



(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 I816990 B

(45) 公告日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：109107436

(22) 申請日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 06 日

(51) Int. Cl. : **B05B1/14 (2006.01)****H01L21/67 (2006.01)**

(30) 優先權：2019/03/08 美國

62/815,581

(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：阿加瓦爾 蘇密特 AGARWAL, SUMIT (IN)；彼得森 查德 PETERSON, CHAD (US)；舒爾 馬克 SHULL, MARC (US)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

TW 200605210A

CN 208098420U

US 7138034B2

US 2002/0195202A1

US 2005/0081788A1

審查人員：鍾明祥

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 20 頁

(54) 名稱

用於處理腔室的多孔噴頭

(57) 摘要

噴頭組件包含支撐結構及多孔板。該支撐結構包含支撐特徵。該多孔板具有至少約 50 W/(mK) 的熱傳導性且包括複數個孔，該複數個孔具有小於約 100 μm 的平均直徑，其中該多孔板的周邊的至少一部分安置於該支撐特徵上。該噴頭可被包含於使用以處理基板的處理腔室內。

A showerhead assembly includes a support structure and a porous plate. The support structure includes a support feature. The porous plate has a thermal conductivity of at least about 50 W/(mK) and includes a plurality of pores having an average diameter of less than about 100 μm, wherein at least a portion of a perimeter of the porous plate rests on the support feature. The showerhead may be included within a processing chamber that is utilized to process a substrate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:噴頭組件

110:多孔板

112:孔

116:上表面

118:下表面

120:支撐結構

122:支撐特徵

124:夾鉗板

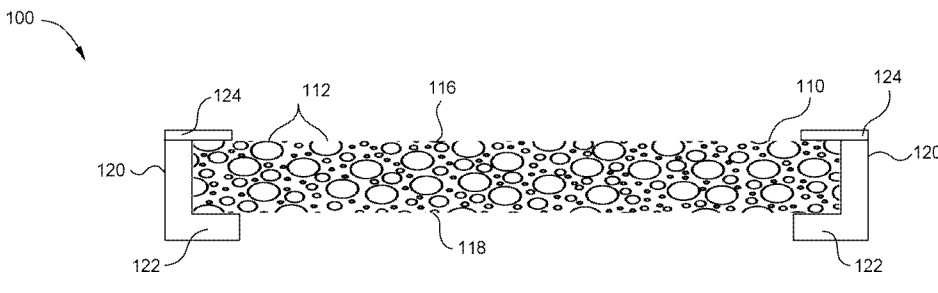


圖1



I816990

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於處理腔室的多孔噴頭

【英文發明名稱】POROUS SHOWERHEAD FOR A PROCESSING CHAMBER

【中文】

噴頭組件包含支撐結構及多孔板。該支撐結構包含支撐特徵。該多孔板具有至少約 $50 \text{ W}/(\text{mK})$ 的熱傳導性且包括複數個孔，該複數個孔具有小於約 $100 \text{ }\mu\text{m}$ 的平均直徑，其中該多孔板的周邊的至少一部分安置於該支撐特徵上。該噴頭可被包含於使用以處理基板的處理腔室內。

【英文】

A showerhead assembly includes a support structure and a porous plate. The support structure includes a support feature. The porous plate has a thermal conductivity of at least about $50 \text{ W}/(\text{mK})$ and includes a plurality of pores having an average diameter of less than about $100 \text{ }\mu\text{m}$, wherein at least a portion of a perimeter of the porous plate rests on the support feature. The showerhead may be included within a processing chamber that is utilized to process a substrate.

【指定代表圖】第 (1) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100: 噴頭組件

110: 多孔板

112: 孔

116: 上表面

118: 下表面

120: 支撐結構

1 2 2 : 支 撐 特 徵

1 2 4 : 夾 鉗 板

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於處理腔室的多孔噴頭

【英文發明名稱】POROUS SHOWERHEAD FOR A PROCESSING CHAMBER

【技術領域】

【0001】 本揭示案的實施例一般相關於用於處理腔室的噴頭，且更特定地，相關於用於處理腔室的多孔噴頭。

【先前技術】

【0002】 在許多常規的噴頭設計中，噴頭包含具有複數個孔洞的氣體分配板，處理氣體可流經該等孔洞。然而，氣體分配板內的孔洞數量可能會受到限制，從而限制了處理氣體流經噴頭的均勻性。限制氣體分配板可包含的孔洞數量的主要因素是產生孔洞的處理。例如，通常使用機械方法或其他減材方法來產生孔洞。然而，產生孔洞會在氣體分配板上施加高水平的應力，當產生大量孔洞時，這可導致損壞氣體分配板。進一步地，如上述的氣體分配板的製造緩慢並且製造成本高昂。因此，可鑽入陶瓷或鋁板的孔洞數量可保持在一水平以下，該水平將導致品質一致，並將減低氣體分配板的生產時間和製造成本。

【0003】 在許多應用中，增加氣體分配板內的孔洞數量會增加經過噴頭的氣體分配的均勻性，從而增加了處理後的基板的處理結果的均勻性。然而，當前在氣體分配板內製造孔洞的方法不能夠產生達到高水平的氣體分配均勻性所需的孔洞數量和尺寸。

【0004】 因此，需要一種改善的氣體分配板，以用於增加處理後的基板的處理結果的均勻性。

【發明內容】

【0005】 在一個實施例中，用於處理腔室的噴頭組件包括支撐結構及多孔板。該支撐結構包含支撐特徵。該多孔板具有至少約 50 W / (m K) 的熱傳導性且包括複數個孔，該複數個孔具有小於約 $100 \text{ }\mu\text{m}$ 的平均直徑，其中該多孔板的周邊的至少一部分安置於該支撐特徵上。

【0006】 在一個實施例中，處理腔室包括基板支撐件、噴頭組件、及氣體供應源。該基板支撐件經配置以支撐基板。該噴頭組件經配置以流動氣體進入該處理腔室的內部部分，且該噴頭組件包括支撐結構及多孔板。該支撐結構包括支撐特徵。該多孔板具有至少約 50 W / (m K) 的熱傳導性且包括複數個孔洞，該複數個孔洞具有小於約 $100 \text{ }\mu\text{m}$ 的直徑，其中該多孔板的周邊的至少一部分安置於該支撐特徵上。該氣體供應源經配置以提供處理氣體至該噴頭組件。

【圖式簡單說明】

【0007】 為了可詳細地理解本揭示案的上述特徵的方式，可藉由參考實施例來對本揭示案進行更具體的描述(如上簡要概述)，在附圖中示出了一些實施例。然而，應注意附圖僅示出了示例性實施例，且因此不應視為限制範圍，因為本揭示案可允許其他等效實施例。

【0008】 圖 1 是根據一或更多個實施例的噴頭組件的示意性側視圖。

【0009】 圖 2 是根據一或更多個實施例的多孔板的一部分的底部視圖。

【0010】 圖 3 是根據一或更多個實施例的處理腔室的示意性側視圖。

【0011】 為了便於理解，盡可能地使用相同的元件符號來表示圖式中共有的相同元件。可預期的是，一個實施例的元件和特徵可有益地併入其他實施例中，而無需進一步敘述。

【實施方式】

【0012】 本申請案的實施例包含具有多孔板的噴頭組件。多孔板包含複數個孔，處理氣體可流經該等孔。複數個孔之每一者的尺寸和複數個孔的數量增加了在處理期間施加至基板的處理氣體的均勻性。進一步地，由具有減低多孔板在處理基板時經受的熱應力的熱傳導性的材料來形成多孔板。

【0013】 圖 1 根據一或更多個實施例示出了噴頭組件 100。噴頭組件 100 包含多孔板 110 和支撐結構 120。多孔板 110 包含複數個孔 112。孔 112 在多孔板 110 內形成從多孔板 110 的上表面 116 延伸到下表面 118 的複數個連續路徑。進一步地，由孔 112 形成的連續路徑允許處理氣體從多孔板 110 的第一側穿過多孔板 110 的第二側。多孔板 110 可被稱為氣體分配板或氣體分配器。

【0014】 多孔板 110 可包含每線性英吋大於約 100 個線性路徑及 / 或每立方英吋大於 100 個孔。替代地，多孔板 110

可包含每線性英吋大於約60個線性路徑及/或每立方英吋大於100個孔。進一步地，多孔板110可包含大於約30,000個孔。替代地，多孔板110可包含大於100,000個孔或大於1,000,000個孔。

【0015】 孔112具有小於約100 μm 的平均直徑。進一步地，孔112可具有小於約50 μm 的平均直徑。此外，每一孔112可具有在約5 μm 至約75 μm 的範圍內的直徑。另外，一或更多個孔112的直徑可不同於另一個孔112的直徑。

【0016】 可由例如金屬、金屬合金和陶瓷的材料來形成多孔板110。例如，金屬可包含鋁、鉬或其他金屬，陶瓷可包含碳化矽或其他陶瓷，且金屬合金可包含氮化鋁、氧化鋁或其他合金。進一步地，可由單一連續材料來形成多孔板110。

【0017】 多孔板110可具有圓形形狀。例如，多孔板110可具有直徑在約200 mm 至約350 mm 的範圍內的圓形形狀。替代地，多孔板110可具有小於約200 mm 或大於約350 mm 的直徑。進一步地，多孔板110可具有圓形形狀以外的其他形狀。例如，多孔板110尤其可具有橢圓形狀或矩形形狀。

【0018】 由支撐結構120支撐多孔板110。例如，可由支撐結構120的支撐特徵122來支撐多孔板110的邊緣的至少一部分。替代地，可由支撐特徵122來支撐整體邊緣。支撐結構120可支撐多孔板110，使得處理氣體能夠流經多

孔板 110，且支撐結構 120 不顯著地阻礙處理氣體。多孔板 110 可以可移除地或不可移除地連接至支撐特徵 122。例如，多孔板 110 可非永久地附接至支撐特徵 122，使得可移除多孔板 110 以進行清潔、維護或替換。多孔板 110 可附著到支撐結構 120 的一或更多個元件，使得可移除多孔板 110 而不會顯著地損壞多孔板 110 及 / 或支撐結構 120。進一步地，可藉由使用另一合適方式將多孔板 110 焊接或附著到支撐特徵 122 來將多孔板 110 永久地附接至支撐特徵 122。例如，可使用附著劑附著多孔板 110，可在損壞多孔板 110 及 / 或支撐結構 120 的情況下移除該附著劑。

【0019】 在一個實例中，支撐結構 120 包含可選的夾鉗板 124，夾鉗板 124 經配置以將多孔板 110 固持在夾鉗板 124 和支撐特徵 122 之間。進一步地，夾鉗板 124 可為可移除的，使得多孔板 110 可被移除和清潔及 / 或替換。夾鉗板 124 及 / 或多孔板 110 可永久地附接到支撐結構 120，使得在不顯著損壞多孔板 110 及 / 或支撐結構 120 的情況下不能夠移除夾鉗板 124 及 / 或多孔板 110。例如，夾鉗板 124 可被焊接到支撐結構 120。

【0020】 在粉末材料上使用燒結處理來形成多孔板 110。進一步地，可混合粉末材料的顆粒尺寸分佈以在選定範圍內在多孔板 110 內產生孔徑，然後可將粉末材料燒結以產生多孔板 110。在一個實例中，控制顆粒尺寸包含從粉末移除較小尺寸的顆粒。例如，可移除小於粉末內所有顆粒的平均顆粒尺寸的顆粒。替代地，可移除具有其他尺寸的

顆粒。在一個這樣的實例中，可從粉末移除占平均顆粒尺寸一百分比的顆粒，使得並非所有小於平均顆粒尺寸的顆粒都從粉末移除。可變化從粉末移除的顆粒的尺寸以產生具有不同孔隙率量的材料。進一步地，可利用粉末內的顆粒的雙峰分佈，使得顆粒尺寸偏移成比用於產生緻密材料的顆粒更大或更小。較小的顆粒有助於在燒結處理期間將大的顆粒黏結在一起，而產生多孔材料。藉由從粉末移除選擇的顆粒，或以其他方式調整顆粒成分，由於缺少較小顆粒，在大顆粒之間產生間隙，從而在最終材料內產生預定的孔隙率。

【0021】 替代地，可使用增材製造方法來形成多孔板 110，例如 3D 列印。例如，可藉由根據限定孔 112 的位置、尺寸和數量的圖案來設置一或更多種材料來形成多孔板 110。

【0022】 圖 2 是根據一個實施例的多孔板 110 的底部視圖。在圖 2 的實施例中，孔 112 的尺寸是變化的。例如，孔 112 a 的直徑大於孔 112 b 的直徑，孔 112 b 的直徑大於孔 112 c 的直徑。每一孔 112 的直徑可不同。替代地，至少兩個孔 112 可具有相同的直徑。進一步地，孔 112 可隨機地排列遍佈多孔板 110。例如，可根據不規則圖案來排列孔 112。當根據不規則圖案排列時，孔 112 的位置及 / 或尺寸可根據任何一個或多個規則而不重複。進一步地，當根據不規則圖案排列時，可排列孔 112 以使得孔的排列缺乏對稱性。替代地，可根據一或更多個重複圖案來排列孔 112。

替代地，儘管孔 112 被圖示為至少實質為圓形，孔 112 可具有其他形狀。例如，孔 112 可為包含規則和不規則形狀的任何形狀。進一步地，一或更多個孔 112 的形狀可不同於另一或更多個孔 112 的形狀。

【0023】 圖 3 根據一個實施例示出了處理腔室 300 的示意性截面視圖。處理腔室 300 可用於在其中處理一或更多個基板 340，包含在基板 340 上沉積材料、加熱基板 340、蝕刻基板 340 或其組合的處理。處理腔室 300 可為原子層沉積 (ALD) 腔室。進一步地，處理腔室 300 可為化學氣相沉積 (CVD) 處理腔室、電漿增強化學氣相沉積 (PECVD) 處理腔室、或物理氣相沉積 (PVD) 處理腔室等。

【0024】 在一或更多個實施例中，處理腔室 300 具有內部區域 311，內部區域 311 包含設置在其中的基板支撐件 342 以支撐基板 340。基板支撐件 342 包含加熱元件 318 和將基板 340 保持在基板支撐件 342 的頂部表面上的元件，例如靜電吸盤、真空吸盤、基板保持夾等。基板支撐件 342 可藉由連接至升降系統的桿 310 而耦合到內部區域 311 且可移動地設置在內部區域 311 中，升降系統使基板支撐件 342 在升高的處理位置和降低的位置之間移動，以促使基板 340 經由開口 324 往返於處理腔室 300 的傳送。

【0025】 處理腔室 300 可包含氣體供應源 326。在一或更多個實施例中，氣體供應源 326 可包含質量流量控制 (MFC) 裝置，設置於氣體源和內部區域 311 之間以控制從氣體源到噴頭組件 100 的一或更多種處理氣體的流動率，

噴頭組件 100 用於跨內部區域 311 分佈處理氣體。例如，處理氣體可流經氣體入口 314 和多孔板 110 的孔 112 且進入內部區域 311。支撐結構 120 耦合到處理腔室 300。例如，支撐結構 120 可耦合到處理腔室 300 的元件 317，以將多孔板 110 放置於基板 340 上方。可在基板 340 上方將多孔板 110 置中。進一步地，多孔板 110 可大於基板 340，使得多孔板 110 的邊緣延伸超過基板 340 的邊緣。支撐結構 120 可以可移除地附接到處理腔室 300，使得可移除噴頭組件 100 以進行維護或替換。替代地，支撐結構 120 不可移除地附接到處理腔室 300。進一步地，噴頭 328 可連接到 RF 電源，以在內部區域 311 中從處理氣體產生電漿。此外，可利用沉積處理在處理壓力下對基板 340 進行處理以沉積或生長膜至基板 340 上。

【0026】 當在處理腔室 300 內處理基板 340 時，多孔板 110 可經歷一範圍的溫度。據此，由於多孔板經受的熱應力，多孔板可在高溫下失效。因此，藉由減低多孔板經受的熱應力，可減低多孔板的失效率。例如，多孔板 110 可具有減低在基板處理期間多孔板經受的熱應力的熱傳導性。多孔板 110 可具有至少約 $50 \text{ W}/(\text{m K})$ 的熱傳導性。進一步地，多孔板 110 可具有至少約 $100 \text{ W}/(\text{m K})$ 的熱傳導性。替代地，多孔板 110 可具有至少約 $150 \text{ W}/(\text{m K})$ 的熱傳導性。

【0027】 進一步地，可塗覆多孔板 110 的上表面 116 和下表面 118 之其中一或更多者，例如塗層 323，以在處理基板

340時減低顆粒從多孔板110被引入處理腔室300的可能性。替代地，可使用塗層323塗覆多孔板110的所有表面。進一步地，可使用原子層沉積(ALD)方法或任何其他能夠在多孔板110上沉積層的處理使用氧化物來塗覆多孔板110，使得處理氣體仍可通過多孔板110的孔112。例如，可選擇塗層的厚度，使得塗層不會防止處理氣體通過塗層。可使用氧化物來塗覆多孔板110，例如氧化鋁或氧化鈮等。另外，可使用用於塗覆多孔板110的類似處理來塗覆支撐結構120。

【0028】 桿310經配置以將基板支撐件342移動到升高的處理位置以處理基板340。進一步地，在一或更多個實施例中，真空泵357耦合到內部區域311，以控制內部區域311內的壓力。

【0029】 處理氣體(例如沉積氣體或清潔化學物質)可從氣體供應源327經由處理腔室300的氣體入口313供應進入內部區域311。進一步地，處理氣體可經由氣體出口336離開處理氣體區域。藉由耦合至氣體出口336的真空泵357，可促使處理氣體(包含清潔化學物質)經由氣體出口336移除。

【0030】 可藉由基於處理器的系統控制器(例如控制器330)來控制上述處理腔室300。例如，控制器330經配置以在基板處理序列的不同操作期間控制各種前驅氣體、處理氣體和沖洗氣體的流動。藉由進一步的實例，控制器330

經配置以在其他控制器操作之外控制氣體的供給、燈操作或其他處理參數。

【0031】 控制器 330 通常用於促使處理腔室 300 內的部件的控制和自動化。控制器 330 可為例如電腦、可程式化邏輯控制器、或嵌入式控制器。控制器 330 通常包含中央處理單元 (CPU) 332、記憶體 334、及用於輸入和輸出 (I/O) 的支援電路。CPU 332 可為工業設置中使用的任何形式的電腦處理器之其中之一者，用於控制各種系統功能、基板移動、腔室處理及控制支援硬體 (例如感測器、馬達、加熱器等)，並監控處理腔室 300 中執行的處理。記憶體 334 連接到 CPU 332，且可為易於取得的非揮發性記憶體之其中之一或更多者，例如隨機存取記憶體 (RAM)、快閃記憶體、唯讀記憶體 (ROM)、軟碟、硬碟或任何其他形式的本端或遠端數位儲存。可對軟體指令和資料進行編碼並儲存在記憶體內以指示 CPU 332。支援電路也連接至 CPU 332，以常規方式支援處理器。支援電路可包含快取、電源供應器、時脈電路、輸入/輸出電路、子系統等。控制器 330 可讀取的程式 (例如，軟體例程或電腦指令) 決定了哪些工作可由處理腔室 300 中的部件來執行。較佳地，程式是控制器 330 內的處理器可讀取的軟體，包含程式碼以執行相關於以下的工作：監視、執行和控制處理腔室 300 內執行的一或更多個處理中所使用的處理變量的傳遞和控制，及處理腔室 300 內基板 340 和其他部件的移動、支撐及/或定位以及各種處理工作和各種由控制器 330 控制的序列。

【0032】 儘管前述內容針對本發明的實施例，在不脫離本發明的基本範圍的情況下，可設計本發明的其他和進一步的實施例，且由以下請求項來決定本發明的範圍。

【符號說明】

【0033】

1 0 0 : 噴頭組件

1 1 0 : 多孔板

1 1 2 : 孔

1 1 2 a : 孔

1 1 2 b : 孔

1 1 2 c : 孔

1 1 6 : 上表面

1 1 8 : 下表面

1 2 0 : 支撐結構

1 2 2 : 支撐特徵

1 2 4 : 夾鉗板

3 0 0 : 處理腔室

3 1 0 : 桿

3 1 1 : 內部區域

3 1 3 : 氣體入口

3 1 4 : 氣體入口

3 1 7 : 元件

3 1 8 : 加熱元件

3 2 3 : 塗層

3 2 4 : 開 口

3 2 6 : 氣 體 供 應 源

3 2 7 : 氣 體 供 應 源

3 2 8 : 噴 頭

3 3 0 : 控 制 器

3 3 2 : C P U

3 3 4 : 記 憶 體

3 3 6 : 氣 體 出 口

3 4 0 : 基 板

3 4 2 : 基 板 支 撐 件

3 5 7 : 真 空 泵

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

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】

【請求項 1】 一種用於一處理腔室的噴頭組件，該噴頭組件包括：

一支撐結構，該支撐結構包括一支撐特徵；及

一多孔板，該多孔板具有至少約 $50 \text{ W}/(\text{m K})$ 的一熱傳導性且包括複數個孔，該複數個孔具有小於約 100 u m 的一平均直徑，其中該多孔板的一邊緣的至少一部分安置於該支撐特徵上。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之噴頭組件，其中該複數個孔形成從該多孔板的一第一表面延伸至該多孔板的一第二表面的複數個連續路徑。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之噴頭組件，其中該多孔板具有一圓形形狀，該圓形形狀具有至少約 200 m m 的一直徑。

【請求項 4】 如請求項 1 所述之噴頭組件，其中該複數個孔的一數量為該多孔板的每立方英吋至少約 60 個孔。

【請求項 5】 如請求項 1 所述之噴頭組件，其中該多孔板的該熱傳導性為至少約 $75 \text{ W}/(\text{m K})$ 。

【請求項 6】 如請求項 1 所述之噴頭組件，其中該複數個孔具有小於約 50 u m 的一平均直徑。

【請求項 7】 如請求項 1 所述之噴頭組件，其中該支撐結構進一步包括一夾鉗板，且其中該多孔板的該邊緣的該至少一部分被固持於該夾鉗板及該支撐特徵之間。

【請求項 8】 如請求項 1 所述之噴頭組件，其中該多孔板

包含以下一者：碳化矽、氮化鋁、及鉬。

【請求項 9】 一種處理腔室，包括：

一基板支撐件，該基板支撐件經配置以支撐一基板；

一噴頭組件，該噴頭組件經配置以流動一氣體進入該處理腔室的一內部部分，該噴頭組件包括：

一支撐結構，該支撐結構包括一支撐特徵；及

一多孔板，該多孔板具有至少約 50 W / (m K) 的一熱傳導性且包括複數個孔，該複數個孔具有小於約 100 u m 的一直徑，其中該多孔板的一邊緣的至少一部分安置於該支撐特徵上；及

一氣體供應源，該氣體供應源經配置以提供一處理氣體至該噴頭組件。

【請求項 10】 如請求項 9 所述之處理腔室，其中該複數個孔形成從該多孔板的一第一表面延伸至該多孔板的一第二表面的複數個連續路徑。

【請求項 11】 如請求項 9 所述之處理腔室，其中該多孔板具有一圓形形狀，該圓形形狀具有至少約 200 m m 的一直徑。

【請求項 12】 如請求項 9 所述之處理腔室，其中該複數個孔的一數量為該多孔板的每立方英吋至少約 60 個孔。

【請求項 13】 如請求項 9 所述之處理腔室，其中該多孔板的該熱傳導性為至少約 75 W / (m K) 。

【請求項 14】 如請求項 9 所述之處理腔室，其中該複數個孔具有小於約 50 u m 的一平均直徑。

- 【請求項 15】如請求項 9 所述之處理腔室，其中該支撐結構進一步包括一夾鉗板，且其中該多孔板的該邊緣的該至少一部分被固持於該夾鉗板及該支撐特徵之間。
- 【請求項 16】如請求項 9 所述之處理腔室，其中該多孔板包含以下一者：碳化矽、氮化鋁、及鉬。
- 【請求項 17】一種用於一處理腔室的一噴頭組件的多孔板，該多孔板包括：
- 複數個孔，根據一不規則圖案排列該複數個孔；及
- 複數個連續路徑，從該複數個孔形成該複數個連續路徑，其中該複數個連續路徑之每一者從該多孔板的一第一表面延伸至該多孔板的一第二表面；
- 其中該多孔板具有至少約 50 W / (m K) 的一熱傳導性。
- 【請求項 18】如請求項 17 所述之多孔板，其中該複數個孔具有小於約 100 u m 的一平均直徑。
- 【請求項 19】如請求項 17 所述之多孔板，其中該複數個連續路徑的一數量為該多孔板的每立方英吋至少約 60 個孔。
- 【請求項 20】如請求項 17 所述之多孔板，其中該複數個孔具有小於約 50 u m 的一平均直徑。

【發明圖式】

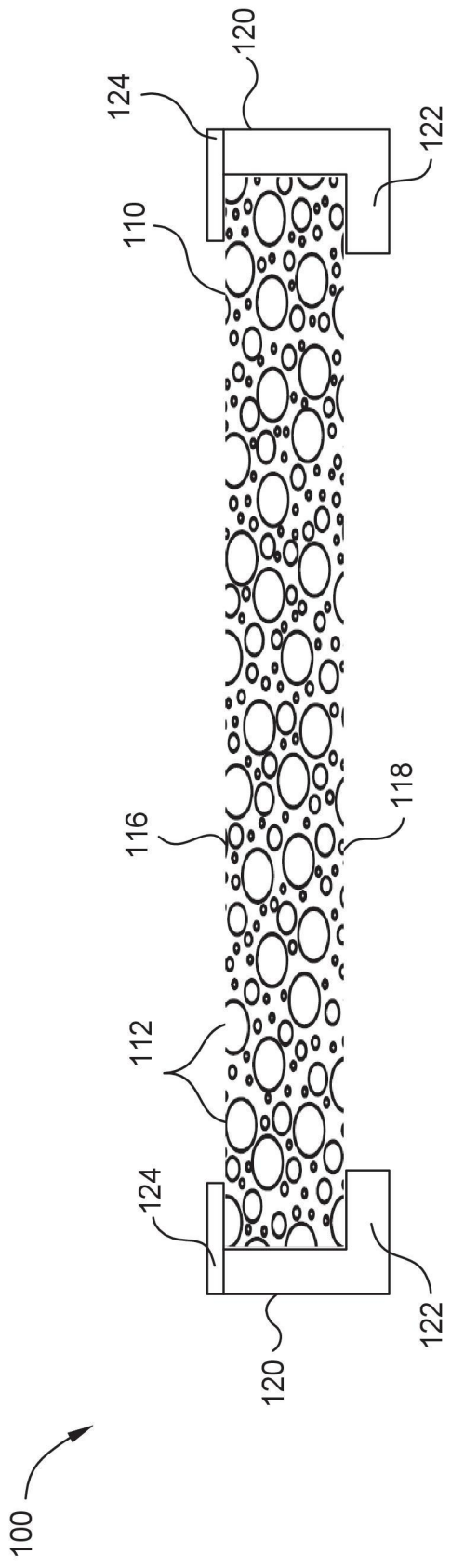


圖1

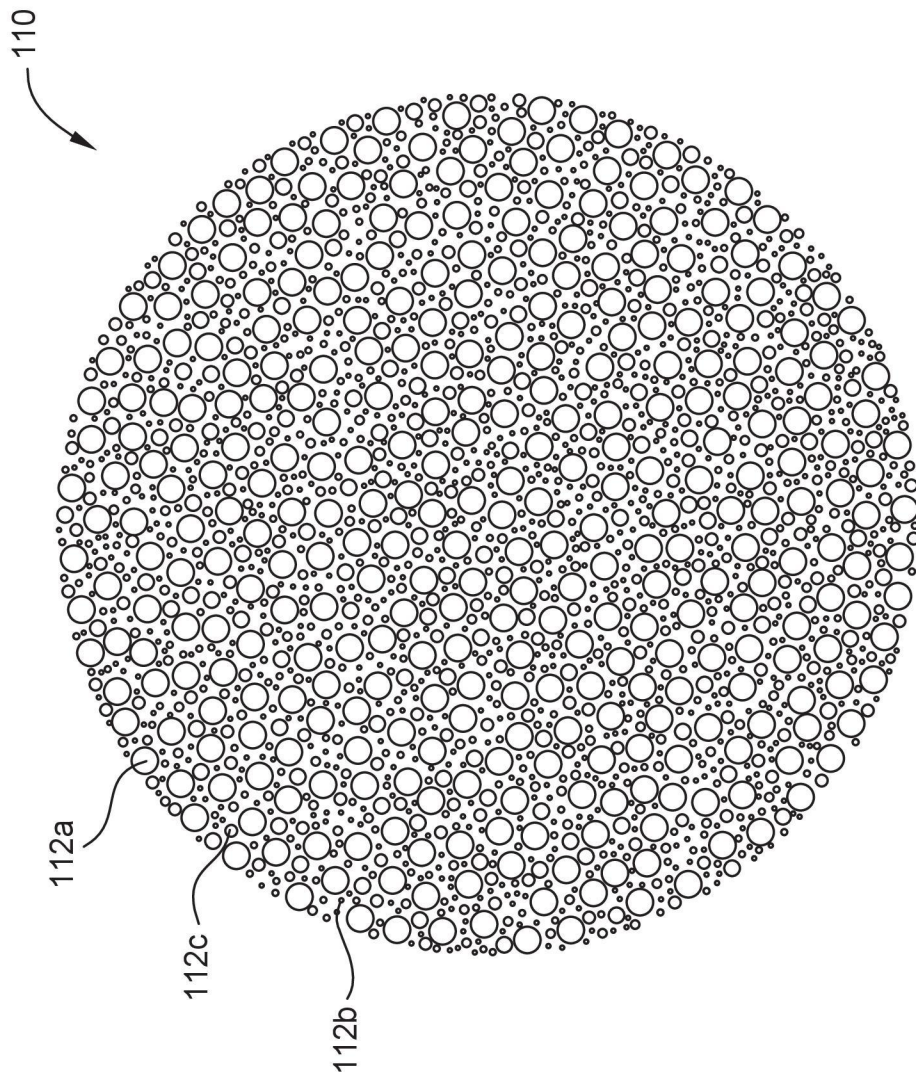


圖 2

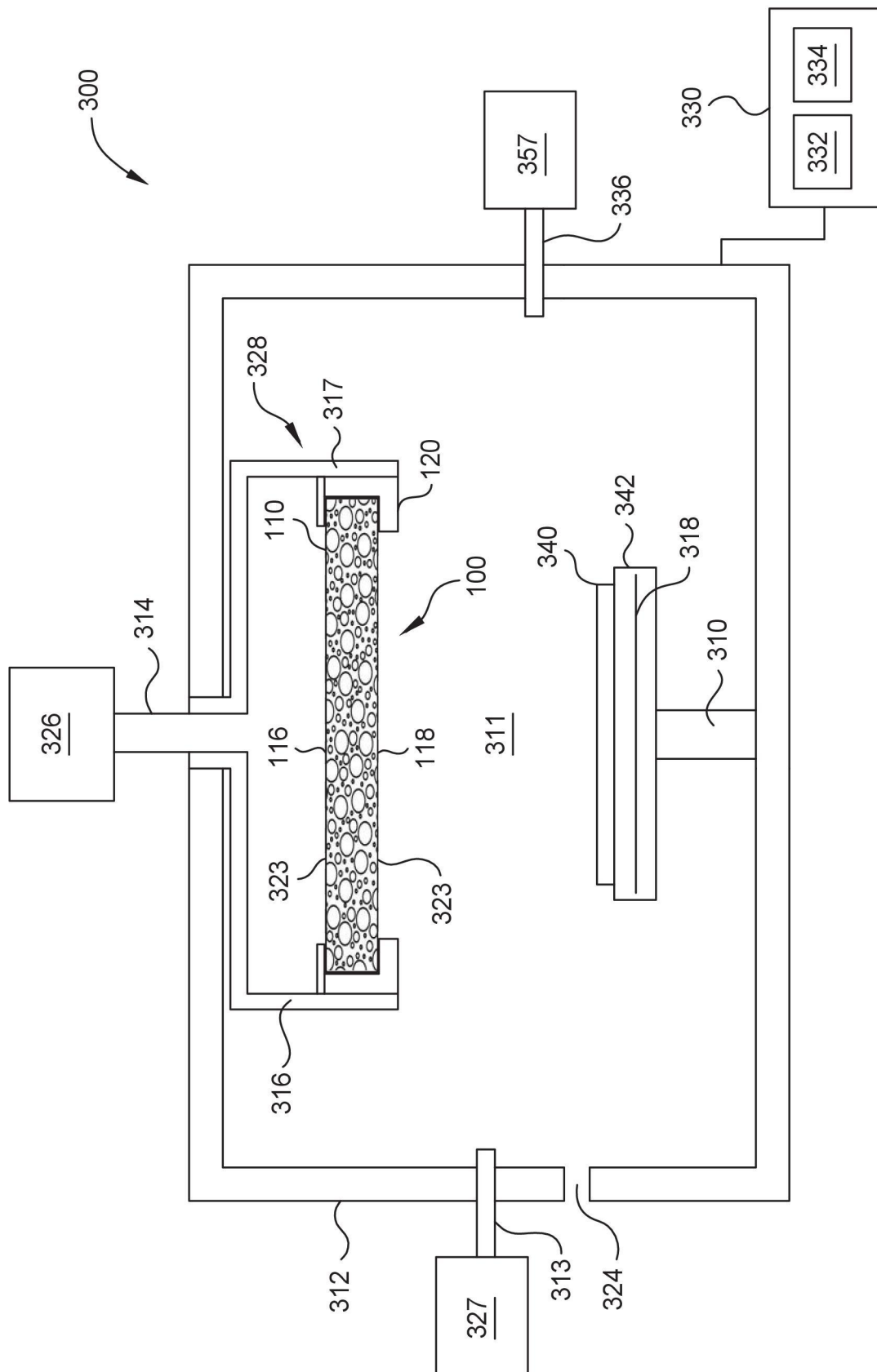


圖3