

公告本

A4

C4

申請日期	87 年 6 月 22 日
案 號	87110020
類 別	C23C ^P / ₅₀

490509

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	在高密度、低壓之電漿反應器中金屬及金屬矽化物之滲氮作用
	英 文	Metal and metal silicide nitridization in a high density, low pressure plasma reactor
二、發明 人	姓 名	(1) 楊雲彥 Yang, Yun-Yen Jack (2) 陳慶華 Chen, Ching-Hwa (3) 陳雅哲 Chen, Yea-Jer Arthur
	國 籍	(1) 美國 (2) 美國 (3) 台灣
	住、居所	(1) 美國加州聖喬西摩傑夫大道6486號 6486 Mojave Drive, San Jose, CA 95120, USA (2) 美國加州密比塔斯威士奇吉大道977號 977 Westridge Drive, Milpitas, CA 95035, U.S.A. (3) 美國加州密比塔斯威士奇吉大道977號 977 Westridge Drive, Milpitas, CA 95035, U.S.A.
	代 表 人 姓 名	(1) 理查·羅夫格蘭 Lovgren, Richard H.
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 泛林股份有限公司 Lam Research Corporation
	國 籍	(1) 美國
	住、居所 (事務所)	(1) 美國加州·費蒙特·顧盛公園路四六五〇號 4650 Cushing Parkway, Fremont, CA 94538- 6401, USA
	代 表 人 姓 名	(1) 理查·羅夫格蘭 Lovgren, Richard H.

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
美國 1997 年 6 月 24 日 08/881,710 ☒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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

修正	本	年	月	日
補充				

發明背景

本發明關於金屬或金屬矽化物層之滲氮作用以在積體電路 (I C) 之接觸孔或通孔中形成金屬氮化物或金屬矽氮化物阻障層的方法。更特定地，本發明關於在高密度，低壓之電漿系統中之金屬或金屬矽化物層的滲氮作用以沿著積體電路 (I C) 之接觸孔或通孔之深度上形成具有實質均勻組成之金屬氮化物或金屬矽氮化物阻障層。

在半導體製造技藝 (如積體電路或自底材之平條顯示器的製造) 中，高溫的金屬氮化物如氮化鈦 (T i N) 及高溫的金屬矽氮化物如矽氮化鎢 (W - S i - N) 普遍被用來作為接觸孔或通孔內部之阻障層材料。接觸孔或通孔是典型形成於介電層如二氧化矽層中之開口。藉實例，圖 1 A 顯示經部分製造之積體電路 1 0，包括一接觸孔 1 6，其藉蝕刻穿越二氧化矽層 1 4 (下文稱為 " 氧化物層 1 4 ") 所形成以提供一開口予下部的底材層 1 2。在隨後之 I C 製造步驟中，接觸孔 1 6 可填充以導電材料如鎢，銅或鋁以終極形成接觸插塞，此插塞在 I C 基材和，例如沈積在 I C 底材上之聚矽層間提供導電通路。通孔類似地被形成且填充以在諸個沈積在 I C 底材上之金屬化層間提供導電通路。

在接觸孔或通孔填充以導電材料前，可以製造阻障層以防止導電性材料如鋁自導電層擴散入矽底材層。藉由實例，等角地澱積在 I C 1 0 表面上之阻障層部分地填充接觸孔 1 6 且有效地防止粒子自隨後沈積之鋁金屬擴散入底

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(2)

材層 1 2。在此技藝中習知：此種導電性粒子之進入矽底材層可以增加矽底材層之導電性且導致 catastrophic 元件之失效。

傳統上，此種阻障層已藉習知之化學氣相沈積 (C V D) 之技術來製造在 I C 表面上。簡言之，在化學氣相沈積 (C V D) 中，含有欲沈積之材料的原子的化學物質與另一化學物質反應以在底材表面上產生所要之材料，同時反應之副產物自反應室中除去。例如，氮化鈦 (T i N) 阻障層之製造可以在圖 1 A 之經部分製造的 I C 1 0 被堅固在沈積室中之夾盤上時開始。其次，在沈積室中創造惰性氣氛，其中底材可以保持在夠高的溫度如約 4 0 0 °C 下以對反應物氣體提供反應及澱積在基材表面上所需之能量。其次，包括氨 (N H 3)，氫 (H 2) 之反應物氣體及含有鈦 (T i) 之有機金屬氣體可以引入室中。只要其需要沈積合適厚度之 T i N 層，則保持 C V D 室內部之條件。

然而，製造阻障層如 T i N 層用之 C V D 方法會有數個缺點。藉由實例，阻障層之 C V D 使 I C 底材受到高溫，此舉需要高的熱預算且常與 I C 內之低溫金屬合金如鋁合金不相容。作為進一步的實例，有機金屬氣體之使用使其可能將碳包括在 T i N 阻障層中，因此降低阻障層及接觸插塞之導電性。藉 C V D 之阻障層的製造因此亦有使 I C 無法操作的危險。

為了補救這些問題，阻障層現今藉反應性濺鍍來製造

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (3)

。圖 1 B 顯示一種典型用來實施反應性濺鍍以製造阻障層之反應系統 1 0 0 。反應器 1 0 0 包括一室 1 0 8 ，其中經部分製造之 I C 1 0 亦顯示於 1 A ，被沈積在 1 0 2 之上。在室 1 0 8 內部，經電偏壓 (biased) 金屬靶 1 0 6 置於夾盤 1 0 2 之上。金屬靶 1 0 6 之組成常依欲形成之阻障層種類而定。若欲製造 T i N 阻障層，例如，則金屬靶 1 0 6 可以包括鈦 (T i) 。室 1 0 8 亦可配合以氣體入口 1 1 0 及出口 (未顯示以簡化說明) 。設計氣體入口 1 1 0 以供應反應性氣體於室 1 0 8 內部且可以設計氣體出口以自室 1 0 8 排出氣體副產物。

在經部分製造之 I C 1 0 被固定在夾盤 1 0 2 上時，開始圖 1 B 之反應器 1 0 0 中的典型反應性濺射方法。而後在一包括氬 (A r) 及氮 N₂) 之反應性氣體混合物經由氣體入口 1 1 0 引入室 1 0 8 前，在室 1 0 8 中創造真空條件。其次，反應性氣體藉無線電頻率產生器，例如，供產生正電荷氮及氬離子者來被離子化。氬離子受吸引且加速朝向標的 1 0 6 ，其用經放射頻率激發之氬離子來撞擊。當然，某些原子和分子 “ 敲擊出 ” 靶層 1 0 6 且被逐出之靶材料，如鈦離子與在氣相中之氮離子反應以產生金屬氮化物 (如 T i N) ，此物沈積在底材 1 2 上且形成阻障層。

不幸地，上述反應性濺鍍方法亦有數個缺點。藉由實例，難以濺鍍沈積均勻組成之阻障層在整個接觸孔或通孔之深度中，因為 I C 技術移至更小之臨界尺寸，如在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(4)

0 . 3 5 μ m 至 0 . 1 3 μ m 或更小的尺度上，且在某些例子中，是更大的特徵深度，如約 3 μ m。在此技術中完成之接觸孔及通孔具有高約 4 : 1 及約 5 : 1 的縱橫比例。對如此高之縱橫比例而言，在氮及鈦離子間之碰撞頻率沿著接觸孔或通孔的深度變化。藉由實例，接近圖 1 A 之接觸孔 1 6 的頂端的在氮及鈦離子間之碰撞頻率會異於接近接觸孔底部或與頂部之下有一段距離者。結果，形成阻障層之反應速率會沿著圖 1 A 之接觸孔深度變化。所得的阻障層具有不均勻之組成，亦即氮及鈦離子在整個接觸孔之深度中以不同之計量比存在於阻障層組成物中。因很多理由，在整個接觸孔之深度中具有不均勻組成之阻障層是不想要的。藉由實例，那些精於此技藝者會了解：具有不均勻組成之阻障層的效能會無法預期。同樣地，在接觸孔之某些區域上之阻障層組成物不會有效地防止導電性粒子，如鋁金屬粒子擴散進入底材層，因此使得 I C 更易受到元件失效。

至於另一實例，上述之反應性濺鍍方法有差的再現性，亦即在起初 I C s 的接觸孔或通孔中所製造之阻障層的組成會異於稍後之 I C s 的接觸孔或通孔中所製造者。因為反應室中之金屬靶層由於在最起初 I C s 中之阻障層製造後靶層的滲氮作用而進行組成之改變，故阻障層組成會改變。換言之，在氬 (A r) 離子恆定撞擊金屬靶層期間，在製造最起初之 I C s 中的阻障層同時，某些氮離子與金屬靶層反應，因此引起靶層之滲氮作用。在此之後，在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明⁽⁵⁾

隨後之 I C s 中藉污染之金屬靶層所形成之阻障層可以有不同的組成。如上述，不適當之阻障層組成（在隨後之 I C s 中）可以導致元件失效。

至於另一實例，反應性濺鍍亦有不想要之過多之氣相核晶過程的危險，在此期間阻障層之大粒子，如 T i N，在此種粒子撞擊底材表面前形成在氣相中。當然，精於此技藝者會了解：合適尺寸之粒子會撞擊底材表面以使阻障層沈積。

因此，須要一種改良之滲氮方法，其提供沿著接觸孔或通孔之深度上阻障層之均勻組成。

發明概述

為達成以上目的，本發明提供一種滲氮方法以在底材上形成阻障層。此滲氮方法包括沈積金屬或金屬矽化物層在底材表面上，將此底材置於一高密度，低壓之電漿反應器中，將一包括氮之氣體引入此高密度，低壓之電漿反應器中，且在促進至少一部分金屬或金屬矽化物層之滲氮作用的條件下撞擊在高密度，低壓電漿反應器中之電漿，以分別產生金屬氮化物或金屬矽氮化物。

本發明之滲氮方法比習知之形成阻障層的方法有顯著改良。舉例來說，依本發明在 I C s 中所製造之阻障層，包括具有至少約 4 : 1 之縱橫比例的接觸孔或通孔，乃具有在整個接觸孔或通孔深度中實質均勻的組成。至於另一實例，藉高密度，低壓電漿反應器之金屬或金屬矽化物層

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (6)

的滲氮作用免除了習知之反應性濺鍍方法所遭遇之阻障層組成之再現性差的情形。至於另一實例，在高密度，低壓電漿反應器中之滲氮作用亦有效地避免了過多之氣相核晶過程的危險。

本發明之這些及其它特徵將再以下本發明之詳述聯同以下圖式中被更加詳述。

圖式之簡述

圖 1 A 是一經部分製造之積體電路的截面視圖，其具有一接觸孔，其上可以沈積依本發明之阻障層。

圖 1 B 是供反應性濺鍍之毯覆式沈積金屬阻障層在圖 1 A 之經部分製造的積體電路上的典型反應器構型。

圖 2 顯示一例示之變壓耦合式電漿系統，其可以依本發明之一實體用來供滲氮方法。

圖 3 顯示依本發明之一實體，形成金屬氮化物或金屬矽氮化物阻障層的方法流程圖。

圖 4 是一列有圖 3 實體中之本發明方法重要參數的大約值。

主要元件對照表

- 1 0 經部分製造之積體電路
- 1 4 二氧化矽層
- 1 2 下部的底材層
- 1 6 接觸孔

經齊部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(7)

- 1 0 0 反應器
- 1 0 2 夾盤
- 1 0 6 電之偏壓金屬靶
- 1 0 8 室
- 1 1 0 氣體入口
- 2 0 0 系統
- 2 0 4 夾盤
- 2 0 6 底材
- 2 0 8 氮汽門
- 2 1 0 室
- 2 1 2 電漿加工區
- 2 1 4 無線電頻率產生器
- 2 1 6 噴淋頭
- 2 1 8 介電窗
- 2 2 0 線圈
- 2 2 4 無線電頻率產生器

較佳具體例之詳述

本發明提供一種在高密度，低壓電漿反應器中之金屬或金屬矽化物層之滲氮方法，以在積體電路（ I C ）之接觸孔或通孔中形成金屬氮化物或金屬矽氮化物阻障層。本發明亦提供一種積體電路，包括具有在整個接觸孔之深度上實質均勻組成的阻障層，其具有至少約 4 ： 1 之縱橫比例。在以下描述中，列有很多特定細節以提供本發明之通

（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)

盤了解。然而，對精於本發明之人而言，明顯地本發明可以在沒有某些或所有這些細節之情況下實施。在其它例子中，未詳述習知方法步驟，為免不需要地混淆本發明。藉實例，雖然以下討論詳述接觸孔中之阻障層的製造，此種阻障層也可以形成在通孔中。

依本發明之一實體，形成阻障層之方法開始於沈積金屬或金屬矽化物層在圖 1 A 之經部分製造 I C 的接觸孔中，例如，藉精於此技藝者已知之普通方法。在一有利的實體中，在本發明中之金屬或金屬矽化物層藉濺鍍而沈積。在濺鍍－沈積金屬或金屬矽化物層時，包括氫氣之氣體引入圖 1 B 之反應室中，例如，用以促進金屬靶層之濺鍍。自金屬靶層沈積之粒子而後沈積在底材層上以形成金屬或金屬矽化物。在另一實體中，在本發明中之金屬或金屬矽化物層亦可以藉化學氣相沈積（C V D）來沈積。C V D 可以在 C V D 室中藉精於此技藝者已知之習知標準方法來實施，底材溫度不可超過約 3 0 0 ℃ 且引入 C V D 室中之氣體混合物可以排氣氨氣（N H₃）。

具有金屬或金屬矽化物層毯沈積於其上之經部分製造的 I C 底材而後置入高密度，低壓電壓反應器中，在此至少一部分的金屬或金屬矽化物層有效地藉 N₂ 電漿而進行滲氮作用以分別形成金屬氮化物或金屬矽氮化物阻障層。依本發明所形成之阻障層在整個接觸孔深度上具有均勻的組成，該接觸孔具有至少約 4：1 之縱橫比例。本發明表明一種超越先前技藝之製造方法的顯著改良且此種優點詳述

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(9)

於下。

圖 2 是系統 2 0 0 之代表，可以用來供依本發明方法之金屬或金屬矽化物層的滲氮作用。藉由實例，系統 2 0 0 可以包括 T C P^{T M} 9 1 0 0 蝕刻系統，T C P^{T M} 9 4 0 0 蝕刻系統，T C P^{T M} 9 6 0 0 S E 蝕刻系統及 T C P^{T M} 9 6 0 0 P T X 蝕刻系統，這些均可購自 Lam Research Corporation of Fremont,加州。然而，例示目的，以下詳述，T C P^{T M} 9 4 0 0。應記得本發明無須限於任何特定系統且事實上可以實施於任何高密度，低壓電漿系統，不管傳遞至電漿之能量是經由電容式偶合平行電極板，經由 E C R 微波電漿源，或經由誘導式偶合 R F 源，如 helicon,螺旋共振器 (resonators)，誘導式反應器，電子迴旋加速機，共振 (E C R) 反應器。如本發明之描述中所用的，"高密度，低壓電漿系統"一詞係指電漿產生系統，其可以產生具有大於約 10^{10} 離子 / cm^3 密度的電漿，同時保持壓力，其範圍在電漿可以被維持時之最低壓力所決定之下限至約 1 0 0 毫 T o r r 間。上述壓力範圍中之下限可以約 0 . 1 毫 T o r r。在有利實體中，本發明可以使其電漿藉誘導偶合作用而引入。

在圖 2 中，系統 2 0 0 具有反應室 2 1 0。在室 2 1 0 之上，安置有介電窗 2 1 8 及藉無線電頻率 (R F) 產生器 2 2 4，典型經配合網 (為簡化說明故未顯示)，在約 1 3 . 5 6 M H z 之標準頻率下操作以加能之線圈 2 2 0。供線圈 2 2 0 之無線電頻率 (R F) 產生器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (10)

2 2 4 典型地在一端接地且另一端連接至線圈 2 2 0 。介電窗 2 1 8 可以由任何合適材料來作成，然而，在一實體中，其由石英作成。在系統中所實施之線圈 2 2 0 可以是平面的或可依反應器構型而合適地成形。線圈 2 2 0 可以在反應室 2 1 0 外或置於室內部，雖然其藉一個由合適的介電材料所形成之套管來與電漿隔離。

在反應室 2 1 0 內部，有位於介電窗 2 1 8 及底材 2 0 6 間之電漿加工區 2 1 2 。可以提供一夾板（為簡化說明故未顯示）以確保底材 2 0 6 在夾盤 2 0 4 上。夾板可以是機械夾板或靜電夾板。然而在某些例子中，夾板可以不需要。夾盤 2 0 4 典型是一鋁細工件且有利地藉一無線電頻率產生器 2 1 4 以被 biased（亦典型地經由一配合網），該無線電典型地在 1 3 . 5 6 M H z 標準頻率下操作以產生直流偏壓，其導引活性電荷之物質向底材。

夾盤 2 0 4 可以配備有一氬汽門 2 0 8，後者自下方之底材 2 0 6 延伸入底材／夾盤之介面且供應熱傳氣體如氬或某些其它惰性氣體至底材 2 0 6 和夾盤 2 0 4 間之區域以在電漿加工期間保持底材 2 0 6 之溫度在所要之程度上。噴淋頭 2 1 6，亦已知為氣體分散板，提供在反應室 2 1 0 頂部以分配氣體。

當底材 2 0 6 固定在反應室 2 1 0 內之夾盤 2 0 4 上時，開始系統 2 0 0 中之典型方法。包括 N₂ 之氣體經由噴淋頭 2 1 6 引入反應室 2 1 0 中。在本發明之一實體中，惰性氣體如氬氣（A r）亦與 N₂ 氣體一同引入。N₂／

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂
線

五、發明說明 (11)

A r 之流量比例通常介於約 2 : 1 至約 10 : 1 間。至少，R F 產生器 224 被扭開以將作為頂部電極的線圈 220 加能。此外，可以扭開 R F 產生器 214 以將作為底部電極之夾盤 204 加能，自線圈 220 而來之 R F 能量經透明介電窗 218 傳遞且進入電漿加工區 212，在此其撞擊電漿。咸信：包括 N_2 之氣體分解以產生活性物質如 N_2^+ ， N^+ ， N_2^* ， N^* 等，其中 “*” 代表受激態。若 R F 產生器 214 被加能，則自此夾盤／電極而來之能量在電漿中之帶電荷的物質朝向底材途中分授另外之動量給後者。

線圈 220 作為帶正電荷電極且夾盤 204 與底材 206 作為帶負電荷電極。基本上，夾盤 204 及底材 206 與電漿作為某些型式之二極體。當夾盤 204 被 R F 產生器 214 所加能時，其將 R F 整流，以在底材頂部產生帶負電荷 D C 電壓的鞘。因此底材表面被加上負偏壓以吸引帶電荷活性物質朝向底材表面，在此帶電荷活性物質登陸。一旦沈積，活性物質移經金屬或金屬矽化物層，後者如下述已存在。

圖 3 是依本發明之一實體的滲氮方法 300 的流程圖，以形成阻障層於接觸孔中。在滲氮方法 300 實現前，經部分製造之 I C，如圖 1 A 中所示者，可以依上述之普通 I C 製造法來形成。步驟 302 包括沈積金屬或金屬矽化物層在一具有接觸孔之經部分製造的 I C 底材上，係藉精於此技藝者習知之普通方法，如濺鍍或 C V D 達成。在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (12)

一有利實體中，然而，金屬或金屬矽化物層藉濺鍍－沈積作用來製造，因為不會有與上述普通之 C V D 有關的缺點。

在步驟 3 0 2 中所沈積之金屬主要包括高溫性金屬，如鈦 (T i)，鎢 (W)，鉭 (T a)，鉬 (M o)，鉻 (C r)，鈮 (N b)，鋯 (Z r) 等。類似地，其相關的矽化物包括矽化鈦 (T i S i ₂)，矽化鎢 (W S i ₂)，矽化鉭 (T a S i ₂)，矽化鉬 (M o S i ₂)，矽化鉻 (C r S i ₂)，矽化鈮 (N b S i ₂)，矽化鋯 (Z r S i ₂) 等。在此步驟中所沈積之金屬或金屬矽化物層可以有任何合適的厚度，以使隨後製造在至少一部分金屬或金屬矽化物層上之阻障層足夠厚而有效地防止導電性粒子擴散入氧化物層。例如，金屬或金屬矽化物層厚度在約 1 0 0 至約 1 0 0 0 Å 範圍中且有利地在約 2 0 0 至約 4 0 0 Å 範圍間。

在一有利實體中，本發明之步驟 3 0 2 包括藉濺鍍以形成阻障層，此舉可以在任何物理氣相沈積反應器中完成。藉由實例，圖 1 B 中所示之反應器系統會運作良好。在步驟 3 0 2 中之濺鍍方法實質上與上述反應性濺鍍方法類似，除了不引入反應性氣體混合物於反應室。再者，在圖 1 B 之反應器系統 1 0 0 中，金屬靶可以包括一相關於金屬矽化物層之金屬矽化物組成物，當其被沈積在底材表面上時。參考圖 1 B，在經部分製造之 I C 1 0 固定在夾盤 1 0 2 上且至少部分真空條件在室 1 0 8 中創造之後，氬

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (13)

(A r) 引入室 1 0 8 中。重要地是要注意：在本發明之一實體中，引入本發明之反應室中的氬氣可不伴以氮 (N_2) 氣，因為 N_2 氣體對金屬或金屬矽化物層之製造並非需要的。在本發明之一實體中，在濺鍍期間 N_2 氣體之不存在消除了上述反應性濺鍍的缺點，如金屬鈹層之滲氮作用及過度之氣相核晶過程。

在另一實體中，本發明之步驟 3 0 2 可以在 C V D 室中實施。依此實體，金屬或金屬矽化物層可以藉精於此技藝者習知之標準 C V D 方法沈積在經部分製造之 I C 的接觸孔中。可以利用一種實質上與上述 C V D 方法類似的方法，除了底材溫度不可以大於約 3 0 0 °C。在本發明之步驟 3 0 2 中之如此低的底材溫度比在先前技藝中所利用之普通 C V D 方法須要較低的熱預算。再者，因 I C 中低溫介電材料與高底材溫度之不相容性所引起之效應亦顯著地降低。當然，在步驟 3 0 2 中，在 C V D 室中所引入之氣體可以包括氫 (H_2) 及有機金屬氣體且可以排除氨 (NH_3)，因為無須氮離子源以製造金屬或金屬矽化物層。促進金屬或金屬矽化物層在底材上之 C V D 的某些有機金屬氣體之實例包括 $TiCl_4$ ， $Ti(N(CH_3)_2)_4$ 及 $Ti(N(C_2H_5)_2)_4$ 。

在步驟 3 0 4 以下中，至少一部分步驟 3 0 2 之金屬或金屬矽化物層在高密度，低壓電漿反應器中進行滲氮作用。在本發明之一實體中金屬或金屬矽化物之氮化也可以在圖 2 中所示之系統 2 0 0 中實施。且詳述於上。如在本

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(14)

發明描述中所用的，“氮化”一詞意謂轉化金屬或金屬矽化物成例如金屬氮化物或金屬矽氮化物。依金屬層之組成，在此步驟中所形成之金屬氮化物阻障層包括如氮化鈦（TiN），氮化鎢（WN），氮化鉭（Ta₂N₃），氮化鉬（MoN），氮化鉻（CrN），氮化鈮（NbN），氮化鋯（ZrN）等之材料。類似地，在此步驟中所形成之金屬矽氮化物包括如矽氮化鈦（Ti-Si-N），矽氮化鎢（W-Si-N），矽氮化鉭（Ta-Si-N），矽氮化鉬（Mo-Si-N），矽氮化鉻（Cr-Si-N），矽氮化鈮（Nb-Si-N），矽氮化鋯（Zr-Si-N）等之材料。

依本發明，形成在具有至少約4：1之比例之接觸孔中的阻障層具有在整個接觸孔深度上實質均勻的組成。如本發明之描述中所用的，“均勻組成”一詞意指在金屬氮化物或金屬矽氮化物阻障層中所存在之金屬對氮或金屬矽氮化物的計量比分別是實質上恆定的。

在步驟304中之滲氮作用可以實施夠久的時間以使至少一部分之金屬或金屬矽化物層轉變成金屬氮化物或金屬矽氮化物。在某些例子中，然而，可以實施足夠時間的滲氮作用以使金屬或金屬矽化物層之整個厚度轉變成金屬氮化物或金屬矽氮化物。那些精於此技藝者會承認：在製造接觸插塞（其中金屬層如Ti層可以在阻障層之前沈積以確保良好之歐姆接觸）時，僅一部分的金屬／金屬矽化物阻障層可以轉變成金屬氮化物／金屬矽氮化物阻障層。

經濟部智慧財產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)

訂
線

五、發明說明 (15)

在本發明之一實體中，然而，一直實施滲氮作用直至較佳地至少約 2 0 0 Å 之金屬或金屬矽化物層之頂部轉變成金屬氮化物或金屬矽氮化物。

在本發明之步驟 3 0 4 中所得之金屬氮化物或金屬矽氮化物之厚度可以視圖 2 之 R F 產生器 2 1 4 所施之電力（亦稱為 R F 偏壓功率）而定。已觀察到：當利用較高的 R F 偏壓功率時，氮離子擴散入較大深度且較大部分之金屬或金屬矽化物層進行滲氮作用。雖然不希望受限於理論，較高之 R F 偏壓功率易於增加活性氮類如 N_2^+ ， N^+ ， N_2^* ， N^* ，等之動量，其衝擊底材且促進它們擴散入底材以形成金屬氮化物或金屬矽氮化物頂層。

圖 4 是一個表，其列出用來進行依本發明教導之滲氮方法的不同參數的大約有利值。如圖 4 中所示之滲氮方法的參數包括壓力，R F 偏壓功率（亦即對夾盤電極之功率），溫度，頂電極功率及 N_2 氣體之流速。

壓力指明圖 2 之室 2 1 0 內的氮氣或氮氣和氬的混合物的壓力。此壓力可以保持在任何會提供合適之電漿供應以使金屬或金屬矽化物氮化之值。通常範圍在約 1 毫 Torr 至約 1 0 0 毫 Torr，有利地在約 2 至約 5 0 毫 Torr 且更有利地在約 1 0 至約 3 0 毫 Torr 間。

R F 偏壓功率定義為圖 2 之 R F 產生器 2 1 4 的功率輸出。較高的 R F 偏壓功率易於增加衝擊在底材上之氮離子的動量而更廣泛地氮化金屬或金屬矽化物層。通常範圍在約 0 瓦至約 1 0 0 0 瓦，有利地在約 0 至 5 0 0 瓦且更

經濟部智慧財產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)

訂
線

五、發明說明 (16)

有利地在約 1 0 瓦至約 3 0 0 瓦間。

底材溫度約為圖 2 之夾盤 2 0 4 的溫度，後者在有合適之熱傳條件下約相同或幾乎相同的覆蓋層。在高的底材溫度下，預期會有較高之氮離子擴散入底材的速率。若電極溫度太高，然而，此方法會有缺點，如高的熱預算的需求，及與低溫金屬合金之不相容性。因此，必須選擇電極溫度以平衡良好之擴散速率對高的熱預算及任何不相容性問題。溫度通常在約 2 0 至約 3 0 0 °C 之範圍間，有利地約 2 0 至 2 0 0 °C。更有利地約 2 0 至約 1 0 0 °C 範圍間。

頂部電極功率定義為圖 2 之 R F 產生器 2 2 4 的功率輸出。較高之頂部電極功率易於產生較高的電漿密度。其通常在約 2 0 0 至約 3 0 0 0 瓦範圍間，有利地在約 4 0 0 至約 1 5 0 0 瓦範圍間，且更有利地在約 5 0 0 至約 7 5 0 瓦間。設計在本發明中所用之電漿系統以使電漿密度受頂部電極功率所控制且底材上之偏壓受底部功率所控制。因為二功率源彼此影響，可使一者恆定而另一者受調節。

氣體流速意指來源氣體進入圖 2 之室 2 1 0 的流速。N₂ 與 N₂ 和 A r 氣體混合物的流速可以是實質上類似的。其通常約 1 0 至約 1 0 0 0 標準立方公分／秒 (s c c m)，有利地約 2 0 至約 5 0 0 標準立方公分／秒 (s c c m) 且更有利地約 5 0 至 2 0 0 s c c m 範圍間。

本發明之滲氮方法較一般之形成阻障層的方法有顯著

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (17)

的改良。藉由實例，依本發明在具有至少約 4 : 1 之縱橫比的接觸孔中所製造之阻障層在接觸孔之整個深度上具有實質均勻之組成。因此，在此種具有深的接觸孔的 I C 中的氧化物層被良好地塗覆以對抗那些可以降低底材層之絕緣性的導電性粒子的進入，底材層絕緣性之降低使整個元件無法操作。至於另一實例，藉高密度，低壓電漿反應器之金屬或金屬矽化物層之滲氮作用消除了普通之反應性濺鍍方法中所遭遇之阻障層組成之差的再現性。在本發明中，金屬或金屬矽化物可以在反應性氣體混合物（其典型包括 N₂ 氣體）之不存在，藉例如濺鍍以沈積。因此，金屬靶層進行不想要之滲氮作用的可能性完全消除了。至於另一實例，在高密度，低壓電漿反應器中之滲氮作用亦有效地消除了過多之氣相核晶過程的危險。

雖然本發明已鑑於數個有利實體來描述，仍有改變，替換及相等物者，這些會在本發明範圍中。應注意：有很多其它實施本發明之方法方式及裝置。藉由實例，本發明描述金屬或金屬矽化物層之滲氮作用以形成阻障層，原則上，並無使此種滲氮作用無法實施於其它金屬層應用的理由。因此意圖使以下所附之申請專利範圍被說明成包括所有在本發明之真實精義及範圍中的改變，替換及相等物。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝
訂
線

四、中文發明摘要 (發明之名稱： 在高密度、低壓之電漿反應器中金屬及金屬矽化物之滲氮作用)

描述一種滲氮方法以在一底材上形成一阻障層。此滲氮方法包括沈積金屬或金屬矽化物層在底材之表面上，將此底材置於高密度，低壓之電漿反應器中，將一包括氮氣之氣體引入此高密度，低壓之電漿反應器中，且在促進至少一部分金屬或金屬矽化物之滲氮作用的條件下，撞擊在高密度，低壓之電漿反應器中的電漿以分別產生金屬氮化物或金屬矽氮化物之組成物。

英文發明摘要 (發明之名稱：)

METAL AND METAL SILICIDE NITRIDIZATION IN A HIGH DENSITY, LOW PRESSURE PLASMA REACTOR

A nitridization process to form a barrier layer on a substrate is described. The nitridization process includes depositing a layer of metal or metal silicide on a surface of the substrate, placing the substrate into a high density, low pressure plasma reactor, introducing into the high density, low pressure plasma reactor a gas including nitrogen, and striking a plasma in the high density, low pressure plasma reactor under conditions that promote nitridization of at least a portion of the layer of metal or metal silicide to produce a composition of metal nitride or metal silicon nitride, respectively.

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

公告本

修正
90年6月1日
補充

六、申請專利範圍

附件一（A）： 第87110020號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國90年6月修正

1. 一種形成阻障層在底材之滲氮方法，其包括：

在該底材表面上沈積一層金屬或包括有矽化鈦，矽化鎢，矽化鉬，矽化鉬，矽化鉻，矽化鋱和矽化鋁中至少一者之金屬矽化物，使得在該底材的介電層中之開口至少是部分填充的；

將該底材置入高密度低壓電漿反應器中；

包括氮之氣體引入該高密度，低壓電漿反應器中；以及

在該高密度，低壓電漿反應器中觸發電漿，以經由至少一部分之該金屬或金屬矽化物層之滲氮作用，形成該阻障層，該部份因該滲氮作用而分別地轉變成一金屬氮化物或金屬矽氮化物之組成物，該組成物在該底材之該介電層中沿著該開口之深度是實質均勻的，且該阻障層厚到足以有效地防止導電性粒子自沈積在該金屬或金屬矽化物層之上的導電材料中擴散入該介電層。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中高密度，低壓電漿反應器是感應式電漿反應器。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該觸發包括在該金屬或金屬矽化物層之頂部形成該金屬氮化物或金屬矽氮化物之組成物，該頂部200 Å厚。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該開口是具

（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

有至少 4 : 1 之縱橫比的接觸孔或通孔。

5 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該沈積該金屬或金屬矽化物層包括濺鍍沈積金屬或金屬矽化物層在該經部分製造之積體電路之該表面上。

6 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該沈積該金屬包括藉化學氣相沈積以沈積該金屬或金屬矽化物層且保持該底材在不大於 300 °C 之溫度下。

7 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中氮和氬以介於 2 : 1 及 10 : 1 之流量比例引入高密度，低壓電漿反應器。

8 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該沈積該金屬層包括沈積鈦，鎢，鉭，鉬，鉻，鈮，鋯之至少一者。

9 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該觸發包括產生金屬氮化物之組成物，此組成物包括氮化鈦，氮化鎢，氮化鉭，氮化鉬，氮化鉻，氮化鈮，氮化鋯之至少一者。

10 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該觸發包括產生金屬矽氮化物之組成物，此組成物包括矽氮化鈦，矽氮化鎢，矽氮化鉭，矽氮化鉬，矽氮化鉻，矽氮化鈮，矽氮化鋯之至少一者。

11 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中進一步包括保持此經部分製造之積體電路在介於 20 及 300 °C 間之溫度下的步驟。

12 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中引入氣體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

至變壓耦合式電漿反應器之步驟使反應器中產生介於 1 及 1 0 0 毫 T o r r 間之氣體壓力。

1 3 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該觸發電漿之步驟包括在介於 2 0 0 及 3 0 0 0 瓦之功率下供以無線電頻率功率至變壓耦合式電漿反應器線圈電極。

1 4 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括對位於該底材之下的電極施以偏壓，且位於該底材之下的該電極被供以介於 0 及 1 0 0 0 瓦間之功率。

1 5 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該引入包括以介於 1 0 及 1 0 0 0 標準立方公分／分鐘之流速引入該氣體。

1 6 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其在該觸發電漿之步驟實施後，進一步包括一沈積鎢，鋁及銅之至少一者在該經部分製造之積體電路上且實質地填充介電層中開口的步驟。

1 7 . 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中金屬滲氮作用形成在金屬層之頂部，該頂部為 2 0 0 Å。

1 8 . 一種經部分製造之積體電路，其包括
一底材；

一沈積在該底材之上的介電層；

一具有至少 4 : 1 之縱橫比而形成在該介電層內部以對該底材提供開口之接觸孔或通孔；及

一由申請專利範圍第 1 項之方法所製得之阻障層，其具有厚度至少為 2 0 0 Å。

六、申請專利範圍

19. 如申請專利範圍第18項之經部分製造的積體電路，其中該金屬氮化物包括氮化鈦，氮化鎢，氮化鉬，氮化鉍，氮化鉻，氮化鋱，氮化鋁之至少一者。

20. 如申請專利範圍第18項之經部分製造的積體電路，其中該金屬矽氮化物包括矽氮化鈦，矽氮化鎢，矽氮化鉬，矽氮化鉍，矽氮化鉻，矽氮化鋱，矽氮化鋁之至少一者。

21. 如申請專利範圍第18項之經部分製造的積體電路，其中進一步包括一層沈積在分別包括金屬氮化物或金屬矽氮化物之該阻障層之下的金屬或金屬矽化物。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

公告本

1/4

修正
補充
828225

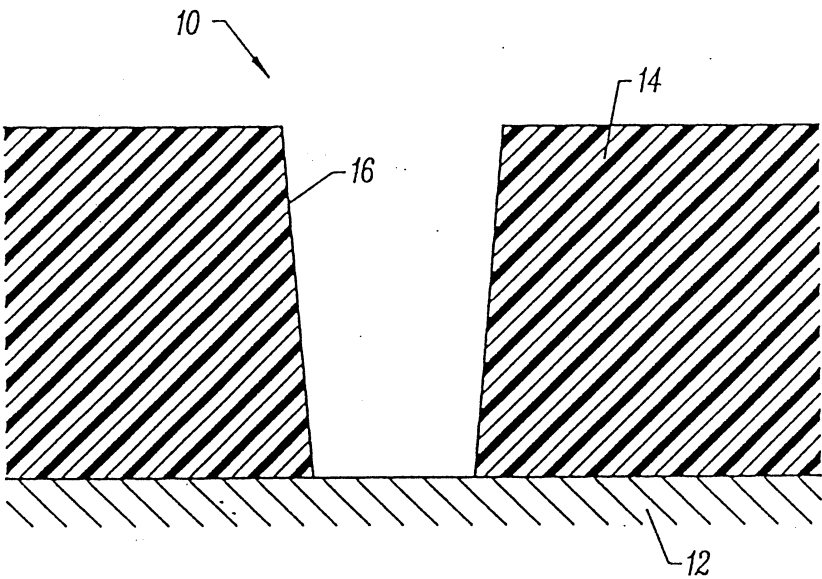


圖 1A

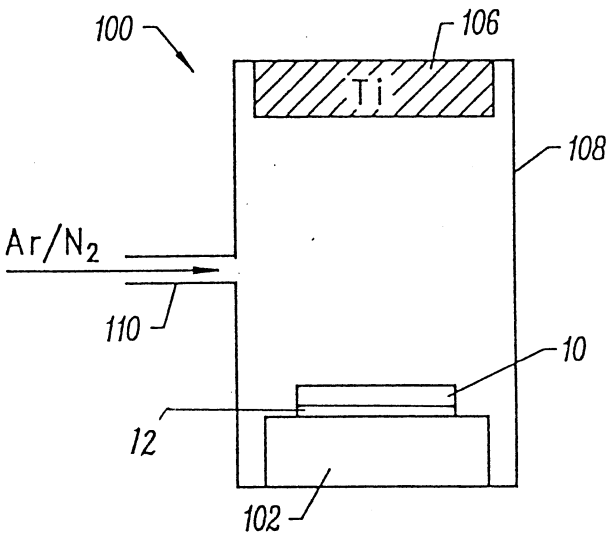


圖 1B

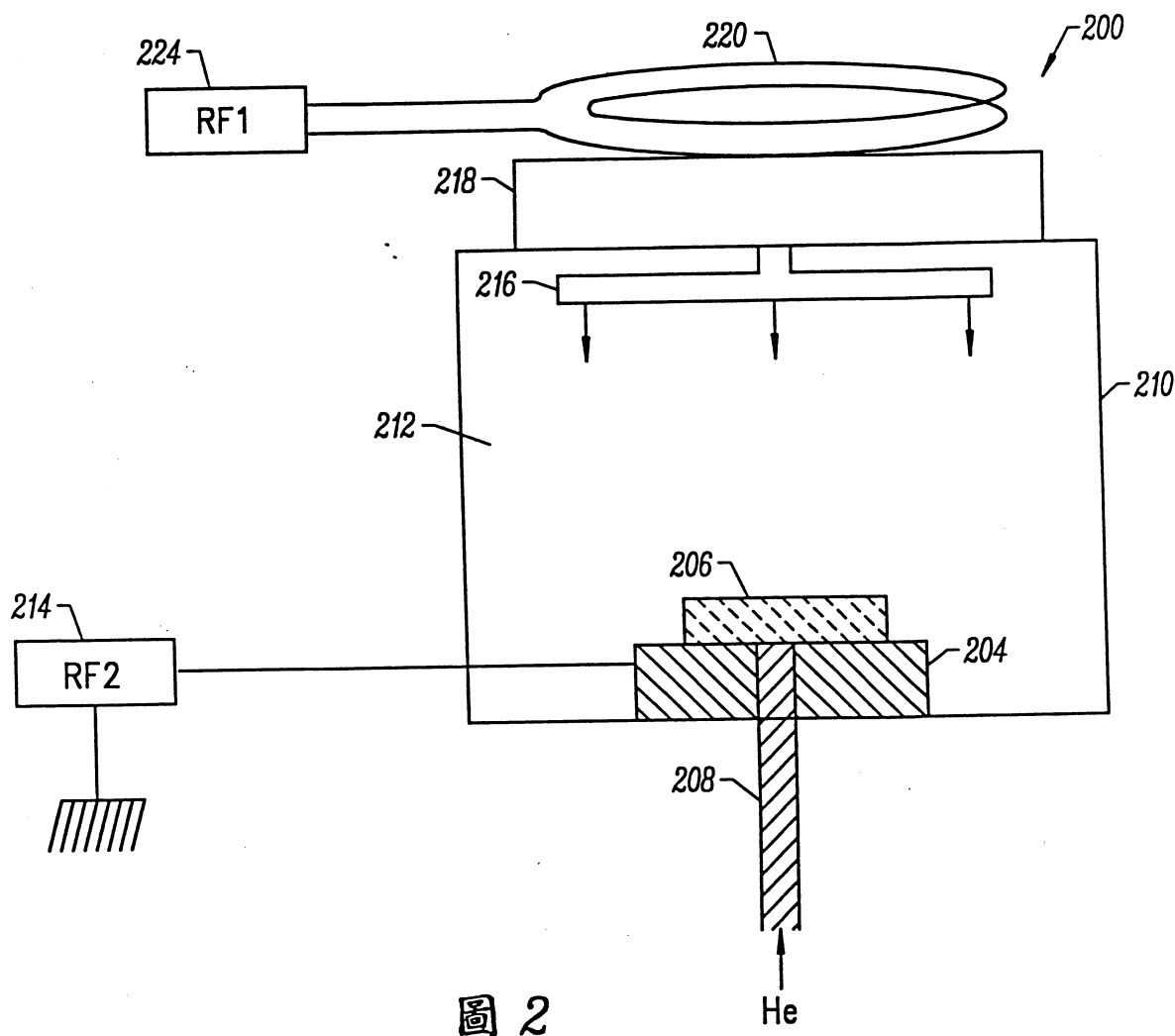


圖 2

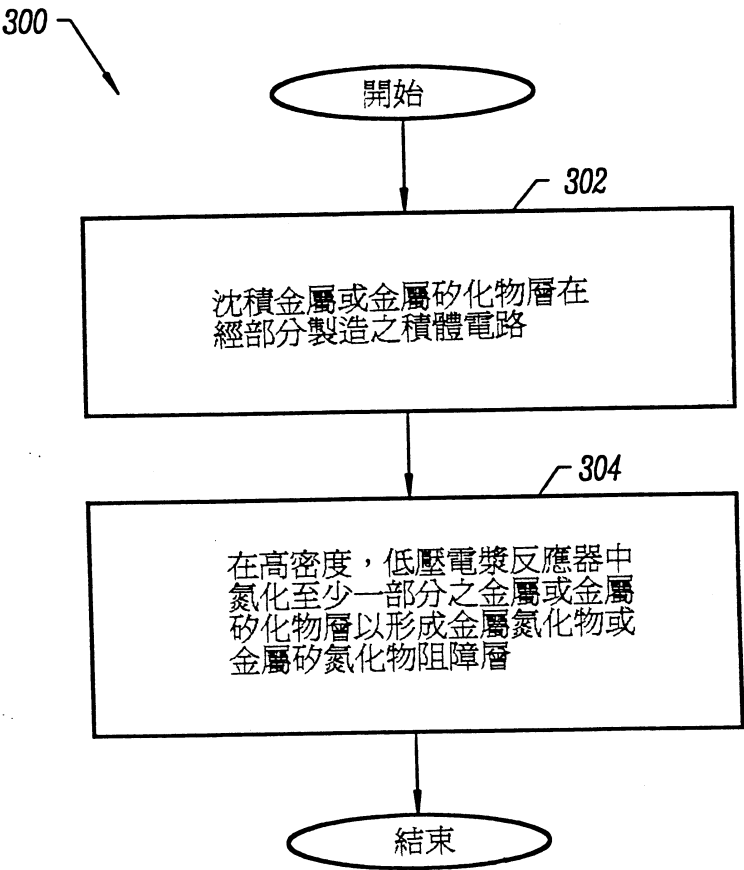


圖 3

參數	廣範圍	有利範圍	更有利範圍
壓力 (mTorr)	1-100	2-50	10-30
RF 偏壓功率 (瓦)	0-1000	0-500	10-300
溫度 (°C)	20-300	20-200	20-100
頂電極功率 (瓦)	200-3000	400-1500	500-750
N ₂ 流速 (sccm)	10-1000	20-500	50-200

圖 4