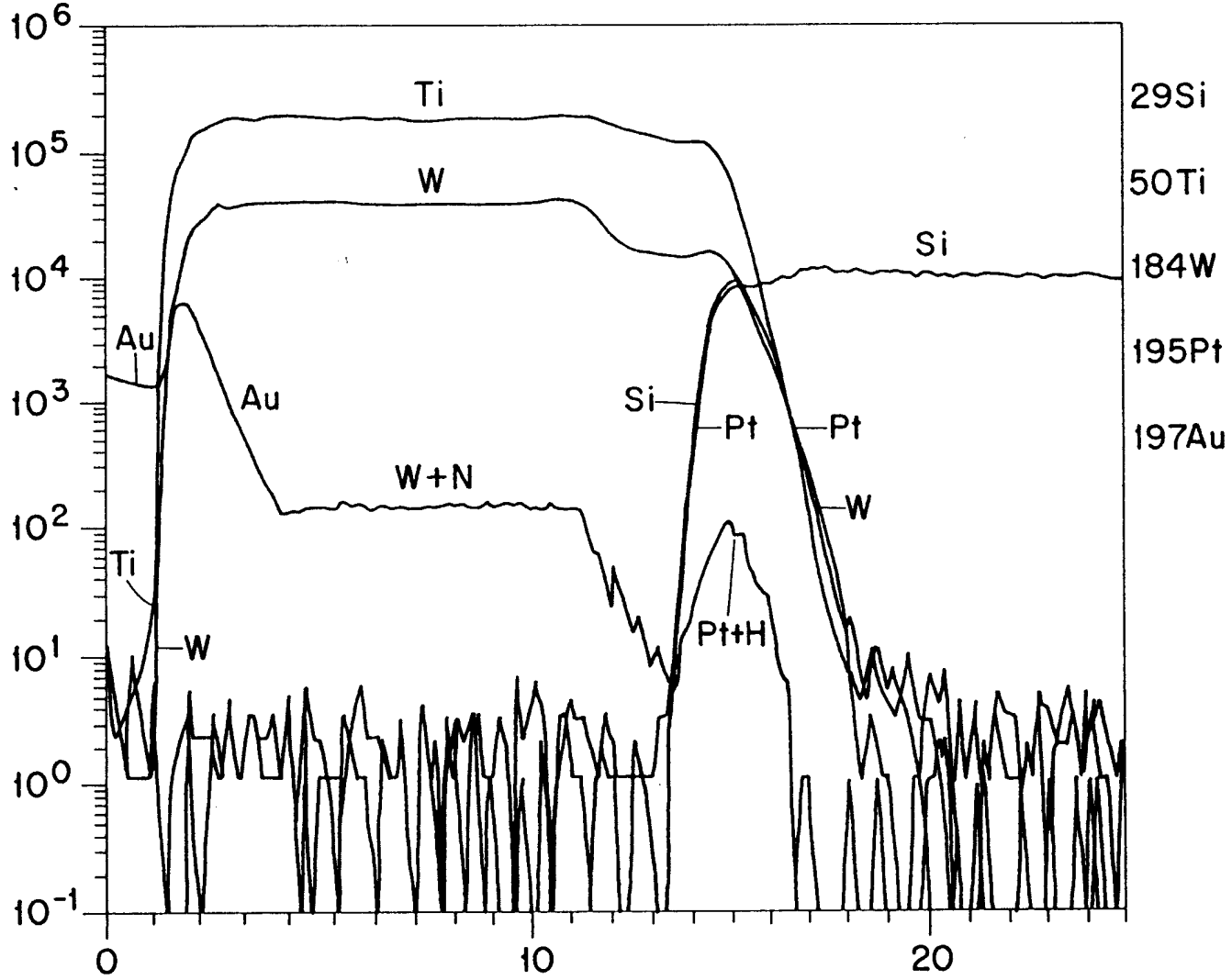
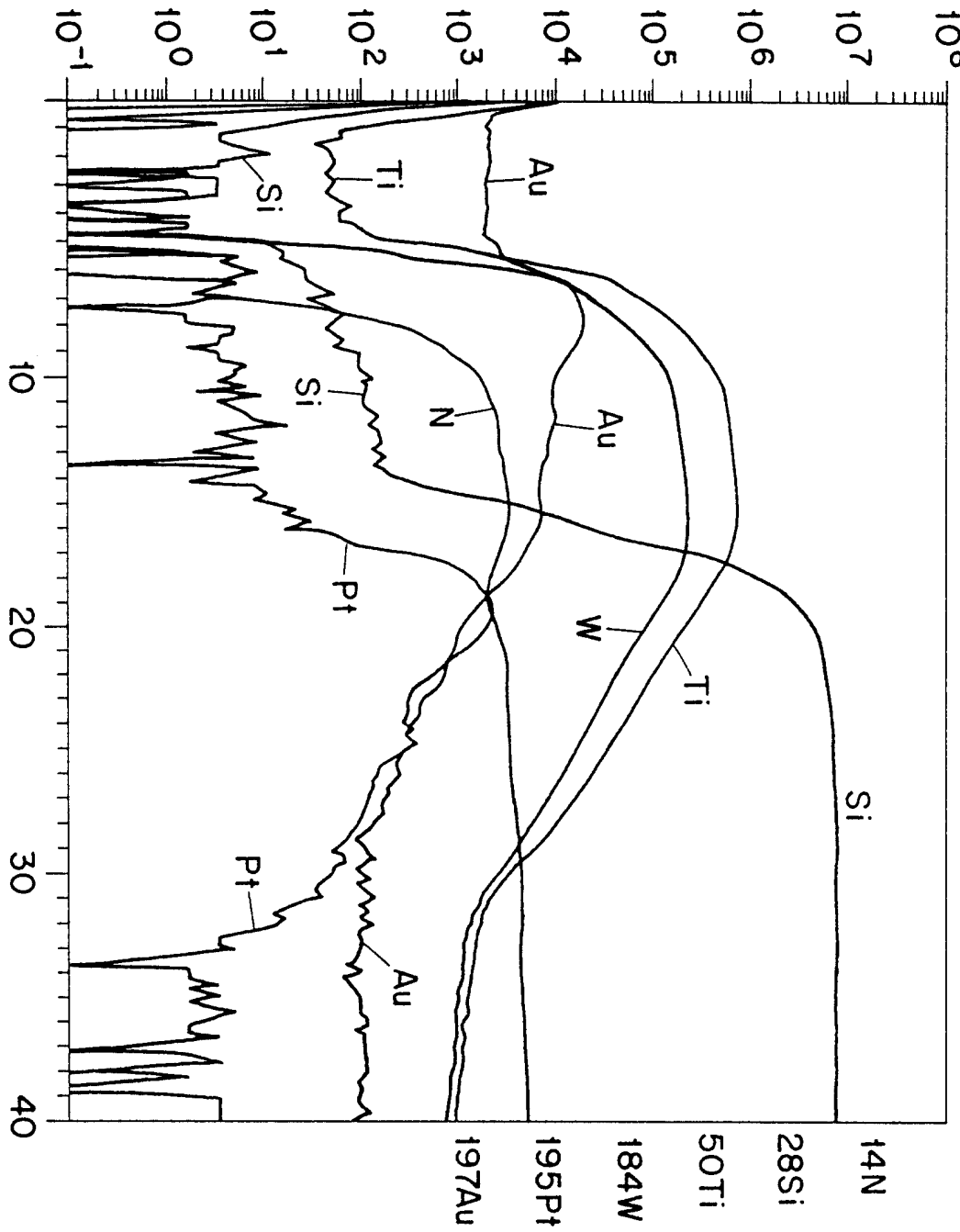

10^6
10^5
10^4
10^3
10^2
10^1
10^0
10^{-1}
0
10
20
Ti
W
Si
Au
Au
Si
Pt
Pt
W+N
W
Ti
W
Pt+H
29Si
50Ti
184W
195Pt
197Au

圖 3


10^8
10^7
10^6
10^5
10^4
10^3
10^2
10^1
10^0
10^-1
10
20
30
40
Si
Ti
Au
Si
N
Au
Pt
W
Ti
Pt
Au
14N
28Si
50Ti
184W
195Pt
197Au

293928

圖 4

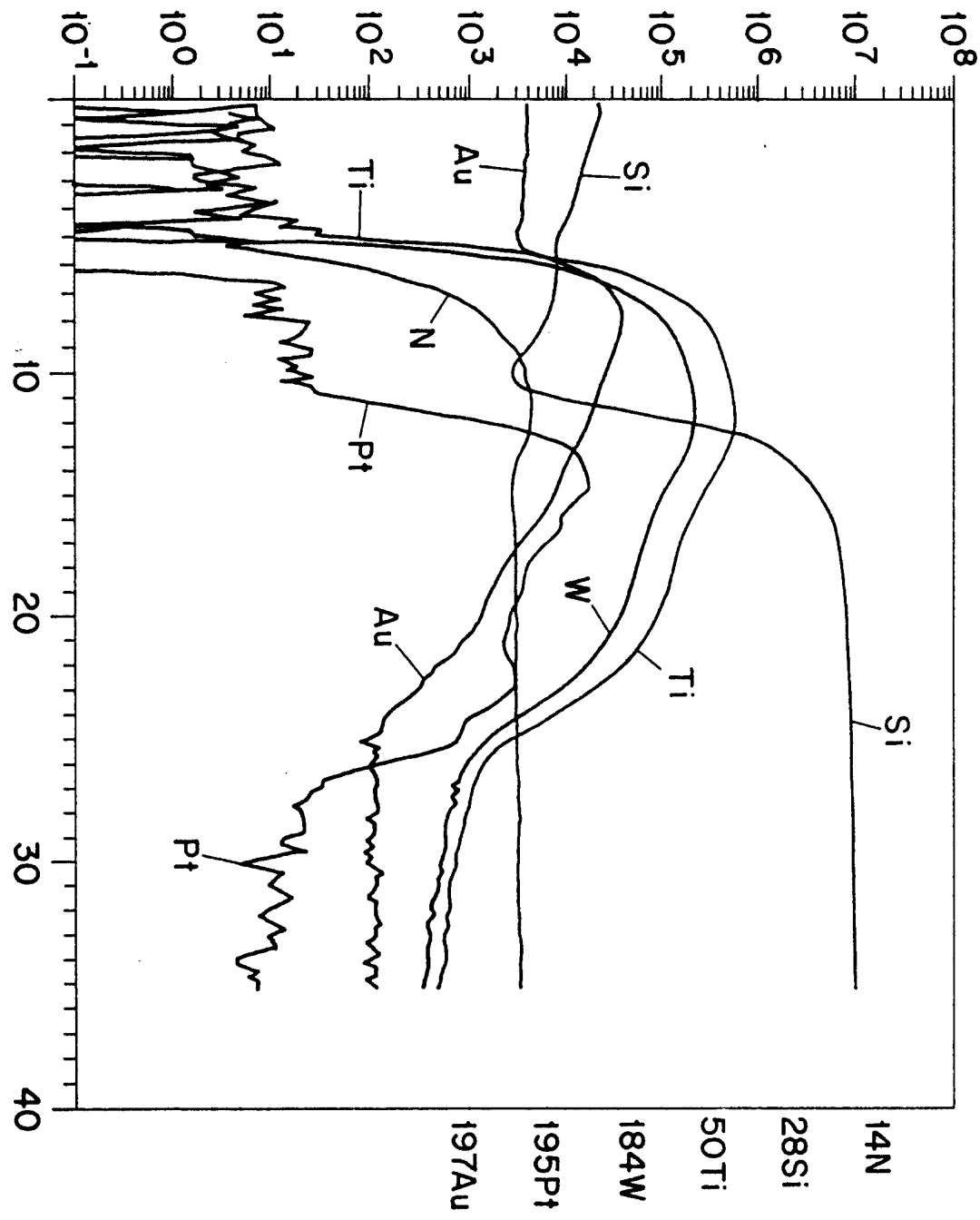
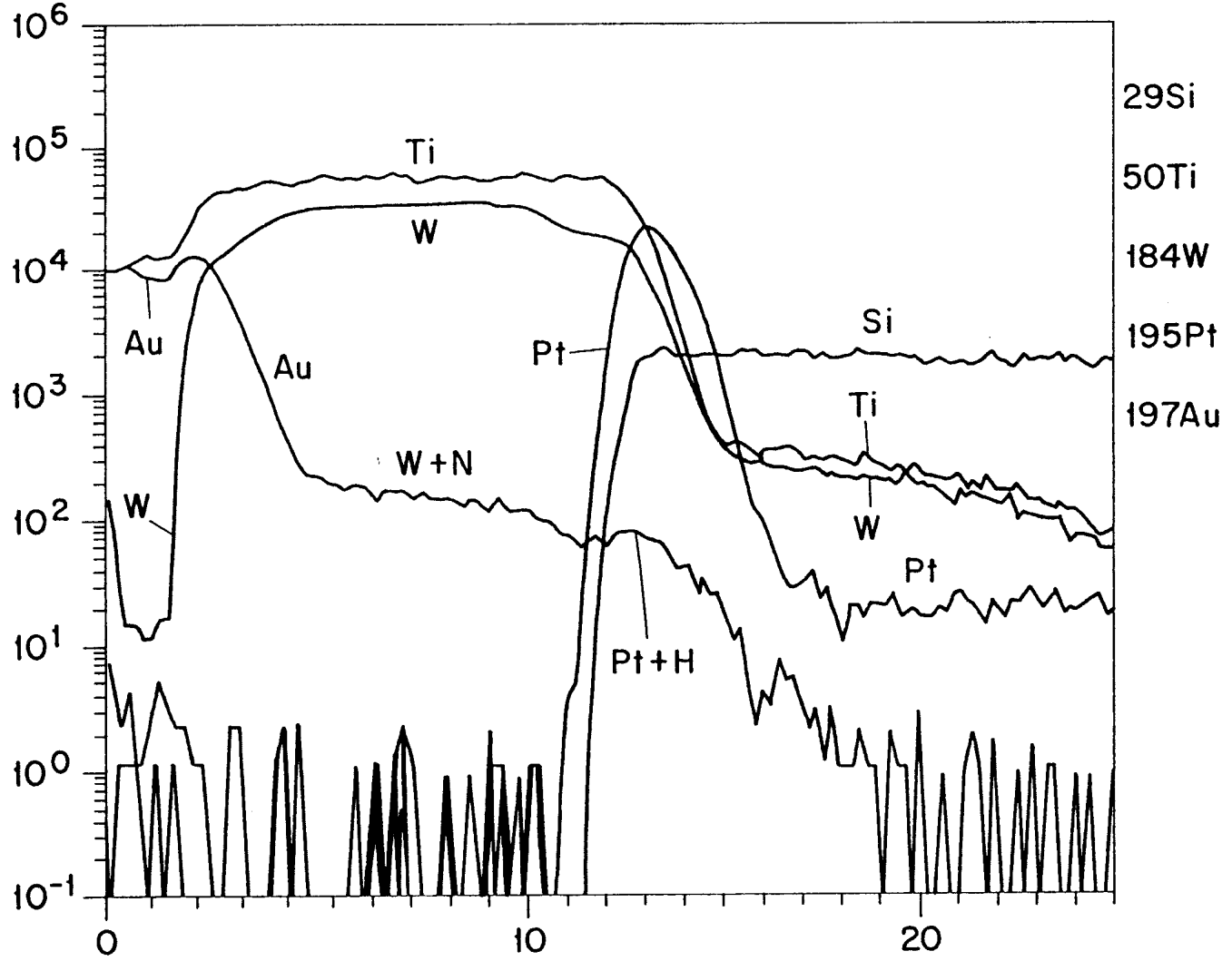

10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
10^{4}
10^{5}
10^{6}
10^{7}
10^{8}
10
20
30
40
Au
Ti
N
Pt
Si
Au
W
Ti
Si
Pt
14N
28Si
50Ti
184W
195Pt
197Au

圖 5


10^6
10^5
10^4
10^3
10^2
10^1
10^0
10^{-1}
0
10
20
29Si
50Ti
184W
195Pt
197Au
Ti
W
Au
Au
Si
Pt
Ti
W+N
W
W
Pt
Pt+H

223928

84年4月28日 修正補充

公告本

293928

A4
C4

293928

申請日期	84.2.24
案號	84102715
類別	H01L 21/308

（以上各欄由本局填註）

發明新型專利說明書

一、發明新型名稱	中文	抗電遷移性金屬噴鍍結構及製成具射頻(RF)反應噴鍍鈦鎢與金的微電路互連之方法
	英文	ELECTROMIGRATION RESISTANT METALLIZATION STRUCTURES AND PROCESS FOR MICROCIRCUIT INTERCONNECTIONS WITH RF-REACTIVELY SPUTTERED TITANIUM TUNGSTEN AND GOLD
二、發明創作人	姓名	洪 三 孝 (HONG, Sam-Hyo)
	國籍	瑞 典
	住、居所	瑞典，S-163 60斯班加，索哈加街86號 (Solhagavagen 86, S-163 60 Spanga, Sweden)
三、申請人	姓名（名稱）	LM艾瑞克森電話股份有限公司 (Telefonaktiebolaget LM Ericsson)
	國籍	瑞 典
	住、居所（事務所）	瑞典，S-126 25 斯德哥爾摩 (S-126 25 Stockholm, Sweden)
	代表人姓名	泰吉·洛夫格林 (Tage Lövgren) 爾林·布洛梅 (Erling Blommé)

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

87年6月10日 修正補充

五、發明說明（ 1）

發明背景：

1)發明領域

本發明乃是關於電子元件之微電路互連的金屬噴鍍方法，特別是關於半導體元件的PtSi/TiW(N)Au(型１)及PtSi/TiW/TiW(N)TiW/Au（型２）之金的互連方法及其相關的金屬噴鍍製程。

2)相關討論

一般來說，半導體元件的高效能及高度整合必須降低整個維度，包括金屬導管及接觸孔直徑（包括透過直徑）的維度。維度降低將會增加晶片操作溫度，金屬條帶的電流密度，以及矽與接觸孔之金屬半導體的介面。

同時，減少接觸孔的直徑通常會增加其方位(實高)比(即階級高度／直徑)，因此，金屬的層階覆蓋將會惡化。在接觸孔的較小層階覆蓋將再使得接觸孔的電流密度增加。

高電力電晶體特別會產生大電流與熱度。元件的高電流密度與高溫操作將因為電遷移性效應而使得以鋁合金(通常包括銅與矽）為基質之互連電路更快速衰退。此種由於電子動量的移轉而造成的電遷移將產生真空構造，並造成金屬導體的中斷。

金為一種良導體，且其原子量大於鋁的七倍。以金為基質的互連電路有相當的抗電遷移效應。然而，由於Au-Si共熔(～370℃），所以具有某些重要特性的擴散障壁是必要的，如：

長時間之高溫穩定性，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 2）

具高電流密度之良好抗電遷移性，對絕緣膜與金導體具有良好的黏著性，

良好的導體，

對吸附(n+及P+)矽的低接觸電阻，好的接觸孔層階覆蓋，非微細狀，以及

即使在小維度(～1μm)時，都有相當寬的製成寬容度。

金的互連由路通常以2種方式形成。第一種為可使用以擴散障壁及金的蒸發，即Ti/Pt/Au金屬的層積為基礎的層積(lift-off)技術。第二種為可使用與電漿蝕刻(Plasma etched)的金或電鍍金導體結合的噴鍍技術。

層積技術的主要優點是它可輕易地產生小於2μm的金屬間距。成功的層積技術需有一在金屬源與晶片間有很大距離的電子束蒸發器。譬如說，對直徑為6"的晶片而言，此一距離必須大於145 公分，以使蒸發金屬的入射角偏差小於法線至晶片表面角度3度。因此，蒸發器將很巨大，並將造成貴金屬的浪費。此外，對光阻蝕刻截面的需求也相當：高在圖1c中顯示一具有負斜率側壁(＞90°)及厚度(＞2.5μm)之凹形剖面圖。 此技術產生很低的層階覆蓋，且相對於擴散障壁的可靠性而言，證實對粒子相當敏感。

結合以電漿蝕刻的噴鍍及電鍍技術，相對於層積技術而言，它可輕易地以一般設備以及大的晶片直徑(＞6")來實行。然而，此技術的缺點在於將金屬間距收縮至4μm以下時將有困難，這是因為某些嚴重的製程障礙，例如：

在電鍍電解液中的光阻蝕刻劑損失，

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 3）

電鍍速度的幾何學相依性，以及以大範圍來電鍍細線的困難，

在濕蝕刻的噴鍍Au膜用來電鍍及保護擴散障壁之後，其Au導體的表面太過粗糙，以及

在擴散障壁處形成底切蝕刻。

由於電鍍的金層必須作為一蝕刻遮罩，而不是光阻蝕刻劑，所以即使藉由電漿蝕刻技術，也很難消除某些底部過蝕的作用。

金比擴散障壁要軟很多，因此在電漿蝕刻的過程中，很難採用較強的物理噴鍍效應。同時，金蝕刻遮罩無法像光阻蝕刻遮罩一樣，以有機聚合物來提供任何鈍化作用。因此，抑制微電路互連中的底部超蝕作用是很重要的。

在過去，鈦鎢及／或氮化鈦鎢已被採用，其表示式為TiW與TiW(N)(它並不代表化學混合，而是由X=0.30(相對於Ti=10wt%)的陰極混合所獲得之$Ti_x W_{1-x}$的"擬似合金")。噴鍍TiW-及TiW(N)- 膜的實際混合是由噴鍍參數來改變，也因此改變此膜的特性為擴散障壁及黏著層等。

在這之前，TiW與TiW(N)的擴散障壁已用於Si/TiW/Al或PtSi/TiW/Al的金屬噴鍍系統中，以作為封裝之IC-互連或Al(接合片)/TiW(N)-TiW/Au(導線或緩衝墊)。

在IEEE Trans.on Reliability之Vol.R-19,No.4,1970年11月,P182-187中，由J.A. Cunningham 等人所著之"幾個積體電路金屬噴鍍系統的侵蝕電阻" 中，討論及Al(接合片)/TiW/Au(導線)的金屬噴鍍系統，以及Thin Solid

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 4）

Film之53(1978)，PP.195-205中，由R.S. Nowicki等人所著的"鋁的TiW/Au 金屬化噴鍍研究"中，論及Al(黏著墊)/TiW(N)/Au 的金屬化噴鍍系統。Nowicki 等人的文章包括在300℃，當TiW-膜為相當純時，在6分鐘內關於TiW及Au的大規模混合之觀察。他們也觀察到TiW(N,O)之反應噴鍍膜可藉由大小的順序來改進擴散障壁特色。在TiW(N,O)膜中的氮與氧成分分別為～42與～8 at.%(原子百分率)。在TiW(N,O)膜中的氧原子在噴鍍室內將由殘留氣體中混入。此TiW(N,O)膜有最小之本質(固有)應力，而0～4 at.%的TiW(O)膜則有張力應力。

在R.K. Sharama等人的2項專利中提到在TAB(線帶自動接合)或引線接合之應用中，在Al(接合片)/TiW(N)(1.5～3.0kÅ)/TiW(0.5N～1.0kÅ)/Au(2-7kÅ) 的金屬噴鍍系統裏，有關TiW(N)/TiW之雙層擴散障壁的使用。請參考1989年11月4日及1990年5月22日的美國專利 4,880,708號及4,927,505 號。較佳的厚度間隔也舉述在其文中。其中以包括至少30 Vol%N_2在Ar中的混合氣體，藉由噴鍍方式來獲得TiW(N)膜。但並沒有關於噴鍍技術的任何資訊。

由於Ti-O的強力結合可作為介面，所以將Ti併入W 的主要理由是為了改進與SiO_2-層的接合性。在600℃時，Ti進W 的最大溶解度只約10at.%。任何多餘的Ti將極細微地分散在TiW的"擬似合金"上，甚至落到顆粒邊緣及表面上。擴散障壁特性的實質改進可藉由TiW-陰極(標的)噴鍍期間之Ti原子的氧化及／或氮化作用來達成。在顆粒邊緣之穩

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 5）

定TiO_2及TiN的形成似乎可有效地減少重要顆粒邊緣之擴散。然而，Ti原子之氧化與氮化作用的主要缺點為，在SiO_2及TiW間的介面上，形成TiO結合之能力將會減少。

在封裝的應用上，Cunningham及Nowicki 已成功地將TiW(N)直接用在Al-接合片上面，這是因為Al及W之間的良好黏著性可形成彼此間的金屬化合合金。此外，可輕易地在Al表面上採用較強的噴鍍蝕刻，以減少Al_2O_3，並可在鈍化膜上噴鍍蝕刻。較強的噴鍍蝕刻會使表面變粗，但也因此增加黏著力。無論那種方式，在蝕刻中，由於TiW(N)及SiO_2(PSG,BPSG 玻璃)或Si_3N_4之鈍化膜間的黏著力弱，所產生的些微(μm) 側面維度漏失不會影響其可靠度，這是因為擴散障壁通常涵蓋鈍化膜約10μm。

然而，在微電路互連上，其中的金屬間隔可能小到1.5μm，所以情況會相當不同。在接觸孔(＜1μm)之SiO_2層與擴散障壁之間的黏著強度對於底部過蝕的大小以及可靠度有決定性的影響。在此情形下，擴散障壁對接觸孔邊緣(圖1e)的涵蓋範圍可為十分之一微米，此十分之一微米是非常重要的。由於HF(高頻)電力電晶體與高速元件的接合深度一般都非常淺，所以此噴鍍蝕刻的應用是非常有限的。

在IEEE/International Reliability Physics Symposium Proc. 1984 年,30～36頁中，由Dening等所著之"高溫I^2L積體電路的可靠度" 中，討論IC互連電路的PtSi/TiW(250Å)/TiW(N)(2kÅ)/TiW(250Å)/Au(5kÅ)/TiW(500Å)金屬噴鍍系統。此文中描述一應用於3"晶片的層積技術。在此論文中

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 6）

並無層積技巧的細節。然而，在IC製程中有一些嚴重的可行性問題。譬如說，由於模型會受熱及壓力而變形，而使其W金屬（沸點=5660℃）之蒸發及凝結所需的加熱設備非常巨大，因此，在層積技術上很難使用光阻或某些聚合體圖型。再者，即使是3"的晶片，在如此高的壓力下，Au導體將形成小突起及真空。高壓力程序也會限制晶片大小的增加。在Ti及W金屬的蒸發期間，輸入N_2氣體將會因為N_2分子碰撞所產生的間隔涵蓋，而導致層積的困難。特別是，因為反應蒸發期間內，在坩堝內溶化的Ti及W金屬將與N_2氣體起作用，所以幾乎不可能再複製此膜的品質。

根據本發明者的經驗以及Dening等人的文章，在SiO_2及TiW(N)間的黏著強度不足以承受熱調配失當所產生的壓力，這是因為TiW(N)的沈積溫度是在100～350℃的範圍內，而TCE(熱膨脹係數)的差值可為4-8 ppm/℃。此一弱黏著將產生極大的超蝕底切作用，並常常在接觸孔的外壁留下一個小凹洞。由於Au擴散至大塊矽以及Si擴散至Au層的情形型在420℃下鍛鍊約30分鐘後發現，因此凹洞的產生將造成嚴重的可靠度問題。此一機構似乎是表面慢射。

K.A. Lorenzen 等人在1992年12月22日所提之美國專利5,173,449 號的"金屬噴鍍製成"中，提到對微元件互連電路應用之TiW(0.2-0.8kÅ)/TiW(N)(2-5kÅ)/TiW(0.2-0.8kÅ)/Au(5-20kÅ)/TiW(1-4kÅ) 作為Au圖型的蝕刻遮罩，之後它將被蝕刻掉）架構的金屬噴鍍製程。主要的製程步驟是依據噴鍍及電漿蝕刻技術。然而，由於厚Au層之電漿蝕

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 7）

刻是根據氫及氧氣之純物理噴鍍而成，所以使細線Au導體(1-1.25μm寬) 圖型化的製程寬容度(可行性)似乎很低。因此，最好在Au蝕刻之後才使HNO_3沸騰，以清除Au，Ti及W金屬的蝕刻殘留物。然而，除非TiW 表面已經氧化，否則硝酸的沸騰可輕易地侵襲到TiW層。

TiW 表面的氧化可同時使侵蝕出的蝕刻遮罩中之Ti及W金屬的蝕刻殘留物發生氧化作用。因此，此清除程序既無效率又相當冒險的。此氧化步驟可能造成Au及TiW 層之間的黏著失效，特別是對細線Au導體而言。

在Lorenzen等所提之美國專利5,173,449 號中，描述一噴鍍系統(MRC-603,材料研發公司,紐約)之參數的設定，特別是關於TiW(N)膜反應噴鍍後的N_2氣體淨化程序。然而，其中並沒有關於TiW(N)膜作用噴鍍中最重要的噴鍍技術說明。他們使用一N_2/Ar 氣體的混合，其中N_2濃度為14-38vol%。在Lorenzen等人的專利中，金屬噴鍍方法對於接觸電阻及高溫穩定性並為達到最佳化，這是因為TiW 的底層已直接接觸到Si的底層。

發明概要：

本發明提供一良好的電阻接觸與穩定性，以形成接觸部份的PtSi薄層。如眾所周知，PtSi與$PtSi_2$ 可有效的減少接觸電阻。然而，PtSi層可作為TiW 擴散障壁的安定劑則尚未為人所知。此種安定機構就如同應力緩衝器為熱力或機械特性，但確實的機構卻尚未建立。TiW 膜對應力非常敏感且其固有應力是抗張應力也是眾所周知的。在TiW

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

五、發明說明（ 8）

膜與大塊矽(P+及n+摻雜)之間的直接接觸無法在高溫(420℃)下保持安定。

本發明使用由RF反應噴鍍技術所獲得之氮化 TiW ，TiW(N)來提供一非常穩定的擴散障壁。有關以下不同技術噴鍍之擴散障壁的研究比較是由SIMS(第二離子圖分光計)及SEM (掃描電子顯微鏡)來執行。由DC磁控管及RF磁控管噴鍍所獲得之TiW(N)膜的穩定性較RF噴鍍膜差(圖2及5)。

RF反應噴鍍的優勢也可改進黏著強度與級間覆蓋，並減少粒子的產生。由於DC磁控管技術的高噴鍍率，目前在IC金屬噴鍍中已完全採用此技術。

本發明提供了SiO_2及TiW 層之間以及擴散障壁與Au層之間的良好黏著性。本發明依噴鍍室內H_2O及O_2 的殘留氣體成分，提供2種介面。對大於10^{-7} Torr的高度真空，TiW(N)-Au(Ⅰ型)的介面有相當高的可靠度。然而，在一般或較差的真空狀態時，TiW-Au(Ⅱ型)的介面比較適合。後者可稍微改進黏著性，但是由於Au及Ti金屬之間有金屬間合金的形成，所以其壽命較短。

黏著強度是依TiW(N,O)膜中的氧及氮的含量而不同。Au剝落大部份是由介面上的薄TiO_2膜引起，此膜可有效地避免Au透過氧化物滲透到擴散障壁。在Dening等人的文中發現TiW(N,O)與Au之間的黏著強度比TiW與Au間的介面弱。在他們的論文中並沒有解釋原因。然而，較弱的黏著性可能是與層積技術中介面上較高的氧成分(～6％，以AES(歐頁電子光譜)測之)以及TiW(N,O)膜上無法控制的氮成分

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 9）

（可能太高）有關。

在SiO_2及TiW 膜的黏著底層之間的黏著強度，對於底部超蝕作用及元件可靠度有重要的影響。由於合金時溫度的不一致，所以弱黏著性很容易在接觸孔產生小凹洞（裂縫）。所以，Au原子至Si底層以及Si原子至Au導體的表面擴散將會大量進行。

本發明也提供微元件互連電路的抗腐蝕金屬噴鍍方法。

因此，本發明乃是關於半導體元件，特別是關於矽基元件的金互連電路。本發明是關於在高電流及高溫操作下，具有良好可靠度及長壽命的元件。因為金的矽共熔為～370℃ ，故本發明乃是關於金與矽之間的多層擴散障壁的2種型態。

本發明乃是關於對矽底層具低接觸電阻，且對SiO_2（包含PSG及BPSG的摻雜玻璃 ）及Si_3N_4的絕緣層與對金導體具有良好的黏著性之多層擴散障壁。

本發明也關於在電漿蝕刻時導致較小之底部超蝕的多層擴散障壁。

本發明也關於適用於獲得擴散障壁之最重要特性的反應噴鍍技術；這些特性如長期高溫穩定性，良好黏著性，較少粒子化，接觸孔之較佳層級覆蓋，以及寬廣的製程寬容度，甚至金屬條間距只1.5μm或更小。

本發明尚關於適合於大量製造微細幾何區域的金導體之可輕易實行且有效成本之金屬噴鍍法。

圖面之簡單說明：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（10）

以下將就本發明參照下列圖面加以說明。

圖1a～1g描述微元件互連電路的製造程序。

圖2顯示在420℃下經過280小時（在N_2中）之退火後，RF反應噴鍍之Ⅰ型金屬噴鍍方法的SIMS分析圖，其多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(250Å)/TiW(N)(1.8kÅ)/Au(1kÅ)。

圖3顯示在420℃ 下經30分鐘（在N_2中）之退火後DC磁控管反應噴鍍擴散障壁的SIMS分析圖，其多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(N)(3kÅ)/TiW(1kÅ)/Au(10kÅ)。

圖4顯示在420℃下經30分鐘（在N_2中）之退火後，RF磁控管反應噴鍍之II型金屬噴鍍方法的SIMS分析圖；其多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(250Å)/TiW(N)(1.8kÅ)/TiW(120Å)/Au912kÅ)。

圖5顯示在420℃下經90小時（在N_2中）之退火後，RF反應噴鍍之II型金屬噴鍍方法的SIMS分析圖；其多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(250Å)/TiW(N)(1kÅ)/TiW(250Å)/Au(1kÅ)。

本發明之詳細說明：

本發明中將對微電路互連的兩種金屬噴鍍方法，即PtSi/TiW/TiW(N)/Au（Ⅰ型）以及PtSi/TiW/TiW(N)/TiW/Au（II型），及其相關方法加以說明。此金屬噴鍍方法及製程對具有小至1.5μm甚至更小之金屬間距可作IC互連的能力。此金屬噴鍍方法對於連續高溫以及高電流操作都是很可靠的。

根據本發明，對微電路元件作互連之TiW/Au，TiW(N)/Au以及TiW(N)/TiW/Au各型的金屬噴鍍方法，在黏著性以

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（11）

及作為擴散障壁的高溫長期可靠度方面，其缺點是可以改進的。本發明提供了將整個金屬噴鍍系統減少至1 μm 線條寬度的可能性。本發明沒有或甚至微不足道的可實行性問題。同時，本發明為最有成本效益的金屬噴鍍方法之一。

本發明包括兩種金屬噴鍍方法及相關製程：

I 型：PtSi(0.1-0.4kÅ)/TiW(0.2-0.5kÅ)/TiW(N)(1.0-2.0 kÅ)/Au(0.3-1.0kÅ)/Au(7-15kÅ)；

II 型：PtSi(0.1-0.4kÅ)/TiW(0.2-0.5kÅ)/TiW(N)(1.0-2.0 kÅ)/TiW(0.1-0.5kÅ)/Au(0.3-1.0kÅ)/Au(7-15kÅ)，電鍍）。

對於在噴鍍室中具有高度真空（$<10^{-7}$ Torr）的狀況時，I 型是較佳選擇，而對於中等或更差的真空（$>10^{-7}$ Torr）的系統時，II 型則是較佳選擇。在兩種情形中，在TiW(N)膜之反應噴鍍的Ar中，N_2的成分都是5-10 vol%。對於較佳的電阻接觸，多層之黏著穩定性以及擴散障壁而言，PtSi的微細薄層（100-400Å）將在接觸孔上形成。本發明包括藉由噴鍍（最好是為其餘金屬在同一噴鍍機上）或蒸著（蒸鍍）方法，以沈積純Pt金屬（大約為PtSi厚度的一半）於Si基質之無氧化物表面。就膜的厚度而言，細薄（<20Å）的天然SiO_2膜足以使得整個矽化過程變得不穩定。PtSi層的形成最好是在600°-620℃ 下經30分鐘之退火，於N_2的惰性氣氛中實施。過剩的Pt金屬最好以傳統方式，在HNO_3 +3HCl 的混合溶液中除去。

在TiW 膜之第一黏著層的噴鍍之前，最好以RF噴鍍技

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（12）

術來執行輕微的噴鍍蝕刻，以減少PtSi及SiO 膜表面上的SiO_2及H_2O。 若未經此蝕刻噴鍍，則很難消除黏著在SiO_2表面的水以及單層OH群的氫。至SiO_2表面的黏著性失效的主要原因之一是，在噴鍍室中有氫黏著表面水以及H_2O 及O_2的高殘留氣體濃度。

對TiW標的事先噴鍍(2-5分鐘)是為了清除靶材表面並去除噴鍍室中H_2O及O_2的剩餘氣體。

噴鍍TiW膜的一薄層(200-500Å)並用來作為黏著層。TiW膜的純淨及厚度是很重要的。在膜上的氧及氮的高含量會導致對SiO 膜的較弱黏著性。因為將Si原子由PtSi層除去(圖3-5) 會形成某些矽化物，所以太厚的TiW 膜並不好。若沒有PtSi層，則TiW 膜的穩定性會很差。並Ti且及W原子至Si基質的擴散會很快。

利用RF噴鍍技術，以N_2與Ar的混合氣體來獲得反應噴鍍TiW(N)膜(1.0-2.0kÅ)。混合比率(在Ar中N_2的濃度為5-10 vol%) 是依RF電力密度(W/cm^2)，壓力(10-15 m Torr)，N_2氣體流動率以及水溫，來決定氮與Ti及W原子的化學反應率。

最好以高RF電力密度(＞1.5W/cm^2)來獲得無氧的TiW(N)膜，它是用來得Ⅰ型結構中，與Au層的良好黏著性。此RF反應噴鍍TiW(N)膜是作為一真正的擴散障壁。在膜上對於氮及氧(無意中由剩餘氣體中溢出)成分的控制，對於平衡擴散障壁的特性，黏著性，片狀電阻及應力是非常重要的。在TiW(N)膜中氮及氧的濃度越高，則擴散障壁則越好。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（13）

然而，此種膜對於Au層的黏著性太差，且電阻太高。TiW(N)膜的電阻通常為較純TiW 膜的3倍。如本文所述，黏著性消失是由於TiW(N)膜表面TiO_2氧化物的形成。

選擇適當的噴鍍技術對於TiW(N)膜的品質也有重大的影響。本發明將說明由RF及磁控相關（DC磁控管及RF磁控管）噴鍍技術所獲得之TiW(N)膜的主要差異。RF噴鍍TiN(N)膜在420℃下經280小時（在N_2中）之退火的優異性可由圖2的SIMS分析看出。SIMS分也顯示Au及TiW(N)層之間的良好黏著性。DC磁化噴鍍及RF磁化噴鍍擴散障壁在420℃ 下經30分鐘（在N_2中）退火後的SIMS分析分別顯示在圖3及圖4中。

DC磁控管及RF磁控管噴鍍技術均會製造相當不穩定的擴散障壁。因為磁控管會在其下方產生非常強烈的電漿，所以這些磁控管相關反應噴鍍技術會引起氮對晶片及TiW靶材（陰極）的不平均化學反應。其嚴重後果是造成晶片上TiW(N)膜的不平均氮化作用。靶材之此一強烈且不平均氮化會產生微粒子。到目前為止，尚未有人可清楚說明TiW(N) 膜之磁控管相關反應噴鍍的這些副作用。然而，由於磁控管下方靶材之上形成之凹洞所造成的較少級階覆蓋副作用，可藉由最新的旋轉或掃描技術來改進。然而，不平均氮化即使以更先進的技術也無法完全避免。

本發明說明在II型金屬噴鍍方法中，在Au層下之純粹TiW 層之適當厚度的重要性，在此情形下黏著層是必要的。非常純粹之TiW 膜作為Si及Au間的擴散障壁之不穩定性

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（14）

已在Nowicki等人的文中提出。新的補救方法將以Au-Ti金屬間合金的角色來解釋。高溫（～400℃）時，TiW的黏著層將喪失其穩定性，並在Ti金屬向上擴散至Au層（圖3及圖5）後，開始形成Au-Ti金屬間合金。Au-Ti金屬間合金的量決定了高溫時擴散障壁上的抗張應力強度。在擴散障壁上的抗張應力會使Au至大塊矽以及矽至Au層的擴散更為容易。

這是II型障壁的主要補救措施。因此，選擇一個TiW薄層（如：100-500Å）是很重要的。在TiW(N)模沈積之後，藉由仔細清除噴鍍以及在噴鍍II型方法之黏著性TiW 層之前，事先以TiW標靶電極（陰極）濺射幾分鐘（2-5分鐘）的方式來從TiW 靶材表面去除氮來源是很重要的，這是因為在TiW(N)膜噴鍍過程中，靶材的表面將會氮化的緣故。

在Ⅰ型的TiW(N)或II型的TiW 膜之最後黏著層沈積之後，Au的一薄層（0.3-1.0kÅ）將以高噴鍍率來噴鍍（不破壞真空的情況），以得到純粹的Au膜，並加強對底層的黏著性。在噴鍍此薄Au層之前，最好先以Au靶材來執行短時間（0.5-1分鐘）的事先噴鍍。此一薄Au層是作為預防氧化以及防止對TiW及TiW(N) 膜的侵襲。它也可以作為電鍍Au導體（7-15kÅ）的傳導及啟始膜。

在前述有關擴散障壁的補救措施中，較不易形成任何Au-Ti 金屬間合金的Ⅰ型（圖1b及圖）金屬噴鍍方法比II型（圖1c）穩定。圖5顯示在420℃下經共90小時（在N_2中）之退火後，II型擴散障壁的SIMS分析圖。Ti金屬的向上擴散以及Ti，W與Pt金屬的向下擴散至大塊Si均很明顯。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（15）

在與Ti-及W-原子競爭Si原子後，PtSi層將會被溶解。Ti，W 與Pt原子移動至大塊Si的方式看起來像是矽化物的形成過程。然而，即使是II型障壁也可輕易地完成高溫及高電流操作的需求。HF功率電晶體可經得起420℃ 下40個小時的熱負荷，而不減其效能。此一結果相當於在130℃的操作溫度及Ea=0.9eV(Ea=在Arrhenius式子A*exp(-Ea/kT)中的催化能量，其中，A與k(Boltzmann)為常數，而T＝絕對溫度)下，其有超過200年的壽命。

參考圖1a到1g，其中說明了一個具體描述本發明的方法。圖1a描述一個通常以SiO_2絕緣層或Si_3N_4/SiO_2層或$SiO_2/Si_3N_4/SiO_2$ 膜2覆蓋的矽基質1。絕緣膜2是以電漿或濕或濕／乾(電漿)混合蝕刻來挖開，以形成接觸孔。稍微傾斜的接觸孔可獲得較佳的擴散障壁層階覆蓋。某些摻雜劑(n及P型)可在高溫時(～1000℃)，經由接觸孔，插入或沈積至矽基質。當形成在接觸孔之薄SiO_2膜還原後，可噴鍍或蒸發一層薄Pt膜(100-200Å)。還原作用是將矽基質1浸入稀釋(1-2%)的HF—水溶液中來完成的。

PtSi-層3是在N_2的惰性大氣中，在600-620℃ 下加熱並使之退火30分鐘而形成。將最後過量的Pt金屬在王水(HNO_3+ 3HCl)中去除。

圖1b 與圖c分別說明本發明之I型與II型金屬噴鍍方法。在以RF噴鍍模式小心注入並稍微加以噴鍍蝕刻之後，噴鍍上一薄層之TiW膜4(200-500Å)。此一TiW層4是作為與絕緣膜2黏著之黏著層。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（16）

黏著強度是係TiW層4的純度而定，而TiW層4的純度則是由噴鍍室中殘留的H_2O與O_2氣體程度，噴鍍率，以及凝聚水至SiO_2 2表面的氫而決定。優於10^{-7} Torr的真空程度以及高噴鍍率較適於減少TiW 膜4的氧含量。然而，由於單層H_2O化學結合(氫鍵合)至 SiO_2表面2，所以若不輕微地噴鍍蝕刻，將很難獲得最佳黏著度。

輕微的噴鍍蝕刻也可藉由將表面2及表面3變粗的方式來加強黏著度。避免過度損害PtSi層3也是相當重要的。在大部分情形下，～50Å 的厚度損失是可以接受的。除了上述方法之外，最好對TiW靶材(陰極)作2～5 分鐘的事先噴鍍，以排除噴鍍室中H_2O 及O_2的殘留氣體，並可將靶材清除乾淨。因為溫度不一致所造成的壓力會在接觸孔及TiW 層4之間形成一個凹洞，所以在絕緣膜2及TiW 黏著層4之間的強力黏著度可減少蝕刻並避免Au 9之表面擴散至矽基質1。

TiW(N)膜(1.0-2.0kÅ)5的真實擴散障壁則以RF反應噴鍍技術來噴鍍。大於1.5W/cm²的RF電力密度以及在Ar氣流中5-10vol% 的N_2濃度是較好的選擇。10mTorr 的氣體壓力是層階覆蓋，應力，以及噴鍍率間的折衷選擇。層階覆蓋是依接觸孔方位比，接觸孔的側面角度，噴鍍參數（特別是壓力）以及噴鍍技術而定。

TiW(N)膜比TiW 膜更容易產生較小的層階覆蓋，以及較多微粒子。然而，比起磁控管相關反應噴鍍技術(DC及RF)，RF反應噴鍍技術的這些副作用現象是非常小的。特

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（17）

別是，RF反應噴鍍膜的穩定性比磁控管相關反應噴鍍所獲得的膜更優異。

Au 7(圖1b)的薄膜(300-1000Å) 是在清除N_2氣體及Au靶材之短時間(0.5-1分鐘)事先噴鍍之後才噴鍍的。在TiW(N)膜之後，在不破壞真空的情況下，執行Au噴鍍是很重要的。否則它將由於TiW(N)膜表面上的TiO_2形成，而引起黏著性損失或Au的剝落。即使膜的厚度很小，最好是使用高RF電力強度以獲得較高的黏著性。

參考II型金屬噴鍍方法(圖1c)，因為在TiW(N)膜的噴鍍期間靶材表面會氮化，所以在細心清除噴鍍室中之N 氣體及事先噴鍍TiW標的２～５分鐘之後，才噴鍍TiW 6的薄黏著層(100-500Å)。Au膜7的噴鍍方法與Ｉ型相同。

圖1d描述Au膜 7上的一(凹腔)光阻蝕刻模型 8。此一Au電鍍光阻蝕刻模型可由傳統的光學石版術來獲得。最好是製造一凹腔(角度＞90°)或垂直光阻蝕刻外形８，以得到Au 9上之最後鈍化膜的較佳層階覆蓋。在金屬條維度很小時(1.5-4μm)，混合反像光阻蝕刻(AZ5218E或AZ5214E，Hoechst)及i-線(波長=365nm)或g-線(436nm)晶片步階曝光可輕易地製造出具有相當厚的絕緣體(＞1.5μm)，且具凹腔的半微米絕緣圖型。

即使是標準正相光阻蝕刻(可產生垂直絕緣外形)在大部分情形下均可正常操作。在絕緣模型經過強烈烘乾（～115℃/30分鐘，在足夠的空氣或N_2流中)後，對O_2電漿進行去渣，以清除Au表面 7。因為不潔的Au表面無法進行

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（18）

電鍍，所以此一電漿去渣作業是很重要的。

圖1e描述以光阻模型 8來電鍍Au 9。此Au電鍍液並不是採用AuCN複合物（因為會造成絕緣性損失），而是採用$NaAuSO_3$複合物。後者之電鍍液具有適當的PH值(7.2-9.5)可輕緩地隔絕光阻蝕刻模型。此電鍍液也包含具有表面平滑作用的平勻劑，如Au外形 9中所示。在大多數IC應用中，0.7-1.5μm的Au厚度是相當足夠的。然而，Au厚度可輕易地以較厚的絕緣塗料而增加至TAB（線帶自動黏著)應用中之Au緩衝墊的程度(～25μm)。

在電鍍Au導體 9之後，光阻 8在丙酮中剝除，並將晶片依序在丙烷及DI水(已去電離者)中清洗。在光阻蝕刻劑剝除之後，須再次執行O_2電漿的去渣步驟，以在薄Au膜 7的濕蝕刻之前得到乾淨的Au表面。

圖1f描述電鍍Au導體9，濕蝕刻Au 7薄膜，TiW 6之電漿蝕刻黏著層(只針對II型)，TiW(N)5 之擴散障壁層以及TiW 4 之底部黏著層。層6，5及4的電漿蝕刻可在電漿模式下(RF陽極耦合)使用SF_6 氣體或是使用RIF(反應離子蝕刻，RF陰極耦合)模式乾蝕刻器來執行。最好採用RIE模式乾蝕刻器以減少底部超蝕之發生。對於層6,5及4並不適合採用H_2O_2溶液之濕蝕刻。濕蝕刻會引起底部起蝕，且太慢隔絕TiW(N)層5。

在層7,(6),5及4的蝕刻之後，接著，在N_2大氣中於420℃下經30分鐘的退火，以獲得較佳的電阻接觸，並加強某些具有較佳黏著性的金屬混合。

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂

五、發明說明（19）

圖1g說明Au導體 9及 PESiNx（ 電漿強化矽氮化物，4-8kÅ)鈍化膜10。鈍化膜10保護Au導體9 免受機械及化學(腐蝕)上的損傷。因為在N_2氣體中退火以及在空氣中曝露，會在TiW與TiW(N)膜6,5及4的所有曝光面上形成TiN及TiO_2的薄保護膜，所以此種互連關係實際上在沒有鈍化膜的情況下也不會受到侵襲。PESiNx膜的選擇也是因為其熱傳導性優於SiO_2。對於高電力的電晶體而言，有效的熱傳播是可靠性中一個非常重要的特性。

PESiNx膜10上之接合片的開孔作業是在非臨界石版印刷步驟之後，以NF_3或CF_4+O_2（～10 vol%）混合之蝕刻氣體來進行傳統電漿蝕刻而完成。在接合片開孔之後，在丙酮或其它浴劑中剝除光阻蝕刻劑。

圖 2 顯示RF反應噴鍍擴散障壁在N_2中，於420℃ 下經280小時之退火後的SIMS 分析。I 型金屬噴鍍方法的多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(220Å)/TiW(N)(1.8kÅ)/Au(1kÅ)。

此擴散障壁在經一些熱應力測試下仍然非常穩定，且Au及TiW(N)層之間的黏著性仍然很良好，這是因為Au向下擴散至TiW(N)層的情形非常明顯。在TiW及PtSi 層之間的電阻接觸也很良好。因為Si與Pt離子的上層信號位置互相重疊，所以PtSi層也未受損。TiW(N)膜噴鍍之Ar氣體中的N_2成分為10 vol%。

圖 3 顯示DC磁控管反應噴鍍擴散障壁在N_2中，於420℃下經30分鐘之退火後的SIMS分析。此金屬噴鍍方法的多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(N)(3kÅ)/TiW(1kÅ)/Au(10kÅ)。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 20）

此擴散障壁相當不穩定。Ti及Si原子向上擴散至Au層以及Ti，W，Au及Pt原子向下擴散至大塊矽的情形很明顯。

PtSi層的分離也很明顯。在Ar氣體中的N_2成分為30vol%。擴散障壁的不穩定性使其不適宜於TiW(N)膜的反應噴鍍技術，且太厚的黏著層(1kÅ)會導致Au-Ti金屬間合金的形成。

圖4顯示RF磁控管反應噴鍍擴散障壁在N_2中，於420℃下經30分鐘的退火後之SIMS分析圖。此金屬噴鍍方法的多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(250Å)/TiW(N)(1.8kÅ)/TiW(120Å)/Au(12kÅ)。

此種擴散障壁相當不穩定。Si原子向上擴散至Au層，以及Ti，W，Au與Pt原子向下擴散至大塊矽的情形非常明顯。然而，如圖3中矽原子向上擴散的情形，在此並不明顯，而PtSi層的分離非常明顯。在Ar氣體中N_2成分為10vol%。擴散障壁的穩定性則比圖3的情形稍微好一些。即使使用II型結構，對TiW(N)膜的不適當反應噴鍍技術仍會造成不穩定性。

圖5顯示RF反應噴鍍擴散障壁在N_2中，於420℃ 下經90小時之退火後的SIMS分析圖。II型金屬噴鍍方法的多層結構為：PtSi(200Å)/TiW(250Å)/TiW(N)(1kÅ)/TiW(250Å)/Au(1kÅ)。

此擴散障壁在一些熱應力測試下會變得很不穩定。Ti及W原子的向上擴散以及Ti，W及Pt原子的向下擴散非常明顯。PtSi層的分解已經開始，但不激烈。Au-Ti 金屬間合

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（21）

金的形成在顯微鏡(SEM)下非常明顯。然而，即使TiW(N)膜的厚度只有1kÅ，擴散障壁在40小時之420℃的熱應力下相當穩定，而沒有任何HF功率電晶體的效能漏失。

如上所述，適當的選擇膜片結構、厚度及噴鍍技術可獲致長時期之可靠度，對SiO_2，SiN_3及金層的良好黏著性，以及對摻雜P+(硼)及n+(亞磷，砷或銻)的矽基質之低接觸電阻。在TiW及TiW(N)膜依序沈積時，採用RF噴鍍技術而不是常用的DC磁控管，對於長時期可靠度、良好黏著性、接觸孔的良好層階覆蓋以及較少微粒方面扮演了重要的角色。

以RF反應噴鍍TiW(N)膜作為擴散障壁比由磁控管相關反應噴鍍(DC磁控管及RF磁控管)所得的障壁穩定性佳。其優異性可由SIMS(第二離子圖分光計)，SEM(掃描電子顯微鏡)分析及HF功率電晶體的壽命而看出。

I型及II型金屬噴鍍方法在長時期可靠性及接觸電阻方面，比一些著名的Si/TiW(N)/TiW/Au，Si/TiW/TiW(N)/TiW/Au或Si/TiW/TiW(N)/Au方法更優異。然而，當噴鍍室中的真空狀態良好(＜10^{-7} Torr)時，I型為較佳選擇。在長時期高溫穩定性、製程之簡化以及較小底部超蝕作用之加工寬容度方面，I型優於II型。

然而，當噴鍍室中 H_2O及O_2之殘留氣體由於較差之灌注系統而變得相當高時，II型可避免Au的剝落。II型中，在TiW(N)及Au層之間的薄TiW 層可藉由Au交互擴散來加強黏著度。然而，在厚Au層之下的純粹TiW膜會造成Au-Ti金

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（22）

屬間合金的形成，而毀壞II型。

I型及II型分別可承受420℃/280小時及420℃/40小時的熱應力，而不會有任何HF功率電晶體效能的漏失。即使是II型的最短壽命也相當於在130℃下操作200年。

採用已建立的噴鍍、鍍金及電漿蝕刻技術之金屬噴鍍方法的可行性及成本效益相當良好。

對精於本技藝者可瞭解在此所揭示之實施例僅為說明之用，且任何涵蓋在本發明之內涵及範圍內之變更，皆應視為包括在本發明之範圍內。因此，本發明之範圍是由下文所載申請專利範圍而定，而非由上述說明而限定。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

修正補充
87年6月10日
293928

六、申請專利範圍　　（修正本）

1. 一種在半導體元件中建構互連電路之方法，包含下列步驟：

在矽基質上，形成一絕緣層之步驟；

在上述絕緣層上形成一接觸孔，以使部分上述基質曝露之步驟；

在上述基質之上述接觸孔上，形成一PtSi層之步驟；

在上述PtSi層之上述接觸孔上，形成一TiW 層之步驟；

採用RF反應式噴鍍法在上述TiW 層之上述接觸孔上，形成一TiW(N)層之步驟；以及

在上述TiW(N)層之上述接觸孔上，形成一Au層之步驟。

2. 依申請專利範圍第1項之方法，其中上述PtSi層係作為一黏著層，可降低接觸電阻，並使上述基質及上述TiW層之間的介面穩定。

3. 依申請專利範圍第1項之方法，尚包括下列步驟：

在上述PtSi層形成後及上述TiW 層形成前，以輕微的噴鍍蝕刻來加強上述絕緣層及上述TiW 層之間的黏著性之步驟，其中輕微的噴鍍蝕刻還可去除上述PtSi層上的SiO 。

4. 依申請專利範圍第1項之方法，尚包括下列步驟：

在PtSi層形成後及上述TiW 層形成前，以事先噴鍍來減少噴鍍室及TiW 靶材表面的H_2O 及O_2氣體之步驟。

5. 依申請專利範圍第1項之方法，其中上述TiW 層為一

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

純TiW 膜。

6. 依申請專利範圍第1項之方法，尚包括下列步驟：

在TiW(N)層形成後及上述薄膜Au層噴鍍前，利用事先噴鍍及淨化的混合方式來清除TiW 靶材表面與噴鍍室中的氮之步驟。

7. 依申請專利範圍第1項之方法，其中形成上述Au層之上述步驟尚包括下列步驟：

以噴鍍方式在上述TiW(N)層之接觸孔上，形成一Au薄膜之步驟；以及

在上述Au薄膜之接觸孔上，形成一Au電鍍層之步驟。

8. 依申請專利範圍第7項之方法，尚包括下列步驟：

在溶液中蝕刻上述Au薄膜之步驟。

9. 依申請專利範圍第7項之方法，尚包括下列步驟：

利用以上述電鍍Au層作為蝕刻遮罩的電漿蝕刻方式，來蝕刻上述作為擴散障壁之TiW(N)層以及上述作為黏著層之TiW層之步驟。

10. 依申請專利範圍第9項之方法，其中上述蝕刻步驟是在原位置執行。

11. 依申請專利範圍第1項之方法，尚包括下列步驟：

藉由金交互擴散至上述TiW(N)層之方式，使上述Au層退火，以獲得最佳接觸與黏著強度之步驟。

12. 依申請專利範圍第1項之方法，其中上述互連電路為一接合片。

13. 依申請專利範圍第1項之方法，尚包括下列步驟：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

在上述Au層上形成一$PESiN_x$ 鈍化膜之步驟。

14. 依申請專利範圍第1項之方法，其中厚度範圍為：PtSi(0.1-0.4 kÅ)/TiW(0.2-0.5 kÅ)/TiW(N)(1.0-2.0 kÅ)/Au(0.3-1.0 kÅ)/Au(7-15 kÅ,電鍍)。

15. 依申請專利範圍第1項之方法，其中用以噴鍍上述TiW(N)層及上述TiW 層的RF功率密度相同，以避免內部應力產生。

16. 依申請專利範圍第1項之方法，其中用以噴鍍上述TiW(N)層及上述TiW 層的RF功率密度大於1.5W/cm^2。

17. 一種在半導體元件中建構互連電路之方法，包含下列步驟：

在矽基質上，形成一絕緣層之步驟；

在上述絕緣層上形成一接觸孔，以使部分上述基質曝露之步驟；

在上述基質之上述接觸孔上，形成一PtSi層之步驟；

在上述PtSi層之上述接觸孔上，形成第一TiW 層之步驟；

採用RF反應式噴鍍法在上述第一TiW 層之上述接觸孔上，形成一TiW(N)層之步驟；

在上述TiW(N)層之上述接觸孔上，形成第二TiW 層之步驟；以及

在上述第二TiW(N)層之上述接觸孔上，形成一Au層之步驟。

18. 依申請專利範圍第17項之方法，其中上述PtSi層係作

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

為一黏著層，可降低接觸電阻，並使上述基質及上述第一TiW 層之間的介面穩定。

19. 依申請專利範圍第17項之方法，尚包括下列步驟：

在上述PtSi層形成後及上述TiW 層形成前，以輕微的噴鍍蝕刻來加強上述絕緣層及上述TiW 層之間的黏著性之步驟，其中輕微的噴鍍蝕刻還可去除上述PtSi層上的SiO 。

20. 依申請專利範圍第17項之方法，尚包括下列步驟：

在PtSi層形成後及上述第一TiW 層形成前，以事先噴鍍來減少噴鍍室及TiW 靶材表面的 H_2O及O_2氣體之步驟。

21. 依申請專利範圍第17項之方法，其中上述第一TiW 層為一純TiW 膜。

22. 依申請專利範圍第17項之方法，尚包括下列步驟：

在TiW(N)層形成後及上述第二TiW 層形成前，利用混合事先噴鍍及淨化的方式來清除TiW 靶材表面與噴鍍室中的氮之步驟。

23. 依申請專利範圍第17項之方法，其中形成上述Au層之上述步驟尚包括下列步驟：

以噴鍍方式在上述第二TiW 層之接觸孔上，形成一Au薄膜之步驟；以及

在上述Au薄膜之接觸孔上，形成一Au電鍍層之步驟。

24. 依申請專利範圍第23項之方法，尚包括下列步驟：

在溶液中蝕刻上述Au薄膜之步驟。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

25. 依申請專利範圍第23項之方法，尚包括下列步驟：

利用以上述電鍍Au層作為蝕刻遮罩的電漿蝕刻方式，來蝕刻上述作為擴散障壁之TiW(N)層以及上述作為黏著層之第一與第二TiW 層之步驟。

26. 依申請專利範圍第25項之方法，其中上述蝕刻步驟是在原位置執行。

27. 依申請專利範圍第17項之方法，尚包括下列步驟：

藉由金交互擴散至上述第二TiW 層之方式，使上述Au層退火，以獲得最佳接觸與黏著強度之步驟。

28. 依申請專利範圍第17項之方法，其中上述互連電路為一接合片。

29. 依申請專利範圍第 17 項之方法，尚包括下列步驟：

在上述Au層上形成一PESiN 鈍化膜之步驟。

30. 依申請專利範圍第17項之方法，其中厚度範圍為：

PtSi (0.1-0.4 kÅ)/TiW(0.2-0.5 kÅ，第一)/TiW(N) (1.0-2.0 kÅ)/TiW(0.1-0.5 kÅ，第二)/Au(0.3-1.0kÅ) /Au(7-15 kÅ,電鍍)。

31. 依申請專利範圍第17項之方法，其中用來噴鍍上述TiW(N)層及上述第一與第二TiW 層的RF功率密度相同，以避免內部應力產生。

32. 依申請專利範圍第17項之方法，其中用來噴鍍上述TiW(N)層及上述TiW 層的RF功率密度大於 1.5W/cm^2。

33. 一種在半導體元件中之互連電路，包含：

設在矽基質上之一絕緣層；

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

設在上述絕緣層上之接觸孔，以使部分上述基質曝露；

設在上述基質之上述接觸孔上的PtSi層；

設在上述PtSi層之上述接觸孔上的TiW 層；

設在上述TiW 層之上述接觸孔上的TiW(N)層；以及

設在上述TiW(N)層之上述接觸孔上的Au層；

其中上述各層之厚度為在施行噴鍍處理時不致有穿透顧慮之者。

34. 依申請專利範圍第33項之互連電路，其中上述TiW 層為一純TiW 膜。

35. 依申請專利範圍第33項之互連電路，其中上述Au層尚包括：

設在上述TiW(N)層之上述接觸孔上的Au薄膜；以及

設在上述Au薄膜上的Au電鍍層。

36. 依申請專利範圍第33項之互連電路，其中上述互連電路為一接合片。

37. 依申請專利範圍第33項之互連電路，尚包括：

設在上述Au層上的PESiN$_x$鈍化膜。

38. 依申請專利範圍第 33 項之互連電路，其中上述各層厚度範圍為：

PtSi(0.1-0.4 kÅ)/TiW(0.2-0.5 kÅ)/TiW(N)(1.0-2.0 kÅ)/Au(0.3-1.0 kÅ)。

39. 一種在半導體元件中之互連電路，包含：

設在矽基質上之一絕緣層；

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

設在上述絕緣層上之接觸孔，以使部分上述基質曝露；

設在上述基質之上述接觸孔上的PtSi層；

設在上述PtSi層之上述接觸孔上的第一TiW 層；

設在上述第一TiW 層之上述接觸孔上的TiW(N)層；

設在上述TiW(N)層之上述接觸孔上的第二TiW 層；以及

設在上述第二TiW 層之上述接觸孔上的Au層；

其中上述各層之厚度為在施行噴鍍處理時不致有穿透顧慮者。

40. 依申請專利範圍第39項之互連電路，其中上述第一TiW層為一純TiW 膜。

41. 依申請專利範圍第39項之互連電路，其中上述Au層尚包括：

設在上述第二TiW 層之上述接觸孔上的Au薄膜；以及

設在上述Au薄膜上的Au電鍍層。

42. 依申請專利範圍第39項之互連電路，其中上述互連電路為一接合片開口。

43. 依申請專利範圍第39項之互連電路，尚包括：

設在上述Au層上的PESiN$_x$鈍化膜。

44. 依申請專利範圍第39項之互連電路，其中上述各層厚度範圍為：

PtSi(0.1-0.4 kÅ)/TiW(0.2-0.5 kÅ，第一)/TiW(N)(1.0-2.0 kÅ)/TiW(0.1-0.5 kÅ，第二)/Au(0.3-1.0kÅ)。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

45. 依申請專利範圍第33項之互連電路，其中上述各層厚度範圍為：

PtSi(0.1-0.4 kÅ)/TiW(0.2-0.5 kÅ)/TiW(N)(1.0-2.0 kÅ)/Au(7-15 kÅ，電鍍)。

46. 依申請專利範圍第39項之互連電路，其中上述各層厚度範圍為：

PtSi(0.1-0.4 kÅ)/TiW(0.2-0.5 kÅ，第一)/TiW(N)(1.0-2.0 kÅ)/TiW(0.1-0.5 kÅ，第二)/Au(7-15 kÅ，電鍍)。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）