



(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 I733850 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 07 月 21 日

(21) 申請案號：106122764

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 07 日

(51) Int. Cl. : **H01L21/768 (2006.01)**

(30) 優先權：2016/07/27 美國 62/367,606

(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：安瑟斯 傑佛瑞 W ANTHIS, JEFFREY W. (US) ; 湯普森 大衛 THOMPSON,
DAVID (CA)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

US 2009/0191687A1

US 2012/0009802A1

US 2014/0046475A1

審查人員：林士淵

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：2 共 23 頁

(54) 名稱

使用沉積/蝕刻技術之無接縫溝道填充

(57) 摘要

多種用於填充基材表面上之特徵的方法，包括：將正形氮化物膜沉積在該基材表面上及該表面上的至少一個特徵上；氧化該氮化物膜的一部分，以在該氮化物膜之頂部上形成不對稱的氧化物膜；以及從該氮化物膜蝕刻該氧化物膜，而在該至少一個特徵中留下 v 形的氮化物膜。

Methods for filing a feature on a substrate surface comprising depositing a conformal nitride film on the substrate surface and at least one feature on the surface, oxidizing a portion of the nitride film to form an asymmetric oxide film on top of the nitride film and etching the oxide film from the nitride film to leave a v-shaped nitride film in the at least one feature.

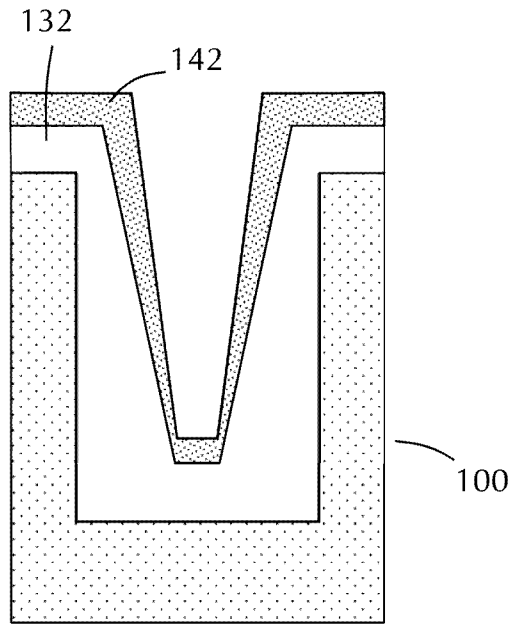
指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 基材

132 . . . 氮化物膜

142 . . . 氧化物膜



第2H圖



申請日：

IPC分類：

I733850

【發明摘要】

【中文發明名稱】使用沉積/蝕刻技術之無接縫溝道填充

【英文發明名稱】SEAMLESS TRENCH FILL USING DEPOSITION/ETCH

TECHNIQUES

【中文】

多種用於填充基材表面上之特徵的方法，包括：將正形氮化物膜沉積在該基材表面上及該表面上的至少一個特徵上；氧化該氮化物膜的一部分，以在該氮化物膜之頂部上形成不對稱的氧化物膜；以及從該氮化物膜蝕刻該氧化物膜，而在該至少一個特徵中留下v形的氮化物膜。

【英文】

Methods for filing a feature on a substrate surface comprising depositing a conformal nitride film on the substrate surface and at least one feature on the surface, oxidizing a portion of the nitride film to form an asymmetric oxide film on top of the nitride film and etching the oxide film from the nitride film to leave a v-shaped nitride film in the at least one feature.

【指定代表圖】第(2H)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 基材

1 3 2 氮化物膜

1 4 2 氧化物膜

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】使用沉積/蝕刻技術之無接縫溝道填充

【英文發明名稱】SEAMLESS TRENCH FILL USING DEPOSITION/ETCH
TECHNIQUES

【技術領域】

【0001】 本案揭露內容大體上關於沉積薄膜之方法。尤其，本案揭露內容關於用於以氮化物膜填充窄溝道的製程。

【先前技術】

【0002】 微電子元件製造中，對許多應用而言，需要無孔隙（void）地填充深寬比（AR）大於10:1的窄溝道。一種應用是用於淺溝道隔離（STI）。對於此應用而言，膜需要在整個溝道具有高品質（具有例如低於2的濕蝕刻速率比）及非常低的洩漏。隨著結構的尺寸減少及深寬比增加，剛沉積的可流動膜的後固化方法變得困難。造成在整個填充的溝道中膜的組成有所差異。

【0003】 介電膜的習知電漿增強化學氣相沉積（PECVD）在窄溝道頂部上形成「蘑菇形」的膜。這是由於電漿無法穿入深溝道而造成。此舉造成從頂部「夾止（pinch off）」窄溝道，而在溝道底部形成孔隙。

【0004】 有許多應用要求填充縫隙而不留下接縫（seam）的技術。由底而上的縫隙填充要求化學條件有非常高的選擇性。退火而移除接縫可能需要高於熱預算的溫度。

【0005】 因此，此技術中需要多種方法填充縫隙而不留下接縫。

【發明內容】

【0006】 本案揭露內容之一或多個實施例是針對多種處理方法，該等處理方法包括提供基材表面，該基材表面上具有至少一個特徵。該至少一個特徵從該基材表面延伸一深度至底部表面，且具有由第一側壁與第二側壁界定的寬度。正形（conformal）氮化物膜沉積在基材表面上及該至少一個特徵上。該氮化物膜的一部分受到氧化而在該氮化物膜的頂部上形成不對稱的氧化物膜。從該氮化物膜蝕刻該氧化物膜，而在該至少一個特徵中留下v形的氮化物膜。

【0007】 本案揭露內容之另外的實施例是針對多種處理方法，該等處理方法包括提供基材表面，該基材表面上具有至少一個特徵。該至少一個特徵從該基材表面延伸一深度至底部表面，且具有由第一側壁與第二側壁界定的寬度。正形氮化鈦膜沉積在基材表面上及該至少一個特徵上。該氮化鈦膜的一部分受到氧化而在該氮化鈦膜的頂部上形成不對稱的氧化鈦膜。從該氮化鈦膜蝕刻該氧化鈦膜，而在該至少一個特徵中留下v形的氮化鈦膜。

【0008】 本案揭露內容之進一步實施例針對多種處理方法，該等處理方法包括：（a）提供基材表面，該基材表面上具有至少一個特徵，該至少一個特徵從該基材表面延伸一深度至底部表面，該至少一個特徵具有由第一側壁

與第二側壁界定的寬度；(b) 透過將該基材表面依序暴露至鈦前驅物與反應物，而將正形氮化鈦膜沉積在該基材表面上及該至少一個特徵上，該鈦前驅物包括包括四(二甲胺基)鈦或氯化鈦之一或多者，該反應物包括氮電漿；(c) 透過將該氮化鈦膜暴露至氧化劑而氧化該氮化鈦膜的一部分，以在該氮化鈦膜的頂部上形成不對稱的氧化鈦膜，該氧化劑包括臭氧、聯胺、或氧電漿之一或多者；(d) 透過將該氧化鈦膜暴露至金屬鹵化物，而從該氮化鈦膜蝕刻該氧化鈦膜，以在該至少一個特徵中留下v形的氮化鈦膜，該金屬鹵化物包括氯化銱、氟化銱、氟化鎢或氯化鎢之一或多者；及(e) 重複(b)至(d)以實質上無接縫地填充該至少一個特徵。

【圖式簡單說明】

【0009】 透過參考其中一些在附圖中說明的實施例，可得到上文簡要總結的本發明之更特定的描述，而能夠詳細了解本發明之上文所記載之特徵。然而，注意附圖所說明的僅為本發明之典型實施型態，故不應被視為限制本發明之範疇，因本發明可容許其他等效實施例。

【0010】 第1圖顯示根據本案揭露內容之一或多個實施例的基材特徵的剖面視圖；以及

【0011】 第2A圖至第2J圖顯示根據本案揭露內容之一或多個實施例的基材特徵與沉積/氧化/蝕刻膜的剖面視圖。

【實施方式】

【0012】 在描述本發明的數個示範性實施例之前，應了解本發明不限於下文的敘述中提出的構造或製程步驟之細節。本發明能夠有其他的實施例且能夠以各種方式實行或執行。

【0013】 如本文所用的「基材」是指製造製程期間上面執行膜處理的任何基材或是基材上所形成的材料表面。例如，上面可執行處理的基材表面包括諸如下述之材料：矽、氧化矽、應變矽、絕緣體上覆矽（SOI）、碳摻雜氧化矽、非晶矽、摻雜矽、鍺、砷化鎵、玻璃、藍寶石、及任何其他材料，諸如金屬、金屬氮化物、金屬合金、及其他導電材料，這取決於應用。基材包括（非限於）半導體晶圓。基材可暴露至前處理製程，以研磨、蝕刻、還原、氧化、羥化、退火、UV固化、電子束固化、及/或烘烤基材表面。除了直接在基材本身之表面上的膜處理之外，在本發明中，也可在下文更詳細揭露的基材上所形成的下層（underlayer）上執行所揭露的膜處理步驟之任一者，且希望「基材表面」之用語包括如上下文所指的此類下層。因此，舉例而言，當膜/層或部分膜/層已沉積至基材表面上時，新沉積的膜/層之暴露表面變成基材表面。

【0014】 本案揭露內容之實施例提供無接縫地以氮化物（例如氮化鈦）填充溝道的方法，該方法使用原子層沉積（ALD）製程，之後是假（pseudo）原子層蝕刻技術，且進行重複循環。本案揭露內容之實施例提供在小尺寸的高深寬比（AR）結構中沉積縫隙填充膜的方法。一些實

施例有利地提供涉及循環式沉積 - 氧化 - 蝕刻製程的方法，該方法可在群集工具環境中執行或是在多區段批次處理腔室（例如，空間式ALD反應器）。一些實施例有利地提供無接縫高品質鈦膜以填滿小尺寸的高AR溝道。一些實施例有利地提供方法以不對稱地處理及蝕刻正形沉積的膜。

【0015】 為了說明，描述用於縫隙填充應用上的氮化物膜沉積。然而，熟習此技藝者會了解，所述之前驅物與方法不限於縫隙填充應用，且可用於其他膜。第1圖顯示有特徵110的基材100的部分剖面視圖。該等圖顯示具有單一特徵之基材以為了說明所用；然而，熟習此技藝者會了解可有超過一個特徵。特徵110的形狀可為任何適合的形狀，包括但不限於溝道與圓筒狀介層窗（via）。在這方面所用之「特徵」之用語意味任何刻意的表面不規則。特徵的適合範例包括（但不限於）溝道及介層窗，該溝道具有頂部、兩個側壁以及底部，該介層窗具有大體上圓筒形的側壁。特徵可具有任何適合的深寬比（特徵深度對特徵寬度的比）。一些實施例中，深寬比大於或等於約5:1、10:1、15:1、20:1、25:1、30:1、35:1、或40:1。

【0016】 基材100具有基材表面120。至少一個特徵110形成位在基材表面120中的開口。特徵110從基材表面120延伸深度D而到底部表面112。特徵110具有界定特徵110之寬度W的第一側壁114與第二側壁116。側壁及底部形成的開放區域也稱為縫隙。

【0017】 本案揭露內容之一或多個實施例是針對其中提供上面有至少一個特徵的基材表面的處理方法。在這方面所用之「提供」之用語意味該基材放置於一位置或環境以供進一步處理。

【0018】 一些實施例中，可使用ALD法（TDMAT/TiCl₄及NH₃）將薄的正形TiN膜沉積於特徵中。之後可用氧化劑處理該特徵，以非均勻的方式生成TiO_x。相較於在底部處，該處理在水平表面上較強烈，且在垂直表面之頂部處較強烈。之後可用金屬鹵化物（MX）蝕刻氧化的表面，該金屬鹵化物可選擇性蝕刻金屬氧化物而不蝕刻金屬、金屬氮化物、矽、或以矽為基礎的介電質。蝕刻之後，所得的TiN特徵的側壁在底部處會比在頂部處更厚，而產生v形。可重複這些步驟以填充溝道而不留下接縫。接縫是形成在特徵中而於特徵110之側壁之間（但不必然在特徵110之中間）的開口或縫隙。在這方面所用之「實質上無接縫」之用語意味側壁之間於膜中形成之任何縫隙小於該側壁之截面積的約1%。

【0019】 第2A圖至第2J圖說明根據本案揭露內容之一或多個實施例的處理方法。在第2A圖中，正形氮化物膜130沉積在基材表面120上位於至少一個特徵110處。以此方式所使用之「正形」之用語意味特徵之側壁處的膜厚度相對於特徵頂部處的膜厚度大於或等於約85%，或者大於或等於約90%，或者大於或等於約95%，或者大於或等於約96%，或者大於或等於約97%。

【0020】可透過形成正形膜的任何適合的技術沉積氮化物膜130。一些實施例中，正形氮化物膜130是透過原子層沉積（ALD）製程沉積或形成。一些實施例中，ALD製程是電漿增強ALD（PEALD）製程。

【0021】一些實施例之氮化物膜130包括氮化鈦。一或多個實施例中，氮化物膜130基本上由氮化鈦組成。以此方式所用之「基本上由……組成」之用語意味該膜具有大於或等於約85%的鈦原子及氮原子。一些實施例的氮化物膜130包括矽、鋳、鉭、鋳、鉛、或鎢之一或多者。一些實施例中，氮化物膜130基本上由氮化矽、氮化鋳、氮化鉭、氮化鋳、氮化鉛、或氮化鎢組成。

【0022】ALD製程中，氮化物膜130以依序的方式暴露至金屬前驅物與氮反應物。以此方式使用之「依序」之用語意味依照順序，且可包括依照順序重複暴露。在沉積氮化鈦膜的製程中，基材表面依序暴露至鈦前驅物與氮反應物。

【0023】一些實施例的鈦前驅物包括通式為 $Ti(NR_2)_4$ 的化合物，其中每一R獨立地為C1至C6之烷基或三甲矽烷基。一些實施例中，鈦前驅物包括四（二甲胺基）鈦（TDMAT）或氮化鈦（ $TiCl_4$ ）之一或多者。一些實施例中，鈦前驅物包括TDMAT與氮化鈦之混合物。一些實施例中，鈦前驅物基本上由TDMAT、氮化鈦、或TDMAT與氮化鈦之混合物組成。以此方式所用之「基本上由……組成」之用語意味該反應性鈦物種在重量基礎

上大於或等於約85%。可用惰性物種（例如氬）稀釋該前驅物。

【0024】 氮反應物可以是能夠在基材表面上與金屬物種反應而形成氮化物的任何適合的物種。一些實施例中，氮反應物包括下述之一或多者：氧、臭氧、聯胺、 NO_2 、上述物質之電漿、或上述物質之組合。一或多個實施例中，氮反應物包括氮。一些實施例中，氮反應物基本上由氮組成。以此方式所使用之「基本上由……組成」之用語意味該氮反應物之反應性物種在重量百分比基礎上包括大於或等於約85%的氮。一些實施例中，可用惰性物種（例如氬）稀釋該氮。

【0025】 一或多個實施例中，氮反應物包括氮化電漿，例如氮之電漿。可在處理腔室內生成或點燃該電漿（例如直接電漿），或是可在處理腔室外生成該電漿且使該電漿流進該處理腔室（例如遠端電漿）。

【0026】 如第2B圖中所示，沉積氮化物膜130之後，在該氮化物膜130之頂部上形成不對稱的氧化物層140。該不對稱的氧化物層140在接近側壁之頂部147處比在側壁之底部148處厚。可藉由任何適合的非正形技術在氮化物膜130之頂部上形成氧化物膜140。以此方式所使用之「在……之頂部上形成」意味該膜沉積至既存的膜上或是由該既存的膜所製成。例如，氮化物膜之頂部可轉換成氧化物膜，使得則在轉換的氧化物膜下方留有氮化物膜的一部分。

【0027】 一些實施例中，氧化該氮化物膜130之該部分包括將該氮化物膜130暴露至臭氧、聯胺、及氧電漿之一或多者。一或多個實施例中，氮化物膜130暴露至氧電漿而將該氮化物膜130之一部分轉換成氧化物膜140。

【0028】 從氮化物膜130蝕刻氧化物膜140，而於至少一個特徵中留下v形氮化物膜131。以此方式所使用之「v形」之用語意味膜的側邊在頂部處相對於底部處向外歪斜。v形的膜可具有平坦底部，類似第2B中所示，或者該v形的膜會聚到一點（come to a point），類似第2J圖中所示。第2C圖顯示蝕刻氧化物膜140之後所得的v形氮化物膜131。

【0029】 可透過任何適合的技術蝕刻氧化物膜140。一些實施例中，蝕刻氧化物膜140包括將該氧化物膜140暴露至金屬鹵化物。適合的金屬鹵化物包括（但不限於）氯化鋰、氟化鋰、氟化鎢或氯化鎢。一些實施例中，金屬鹵化物是氯化鋰、氟化鋰、氟化鎢或氯化鎢之一或多者。

【0030】 可依序重複沉積、氧化、與蝕刻製程而填充特徵。第2D圖顯示第2C圖之蝕刻後膜上沉積的氮化物膜131，而形成有組合厚度的氮化物膜131，該組合厚度比沉積前的厚度大。可以不對稱的方式使氮化物膜131之一部分氧化，如第2E圖中所示。可從第2E圖中看見，氧化物膜141是v形，且氧化物膜141之側邊具有比先前的氮化物膜131更為陡峭的斜率。蝕刻氧化物膜141造成斜率更為陡峭的氮化物膜131，如第2F圖所示。第2F圖中的

氮化物膜 131 具有比第 2C 圖中的氮化物膜更為陡峭的斜率。第 2G 圖至第 2I 圖顯示沉積氮化物膜 132 (第 2G 圖)、使氮化物膜 132 氧化而形成氧化物膜 142 (第 2H 圖)、及蝕刻氧化物膜 142 而形成氮化物膜 (第 2I 圖)。第 2J 圖中, 顯示在沉積/氧化/蝕刻之一或多個循環而以氮化物膜 133 填充該至少一個特徵以形成氮化物縫隙填充之後的氮化物膜 133。

【0031】 一些實施例中, 該氮化物膜摻雜有另一元素。例如, 一些氮化物膜可摻雜有 B、As、或 P 之一或多者。該等氮化物膜可摻雜有諸如硼 (B) 及磷 (P) 之類的元素, 以改善膜性質。含有硼與磷之前驅物可在沉積製程期間與含矽前驅物共流或在沉積完成後滲入。含硼前驅物可為硼烷氨 (aminoborane) / 硼烷化合物, 而含磷前驅物可為磷酸鹽 / 亞磷酸鹽化合物。一些實施例中, 摻雜該膜包括使摻雜劑前驅物與金屬前驅物 (例如鈦前驅物) 共流。一些實施例中, 摻雜該膜包括在分開的製程中佈植摻雜劑元素。

【0032】 根據一或多個實施例, 基材在形成該層之前及 / 或之後經受處理。此處理可在相同的腔室或一或多個分開的處理腔室中執行。一些實施例中, 基材從第一腔室移動到分開的第二腔室以進行進一步之處理。該基材可直接從第一腔室移動到分開的處理腔室, 或該基材可從第一腔室移動到一或多個移送腔室, 然後移動到分開的處理腔

室。因此，處理設備可包括與移送站相通的多個腔室。此類的設備可稱作「群集工具」或「群集系統」及類似物。

【0033】大體上，群集工具是模組化系統，該模組化系統包括執行各種功能的多個腔室，該等功能包括：基材定心及定向、去氣、退火、沉積及/或蝕刻。根據一或多個實施例，群集工具包括至少第一腔室及中央移送腔室。該中央移送腔室可容納機器人，該機器人在處理腔室與裝載閘腔室之間來回傳送基材。該移送腔室一般是維持在真空條件，且提供居中平台以供從一個腔室來回傳送基材至另一腔室及/或至裝載閘腔室，該裝載閘腔室定位在該群集工具的前端。可適於本發明的兩種廣為所知的群集工具是 Centura® 及 Endura®，這兩種工具都可購自美國加州 Santa Clara 的應用材料公司。然而，可因應執行本文所述之製程的特定步驟的目的而更改腔室的確切佈置及組合。可用的其他處理腔室包括（但不限於）循環層沉積（CLD）、原子層沉積（ALD）、化學氣相沉積（CVD）、物理氣相沉積（PVD）、蝕刻、預清潔、化學清潔、諸如 RTP 之類的熱處理、電漿氮化、去氣、定向、羥化、及其他基材製程。透過在群集工具上的腔室中執行製程，無須在沉積後續膜之前的氧化，即可避免基材受到氣氛（atmospheric）雜質的表面污染。

【0034】根據一或多個實施例，基材連續地處於真空或「裝載鎖定（load lock）」條件，且當從一個腔室移動到下一個腔室時不暴露至周圍空氣。從而移送腔室處於真

空且在真空壓力下「泵抽降壓 (p u m p d o w n)」。惰性氣體可存在於處理腔室中或移送腔室中。一些實施例中，惰性氣體用作為淨化氣體，以移除一些或所有的反應物。根據一或多個實施例，於沉積腔室之出口處注射淨化氣體，以防止反應物從沉積腔室移動到移送腔室及/或額外的處理腔室。從而，惰性氣體流會在腔室出口處形成簾幕。

【0035】可在單一基材沉積腔室中處理基材，在該腔室中裝載、處理及卸載單一基材，之後才處理另一基材。也可以連續方式（類似輸送器系統）處理該基材，在輸送器系統中，多個基材個別裝載至該腔室的第一部分，移動通過該腔室，且從該腔室的第二部分卸載。該腔室及相關輸送器系統的形狀可形成筆直路徑或彎曲路徑。此外，處理腔室可為旋轉料架 (c a r o u s e l)，在該旋轉料架中，在整個旋轉料架路徑上，多個基材繞中心軸移動且暴露至沉積、蝕刻、退火、清潔等製程。

【0036】處理期間可加熱或冷卻基材。此加熱或冷卻可透過任何適合的手段完成，該等手段包括（但不限於）改變基材支撐件溫度及將加熱過或冷卻過的氣體流至基材表面。一些實施例中，基材支撐件包括加熱器/冷卻器，可控制該加熱器/冷卻器以傳導式改變基材溫度。一或多個實施例中，所運用的氣體（反應性氣體或是惰性氣體）經加熱或冷卻而局部改變基材溫度。一些實施例中，加熱器/冷卻器定位在腔室內而鄰近基材表面，以對流式改變基材溫度。

【0037】 基材在處理期間也可為靜態或旋轉。旋轉的基材可連續旋轉或以分立的步驟旋轉。例如，基材可在整個製程中旋轉，或基材可在暴露至不同反應性氣體或淨化氣體之間少量旋轉。處理期間旋轉基材（連續式或步驟式）可透過將例如氣流形態中局部變異性的效應減至最少而助於產生更均勻的沉積或蝕刻。

【0038】 此說明書全篇中對於「一個實施例」、「某些實施例」、「一或多個實施例」、或「一實施例」之參考對象是意味與該實施例相關而描述的特定特徵、結構、材料、或特性納入本發明的至少一個實施例中。因此，此說明書全篇中多處出現諸如「一或多個實施例中」、「某些實施例中」、「一個實施例中」、或「一實施例中」之詞彙並非必然指本發明的相同實施例。再者，特定特徵、結構、材料、或特性可以適合的方式結合於一或多個實施例中。

【0039】 儘管已參考特定實施例描述本文之發明，但應了解這些實施例僅為說明本發明之原則及應用。對熟習此技藝者而言會明瞭，可不偏離本發明之精神與範疇而對本發明之方法及設備製作各種修飾及變化。因此，希望本發明包括落入所附之申請專利範圍之範疇內的修飾例及變化例以及其等效例。

【符號說明】

【0040】

100 基材

- 1 1 0 特徵
- 1 1 2 底部表面
- 1 1 4 第一側壁
- 1 1 6 第二側壁
- 1 2 0 基材表面
- 1 3 0 氮化物膜
- 1 3 1 氮化物膜
- 1 3 2 氮化物膜
- 1 3 3 氮化物膜
- 1 4 0 氧化物膜
- 1 4 1 氧化物膜
- 1 4 2 氧化物膜
- 1 4 7 頂部
- 1 4 8 底部

D 深度

W 寬度

【生物材料寄存】

【 0 0 4 1 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 4 2 】 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】 一種用於填充一基材表面上之至少一個特徵的方法，該方法包括下述步驟：

提供該基材表面，該基材表面上具有該至少一個特徵，該至少一個特徵從該基材表面延伸一深度至一底部表面，該至少一個特徵具有由一第一側壁與一第二側壁界定的一寬度；

將一正形（conformal）氮化物膜沉積在該基材表面上及該至少一個特徵上；

氧化該氮化物膜的一部分，而在該氮化物膜的頂部上形成一不對稱的氧化物膜；及

從該氮化物膜蝕刻該氧化物膜，而在該至少一個特徵中留下一v形的氮化物膜。

【第2項】 如請求項1所述之方法，進一步包括：重複該沉積、氧化、及蝕刻製程，以用該氮化物膜填充該至少一個特徵，而形成一氮化物縫隙填充。

【第3項】 如請求項2所述之方法，其中該至少一個特徵在該氮化物縫隙填充中實質上無接縫。

【第4項】 如請求項2所述之方法，其中該氮化物膜包括一氮化鈦膜。

【第5項】 如請求項4所述之方法，其中沉積該氮化鈦膜包括：將該基材表面依序暴露至一鈦前驅物與一氮

反應物。

【第6項】如請求項5所述之方法，其中該鈦前驅物包括一通式為 $Ti(NR_2)_4$ 的化合物，其中每一 R 獨立地選自由 C1 至 C6 烷基及三甲矽烷基組成之群組。

【第7項】如請求項6所述之方法，其中該鈦前驅物包括四（二甲胺基）鈦或氯化鈦之一或多者。

【第8項】如請求項6所述之方法，其中該氮反應物包括聯胺或氨之一或多者。

【第9項】如請求項8所述之方法，其中該氮反應物包括一氮電漿。

【第10項】如請求項2所述之方法，其中氧化該氮化物膜之該部分包括：將該氮化物膜暴露至 O_2 、臭氧、或上述物質之電漿之一或多者。

【第11項】如請求項2所述之方法，其中蝕刻該氧化物膜包括：將該氧化物膜暴露至一金屬鹵化物。

【第12項】如請求項11所述之方法，其中該金屬鹵化物包括氯化銲、氟化銲、氟化鎢或氯化鎢之一或多者。

【第13項】一種用於填充一基材表面上之至少一個特徵的方法，該方法包括下述步驟：

提供該基材表面，該基材表面上具有該至少一個特徵，該至少一個特徵從該基材表面延伸一深度至一底部表面，該至少一個特徵具有由一第一側壁與一第二

側壁界定的一寬度；

將一正形氮化鈦膜沉積在該基材表面上及該至少一個特徵上；

氧化該氮化鈦膜的一部分，而在該氮化鈦膜的頂部上形成一不對稱的氧化鈦膜；及

從該氮化鈦膜蝕刻該氧化鈦膜，而在該至少一個特徵中留下一 v 形的氮化鈦膜。

【第 14 項】 如請求項 13 所述之方法，進一步包括：重複該沉積、氧化、及蝕刻製程，以用該氮化鈦膜填充該至少一個特徵，而形成一氮化鈦縫隙填充。

【第 15 項】 如請求項 14 所述之方法，其中該至少一個特徵在該氮化鈦縫隙填充中實質上無接縫。

【第 16 項】 如請求項 14 所述之方法，其中沉積該氮化鈦膜包括下述步驟：將該基材表面依序暴露至一鈦前驅物與一氮反應物。

【第 17 項】 如請求項 16 所述之方法，其中該鈦前驅物包括四（二甲胺基）鈦或氯化鈦之一或多者，且該氮反應物包括聯胺或一氮電漿之一或多者。

【第 18 項】 如請求項 14 所述之方法，其中氧化該氮化鈦膜之該部分包括：將該氮化鈦膜暴露至 O₂、臭氧、氧電漿、或臭氧電漿之一或多者。

【第 19 項】 如請求項 14 所述之方法，其中蝕刻該氧化

鈦膜包括：將該氧化鈦膜暴露至一金屬鹵化物，該金屬鹵化物包括氯化鈮、氟化鈮、氟化鎢或氯化鎢之一或多者。

【第20項】 一種用於填充一基材表面上之至少一個特徵的方法，該方法包括下述步驟：

(a) 提供該基材表面，該基材表面上具有該至少一個特徵，該至少一個特徵從該基材表面延伸一深度至一底部表面，該至少一個特徵具有由一第一側壁與一第二側壁界定的一寬度；

(b) 透過將該基材表面依序暴露至一鈦前驅物與一反應物，而將一正形氮化鈦膜沉積在該基材表面上及該至少一個特徵上，該鈦前驅物包括四(二甲胺基)鈦或氯化鈦之一或多者，該反應物包括一氮電漿；

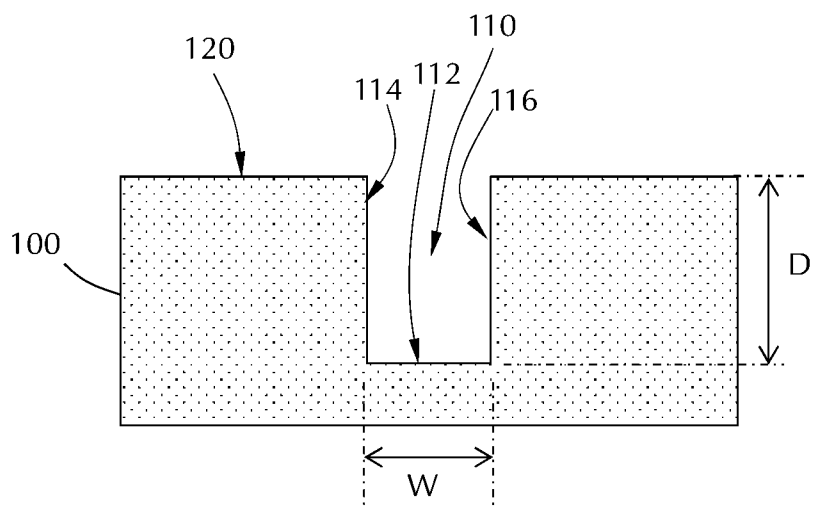
(c) 透過將該氮化鈦膜暴露至一氧化劑而氧化該氮化鈦膜的一部分，以在該氮化鈦膜的頂部上形成一不對稱的氧化鈦膜，該氧化劑包括臭氧、聯胺、或氧電漿之一或多者；

(d) 透過將該氧化鈦膜暴露至一金屬鹵化物，而從該氮化鈦膜蝕刻該氧化鈦膜，以在該至少一個特徵中留下一 v 形的氮化鈦膜，該金屬鹵化物包括氯化鈮、氟化鈮、氟化鎢或氯化鎢之一或多者；及

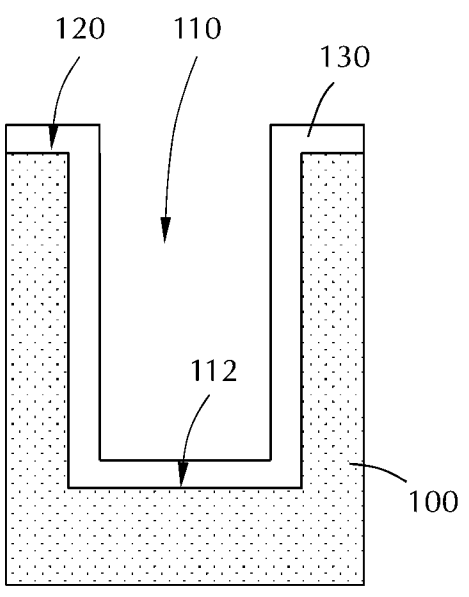
(e) 重複 (b) 至 (d) 以實質上無接縫地填充該

至少一個特徵。

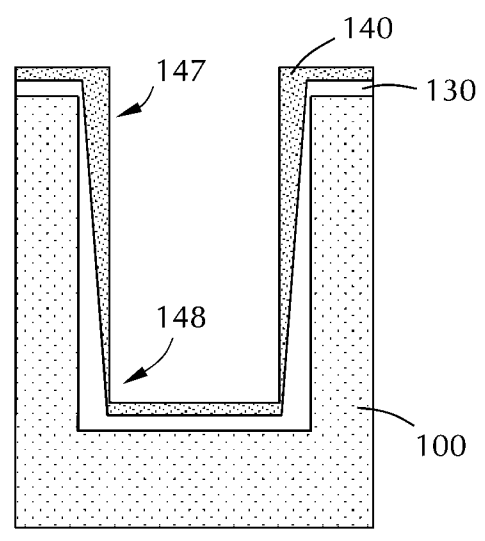
【發明圖式】



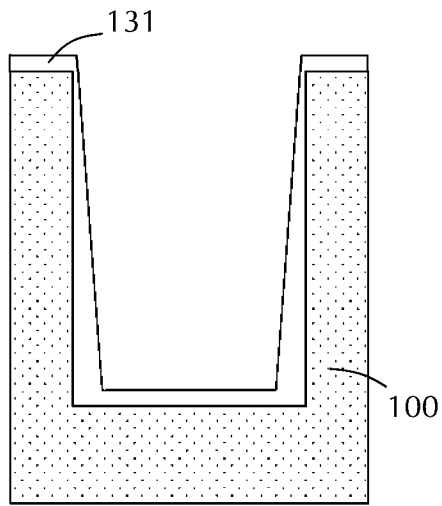
第1圖



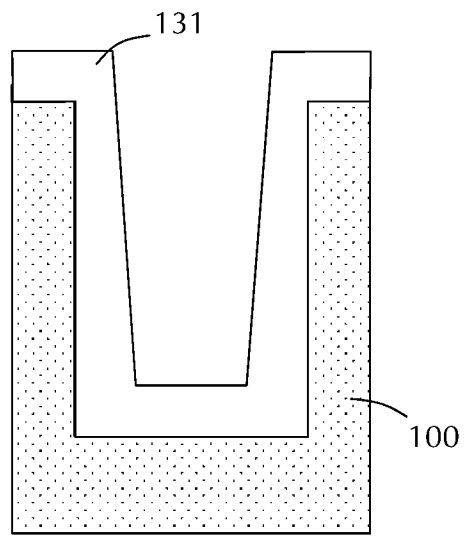
第2A圖



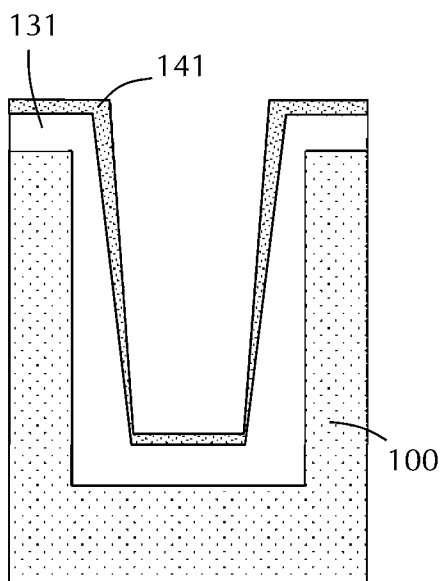
第2B圖



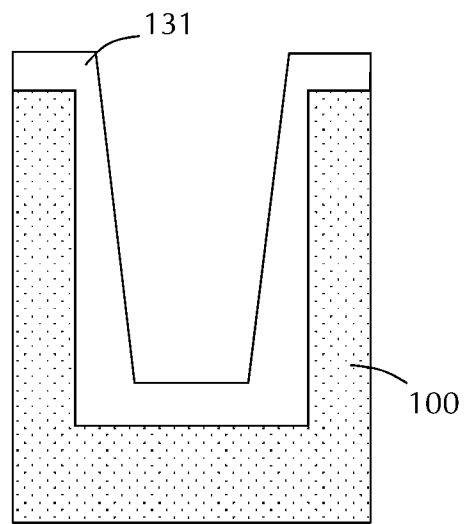
第2C圖



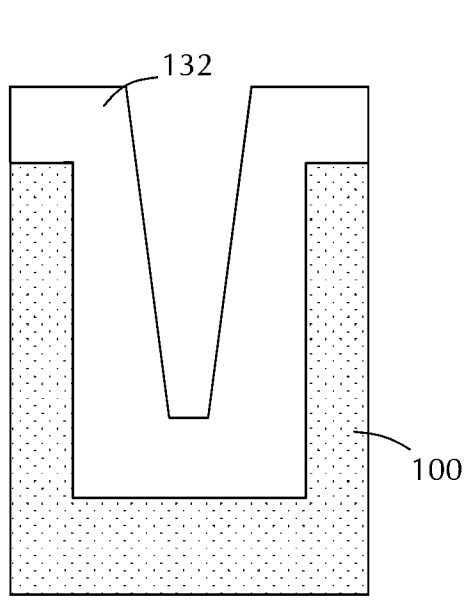
第2D圖



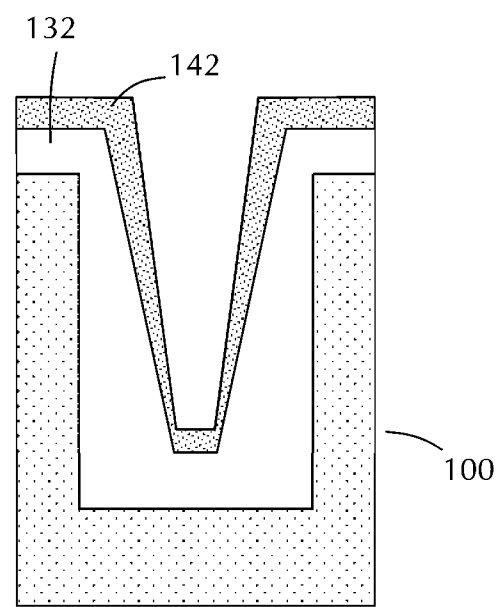
第2E圖



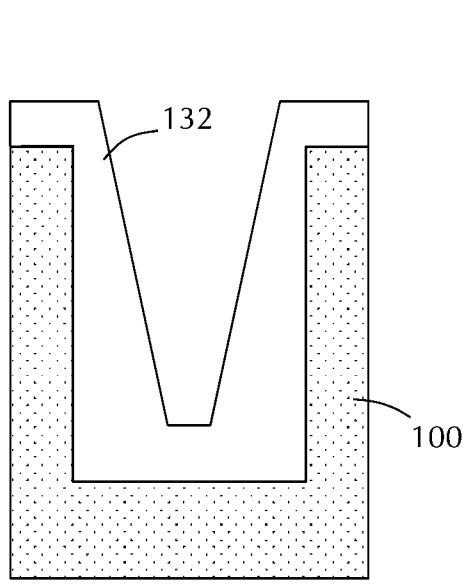
第2F圖



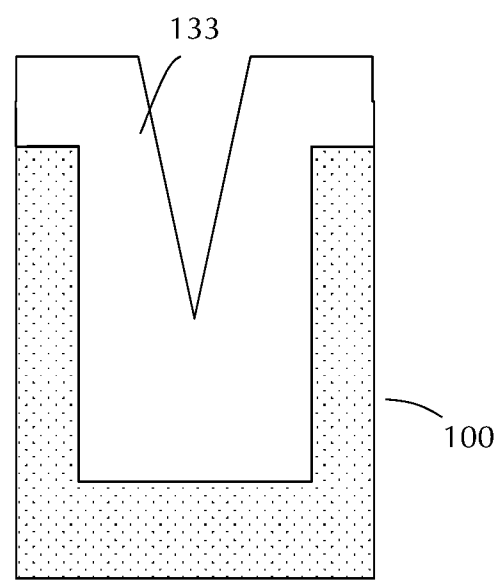
第2G圖



第2H圖



第2I圖



第2J圖