



(21) 申請案號：105105685 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 25 日  
 (51) Int. Cl. : *H01L21/306 (2006.01)* *H01L21/67 (2006.01)*  
 (30) 優先權：2015/02/25 印度 551/DEL/2015  
 (71) 申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
 美國  
 (72) 發明人：夏爾馬維賈伊班 SHARMA, VIJAY BHAN (IN)；阿奈巴里蘭卡拉歐 ARNEPALLI,  
 RANGA RAO (IN)；葛拉迪亞皮耶納 GORADIA, PRERNA (IN)；維瑟爾羅伯特  
 詹 VISSER, ROBERT JAN (NL)  
 (74) 代理人：李世章；彭國洋  
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 24 頁

## (54) 名稱

使用烷基胺於金屬氮化物之選擇性移除的方法及設備

METHODS AND APPARATUS FOR USING ALKYL AMINES FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF METAL NITRIDE

## (57) 摘要

本文提供用於選擇性地相對於暴露的或下方的介電或金屬層移除金屬氮化物的改良方法和設備。在一些實施例中，一種蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的方法包括以下步驟：(a) 氧化金屬氮化物層以在該金屬氮化物層之表面形成金屬氮氧化物層(MN<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>)，其中 M 為鈦或鉭中之一者並且 x 為從 0.05 至 0.95 的整數；以及(b) 使該金屬氮氧化物層(MN<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>)暴露於處理氣體，其中該金屬氮氧化物層(MN<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>)與該處理氣體反應以形成揮發性化合物，該揮發性化合物從該金屬氮化物層的該表面脫附。

Improved methods and apparatus for removing a metal nitride selectively with respect to exposed or underlying dielectric or metal layers are provided herein. In some embodiments, a method of etching a metal nitride layer atop a substrate, includes: (a) oxidizing a metal nitride layer to form a metal oxynitride layer (MN<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>) at a surface of the metal nitride layer, wherein M is one of titanium or tantalum and x is an integer from 0.05 to 0.95; and (b) exposing the metal oxynitride layer (MN<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>) to a process gas, wherein the metal oxynitride layer (MN<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>) reacts with the process gas to form a volatile compound which desorbs from the surface of the metal nitride layer.

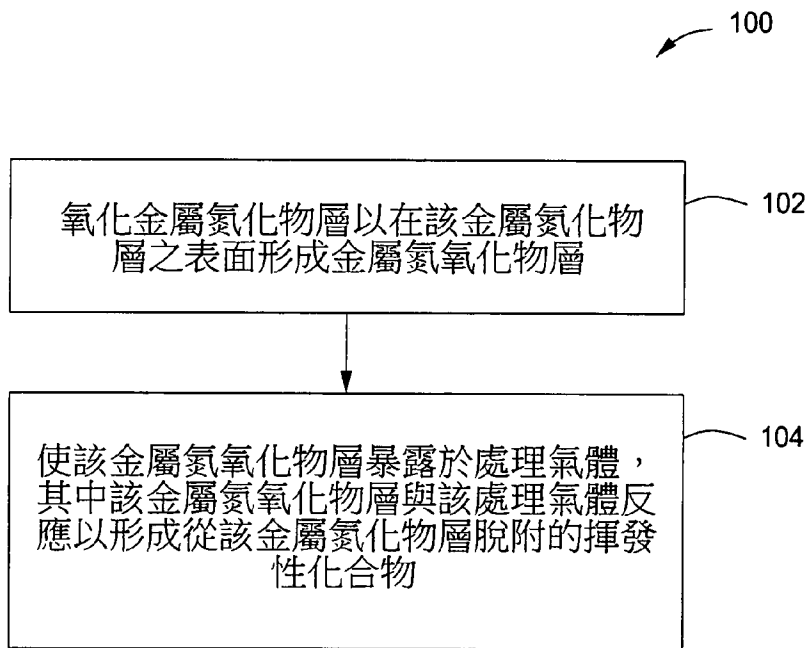
指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 方法

102 . . . 步驟

104 . . . 步驟



第1圖

201703130

## 【發明摘要】

H01L 21/306 (2006.1)  
H01L 21/67 (2006.1)

【中文發明名稱】使用烷基胺於金屬氮化物之選擇性移除的方法及設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS FOR USING ALKYL

AMINES FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF METAL NITRIDE

## 【中文】

本文提供用於選擇性地相對於暴露的或下方的介電或金屬層移除金屬氮化物的改良方法和設備。在一些實施例中，一種蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的方法包括以下步驟：(a) 氧化金屬氮化物層以在該金屬氮化物層之表面形成金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ )，其中M為鈦或鉭中之一者並且x為從0.05至0.95的整數；以及(b) 使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於處理氣體，其中該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 與該處理氣體反應以形成揮發性化合物，該揮發性化合物從該金屬氮化物層的該表面脫附。

## 【英文】

Improved methods and apparatus for removing a metal nitride selectively with respect to exposed or underlying dielectric or metal layers are provided herein. In some embodiments, a method of etching a metal nitride layer atop a substrate, includes: (a) oxidizing a metal nitride layer to form a metal oxynitride layer ( $MN_{1-x}O_x$ ) at a surface of the metal nitride layer, wherein M is one of titanium or tantalum and x is an integer from 0.05 to 0.95; and (b) exposing the metal oxynitride layer ( $MN_{1-x}O_x$ ) to a process gas, wherein the metal oxynitride layer

( $MN_{1-x}O_x$ ) reacts with the process gas to form a volatile compound which desorbs from the surface of the metal nitride layer.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 方法

1 0 2 步驟

1 0 4 步驟

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】使用烷基胺於金屬氮化物之選擇性移除的方法及設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS FOR USING ALKYL AMINES FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF METAL NITRIDE

【技術領域】

【0001】 本揭示之實施例大體而言係關於使用烷基胺於金屬氮化物之選擇性移除的方法及設備。

【先前技術】

【0002】 諸如氮化鈦 (TiN) 和氮化鉭 (Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>) 的金屬氮化物材料常在半導體產業中被用於許多半導體應用，例如作為遮罩材料或作為阻障材料。然而，選擇性移除金屬氮化物遮罩材料而不損傷其他結構（例如暴露的或下方的介電或金屬層）是非常困難的。當基於溶液或基於電漿的方法並非可行的及/或理想的時，選擇性移除金屬氮化物遮罩材料而不損傷其他結構的問題變得更加困難。

【0003】 因此，本發明人開發了用於選擇性地相對於暴露的或下方的介電或金屬層移除金屬氮化物的改良方法和設備。

【發明內容】

【0004】 本文提供用於選擇性地相對於暴露的或下方的介電或金屬層移除金屬氮化物的方法和設備。在一些實施例中，一種蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的方法包括以下步驟：(a) 氧化金屬氮化物層以在該金屬氮化物

層之表面形成金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ )，其中M為鈦或鉬中之一者並且x為從0.05至0.95的整數；以及

(b) 使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於處理氣體，其中該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 與該處理氣體反應以形成揮發性化合物，該揮發性化合物從該金屬氮氧化物層的該表面脫附。

【0005】 在一些實施例中，一種蝕刻基板頂上的氮化鈦層的方法，包括以下步驟：使氮化鈦層暴露於處理氣體，該處理氣體係藉由蒸發處理溶液所形成，該處理溶液包含二乙胺和水，其中該氮化鈦層與該處理氣體反應以形成揮發性化合物，該揮發性化合物從該氮化鈦層之表面脫附。

【0006】 在一些實施例中，一種用於蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的設備，包括：反應器主體，該反應器主體包含用以容納液體處理溶液的處理容積、在第一端的主體凸緣、及第一加熱器，該第一加熱器在與該第一端相對的第二端嵌入或耦接到該反應器主體，用以加熱該液體處理溶液；反應器蓋體，該反應器蓋體包含在第一端的蓋體凸緣，該蓋體凸緣設以與該主體凸緣相配合；設以在該蓋體凸緣和該主體凸緣將該反應器主體夾緊到該反應器蓋體的周鉗；被嵌入該反應器蓋體內並設以將基板固持在該處理容積內、使得位在該基板上的金屬氮化物層面向該處理容積之底部的真空夾盤；被嵌入或耦接到該反應器蓋體並設以加熱該基板的第二加熱器；以

及被耦接到該反應器主體以釋放來自該處理容積的製程副產物的排氣系統。

【0007】 以下討論本揭示的其他實施例和變型。

#### 【圖式簡單說明】

【0008】 可以參照附圖中繪示的本揭示之說明性實施例來瞭解以上簡要概述的和以下更詳細討論的本揭示實施例。附圖僅圖示本揭示之典型實施例，因此不應將該等附圖視為限制範圍，因為本揭示可認可其他同樣有效的實施例。

【0009】 第1圖繪示依據本揭示的一些實施例蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的方法之流程圖。

【0010】 第2A-C圖繪示依據本揭示的一些實施例蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的階段。

【0011】 第3圖繪示依據本揭示的一些實施例適合進行用於蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的方法的設備之剖視圖。

【0012】 為了便於理解，已在可能處使用相同的元件符號來指稱對於圖式為相同的元件。圖式未依比例繪製，而且為了清楚起見可被簡化。可以將一個實施例的元件和特徵有益地併入其他實施例中而無需進一步詳述。

#### 【實施方式】

【0013】 本文提供用於選擇性地相對於暴露的或下方的介電或金屬層移除金屬氮化物的方法和設備。在一些

實施例中，本文描述的發明方法有利地提供選擇地相對於暴露的或下方的介電或金屬層蝕刻金屬氮化物（被用於作為遮罩材料）的創新方法，該介電或金屬層例如可向美國加州聖克拉拉的應用材料公司購得的BLACK DIAMOND<sup>®</sup>介電質材料（下文稱為「黑金剛石」或「BD」）或二氧化矽層（例如SiO<sub>x</sub>）。本文描述的發明方法也可被用於其他可能需要蝕刻金屬氮化物的半導體製造應用。在一些實施例中，胺系溶液被汽化並施加到金屬氮化物材料來從結構的頂部選擇性地蝕刻金屬氮化物材料而不損傷例如下方的或暴露的黑金剛石、二氧化矽、及/或銅（Cu）結構。

【0014】 第1圖為依據本揭示的一些實施例蝕刻基板頂上的金屬氮化物層的方法100之流程圖。第2A-2C圖為依據本揭示的一些實施例在第1圖的處理程序的不同階段期間的基板之剖視圖。本發明的方法可以在適當的反應器容器中進行，例如以下針對第3圖討論的反應器容器。

【0015】 第3圖繪示適用於執行方法200的反應器容器300之剖視圖。反應器容器300是一個閉迴路控制系統，該閉迴路控制系統在反應器容器300的接液部件使用的材料與下述的方法200中使用的化學物質相容。第3圖繪示的反應器容器300包含反應器主體302和反應器蓋體304。反應器主體302和反應器蓋體304包含適當的開口，用於添置如下所述的感測器、電源、及真空輸

入。反應器主體302包含處理容積306。處理容積306容納下述的方法100中使用的適當液體處理溶液318。在一些實施例中，處理容積306可以容納多達約200至約300 ml的適當液體處理溶液318。

【0016】 反應器主體302和反應器蓋體是由適合承受在下述方法200中使用的溫度和壓力的材料製成。在一些實施例中，反應器主體302和反應器蓋體是由塗有例如鐵氟龍或Magnaplate 10K的不銹鋼（SST）材料製成。塗層可以基於與方法200中使用的化學物質、溫度及壓力的相容性來選擇。反應器主體302包含在第一端324的主體凸緣322。反應器蓋體304包含在第一端328的蓋體凸緣326，蓋體凸緣326設以與主體凸緣322相配合。主體凸緣322被與蓋體凸緣326夾緊並具有防漏O形環330密封件。主體凸緣322具有倒角背面356。蓋體凸緣326具有倒角背面358。主體凸緣322和蓋體凸緣326藉由周鉗332相配合，周鉗332藉由倒角背面356、358附近的螺釘334緊固。

【0017】 在O形環330的附近添置冷卻通道336，以保護O形環330免於高溫。爲了安全的目的，還將冷卻通道336設置在反應器蓋體304的頂部上，以將外反應器蓋體304的溫度保持在低於約70℃。將適當的入口344和出口346耦接到冷卻通道336以供應和移除冷卻流體，例如來自冷卻通道336的水。反應器主體302的外

壁 338 被覆蓋絕緣護套 340，以避免處理氣體冷凝並防止高溫表面。

【0018】 被耦接到真空源 360 的真空夾盤 308 被嵌入反應器蓋體 304 內並設以將基板 314 固持在處理容積 306 內。真空夾盤 308 固持基板 314，使得位在基板 314 上的金屬氮化物層面向處理容積 306 的底部 316。

【0019】 使用例如第一加熱器 310 加熱處理容積 306 內的液體處理溶液 318，第一加熱器 310 在第二段 362 被嵌入或耦接到反應器主體 302。第一加熱器 310 被耦接到適當的電源（未圖示）。第一加熱器 310 將液體處理溶液 318 加熱到足以蒸發溶劑的溫度。

【0020】 在一些實施例中，基板 314 被使用例如第二加熱器 312 加熱，第二加熱器 312 被嵌入或耦接到反應器蓋體 304。第二加熱器 312 被耦接到適當的電源（未圖示）。在一些實施例中，第一加熱器 310 和第二加熱器 312 可以在相同的溫度。在一些實施例中，第一加熱器 310 和第二加熱器 312 可以在不同的溫度。在一些實施例中，第一加熱器可以在約攝氏 25 度至約攝氏 300 度的溫度。在一些實施例中，第二加熱器在比第一加熱器更高的溫度，以避免蒸汽冷凝到基板 314 上。在一些實施例中，第二加熱器 312 在比第一加熱器的溫度高約 10 至約 15 度的溫度。

【0021】 在一些實施例中，反應器蓋體 304 被夾緊到反應器主體 302 的頂部，以密封處理容積 306。在一些

實施例中，反應器主體 302 還被使用例如反應器主體 302 內的加熱線圈加熱。加熱反應器主體 302 防止蒸汽冷凝到處理容積 306 的內表面壁 320 上。

【0022】 通過反應器主體 302 中的開口 342 將液體處理溶液 318 注射到處理容積 306 內。使用手動閥 364 來從處理容積 306 排出液體處理溶液 318。

【0023】 被耦接到反應器主體 302 的閉迴路控制排氣系統 348 接受來自壓力轉換器 350 設定的反饋來觸發氣動閥 352 經由過壓管線 354 釋放方法 200 的副產物到例如洗滌器。藉由熱電偶 354 與具有加熱器控制器的過熱開關 366 來保持溫度循環反饋。

【0024】 方法 100 開始於步驟 102，而且如第 2A 圖繪示的，藉由在基板 202 頂上氧化金屬氮化物層 204 開始。基板 202 可以是任何適當的基板，例如半導體晶圓。也可以使用具有其他幾何形狀的基板，例如矩形、多邊形、或其他幾何構形。在一些實施例中，基板 202 可以包括第一層 216。第一層 216 可以是基板 202 的基底材料（例如基板本身）、或被形成在基板上的層。例如，在一些實施例中，第一層 216 可以是適用於在第一層 216 內形成特徵的層。例如，在一些實施例中，第一層 216 可以是介電層，例如氧化矽（ $\text{SiO}_2$ ）、氮化矽（ $\text{SiN}$ ）、低介電常數材料、或類似物。在一些實施例中，低介電常數材料可以是摻雜碳的介電質材料（例如摻雜碳的氧化矽（ $\text{SiOC}$ ）、可向加州聖克拉拉的應用

材料公司購得的BLACK DIAMOND®介電質材料、或類似物)、有機聚合物(例如聚醯亞胺、聚對二甲苯、或類似物)、摻雜有機物的矽玻璃(OSG)、摻雜氟的矽玻璃(FSG)、或類似物。在一些實施例中,第一層216可以是銅層。

【0025】 在一些實施例中,金屬氮化物層204是氮化鈦(TiN)或氮化鉭(TaN)。在一些實施例中,金屬氮化物層204是使用半導體製造產業中習知的任何適當沉積製程沉積的,例如物理氣相沉積(PVD)製程或化學氣相沉積(CVD)製程。在一些實施例中,金屬氮化物層可以是被用於形成特徵的遮罩層,該特徵例如下層中的通孔或溝槽。金屬氮化物層204的氧化在金屬氮化物層204的表面214形成金屬氮氧化物層( $MN_{1-x}O_x$ )208,其中M為鈦或鉭中之一者並且x為從0.05至0.95的整數。

【0026】 在如第2A圖繪示的一些實施例中,金屬氮化物層204是藉由使金屬氮化物層204暴露於含氧氣體206而被氧化。在一些實施例中,含氧氣體是氧( $O_2$ )氣體或臭氧( $O_3$ )氣體或上述氣體之組合。在一些實施例中,含氧氣體206被以約2 sccm至約20 sccm的流動速率提供約2至約30秒。

【0027】 接著,在步驟104並如第2B圖所繪示,使金屬氮氧化物層( $MN_{1-x}O_x$ )208暴露於處理氣體210。處理氣體210與金屬氮氧化物層( $MN_{1-x}O_x$ )208的反

應在金屬氮化物層 204 的頂上形成揮發性化合物 212，揮發性化合物 212 從金屬氮化物層 204 的表面 214 脫附。揮發性化合物 212 在處理氣體 210 形成的溫度下從金屬氮化物層 204 的表面 214 脫附，因此不需要單獨的退火製程來使揮發性化合物 212 脫附。在一些實施例中，處理氣體 210 是藉由將反應器容器 300 內的液體處理溶液至少加熱到該液體處理溶液的沸點所產生的。在一些實施例中，該處理溶液包含具有式  $R_1R_2NH$  的二級胺的蝕刻劑前驅物，其中  $R_1$  和  $R_2$  可以是烷基，例如甲基、乙基、丙基或丁基。在一些實施例中，蝕刻劑前驅物是二乙胺、叔丁胺、亞乙基二胺、三乙胺、二環己胺、羥基胺、二丙胺、二丁胺、丁胺、異丙胺、或丙胺。

【0028】 在一些實施例中，液體處理溶液被至少加熱到液體處理溶液的沸點的溫度或在一些實施例中被至少加熱到高於液體處理溶液的沸點的溫度。所屬技術領域中具有通常知識之人士將理解的是，液體處理溶液被加熱到的最高溫度是受到選擇的蝕刻劑前驅物分子的分解溫度所限制。例如，在一些實施例中，包含二乙胺（具有約攝氏 55 度的沸點）的處理溶液被加熱到約攝氏 80 至約 175 度的溫度。例如，在一些實施例中，包含二環己胺（具有約攝氏 255 度的沸點）的處理溶液被加熱到高達約攝氏 300 度的溫度。本發明人還觀察到，增加蝕刻劑前驅物的量（例如從約 5 ml 至約 30 ml）並利用較高的溫度來蒸發處理溶液（儘管仍受選擇的蝕刻劑前驅

物分子的分解溫度所限制) 導致反應器容器300內的壓力增大, 此舉改善金屬氮化物層204的蝕刻速度。發明人已觀察到, 約1大氣壓(atm)至約10 atm的壓力範圍、例如約7 atm改善了金屬氮化物層204的蝕刻速度。在一些實施例中, 使金屬氮氧化物層( $MN_{1-x}O_x$ ) 208暴露於處理氣體210持續約10至1200秒, 例如持續約10至約300秒, 例如持續約60至約1200秒。

【0029】 在一些實施例中, 在反應器容器300內進行金屬氮化物層204的氧化而沒有如上所述暴露於含氧氣體(即原位氧化)。在原位氧化的實施例中, 未使金屬氮化物層暴露於初始含氧氣體。取而代之的是, 液體處理溶液包含蝕刻劑前驅物和水的混合物。在一些實施例中, 液體處理溶液是由蝕刻劑前驅物和水的混合物所組成、或基本上由蝕刻劑前驅物和水的混合物所組成。在一些實施例中, 液體處理溶液包含約0.1重量%至約5重量%的水, 其餘為蝕刻劑前驅物。與金屬氮化物層204經由暴露於含氧氣體而氧化的初始氧化相比, 本發明人已觀察到, 在液體處理溶液中加入水, 第2B圖圖示的處理氣體210可以有利地在單一步驟中氧化和蝕刻金屬氮化物層204並且另外改善金屬氮化物層204的蝕刻速度。例如, 進行原位氧化產生約3至4埃/分鐘的金屬氮化物層204蝕刻速度, 而單獨的氧化步驟產生較低的金屬氮化物層204蝕刻速度。

【0030】 在一些實施例中，可以重複方法100來將金屬氮化物層204蝕刻到預定的厚度。例如，在一些實施例中，重複方法100以完全或大體上完全蝕刻金屬氮化物層204而沒有損壞下方的第一層216。

【0031】 雖然前述內容係針對本揭示的實施例，但在不偏離本揭示之基本範圍下仍可設計出本揭示的其他和進一步的實施例。

【符號說明】

【0032】

100 方法

102 步驟

104 步驟

202 基板

204 金屬氮化物層

206 含氧氣體

208 金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ )

210 處理氣體

212 揮發性化合物

214 表面

216 第一層

300 反應器容器

302 反應器主體

304 反應器蓋體

306 處理容積

- 3 0 8 真空夾盤
- 3 1 0 第一加熱器
- 3 1 2 第二加熱器
- 3 1 4 基板
- 3 1 6 底部
- 3 1 8 液體處理溶液
- 3 2 0 內表面壁
- 3 2 2 主體凸緣
- 3 2 4 第一端
- 3 2 6 蓋體凸緣
- 3 2 8 第一端
- 3 3 0 O形環
- 3 3 2 周鉗
- 3 3 4 螺釘
- 3 3 6 冷卻通道
- 3 3 8 外壁
- 3 4 0 絕緣護套
- 3 4 2 開口
- 3 4 4 入口
- 3 4 6 出口
- 3 4 8 閉迴路控制排氣系統
- 3 5 0 壓力轉換器
- 3 5 2 氣動閥
- 3 5 4 過壓管線

3 5 6 倒角背面

3 5 8 倒角背面

3 6 0 真空源

3 6 2 第二端

3 6 4 手動閥

3 6 6 過熱開關

【生物材料寄存】

【 0 0 3 3 】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 3 4 】 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種蝕刻一基板頂上的一金屬氮化物層的方法，包含以下步驟：

(a) 氧化一金屬氮化物層以在該金屬氮化物層之一表面形成一金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ )，其中 M 為鈦或鉭中之一者並且 x 為一從 0.05 至 0.95 的整數；以及

(b) 使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於一處理氣體，其中該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 與該處理氣體反應以形成一揮發性化合物，該揮發性化合物從該金屬氮化物層的該表面脫附。

【第2項】 如請求項 1 所述之方法，進一步包含以下步驟：

重複 (a) - (b) 以將該金屬氮化物層蝕刻到一預定厚度。

【第3項】 如請求項 1 至 2 中任一項所述之方法，其中在使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於該處理氣體之前氧化該金屬氮化物層。

【第4項】 如請求項 3 所述之方法，其中經由使該金屬氮化物層暴露於一含氧氣體來氧化該金屬氮化物層。

【第5項】 如請求項 4 所述之方法，其中該含氧氣體包含氧 ( $O_2$ ) 氣體或臭氧 ( $O_3$ ) 氣體。

- 【第6項】如請求項1至2中任一項所述之方法，其中使該金屬氮氧化物層（ $MN_{1-x}O_x$ ）暴露於一處理氣體之步驟進一步包含以下步驟：將一液體處理溶液至少加熱到該液體處理溶液之一沸點。
- 【第7項】如請求項6所述之方法，其中該液體處理溶液包含一蝕刻劑前驅物。
- 【第8項】如請求項7所述之方法，其中該蝕刻劑前驅物包含二乙胺、叔丁胺、亞乙基二胺、三乙胺、二環己胺、羥基胺、二丙胺、二丁胺、丁胺、異丙胺、或丙胺。
- 【第9項】如請求項1至2中任一項所述之方法，其中氧化該金屬氮化物層與使該金屬氮氧化物層（ $MN_{1-x}O_x$ ）暴露於該處理氣體同時發生。
- 【第10項】如請求項9所述之方法，其中使該金屬氮氧化物層（ $MN_{1-x}O_x$ ）暴露於該處理氣體之步驟進一步包含以下步驟：將一液體處理溶液至少加熱到該液體處理溶液之一沸點，該液體處理溶液包含一蝕刻劑前驅物與水之混合物。
- 【第11項】如請求項10所述之方法，其中該蝕刻劑前驅物包含二乙胺、叔丁胺、亞乙基二胺、三乙胺、二環己胺、羥基胺、二丙胺、或二丁胺。
- 【第12項】如請求項10所述之方法，其中該液體處

理溶液包含約 0.1 wt% 至約 5 wt% 的水，其餘為該蝕刻劑前驅物。

【第 13 項】 如請求項 1 至 2 中任一項所述之方法，進一步包含以下步驟：使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於該處理氣體持續約 60 至約 1200 秒。

【第 14 項】 如請求項 1 至 2 中任一項所述之方法，在約 1 大氣壓至約 10 大氣壓的壓力下使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於該處理氣體。

【第 15 項】 如請求項 1 至 2 中任一項所述之方法，其中使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於該處理氣體之步驟進一步包含以下步驟：在一反應器容器內使該金屬氮氧化物層 ( $MN_{1-x}O_x$ ) 暴露於該處理氣體，該反應器容器包含一反應器主體和一反應器蓋體。

【第 16 項】 如請求項 15 所述之方法，其中該反應器主體包含一處理容積，該處理容積設以容納一液體處理溶液。

【第 17 項】 如請求項 16 所述之方法，其中該反應器蓋體包含一真空夾盤，該真空夾盤耦接到該反應器蓋體並設以將該基板固持在該處理容積內。

【第 18 項】 如請求項 16 所述之方法，其中該反應器

主體包含一第一加熱器，該第一加熱器設以將該液體處理溶液加熱到足以蒸發該液體處理溶液的溫度，並且該反應器蓋體包含一第二加熱器，用以加熱該基板。

【第19項】 一種蝕刻一基板頂上的氮化鈦層的方法，包含以下步驟：

使氮化鈦層暴露於一處理氣體，該處理氣體係藉由蒸發一處理溶液所形成，該處理溶液包含二乙胺和水，其中該氮化鈦層與該處理氣體反應以形成一揮發性化合物，該揮發性化合物從該氮化鈦層之一表面脫附。

【第20項】 一種用於蝕刻一基板頂上的一金屬氮化物層的設備，包含：

一反應器主體，包含：用以容納一液體處理溶液的一處理容積、在一第一端的一主體凸緣、及一第一加熱器，該第一加熱器在與該第一端相對的一第二端嵌入或耦接到該反應器主體，用以加熱該液體處理溶液；

一反應器蓋體，包含在一第一端的一蓋體凸緣，設以與該主體凸緣相配合；

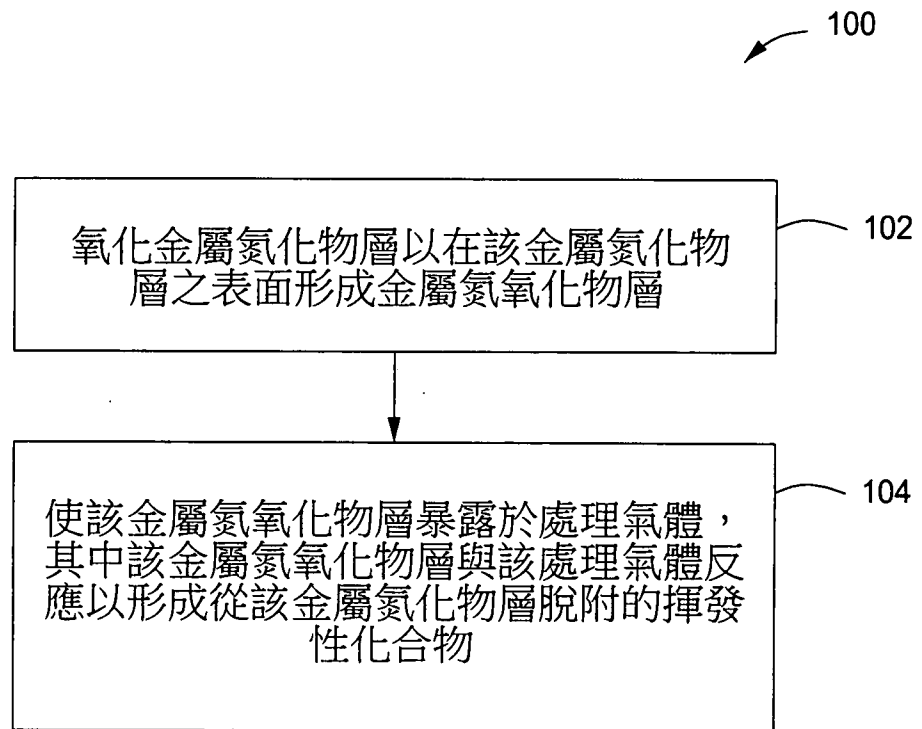
一周鉗，設以在該蓋體凸緣和該主體凸緣將該反應器主體夾緊到該反應器蓋體；

一真空夾盤，被嵌入該反應器蓋體內並設以將一基板固持在該處理容積內，使得位在該基板上的一金屬氮化物層面向該處理容積之底部；

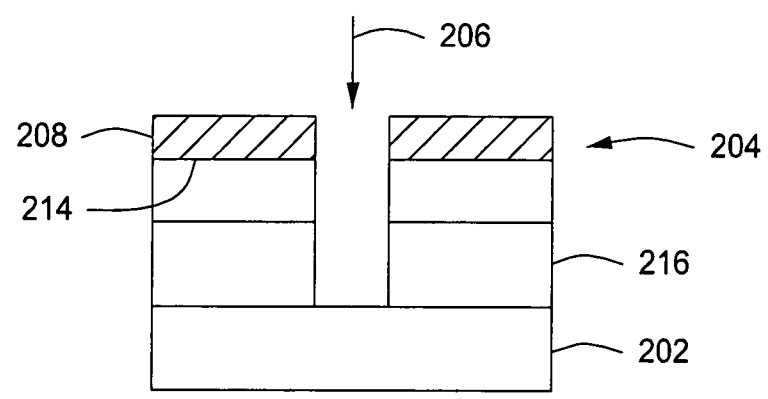
一第二加熱器，被嵌入或耦接到該反應器蓋體並設以加熱該基板；以及

一排氣系統，被耦接到該反應器主體以釋放來自該處理容積的製程副產物。

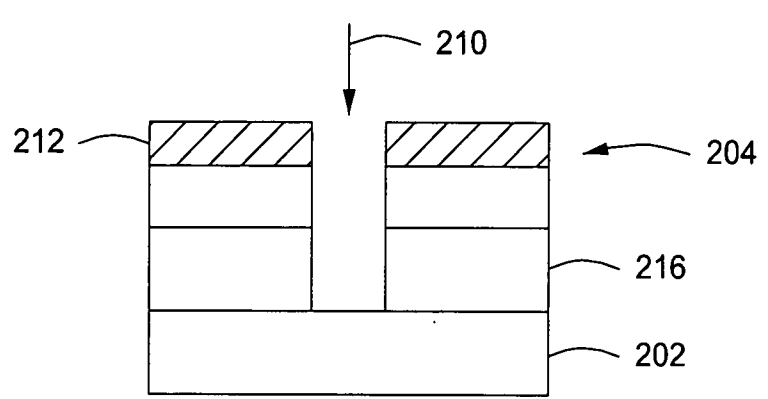
# 圖式



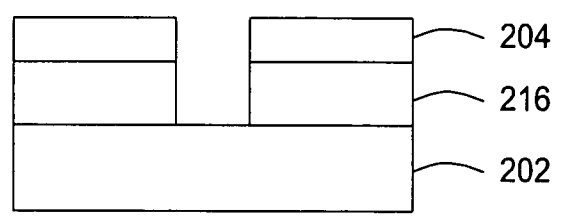
第1圖



第2A圖



第2B圖



第2C圖

