

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：96137299

※ 申請日期：96.10.04

※IPC 分類：C30C16/27,

一、發明名稱：(中文/英文)

熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法

16/49.

16/02.

二、申請人：(共 1 人)

C30B25/02

姓名或名稱：(中文/英文)

行政院原子能委員會-核能研究所

代表人：(中文/英文) 林立夫

住居所或營業所地址：(中文/英文)

桃園縣龍潭鄉佳安村文化路 1000 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

三、發明人：(共 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 吳錦裕

2. 汪俊翰

3. 蔡丁貴

4. 蔡明瑞

5. 艾啟峰

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國

2. 中華民國

3. 中華民國

4. 中華民國

5. 中華民國

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：

☐ 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，尤指一種利用熱燈絲高溫裂解氫氣及甲烷成自由基，並加入特殊前處理及電漿輔助以提升鑽石膜磨潤性及附著力以增加其實用性能之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法。

【先前技術】

目前在工業上利用熱燈絲化學氣相法（Hot Filament Chemical Vapor Deposition, HFCVD）於各刀具工件上沉積鑽石膜係很常用之一種方式。該法係將熱燈絲作為裂解氣體之熱能來源，當氫氣（ H_2 ）、甲烷（ CH_4 ）或其他如乙炔（ C_2H_2 ）及乙酸（ CH_3COOH ）等碳氫氣源在真空幾十托爾（Torr）環境下，碰撞到約 $1800^{\circ}C \sim 2500^{\circ}C$ 之高溫燈絲時，其氣體將裂解成各種氫原子（H）及甲烷基（ CH_3 ）等活性基原子或分子（Radical）。此類活性粒子其化學活性強，當甲烷與氫氣（ CH_4/H_2 ）氣體濃度在 $0.5\% \sim 6\%$ 時，大量之活性氫原子在鑽石膜表面形成碳-氫鍵（C-H），藉此保護鑽石結構，以避免成為碳-碳雙鍵之（C=C）石墨鍵，進而影響該鑽石膜之品質。另外，碳（C）原子於沉積過程時，由於氫原子靠近碳氫鍵表面時，會將表面之碳氫鍵打斷而形成氫氣，使表面碳原子形成空懸鍵

(Dangling Bond) 狀態，此時當該甲烷基靠近時，就會形成 sp^3 混成軌域之鑽石結構，如此循環反應，在該工件表面維持 $800^{\circ}\text{C} \sim 1250^{\circ}\text{C}$ 時，就會形成鑽石膜。

然而，由於鑽石結構之碳-碳鍵 (C-C) 其化學鍵力強，當該鑽石膜與非碳類工件結合成長時，其介面之結合強度不僅不高，且在加上鑽石硬度高及熱膨脹係數小，當與金屬工件在高溫成長後再降回常溫時，由於其鑽石膜之膜質有很高之應力存在，尤其在沉積高厚度鑽石膜時更為明顯，因此易於導致該鑽石膜從此工件上剝裂。

按目前有關熱燈絲沉積鑽石膜之專利，以美國專利第 5,833,753 號之矩陣式燈絲及張力之設計，其雖可沉積大面積，但具有高度之工件則無法均勻沉積；又歐盟專利第 0254312 號及美國專利第 6,200,652 號，其皆有利利用一柵極、一燈絲及一基台等三處相互之間加偏壓，使該基台上方形成電漿，以作為輔助工件成核及成長鑽石膜之用。然而，與前述相同，對於立體有高度之工件皆係難以沉積，再者，上述各專利亦不以金屬刀具為設計對象。雖然其雙偏壓製程對矽晶片及石英等工件具輔助成核效果，唯其鑽石膜與工件之附著力仍無法應付刀具之高速運轉，因此容易發生膜剝落或斷刀等問題。

目前常用之尺寸，如直徑 3 毫米 (mm) $\sim$ 0.1 毫米微銑刀或微鑽頭之材料都係使用碳化鎢 (WC)，其

本身微硬度達 2500 HV，常用在印刷電路板（Printed Circuit Board, PCB）加工使用。然而，由於不易在該碳化鎢之工件上形成鑽石核種，因此其鑽石核密度並不高，且膜附著力亦不強而易發生剝裂。雖然可利用電漿促進成核以增強其膜之附著力，但其電漿中之粒子能量較高，當碰撞該工件表面時，容易使碳-碳鍵扭曲或形成碳-碳雙鍵，其將使膜產生應力或石墨化，有時更反而降低膜之附著力，因此亦達不到效果。目前工業上直徑 3 毫米以上銑刀沉積鑽石膜確實能達到數倍使用壽命，但在此尺寸以下之銑刀一下刀，刀柄就斷，顯然在講求高轉速加工之前提下，鑽石膜銑刀不僅講究其膜附著力，且其刀刀之切削率或磨潤性亦同時被要求。

綜上所述，由於習用技術無法克服鑽石膜之附著力不佳、刀刀之切削率或膜之磨潤性低等問題，因此易導致刀具斷刀，難以提升刀具之使用壽命。故，一般習用者係無法符合使用者於實際使用時之所需。

【發明內容】

本發明之主要目的係在於，可在一般刀具及微刀具上沉積，尤其針對目前高轉速之印刷電路板微刀具沉積鑽石膜，且加入特殊前處理及電漿輔助可使該鑽石膜接近類鑽碳膜結構，係具有高附著力及良好之磨潤性，能增強刀具之切削能力而不易斷刀，進而可提

升刀具之使用壽命。

本發明之次要目的係在於，沉積有該鑽石膜之刀具係可提高該印刷電路板之加工速率並降低其成本。

為達以上之目的，本發明係一種熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，係至少包含一真空腔體、一真空機械幫浦、一氣壓控制器、一平板狀之金屬柵極、一柵極偏電壓電源、一平板狀之工件載台、一載台偏電壓電源、數排平行燈絲、一燈絲電源、一溫度程式控制器及一進氣管所構成。首先對一為刀具之工件表面進行特殊前處理，以化學藥水浸蝕該工件，使該工件達到表面粗化及拋掉鈷（Co）元素，並以一鑽石粉進行超音波振盪，接著將該工件置入該熱燈絲鑽石膜沉積裝置中，使該工件在氫電漿環境中拋掉雜質以達清潔，並以雙偏壓電源之正電壓金屬柵極與接地極燈絲之間放電產生電漿，以輔助且促進該工件表面鑽石核種產生，最後再以高溫至低溫穩定遞減之溫度梯度方式在該工件表面進行化學重組以沉積鑽石膜，進而完成該鑽石膜之成長。

【實施方式】

請參閱『第1圖～第3圖』所示，係分別為本發明之結構示意圖、本發明之金屬柵極結構示意圖及本發明之工件載台結構示意圖。如圖所示：本發明係為一種熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，本發明之熱燈

絲鑽石膜沉積裝置 1 係至少包含一真空腔體 1 1、一真空機械幫浦 1 2、一氣壓控制器 1 3、一平板狀之金屬柵極 1 4、一柵極偏電壓電源 1 5、一平板狀之工件載台 1 6、一載台偏電壓電源 1 7、數排平行之燈絲 1 8、一燈絲電源 1 9、一溫度程式控制器 2 0 及一進氣管 2 1 所構成，可沉積高附著力及高速切削之鑽石膜於各式刀具上。

該真空腔體 1 1 係由一外殼水冷及可氣壓控制之腔體組成，其係透過管路由該真空機械幫浦 1 2 幫抽真空達幾托爾真空度。

該氣壓控制器 1 3 係用以控制一真空抽氣閥門 2 之開啟程度，並藉另一端連結之壓力計 3 達到預定真空度。

該金屬柵極 1 4 係於中央區具有複數個透氣孔 1 4 1，且該金屬柵極 1 4 邊緣處係有數個支撐孔，由下方腔壁之柵極支撐角座 1 4 2 支撐，並由該柵極支撐角座 1 4 2 上之絕緣套 1 4 3 將該金屬柵極 1 4 與該真空腔體 1 1 內壁作電絕緣，其中，該金屬柵極 1 4 之透氣孔 1 4 1 孔徑係為 0.3 毫米 (mm) ~ 5 毫米，且近其中心區其透氣孔 1 4 1 孔距係較外圍區大，可達均勻透氣量。

該柵極偏電壓電源 1 5 係電性連接該金屬柵極 1 4 之一端，用以提供正幾十伏特 ~ 幾佰伏特接地偏壓電源以產生電漿，其中，該柵極偏電壓電源 1 5 係可

為直流或直流脈衝電壓。

該工件載台 1 6 係具有數排以直線排列且彼此並排之透氣孔 1 6 1 及工件插孔 1 6 2，且該工件載台 1 6 邊緣處係有數個支撐孔，由下方腔壁之載台支撐角座 1 6 3 支撐，並由該載台支撐角座 1 6 3 上之絕緣套 1 6 4 將該工件載台 1 6 與該真空腔體 1 1 內壁作電絕緣，其中，該工件載台 1 6 之透氣孔 1 6 1 孔徑係為 0.3 毫米～5 毫米；該工件插孔 1 6 2 之排距係與下述之燈絲 1 8 排距相同，且該工件插孔 1 6 2 直徑係可從 1 毫米～20 毫米不等；該工件載台 1 6 之位置高度係可依不同工件長度替換不同高度之絕緣墊片調整；該工件載台 1 6 亦可為幾微米 (μm) 或幾十微米金屬粒壓製之金屬透氣材質。

該載台偏電壓電源 1 7 係電性連接該工件載台 1 6 之一端，用以提供負幾十伏特～一佰多伏特接地偏壓電源以產生電漿，其中，該載台偏電壓電源 1 7 係可為直流或直流脈衝電壓。

各排平行之燈絲 1 8 係設置於該金屬柵極 1 4 與該工件載台 1 6 之間，分為上下兩層排列。各排平行之燈絲 1 8 其兩端係由一以鉬 (Mo) 金屬或其它高熔點金屬所製之燈絲電極座 1 8 1 a、1 8 1 b 固定，且一端之燈絲電極座 1 8 1 a 係以一直立式燈絲座支撐桿 1 8 2 支撐，由該燈絲座支撐桿 1 8 2 上之絕緣插桿 1 8 3 將該燈絲 1 8 與該真空腔體 1 1 內壁作電絕

緣；另一端之燈絲電極座 1 8 1 b 則由一張力控制器 1 8 4 施一張力在一燈絲座滑槽 1 8 5 上移動拉直各排平行之燈絲 1 8，其中，該燈絲 1 8 之材質係可為鎢 (W)、鉬、鉭 (Ta) 及其合金，且該燈絲 1 8 係無需事先碳化即可直接進行鍍膜；該燈絲座支撐桿 1 8 2 亦可進一步改為該柵極支撐角座 1 4 2 型式；各燈絲 1 8 間之距離係在 1 公分 (cm) ~ 2 公分之間、該燈絲 1 8 與該金屬柵極 1 4 間之距離係在 0.5 公分 ~ 2 公分之間、及該燈絲 1 8 與該工件 4 間之距離係在 0.3 公分 ~ 1 公分之間，且以上係依微尺寸並為刀具之工件 4 大小而定；該張力控制器 1 8 4 之操作係包括掛重物拉力、彈簧力或氣壓缸力。

該燈絲電源 1 9 係用以作為各燈絲 1 8 之加熱電源，係將該燈絲 1 8 加熱至 $1800^{\circ}\text{C} \sim 2500^{\circ}\text{C}$ 之高溫。

該溫度程式控制器 2 0 係以該工件 4 之溫度為主要數據。利用一在該工件載台 1 6 上可單支或多支插入單一工件插孔 1 6 2 或不同位置之工件插孔 1 6 2 之測溫棒 2 0 1，由該測溫棒 2 0 1 測出身旁之工件 4 其溫度值後，回饋訊號傳至該溫度程式控制器 2 0 做計算，再送出一 0 伏特 (V) ~ 10 伏特或 4 毫安培 (mA) ~ 20 毫安培訊號給該燈絲電源 1 9 做功率輸出，以達到由程式設定控制該燈絲電源 1 9 於不同時段加熱該工件 4 至設定之溫度值，其中，該溫度程式控制器 2 0 之控溫方式亦可為可程式邏輯控制器

(Programmable Logic Controller, PLC) 或電腦程式控制，不僅不會受到電漿轟擊等因素干擾，且該控溫方式更進一步包括溫度多點偵測及溫差程式化比較控制，若某一溫度偵測點附近之燈絲 18 斷掉，則立即由其他測溫點替代，係具有可防止影響整體溫度控制之功能。

該進氣管 21 係以一根主管在該熱燈絲鑽石膜沉積裝置 1 中心分給其它幅射狀支管，各支管上係含有複數個氣孔 211，且各氣孔 211 孔距在該進氣管 21 中心處較大，越往中心外圍洞距逐漸縮短，用以將一反應氣體經由該進氣管 21 上各氣孔 211 向上噴出，再均勻流向下方由該真空機械幫浦 12 抽出，其中，該進氣管之型式係為 T 型、十字型及多方向型；該反應氣體係包括氫氣 (H_2)、甲烷 (CH_4)、乙炔 (C_2H_2)、乙烷 (C_2H_6)、苯 (C_6H_6) 及酒精等含碳氫化合物。以上所述，係構構一全新之熱燈絲鑽石膜沉積裝置 1。

請進一步參閱『第 4 圖及第 5 圖』所示，係分別為本發明之沉積流程示意圖及本發明之製程溫度控制示意圖。如圖所示：本發明係利用上述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置 1 對工件 4 進行沉積處理，且本發明用以實驗之工件 4 係為微銑刀工件，其成長鑽石膜方法係至少包含以下步驟：

(A) 工件表面前處理 5 1：先配製一含有赤血鹽鉀 ($K_3Fe(CN)_6$)、氫氧化鉀 (KOH) 及去離子水之化學藥水，藉此浸蝕該工件 4 達 20 分鐘，將該工件 4 表面做化學拋光，待該工件 4 表面達粗化後，再浸入一另外配製含有 30%次硫酸 (H_2SO_2) 及 70%氯化氫 (HCl) 之化學藥水達 20 秒，使該工件 4 拋掉表面鈷 (Co) 元素以避免鑽石碳 (C) 元素被銅吸收，而影響其附著力。接著再浸入一以粒徑小於 1 微米之鑽石粉加上去離子水所成之溶液，由一超音波振盪 20 分鐘，最後在將該工件 4 放入去離子水中以該超音波振盪沖洗後取出並吹乾；

(B) 氫電漿清潔 5 2：將表面處理後之工件 4 放入該熱燈絲鑽石膜沉積裝置 1 中具透氣孔 1 6 1 之工件載台 1 6 上之工件插孔 1 6 2 內，由該真空機械幫浦 1 2 抽氣至最終氣壓後，以該進氣管 2 1 上之氣孔 2 1 1 充入一氣體濃度為 2%之甲烷/氫氣 (CH_4/H_2) 氣體至該真空腔體 1 1 內，使該真空腔體 1 1 之真空氣壓達 20 托爾 (Torr)。當進行鍍膜時，鍍膜第一階段係由該溫度程式控制器 2 0 設定為 30 分鐘升溫時間，並啟動該燈絲電源 1 9 加熱該工件 4，使該工件 4 溫度升至 $750^{\circ}C \sim 800^{\circ}C$ ；之後進入鍍膜第二階段，於此階段中加上一正偏壓 100 伏特於該金屬柵極 1 4，及一負偏壓 -60 伏特於該工件載台 1 6，將該工件 4 於此氫電漿環境中清潔 10 分鐘 $\sim$ 30 分鐘，使該工

件 4 可拋掉雜質而達到表面清潔，同時該工件 4 溫度亦從原本 $750^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 間逐漸升至 $900^{\circ}\text{C}\sim 980^{\circ}\text{C}$ ；

(C) 雙偏壓鑽石核種成核 5 3：鍍膜第三階段雙偏壓成核，其所需之雙偏壓值係分別為該金屬柵極 1 4 正偏壓 $30\sim 200$ 伏特，及該工件載台 1 6 負偏壓 $-30\sim -150$ 伏特，且該工件 4 溫度仍維持 $900\sim 980^{\circ}\text{C}$ ，並另充入一氣體濃度為 $0.5\sim 4\%$ 之甲烷/氫氣氣體至該真空腔體 1 1 內，使該真空腔體 1 1 之真空氣壓達 $1\sim 30$ 托爾。利用雙偏壓電源之正電壓金屬柵極 1 4 與接地極燈絲 1 8 之間放電產生電漿，當熱燈絲 1 8 在高溫時發射出電子飛向該金屬柵極 1 4 時，會裂解該氫氣及甲烷而離化產生一部份之氫離子 (H^+) 及甲烷基 (CH_3^+) 等自由基，此等離子因具有能量可被負偏壓之工件 4 所吸引而與該工件 4 發生碰撞反應，進而可輔助且促進該工件 4 表面鑽石核種產生。在成核時間持續 3 分鐘 $\sim$ 3 小時後，關掉此雙偏壓電源，該工件 4 亦在數十分鐘內降溫至 $800\sim 880^{\circ}\text{C}$ ，其中，該甲烷係可由乙炔、乙烷、苯及酒精等含碳氫化合物替代；以及

(D) 鑽石膜成長 5 4：於步驟 (C) 成核後，進行鍍膜第四階段成長鑽石膜，在該鑽石膜成長過程中，該金屬柵極 1 4 係接地，而該工件 4 採接地或浮接，且該工件 4 溫度係由 $800\sim 880^{\circ}\text{C}$ 間逐漸降至 780°C ，並在同氣體濃度 $0.5\sim 4\%$ 之甲烷/氫氣氣體下，

將該真空腔體 1 1 之真空氣壓提升為 10~50 托爾。藉由高溫至低溫穩定遞減之溫度梯度方式在該工件 4 表面進行化學重組以沉積厚度 1~10 微米鑽石膜，其成長時間為 5~20 小時，並在成長結束時關閉該甲烷氣體，且於數十分鐘內待該工件 4 降至室溫後取出該工件 4，其中，該甲烷係可由乙炔、乙烷、苯及酒精等含碳氫化合物替代。

上述步驟 (D) 中，該工件 4 溫度亦可先由高溫 1000~950°C 附近成長一段時間後，再以低溫 830~780°C 附近成長一段長時間。

藉此，在該工件溫度不超過 1000°C 下，利用加入特殊前處理及電漿輔助後，可使本發明製作之鑽石膜接近類鑽碳膜結構，能提升該鑽石膜之磨潤性及附著性，以增加其實用性及廣泛之工業應用性，不僅可降低該鑽石膜應力、減低該工件表面摩擦力及增強該工件磨潤性，使刀具工件可在印刷電路板 (Printed Circuit Board, PCB) 之高轉速下正常工作而不易斷刀，並且，尤其在直徑 1 毫米碳化鎢 (WC) 銑刀經由沉積一層 5~8 微米厚度之鑽石膜後，其使用壽命更可達未鍍銑刀 6 倍以上，明顯具有可提升使用壽命之優點。

綜上所述，本發明係一種熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，可有效改善習用之種種缺點，利用加入特殊前處理及電漿輔助後，可提升鑽石膜之磨潤性及附著性，以增加其實用性及廣泛之工業應用性，不僅可

降低該鑽石膜應力、減低工件表面摩擦力及增強該工件磨潤性，且在一般刀具及微刀具上沉積之鑽石膜更可提升該刀具之使用壽命，尤其對於印刷電路板之高轉速下亦可正常工作而不易斷刀，係可提高其加工速率，以降低成本，進而使本發明之產生能更進步、更實用、更符合使用者之所須，確已符合發明專利申請之要件，爰依法提出專利申請。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍；故，凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖，係本發明之結構示意圖。

第 2 圖，係本發明之金屬柵極結構示意圖。

第 3 圖，係本發明之工件載台結構示意圖。

第 4 圖，係本發明之沉積流程示意圖。

第 5 圖，係本發明之製程溫度控制示意圖。

【主要元件符號說明】

熱燈絲鑽石膜沉積裝置 1

真空腔體 1 1

真空機械幫浦 1 2

氣壓控制器 1 3

金屬柵極 1 4

透氣孔 1 4 1

柵極支撐角座 1 4 2

絕緣套 1 4 3

柵極偏電壓電源 1 5

工件載台 1 6

透氣孔 1 6 1

工件插孔 1 6 2

載台支撐角座 1 6 3

絕緣套 1 6 4

載台偏電壓電源 1 7

燈絲 1 8

燈絲電極座 1 8 1 a、1 8 1 b

燈絲座支撐桿 1 8 2

絕緣插桿 1 8 3

張力控制器 1 8 4

燈絲座滑槽 1 8 5

燈絲電源 1 9

溫度程式控制器 2 0

測溫棒 2 0 1

進氣管 2 1

氣孔 2 1 1

真空抽氣閥門 2

壓力計 3

工件 4

步驟 (A) 工件表面前處理 5 1

步驟 (B) 氫電漿清潔 5 2

步驟 (C) 雙偏壓鑽石核種成核 5 3

步驟 (D) 鑽石膜成長 5 4

五、中文發明摘要：

一種熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，係先對一刀具之工件表面進行特殊前處理，以化學藥水浸蝕該工件並進行鑽石粉超音波振盪，接著將該工件置入該熱燈絲鑽石膜沉積裝置之氬電漿環境中，使其拋掉雜質以達清潔，並以雙偏壓電源產生電漿，以促進該工件表面鑽石核種產生，最後再以穩定遞減溫度成長鑽石膜。藉此，使本發明可提升該鑽石膜之磨潤性及附著性，以增加其實用性及廣泛之工業應用性，不僅可降低該鑽石膜應力、減低該工件表面摩擦力及增強該工件磨潤性，且在一般刀具及微刀具上沉積之鑽石膜更可提升該刀具比未鍍之刀具使用壽命達 6 倍以上，尤其對於印刷電路板（Printed Circuit Board, PCB）之高轉速下亦可正常工作而不易斷刀，係可提高其加工速率並降低其成本。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，該熱燈絲鑽石膜沉積裝置係至少包含：

一真空腔體，該真空腔體係由一外殼水冷及可氣壓控制腔體；

一真空機械幫浦，該真空機械幫浦係用以幫抽該真空腔體之真空度；

一氣壓控制器，該氣壓控制器係用以控制一真空抽氣閥門之開啟程度，藉另一端連結之壓力計達到預定真空度；

一平板狀之金屬柵極，該金屬柵極係於中央區具有複數個透氣孔，且該金屬柵極邊緣處係有數個支撐孔，由下方腔壁之柵極支撐角座支撐，並由該柵極支撐角座上之絕緣套將該金屬柵極與該真空腔體內壁作電絕緣；

一柵極偏電壓電源，該柵極偏電壓電源係電性連接該金屬柵極之一端，用以提供偏壓電源以產生電漿；

一平板狀之工件載台，該工件載台係具有數排以直線排列且彼此並排之透氣孔及工件插孔，且該工件載台邊緣處係有數個支撐孔，由下方腔壁之載台支撐角座支撐，並由該載台支撐角座上之絕緣套將該工件載台與該真空腔體內壁作電絕緣；

一載台偏電壓電源，該載台偏電壓電源係電性連接該工件載台之一端，用以提供偏壓電源以產生電漿；

數排平行燈絲，各排平行之燈絲係設置於該金屬柵極與該工件載台之間，分為上下兩層排列。各排平行之燈絲其兩端係由一燈絲電極座固定，且一端之燈絲電極座係以一直立式燈絲座支撐桿支撐，由該燈絲座支撐桿上之絕緣插桿將該燈絲與該真空腔體內壁作電絕緣；另一端之燈絲電極座則由一張力控制器施一張力在一燈絲座滑槽上移動拉直各排平行之燈絲；

一燈絲電源，該燈絲電源係用以作為各燈絲之加熱電源；

一溫度程式控制器，該溫度程式控制器係用以程式設定控制該燈絲電源於不同時段加熱一工件至設定之溫度值；以及

一進氣管，該進氣管係以一根主氣管在該熱燈絲鑽石膜沉積裝置中心分給其它幅射狀支管，各支管上係含有複數個氣孔，且各氣孔孔距在該進氣管中心處較大，越往中心外圍洞距逐漸縮短，用以將一反應氣體經由各氣孔向上噴出，再均勻流向下方由該真空機械幫浦抽出。

2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該反應氣體係包括氫氣 (H_2)、甲烷 (CH_4)、乙炔 (C_2H_2)、乙烷 (C_2H_6)、苯 (C_6H_6) 及酒精等含碳氫化合物，且該甲烷亦可由乙炔、乙烷、苯及酒精等含碳氫化合物替代。
3. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該進氣管之型式係為 T 型、十字型及多方向型。
4. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該燈絲之材質係可為鎢 (W)、鉬 (Mo)、鉭 (Ta) 及其合金。
5. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該燈絲座支撐桿亦可改為該柵極支撐角座型式。
6. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該燈絲間之距離係在 1~2 公分 (cm) 之間、該燈絲與該金屬柵極間之距離係在 0.5~2 公分之間、及該燈絲與該工件間之距離係在 0.3~1 公分之間。
7. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該金屬柵極與該工件載台之透氣孔孔徑係為 0.3~5 毫米 (mm)，且該金屬柵

極在近其中心區其透氣孔孔距係較外圍區大。

8. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該工件載台亦可為幾微米 (μm) 或幾十微米金屬粒壓製之金屬透氣材質。
9. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該工件載台之位置高度係可依不同工件長度替換不同高度之絕緣墊片調整。
10. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該測溫棒係可單支或多支插入該工件載台上單一工件插孔或不同位置之工件插孔，或用紅外線測溫器在爐外測溫方式，可回饋訊號至該溫度程式控制器做計算，再由該溫度程式控制器送出一訊號給該燈絲電源做功率輸出。
11. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該工件插孔排距與該燈絲排距相同，且該工件插孔直徑係可從 1~20 毫米不等。
12. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該柵極偏壓電源與該載台偏壓電源係可為直流或直流脈衝電壓。
13. 依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該溫度程式控制器之控溫

方式亦可為可程式邏輯控制器（Programmable Logic Controller, PLC）或電腦程式控制，且進一步包括溫度多點偵測及溫差程式化比較控制。

1 4 · 一種熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其方法至少包含以下步驟：

（A）先對一工件表面進行特殊前處理，以化學藥水浸蝕該工件，使該工件達到表面粗化及拋掉鈷（Co）元素，並以一鑽石粉進行超音波振盪；

（B）將該工件置入一熱燈絲鑽石膜沉積裝置中，並充入一甲烷/氫氣氣體。在鍍膜第一階段進行升溫，啟動一燈絲電源加熱該工件，之後進入鍍膜第二階段，於此階段中加上正負偏壓於一金屬柵極及一工件載台，使該工件於氫電漿環境中拋掉雜質以達清潔；

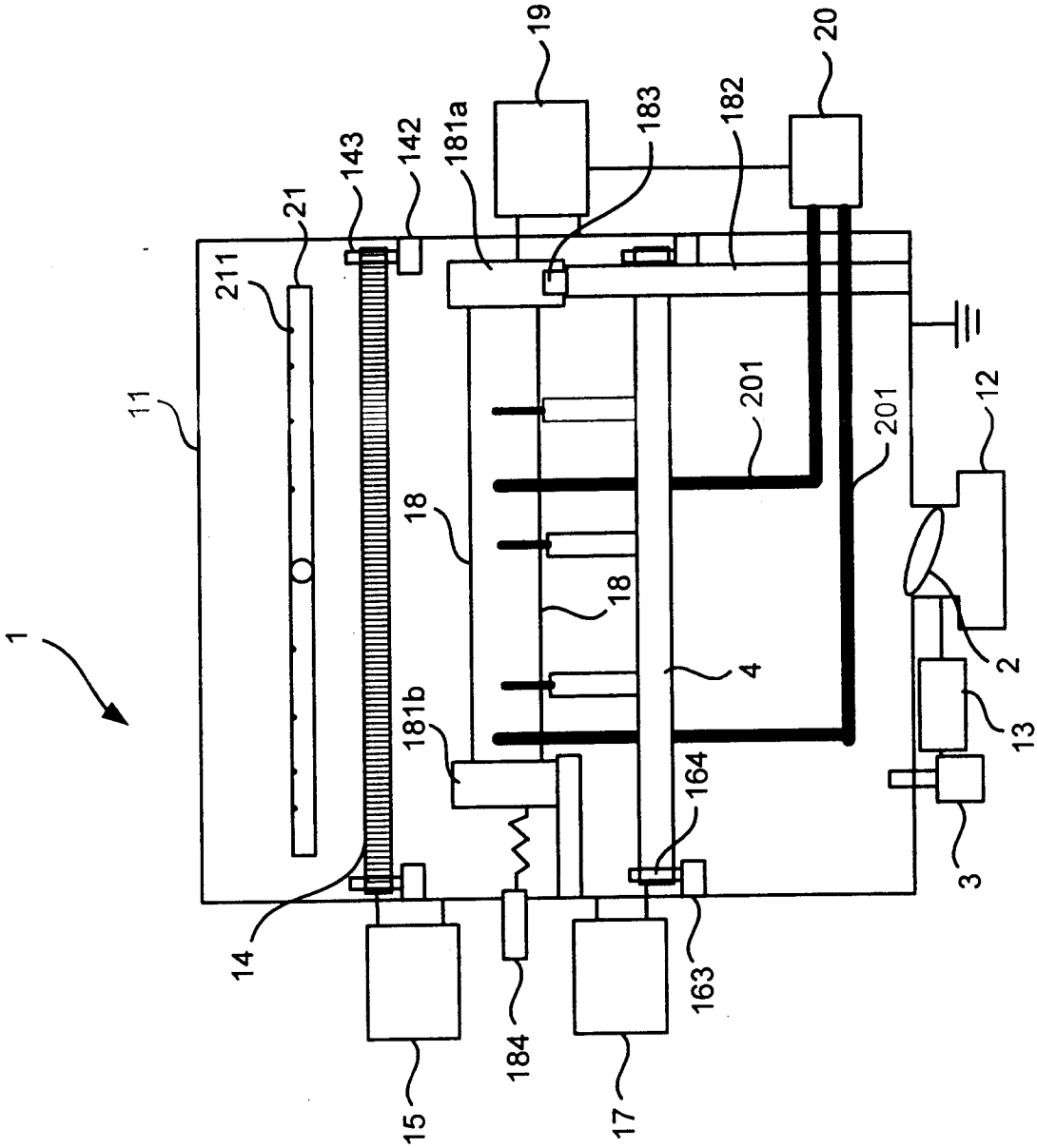
（C）鍍膜第三階段雙偏壓成核，在正負之雙偏壓值下，另充入一甲烷/氫氣氣體，利用雙偏壓電源之正電壓金屬柵極與接地極燈絲之間放電產生電漿，以輔助該工件表面鑽石核種產生，之後關掉該雙偏壓電源；以及

（D）進行鍍膜第四階段成長鑽石膜，藉由高溫至低溫穩定遞減之溫度梯度方式在該工件表面進行化學重組以沉積鑽石膜，並在成長結束時關閉該甲烷氣體，且於數十分鐘內待該工件降至室溫後

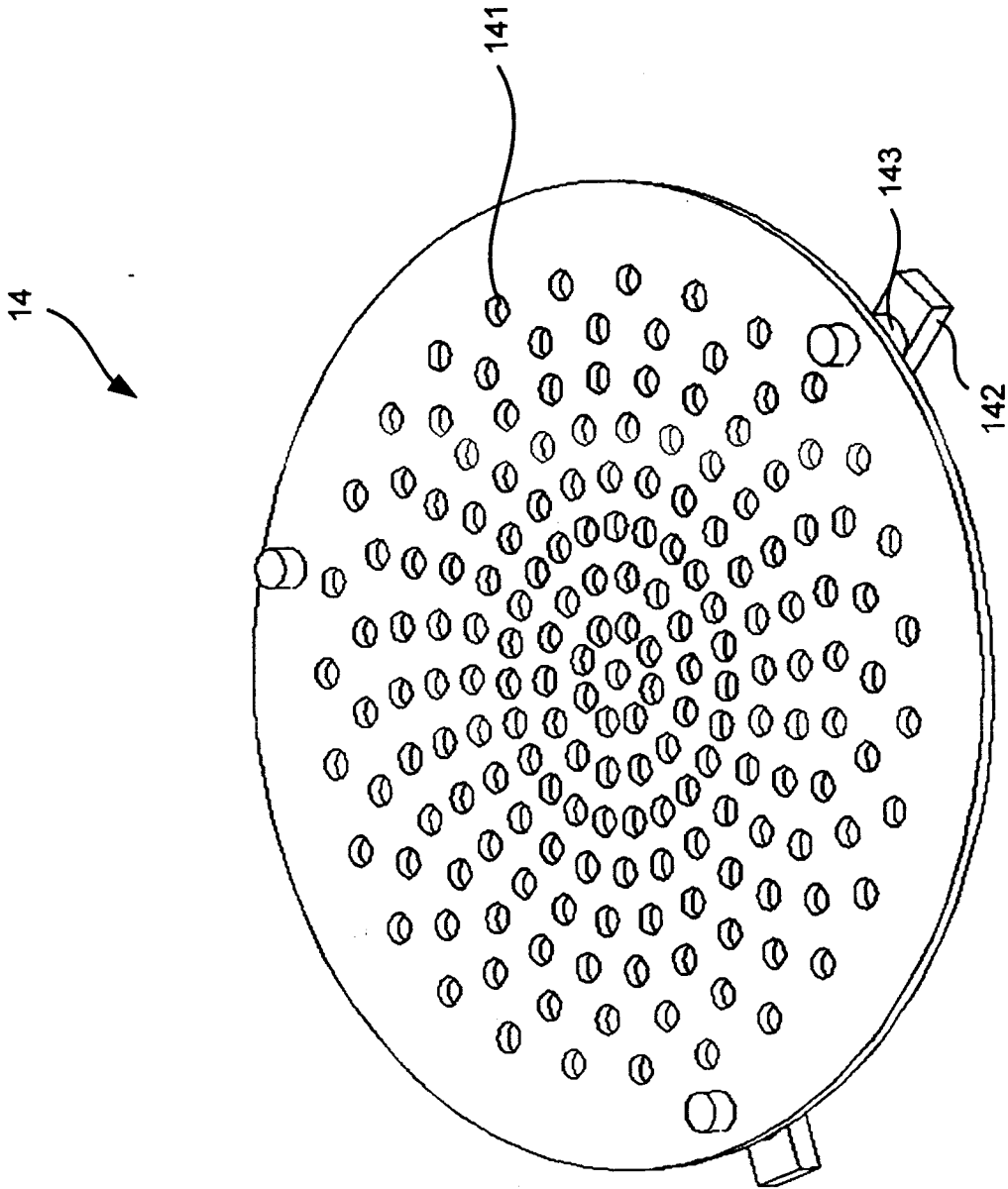
取出該工件。

- 1 5·依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該步驟（A）中用以粗化及拋銅之化學藥水係分別為赤血鹽鉀（ $K_3Fe(CN)_6$ ）與氫氧化鉀（KOH）及次硫酸（ H_2SO_2 ）與氯化氫（HCl）。
- 1 6·依據申請專利範圍第 1 6 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該超音波振盪之鑽石粉其粒徑係小於 1 微米。
- 1 7·依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該步驟（C）中成核之操作條件係包括甲烷/氫氣氣體之濃度為 0.5~4%、金屬柵極正偏壓為 30~200 伏特、工件載台負偏壓為 -30~-150 伏特、成核溫度為 900~980°C、真空氣壓為 1~30 托爾及成核時間為 3 分鐘~3 小時。
- 1 8·依據申請專利範圍第 1 項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該步驟（D）中成長鑽石膜之操作條件係包括甲烷/氫氣氣體之濃度為 0.5~4%、金屬柵極接地、工件之電極採接地或浮接、工件溫度降至 780°C、真空氣壓為 10~50 托爾及沉積 5~20 小時。

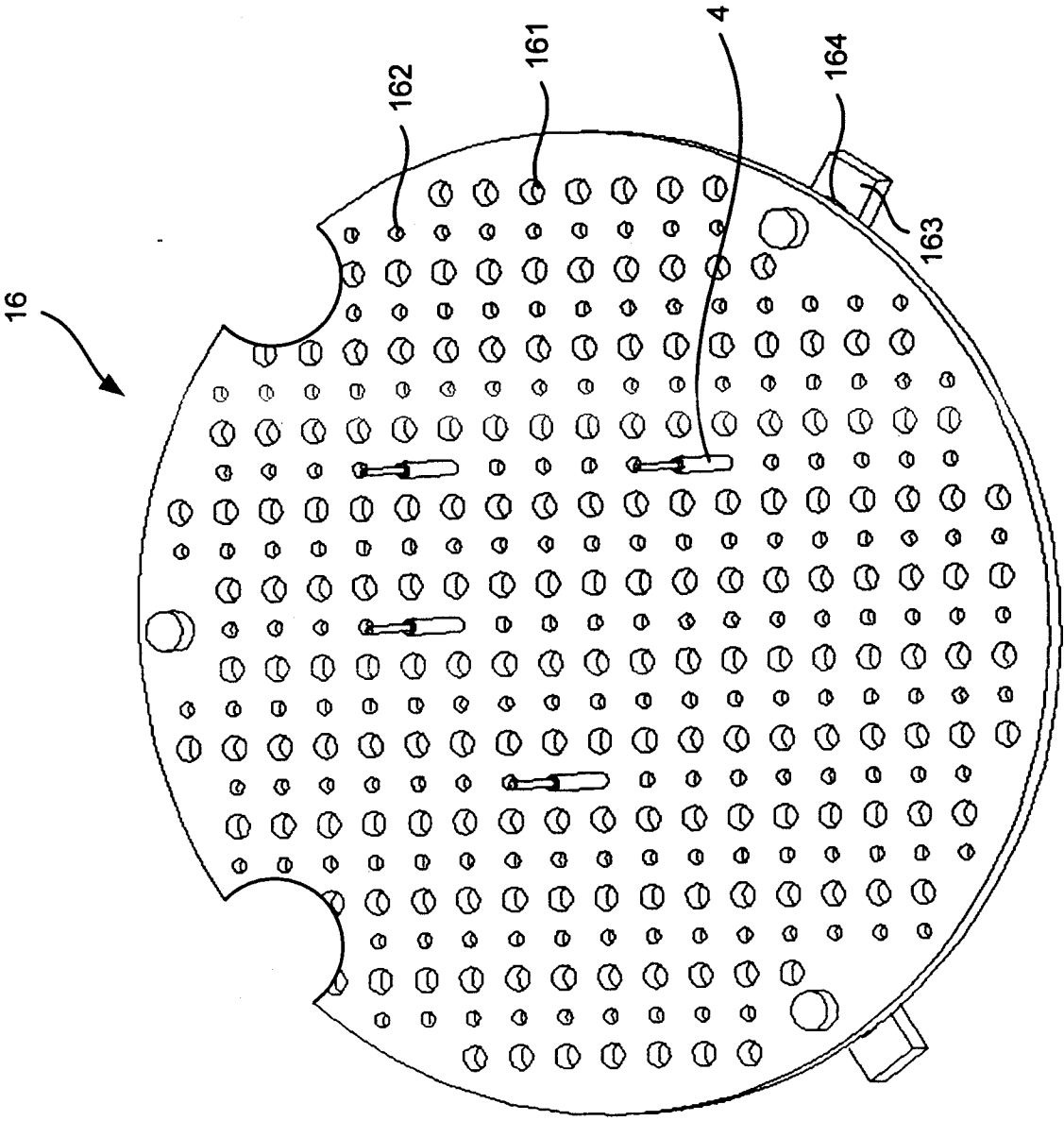
19. 依據申請專利範圍第1項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該步驟(D)中該工件之溫度亦可先由高溫 $1000\sim 950^{\circ}\text{C}$ 附近成長一段時間後，再以低溫 $830\sim 780^{\circ}\text{C}$ 附近成長一段長時間。
20. 依據申請專利範圍第1項所述之熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，其中，該鑽石膜厚度係為 $5\sim 8$ 微米。



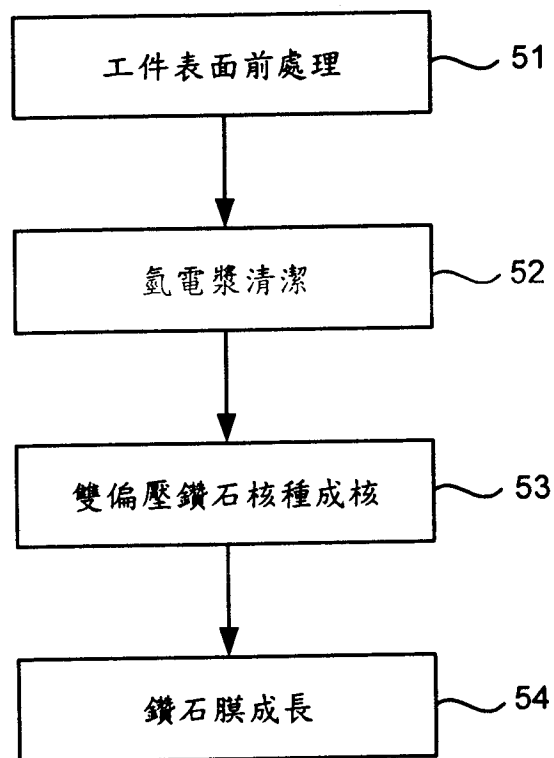
第 1 圖



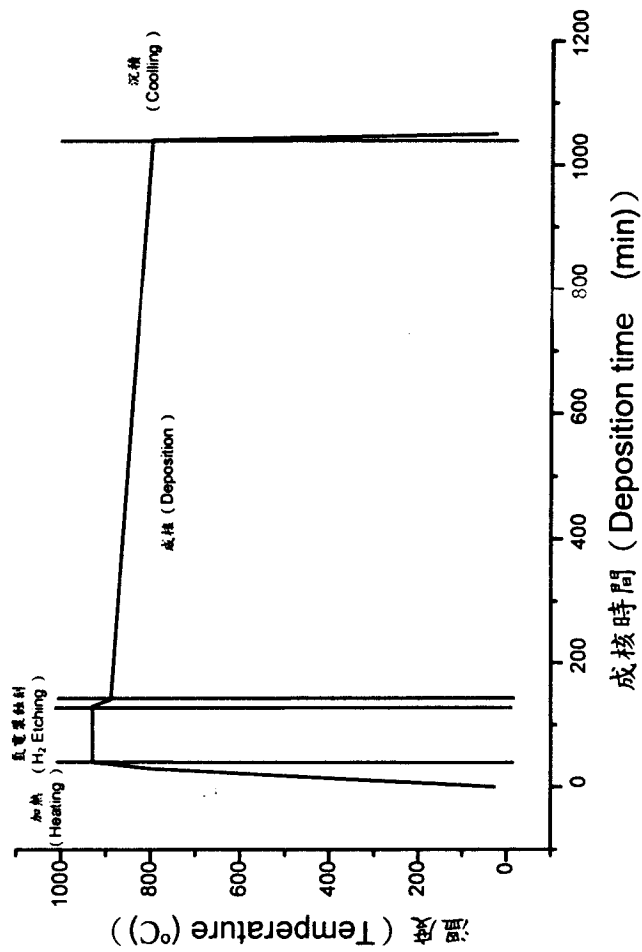
第 2 圖



第3圖



第 4 圖



第5圖

七、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：

熱燈絲鑽石膜沉積裝置 1

真空腔體 1 1

真空機械幫浦 1 2

氣壓控制器 1 3

金屬柵極 1 4

柵極支撐角座 1 4 2

絕緣套 1 4 3

柵極偏電壓電源 1 5

載台支撐角座 1 6 3

絕緣套 1 6 4

載台偏電壓電源 1 7

燈絲 1 8

燈絲電極座 1 8 1 a、1 8 1 b

燈絲座支撐桿 1 8 2

絕緣插桿 1 8 3

張力控制器 1 8 4

燈絲電源 1 9

溫度程式控制器 2 0

200916600

測溫棒 2 0 1

進氣管 2 1

氣孔 2 1 1

真空抽氣閥門 2

壓力計 3

工件 4

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：