

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96139932

※ 申請日期：96 年 10 月 24 日

※ IPC 分類：

G03F 1/08
H01L 21/2006.01
3.65
(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於處理光微影倍縮光罩的方法

METHOD FOR PROCESSING A PHOTOLITHOGRAPHIC RETICLE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)

鄺錦安

KWONG, RAYMOND K.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 4 人)

姓名：(中文/英文)

1. 仙卓須德麥哈維 R/CHANDRACHOOD, MADHAVI R.

2. 沙巴瓦愛米塔/SABHARWAL, AMITABH

3. 梁佟岳貝奇/LEUNG, TOI YUE BECKY

4. 格林柏恩麥克/GRIMBERGEN, MICHAEL

國 籍：(中文/英文)

1. 印度/India
2. 美國/USA
3. 中華人民共和國/China
4. 美國/USA

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2006年10月30日；60/863,474

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提供了用於蝕刻沈積在基材上諸如光微影倍縮光罩的金屬層的方法和裝置。在一個技術方案中，提供了一種用於處理基材的方法，該方法包括在處理腔室中定位具有沈積在透光材料上的光罩層的基材，將包括三氟甲烷 (CHF_3)、六氟化硫 (SF_6)、六氟乙烷 (C_2F_6) 或氨 (NH_3) 的至少其中之一，含氧氣體、含氯氣體以及可選的無氯的含鹵素氣體和/或惰性氣體導入處理腔室中，在處理腔室中生成處理氣體的電漿，以及蝕刻沈積在基材上的金屬層的暴露部分。

六、英文發明摘要：

Method and apparatus for etching a metal layer disposed on a substrate, such as a photolithographic reticle, are provided. In one aspect, a method is provided for processing a substrate including positioning a substrate having a metal photomask layer disposed on a optically transparent material in a processing chamber, introducing a processing gas comprising an oxygen containing gas, a chlorine containing gas, at least one of trifluoromethane (CHF_3), sulfur hexafluoride (SF_6), hexafluoroethane (C_2F_6) or ammonia (NH_3) and optionally a chlorine-free halogen containing gas and/or an inert gas, into the processing chamber, generating a plasma of the processing gas in the processing chamber, and etching exposed portions of the metal layer disposed on the substrate.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及積體電路的製造和在積體電路製造中使用的光微影倍縮光罩 (photolithographic reticle) 的製造。

【先前技術】

自從幾十年前首次出現半導體元件以來，半導體元件幾何結構在尺寸上已顯著減小。從此，積體電路一般遵循兩年/尺寸減半規則 (通常稱為摩爾定律)，這意味著晶片上的元件數量每兩年倍增。當代製造工廠常規地生產具有 $0.15\mu\text{m}$ 以及甚至 $0.13\mu\text{m}$ 特徵尺寸的元件，而將來的製造廠不久將生產具有更小幾何尺寸的元件。

不斷增加的電路密度已對用於製造半導體元件的製程提出了更多的要求。例如，隨著電路密度增加，通孔 (via)、接點 (contact) 和其他特徵以及它們之間的介電材料的寬度，隨之減小到次微米尺寸，而介電層的厚度保持基本不變，結果導致特徵的深寬比，即，它們的高度除以寬度隨著增加。對於次微米技術的成功和不斷努力增加獨立基材的電路密度和質量來說，高深寬比特徵的可靠形成非常重要。

高深寬比特徵傳統上通過對基材表面構圖以限定特徵的尺寸並隨後蝕刻基材以去除材料並限定該特徵而形成。為了形成具有所需深度與寬度比例的高深寬比特徵，需要在特定的參數內形成該特徵的尺寸，所述參數通常定義特

徵的臨界尺寸。從而，具有所需臨界尺寸的高深寬比特徵需要對於基材的精確構圖以及隨後的蝕刻。

光蝕刻是用於在基材表面上形成精確圖案的技術，以及隨後蝕刻已構圖的基材表面而形成所需的元件或特徵。在蝕刻製程之前，光蝕刻技術使用光圖案和在基材表面上沈積的光阻材料，在基材表面上顯影精確的圖案。在傳統的光蝕刻製程中，在待蝕刻層上塗覆光阻，從而通過將光阻經過其上沈積有光罩層的光微影倍縮光罩暴露於光圖案中而限定出該層中待蝕刻的特徵，諸如接點、通孔、或互連。光罩層對應於特徵的所需結構。為了改變光阻的成分，例如，發出紫外（UV）光或低 X 射線光的光源可用於曝光光阻。一般地，所暴露的光阻材料通過化學製程去除以暴露出下層基材材料。隨後蝕刻所暴露的下層基材材料，從而在基材表面形成特徵，而殘留的光阻材料保留為用於所暴露的下層基材材料的保護塗層。

二元光微影倍縮光罩通常包括由諸如石英（即，二氧化矽 SiO_2 ）的透光矽基材料形成的基材，並具有在基材的表面上沈積的金屬例如通常為鉻的不透明遮光層或光罩。對遮光層構圖以對應於待轉移至基材的特徵。通過在包括透光矽基材料的基材上首先沈積薄金屬層，並隨後在該薄金屬層上沈積光阻層而製造二元光微影倍縮光罩。隨後使用傳統的鐳射或電子束構圖設備對光阻進行構圖以限定出待轉移至金屬層的臨界尺寸。接著蝕刻金屬層以去除未被所構圖的光阻保護的金屬材料；從而暴露出下層透光材料

並形成構圖的光罩層。光罩層允許光沿著精確的圖案從其通過照射在基材表面上。

傳統的蝕刻製程，諸如濕蝕刻，趨於等向性蝕刻，其會造成已構圖光阻下方的金屬層中的底切現象 (undercut phenomenon)。底切現象可在光罩上產生非均勻間隔並且不具有所需筆直且垂直的側壁的已構圖的特徵，從而失去特徵的臨界尺寸。另外，特徵的等向性蝕刻可能會過度蝕刻高深寬比特徵的側壁，導致特徵的臨界尺寸的損失。在金屬層中形成的不具有所需臨界尺寸的特徵有害地影響光通過並導致在隨後的光蝕刻工序中利用光罩的不盡人意的構圖。

公知為乾蝕刻處理或乾蝕刻的電漿蝕刻處理，提供相比於濕蝕刻處理更加非等向性(或稱異向性)的蝕刻。乾蝕刻製程已表明可產生更少的底切並可改善具有更筆直側壁和更平底部的光罩特征的臨界尺寸的保持力。然而，乾蝕刻可能過蝕刻或不精確地蝕刻在光阻材料中形成的用於限定金屬層的臨界尺寸的開口或圖案的側壁。光蝕刻光阻材料的過量側部去除將導致構圖的光蝕刻光阻特徵的臨界尺寸的損失，而這將轉變為在由已構圖的光蝕刻光阻層限定的金屬層中形成的特徵的臨界尺寸的損失。另外，不精確的蝕刻不能充分蝕刻特徵以提供需要的臨界尺寸。不能充分蝕刻特徵至臨界尺寸稱為臨界尺寸的「增加 (gain)」。金屬層中臨界尺寸的損失或增加的程度稱為「蝕刻偏差」或「CD 偏差」。用於在基材表面上形成 $0.14\mu\text{m}$ 特徵的光

罩圖案中的蝕刻偏差可高達 120nm。

金屬層中形成的圖案的臨界尺寸的損失或增加有害地影響光通過並產生許多構圖缺陷以及在通過光微影倍縮光罩構圖的基材中的後續蝕刻缺陷。對於蝕刻高深寬比的次微米特徵來說，光罩的臨界尺寸的損失或增加可能導致不充分的光蝕刻性能，並且，如果臨界尺寸的損失或增加足夠嚴重，則光微影倍縮光罩或隨後所蝕刻的元件將失效。

因此，仍需要一種用於蝕刻基材上的金屬層，諸如光微影倍縮光罩，以在金屬層中產生具有所需臨界尺寸的圖案的製程和化學製程。

【發明內容】

本發明的方案主要提供用於蝕刻光微影倍縮光罩用的光罩層的方法和相關的化學製程。在一個方案中，提供一種用於在處理腔室中處理光微影倍縮光罩的方法。光微影倍縮光罩包括在透光基材上形成的金屬光罩層和在金屬光罩層上沈積的構圖的光阻材料。通過導入包括含氧氣體、含氟氣體、三氟甲烷 (CHF_3)、六氟化硫 (SF_6)、六氟乙烷 (C_2F_6) 或氨 (NH_3) 的至少其中之一，以及可選的無氟的含鹵素氣體和/或惰性氣體的處理氣體而處理光微影倍縮光罩。將電力輸送至處理腔室以由處理氣體形成電漿。隨後使用電漿蝕刻金屬光罩的暴露部分。

在另一方案中，提供一種用於處理在處理腔室中支撐構件上的光微影倍縮光罩的方法。此光微影倍縮光罩包括

101 年 12 月 28 日修正補充頁

在透光矽基材料上形成的鉻基光罩層和在鉻基光罩層上沈積的構圖的光阻層。通過在約 1 毫托和約 40 毫托之間的腔室壓力下導入包括 CHF_3 、 SF_6 、 C_2F_6 或 NH_3 的至少其中之一，氟氣、氧氣和選擇性添加的溴化氫的處理氣體而處理此光微影倍縮光罩。將約 200 瓦和約 1500 瓦之間的電源輸送至靠近處理腔室設置的線圈以由處理氣體生成電漿。將約 5 瓦和約 200 瓦之間的偏壓電力提供給支撐構件。隨後使用電漿以鉻基光罩層與光阻材料的去除速率比約 1:1 或以上蝕刻鉻基光罩層的暴露部分。

【實施方式】

以下將參照感應耦合的電漿蝕刻腔室來描述本發明的方案。適合的感應耦合電漿蝕刻腔室包括可從加州的 Hayward 的 ETEC 購買的 ETEC Tetra ITM 光罩蝕刻腔室和 ETEC Tetra IITM 光罩蝕刻腔室，或者可從加州的 Santa Clara 的應用材料公司購買的去耦合電漿源 (DPS ITM、DPS IITM 和 DPS PlusTM)。

可用於執行本發明製程的其他處理腔室包括，例如，電容耦合平行板腔室和電磁增強離子蝕刻腔室，以及不同設計的感應耦合電漿蝕刻腔室。在 1999 年 6 月 3 日遞交的美國專利申請序列號 No. 09/325,026 中公開了所述適合的處理腔室的實施例，雖然使用 ETEC TetraTM 光罩蝕刻腔室可有利地的執行處理，但是對處理腔室的描述是示例性的，並不應當理解或解釋為限制本發明的範圍或任意方

案。還應該設想在包括從其他製造商購買的其他處理腔室可有利地實施本發明。

第 1 圖是處理腔室 100 的一個實施方式的截面示意圖，該腔室通常包括具有基材底座 124 的處理腔體 102 和控制器 146。腔體 102 具有支撐基本上平坦的介電頂 108 的導電壁 104。處理腔室 100 的其他實施方式可具有其他類型的頂，例如，圓頂形頂。在頂 108 之上設置天線 110。天線 110 包括可選擇性控制的一個或多個感應線圈元件（如第 1 圖所示的兩個同軸元件 110a 和 110b）。天線 110 通過第一匹配網路 114 耦合至電漿電源 112。電漿電源 112 通常能產生在約 50kHz 到約 13.56MHz 範圍內的可調諧頻率下高達約 3000 瓦的電力。

基材底座（陰極）124 經過第二匹配網路 142 耦合至偏壓電源 140。偏壓電源 140 提供在約 1 到約 10kHz 範圍內的可調諧脈衝頻率下 0 到約 600W 的電力。偏壓電源 140 產生脈衝式 RF 電力輸出。可選地，偏置源 140 可產生脈衝式 DC 電力輸出。可以設想，電源 140 還可提供恒定 DC 和 / 或 RF 電力輸出。

在一個實施方式中，基材支撐底座 124 包括靜電夾盤 160。靜電夾盤 160 包括至少一個鉗位電極 132 並通過夾盤電源 166 控制。在可選的實施方式中，基材底座 124 可包括諸如基座夾環、真空夾盤、機械夾盤等的基材固定裝置。

氣體面板 120 聯接至處理腔室 100 以將處理氣體和 / 或其他氣體提供給處理腔體 102。如第 1 圖所示的實施方

式中，氣體面板 120 聯接至在腔體 102 的側壁 104 中的通道 118 中形成的一個或多個入口 116。可以設想，在其他位置，例如，在處理腔室 100 的頂 108 中設置一個或多個入口 116。

利用節流閥 162 和真空泵 164 控制處理腔室 100 的壓力。真空泵 164 和節流閥 162 能維持腔室壓力在約 1 mTorr 到約 20 mTorr 範圍內。

可使用流經壁 104 的含液體管道（未示出）控制壁 104 的溫度。壁溫度通常維持在約 65 攝氏度。典型地，腔室壁 104 由金屬（例如，鋁、不銹鋼等）形成並聯接至電接地 106。處理腔室 100 還包括用於製程控制、內部診斷、終點檢測等的傳統系統。所述系統共同以支援系統 154 示出。

光微影倍縮光罩轉接器 182 用於將基材（諸如光微影倍縮光罩或其他工件）固定在基材支撐底座 124 上。光微影倍縮光罩轉接器 182 一般包括下部 184，其中對該下部磨制以覆蓋底座 124 的上表面（例如，靜電夾盤 160），和具有尺寸和形狀上固定基材 122 的開口 188 的頂部 186。開口 188 通常相對於底座 124 居中設置。轉接器 182 通常由諸如聚酰亞胺或石英的單片耐蝕刻腐蝕性、耐高溫材料形成。在 2001 年 6 月 26 日公佈的美國專利 No. 6,251,217 中公開了合適的光微影倍縮光罩轉接器。邊緣環（edge ring）126 可覆蓋和/或將轉接器 182 固定於底座 124 上。

升降裝置 138 用於降低或提升轉接器 182，並從而將基材 122 放置或脫離基材支撐底座 124。一般地，升降裝

置 138 包括貫穿各自定向孔 136 移動的多個舉升銷（示出了一個舉升銷 130）。

在操作中，基材 122 的溫度通過穩定基材底座 124 的溫度而進行控制。在一個實施方式中，基材支撐底座 124 包括加熱器 144 和選擇性使用的散熱器 128。加熱器 144 可以是配置為流動通過其的傳熱流體的一個或多個流體管道。在另一實施方式中，加熱器 144 可包括通過加熱器電源 168 控制的至少一個加熱元件 134。可選地，來自氣體源 156 的背側氣體（例如，氦（He）經由氣體導管 158 提供給在基材 122 之下的底座表面中形成的管道。背側氣體用於促使底座 124 和基材 122 之間的熱傳遞。在處理期間，底座 124 可通過嵌入式加熱器 144 加熱至穩態溫度，其與氦背側氣體結合，有助於基材 122 的均勻加熱。

控制器 146 包括中央處理器（CPU）150，記憶體 148 和用於 CPU 150 的支援電路 152 並輔助處理腔室 100 的部件的控制，並因此控制蝕刻製程，如以下進一步描述的討論。控制器 146 可為任意形式的通用電腦處理器的其中之一，其可在工業設備中使用，用於控制各種腔室和子處理器。CPU 150 的記憶體 148 可以是一個或多個易於購得的記憶體，諸如隨機記憶體（RAM）、唯讀記憶體（ROM）、軟碟、硬碟或任意其他形式的本地或遠端數位存儲。支援電路 152 連接至 CPU150，用於以傳統方式支援處理器。這些電路包括緩衝器、電源、時鐘電路、輸入/輸出電路和子系統等。本發明的方法一般作為軟體程式存儲在記憶體

148 或其他 CPU150 可存取的電腦可讀介質中。可選地，所述軟體程式還可存儲和/或利用第二 CPU（未示出）執行，該第二 CPU 距由 CPU150 控制的硬體遠端定位。

雖然以上製程描述示出了使用在此所述的處理氣體蝕刻基材的一個實施方式，但本發明還設想在此描述的範圍之外的用於在不同設備中執行該製程處理的參數的使用，諸如不同蝕刻腔室以及諸如用於 300mm 基材處理的光微影倍縮光罩的不同基材尺寸。

示例性蝕刻製程

雖然以下描述將示出用於蝕刻在光微影倍縮光罩製造中作為光罩的金屬層，諸如鉻和氮氧化鉻的製程順序的一個實施方式，但可以設想，蝕刻氣體也可用於蝕刻在半導體和光微影倍縮光罩製造中在基材上形成的其他材料層。

光微影倍縮光罩通常包括在透光基材上沈積的已知為光罩的不透明層。不透明層可包括金屬層，例如，鉻或在現有技術中公知的或未知的適於用作光罩的其他材料。例如，本發明設想不透明層可包括非金屬介電材料。基材 122 的透光材料廣義地限定為包括但不限於，對具有約 300 納米 (nm) 或以下波長的光透明的材料，例如，對具有 248nm 和 193nm 波長的紫外光透明的材料。

第 2 圖示出了蝕刻製程 200 的一個蝕刻順序的一個實施方式的流程圖。所提供的該流程圖僅用於示例性目的並且不應當解釋為限定本發明的任何方案的範圍。第 3A~3C

圖示出了在光罩形成製程期間在不同步驟的光微影倍縮光罩的組成，以及進一步描述第 2 圖中以上所述的製程。

在步驟 210 中將通常包括透光材料 310，諸如光學質量石英、熔融矽材料、矽化鉬 (MoSi)、鉬矽氮氧化物 ($\text{MoSi}_x\text{N}_y\text{O}_z$)、鈣氟化物、氧化鋁、藍寶石或其組合的基材 122，提供給諸如第 1 圖的處理腔室 100 的處理腔室。

如第 3A 圖所示，基材 122 隨後在步驟 220 中通過在基材材料 310 上沈積通常包括鉻的不透明金屬層作為金屬光罩層而進行處理。鉻層可通過現有技術中公知的傳統方法，諸如物理氣相沈積 (PVD) 或化學氣相沈積 (CVD) 製程進行沈積。金屬層 320 通常沈積至厚度約 50nm 和約 100nm 之間；然而，金屬層 320 的厚度可基於製造商的需要和基材的材料或金屬層的成分而改變。

可選地，抗反射塗層 (ARC 或 ARC 層) 可在所沈積的金屬層 320 上形成或構成所沈積金屬層 320 的一部分。一般認為 ARC 層提高了在不透明層中待形成的構圖特徵的精度。ARC 層可為結合非金屬污染物或雜質的金屬層而形成例如，金屬氧氮化物層，諸如氮氧化鉻。氮氧化鉻可能在金屬層的沈積期間或通過將金屬層暴露于諸如氧化或氮化環境中的合適氣氛而形成。可選地，氮氧化鉻層可通過現有技術中公知的傳統方法，諸如通過物理氣相沈積 (PVD) 或化學氣相沈積 (CVD) 製程而沈積。金屬氧氮化物層可包含最高達 25% 的金屬層 320 的總厚度。

可選的 ARC 層典型地形成約 10nm 和約 15nm 之間的

厚度；然而，該層的厚度可基於製造商的需要和基材或金屬層的材料成分而不同以及可以主要集中在所沈積材料的上表面，諸如原始金屬層 320 的上面 30% 的厚度。一般認為氮氧化鉻對使用氧自由基的蝕刻比鉻薄膜更敏感。與蝕刻整個剩餘的鉻材料相比，處理氣體中減小的氧含量可用於有效地蝕刻氮氧化鉻的表面。

如第 3B 圖所示，金屬層 320 中的開口或圖案的尺寸在步驟 230 中通過沈積並圖案蝕刻光阻劑材料 330 以暴露出金屬層 320 而進行構圖。在光微影倍縮光罩製造中使用的光阻劑材料 330 通常是低溫光阻劑材料，其在此限定為在高於約 250 攝氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 的溫度下熱降解的材料，其包括由 Hoya 公司製造的“ZEP”的實施例或其他材料。在金屬層 320 上沈積光阻劑材料 330 至約 200nm 到約 600nm 之間的厚度。

光阻劑材料可為光蝕刻光阻材料，其可使用鐳射構圖裝置或通過另一輻射能量構圖裝置，諸如電子束發射器進行光學構圖以形成用於限定在金屬層 320 中待形成的特徵定義的尺寸的圖案 325。

隨後蝕刻不透明金屬層以產生具有所需臨界尺寸的特徵的光罩層。然後，基材 122 轉移至用於蝕刻金屬層 320 的蝕刻腔室，諸如以上所述的處理腔室 100。如第 3C 圖所示，在步驟 240 中，通過蝕刻金屬層在金屬層 320 中形成開口和圖案 335 以暴露出下層透光基材材料，以及可選的 ARC 層。

通過利用將電源和/或偏壓電力供應給處理腔室 100 生成處理氣體的電漿而進行不透明金屬層 320 的暴露部分的蝕刻。處理氣體可用於蝕刻金屬層。

含氧氣體選自包括氧氣 (O_2)、一氧化碳 (CO)、二氧化碳 (CO_2) 及其組合的組中的一種或多種。在一個實施方式中，含氧氣體為氧氣。含氧氣體提供蝕刻自由基的源。當選擇一氧化碳 (CO) 和二氧化碳 (CO_2) 氣體時，可提供改善蝕刻偏差的用於形成鈍化聚合物沈積的材料源。

含氯氣體選自包括氯氣 (Cl_2)、四氯化碳 (CCl_4)、氯化氫 (HCl) 及其組合的組中的一種或多種。在一個實施方式中，含氯氣體是 Cl_2 。含氯氣體用於供應高活性自由基以蝕刻金屬層。含氯氣體提供蝕刻自由基的源和成分，諸如四氯化碳 (CCl_4) 氣體，這可提供改善蝕刻偏差的用於形成鈍化聚合物沈積的材料源。可選擇其他含氯氣體諸如三氟甲烷 (CHF_3)、六氟化硫 (SF_6)、六氟乙烷 (C_2F_6) 和氮 (NH_3) 以增加蝕刻光阻的蝕刻選擇性，並降低蝕刻偏差。

可選地，可包括無氯的含鹵素氣體。無氯的含鹵素氣體可選自包括溴化氫 (HBr)、碘化氫 (HI) 及其組合的組中的一種或多種。在一個實施方式中，無氯的含鹵素氣體是 HBr 。溴化氫還可從水溶液釋放處理或者具有氫溴酸的水溶液成分。無氯的含鹵素氣體以及氫氣可用於提供兩種活性自由基以蝕刻金屬層，其可降低光阻和金屬蝕刻速率並鈍化光阻和金屬側壁以使過蝕刻最小化並保持所需的臨

界尺寸，以及改善蝕刻偏差。

如果提供含氧氣體和無氧的含鹵素氣體，則以含氧氣體與無氧的含鹵素氣體的摩爾比約 10:1 和約 0.5:1 之間，例如，氧與溴化氫的摩爾比約 10:1 和約 0.5:1 之間提供。

處理氣體還可包括惰性氣體，當其離子化時作為包括處理氣體的電漿的一部分，導致形成濺射物質以增加特徵的蝕刻速率。作為電漿一部分的惰性氣體的存在還可增強活性處理氣體的離解。因此，惰性氣體有助於控制徑向蝕刻速率。可控制蝕刻速率為中心快或中心慢。惰性氣體的實施例包括氬 (Ar)、氦 (He)、氖 (Ne)、氙 (Xe)、氪 (Kr) 及其組合，其中一般使用氬和氦。惰性氣體典型地包括用於製程的總氣流的約 5 體積百分比到約 40 體積百分比，諸如約 15 體積百分比到約 25 體積百分比。在導入蝕刻處理氣體之前，為了電漿激發而引發電漿，惰性氣體可包括所使用處理氣體的約 75 體積百分比到約 100 體積百分比。

包括惰性氣體的處理氣體的總流速以約 100sccm 到約 700sccm 之間的流速導入，用於在蝕刻腔室中蝕刻 150mm x 150mm 面積的光微影倍縮光罩。可以約 5sccm 到約 200sccm，例如，約 20 到 50sccm 的流速將含氧氣體導入處理腔室 100 中。可以約 25sccm 到約 1000sccm，例如，約 150 到 300sccm 的流速將含氧氣體導入處理腔室 100 中。以約 1sccm 到約 50sccm，例如約 1 到 5sccm 的流速，將 CHF_3 、 SF_6 、 C_2F_6 或 NH_3 的至少其中之一，可選地伴隨無氧的含鹵素氣體導入處理腔室 100 中。當使用惰性氣體

時，可提供約 5sccm 到約 100sccm 之間，例如 20 到 45sccm 的流速。

處理氣體的單獨和總氣體流量可基於處理因素的數量而變化，所述因素諸如處理腔室 100 的尺寸、進行處理的基材 122 的尺寸，以及操作者所需的特定的蝕刻參數。

一般地，在蝕刻製程期間，約 15000W 或以下的源 RF 電力級別施加給電感線圈以產生並維持處理氣體的電漿。已觀察到約 200W 到約 1500W 之間，諸如約 300 到 350W 之間的電力級別，可提供用於蝕刻基材表面的處理氣體的充足電漿。對於基材溫度約 150°C 或以下，與現有技術金屬蝕刻製程相比，已觀察到所述的源 RF 電力級別可產生來自處理氣體的足夠的蝕刻自由基和聚合自由基以蝕刻在基材上的暴露的金屬層，同時提供足夠低的電力級別。

一般地，將小於約 200W 的偏壓電力施加在基材 122 上以增加蝕刻自由基相對於基材 122 表面的方向性。在蝕刻製程中可使用小於 50W 的偏壓電力。已觀察到約 15W 到約 20W 的偏壓可提供蝕刻製程期間蝕刻自由基的充分方向性。

取決於待蝕刻的材料量，通過處理氣體的電漿在約 15 秒到約 400 秒，例如，約 30 秒到約 350 秒之間持續蝕刻基材表面所暴露的材料。任何 ARC 層材料可暴露於第一處理氣體的電漿中約 5 秒到約 180 秒之間，例如約 30 秒到約 60 秒之間，其可除開或包括總的蝕刻時間。

一般地，在蝕刻製程期間處理腔室壓力維持在約 1 毫

托到約 40 毫托之間，優選地可維持約 3 毫托到約 8 毫托之間。

在處理期間基材 122 還維持在溫度約 150°C 或以下。低於約 150°C 或以下的基材溫度具有材料的最小的熱降解，諸如在使用在此所述的處理氣體在光微影倍縮光罩製造期間在基材上沈積的光阻劑材料，約 20°C 到約 150°C 之間的基材溫度，例如約 20°C 到約 50°C ，可用於蝕刻在基材表面上具有材料的最小熱降解的光罩特征。另外，處理腔室 100 的側壁 104 可維持在低於約 70°C 的溫度以及圓頂優選地維持在低於約 80 攝氏度的溫度以保持持續的處理條件並使在處理腔室的表面上聚合物的形成最小化。

以下描述蝕刻製程的實施例。在支撐構件 124 上設置基材 122 以及將在此所述的處理氣體導入腔室 100 中，並且通過以約 100sccm 到約 200sccm 的流速導入氧氣 (O_2)、氯氣 (Cl_2)、三氟甲烷 (CHF_3)、六氟化硫 (SF_6)、六氟乙烷 (C_2F_6) 和氨 (NH_3) 的至少其中之一的添加氣體以及可選的溴化氫 (HBr) 和/或諸如氬 (Ar) 或氦 (He) 的惰性氣體的處理氣體並且由處理氣體生成電漿，從而生成並維持電漿以蝕刻金屬層 320。可以在約 5sccm 到約 200sccm 的流速將氧氣導入處理腔室 100 中，可以在約 25sccm 到約 1000sccm 的流速將氯氣導入處理腔室 100 中，可以約 1sccm 到約 50sccm 之間的流速將氧氣 (O_2)、氯氣 (Cl_2)、三氟甲烷 (CHF_3)、六氟化硫 (SF_6)、六氟乙烷 (C_2F_6) 和氨 (NH_3) 的至少其中之一的添加氣體以及可選的溴化

101年12月28日修正補充頁

氫 (HBr) 導入處理腔室 100 中。將惰性氣體，例如，氬氣，以約 5sccm 到約 100sccm 之間的流速導入處理腔室 100 中。氬氣與溴化氫的比，如果提供在處理氣體中，則為約 10:1 到約 0.5:1 之間。

通過將約 200W 到約 1500W 之間，例如 300 到 350W 的源 RF 電力施加給電感線圈以在蝕刻製程期間生成並維持處理氣體的電漿。將約 25W 到約 200W 之間，例如約 15 到 20W 的偏壓電力施加在基材支架 124 上。執行約 90 秒到約 400 秒之間，例如約 350 秒的蝕刻處理。可通過光發射終點控制而監控金屬層 320 的蝕刻製程的終點。

處理腔室的壓力一般維持在約 1 毫托到約 40 毫托之間，例如約 3 毫托、約 5 毫托，或約 8 毫托。在蝕刻製程期間基材溫度在約 20°C 到 100°C 之間。另外，處理腔室 100 的側壁 104 的溫度維持在小於約 70°C 以及圓頂的溫度維持在小於約 80°C。以上所述的蝕刻製程通常產生金屬層與光阻劑的選擇比約 3:1 或以上。

可選地，過蝕刻步驟可在蝕刻製程之後進行以確保從基材去除所有預期的材料。過蝕刻可使用用於蝕刻金屬層 320 的任何適合的處理氣體。例如，過蝕刻氣體可包括所有含氧氣體、含氟氣體、無氟的含鹵素氣體以及在此所述之惰性氣體中的一種或多種。

可選地，如果在此描述的 ARC 材料形成在金屬層上，則在金屬層蝕刻製程期間 ARC 材料可與金屬層一起去除或者在金屬層蝕刻之前通過蝕刻製程去除。在 2004 年 3

101年12月28日修正稿九頁

月 18 日提交的題為“Multi-Step Process For Etching Photomasks”的美國專利申請 No. 10/803,867 中全面描述了 ARC 蝕刻製程和金屬層蝕刻的一個實施例。

在此描述的蝕刻製程在所公開的條件下產生金屬與光阻劑的去除速率比，即選擇比或蝕刻偏差約 1:1 或以上。已觀察到，在通過在此描述的蝕刻製程處理的基材 122 中金屬與光阻劑的選擇比約 1:1 或以上。在通過在此所述的蝕刻製程處理的基材中已觀察到金屬與光阻劑的選擇比約 3:1 或以上。增加的選擇比導致蝕刻製程保持光蝕刻光阻層中構圖的臨界尺寸以及使所蝕刻的銘特徵具有預期的臨界尺寸。

還觀察到在此所述的蝕刻製程去除獨立於特徵光阻劑材料“側部”的“頂部”或上表面的光阻劑材料，其與異向性蝕刻一致並改善特徵形成。另外，所處理的基材產生了具有基本垂直形貌的預期臨界尺寸的特徵，其中垂直形貌即，與現有技術約 85 度到約 88 度的結果相比，特徵的側壁和特徵的底部之間約 90 度角。

可選地，電漿激發可用於產生用於蝕刻金屬層 320 的電漿。在以此所述的成分和流速導入用於蝕刻製程的處理氣體之前，電漿激發可用於引發或生成電漿。電漿激發可使用惰性氣體或在此所述的處理氣體的成分。

電漿激發製程的處理條件和電漿條件可近似於使用具有在此所述的處理氣體的蝕刻製程，包括處理氣體的處理氣體組成、總流速、腔室壓力、源電力和偏壓電力。電漿

激發製程可持續約 15 秒或更短，諸如約 3 秒到約 5 秒之間。電漿激發的實施例包括建立約 1 毫托到約 40 毫托之間，例如約 3 毫托到約 8 毫托之間的腔室壓力，將約 200W 到約 1500W 之間範圍內，諸如約 300 到 350W 的源電力施加在線圈上，和/或提供約 5W 到約 200W 之間範圍內，諸如約 15W 到約 20W 之間的偏壓電力。用於激發電漿的源電力可小於基材 122 蝕刻期間使用的電力。

如第 3D 圖中所示，在完成金屬層 320 的蝕刻之後，將基材 122 轉移至處理腔室 100，以及諸如通過氧氣電漿處理，或其他現有技術公知的光阻劑去除製程，將剩餘的光阻劑材料 330 從基材 122 去除。

可選地，衰減材料可用於形成衰減相移光罩以通過增加經過光罩的光的解析度而增加在基材上形成的蝕刻圖案的精度。諸如矽化鉬 (MoSi) 或衍生物的衰減材料可沈積在不透明金屬層 320 上，以及透光基材表面 310 可隨後進行蝕刻。在透光基材製造期間，衰減材料可沈積在透光基材上或可與透光基材集成。例如，如果在金屬層 320 沈積之前在基材表面上沈積衰減材料，則衰減材料可通過步驟 250 中在已構圖的金屬層 320 上沈積並構圖第二光蝕刻光阻材料以暴露下層材料而形成。衰減材料的下層材料，或所暴露的基材本身，如果合適，可隨後在步驟 260 使用適於所述材料的蝕刻氣體進行蝕刻。

在 2003 年 5 月 13 日提交的題為 “Methods For Etching Photolithographic Reticles” 的美國專利申請 No.

101 圖 28
修正稿

10/437,729 中和 2002 年 5 月 21 日提交的美國專利 No. 6,391,790 中較詳細描述了蝕刻諸如矽基材料的透光材料和基材 122 的衰減材料的實施例。

一般認為以上所述的處理氣體成分和處理方案提供了具有預期臨界尺寸的開口或圖案的可控的蝕刻。開口或圖案的蝕刻通常在使用在此所述的處理氣體下為各向異性。各向異性製程以比開口的側壁上的材料更高的速率去除開口的底部上沈積的材料。這導致開口的側壁上的材料以比開口的底部上的材料更低速率去除。以較低速率蝕刻開口的側壁的蝕刻製程將不太可能過蝕刻側壁，其使得改善進行蝕刻的開口的臨界尺寸的保持，並由此減小蝕刻偏差。

本發明通過以下實施例進行進一步描述，所述實施例並非意在限定要求保護的本發明的範圍。

實施例

將光微影倍縮光罩導入用於光阻劑沈積的處理腔室中，所述光微影倍縮光罩包括由透光材料形成的基材，所述透光材料諸如光學質量石英、熔融矽材料、矽化鉬 (MoSi)、鉬矽氮氧化物 ($\text{MoSi}_x\text{N}_y\text{O}_z$)、鈣氟化物、氧化鋁、藍寶石或其組合，所述基材上沈積厚度，例如約 70 納米 (nm) 到約 100nm 之間的鉻光罩層。可形成可選的氮氧化鉻的 ARC 層，其可包括高達總體鉻厚度的約 25%。

將光阻劑沈積在氮氧化鉻層上並隨後使用傳統的鐳

(01年2月)修正補頁

射或電子束構圖設備進行構圖，所述光阻劑諸如可從日本的 Tokyo-Oka 購買可得的光阻劑材料 ZEP，或化學增強光阻劑或也可從日本的 Tokyo-Oka 購買可得 CAR 光阻劑。在基材上沈積的光阻劑的厚度約為 200nm 到約 600nm 之間，例如，約 300nm 到約 400nm，但也可為所需的任意厚度。

雖然前述涉及本發明的示例性技術方案，但在不偏離本發明的基本範圍下可設計本發明的其他和進一步的方案，並且本發明的範圍由以下權利要求書確定。

【圖式簡單說明】

因此為了更詳細地理解本發明的以上所述特徵，將參照附圖中示出的實施例對以上簡要所述的本發明進行更具體的描述。

然而，應該注意，附圖中僅示出了本發明典型的實施例，因此不能視為是對本發明範圍的限定，本發明可以允許其他等同的有效實施例。

第 1 圖是蝕刻腔室的一個實施方式的截面示意圖；

第 2 圖是根據本發明的一個實施方式用於處理基材的順序的一個實施方式的流程圖；

第 3A~3D 圖是本發明的另一實施方式的蝕刻順序的流程圖。

為了便於理解，在文中儘可能用相同的元件符號表示圖中共同的相同元件。應該理解，一個實施方式的元件可

(201) 期 2 月 28 日 修正補充頁

有利地用在其他實施方式中，而不用進一步敘述。

【主要元件符號說明】

100	處理腔室	102	處理腔體
104	導電壁	106	電接地
108	介電頂	110	天線
110a、110b	同軸元件	112	電漿電源
114、142	匹配網路	116	入口
118	通道	120	氣體面板
122	基材	124	底座
126	邊緣環	128	散熱器
130	舉升銷	132	鉗位電極
134	加熱元件	136	定向孔
138	升降裝置	140	偏壓電源
144	加熱器	146	控制器
148	記憶體	150	中央處理器
152	支援電路	154	支援系統
156	氬源	158	氣體導管
160	靜電夾盤	162	節流閥
164	真空泵	166	夾盤電源
168	加熱器電源	182	光微影倍縮光罩轉接器
184	下部	186	頂部
188	開口	200	製程
210~260	步驟	310	透光材料

10/21/28 日修正補充頁

320 金屬層

325 圖案

330 光阻劑材料

335 圖案

十、申請專利範圍：

1. 一種用於處理光微影倍縮光罩 (reticle) 的方法，包括下列步驟：

將該倍縮光罩定位在一處理腔室中的一支撐構件上，其中該倍縮光罩包括形成在一透光基材上的一金屬光罩 (photomask) 層和沈積在該金屬光罩層上的一已構圖的光阻劑材料；

導入一處理氣體至該處理腔室中，該處理氣體包括一含氧氣體、一含氟氣體以及六氟化硫 (SF_6)；

將電力輸送至該處理腔室以產生由該處理氣體所形成的一電漿；以及

使用所述電漿蝕刻該金屬光罩層的暴露部分。

2. 如請求項 1 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括將一無氟的含鹵素氣體流入該處理腔室中。

3. 如請求項 2 所述的方法，其中該無氟的含鹵素氣體包含選自由溴化氫與碘化氫所構成的群組中的一或多種氣體。

4. 如請求項 1 所述的方法，其中該含氟氣體包含選自由氟氣、四氯化碳與氫氟酸所構成的群組中的一或多種氣體。

10 | 年 | 月 | 日 修正補頁

5. 如請求項 1 所述的方法，其中該金屬光罩層包括鉻、氮氧化鉻或其之組合。

6. 如請求項 1 所述的方法，其中該金屬光罩層更包括氮氧化鉻的抗反射塗層。

7. 如請求項 1 所述的方法，其中該透光基材包括選自石英、矽化鉬、鉬矽氧氮化物和其組合所構成之群組的矽基材料。

8. 如請求項 1 所述的方法，其中該導入處理氣體의 步驟更包括將氫以 5 sccm 到 100 sccm 的流速流入該處理腔室中。

9. 如請求項 1 所述的方法，其中該導入處理氣體의 步驟更包括將氫以 20 sccm 到 45 sccm 的流速流入該處理腔室中。

10. 如請求項 1 所述的方法，其中該導入處理氣體의 步驟更包括將氮、氫、氬、氦或氖的至少其中之一流入該處理腔室中。

11. 如請求項 1 所述的方法，其中該生成電漿的步驟更包括：將約 200 瓦到約 1500 瓦之間的源射頻 (RF) 電力施

加給該處理腔室的一線圈，以及將約 5 瓦到約 200 瓦之間的偏壓電力施加給在該處理腔室中的一倍縮光罩支架。

12. 如請求項 1 所述的方法，所述蝕刻金屬光罩層的步驟更包括以金屬光罩層與光阻劑材料約 1:1 到約 3:1 之間的比，選擇性地蝕刻該金屬光罩層。

13. 如請求項 1 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括以約 1 sccm 到 50 sccm 的速率將六氟化硫 (SF_6) 流入該處理腔室中。

14. 如請求項 1 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括以約 1 sccm 到 5 sccm 的速率將六氟化硫 (SF_6) 流入該處理腔室中。

15. 一種用於處理光微影倍縮光罩的方法，包括下列步驟：

將所述倍縮光罩定位在一處理腔室的一支撐構件上，其中該倍縮光罩包括在一透光矽基材料上形成的一鉻基光罩層和在該鉻基光罩層上沈積的一已構圖的光阻劑材料；

導入一處理氣體至該處理腔室中，該處理氣體包含氟氣、氧氣和六氟化硫 (SF_6)；

在處理期間將腔室壓力維持在約 3 毫托到約 8 毫托之間，以及將該倍縮光罩溫度維持在約 20°C 到約 150°C 之

間；

將約 300 瓦到約 350 瓦之間的源電力輸送至靠近該處理腔室設置的一線圈，以由該處理氣體生成一電漿；

將約 15 瓦到約 20 瓦之間的偏壓電力提供給該支撐構件；

蝕刻該鉻基光罩層的暴露部分；以及

以該鉻基光罩層與光阻劑材料約 1:1 或更高的去除速率比，去除該鉻基光罩層。

16. 如請求項 15 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括將溴化氫流入該處理腔室。

17. 如請求項 15 所述的方法，其中該鉻基光罩層包括鉻、氮氧化鉻或其組合，且該透光矽基材料包括石英、矽化鈦、鈦矽氧氮化物或其組合。

18. 如請求項 17 所述的方法，其中該倍縮光罩更包括氮氧化鉻的抗反射塗層。

19. 如請求項 15 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括將氫以 5 sccm 到 100 sccm 的流速流入該處理腔室中。

20. 如請求項 15 所述的方法，其中該導入處理氣體的

步驟更包括將氫以 20 sccm 到 45 sccm 的流速流入該處理腔室中。

21. 如請求項 15 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括將氮、氫、氫、氬或氬的至少其中之一流入該處理腔室中。

22. 如請求項 15 所述的方法，其中該鉻基光罩層與該光阻劑材料係以鉻基光罩層與光阻劑材料約 1:1 到約 3:1 之間的去除速率比被去除。

23. 如請求項 15 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括以約 1 sccm 到 50 sccm 的速率將六氟化硫 (SF₆) 流入該處理腔室中。

24. 如請求項 15 所述的方法，其中該導入處理氣體的步驟更包括以約 1 sccm 到 5 sccm 的速率將六氟化硫 (SF₆) 流入該處理腔室中。

25. 一種用於處理光微影倍縮光罩的方法，包括下列步驟：

將該倍縮光罩定位在一處理腔室中的一支撐構件上，其中該倍縮光罩包括形成在一透光基材上的一金屬光罩層和沈積在該金屬光罩層上的一已構圖的光阻劑材料；

導入一處理氣體至該處理腔室中，該處理氣體包括一含氧氣體、一氟碳化物氣體以及三氟甲烷 (CHF_3)；

透過將源射頻電力施加給該處理腔室中的一線圈以及將偏壓電力施加給在該處理腔室中的一倍縮光罩支架，而將電力輸送至該處理腔室以產生由該處理氣體所形成的一電漿；以及

使用所述電漿蝕刻該金屬光罩層的暴露部分。

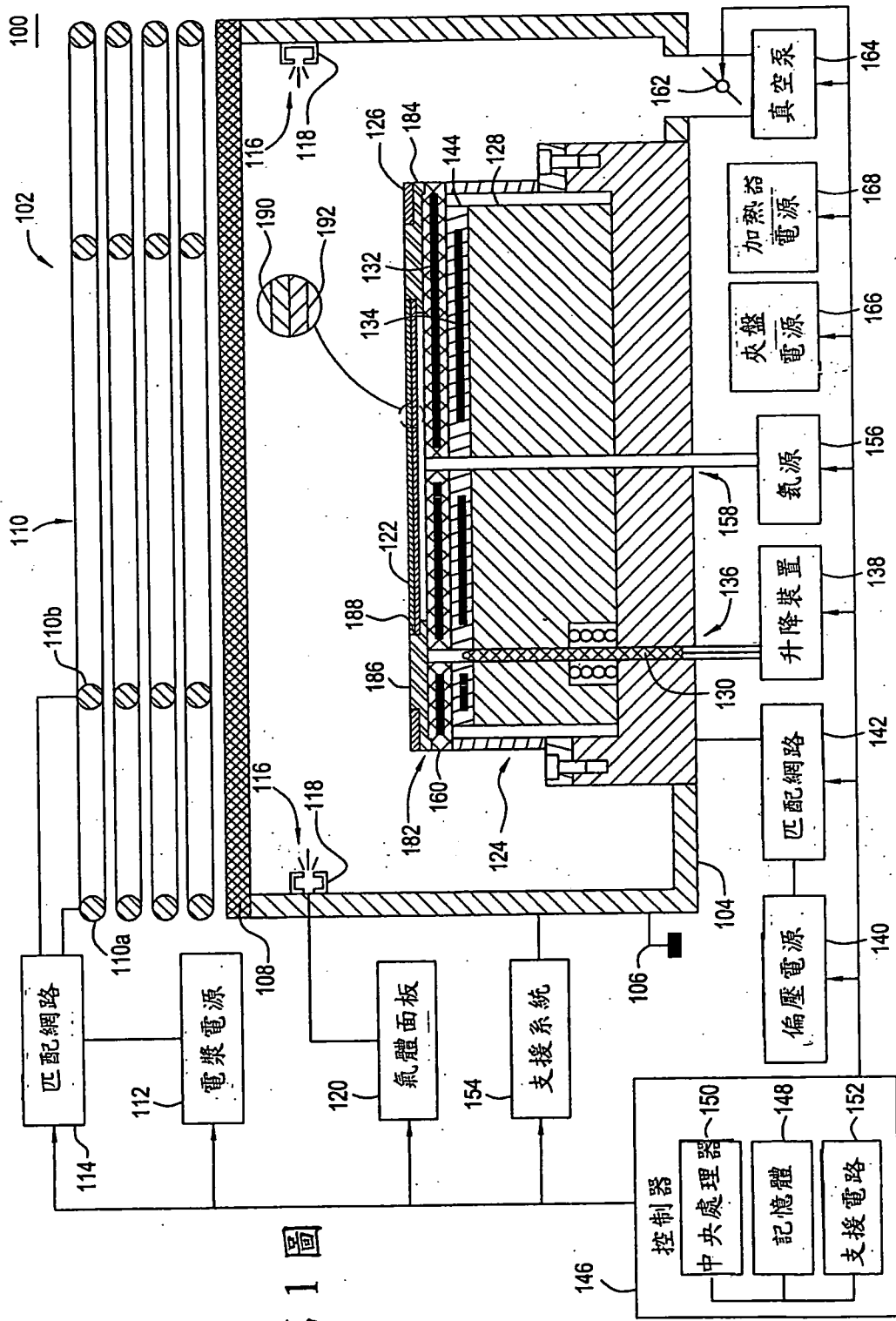
26. 一種用於處理光微影倍縮光罩的方法，包括下列步驟：

將該倍縮光罩定位在一處理腔室中的一支撐構件上，其中該倍縮光罩包括形成在一透光基材上的一金屬光罩層和沈積在該金屬光罩層上的一已構圖的光阻劑材料；

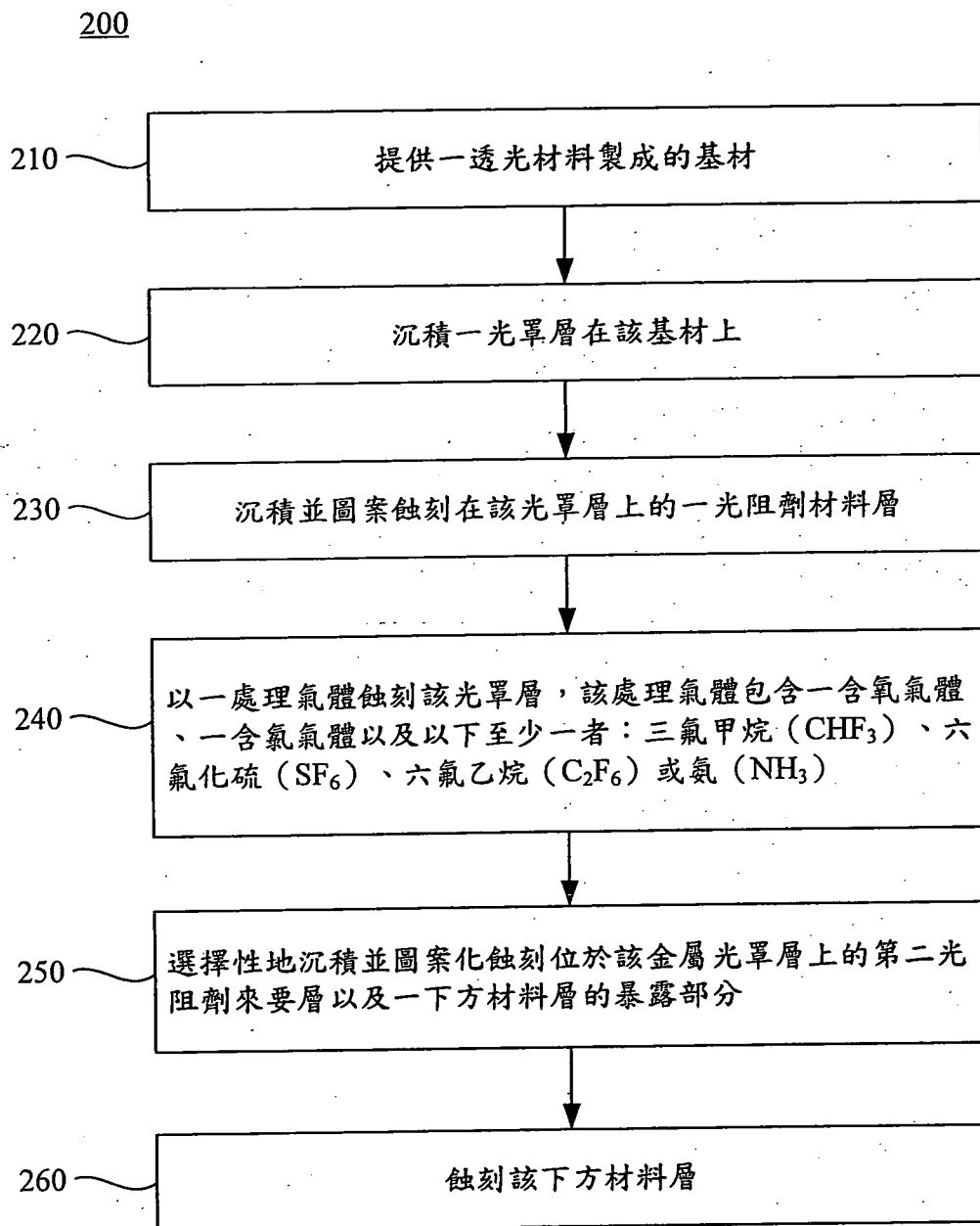
導入一處理氣體至該處理腔室中，該處理氣體包括一含氧氣體、一含氟氣體以及下述氣體之至少其中一者：三氟甲烷 (CHF_3) 與六氟化硫 (SF_6)，並且，該處理氣體視情況還包含六氟乙烷 (C_2F_6) 及/或氨 (NH_3)；

將電力輸送至該處理腔室以產生由該處理氣體所形成的一電漿；以及

使用所述電漿蝕刻該金屬光罩層的暴露部分。

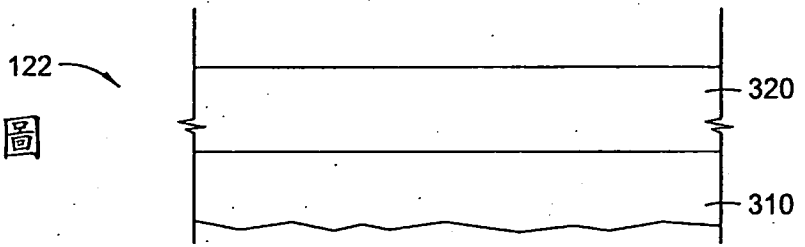


第 1 圖

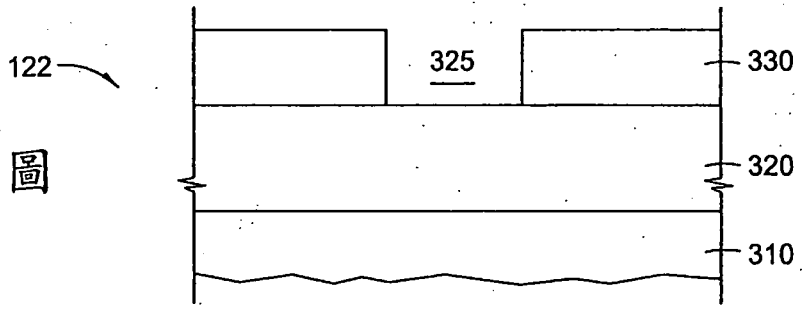


第 2 圖

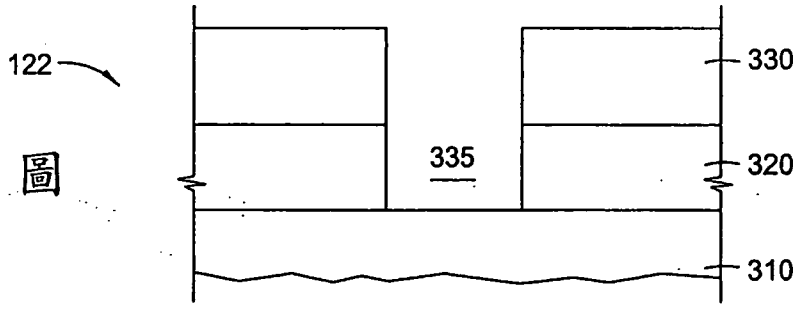
第 3A 圖



第 3B 圖



第 3C 圖



第 3D 圖

