



(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 I491748 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：100131956

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 05 日

(51)Int. Cl. : C23C14/14 (2006.01)

(30)優先權：2010/09/17 美國 61/384,028

2011/09/01 美國 13/223,788

(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：布朗卡爾 BROWN, KARL (GB)；利奇艾倫 RITCHIE, ALAN (GB)；皮皮頓約翰 PIPITONE, JOHN (US)；瑞英 RUI, YING (CN)；霍夫曼丹尼爾 J HOFFMAN, DANIEL J. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

CN 101730930A

US 6642146B1

審查人員：吳怡潔

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 36 頁

(54)名稱

用於在高深寬比的特徵結構中沉積金屬的方法

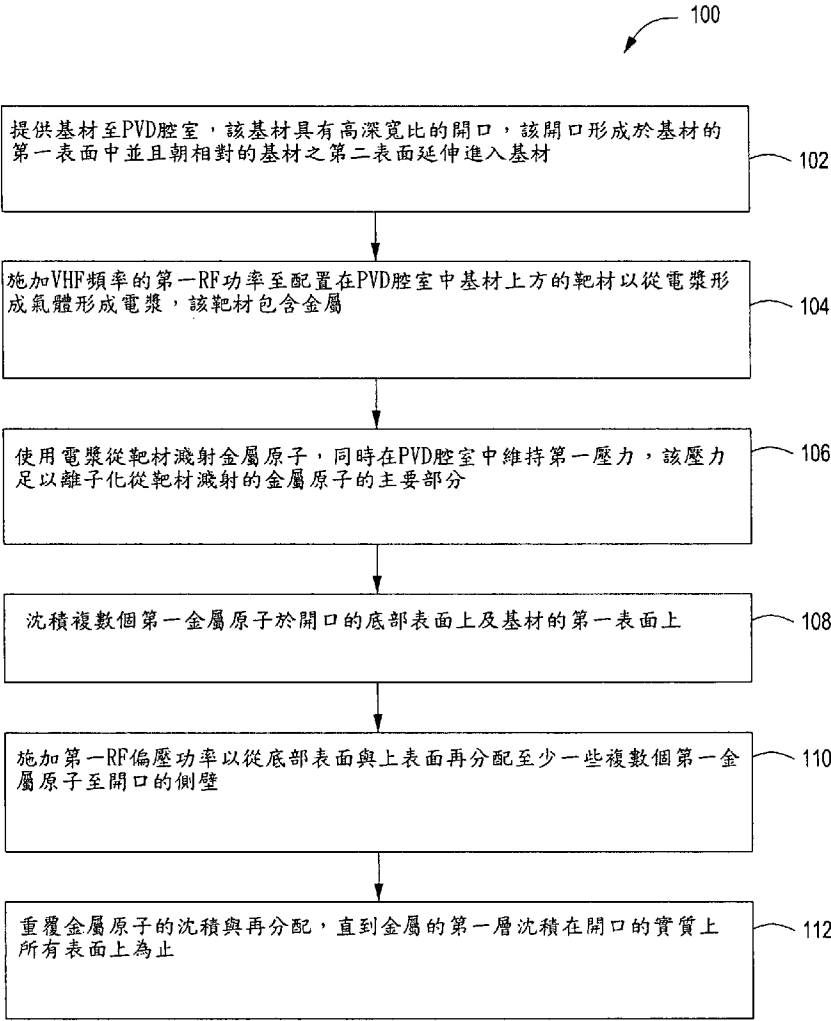
METHODS FOR DEPOSITING METAL IN HIGH ASPECT RATIO FEATURES

(57)摘要

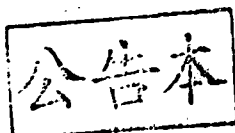
在此提供在高深寬比特徵結構中沉積金屬的方法。一些實施例中，一種處理基材的方法包括以下步驟：施加 VHF 頻率的 RF 功率至包含金屬的靶材以從電漿形成氣體形成電漿，該靶材配置在該 PVD 腔室中於該基材上方；使用該電漿從該靶材濺射金屬原子，同時在該 PVD 腔室中維持第一壓力，該第一壓力足以離子化該等濺射的金屬原子的主要部分；將該等離子化的金屬原子沉積在該開口的底部表面上以及沉積在該基材的第一表面上；施加第一 RF 功率以從該底部表面與第一表面再分配至少一些該等沉積的金屬原子至該開口的側壁；以及重覆該沉積與該再分配製程，直到金屬的第一層沉積在該開口的實質上所有表面為止。

Methods of depositing metal in high aspect ratio features are provided herein. In some embodiments, a method of processing a substrate includes applying RF power at VHF frequency to a target comprising metal disposed in the PVD chamber above the substrate to form a plasma from a plasma-forming gas, sputtering metal atoms from the target using the plasma while maintaining a first pressure in the PVD chamber sufficient to ionize a predominant portion of the sputtered metal atoms, depositing the ionized metal atoms on a bottom surface of the opening and on a first surface of the substrate, applying a first RF power to redistribute at least some of the deposited metal atoms from the bottom surface and first surface to sidewalls of the opening, and repeating the deposition and the redistribution processes until a first layer of metal is deposited on substantially all surfaces of the opening.

100 . . . 方法
102-112 . . . 步驟



第1圖



發明專利說明書

10 年 3 月 2 日 修正頁 (本)
劃線

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：100131956

※ 申請日期：2011 年 9 月 5 日

※ IPC 分類：C23C 14/14 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於在高深寬比的特徵結構中沉積金屬的方法

METHODS FOR DEPOSITING METAL IN HIGH ASPECT RATIO
FEATURES

二、中文發明摘要：

在此提供在高深寬比特徵結構中沉積金屬的方法。一些實施例中，一種處理基材的方法包括以下步驟：施加 VHF 頻率的 RF 功率至包含金屬的靶材以從電漿形成氣體形成電漿，該靶材配置在該 PVD 腔室中於該基材上方；使用該電漿從該靶材濺射金屬原子，同時在該 PVD 腔室中維持第一壓力，該第一壓力足以離子化該等濺射的金屬原子的主要部分；將該等離子化的金屬原子沉積在該開口的底部表面上以及沉積在該基材的第一表面上；施加第一 RF 功率以從該底部表面與第一表面再分配至少一些該等沉積的金屬原子至該開口的側壁；以及重覆該沉積與該再分配製程，直到金屬的第一層沉積在該開口的實質上所有表面為止。

三、英文發明摘要：

Methods of depositing metal in high aspect ratio features are provided herein. In some embodiments, a method of processing a substrate includes applying RF power at VHF frequency to a target comprising metal disposed in the PVD

chamber above the substrate to form a plasma from a plasma-forming gas, sputtering metal atoms from the target using the plasma while maintaining a first pressure in the PVD chamber sufficient to ionize a predominant portion of the sputtered metal atoms, depositing the ionized metal atoms on a bottom surface of the opening and on a first surface of the substrate, applying a first RF power to redistribute at least some of the deposited metal atoms from the bottom surface and first surface to sidewalls of the opening, and repeating the deposition and the redistribution processes until a first layer of metal is deposited on substantially all surfaces of the opening.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 方法

102-112 步驟

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明的實施例大體上關於沉積金屬於高深寬比的特徵結構中的方法，該等高深寬比的特徵結構是形成在基材上。

【先前技術】

直通矽穿孔（through silicon via, TSV）或類似技術需要連續的含金屬層，該連續的含金屬層是待沉積於基材上的高深寬比特徵結構內。例如，該待沉積的含金屬層可以是阻障層，以防止材料從該特徵結構擴散進入該基材；或者該待沉積的含金屬層可以是種晶層，該種晶層可以用作為透過電鍍或其他適合技術填充該特徵結構的模板。高深寬比的特徵結構例如可包括具有約 5:1 以上的深寬比的特徵結構。

發明人已經開發改良的技術以將連續的含金屬層沉積在高深寬比的特徵結構中。

【發明內容】

在此提供在高深寬比特徵結構中沉積金屬的方法。一些實施例中，有一種在物理氣相沉積（PVD）腔室中處理基材的方法，該基材具有開口，該開口形成在該基材的第一表面中並且朝向該基材的相對的第二表面延伸進

入該基材，該開口具有至少 5:1 的深度對寬度的深寬比，該方法包括以下步驟：施加 VHF 頻率的 RF 功率至包含金屬的靶材以從電漿形成氣體形成電漿，該靶材配置在該 PVD 腔室中於該基材上方；使用該電漿從該靶材濺射金屬原子，同時在該 PVD 腔室中維持第一壓力，該第一壓力足以離子化該等濺射的金屬原子的主要部分 (predominant portion)；將該等離子化的金屬原子沉積在該開口的底部表面上以及沉積在該基材的第一表面上；施加第一 RF 功率以從該底部表面與第一表面再分配至少一些該等沉積的金屬原子至該開口的側壁；以及重覆該等離子化金屬原子的該沉積以及沉積的金屬原子的該再分配，直到該金屬的第一層沉積在該開口的該底部表面與側壁為止。於下文中描述本發明其他與進一步的實施例。

【實施方式】

發明人已經發現，習知的直流 (DC) 濺射 (諸如在 DC 物理氣相沉積 (DC PVD) 腔室中執行的濺射) 具有狹窄的角分佈 (angular distribution)，該狹窄的角分佈能夠對金屬在高深寬比特徵結構的垂直側壁上的沉積造成限制。發明人已經進一步發現，DC PVD 製程一般所需的高偏壓功率能夠引發過量的沉積金屬再濺射，沉積金屬再濺射會非期望地在特徵結構中建立懸垂物

(overhang) 或小平面 (facet)。此類懸垂物或小平面可能造成在特徵結構中形成空洞。因此，發明人已經提供用於在基材上形成的高深寬比特徵結構中沉積金屬的方法實施例。本發明的方法之實施例可有利地提供使用金屬連續覆蓋高深寬比特徵結構的表面同時減少懸垂物或小平面，這些懸垂物或小平面可能引發在高深寬比特徵結構中形成空洞。本發明的方法之實施例可與直通矽穿孔 (TSV) 應用 (例如，無論是用於穿孔在先或穿孔在後的製造方法) 一併使用，也可與其他某些適合的應用一併使用，該些應用中，沉積連續金屬層是有利的。

第 1 圖描繪根據本發明一些實施例用於處理基材的方法 100 的流程圖。在下文中針對如第 2 圖所繪的填充高深寬比特徵結構的該等階段描述該方法 100。可以在任何具有 DC 及射頻 (RF) 功率源二者的適合的 PVD 處理腔室中執行方法 100，該腔室諸如為下文中所述及第 3 圖中所繪的處理腔室 300。

方法 100 是以提供基材 200 至 PVD 腔室而開始於 102，該 PVD 腔室例如為處理腔室 300。基材 200 包括高深寬比的開口 202，該開口形成於該基材 200 的第一表面 204 中並且朝向相對的基材 200 的第二表面 206 延伸進入基材 200。基材 200 可以是具有高深寬比開口形成在上面的任何適合的基材。例如，基材 200 可以包含矽 (Si)、氧化矽 (SiO_2)、氮化矽 (SiN) 或其他介電材料中的一或多者。此外，基材 200 可包括額外的幾層材料

或可具有一或多個形成在該基材中或該基材上的完備或部分完備的結構。

該開口可以是任何具有高深寬比的開口，諸如用於形成穿孔 (via)、溝槽、雙鑲嵌結構或類似物等的開口。一些實施例中，開口 202 可具有至少約 5:1 的深度對寬度的深寬比 (例如，高深寬比)。例如，在一些實施例中，該深寬比可為約 10:1 以上，諸如約 15:1 以上。該開口 202 可透過使用任何適合的蝕刻製程蝕刻基材而形成。如圖所示，該開口 202 包括底部表面 208 與側壁 210。

一些實施例中，在如下文中所述般沉積金屬原子之前，底部表面 208 與側壁 210 可被一或多層覆蓋。例如 (及如第 2A 圖中虛線所示)，開口 202 的底部表面與側壁以及基材 200 的第一表面可被氧化物層 212 (諸如為氧化矽 (SiO_2))、矽 (Si)、氮化矽 (SiN) 或其他介電材料覆蓋。在提供基材 200 至 PVD 腔室前，可例如在化學氣相沉積 (CVD) 腔室或在氧化腔室中沉積或生長氧化物層。氧化物層 212 可充當基材與含金屬層 (待後續沉積在該開口中) 之間的電阻障物及/或實體阻障物 (physical barrier)，及/或該氧化物層 212 可作用為在下文所論之沉積製程期間比原生基材表面更優良的用於附著之表面。

一些實施例中，阻障層 214 可沉積在氧化物層 212 (如圖所示) 的頂上，或若氧化物層不存在時，阻障層 214 可沉積在該開口的底部表面與側壁及基材的第一表面頂

上。阻障層 214 可達到如上文所討論的氧化物層 212 之類似的目的。一些實施例中，阻障層 214 可包括鈦 (Ti)、氮化鈦 (TiN)、鉭 (Ta)、氮化鉭 (TaN) 或其他材料之至少一者。可藉由任何適合的方法 (諸如透過 CVD 或 PVD) 沉積阻障層 214 以形成連續阻障層於開口 202 中，該 PVD 包括透過使用下文所述的方法 100。

一些實施例中 (及如第 2A 中的虛線所示)，開口 202 可完全延伸通過基材 200，且第二基材 218 的表面 216 可形成開口 202 的底部表面 208。第二基材 218 可配置成鄰接基材 200 的第二表面 206。再者 (如第 2F 圖所示及如下文所討論)，諸如邏輯元件或類似物之元件或需要電連接性的元件之一部分 (諸如閘極、接觸墊、傳導通孔或類似物) 可配置在第二基材 218 的表面 216 中並且對準開口 202。

在 104，以 VHF 頻率施加 RF 功率 (諸如來自 RF 功率源 318 之功率，於下文中描述) 至包含金屬的靶材以從電漿形成氣體形成電漿，而該靶材配置在基材 200 上方。例如，該靶材可以是下文中討論的靶材 306。進一步言之，該靶材可包括金屬、金屬合金或類似物之一或多者，適合用於形成連續阻障層或種晶層於開口 202 的表面以及基材 200 的第一表面 204 上。例如，該靶材可包含鈦 (Ti)、鉭 (Ta)、銅 (Cu)、鋁 (Al) 或類似物之一或多者。電漿形成氣體可包括惰氣，諸如稀有氣體或其他惰氣。例如，適合的電漿形成氣體的非限制性範例

可包括氬氣 (Ar)、氦氣 (He)、氙氣 (Xe)、氖氣 (Ne)、氫氣 (H_2)、氮氣 (N_2) 或類似氣體。

可施加 VHF 頻率的 RF 功率以用於以下用途之一或多者：從電漿形成氣體形成電漿及將被電漿從靶材濺射的金屬原子離子化。如在此所用，VHF 頻率是範圍從約 27 MHz 至約 100 MHz 的頻率。一些實施例中，所施加的 VHF 頻率約 60 MHz。例如，增加 VHF 頻率可增加電漿密度及/或從靶材濺射的金屬原子中離子化的量。

可例如從 DC 功率源 320 (該功率源與靶材 306 耦接) 將 DC 功率施加至靶材以將電漿朝靶材導引，如下文所述。DC 功率範圍可從約 1 千瓦 (kW) 至約 2 kW。一些實施例中，DC 功率可為約 1-5 kW，或大約 2 kW。可調整 DC 功率以控制濺射在基材上的金屬原子的沉積速率。例如，增加 DC 功率可造成電漿與靶材的交互作用增加，並且造成金屬原子從靶材的濺射增加。

在 106，使用電漿將金屬原子從靶材濺射，同時在 PVD 腔室中維持第一壓力，該第一壓力足以離子化從靶材所濺射的金屬原子之主要部分 (predominant portion)。例如，金屬原子的主要部分範圍可為電漿所濺射的金屬原子的總數的約 60% 至約 90%。除了所施加的第一 RF 功率與 DC 功率之外，第一壓力可取決於處理腔室的幾何尺寸 (諸如基材尺寸、靶材至基材的距離與類似者)。例如，在裝設有靶材至基材間隙為約 60 至 90 毫米 (mm) 的腔室中，第一壓力的範圍可從約 6 至約 140 毫托 (mT)。

一些實施例中，第一壓力約 100 毫托。電漿形成氣體的流速及/或額外氣體（諸如惰氣）的流速可維持腔室中的第一壓力，該額外氣體可與電漿形成氣體共同流入。第一壓力可在靶材與基材之間提供高密度的氣體分子，藉由這些高密度的氣體分子，濺射的金屬原子可碰撞並且被離子化。可另外利用壓力控制從靶材所濺射的金屬原子的離子化量。例如，增加靶材至基材的間隙中的壓力可增加與金屬原子的碰撞數目並且增加離子化金屬原子的量。

在 108，複數個第一金屬原子 220 沉積在基材 200 的上表面 204 與開口 202 的底部表面 208 上，如第 2B 圖所說明。可使用如上文所討論的處理條件（諸如第一壓力、第一 RF 功率、DC 功率及/或 VHF 頻率）沉積複數個第一金屬原子 220。此類處理條件可以助於將複數個第一金屬原子 220 大約垂直地導引至基材 200，如第 2B 圖所說明。在一些實施例中，在沉積複數個第一金屬原子 220 期間，可施加視情況任選的 RF 功率至基材 200，例如，施加至配置在基材 200 下方（諸如，在基材支撐件內）的電極。可於範圍在約 2 至約 13.56 MHz 的頻率下及高達約 50 W 的功率下施加 RF 功率（也指 RF 偏壓功率）。一些實施例中，RF 偏壓功率的頻率可為約 2 MHz 或約 13.56 MHz，或者若另一 RF 功率源額外地耦接 PVD 腔室的基材支撐底座（或底座中所含的電極），則 RF 偏壓功率的頻率可為約 2 MHz 及約 13.56 MHz 二者。在沉積複

數個第一金屬原子 220 的同時所提供的視情況任選的 RF 偏壓功率可以很小，以盡量減少沉積金屬原子的能量，諸如盡量減少任何懸垂物形成於開口 202 的口部 (mouth) 上方。

在 110，施加第一 RF 功率（在此也指第一 RF 偏壓功率）至基材下方所配置的電極，以從開口 202 的底部表面 208 再分配至少一些複數個第一金屬原子 220 至開口 202 的側壁 210，如第 2C 圖中所說明。可施加範圍從約 2 至約 13.56 MHz 的頻率之第一 RF 偏壓功率。例如，在一些實施例中，第一 RF 偏壓功率的頻率可以是約 2 MHz 或約 13.56 MHz，或者若視情況任選的第二 RF 偏壓功率源（如第 3 圖中所說明的第二 RF 偏壓功率源 363）額外地耦接基材支撐底座 302（如第 3 圖所示及如下文中所述），則 RF 偏壓功率的頻率可為約 2 MHz 及約 13.56 MHz 二者。第一 RF 偏壓功率可用於增加離子能量及/或入射在基材 200 上的離子 224 之入射角度，如第 2C 圖所示。例如，入射在基材 200 上的離子可包括離子化金屬原子、來自電漿的離子化成份 (elements) 或前述二者之組合。可增加第一 RF 偏壓功率，以增加離子能量，例如以增加開口 202 的底部表面 208 上離子對沉積的金屬原子之撞擊 (impact)，如第 2B 圖所說明。開口的底部表面 208 上增加的離子撞擊可助於將金屬原子的至少一些複數個第一金屬原子 220 再分配至側壁 210 上（如圖所示）。第一 RF 偏壓功率可實質上大於上文所討論之沉積

複數個第一金屬原子 220 期間所施加的視情況任選的 RF 偏壓功率。例如，第一 RF 偏壓功率可大於約 50 W，或範圍從約 0 至約 200 W。一些實施例中，第一 RF 偏壓功率是約 50 W。

同時利用第一 RF 偏壓功率與第二 RF 偏壓功率（如上文所討論）的一些實施例中，第一 RF 偏壓功率可用於控制鄰近基材 200 的離子能量，而第二 RF 偏壓功率可用於控制鄰近基材 200 的離子能量中的分佈。

一些實施例中（且亦如第 2C 圖中所說明），至少一些複數個第一金屬原子 220 可從基材 200 的上表面 204 再分配進入開口 202。例如，如第 2C 圖所示，由於離子 224 相對基材 200 的入射角非垂直（這至少部分是因為所施加的第一 RF 偏壓功率所致），至少一些複數個第一金屬原子 220 可從上表面 204 再分配到開口 202 的側壁 210。

一些實施例中，在 112 的再分配期間，可以實質上減少或中止在 108 的複數個第一金屬原子 220 的沉積。例如（且在一些實施例中），在再分配期間，可減少或關掉施加到靶材的 DC 功率，以防止金屬原子從靶材濺射。在再分配期間，可利用此類實施例下調（scale back）上表面 204 或底部表面 208 上沉積的金屬原子層的厚度。因此，在此實施例中，入射在基材 200 上的離子 224 可實質上包含電漿形成氣體離子化成份。

或者，在一些實施例中，在 112，可維持 DC 功率，以持續使用電漿從靶材濺射金屬原子同時將至少一些複數

個第一金屬原子 220 再分配到側壁 210。以替代方式或結合方式，在 112，可維持施加到靶材的 RF 源功率或第一壓力之至少一者以持續沉積複數個第一金屬原子 220 同時再分配至少一些複數個第一金屬原子 220。一些實施例中，在 112，將第一壓力減少到第二壓力，以減少離子化金屬原子入射在基材 200 上的量及/或減少電漿密度，而造成再分配至少一些複數個第一金屬原子 220 期間金屬原子從靶材的濺射減少。第二壓力範圍可從約 20 至約 80 mTorr。

在 112，可重覆於 108 的沉積與於 110 的金屬原子之再分配，直到第一金屬層 230 沉積在開口 202 的實質上所有表面上為止，如第 2F 圖所示。例如，在 108 的沉積的第二反覆中，複數個第二金屬原子 228 可沉積在複數個第一金屬原子 220 頂上（該複數個第一金屬原子 220 位在基材 200 的上表面 204 上及開口 202 的底部表面 208 上），如第 2D 圖所示。可使用上文所討論的使用於複數個第一金屬原子 220 的任一或所有處理條件沉積複數個第二金屬原子 228。可使用在複數個第一金屬原子 220 中相同的處理條件沉積複數個第二金屬原子 228，或者，可取決於第一層的期望厚度需求等而改變處理條件。進一步而言，複數個第二金屬原子 228 是與複數個第一金屬原子 220 相同的金屬。

類似地，在 110 的再分配的第二反覆中，施加第一 RF 偏壓功率以從開口 202 的底部表面 208 再分配至少一些

複數個第二金屬原子 228 至開口 202 的側壁 210，如第 2E 圖中所說明。可使用上文所討論的使用於複數個第一金屬原子 220 的任一或所有處理條件再分配複數個第二金屬原子 228。例如，入射到基材上的離子 229 可實質上類似前文所討論的離子 224，該等離子 229 可用於再分配至少一些複數個第二金屬原子 228 到開口 202 的側壁 210。

在 108 的沉積可發生第一段時間，而在 110 的再分配可發生第二段時間，該第二段時間有別於該第一段。一些實施例中，離子化金屬原子沉積達第一段時間，該第一段時間比第二段時間（該第二段時間內，沉積的金屬原子被再分配）長大約 4 倍到大約 5 倍。例如，達第二段時間的沉積的金屬原子之再分配（或達第二段時間的第一 RF 偏壓功率的施加）可等同於重複 RF 脈衝偏壓製程的單一脈衝。例如，該再分配的第一反覆可為第一脈衝，而該再分配的第二反覆可為第二脈衝。進一步言之，可額外加第三反覆與進一步的多個反覆，直到第一層 230 被沉積達到期望厚度及/或該第一層充分覆蓋該開口 202 的實質上所有表面為止。在一些實施例中，脈衝的頻率範圍可以從約 100 赫（Hz）至約 10 千赫（kHz），其中該脈衝包含施加第一 RF 偏壓功率達第二段時間。

在第一層 230 於 112 形成之後，該方法 100 大體上結束，而基材可持續供進一步處理，該處理例如是透過沉積材料 232 於第一層 230 頂上以填充開口 202，如第 2G

圖中所繪。可透過任何適合的技術沉積材料 232，諸如透過電鍍。例如，第一層 230 可作用為種晶層，而該材料透過電鍍製程被鍍覆在該種晶層上。材料 232 可包括金屬、金屬合金或類似物。一些實施例中，該材料包含銅（Cu）或鎢（W）之一或多者。在一些實施例中，沉積的材料與第一層 230 的金屬是相同材料。

在一些實施例中（且如上文中針對第 2A 圖所討論者），在執行上文所述的 104-114 之前，可已提供第二基材 218。因此，如第 2G 圖所說明，可將第二基材 218 配置成鄰接基材 200 的第二表面 206，其中開口 202 完全延伸通過基材 200，並且第二基材 218 的表面 216 形成開口 202 的底部表面。進一步而言，可在第二基材中配置元件或導電特徵結構 234，並且將該元件或導電特徵結構 234 暴露在表面 216，其中該元件或導電特徵結構 234 對準開口 202。基材 200 的第一表面 204 可經進一步處理以移除沉積的金屬原子。例如，化學機械研磨技術、蝕刻或類似技術可用於從第一表面 204 移除沉積的金屬原子，如第 2G 圖所說明。

在一些實施例中，如前文所述般已沉積材料 232 之後，可從基材 200 的第二表面 206 移除材料以暴露第一層 230 或沉積的材料 232（第一層 230 在第 2G 圖中繪示成暴露）之至少一者。從第二表面 206 移除材料可由化學機械研磨或上文所述用於將沉積的金屬從基材 200 的第一表面 204 移除的類似技術執行。

在從第二表面 206 移除材料以暴露第一表面 230 或沉積的材料 232 之至少一者之後，基材 200 的第二表面 206 可耦接第二基材 218 的表面 216。一些實施例中，在第二基材 218 的表面 216 處暴露的元件或導電特徵結構 234 可對準基材 200 中的開口 202。

第 3 圖描繪根據本發明的一些實施例的物理氣相沉積腔室（處理腔室 300）的示意剖面視圖。適合的 PVD 腔室的範例包括 ALPS[®] Plus 與 SIP ENCORE[®] PVD 處理腔室，該二腔室皆可購自美國加州 Santa Clara 的應用材料公司。來自應用材料公司或其他製造商的其他處理腔室也可透過在此揭示的本發明之設備而受惠。

處理腔室 300 含有濺射源（諸如靶材 306）以及基材支撐底座 302，該基材支撐底座 302 用於在該基材支撐底座 302 上接收基材 304。基材支撐底座 302 可位在接地包殼壁 308 內，該接地包殼壁可以是腔室壁（如圖所示）或接地遮罩（接地遮罩 340 顯示為在靶材 306 上方覆蓋至少腔室 300 的一些部分）。一些實施例中，接地遮罩 340 可在靶材下方延伸而也包納底座 302。

一些實施例中，處理腔室包括饋送結構，該饋送結構用於將 RF 與 DC 能量耦合靶材 306。饋送結構是用於將 RF 與 DC 能量耦合靶材的設備，或者是將 RF 與 DC 能量耦合含有靶材之組件的設備，例如，如在此所述之設備。饋送結構的第一端可耦接 RF 功率源 318 以及 DC 功率源 320，該 RF 功率源 318 以及 DC 功率源 320 可個別

用於提供 RF 與 DC 能量至靶材 306。例如，DC 功率源 320 可用於施加負電壓（或偏壓）至靶材 306。在一些實施例中，由 RF 功率源 318 供應的 RF 能量的頻率範圍可在約 2 MHz 至約 60 MHz，舉例而言，可使用非限制性的頻率，諸如 2 MHz、13.56 MHz、27.12 MHz 或 60 MHz。在一些實施例中，可設置複數個 RF 功率源（即二個以上）以提供複數個前述頻率的 RF 能量。饋送結構可由適合的導電材料製造，以從 RF 功率源 318 與 DC 功率源 320 導通 RF 與 DC 能量。

一些實施例中，饋送結構可具有適合的長度，該長度助於 RF 與 DC 能量個別在饋送結構周邊附近實質上均勻分佈。例如，一些實施例中，饋送結構可具有約 1 至約 12 英吋之間或約 4 英吋的長度。一些實施例中，主體可具有至少約 1:1 的長度對內徑（inner diameter）比。提供至少 1:1 以上的比例提供了更均勻的從饋送結構的 RF 遞送（即 RF 能量更加均勻地分佈在饋送結構周圍，以約略地 RF 耦合到饋送結構的真實中心點）。饋送結構的內徑可盡可能小，例如，在直徑上為從約 1 英吋至約 6 英吋，或約 4 英吋。提供較小的內徑有助於改善長度對 ID 的比例而不至於增加饋送結構的長度。

饋送結構的第二端可耦接源分配板 322。源分配板包括孔洞 324，該孔洞 324 配置成通過源分配板 322 並且對準饋送結構的中央開口。源分配板 322 可由適合的導電材料製造，以從饋送結構導通 RF 與 DC 能量。

源分配板 322 可透過導電構件 325 耦接靶材 306。導電構件 325 可為管狀構件，該管狀構件具有第一端 326，該第一端 326 在源分配板 322 的周邊邊緣附近耦接源分配板 322 的面向靶材表面 328。導電構件 325 進一步包括第二端 330，該第二端 330 在該靶材 306 的周邊邊緣附近耦接靶材 306 的面向源分配板之表面 332（或耦接靶材 306 的背襯板 346）。

空穴 334 可由導電構件 325 的面向內的壁、源分配板 322 的面向靶材的表面 328 以及靶材 306 的面向源分配板的表面 332 所界定。空穴 334 透過源分配板 322 的孔洞 324 與主體的中央開口 315 流體連通式（fluidly）耦接。空穴 334 與主體的中央開口 315 可用於至少部分納置（house）可旋轉磁電管組件 336 的一或多個部分，如第 3 圖所說明及如下文進一步所述。一些實施例中，空穴可至少部分被冷卻流體（諸如水（ H_2O ）或類似物）所填充。

可設置接地遮罩 340 以覆蓋處理腔室 300 之蓋的外側表面。接地遮罩 340 可例如經由腔室主體的接地連接線而耦接接地端。接地遮罩 340 具有中央開口，使得饋送結構得以通過接地遮罩 340 而被耦接至源分配板 322。接地遮罩 340 可包含任何適合的導電材料，諸如鋁、銅或類似物。絕緣間隙 339 是設置在分配板 322、導電構件 325 及靶材 306（及/或背襯板 346）的外表面與接地遮罩 340 之間，以防止 RF 與 DC 能量被直接傳輸（route）

至接地端。絕緣間隙可用空氣或一些其他適合的介電材料填充，該等介電材料諸如為陶瓷、塑膠或類似物。

一些實施例中，接地套環可配置在主體及饋送結構的下部周圍。該接地套環耦接接地遮罩 340，並且可以是接地遮罩 340 的一體的 (integral) 部件，或者可以是耦接接地遮罩的分開的部件，該接地套環提供饋送結構的接地。接地套環 340 可由適合的導電材料所製成，諸如鋁或銅。在一些實施例中，配置在接地套環的內徑與饋送結構之主體的外徑之間的間隙可以被維持在最小值，並且可將該間隙維持成正好足以提供電隔離。可用隔離材料 (如塑膠或陶瓷) 填充該間隙，或該間隙可為空氣間隙。接地套環防止 RF 饋送件 (例如電饋送件 205，在下文中討論) 與主體之間的串擾 (cross-talk)，因而改善了電漿以及處理的均勻度。

可將隔離板 338 配置在源分配板 322 與接地遮罩 340 之間，以防止 RF 與 DC 能量被直接傳輸到接地端。隔離板 338 具有中央開口以使得饋送結構得以通過該隔離板 338 並且得以耦接源分配板 322。該隔離板 338 可包含適合的介電材料，諸如陶瓷、塑膠或類似物。或者，可設置空氣間隙以取代隔離板 338。在設置空氣間隙取代隔離板的實施例中，接地遮罩 340 可在結構上健全得足以支撐任何安置在接地遮罩 340 上的部件。

靶材 306 可以透過介電隔離件 344 被支撐在接地的導電鋁配接器 342 上。靶材 306 包含濺射期間待沉積在基

材 304 上的材料，諸如金屬或金屬氧化物。一些實施例中，背襯板 346 可耦接靶材 306 的面向源分配板的表面 332。背襯板 346 可包含導電材料，諸如銅鋅、銅鉻或與靶材相同的材料，使得 RF 與 DC 功率可透過背襯板 346 耦合靶材 306。或者，背襯板 346 可以不導電並且可包括導電構件（諸如電饋通件或類似物，圖中未示）以將靶材 306 的面向源分配板的表面 332 耦接導電構件 325 的第二端 330。可納入背襯板 346 以例如改善靶材 306 的結構穩定性。

基材支撐底座 302 具有面向靶材 306 的主表面的材料接收表面，並且該基材支撐底座 302 支撐待以濺射式受到塗佈的基材 304，該基材 304 位在靶材 306 的主表面對面的平面位置。基材支撐底座 302 可在處理腔室 300 的中央區域 348 中支撐基材 304。中央區域 348 是被界定為處理期間於基材支撐底座 302 上方的區域，例如，當在處理位置時，該區域介於靶材 306 與基材支撐底座 302 之間。

一些實施例中，基材支撐底座 302 可以透過伸縮囊 350 垂直移動，該伸縮囊 350 連接到底部腔室壁 352 以使得基材 304 得以透過裝載閉鎖閥（位在處理腔室 300 的下部，圖中未示）傳送到基材支撐底座 302 上，且之後該基材 304 得以被抬升到沉積或處理位置。可由氣源 354 通過質量流量控制器 356 供應一或多個處理氣體進入腔室 300 的下部。可設置排氣通口 358 並且將該排氣通口

358 透過閥 360 耦接泵（圖中未示）以用於使處理腔室 300 的內部排氣並且助於維持處理腔室 300 內側的期望壓力。

RF 偏壓功率源 362 可耦接基材支撐底座 302 以為了在基材 304 上感應負 DC 偏壓。此外，一些實施例中，負的 DC 自偏壓可在處理期間於基材 304 上形成。例如，由 RF 偏壓功率源 362 所供應的 RF 功率範圍可為約 2 MHz 至約 60 MHz 的頻率，例如，可使用諸如 2 MHz、13.56 MHz 或 60 MHz 之非限制性的頻率。進一步而言，第二 RF 偏壓功率源 363 可耦接基材支撐底座 302 並且提供上文所討論與 RF 偏壓功率源 362 一併使用的任一頻率。其他應用中，基材支撐底座 302 可接地或維持電浮接。例如，電容調整器（capacitance tuner）364 可耦接基材支撐底座以供調整基材 304 上的電壓，而用於可能不期望 RF 偏壓功率的應用。

可旋轉的磁電管組件 336 可定位在靶材 306 的背表面（例如面向源分配板的表面 332）附近。可旋轉的磁電管組件 336 包括複數個由基底板 368 支撐的磁體 366。基底板 368 連接旋轉軸桿 370，該旋轉軸桿 370 與腔室 300 及基材 304 的中心軸線吻合。馬達 372 可耦接旋轉軸桿 370 的上端以驅動磁電管組件 336 的旋轉。磁體 366 在腔室 300 內產生磁場，該磁場大體上平行並且靠近靶材 306 的表面以捕捉電子並且增加局部的電漿密度，此舉進而增加濺射速率。磁體 366 產生電磁場於腔室 300

的頂部周圍，而磁體 366 旋轉而使電磁場旋轉，此舉影響製程的電漿密度以更均勻地濺射靶材 306。例如，可使旋轉軸桿 370 每分鐘做約 0 至約 150 個旋轉。

一些實施例中，腔室 300 可進一步包括連接配接器 342 之凸耳 376 的製程套件遮罩 374。配接器 342 進而受到密封並且接地至鋁腔室側壁 308。大體而言，製程套件遮罩 374 沿配接器 342 之壁與腔室壁 308 向下延伸至基材支撐底座 302 的上表面下方，然後向上返回直到抵達基材支撐底座 302 的上表面為止（例如，在底部形成 U 形部分 384）。或者，製程套件遮罩的最底部不需是 U 形部分 384 並且可具有任何適合的形狀。當基材支撐底座 302 處於自身的下方裝載位置時，覆蓋環 386 安置在製程套件遮罩 374 的向上延伸的唇部 388 的頂部上，但當基材支撐底座 302 處於自身的上方沉積位置時，覆蓋環 386 安置在基材支撐底座 302 的外周邊上，以保護基材支撐底座 302 隔離濺射沉積。可使用額外的沉積環（圖中未示）遮蔽基材 304 的周邊以隔離沉積。根據本發明的製程套件遮罩的實施例於下文討論。

一些實施例中，磁體 390 可配置在腔室 200 周圍，以選擇性地在基材支撐底座 302 與靶材 306 之間提供磁場。例如，如第 3 圖所示，磁體 390 可配置在腔室壁 308 的外側周圍而位於處理位置時的基材支撐底座 302 之正上方的區域中。一些實施例中，可另外或取而代之地將磁體 390 配置在其他位置，諸如鄰接配接器 342。磁體

390 可以是電磁體且可耦接功率源（圖中未示）以用於控制電磁體所生成的磁場的量值。

可設置控制器 310 並且將控制器 310 耦接處理腔室 300 的各部件以控制處理腔室 300 的操作。控制器 310 包括中央處理單元（CPU）312、記憶體 314 與支援電路 316。控制器 310 可直接控制處理腔室 300，或者是透過與特定處理腔室相關聯的電腦（或控制器）及/或支援系統部件控制處理腔室 300。控制器 310 可以是用在工業設施中以供控制各腔室與次處理器的通用電腦處理器的任何形式之一。控制器 310 的記憶體（或電腦可讀媒體）314 可以是易於使用的記憶體之一或多者，諸如隨機存取記憶體（RAM）、唯讀記憶體（ROM）、軟碟、硬碟、光學儲存媒體（例如光碟片（CD）或數位影音光碟（DVD））、快閃碟或本地端或遠端的任何其他形式的數位儲存裝置。支援電路 316 耦接 CPU 312 以用習知方式支援處理器。該等電路包括高速緩衝儲存器、電源供應器、時脈電路、輸入/輸出電路及次系統，與類似物。在此所述的本發明之方法可儲存在記憶體 314 中作為軟體常式，該軟體常式可經實施（execute）或調用（invoke）以用此述的方式控制製程腔室 300 的操作。軟體常式亦可由第二 CPU（圖中未示）儲存及/或實施，該第二 CPU 位在 CPU 312 所控制的硬體的遠端。

因此，在此已提供用於在基材上形成的高深寬比特徵結構中沉積金屬的方法。本發明之方法有利地提供使用

金屬連續覆蓋高深寬比特徵結構的表面同時減少懸垂物或小平面，這些懸垂物或小平面可能引發在高深寬比特徵結構中形成空洞。本發明的方法之實施例可與直通矽穿孔（TSV）應用（例如，無論是用於穿孔在先或穿孔在後的製造方法）一併使用，也可與其他某些適合的應用一併使用，該些應用中，沉積連續金屬層可能是有利的。

雖前述者涉及本發明的實施例，然而可不背離本發明的基本範疇而設計本發明其他與進一步的實施例。

【圖式簡單說明】

藉由參考附圖中所繪的說明性質的本發明實施例，可獲得於【發明內容】中簡要總結及於【實施方式】中詳述的本發明之實施例。然而應注意附圖僅說明此發明的典型實施例，而不應將該等附圖視為限制本發明之範疇，因為本發明可容許其他等效實施例。

第 1 圖描繪根據本發明一些實施例用於處理基材的方法之流程圖。

第 2A 圖至第 2G 圖描繪根據本發明一些實施例填充高深寬比開口的階段。

第 3 圖描繪根據本發明一些實施例的物理氣相沉積（PVD）腔室的示意剖面視圖。

為了助於瞭解，如可能則使用相同元件符號指定各圖

共通的相同元件。該等圖並非按照比例尺繪製且為了清楚起見而經過簡化。應慮及一個實施例的元件與特徵可有利地結合其他實施例而無須進一步記敘。

【主要元件符號說明】

100 方法	232 材料
102-112 步驟	234 導電特徵結構
200 基材	300 處理腔室
202 高深寬比開口	302 基材支撐底座
204 第一表面	304 基材
206 相對的第二表面	306 靶材
208 底部表面	308 接地包殼壁
210 側壁	310 控制器
212 氧化物層	312 中央處理單元
214 阻障層	314 記憶體
216 表面	315 中央開口
218 第二基材	316 支援電路
220 金屬原子	318 RF 功率源
224 離子	320 DC 功率源
228 複數個第二金屬原 子	322 源分配板
229 離子	324 孔洞
230 第一層	325 導電構件
	326 第一端

- 328 面向靶材的表面
- 330 第二端
- 332 面向源分配板的表面
- 334 空穴
- 336 可旋轉的磁電管組件
- 338 隔離板
- 339 絕緣間隙
- 340 接地遮罩
- 342 接地的導電鋁配接器
- 344 介電隔離件
- 346 背襯板
- 348 中央區域
- 350 伸縮囊
- 352 底部腔室壁
- 354 氣源
- 356 質量流量控制器
- 358 排氣通口
- 360 閥
- 362、363 RF 偏壓功率源
- 364 電容調整器
- 366 磁體
- 368 基板板
- 370 旋轉軸桿
- 372 馬達
- 374 製程套件遮罩
- 376 凸耳
- 384 U 形部分
- 388 向上延伸的唇部
- 390 磁體

七、申請專利範圍：

1. 一種在一物理氣相沉積 (PVD) 腔室中處理一基材的方法，該基材具有一開口，該開口形成在該基材的第一表面中並且朝向該基材的一相對的第二表面延伸進入該基材，該開口具有至少 5:1 的深度對寬度的一深寬比，該方法包括以下步驟：

施加一 VHF 頻率的 RF 功率至一靶材以從一電漿形成氣體形成一電漿，該靶材配置成與該基材呈間隔開的關係且該靶材包含待沉積於該基材頂上的一金屬，其中該靶材與該基材彼此相對配置；

使用該電漿從該靶材濺射金屬原子，同時在該 PVD 腔室中維持一第一壓力，該第一壓力足以離子化該等濺射的金屬原子的一主要部分；

將該等離子化的金屬原子沉積在該開口的一底部表面上以及沉積在該基材的該第一表面上；

施加一第一 RF 功率至配置在該基材下方的一第一電極，以從該底部表面與第一表面再分配至少一些該等沉積的金屬原子至該開口的側壁，該第一 RF 功率之脈衝頻率為約 100 Hz 至約 10 kHz，其中該等離子化的金屬原子沉積達一第一段時間，該等沉積的金屬原子被再分配達一第二段時間，該第一段時間比該第二段時間長約 4 倍到約 5 倍；

重覆該等離子化金屬原子的該沉積以及沉積的

金屬原子的該再分配，直到該金屬的一第一層沉積在該開口的實質上所有表面為止；

其中施加該第一 RF 功率以再分配至少一些該等沉積的金屬原子之步驟進一步包含以下步驟：

施加一第二 RF 偏壓功率至該電極，該第二 RF 偏壓功率是與該第一 RF 功率同時被施加；

其中該第一 RF 功率控制鄰近該基材的一電漿能量，而該第二 RF 偏壓功率控制鄰近該基材的該電漿能量的一分佈；以及

其中以一第一頻率施加該第一 RF 功率，且其中以一第三頻率施加該第二 RF 偏壓功率，該第三頻率高於該第一頻率。

2. 如請求項 1 所述的方法，其中沉積該等離子化的金屬原子之步驟進一步包含以下步驟：

施加最高達約 50 瓦的一第二 RF 功率至該電極，以引導該等離子化的金屬原子朝向該開口的該底部表面。

3. 如請求項 1 所述的方法，進一步包含以下步驟：

施加一 DC 功率至該靶材，以引導該電漿朝向該靶材。

4. 如請求項 3 所述的方法，其中施加該第一 RF 功率以

再分配至少一些該等沉積的金屬原子之步驟進一步包含以下步驟：

減少或關掉該 DC 功率，以防止再分配至少一些該等沉積的金屬原子至該等側壁的同時使用該電漿從該靶材濺射金屬原子。

5. 如請求項 1 所述的方法，其中該第二段時間等於該重覆 RF 脈衝偏壓程序的一單一脈衝。

6. 一種電腦可讀媒體，該電腦可讀媒體具有數個指令，該等指令儲存在該電腦可讀媒體上，當執行該等指令時，該等指令引發一物理氣相沉積（PVD）腔室執行一種處理一基材的方法，該基材具有一開口，該開口形成在該基材的一第一表面中並且朝向該基材的一相對的第二表面延伸進入該基材，該開口具有至少 5:1 的深度對寬度的一深寬比，該方法包含以下步驟：

施加一 VHF 頻率的 RF 功率至一靶材以從一電漿形成氣體形成一電漿，該靶材配置成與該基材呈間隔開的關係且該靶材包含待沉積於該基材頂上的一金屬，其中該靶材與該基材彼此相對配置；

使用該電漿從該靶材濺射金屬原子，同時在該 PVD 腔室中維持一第一壓力，該第一壓力足以離子化該等濺射的金屬原子的一主要部分；

將該等離子化的金屬原子沉積在該開口的一底

部表面上以及沉積在該基材的該第一表面上；

施加一第一 RF 功率至配置在該基材下方的一第一電極，以從該底部表面與第一表面再分配至少一些該等沉積的金屬原子至該開口的側壁，該第一 RF 功率之脈衝頻率為約 100 Hz 至約 10 kHz，其中該等離子化的金屬原子沉積達一第一段時間，該等沉積的金屬原子被再分配達一第二段時間，該第一段時間比該第二段時間長約 4 倍到約 5 倍；

重覆該等離子化金屬原子的該沉積以及沉積的金屬原子的該再分配，直到該金屬的一第一層沉積在該開口的實質上所有表面為止；

其中施加該第一 RF 功率以再分配至少一些該等沉積的金屬原子之步驟進一步包含以下步驟：

施加一第二 RF 偏壓功率至該電極，該第二 RF 偏壓功率是與該第一 RF 功率同時被施加；

其中該第一 RF 功率控制鄰近該基材的一電漿能量，而該第二 RF 偏壓功率控制鄰近該基材的該電漿能量的一分佈；以及

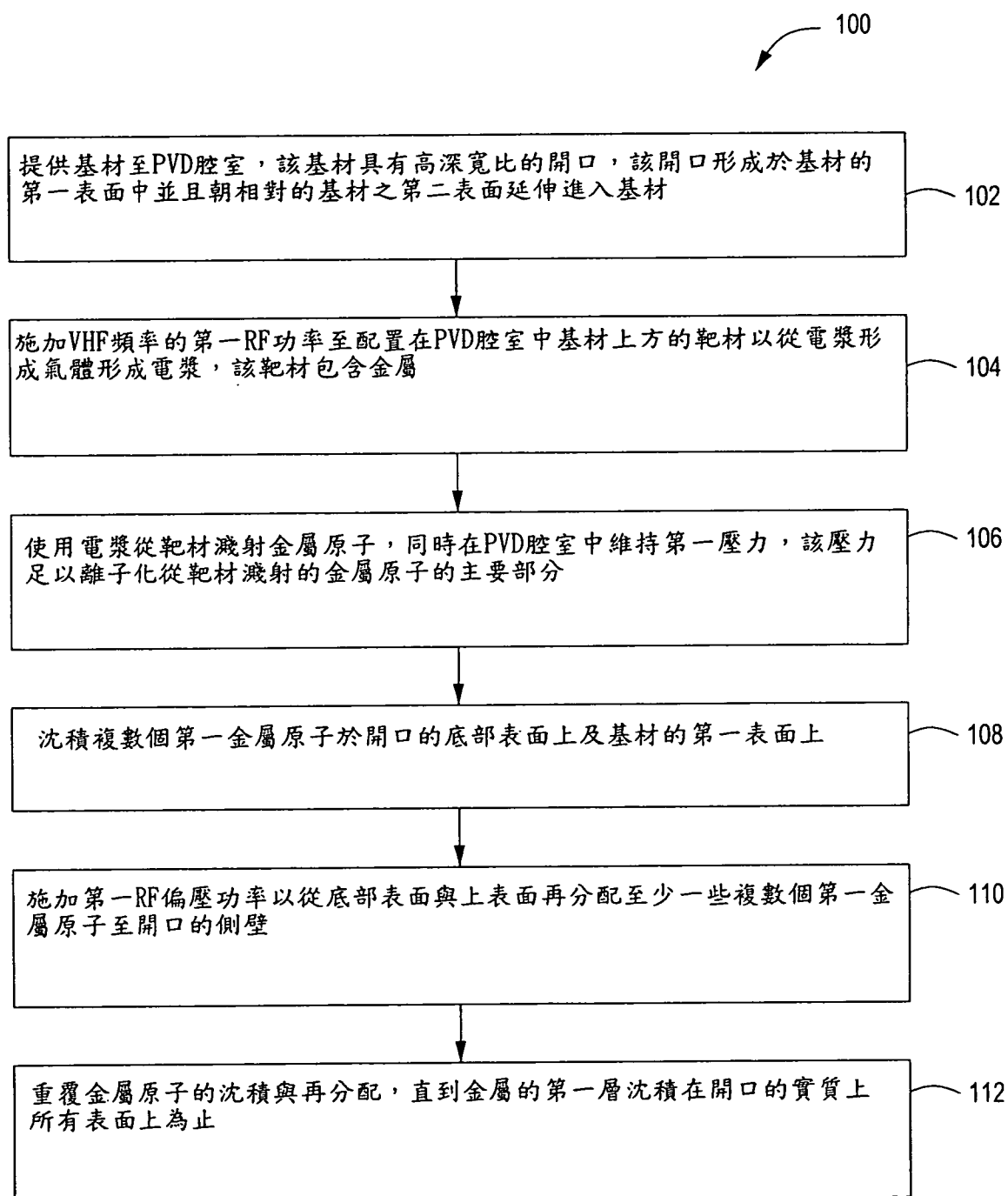
其中以一第一頻率施加該第一 RF 功率，且其中以一第三頻率施加該第二 RF 偏壓功率，該第三頻率大於該第一頻率。

7. 如請求項 6 所述的電腦可讀媒體，其中沉積該等離子化的金屬離子進一步包含以下步驟：

施加一 DC 功率至該靶材，以引導該電漿朝向該靶材。

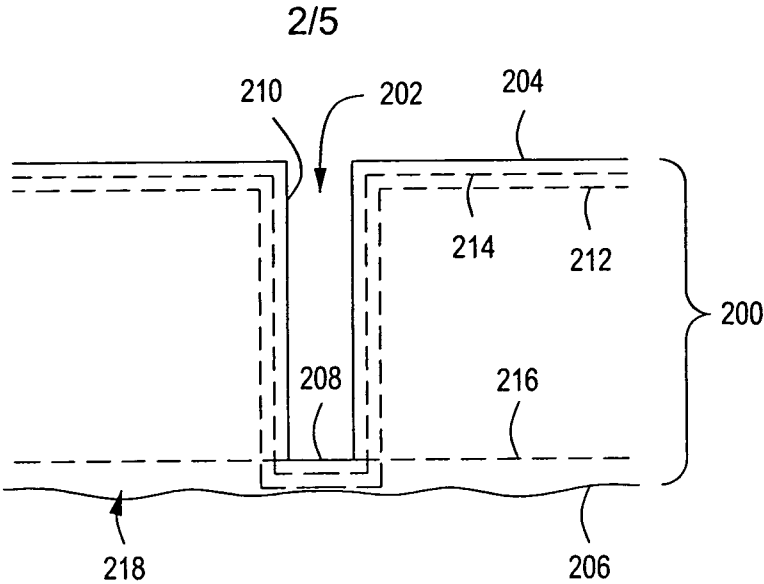
8. 如請求項 6 所述的電腦可讀媒體，其中沉積該等離子化的金屬離子進一步包含以下步驟：

施加最高達約 50 瓦的一第二 RF 功率至該電極，以引導該等離子化的金屬原子朝向該開口的該底部表面。

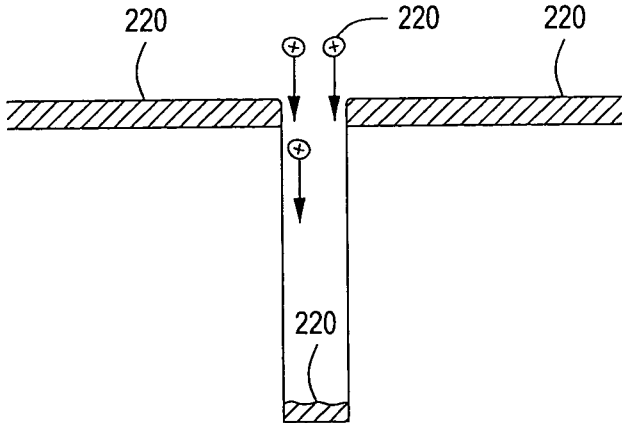


第1圖

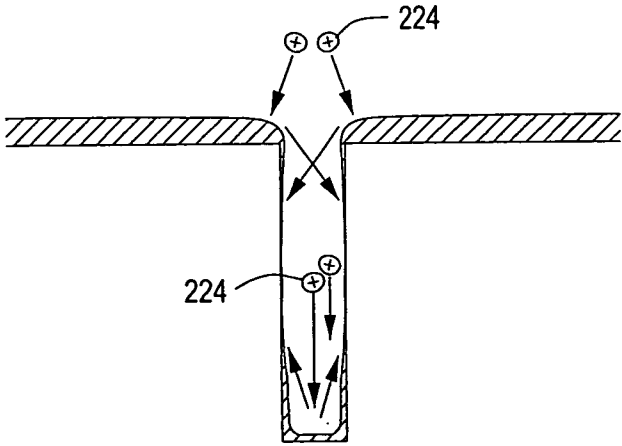
「



第2A圖



第2B圖

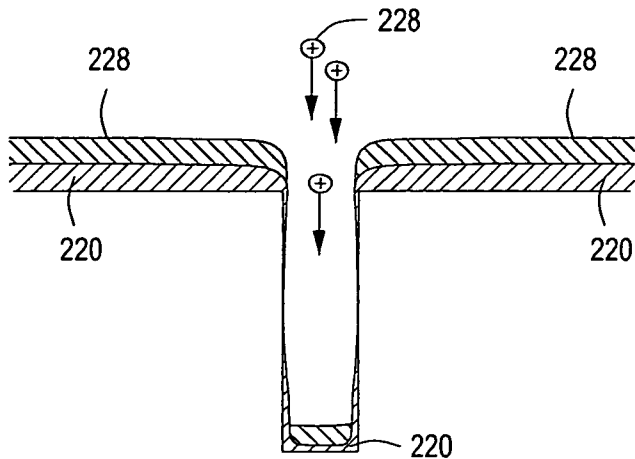


第2C圖

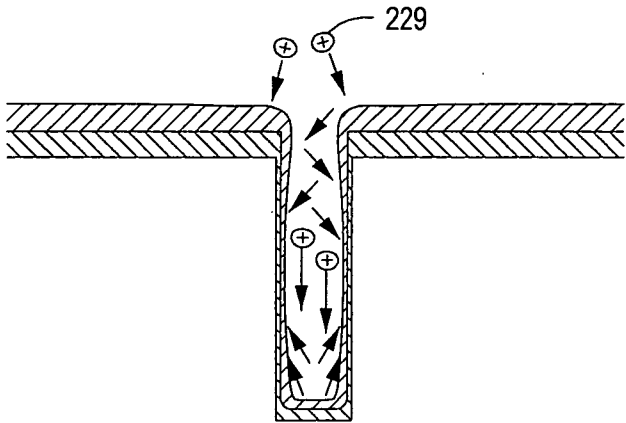
」

「

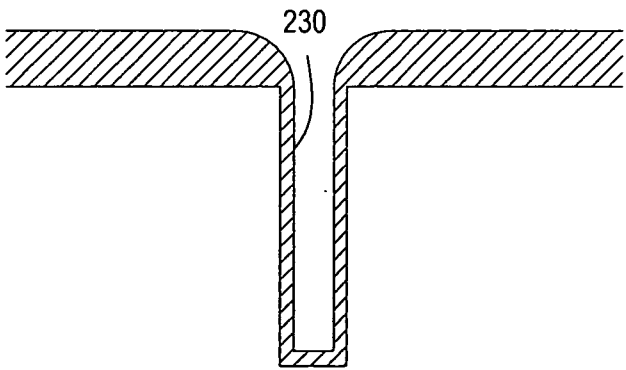
3/5



第2D圖



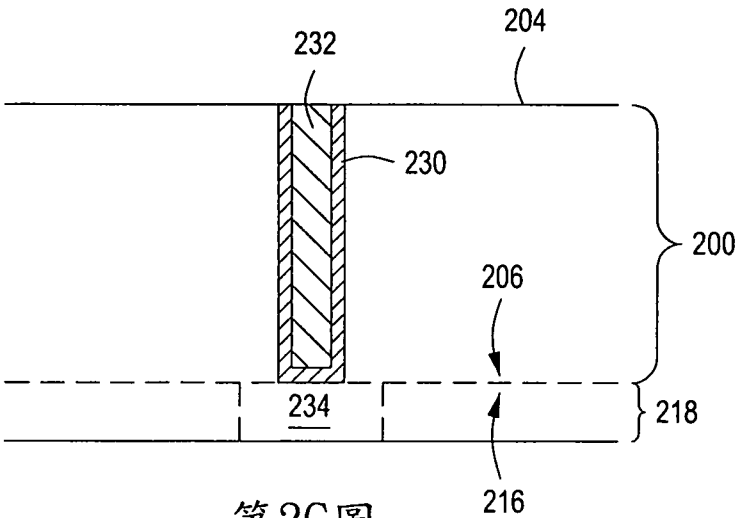
第2E圖



第2F圖

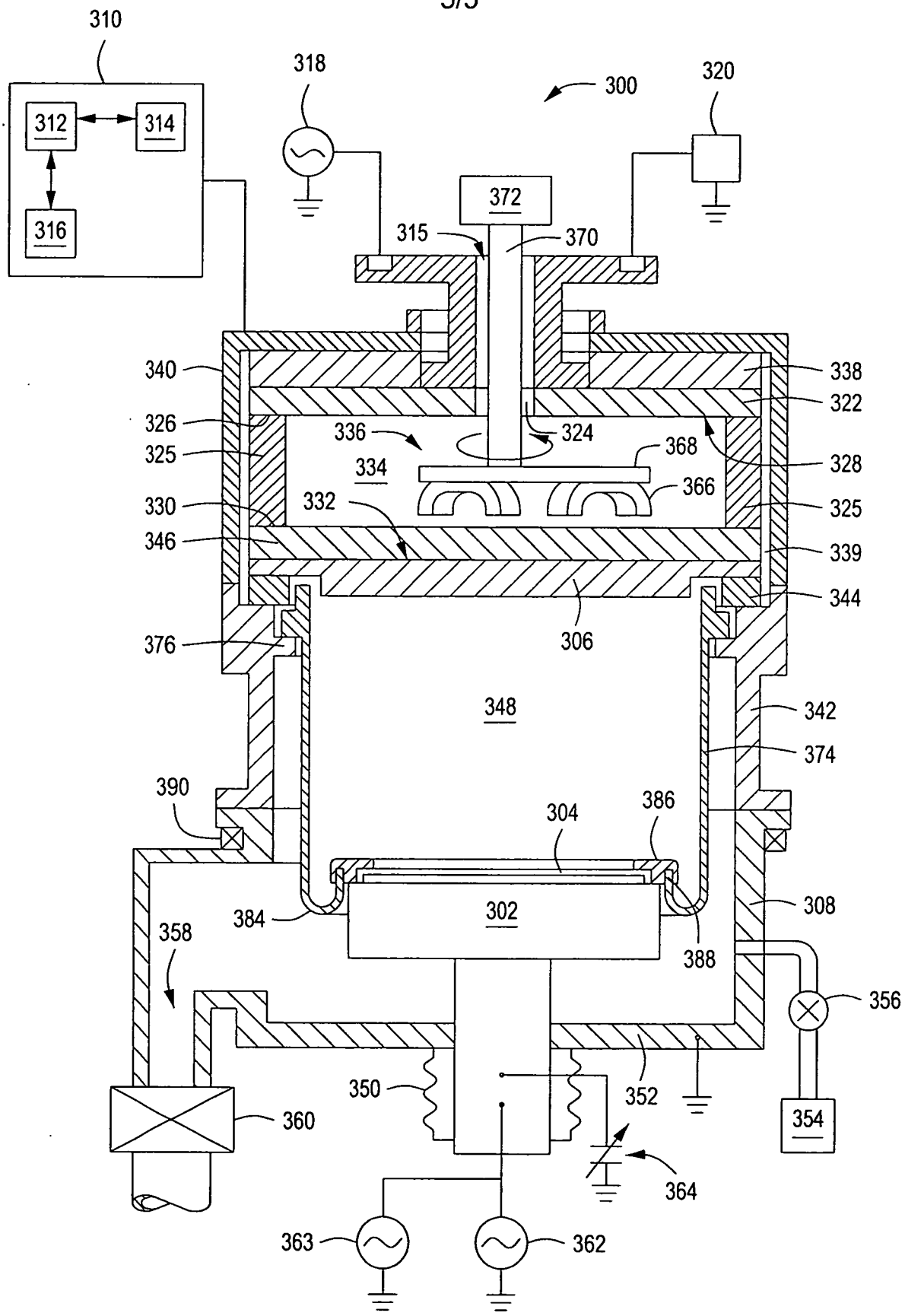
」

「



第2G圖

」



第3圖