



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I803510 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：107129279

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 22 日

(51)Int. Cl.：

*C23C16/02 (2006.01)**C23C16/06 (2006.01)**C23C16/455 (2006.01)**C23C28/02 (2006.01)**H01L21/768 (2006.01)**H01L23/48 (2006.01)*

(30)優先權：2017/08/22 美國

62/548,604

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：吳智遠 WU, ZHIYUAN (CN)；蕭 萌區 TSENG, MENG CHU (US)；那克 美荷

B NAIK, MEHUL B. (US)；許 本立 SHEU, BEN-LI (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

US 2004/0241321A1

US 2006/0199372A1

US 2010/0200991A1

US 2013/0292806A1

US 2015/0262938A1

審查人員：李明達

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：2 共 23 頁

(54)名稱

用於銅互連件之晶種層

(57)摘要

本文描述用於形成具有改進的抗遷移性質的銅晶種層的方法。在一個實施方式中，方法包括以下步驟：在特徵中形成第一銅層；在特徵中的第一銅層上形成鈦層，和在特徵中的鈦層上形成第二銅層。鈦層實質上將在其下方的銅層鎖定在特徵中的適當位置中，從而防止其大量的實體遷移。

Methods for forming a copper seed layer having improved anti-migration properties are described herein. In one embodiment, a method includes forming a first copper layer in a feature, forming a ruthenium layer over the first copper layer in the feature, and forming a second copper layer on the ruthenium layer in the feature. The ruthenium layer substantially locks the copper layer there below in place in the feature, preventing substantial physical migration thereof.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 方法

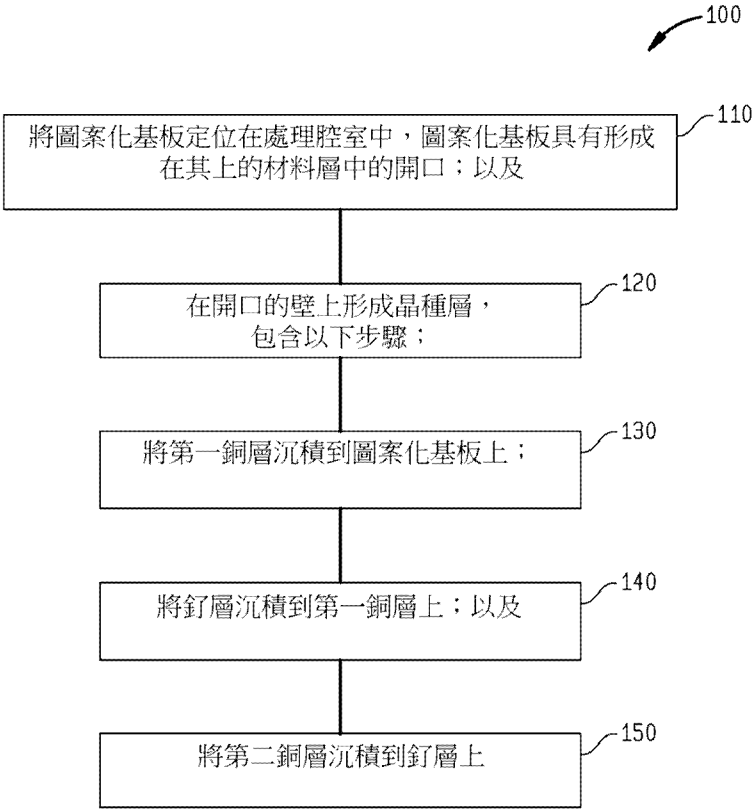
110 . . . 動作

120 . . . 動作

130 . . . 動作

140 . . . 動作

150 . . . 動作



第1圖



I803510

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於銅互連件之晶種層

【英文發明名稱】SEED LAYERS FOR COPPER INTERCONNECTS

【中文】

本文描述用於形成具有改進的抗遷移性質的銅晶種層的方法。在一個實施方式中，方法包括以下步驟：在特徵中形成第一銅層；在特徵中的第一銅層上形成釦層，和在特徵中的釦層上形成第二銅層。釦層實質上將在其下方的銅層鎖定在特徵中的適當位置中，從而防止其大量的實體遷移。

【英文】

Methods for forming a copper seed layer having improved anti-migration properties are described herein. In one embodiment, a method includes forming a first copper layer in a feature, forming a ruthenium layer over the first copper layer in the feature, and forming a second copper layer on the ruthenium layer in the feature. The ruthenium layer substantially locks the copper layer there below in place in the feature, preventing substantial physical migration thereof.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 方法

1 1 0 動作

1 2 0 動作

1 3 0 動作

1 4 0 動作

1 5 0 動作

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於銅互連件之晶種層

【英文發明名稱】SEED LAYERS FOR COPPER INTERCONNECTS

【技術領域】

【0001】 本文所述的實施方式總體涉及半導體裝置製造的領域，並且更特別地涉及形成用於銅互連件的晶種層的方法。

【先前技術】

【0002】 隨著下一代裝置的電路密度增大且電晶體尺寸繼續縮小，接線互連件的電阻和導電性開始在大部分裝置效能指標，包括功耗、電阻 - 電容 (RC) 延遲和可靠性中主導裝置效能。銅是用於先進USLI和VSLI技術中的接線互連件的一種材料，因為銅一般呈現相對低電阻率和高導電性。通常，在將塊體銅電鍍到銅晶種層上之前或在塊體銅回流到銅晶種層中之前，通過將銅晶種層沉積到形成在基板的材料表面中的開口中來形成銅互連件。

【0003】 典型地，銅晶種層攜帶所需電流用於後續的電鍍製程或用作潤濕層以促進銅回流到形成在基板的材料表面中的開口中。銅晶種層在開口的壁或基部上的覆蓋物中的間隙將導致互連結構的塊體銅材料中的不期望的孔隙。塊體銅材料中的孔隙或覆蓋間隙造成銅結構的電遷移失敗，這可能會使得所得裝置無用或能力降低。銅晶種層

覆蓋間隙的起因包括銅附聚或不連續的沉積中的一者或兩者。銅附聚在沉積的銅通過將銅從周圍區域拉走而在一些區域中聚結成更厚的覆蓋物時發生。在開口的壁上的不連續的沉積典型地是由於針對一些開口幾何形狀的銅種晶物理氣相沉積(PVD)製程所固有的陰影效應。

【0004】 沉積在銅晶種層上的導電襯裡，諸如金屬襯裡，填充開口的壁或基部上的晶種層的覆蓋物中的間隙，這減少了在後續的電鍍製程期間的塊體銅材料中的孔隙。然而，設置在銅晶種層與塊體銅層之間的導電襯裡非期望地在銅晶種層和塊體銅層之間形成介面襯裡/銅層。此介面層非期望地降低總銅線寬度，並且因此非期望地增大後續形成的銅互連件的線電阻率。

【0005】 因此，本領域中需要的是改進的銅晶種層和形成改進的銅晶種層的方法。

【發明內容】

【0006】 本公開內容大體上描述了形成釐摻雜的銅晶種層的方法。

【0007】 在一個實施方式中，提供形成互連結構的方法。方法包括以下步驟：將圖案化基板定位在第一處理腔室中，圖案化基板具有形成在其材料層中的開口；以及在開口的壁上形成晶種層。在開口的壁上形成晶種層之步驟包括：形成第一銅層；在第一銅層上形成釐層；以及在釐層上形成第二銅層。

【0008】 在另一實施方式中，形成裝置的方法包括以下步驟：在圖案化基板上沉積第一銅層，圖案化基板包括其中形成有開口的材料層和設置在材料層上的阻擋層；在第一銅層上沉積釐層；以及在釐層上沉積第二銅層。在一些實施方式中，方法進一步包括使用電沉積製程、回流間隙填充製程或以上項的組合來將銅層沉積到開口中之步驟。

【0009】 在另一實施方式中，形成銅互連件的方法包括以下步驟：將圖案化基板定位在處理腔室中，圖案化基板具有形成在其材料層中的開口；以及在開口的壁上形成晶種層。在開口的壁上形成晶種層之步驟包括：在圖案化基板上沉積第一銅層；在第一銅層上沉積釐層；以及在釐層上沉積第二銅層。沉積第一銅層之步驟包括將圖案化基板順序地暴露於包含含銅有機金屬的第一反應性前驅物和包含氫的第二反應性前驅物。沉積釐層包括將第一銅層順序地暴露於包含含釐有機金屬的第三反應性前驅物和包含氫的第四反應性前驅物。沉積第二銅層之步驟包括將釐層順序地暴露於第一反應性前驅物和第二反應性前驅物。

【0010】 在一些實施方式中，本文所述的方法進一步包括使用電沉積製程、回流間隙填充製程或以上項的組合來將銅層沉積到開口中之步驟。

【0011】 在另一實施方式中，裝置包括：基板，特徵為圖案化表面，圖案化表面具有形成在其材料層中的多個開口；和晶種層，設置在開口的壁上。在此，晶種層包括：

第一銅層；釔層，設置在第一銅層上；和第二銅層，設置在釔層上。

【圖式簡單說明】

【0012】 為了可詳細地理解本公開內容的上述特徵所用方式，上文簡要地概述的本公開內容的更特定的描述可以參考實施方式進行，實施方式中的一些示出在隨附附圖中。然而，將注意，隨附圖式僅示出了本公開內容的典型實施方式，並且因此不應視為限制本公開內容的範圍，因為本公開內容可允許其他等效實施方式。

【0013】 第1圖是根據一個實施方式的闡述形成釔摻雜的銅晶種層的方法的流程圖。

【0014】 第2A-2E圖示出了根據一個實施方式的第1圖中闡述的方法的元件。

【0015】 為了促進理解，已經儘可能地使用相同的附圖標記標示各圖共有的相同元件。將構想，一個實施方式的元件和特徵可有益地併入在其他實施方式中，不再贅述。

【實施方式】

【0016】 本公開內容的實施方式總體描述形成銅互連結構、特別地形成釔摻雜的銅晶種層的方法，釔摻雜的銅晶種層包括多個銅層和設置在銅層之間的至少一個釔層。本文所述的方法可在物理氣相沉積(PVD)處理腔室、化學氣相沉積(CVD)處理腔室、原子層沉積(ALD)

處理腔室或以上項的組合中執行。在一個實施方式中，PVD、CVD和ALD處理腔室分別是ENDURA® PVD處理腔室、PRODUCER® CVD處理腔室和OLYMPIA® ALD處理腔室，它們均可得自加利福尼亞州聖克拉拉市的應用材料公司(Applied Materials, Inc., Santa Clara, California)。

【0017】根據本文所述的方法形成的釔摻雜的晶種層使得能夠在互連開口的壁上覆蓋連續的晶種層並促進減小襯裡厚度。在本文中，釔摻雜的晶種層包括沉積在第一銅層與第二銅層之間的至少一個釔層。典型地，使用PVD製程、CVD製程或ALD製程來沉積第一銅層和第二銅層，並且使用CVD製程或ALD製程來沉積釔層。銅和釔一般彼此不可混溶，因此釔層有效地將第一層和第二層的銅釔繫在其間形成的晶界處，並如期望地將銅鎖定在特徵中的適當位置處。將銅釔繫在形成在銅層與釔層之間的晶界處防止銅層中的銅移動以形成非期望的銅附聚體。此外，使用本文所述的方法防止銅電遷移允許通過防止與其相關的裝置故障來增大電路密度且提高可靠性。

【0018】使用本文提供的實施方式抑制銅附聚的益處進一步包括使得能夠減小設置在具有其中形成有開口的介電層上的襯裡層的厚度。襯裡層的厚度減小增大了後續形成的互連件的塊體銅體積。塊體銅體積的這種增加有利地降低了開口中的線電阻。釔繫銅層有利地減弱了互連特徵開口的壁上的覆蓋間隙。減弱由銅遷移引起的覆蓋間隙

有利地減弱了或減少了在後續的電沉積或回流/間隙填充製程期間在銅互連件的塊體銅材料中形成的孔隙。有益地，鈦比其他摻雜劑(諸如鈷或錳)更慢地擴散到銅中，使得通過在晶種層中使用鈦，塊體銅層的線電阻不會被不利地影響。此外，根據所述實施方式形成的鈦摻雜的晶種層提供相對薄且連續的表面，以促進後續的銅回流/間隙填充製程。

【0019】 第1圖是根據一個實施方式的闡述形成鈦摻雜的銅晶種層的方法的流程圖。第2A-2E圖示出了第1圖中闡述的方法的元件。

【0020】 在動作110處，方法100包括將圖案化基板定位在處理腔室中之步驟。第2A圖中示出了圖案化基板200，圖案化基板包括基板201、形成在基板201上的材料層209、形成在材料層209中的一個或多個開口205，以及設置在材料層209的開口205上並襯於其中的阻擋層206。在本文中，材料層209包括一個或多個介電層，諸如第一介電層202和第二介電層204。典型地，一個或多個介電層202、204由選自由以下組成的群組中的材料形成：氧化矽、SiN、SiOC、SiC、低介電常數聚合物(諸如聚醯胺)和以上項的組合。

【0021】 在一些實施方式中，材料層209進一步包括設置在第一介電層202與第二介電層204之間的蝕刻停止層203。設置在材料層209上的阻擋層206防止銅原子從後續沉積的銅層擴散到周圍的介電層202、204中。典型

地，阻擋層206包括金屬、金屬氮化物、金屬合金或以上項的組合中的一種或多種。在一些實施方式中，阻擋層206選自由以下組成的群組：鉭、氮化鉭、鎢、鈦、鈦鎢、氮化鈦、氮化鎢、鈦銅和以上項的組合。在一些實施方式中，阻擋層包括氮化鉭。阻擋層206使用任何合適的方法沉積，諸如化學氣相沉積(CVD)、物理氣相沉積(PVD)、原子層沉積(ALD)或以上項的組合。

【0022】 在動作120處，方法100包括在阻擋層206上形成晶種層207之步驟。第2B圖示出了沉積在圖案化基板200的阻擋層206上的晶種層207。第2E圖是第2B圖的一部分的近視圖。

【0023】 在動作130處，方法100包括在圖案化基板200的阻擋層206上沉積第一銅層207a之步驟。使用原子層沉積(ALD)製程沉積在此處的第一銅層207a之步驟，包括將圖案化基板200順序地暴露於包含含銅有機金屬的第一反應性前驅物和包含含氫氣體的第二反應性前驅物以形成銅膜。含銅有機金屬氣體的示例包括雙(二乙基氨基-2-正丁氧基)銅($\text{Cu}(\text{DEAB})_2$)、雙(乙基甲基氨基-2-正丁氧基)銅、雙(二甲基氨基-2-丙氧基)銅($\text{Cu}(\text{DMAP})_2$)、雙(二甲基氨基-2-正丁氧基)銅($\text{Cu}(\text{DMAB})_2$)、雙(二甲基氨基-2-乙氧基)銅、雙(乙基甲基氨基-2-丙氧基)銅($\text{Cu}(\text{EMAP})_2$)、雙(二乙基氨基-2-乙氧基)銅、雙(乙基甲基氨基-2-甲基-2-正丁氧基)銅、雙(二甲基氨基-2-甲基-2-丙氧基)銅、雙(二乙

基氨基-2-丙氧基)銅($\text{Cu}(\text{DEAP})_2$)、雙(2-甲氧基乙氧基)銅、雙(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)銅、雙(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚烷酮亞胺)銅、雙(2-甲氧基-2-丙氧基)銅和2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮銅(TMVS)，以及以上項的組合。含氫前驅物的示例包括 H_2 、 NH_3 和以上項的組合。在一些實施方式中，使用惰性氣體，諸如氬，在第一前驅物和第二前驅物的交替暴露之間淨化處理空間。

【0024】 在一些實施方式中，在第一銅層207a的沉積期間，處理腔室維持在約1托至約30托的壓力下，並且圖案化基板維持在約50℃至約400℃的溫度下。第一反應性前驅物和第二反應性前驅物的流率對於經配置以處理300 mm直徑基板的處理腔室來說典型地是在約3000 sccm與約9000 sccm之間，並且針對不同大小的基板而適當地縮放。在一些實施方式中，處理腔室是電漿增強處理腔室，其中設置在處理腔室中的電極耦合到電漿電源。電漿電源提供約100 W至1000 W之間，諸如在13.56 MHz的頻率下約400 W，以將前驅物點燃並維持為處理電漿。在一些實施方式中，第一銅層207a具有大於約99%的銅純度。在其他實施方式中，使用物理氣相沉積(PVD)或化學氣相沉積(CVD)製程來沉積第一銅層。例如，在一個實施方式中，使用PVD製程沉積第一銅層207a，其中靶是純銅靶或銅合金靶，諸如包含在約0.1%與約3% Al之間的Cu-Al靶或包含約0.1%至約3% Mn

的 Cu-Mn 靶。在該實施方式中，靶耦合到在約 20 kW 與約 40 kW 之間的 DC 功率，並且基板耦合到在約 50 W 與約 1500 W 之間的 AC 偏置功率。在另一實施方式中，使用 CVD 或 PVD 製程沉積第一銅層 207a。

【0025】 在動作 140 處，方法 100 包括在第一銅層 207a 上沉積鈦層 207b 之步驟。在此，在與用於沉積第一銅層 207a 相同的處理腔室中沉積鈦層 207b。典型地，在沉積第一銅層 207a 和沉積鈦層之間，使用惰性氣體（諸如氬）淨化處理腔室。在一些實施方式中，使用 ALD 製程沉積鈦層 207b 之步驟，包括交替地將其上沉積有第一銅層 207a 的圖案化基板 200 順序地暴露於包含含鈦有機金屬的第三反應性前驅物，並然後是包含氫（諸如氫氣）的第四反應性前驅物。含鈦有機金屬化合物的示例包括甲基-環己二鈦三羰基環己二胺、三羰基鈦、丁二烯三羰基鈦、二甲基丁二烯三羰基鈦、具有 $Ru(CO)_3$ 的改性二胺和以上項的組合。

【0026】 典型地，在鈦層 207b 的沉積期間，處理腔室維持在約 1 托至約 50 托的壓力下，並且圖案化基板維持在約 100 °C 至約 400 °C 的溫度下。第三反應性前驅物和第四反應性前驅物的流率對於經配置以處理 300 mm 直徑基板的 ALD 處理腔室來說在約 3000 sccm 與約 9000 sccm 之間，並且針對不同大小的基板而適當地縮放。在一些實施方式中，設置在處理腔室中的電極耦合到電漿電源，電漿電源提供約 100 W 和 1000 W 之間，例如在

13.56 MHz 的頻率下約 400 W，其點燃並維持設置在其中的前驅物氣體的處理電漿。在一些實施方式中，使用惰性氣體，諸如氬，在第三前驅物和第四前驅物的交替暴露之間淨化處理空間。在其他實施方式中，使用 CVD 製程沉積和 / 或在與用於形成第一銅層 207a 的處理腔室不同的處理腔室中沉積鈣層 207b。在其他實施方式中，使用 PVD 製程沉積鈣層 207b。

【0027】 在動作 150 處，方法 100 包括在鈣層 207b 上沉積第二銅層 207c 之步驟。在一些實施方式中，將第二銅層 207c 沉積在一處理腔室中，所述處理腔室與用於在動作 130 處形成第一銅層 207a 並且在動作 140 處形成鈣層 207b 的處理腔室相同。在一些實施方式中，使用與用於在動作 130 處形成第一銅層 207a 相同的製程沉積第二銅層 207c。典型地，在沉積鈣層 207b 與第二銅層 207c 之間，用惰性氣體（諸如氬）來淨化 ALD 處理腔室。在其他實施方式中，使用 PVD 製程或 CVD 製程在與用於形成第一銅層 207a 和 / 或鈣層 207b 的腔室不同的腔室中沉積第二銅層 207c。在一些實施方式中，用於形成阻擋層 206、銅層 207a、207c 和 / 或鈣層 207b 的處理腔室通過維持在次大氣壓下的傳送腔室在真空或受控環境下連接在一起以防止沉積層在其上形成後續層之前表面氧化。

【0028】 在本文中，阻擋層 206 具有第一厚度 $T(1)$ ，第一厚度 $T(1)$ 在約 0.5 nm 與約 20 nm 之間，諸如在約 1 nm 與約 5 nm 之間，例如約 2 nm。第一銅層 207a 具有第

二厚度 $T(2)$ ，第二厚度 $T(2)$ 在約 0.5 nm 與約 20 nm 之間，諸如在約 0.5 nm 與約 10 nm 之間，諸如在約 0.5 nm 與約 5 nm 之間，例如約 4 nm 。鈎層 $207b$ 具有第三厚度 $T(3)$ ，第三厚度 $T(3)$ 在約 1 Å 與約 20 Å 之間，諸如在約 1 Å 與約 15 Å 之間，諸如在約 1 Å 與約 10 Å 之間。第二銅層 $207c$ 具有第四厚度 $T(4)$ ，第四厚度 $T(4)$ 在約 0.5 nm 與約 200 nm 之間，諸如在約 1 nm 與約 20 nm 之間，或在約 1 nm 與約 5 nm 之間，例如約 2 nm 。典型地，晶種層 207 中的銅與鈎的比率在約 $99.9:1$ 與約 $4:1$ 之間，其中相應的銅層和鈎層 $207a$ 、 $207b$ 和 $207c$ 的厚度 $T(2)$ 、 $T(3)$ 和 $T(4)$ 經調整以增大或減小晶種層中的鈎的濃度。

【0029】 在一些實施方式中，形成晶種層 207 之步驟包括在沉積第二且最終的銅層 $207c$ 之前順序地沉積多個第一銅層 $207a$ 和鈎層 $207b$ 。

【0030】 第 $2D$ 和 $2E$ 圖進一步示出了銅互連件的形成。第 $2D$ 圖示出了使用電鍍製程或銅回流/間隙填充製程（例如，熱輔助的回流製程）沉積在晶種層上的塊體銅層 208 。然後，使用塊體膜去除製程（諸如化學機械平坦化（CMP））從基板的表面去除塊體銅層 208 ，以形成銅互連結構，諸如第 $2D$ 圖中所示的互連結構。

【0031】 本文所述的方法的益處包括在晶種層的形成期間抑制銅附聚，減少其連續的覆蓋所需的最小晶種層厚度，改進較薄的晶種層的回流填充，以及改進在其上形成

的銅互連件的線和/或通孔電阻。此外，除了抑制銅附聚之外，本文的實施方式的益處包括抑制銅電遷移，其通過防止與之相關的裝置故障而允許增大電路密度和改進可靠性和/或使用壽命。

【0032】 儘管前述內容涉及本公開內容的實施方式，但是也可在不脫離本公開內容的基本範圍的情況下設計本公開內容的其他和進一步實施方式，並且本公開內容的範圍是由隨附的申請專利範圍確定。

【符號說明】

【0033】

- 100 方法
- 110 動作
- 120 動作
- 130 動作
- 140 動作
- 150 動作
- 200 圖案化基板
- 201 基板
- 202 第一介電層
- 203 蝕刻停止層
- 204 第二介電層
- 205 開口
- 206 阻擋層

2 0 7 晶 種 層
2 0 7 a 第 一 銅 層
2 0 7 b 釘 層
2 0 7 c 第 二 銅 層
2 0 8 塊 體 銅 層
2 0 9 材 料 層

【生物材料寄存】

【 0 0 3 4 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 3 5 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種形成一互連結構的方法，包含以下步驟：

將一基板定位在一第一處理腔室中，該基板包含一圖案化表面，該圖案化表面具有形成在其一材料層中的開口；

於該第一處理腔室中，沉積一氮化鉭層於該材料層上以襯於該等開口中；

將該基板定位在一第二處理腔室中；以及

在不將該基板移出該第二處理腔室的情況下，於該氮化鉭層上形成一晶種層，包含以下步驟：

交替地將該基板順序地暴露於一第一反應性前驅物及一第二反應性前驅物，以形成一第一銅層，該第一反應性前驅物包含一含銅有機金屬，該第二反應性前驅物包含氫；

交替地將該基板順序地暴露於一第三反應性前驅物及一第四反應性前驅物，以在該第一銅層上形成一鈦層，該第三反應性前驅物包含一含鈦有機金屬，該第四反應性前驅物包含氫；以及

交替地將該基板順序地暴露於該第一反應性前驅物及該第二反應性前驅物，以在該鈦層上形成一第二銅層，

其中該第一處理腔室與該第二處理腔室係透過一傳

送腔室連接在一起，該第一銅層具有在 0.5 nm 與 5 nm 之間的一第一厚度，該鈎層具有在 1 埃與 10 埃之間的一第二厚度，該第二銅層具有在 1 nm 與 20 nm 之間的一第三厚度，且該氮化鈮層具有在 1 nm 與 5 nm 之間的一第四厚度。

【第2項】如請求項 1 所述的方法，進一步包含在形成該第二銅層之前，順序地形成複數個交替的第一銅層及鈎層。

【第3項】一種形成一互連結構的方法，包含以下步驟：

將一基板定位在一第一處理腔室中，該基板包含一圖案化表面，該圖案化表面具有形成在其一材料層中的開口；

於該第一處理腔室中，沉積一氮化鈮層於該材料層上以襯於該等開口中，其中該氮化鈮層係沉積為在 1 nm 與 5 nm 之間的一第一厚度；

將該基板定位在一第二處理腔室中；

在不將該基板移出該第二處理腔室的情況下，於該氮化鈮層上形成一晶種層，包含以下步驟：

(a)藉由交替地將經圖案化之該基板順序地暴露於一第一反應性前驅物及一第二反應性前驅物，在該基板上沉積一第一銅層，該第一反應性前驅物包含一含銅有機金屬，該第二反應性前驅物包含氫，其中

該第一銅層係沉積為在 0.5 nm 與 20 nm 之間的一第二厚度；

(b) 藉由交替地將該基板順序地暴露於一第三反應性前驅物及一第四反應性前驅物，在該第一銅層上沉積一鈎層，該第三反應性前驅物包含一含鈎有機金屬，該第四反應性前驅物包含氫，其中該鈎層係沉積為在 1 埃與 10 埃之間的一第三厚度；以及

(c) 重複步驟 (a) 及 (b)；以及

在該晶種層上沉積一第二銅層，其中該第二銅層係沉積為在 1 nm 與 20 nm 之間的一第四厚度，其中該第一處理腔室與該第二處理腔室係透過一傳送腔室連接在一起。

【第4項】 如請求項 3 所述的方法，其中該材料層包含一介電層。

【第5項】 如請求項 3 所述的方法，其中沉積該第二銅層之步驟包含將該圖案化基板順序地暴露於包含一含銅有機金屬的一第一反應性前驅物和包含氫的一第二反應性前驅物。

【第6項】 如請求項 3 所述的方法，其中沉積該第二銅層之步驟包含一 PVD 製程，並且其中沉積該鈎層之步驟包含將該圖案化基板順序地暴露於包含一含鈎有機金屬的一第一反應性前驅物和包含氫的一第二反應性

前驅物。

【第7項】 一種形成一互連結構的方法，包含以下步驟：

將一基板定位在一第一處理腔室中，該基板包含一圖案化表面，該圖案化表面具有形成在其一材料層中的開口；

於該第一處理腔室中，沉積一氮化鉬層於該材料層上以襯於該等開口中；

將該基板定位在一第二處理腔室中；

於該氮化鉬層上形成一晶種層，包含以下步驟：

順序地形成複數個交替的第一銅層及鈦層；及

於該複數個交替的第一銅層及鈦層之中的一個鈦層上形成一第二銅層，其中

該等第一銅層、該等鈦層與該第二銅層係在不將該基板移出該第一處理腔室的情況下，在該第一處理腔室中順序地沉積，

形成該等第一銅層與形成該第二銅層的步驟包含交替地將該基板順序地暴露於一第一反應性前驅物及一第二反應性前驅物，該第一反應性前驅物包含一含銅有機金屬，該第二反應性前驅物包含氫，且

形成該鈦層的步驟包含交替地將該基板順序地暴露於一第三反應性前驅物及一第四反應性前驅物，該第三反應性前驅物包含一含鈦有機金屬，該第四反

應性前驅物包含氫。

【第8項】 如請求項 7 所述的方法，其中

該氮化鉬層具有在 1 nm 與 5 nm 之間的一第一厚度；

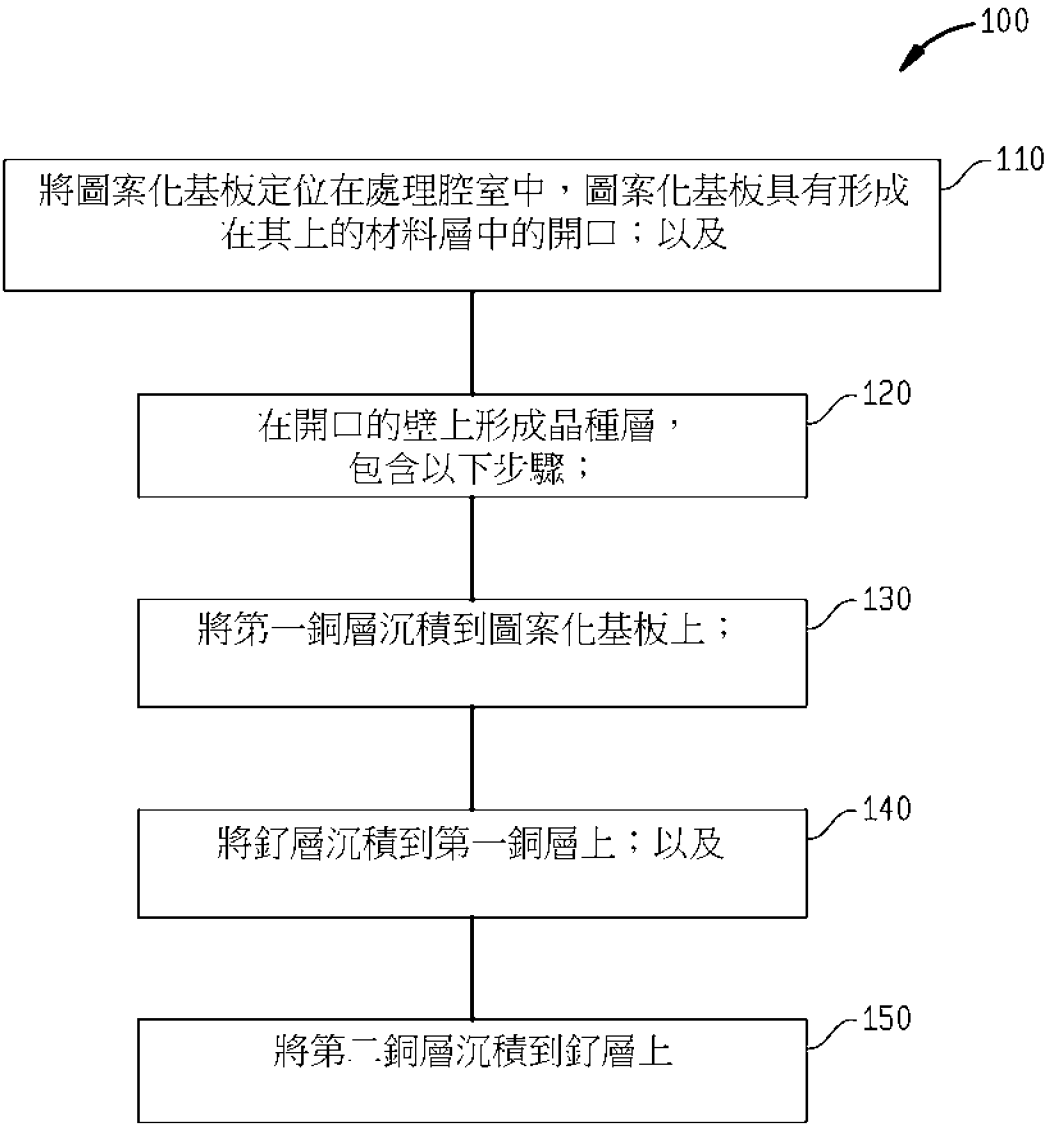
該等第一銅層之一或更多者係沉積為在 0.5 nm 與 5 nm 之間的一第二厚度；

該等鈳層之一或更多者係沉積為在 1 埃與 10 埃之間的一第三厚度；且

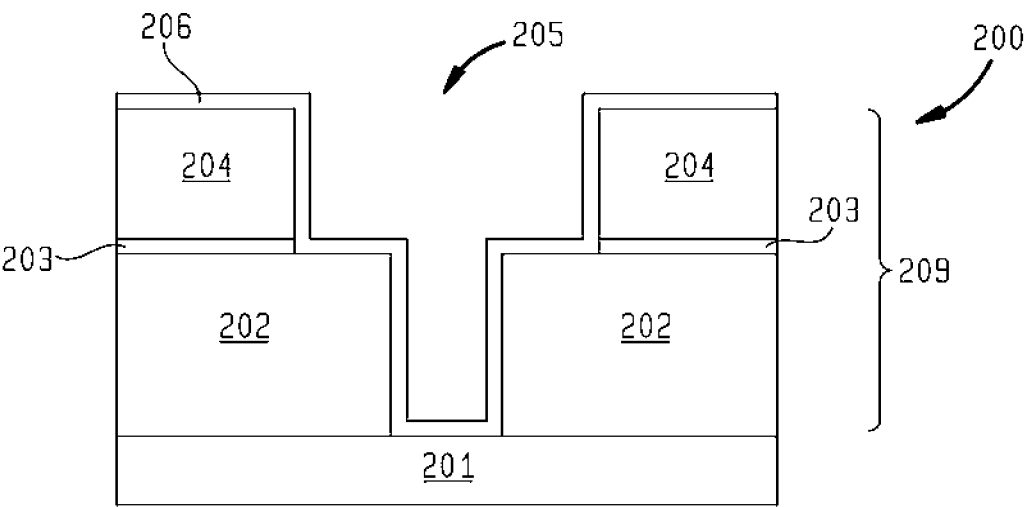
該第二銅層係沉積為在 1 nm 與 20 nm 之間的一第四厚度。

【第9項】 如請求項 7 所述的方法，其中該第一處理腔室與該第二處理腔室係透過一傳送腔室連接在一起。

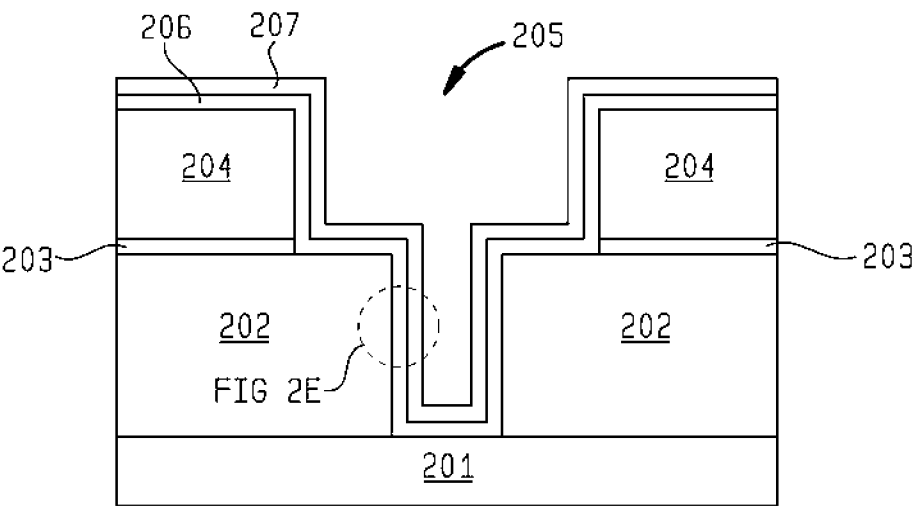
【發明圖式】



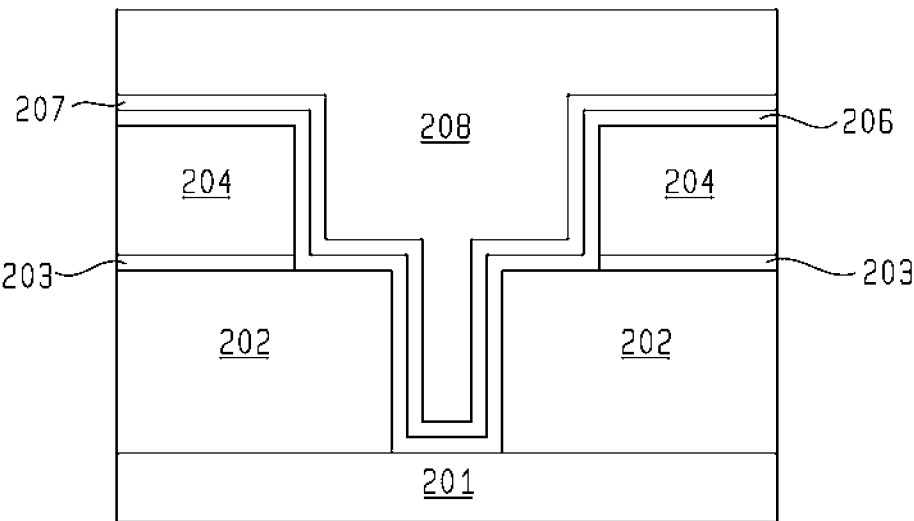
第1圖



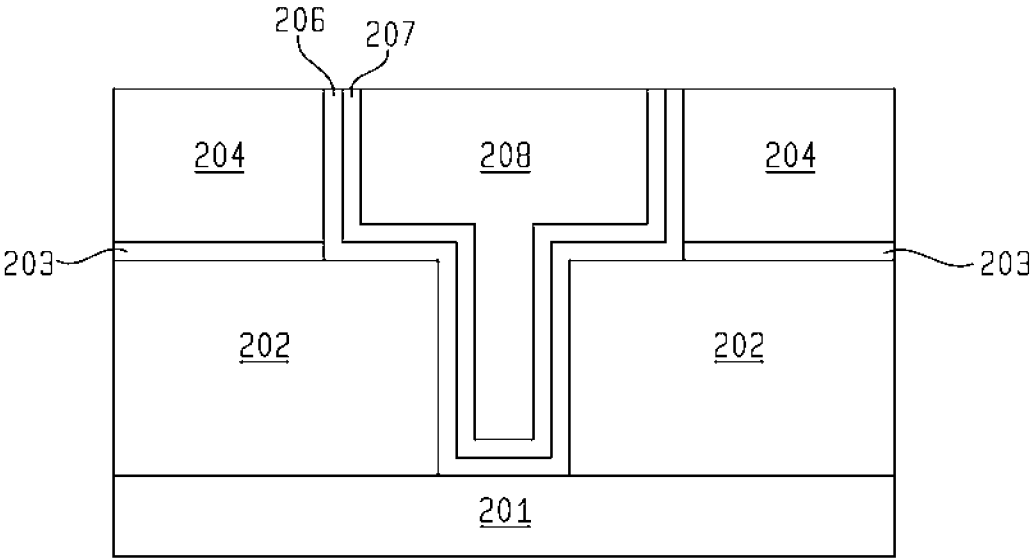
第2A圖



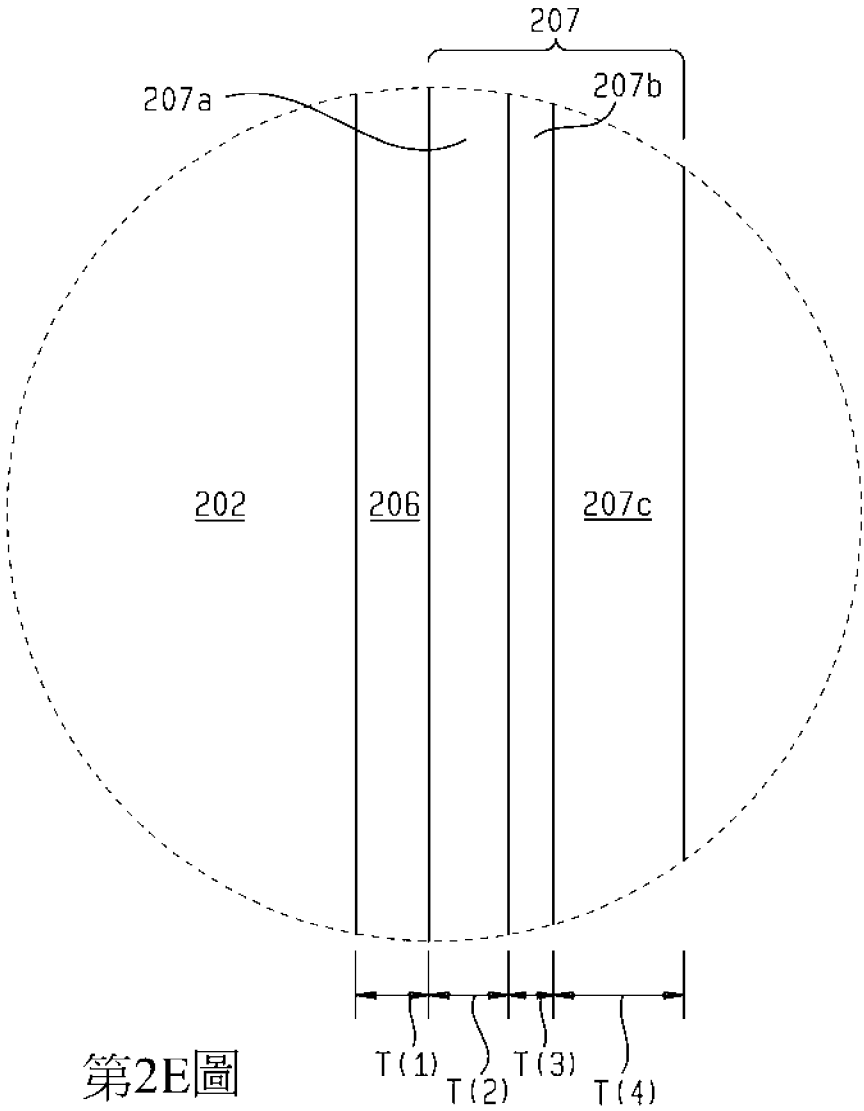
第2B圖



第2C圖



第2D圖



第2E圖