



(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 I717394 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：105131840

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/683 (2006.01)**

(30)優先權：2015/10/05 美國 14/875,473

(71)申請人：美商蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國(72)發明人：龍茂林 LONG, MAOLIN (CN)；派特森 艾立克斯 PATERSON, ALEX (GB)；吳
垠 WU, YING (US)；周 關 CHAU, QUAN (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

US 2003/0047283A1

US 2008/0218931A1

US 2010/0116788A1

審查人員：廖崑男

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：13 共 48 頁

(54)名稱

具有熱阻流件之靜電卡盤

(57)摘要

提出用以提供增強的靜電卡盤之設備、系統、及技術。這樣的設備、系統、及技術可包括例如：靜電卡盤中之共同 RF 與 DC 電極(於半導體處理室外部位置，高電壓 DC 功率源與高電壓 RF 功率源至引導到半導體處理室內部之靜電卡盤的共同導電路徑之連接件)、位於靜電卡盤上表面上之極薄的介電層、及/或可用以控制靜電卡盤內之熱流的軸向熱阻流件。

Apparatuses, systems, and techniques for providing enhanced electrostatic chucks are provided. Such apparatuses, systems, and techniques may include, for example, a common RF and DC electrode in an electrostatic chuck, connection, at a location external to a semiconductor processing chamber, of a high-voltage DC power source and a high-voltage RF power source to a common conductive pathway leading to an electrostatic chuck in the interior of the semiconductor processing chamber, a very thin dielectric layer located on an upper surface of an electrostatic chuck, and/or an axial thermal choke that may be used to control heat flow within an electrostatic chuck.

指定代表圖：

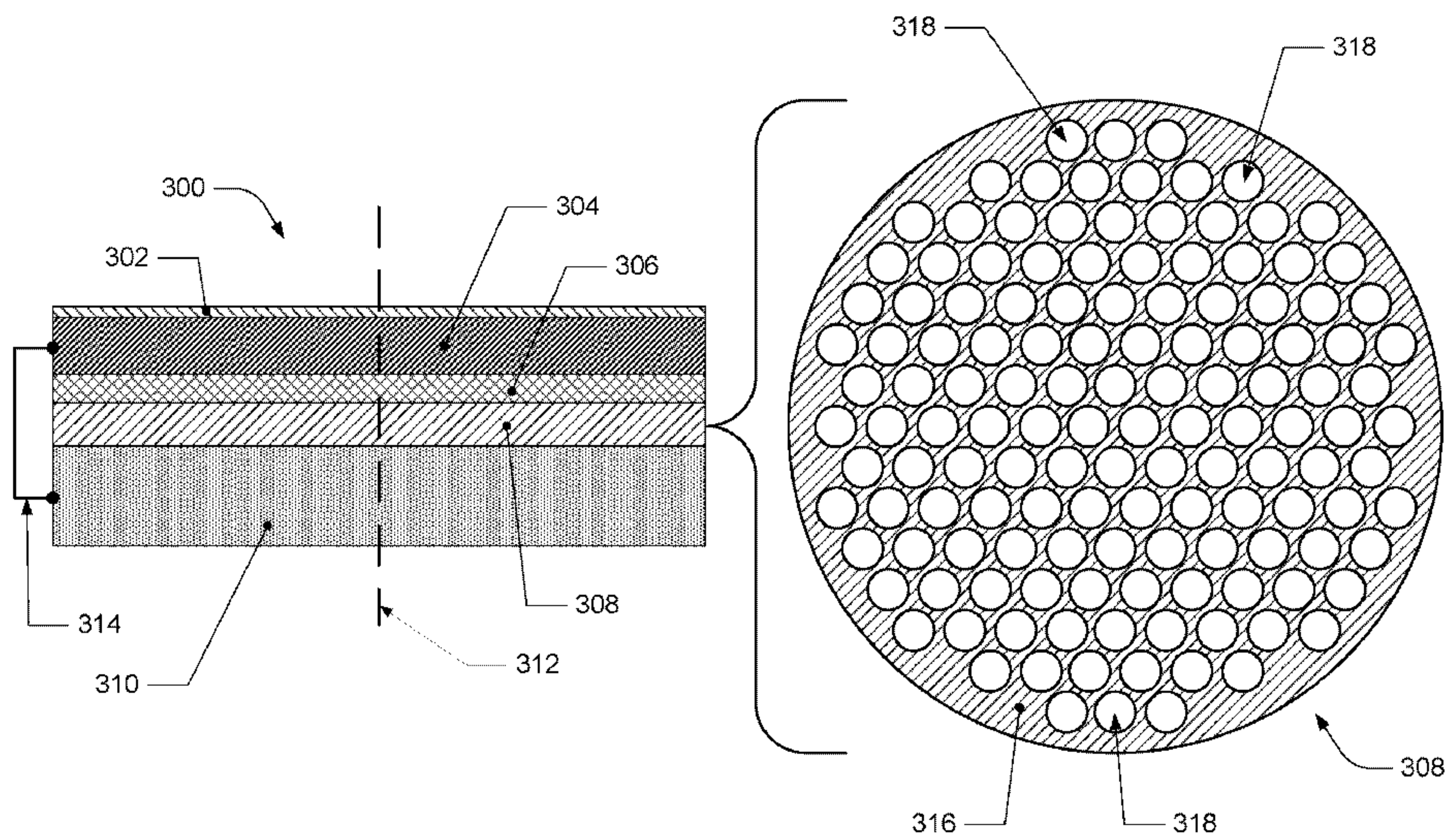


圖 4

符號簡單說明：

- 300 . . . 靜電卡盤
- 302 . . . 陶瓷層
- 304 . . . 頂板
- 306 . . . 加熱器
- 308 . . . 熱阻流件
- 310 . . . 基板
- 312 . . . 第一軸線
- 314 . . . 電性連接件
- 316 . . . 熱阻流層
- 318 . . . 第一孔穴



申請日：105/10/03

IPC分類：~~H01H 21/683~~ (2006.01)

I717394

【發明摘要】

【中文發明名稱】具有熱阻流件之靜電卡盤

【英文發明名稱】ELECTROSTATIC CHUCK WITH THERMAL CHOKE

【中文】提出用以提供增強的靜電卡盤之設備、系統、及技術。這樣的設備、系統、及技術可包括例如：靜電卡盤中之共同RF與DC電極(於半導體處理室外部位置，高電壓DC功率源與高電壓RF功率源至引導到半導體處理室內部之靜電卡盤的共同導電路徑之連接件)、位於靜電卡盤上表面上之極薄的介電層、及/或可用以控制靜電卡盤內之熱流的軸向熱阻流件。

【英文】Apparatuses, systems, and techniques for providing enhanced electrostatic chucks are provided. Such apparatuses, systems, and techniques may include, for example, a common RF and DC electrode in an electrostatic chuck, connection, at a location external to a semiconductor processing chamber, of a high-voltage DC power source and a high-voltage RF power source to a common conductive pathway leading to an electrostatic chuck in the interior of the semiconductor processing chamber, a very thin dielectric layer located on an upper surface of an electrostatic chuck, and/or an axial thermal choke that may be used to control heat flow within an electrostatic chuck.

【指定代表圖】：圖4

【代表圖之符號簡單說明】

300 靜電卡盤

302	陶瓷層
304	頂板
306	加熱器
308	熱阻流件
310	基板
312	第一軸線
314	電性連接件
316	熱阻流層
318	第一孔穴

【發明說明書】

【中文發明名稱】具有熱阻流件之靜電卡盤

【英文發明名稱】ELECTROSTATIC CHUCK WITH THERMAL CHOKE

【技術領域】

【0001】 本揭露內容關於一種靜電卡盤，且尤其關於具有熱阻流件的靜電卡盤。

【先前技術】

【0002】 在半導體處理操作期間，通常將半導體晶圓支撐在處理室內的托架上。使用「卡盤」可將晶圓相對於托架固持於定位，「卡盤」為使用一些其它類型之夾持力而增加重力之裝置，此增加晶圓與托架/卡盤之間的摩擦負載，以避免晶圓與托架/卡盤之間的相對移動。在這樣的操作中所用的卡盤之一類型為「靜電卡盤」或ESC。本文所討論的為關於ESC設計之改善。

【發明內容】

【0003】 本揭露內容之每一系統、方法、及裝置具有多個創新實施態樣，並無其單一者單獨負責本文所揭之期望的屬性。雖進一步執行可能在詳細描述中提出或可能自本文所提供之討論中顯而易見，然至少以下執行包括在這些實施態樣中。

【0004】 在一些實施例中，可提供用於半導體處理工具的靜電卡盤。靜電卡盤可包括基板、及可包括熱阻流層的熱阻流件，該熱阻流層包含複數第一孔

穴。第一孔穴可排列於熱阻流層之範圍、可在靜電卡盤正常操作期間不包含液體、並可以氣體填充或以具有比熱阻流層之材料更低熱導率的固體材料填充。靜電卡盤亦可包括加熱器、頂板、與陶瓷層。基板可鄰近於熱阻流件、熱阻流件可設置在基板與加熱器之間、加熱器可設置在熱阻流件與頂板之間、頂板可設置在加熱器與陶瓷層之間、陶瓷層可鄰近於頂板、頂板與基板可皆由金屬製成、且頂板與基板可彼此導電接觸。

【0005】 在一些進一步的實施例中，第一孔穴可以實質平行於垂直陶瓷層之軸線的方向延伸穿過熱阻流層。

【0006】 在一些進一步的實施例中，第一孔穴可實質散佈於整個熱阻流層之範圍。

【0007】 在一些這樣的實施例中，熱阻流層的材料可為金屬。

【0008】 在一些進一步這樣的實施例中，熱阻流層的材料可為鋁。

【0009】 在一些進一步的實施例中，第一孔穴可彼此間隔2毫米以下。

【0010】 在一些進一步這樣的實施例中，第一孔穴之一或更多者可具有0.5厘米以下的直徑。

【0011】 在一些進一步的實施例中，第一孔穴可以固體材料(如陶瓷材料、鐵氟龍、矽氧烷、或聚醯亞胺)填充。

【0012】 在一些實施例中，靜電卡盤可更包括複數第二孔穴，該複數第二孔穴可排列於熱阻流層之範圍、可在靜電卡盤正常操作期間不包含液體、可以氣體填充或以具有比熱阻流層之材料更低熱導率的固體材料填充、可具有不同於第一孔穴的尺寸、及可不與第一孔穴相交。

【0013】 在一些實施例中，可提供系統。該系統可包括半導體處理室；可位於半導體處理室中並可包括基板、頂板、與陶瓷層的靜電卡盤；可自半導體處理室外部延伸至與靜電卡盤及半導體處理室內部導電接觸的位置之共同導電路徑；配置以提供靜電夾持電壓之高電壓直流(DC)供應器；及配置以提供RF能量的高電壓射頻(RF)產生器。頂板可設置在基板與陶瓷層之間，陶瓷層可鄰近於頂板，頂板與基板可皆由金屬製成，頂板與基板可彼此導電接觸，且高電壓DC供應器與高電壓RF產生器可皆在半導體處理室外部之一或更多位置電性連接至共同導電路徑。

【0014】 在一這樣的實施例中，系統可更包括位在半導體處理室外部的電容器。電容器可電性地設置在高電壓RF產生器與高電壓DC供應器之間，且可不電性地設置在高電壓DC供應器與靜電卡盤之間。

【0015】 在進一步這樣的實施例中，電容器可具有21奈法拉以下的電容。

【0016】 在一些實施例中，系統可更包括支撐柱與橫向支撐臂。支撐柱可設置在基板與橫向支撐臂之間，橫向支撐臂可跨越支撐柱與半導體處理室外部位置之間，支撐柱與橫向支撐臂可皆由金屬製成，支撐柱與橫向支撐柱可電性連接，且支撐柱與橫向支撐臂可作為共同導電路徑之至少一部分。

【0017】 在一這樣的實施例中，靜電卡盤可更包括加熱器及具有熱阻流層之熱阻流件，該熱阻流層可包含可排列於其範圍之複數第一孔穴，該複數第一孔穴可在靜電卡盤的正常操作期間不包含液體，且其可以氣體填充或以具有較熱阻流層的材料更低熱導率的固體材料填充。基板可鄰近於熱阻流件，熱阻流件可設置在基板與加熱器之間，而加熱器可設置在熱阻流件與頂板之間。

【0018】 在進一步這樣的實施例中，熱阻流層的一部分可為金屬，且熱阻流件可經由此部分電性連接至基板與頂板兩者。

【0019】 在進一步這樣的實施例中，系統可更包括加熱器電纜、支撐柱、與橫向支撐臂。支撐柱可設置在基板與橫向支撐臂之間，橫向支撐臂可跨越支撐柱與半導體處理室外部位置之間，支撐柱與橫向支撐臂可皆由金屬製成，支撐柱與橫向支撐柱可電性連接，支撐柱與橫向支撐臂可用作共同導電路徑之至少一部分，支撐柱與橫向支撐臂可皆為中空，以及支撐柱與橫向支撐臂可連接成使得加熱器電纜自半導體處理室外部位置通過支撐柱與橫向支撐臂兩者佈線至加熱器。

【0020】 在一實施例中，可提供用於半導體處理工具的靜電卡盤。靜電卡盤可包括基板、頂板、與陶瓷層。頂板可設置在基板與陶瓷層之間，陶瓷層可鄰近於頂板，頂板與基板可皆由金屬製成，頂板與基板可彼此導電接觸，且陶瓷層可具有小於100微米的厚度。

【0021】 在一些實施例中，陶瓷層可具有3密耳以下的厚度。

【0022】 在一些實施例中，陶瓷層可為陶瓷塗層或貼合至頂板上的陶瓷片。

【0023】 在一些這樣的實施例中，靜電卡盤可安裝在半導體處理室中以形成系統。半導體處理室可具有共同導電路徑(可自半導體處理室外部延伸至與靜電卡盤與半導體處理室內部導電接觸之位置)、配置以提供靜電夾持電壓之高電壓直流(DC)供應器，及配置以提供RF能量之高電壓射頻(RF)產生器。靜電卡盤可位在半導體處理室內部，而高電壓DC供應器與高電壓RF產生器皆可在半導體處理室外部之一或更多位置電性連接至共同導電路徑。

【0024】 在進一步這樣的實施例中，系統可更包括位在半導體處理室外部的電容器。電容器可電性設置在高電壓RF產生器與高電壓DC供應器之間，且可不電性設置在高電壓DC供應器與靜電卡盤之間。

【0025】 在進一步這樣的實施例中，靜電卡盤可更包括加熱器及具有熱阻流層的熱阻流件，該熱阻流層包含可排列於其範圍之複數第一孔穴，該複數第一孔穴可在靜電卡盤的正常操作期間不包含液體，且其可以氣體填充或以具有較熱阻流層的材料更低熱導率的固體材料填充。基板可鄰近於熱阻流件，熱阻流件可設置在基板與加熱器之間，而加熱器可設置在熱阻流件與頂板之間。

【0026】 這些與其它實施例係參考以下的圖式及實施方式更詳細地加以描述。

【圖式簡單說明】

【0027】 圖1描述氦氣的Paschen曲線。

【0028】 圖2描述在將電壓控制介面線結構地固定於碗內之前與之後的晶圓間變異性。

【0029】 圖3描述依據一些本文所討論的概念之範例性靜電卡盤的剖面側視圖。

【0030】 圖4描述圖3之ESC的簡化剖面側視圖(在圖4的左手邊)、與熱阻流件的俯視圖(在圖4的右手邊)。

【0031】 圖5描述具有複數第一孔穴之範例性構造的熱阻流件的剖面圖。

【0032】 圖6描述具有複數第一孔穴之第二範例性構造的熱阻流件的剖面圖。

【0033】 圖7描述具有複數第一孔穴之第三範例性構造的熱阻流件的剖面圖。

【0034】 圖8描述具有複數第一孔穴與複數第二孔穴之熱阻流件的剖面圖。

【0035】 圖9描述ESC之範例性電性構造。

【0036】 圖10描述在ESC頂板與基板之間之一範例性電性連接件。

【0037】 圖11描述在ESC頂板與基板之間之第二範例性電性連接件。

【0038】 圖12描述具有ESC、支撐柱、與橫向支撐臂之半導體處理室的剖面圖。

【0039】 圖13描述包括氣體分配孔與升降銷孔之ESC 300的剖面圖。

【實施方式】

【0040】 在下列敘述中，提出許多特定細節以提供對所示概念之徹底了解。所示概念可在缺少一些或所有這些特定細節下實現。在其他範例中，習知製程操作未詳加描述以免不必要地模糊所述概念。當一些概念例與特定的實施例一起描述時，應理解不欲使其受限於這些實施例。

【0041】 本文描述及說明許多概念與執行。雖已描述及說明本文所討論之執行的某些特徵、屬性、與優點，然應理解許多不同執行、及/或類似於本發明之執行、特徵、屬性、與優勢係自描述與說明顯而易見。因此，以上執行僅為範例性的。其不欲指窮舉或限制本揭露內容於所揭精確形式、技術、材料及/或構造。根據本揭露內容，許多修正與變化為可行的。應理解在不偏離本揭露內

容範疇之情形下，可利用其他執行並可進行操作改變。因此，因以上執行之描述已因說明與描述之目的呈現，故本揭露內容之範疇不僅受限於以上描述。

【0042】重要地，本揭露內容不受限於任何單一實施態樣或執行、或這樣的實施態樣或執行之任何單一組合及/或排列之任一者。再者，本揭露內容之實施態樣之任一者及/或其執行可單獨使用，或與一或更多其它實施態樣及/或其執行組合使用。為簡潔之目的，許多這些排列與組合將不在本文分開討論及/或說明。

【0043】在一些類型之半導體處理中，在處理室中處理晶圓或基板可包括在這樣的處理期間可將晶圓放置於其上之托架或支撐結構。應理解本文用語「晶圓」、「基板」、或「半導體基板」可互換使用。在一些半導體製程期間，期望在某些時間(如在可包括原子層沉積、原子層蝕刻、化學氣相沉積，電漿增強化學氣相沉積等之作動的半導體製程期間)內使晶圓保持在適當位置並防止其移動。

【0044】晶圓可藉由靜電卡盤(ESC)在半導體處理室內固持於定位。一些ESC藉由施加單一直流(「DC」)電壓至ESC中之一或更多夾持電極而將晶圓(其可因處理操作而受到靜電充電)固持於定位，使得(複數)夾持電極與晶圓作為電容電路；因電容電路藉由腔室內之電漿存在而完成，故此設計受限於其中在晶圓處理期間電漿環境存在的處理室中使用。(複數)夾持電極通常為平行於晶圓整個平面之薄的平面結構，且通常延伸於與晶圓尺寸相稱的區域之範圍。因電容效應提升的靜電力提供夾持力。這樣的構造可稱為「單極」。ESC亦可在處理期間不產生電漿環境之腔室中使用。在這樣的執行中，無法依賴電漿而完成電容電路，且ESC電極可替代地包括一或更多陰極與一或更多陽極。陽極與陰極可佔

據面向晶圓的ESC的不同區域，例如，在晶圓下佔據相對半圓形區域之陽極與陰極，或在作為陽極之晶圓下排列成中心圓形電極與同心外部電極之陽極或陰極。這樣的ESC中之陽極與陰極於ESC內彼此電性隔離，但當晶圓放置在ESC上時，晶圓完成兩電容電路：一是晶圓對ESC陰極而言為陽極，而另一是晶圓對ESC陽極而言為陰極。ESC具有設置在夾持電極(複數)與晶圓之間的介電層或其它絕緣體；此介電或絕緣層用以避免夾持電極(複數)與亦即晶圓的電容電路(複數)之另一半之間的短路，並定義支配由ESC與晶圓所形成之電容電路的電容特性之間隙。通常將電極嵌入介電或絕緣材料中以保護電極免於暴露至處理環境。

【0045】取決於半導體製程之特定需求，ESC之其它共同特徵包括氣體分配孔與升降銷孔。氣體分配孔可用以在處理期間使導熱惰性氣體(如氮)流動至晶圓與ESC之間的間隙中。由於藉由靜電力將晶圓夾持至ESC，故ESC之表面經常不完全平坦，而期望減少實際晶圓對ESC之接觸量。例如，ESC之頂表面可具有一或更多薄的同心凸狀環與一或更多實際接觸晶圓之薄的凸狀徑向輻條，但那些凸狀環與輻條之間的間隙可不接觸晶圓。在真空或近真空環境的處理期間，此可能導致熱流集中通過實際與ESC接觸之晶圓區域，這可能導致晶圓的不均勻性。為防止此情況，可使導熱惰性氣體流動至這些間隙中，以提供減少熱流集中通過物理接觸區域之分佈導熱路徑。即使在不具有藉由設計之凸狀/凹陷區域的平頂ESC中，於微觀水平下，因晶圓與ESC之間的物理接觸可為間歇的，故即使在這些情況下在晶圓與ESC之間導入導熱氣體亦可有熱傳效益。導熱氣體亦可用以提供對抗製程氣體之附加保護層：若使導熱氣體在處理期間流動至晶圓與ESC之間的間隙中，則其將流向晶圓邊緣以逃脫，此防止製程氣體到達晶圓底側與晶圓下的ESC之一部分，這保護這些區域免於不期望的蝕刻或沉積(視情況而

定)。可提供升降銷孔以允許升降銷穿過ESC延伸並將晶圓升離ESC。可將ESC升降銷配置成完全收至ESC升降銷孔中，使得在一個位置中，ESC升降銷不延伸超過ESC。除此之外，這些升降銷及其相應的孔允許機器人末端執行器或其它機械裝置在不接觸及/或干擾ESC之情形下放置晶圓及/或自ESC移除晶圓。

【0046】 本發明人已確認許多現存ESC設計問題(其中一些將在以下討論)，並已確認現存ESC設計之各種改善，此可在至少這些方面提供增強的性能。應理解這些改善可與其他改善分開、或與一或更多其他改善結合實現。

【0047】 在許多現存的ESC設計中，可將夾持電極(複數)嵌入至隨後使其接合至ESC的金屬基板(有時具有其它層，像是於其間之電阻加熱器層)的介電板中；基板經常用作為ESC之總體結構架構及用以在處理室中產生電漿環境之射頻(RF)電極兩者。在這樣的設計中，除了為電性接觸之目的而暴露在介電板底側上之夾持電極(複數)的一部分之外，夾持電極(複數)被完全地包覆在介電板中；在這樣的設計中之介電板亦將夾持電極(複數)與RF電極電性隔離。在將介電板接合或以其它方式固定至基板(或接合/固定至基板頂部上之其他層)之後，可將一或更多彈簧式電接觸銷安裝在基板中對應於夾持電極(複數)底側上之一或更多暴露部分之一或更多位置；隨後可將彈簧式電接觸銷(複數)壓縮成在一或更多暴露部分與夾持電極(複數)導電接觸。這些彈簧式接觸銷與基板電性隔離且連接至高電壓直流功率電纜；因此經由單獨的電性連接件，供給RF電極來自偏壓RF產生器的RF功率。由於涉及非常高的電壓(例如數千伏)，這樣的彈簧式電觸點通常必須具有高的彈簧力以確保良好電接觸發生，以避免可能損壞夾持電極之可能性電弧。相對應地，在這樣的設計中之介電板或疊層必須足夠厚以承受由這樣的

彈簧式電接觸施加於其上的壓縮負載。此可能需要例如其中至少百分之一或二的介電材料位在晶圓與夾持電極(複數)之間的介電層。

【0048】 當有在其中嵌入電極(複數)具有自然端點(例如，電極(複數)可具有圍繞這樣的特徵之圓形貫通口，且這樣的貫通口之內周邊可作為自然電弧起始位置)，在使用ESC時可能出現之問題為在圍繞氣體分配孔與升降銷孔之區域中的高電壓擊穿(「點亮」)或電弧。當可作為電極(如嵌入的夾持電極與晶圓)之兩結構藉由間隙分開時，電弧或高電壓擊穿可在某些情況下發生。這些情況通常取決於電極之間的電壓差、間隙內之氣體組成、那些氣體的壓力、及間隙尺寸。這些因素之間的交互作用特徵在於Paschen定律，此提供作為壓力、間隙距離、及兩氣體相關參數之函數的高電壓擊穿電壓。啟動點亮或電弧所需電壓稱為「擊穿電壓」，並且為填充兩電極之間間隙的氣體、該氣體的壓力、及電弧之可能性端點之間距離的函數。此關係由Paschen定律規定，其表示 $V_B = \frac{apd}{\ln(pd)+b}$ ，其中「 V_B 」為擊穿電壓、「 p 」為壓力、「 d 」為距離、而「 a 」與「 b 」為與所涉及的氣體相關之經驗推導常數。

【0049】 圖1描述氮氣的Paschen曲線。對數垂直軸表示以伏特為單位之擊穿電壓(亦即產生電弧所需電壓)，而水平對數軸表示以Torr-cm為單位之壓力乘以距離。如圖1中可見，約~150V之最低、或最小的擊穿電壓在Paschen曲線的最低點，其發生在約4Torr-cm (關於Paschen定律的附加資訊可在 J. Rohan Lucas之題為「High Voltage Engineering」的書，© 2001 by J R Lucas，包含但不受限於第1章尋得，其以參考文獻合併於此)。此特性曲線產生其中半導體處理可在達到最低擊穿電壓之前發生的兩區域：曲線最低點之「左側」與曲線最低點之「右側」。圖1之垂直虛線近似於此兩側之間的分界線。

【0050】 在一些ESC中，橫跨陶瓷定位盤之高電壓擊穿由RF電壓與高電壓DC的組合引起，然而大部分在許多ESC設計中導致高電壓擊穿之電壓可歸因於由RF產生器所提供的高電壓。RF功率之擊穿遵循類似於如圖1中所示之DC電壓的Paschen曲線。

【0051】 在許多典型的ESC設計(如以上討論的具有嵌入電極之介電板)中，ESC中的相關距離(如(複數)夾持電極與晶圓之間)由像是介電板之可製造性與各種結構考量(如需要能夠承受彈簧式高電壓電接觸之彈簧力)的各種其他因素限制在某些最小厚度，該最小厚度(與典型經歷之氣體壓力結合)可導致使高電壓擊穿電壓維持在許多可能製程環境之繪示曲線的極小點附近的壓力距離值。例如，當晶圓與夾持電極(複數)之間的距離約為0.013英寸時，氬中最小電壓擊穿發生在約60Torr的壓力下。在這樣的情況下，此限制可在沒有高電壓電弧或點亮風險之情況下執行半導體操作的壓力與電壓。爲了減少如此高電壓擊穿的可能性，如具有嵌入式夾持電極之介質板的設計通常設計有增加的總厚度，該總厚度迫使ESC在與Paschen曲線「右側」相關的條件下操作。介電板增加的厚度增加晶圓與位在介電板下的RF電極之間的距離，此驅使ESC在Paschen曲線的右側操作。

【0052】 然而，隨著在如此設計中之介電板或疊層厚度增加，因存在於RF電極(以基板形式)與晶圓/處理區域之間的介電材料厚度的增加，故偏壓RF系統之RF功率效率減少。此又可能需要更高的RF功率產出，其衝擊功耗並可能導致更高的高電壓擊穿(因更高RF電壓的使用)可能性，這可能不利地影響半導體處理。

【0053】 在許多半導體處理操作中，ESC亦可包括用以加熱及/或冷卻晶圓之熱管理元件。在一些半導體製程中，可使用嵌入在ESC中之加熱元件將晶圓(當在ESC上時)加熱至約30°C到150°C的範圍內或更高，以滿足某些處理要求。

【0054】 在一些ESC中，加熱元件可為小的及/或低功率，其可能需要盡可能有效地將熱從加熱器傳送並引導至晶圓，而非引導或遺失至ESC的其他元件或周圍環境。此外，一些其它ESC元件及/或半導體處理室元件可能受到來自加熱器之熱的不利影響。因此，本發明人確定：控制加熱器周圍之疊層導熱性的方向性可增強ESC功能性。例如，若存在具有不將熱導向晶圓之加熱元件的熱接觸的導熱層，則這樣的疊層可能減少加熱器與ESC之有效性及/或可調性。作為另一範例，包含直接鄰近於加熱器放置之內部冷卻通道的ESC基板可自加熱器排放過多的熱，因此減少由加熱器傳遞至頂板、陶瓷層、與晶圓的熱。另一方面，若這樣的範例性ESC包含在基板與加熱器之間的熱阻流件，則熱阻流件可控制熱量自加熱器排放至基板中的速率，並可導致熱改為導向加熱器上的疊層。再者，在一些如上討論的ESC中，ESC及/或處理室中加熱元件的放置可能因其中需要增加介電層的厚度(此又可能降低給定壓力之最小擊穿電壓)、及/或產生其中點亮可能發生之附加區域而增加點亮風險。

【0055】 本發明人察知的另一問題為：托架與ESC中電纜的佈線可能在ESC與半導體處理室的性能上具有顯著影響。具有ESC的托架可具有許多佈線至其的不同電纜，該等電纜傳導至及/或來自托架中之各種電子系統的功率或訊號，包括例如至夾持電極(複數)、RF電極(複數)、與加熱器(若存在)，以及用於一或更多溫度感測器與非電子導管(如冷卻劑軟管及相似物)之可能佈纜。這些電纜或導管之每一者通常自位於外部的裝置(例如，用以夾持ESC的高電壓DC功率

源、用以產生電漿的高電壓RF功率源、用以供給冷卻劑液體的熱交換器系統、可提供控制訊號或接收感測器訊號的控制器等)佈線至處理室(透過支撐托架與ESC之任何結構)與托架底側，其中這樣的電纜與導管隨後連接至處理室內部中之托架底側上的各種連接點，此可包括在托架與ESC下方與至少部分地圍繞其之區域(有時稱爲「碗」)。

【0056】 本發明人判定：碗內之電纜位置與佈線實際上可直接影響在給定的半導體處理室中處理的晶圓之晶圓間均勻性、及腔室間變異性(即使ESC本身被設置在這些電纜與晶圓之間，且即使這樣的電纜佈線通常在腔室中不明顯，因其發生在托架/ESC中或托架/ESC下方之任一者，且當從ESC頂側觀察晶圓時，其爲不可見的)。晶圓間的均勻性是重要的，因其表示：在半導體處理室中所用之固定一組製程條件將導向期望的結果(亦即，具有低特徵部損失之受處理的晶圓)之可能性。腔室間變異性亦爲重要，因其表示：當針對一半導體處理室所開發之製程參數在相似半導體處理室中使用時將爲有效的可能性。

【0057】 本發明人發現：當尤其以晶圓間均勻性與腔室間共振頻率之間的差異測量時，對於一些進入與在處理腔室及圍繞托架的碗中之電纜的改善直接影響處理腔室之晶圓間變異性、及腔室間變異性。本發明人執行以下實驗：修正現存的半導體處理工具以限制在處理室與碗中之各種電纜與導管的位置。在原始的半導體處理工具中，兩平行垂直堆疊的水平「隧道」從處理室外部前進至處理室內部。底部水平隧道包括被連接至連接到ESC基板之垂直柱底部的RF導體；另一水平隧道包括用以供給加熱器功率至加熱器元件與高電壓DC功率至ESC夾持電極(複數)之分離式電纜。使這些電纜佈線穿過上水平隧道，然不限制其在隧道內位置(亦即，從一腔室到下一腔室，電纜就在其個別的隧道內位置可

略微變化)。再者，這些電纜一旦離開隧道並橫跨碗至ESC/托架之底側，於腔室間未必遵循從隧道出口至ESC/托架底部的相同路徑。

【0058】 在由本發明人所測試之修正的半導體處理工具中，隧道中的佈纜由一或更多塑膠引導件限制，其將電纜限制在隧道內特定位置；此導致隧道內電纜放置之腔室間變化減少。發明人亦導入電纜佈線夾具，其更限制在隧道出口與每一電纜至托架/ESC之連接點之間的電纜佈線。此更減少腔室到腔室之處理室/托架碗中之電纜佈線的變異。

【0059】 在執行如此修正之各種階段期間，本發明人執行晶圓處理操作並觀察各種有益影響。例如，對於那些在安裝隧道電纜引導件並限制在上隧道中之電纜位置之後的處理操作，腔室間第4階共振頻率變異性自1.1MHz減少至約0.5MHz。當發明人隨後更限制隧道出口與托架/ESC之間的電纜位置時，腔室間第4階共振頻率變異性減少至小於0.1MHz。

【0060】 作為電纜放置如何影響製程變異性之進一步範例，本發明人發現：在某些蝕刻製程中，將電纜自鬆散位置固定到固定位置(於RF隧道至ESC)減少受處理晶圓之間的變異性。在此情況下，本發明人固定電壓控制介面線(以下為「VCI線」；這樣的線自處理室外部前進至腔室內部，並測量ESC之RF電極的RF電壓)，對於處理室中單一固定構造，此導致受處理晶圓之變異性的降低(如圖2所示)。

【0061】 圖2描述在固定電壓控制介面線於碗中之前及之後的晶圓間變異性。如圖2中可見，縱軸為以埃為單位之氧化物蝕刻深度，其為蝕刻製程之後所得蝕刻深度。水平軸包含兩資料組，左側組(題為「未改善的VCI線佈線」)描述在具有未固定的VCI線之腔室中的晶圓處理，右側組(題為「改善的VCI線佈線」)

描述具有如上述之固定的VCI線之腔室中的晶圓處理。如圖2中可見，以具有未改善之VCI佈線的腔室所處理之晶圓的蝕刻深度在約435Å至約486Å之間、或約50Å的範圍中變化。另一方面，右側資料顯示蝕刻深度變異性在約5Å之非常小範圍中。基於前述測試結果，本發明人確定：電纜放置與佈線顯著影響晶圓與腔室變異性。基於這些觀察，本發明人更確定：雖晶圓與腔室變異性之顯著改善可藉由更仔細地管理電纜放置做到，使得佈纜以更一致的方式自腔室到腔室放置，並以更限制的方式放置在給定腔室中，然甚至更有效的方法為從隧道與碗內完全移除一或更多電纜，在此情況下將不存在與所移除電纜相關之腔室間變異性、或所移除電纜以相對於隧道與碗移動的可能性，且因此沒有來自移除電纜對處理不均勻性的貢獻。

【0062】 回應至少一些由本發明人所認為之上述問題，本發明人設想其中可改變ESC設計以顯著改善受處理晶圓之性能與所得均勻性的數種方法。作為此努力之一部分，本發明人判定：執行以下討論之一或更多設計選項之ESC可提供用以增強半導體處理性能。

【0063】 發明人所察知之一如此設計選項為利用共同夾持電極/RF電極，亦即夾持電極功能性與RF電極功能性可皆由相同導電結構提供，例如藉由基板/頂板(或等效結構)。在這樣的執行中，用於電漿產生之高電壓RF功率與用於ESC夾持功能性之高電壓DC功率皆可透過共同導電路徑提供至ESC，因而消除通常透過隧道及/或支撐柱佈線至托架/ESC之獨立式DC功率電纜。利用這樣的共同RF/DC電極之另一效益為可避免稍早討論之DC夾持電極(例如具有嵌入式夾持電極的介電板)的使用。這樣的介電板/嵌入式夾持電極元件製作昂貴、通常易碎、且可能導入各種稍早討論的性能問題。反之，共同DC/RF電極(或基板)可在

處理期間於至少支撐晶圓之頂表面上簡單地具有施加於其上之薄介電材料或絕緣材料塗層或疊層。此薄介電或絕緣材料可將共同DC/RF電極與晶圓及處理室環境電性隔離。本發明人更判定：藉由使其中夾持電極嵌入介電板內之設計移離，亦可執行使夾持電極(複數)與晶圓之間的介電層厚度顯著減小，因而允許ESC操作發生在Paschen曲線之最「左側」，並在達到最小擊穿電壓之前允許更寬的操作條件範圍(包括更大的壓力、更高的RF功率、與更低的頻率等)。此外，藉由在夾持電極與晶圓之間更薄介電層厚度的利用，可使用較其它ESC設計更低的DC夾持電壓。用於可調節ESC的加熱元件亦可嵌入ESC中(而非介電層中)，因在此情況下加熱元件並不設置在RF電極與晶圓之間，故此具有降低的電壓點亮的危險。

【0064】 圖3描述依據本文討論的一些概念之範例性靜電卡盤的剖面側視圖。此圖3為ESC之概略範例性結構；ESC元件為代表性且未按比例。如所示，ESC 300包括多重疊層，由此設計之「頂部」並放置在頂板304上的陶瓷層302開始，在頂板304下方為加熱器306，在加熱器306下方為熱阻流件308，基板310作為底層。如可見，頂板304設置在陶瓷層302與加熱器306之間、加熱器306設置在頂板304與熱阻流件308之間、及熱阻流件308設置在加熱器306與基板310之間。加熱器306可由金屬製成，其可為鋁或鋁合金，且其可包括具有高溫絕緣的加熱元件。例如，加熱元件可在鋁板(或加工至基板中的通道)中的蛇形通道內佈線。應注意，這些上述ESC 300疊層並非ESC 300內之元件的詳盡列表；其它疊層可包括在ESC 300中並設置在ESC 300之上述疊層之一或更多者之間。類似地，這些疊層之一或更多者可不包括在ESC 300內。

【0065】圖3亦描述通過ESC 300之第一軸線312，該第一軸線312實質垂直(例如，於垂直的 $\pm 5^\circ$ 內)於ESC 300疊層(包括至少介電材料或陶瓷層302)。

【0066】熱阻流件為設計成限制熱流動且通常製造成在熱阻流結構上提供特定熱阻的結構。雖每一材料或結構在某種程度上阻礙熱流，然熱阻流件為設計成實質限制沿傳導路徑的熱流(其超過由路徑上之上游元件所提供之熱流的限制)的元件(比率約大於2:1)。熱阻流件308被設計成在與第一軸線312大致對齊之方向(例如，垂直穿過ESC 300疊層)上控制穿過ESC 300疊層之熱導率。尤其，熱阻流件308被設計成限制來自加熱器306而朝向基板310之熱流量，因此使來自加熱器306之熱流偏向以垂直「向上」朝頂板304與陶瓷層302流動。

【0067】目前設計比缺少如此熱阻流件之設計提供許多好處，包括但不受限於：在陶瓷層302上更大及/或更有效地加熱晶圓，而同時在加熱器306中使用較低功率。再者，目前設計提供位在陶瓷層302上之晶圓更精確之溫度可調性，此改善晶圓均勻性(如上討論)。

【0068】如稍早討論，陶瓷層302可較通常於大多數ESC設計中之情況更薄。例如，陶瓷層302可比3密耳更薄(包括比1.5密耳更薄)。如稍早討論，這樣的薄介電層可使ESC 300的操作區域維持在圖1中所繪虛線的最左邊。

【0069】ESC 300亦描述在基板310與頂板304之間的電性連接件314，使得這兩疊層電性連接。在一些實施例中，基板310與頂板304可由金屬製成，其可包括例如鋁或其合金。應注意，圖3中所述之這樣的電性連接件314並非在這兩疊層之間形成該電連接之處及/或方法的實際示意圖，而為該兩疊層電性連接的代表。電性連接件314使基板310與頂板304為相同的電位。因此，例如若提供高電壓RF功率與高電壓DC功率至基板310，則相同的RF與DC功率亦將施加至頂板

304。在一些實施例中，頂板304與基板310可形成單一相連結構，或至少由次元件組裝並融合在一起(例如經由焊接)的結構。此電性連接件及ESC的不同電性構造將在以下更詳細討論。

【0070】 現將討論熱阻流件之範例性實施例。圖4描述圖3中ESC之簡化剖面側視圖(在圖的左手側)及熱阻流件的俯視圖(在圖的右手側)。如可見，ESC 300顯示具有如圖3中排列之陶瓷層302、頂板304、加熱器306、熱阻流件308、與基板310。自平行於第一軸線312的方向觀察熱阻流件308剖面。如圖4中描述，熱阻流件308包括包含複數第一孔穴318之熱阻流層316。第一孔穴318可排列於熱阻流層316之範圍。第一孔穴318亦可實質排列於熱阻流層316之範圍，使得熱阻流層316之大部分體積包括第一孔穴318。在一些實施例中，第一孔穴318可排列於50%以上的熱阻流層範圍。一般而言，第一孔穴可以具有比熱阻流層其餘部分之熱導率更低的熱導率的固體或氣體填充。在一些實施例中，填充孔穴之材料的熱導率與形成熱阻流層其餘部分之材料的熱導率相比可為約1/5至1/2或更小。

【0071】 在一些實施例中，第一孔穴318之每一者可與熱阻流層316中另一者流體隔離。在一些實施例中，第一孔穴318可以氣體填充，且這樣的氣體(如氫)可具有比熱阻流層316之其餘部分的材料(例如，鋁合金或不銹鋼合金)更低的熱導率。在一些其它實施例中，第一孔穴318可以具有低熱導率之固體材料(例如陶瓷材料、鐵氟龍、矽氧烷、聚亞醯胺、及/或Kapton)填充。第一孔穴318可以適合於期望的半導體製程及/或ESC之熱調節之任何數量組合的氣體及/或材料填充。例如，一些第一孔穴318可使用陶瓷填充，而其他第一孔穴318可使用矽氧烷填充。應理解，熱阻流層316為被動的熱管理結構(例如，在孔穴內沒有傳熱流

體的循環)，而例如氮之傳熱氣體的可能例外可沿途通過一些第一孔穴318例如至頂板304與陶瓷層302中的氣體分配孔，此可容許這樣的傳熱氣體在正常半導體處理操作(例如，進行中的半導體處理)期間，導入ESC與由ESC支撐的晶圓之間。例如，在孔穴內沒有再循環熱交換系統之一部分的傳熱流體的循環。

【0072】 在一些實施例中，熱阻流層316可由包括金屬之材料製成，且金屬可包括鋁或鋁合金。熱阻流層316亦可由非金屬材料(例如，陶瓷)製成。熱阻流層316亦可由具有低熱導率之材料製成。

【0073】 第一孔穴318可具有各種形狀、尺寸、及/或體積，並可以不同的深度及/或角度延伸穿過熱阻流層316。第一孔穴318之角度可相對於陶瓷層302、第一軸線312、或ESC之任何其它部分測量。在一些實施例中，可有多於一個熱阻流層316。在一些實施例中，第一孔穴318可為圓柱形，且具有0.5釐米以下的直徑。在一些這樣的實施例中，第一孔穴318可彼此間隔2毫米以下。在一些實施例中，第一孔穴318可有多於一種形狀，並可以不同的距離隔開。

【0074】 在各種構造中，第一孔穴318可延伸通過及/或在熱阻流層316中。在圖5、6、與7中描述一些在熱阻流層316中之第一孔穴318的非限制的範例性構造。圖5描述具有複數第一孔穴之範例性構造的熱阻流件的剖面圖。如可見，熱阻流件308包括完全延伸穿過熱阻流層316之複數第一孔穴318。圖6描述具有複數第一孔穴之第二範例性構造的熱阻流件的剖面圖。如所示，圖6之熱阻流件308包括複數第一孔穴318，該第一孔穴318在熱阻流層316中延伸，但不穿過熱阻流層316之橫斷面。圖7描述具有複數第一孔穴318之第三範例性構造的熱阻流件的剖面圖。在此圖中，第一孔穴318延伸穿過熱阻流層316之一橫斷面，但不延伸

穿過相對的橫斷面。在所有圖5至圖7之三範例中，第一孔穴318以實質平行於第一軸線312之方向(例如，在第一軸線312之 $\pm 5^\circ$ 內)延伸穿過熱阻流層。

【0075】熱阻流件308可以任何數量之方式製造以在熱阻流層316中產生第一孔穴318，包括例如傳統製造技術(如澆鑄、注入成型、或機械加工)，或使用更多先進技術(如3D列印)。在一些實施例中，熱阻流件308可藉由將二或更多零件組裝在一起而產生。例如，圖6中所述之熱阻流層316可藉由產生如圖5中之熱阻流層316、並在熱阻流層316之頂部與底部上放置額外更薄的疊層而建構，以「蓋」或密封第一孔穴318，使得一或更多第一孔穴可與一或更多其他第一孔穴流體隔離。亦應理解，熱阻流層316亦可為另一零件之次部分(例如，基板310在其上表面可鑽有許多孔以形成第一孔穴318)。

【0076】在一些實施例中，如稍早討論，一或更多第一孔穴可不與一或更多其它ESC層及/或處理室流體隔離。例如，可配置ESC使得傳熱氣體可流過熱阻流件、加熱器、頂板、與陶瓷層的部分。

【0077】在一些實施例中，熱阻流件308亦可包括排列於熱阻流層316之範圍並有不同於第一孔穴318的尺寸之複數第二孔穴320。圖8描述具有複數第一孔穴與複數第二孔穴之熱阻流件的俯視圖。如可見，第二孔穴320具有比第一孔穴318更小的尺寸，且兩複數孔穴排列於熱阻流層316之範圍。第二孔穴320可具有各種尺寸與形狀(例如，圓形或矩形)。亦可調整第二孔穴320之尺寸及/或形狀以適配在第一孔穴318之間的間隙或接近熱阻流層316周邊的區域(該處不可能適配第一孔穴318)。第二孔穴320亦可具有彼此不同之形狀與尺寸。第二孔穴可以2mm以下將彼此及/或第一腔隔開。第二孔穴320亦可以類似於上文對第一孔穴318所描述且在圖5至圖7之非限制性範例中所顯示之方式延伸穿過熱阻流層316。

【0078】 第二孔穴320可類似於第一孔穴318配置。在一些實施例中，第二孔穴320可以氣體填充，且這樣的氣體可具有低熱導率。在一些其它實施例中，第二孔穴320可以具有低熱導率之材料(例如，陶瓷材料、鐵氟龍、矽氧烷、聚亞醯胺、及/或Kapton)填充，且在一些實施例中，具有低熱導率的材料可具有比熱阻流層316材料更低的熱導率。第二孔穴320可以適合於期望的半導體製程及/或ESC之熱調節之任何數量組合之氣體及/或材料填充(如以上對第一孔穴318所述)。

【0079】 如自以上範例可見，熱阻流層316設置在加熱器306與基板310之間，且因此用以在平行於第一軸線312的方向上主要地阻塞來自加熱器306之軸向熱流至基板310，此與在垂直於第一軸線312的方向上主要地阻塞來自加熱器306之徑向熱流相反。

【0080】 現將討論一些ECS電性構造的範例性實施例。如圖3所述，設置ESC 300使得頂板304與基板310彼此電性連接。圖9描述ESC之範例性電性構造。如可見，顯示ESC 900並包括陶瓷層302、頂板304、與基板310；ESC 900及/或其疊層可類似於本文討論之ESC 300(及/或包含其一些或全部之相同元件與特徵)配置，但圖9中所示為展示目的之有限數目之疊層。陶瓷層302設置在頂板304上，頂板304設置在陶瓷層302與基板310之間，且頂板304與基板310彼此電性連接(如電性連接件314所表示)。ESC 900放置在半導體處理室922中，而DC供應器924與RF產生器926放置在處理室922外部。配置DC供應器924以提供高電壓DC靜電夾持電壓，而配置RF產生器926以提供高電壓RF功率。

【0081】 DC供應器924與RF產生器926皆藉由共同導電路徑928電性連接至ESC 900，該共同導電路徑928自處理室922外部延伸至處理室922內部位置，

並與ESC 900之基板310導電接觸。DC供應器924藉由DC連接器930電性連接至處理室外部之共同導電路徑928，而RF產生器926藉由RF連接器932連接至處理室外部之共同導電路徑928。每一DC連接器930與RF連接器932可在處理室922外部之一或更多位置連接至共同導電路徑928。如圖9所示，每一DC連接器930與RF連接器932可在處理室922外部之獨立的位置連接至共同導電路徑928。共同導電路徑928可在一或更多位置(包括如圖9所示之基板310等)電性連接至ESC。在一些實施例中，共同導電路徑可為處理室922中RF產生器926至ESC 900之電性路徑。

【0082】 在一些實施例中，電容器934可電性設置在RF產生器926與DC供應器924之間，且可不電性設置在DC供應器924與ESC 900之間，以避免DC電壓進入RF產生器。在一些實施例中，電容器934可沿著RF連接器932電性放置(如圖9所示)。一些這樣的實施例可阻擋DC電壓到達並干擾RF產生器926，而允許RF能量與DC電壓兩者到達ESC 900。電容器934之容量可例如為21奈法拉以下。在一些實施例中，電容器934之容量可由RF頻率及/或腔室阻抗決定。在一些其他實施例中，多於一個電容器934可電性設置在RF產生器926與DC供應器924之間，並可不電性設置在DC供應器924與ESC 900之間。此外，一或更多電容器可與相同及/或不同的電容器並聯放置。

【0083】 應理解，頂板304與基板310可透過任何數量的方法電性連接。在一些實施例中，加熱器306及/或熱阻流件308可嵌入金屬中，使得當將ESC 100之疊層(包括但不受限於基板310、熱阻流件308、加熱器306、與頂板304)焊接及/或接合在一起時，基板310與頂板304可固有地電性連接。在一些其它類似的實

施例中，加熱器306與熱阻流件308可嵌入基板310中(類似以下討論的圖11)，當這兩疊層彼此接合及/或焊接時，其又可自然地將基板310電性連接至頂板304。

【0084】圖10描述在ESC之頂板與基板之間之一範例性電性連接。如圖10所示，ESC 300(其可如前所述配置)包括陶瓷層302及虛線橢圓內所示之頂板304、加熱器306、熱阻流件308、基板310、與電性連接件1014。在這樣的範例性實施例中，頂板304使用在ESC 300中內部延伸之電性連接件1014電性連接至基板310。在一些實施例中，電性連接件1014可包括被包含在套管1038內之導電銷1036，其中導電銷1036電性連接頂板304與基板310，且若需要(在一些實施例中，可不需要套管1038)，套管1038使導電銷1036與ESC 300之其它元件電性絕緣。ESC 300可使用一或更多電性連接件1014(包括但不受限於如圖10所示之三電性連接件1014)。電性連接件1014亦可穿過ESC 300之一或更多疊層佈線，且可延伸穿過一或更多第一孔穴318及/或一或更多第二孔穴320。

【0085】圖11描述ESC之頂板與基板之間之第二範例性電性連接件。如可見，圖11包括ESC 300(其可如先前描述配置)，其包括陶瓷層302及頂板304、加熱器306、熱阻流件308、基板310、與電性連接件1014。在此敘述的實施例中，電性連接件1114可為基板310本身的構件。在一些這樣的實施例中，可製造或配置基板310，使得其可包括與頂板304電性連接之一或更多構件。如圖11所示，基板310之一或更多構件(例如，周邊外壁)沿ESC 300之外邊緣朝頂板304延伸。與頂板304電性連接之基板310的一或更多構件可延伸穿過及/或沿著ESC 300之一或更多疊層及/或ESC 300內之一或更多區域。例如，熱阻流件308與加熱器306可由一或更多構件圍繞(如圖所示)，且由頂板304覆蓋。在一些實施例中，一或更多構件可替代地或額外地自頂板304延伸且朝基板310延伸。

【0086】 在一些其中ESC 300包括熱阻流件308之實施例中，熱阻流層316可由金屬製成，且熱阻流件308可電性連接至基板310與頂板304；在這樣的執行中，熱阻流件308可作為電性連接件1014。在這樣的元件之間的電性連接件可透過任何數量之該技術領域之通常知識者已知的方法(包括本文所討論的那些)製成。

【0087】 ESC 300亦可配置在支撐柱與橫向支撐臂上的半導體處理室中，此兩者可用以佈線軟管、線、電纜、管或其他來自處理室外部至處理室內部之導管、電流及/或RF能量。圖12描述具有ESC、支撐柱、與橫向支撐臂之半導體處理室的剖面圖。如可見，ESC 300放置在半導體處理室1222中，且包括陶瓷層302及頂板304、加熱器306、熱阻流件308、基板310、與電性連接件314。ESC 300可如前描述配置。

【0088】 圖12亦描述連接支撐柱1240的ESC 300，該支撐柱1240連接至橫向支撐臂1242。在一些實施例中，橫向支撐臂1242可自處理室1222之外部區域橫跨或延伸至處理室1222之內部區域(如圖12所示)。支撐柱1240可平行於第一軸線312定向，但可在其他執行中處於其它定向。同樣地，橫向支撐臂1242被描述成垂直於支撐柱1240並平行於ESC 300之疊層，然而在其它執行中，其可處於其它定向。

【0089】 支撐柱1240與橫向支撐臂1242亦可建構成各種及/或不同的形狀、尺寸、與橫剖面(包括例如圓柱形)。在一些實施例中，支撐柱1240與橫向支撐臂1242可為中空的(如圖12所示)。在一些這樣的實施例中，支撐柱1240與橫向支撐臂1242可具有相同或不同的橫截面形狀及/或區域。在一些實施例中，支撐柱1240與橫向支撐臂1242之一或兩者可為實心的。在一些實施例中，支撐柱1240

與橫向支撐臂1242之一或兩者的一部分可為中空的，而一或更多其它部分可為實心的。

【0090】 在一些實施例中，支撐柱1240與橫向支撐臂1242可彼此電性連接。如圖12所示，共同導電路徑1228(由黑色箭頭所示)沿橫向支撐臂1242與支撐柱1240從處理室1222外部前進至處理室1222內部的ESC 300。在一些這樣的實施例中，橫向支撐臂1242與支撐柱1240可由可為金屬之導電材料製成(至少部分地)，且支撐柱1240可與ESC 300電性連接。在一些實施例中，橫向支撐臂1242與支撐柱1240可用作為共同導電路徑1228之至少一部分。在一些其它實施例中，共同導電路徑1228可為線或其他電性材料，其可沿著及/或穿過橫向支撐臂1242及/或支撐柱1240前進。

【0091】 圖12之ESC 300的電性構造可與先前討論的那些相同。圖12顯示電性連接至共同導電路徑1228之DC供應器1224與RF產生器1226。如所示，DC供應器1224藉由DC連接器1230電性連接至橫向支撐臂1242，且同樣地，RF產生器1226藉由RF連接器1232電性連接至橫向支撐臂1242；橫向支撐臂1242用作為共同導電路徑1228之一部分。電容1234亦電性設置在RF產生器1226與DC供應器1224之間，並可不電性設置在DC供應器1224與ESC 300之間。

【0092】 加熱器306可具有可位在處理室1222外部的加熱器功率源1244。加熱器功率源1244可具有從處理室1222外部延伸至ESC 300之加熱器306與處理室1222內部的加熱器功率線1246。在一些實施例中，加熱器功率電纜1246可沿著及/或通過橫向支撐臂1242與支撐柱1240佈線，並可通過ESC 300佈線至加熱器306。如圖12所示，橫向支撐臂1242與支撐柱1240為中空的，此允許加熱器功率線1246穿過橫向支撐臂1242與支撐柱1240。

【0093】如圖12所示，一些實施例可包括絕緣屏蔽件1248，其使橫向支撐臂1242與處理室1222的殼體電性絕緣，使得由橫向支撐臂1242傳導之任何電流(例如，DC電壓)不被傳導至處理室1222(其可包括處理室1222的殼體)。絕緣屏蔽件1248可包括一或更多絕緣體1250，其使橫向支撐臂1242與絕緣屏蔽件1248之外壁電性絕緣，如此沒有電流自橫向支撐臂1242傳導至絕緣屏蔽件1248的外壁。絕緣體1250可為同心圓狀且可由非導電材料製成。絕緣屏蔽件1248亦可使位在處理室1222外部之橫向支撐臂1242之至少一部分電性絕緣，使得接觸橫向支撐臂1242之使用者或設備不暴露至由橫向支撐臂1242傳導的電流。絕緣屏蔽件1248亦可進一步延伸至處理室1222中，其可使處理室更內部之橫向支撐臂1242絕緣，並可包括支撐柱1240之至少一部分。

【0094】在一些實施例中，可將ESC 300支撐在支撐柱1240上之半導體處理室1222中。在一些這樣的實施例中，可能沒有橫向支撐臂1242，且支撐柱1240可簡單地自ESC 300垂直延伸通過處理室1222的「底部」。支撐柱1240可類似於以上描述配置，使得例如RF產生器1226與DC供應器1224可電性連接至處理室1222外部之支撐柱1240，此可導致支撐柱1240用作為至ESC 300之共同導電路徑1228。如以上討論，支撐柱1240亦可為中空的，且一些線、電纜、軟管、管及/或導管可穿過支撐柱至ESC 300及/或處理室1222之內部。如以上討論，一些這樣的實施例亦可包括絕緣屏蔽件1248與絕緣體1250，其可使支撐柱1240與處理室1222之殼體、及處理室1222外部之支撐柱1240的至少一部分、及/或處理室中之支撐柱1240的一部分電性隔離。

【0095】本文描述之電性實施例與構造可使ESC 900之一或更多疊層(包括至少頂板304與基板310)得以用作成：用以將晶圓固定在陶瓷層302上之適當位置

的夾持電極與用以產生電漿之RF電極兩者。這些實施例可具有許多有益的結果(包括上述那些)。如討論，這樣的實施例允許自陶瓷層902移除夾持電極，此又允許陶瓷層902比在其他情況下可能使用的更加地薄，這允許在Paschen曲線之「左側」有更大的操作範圍。這些實施例亦允許包含嵌入之夾持電極與其必要之待消除的電連接件的介電層。

【0096】 這些電性實施例亦可使夾持電極之面積增加至ESC之表面積(包括頂板304及/或基板310之表面積)，使得所得夾持電極包圍晶圓所有表面積，因而提供更佳的晶圓夾持等。再者，本文所討論之實施例提供比一些現今ESC更堅固的設計，並導致更高可靠性。如以上討論，因可能消除處理室1222中至少一電纜，故這樣的電性構造之另一好處包括增加的均勻性與腔室間的匹配。

【0097】 在一些實施例中，陶瓷層302可具有小於100微米之厚度，且可能等於或小於1.5密耳。陶瓷層302可為施加至頂板304的塗層。陶瓷層302亦可為可貼合至頂板304上之薄陶瓷片。亦可使陶瓷層302在其隨後可焊接至頂板304之一側金屬化。陶瓷層302亦可使用如化學氣相沉積(「CVD」)之乾式方法製造於ESC之頂部及/或側面上。

【0098】 藉由使用比現今ESC更薄的陶瓷層，因薄陶瓷層具有被金屬化及焊接至ESC之能力，故可不需傳統上可用以將陶瓷層連接至ESC之環氧樹脂(其導致高損耗正切)。在一些先前的ESC中，因焊接可能損害用以電性絕緣許多類型之加熱器的Kapton絕緣材料，故傳統上使用環氧樹脂。

【0099】 上文所討論之ESC的一或更多疊層(包括但不受限於頂板304、加熱器306、熱阻流件308、及/或基板310)可藉由焊接、熔接、環氧樹脂或其他連接方法連接至另一疊層。在一些構造中，這些疊層之一或更多者可由不同於其

它疊層之一者的材料製成。再者，在一些實施例中，這些疊層之一或更多者可嵌入或放置在另一疊層內。例如，加熱器306與熱阻流件308可嵌入在基板310中(如圖11所示)。

【0100】 在一些實施例中，雖未包括於本文圖式內，然ESC可包括可用於半導體處理的特徵，包括但不受限於：氣體可通過其流經ESC之部分或全部的氣體分配孔、使基板升降的升降銷、水軟管、及/或冷卻通道。例如，先前討論之ESC 300可包括氣體分配孔與包含升降銷之升降銷孔。圖13描述包括氣體分配孔與升降銷孔之ESC 300的橫剖面。如可見，ESC 300包括先前討論的疊層，該疊層包括陶瓷層302、頂板304、加熱器306、熱阻流件308、基板310、基板310與頂板304之間的電性連接件314、第一軸線312、與氣體分配孔1352及包括升降銷1356的升降銷孔1354。例如，圖13之氣體分配孔1352可延伸至頂板304中的共同歧管或分配通道，其可又與延伸穿過ESC 300之所有疊層的通道連接，且其可與傳熱氣體供應器(如氮氣供應器)連接。升降銷孔1354可包含升降銷1356，該升降銷1356可被配置成凹陷在陶瓷層頂表面下並可延伸通過陶瓷層302，使得升降銷1356可在陶瓷層302上及/或上方接觸晶圓並將晶圓提升遠離陶瓷層302。ESC亦可包括可用以安裝ESC及/或使ESC具一或更多半導體製造製程之功能的其它特徵，包括用以安裝處理室內部的ESC、至RF產生器/DC供應器之電性連接件、及/或氮氣供應器的特徵。應注意，發明人預期本揭露內容中討論的ESC可用於任何類型的半導體處理，包括但不受限於原子層沉積、原子層蝕刻、化學氣相沉積、電漿增強化學氣相沉積等。

【0101】 除非本揭露內容之上下文另有明確要求，否則在整個敘述及申請專利範圍中，字語「包括」、「包含」、與類似物應被解釋為與排他或窮舉意

義相反之可兼意義；亦即，「包括，但不受限於」之意義。使用單數或複數之字語通常亦分別包括複數或單數。此外，字語「本文」、「下文」、「上方」、「下方」、與類似含義之字語表示作為整體之本專利申請案，而非指本專利申請案的任何特定部分。當字語「或」用於指二或更多項目之列表時，該字語涵蓋該字語之所有以下解釋：列表中任何項目、列表中所有項目、及列表中項目之任何組合。用語「執行」代表本文描述的技術與方法之執行，及體現結構及/或結合本文所描述技術及/或方法之實體物件。

【0102】 101 本文描述及說明許多概念與執行。雖已描述及說明本文所討論之執行的某些特徵、屬性、與優點，然應理解許多不同執行、及/或類似於本發明之執行、特徵、屬性、與優勢係自描述與說明顯而易見。因此，以上執行僅為範例性的。其不欲指窮舉或限制本揭露內容於所揭精確形式、技術、材料及/或構造。根據本揭露內容，許多修正與變化為可行的。應理解在不偏離本揭露內容範疇之情形下，可利用其他執行並可進行操作改變。因此，因以上執行之描述已因說明與描述之目的呈現，故本揭露內容之範疇不僅受限於以上描述。

【0103】 102 重要地，本揭露內容不受限於任何單一實施態樣或執行、或這樣的實施態樣或執行之任何單一組合及/或排列之任一者。再者，本揭露內容之實施態樣之任一者及/或其執行可單獨使用，或與一或更多其它實施態樣及/或其執行組合使用。為簡潔之目的，許多這些排列與組合將不在本文分開討論及/或說明。

【符號說明】

【0104】

300	靜電卡盤
302	陶瓷層
304	頂板
306	加熱器
308	熱阻流件
310	基板
312	第一軸線
314	電性連接件
316	熱阻流層
318	第一孔穴
320	第二孔穴
900	靜電卡盤
922	處理室
924	DC供應器
926	RF產生器
928	共同導電路徑
930	DC連接器
932	RF連接器
934	電容器
1014	電性連接件
1036	導電銷
1038	套管

1114	電性連接件
1222	處理室
1224	DC供應器
1226	RF產生器
1228	共同導電路徑
1230	DC連接器
1232	RF連接器
1234	電容器
1240	支撐柱
1242	橫向支撐臂
1244	加熱器功率源
1246	加熱器功率線
1248	絕緣屏蔽件
1250	絕緣體
1352	氣體分配孔
1354	升降銷孔
1356	升降銷

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種靜電卡盤，包含：

一基板；

一熱阻流件，該熱阻流件具有一熱阻流層，該熱阻流層包括：

排列於該熱阻流層之範圍之複數第一孔穴，其中該第一孔穴在該靜電卡盤的正常操作期間不包含液體，且選擇自由以下所組成之群組：以氣體填充的孔穴、及以具有比該熱阻流層之材料更低熱導率之固體材料填充的孔穴，以及

排列於該熱阻流層之範圍之複數第二孔穴，其中該第二孔穴在該靜電卡盤之正常操作期間不包含液體，該第二孔穴係選擇自由以氣體填充之孔穴與以具有比該熱阻流層之一材料更低熱導率之固體材料填充之孔穴所組成之群組，各第二孔穴具有與其他第二孔穴相同的尺寸，該第二孔穴具有不同於該第一孔穴之尺寸，以及該第二孔穴不與該第一孔穴相交；

一加熱器；

一頂板；及

一陶瓷層，其中：

該基板鄰近於該熱阻流件，

該熱阻流件設置在該基板與該加熱器之間，

該加熱器設置在該熱阻流件與該頂板之間，

該頂板設置在該加熱器與該陶瓷層之間，

該陶瓷層鄰近於該頂板，

該頂板與該基板皆由金屬製成，及

該頂板與該基板彼此導電接觸。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之靜電卡盤，其中該第一孔穴以實質平行於垂直該陶瓷層之一軸線的方向延伸通過該熱阻流層。

【第3項】 如申請專利範圍第1項之靜電卡盤，其中該第一孔穴實質散佈於整體該熱阻流層之範圍。

【第4項】 如申請專利範圍第1項之靜電卡盤，其中該熱阻流層之材料係金屬。

【第5項】 如申請專利範圍第1項之靜電卡盤，其中該熱阻流層之材料係鋁。

【第6項】 如申請專利範圍第1至5項之任一者之靜電卡盤，其中該第一孔穴彼此間隔2毫米以下。

【第7項】 如申請專利範圍第1至5項之任一者之靜電卡盤，其中該第一孔穴之一或更多者具有0.5釐米以下之一直徑。

【第8項】 如申請專利範圍第1至5項之任一者之靜電卡盤，其中該第一孔穴以選擇自由以下者組成之群組的固體材料填充：陶瓷材料、鐵氟龍、矽氧烷、與聚醯亞胺。

【第9項】 一種半導體處理系統，包含：

一半導體處理室；

一靜電卡盤，位在該半導體處理室內部，該靜電卡盤包含：

一基板；

一頂板；及

一陶瓷層；

一共同導電路徑，其自該半導體處理室外部延伸至與該靜電卡盤及該半導體處理室內部導電接觸的位置；

一高電壓直流(DC)供應器，用以提供一靜電夾持電壓；

一高電壓射頻(RF)產生器，用以提供RF能量；及

一橫向支撐手臂，其支撐該靜電卡盤，其中：

該頂板設置在該基板與該陶瓷層之間，

該陶瓷層鄰近於該頂板，

該頂板與該基板皆由金屬製成，

該頂板與該基板彼此導電接觸，

該橫向支撐手臂跨越於該半導體處理室內部之一位置與該半導體處理室外部之一位置之間，

跨越於該半導體處理室內部與外部之間的該橫向支撐手臂之至少一部分作為該共同導電路徑之一部份，

該橫向支撐手臂係與該半導體處理室的壁電性絕緣，以及

該高電壓DC供應器與該高電壓RF產生器皆在位於該半導體處理室外部之該橫向支撐手臂之該部分上的一或更多位置電性連接至該共同導電路徑。

【第10項】 如申請專利範圍第9項之半導體處理系統，更包含位在該半導體處理室之一電容器，其中：

該電容器電性設置在該高電壓RF產生器與該高電壓DC供應器之間；及

該電容器不電性設置在該高電壓DC供應器與該靜電卡盤之間。

【第11項】 如申請專利範圍第10項之半導體處理系統，其中該電容器具有21奈法拉以下之電容。

【第12項】 如申請專利範圍第9至11項之任一者之半導體處理系統，更包含一支撐柱，其中：

該支撐柱支撐該靜電卡盤並且設置在該基板與該橫向支撐手臂之間，

該支撐柱係由金屬製成，

該支撐柱與該橫向支撐手臂係電性連接，及

該支撐柱作為該共同導電路徑之一部份。

【第13項】 如申請專利範圍第9項之半導體處理系統，其中該靜電卡盤更包含：

一熱阻流件，該熱阻流件具有一熱阻流層，該熱阻流層包含排列於其範圍之複數第一孔穴，其中該第一孔穴在該靜電卡盤之正常操作期間不包含液體，且選擇自由以下者組成之群組：以氣體填充之孔穴與以具有比該熱阻流層之一材料更低熱導率之固體材料填充之孔穴；及

一加熱器，其中：

該基板鄰近於該熱阻流件，

該熱阻流件設置在該基板與該加熱器之間，及

該加熱器設置在該熱阻流件與該頂板之間。

【第14項】 如申請專利範圍第13項之半導體處理系統，其中：

該熱阻流層之一部分係金屬，及

該熱阻流件經由該部分電性連接至該基板與該頂板兩者。

【第15項】 如申請專利範圍第13或14項之任一者之半導體處理系統，更包含一加熱器功率電纜，其中：

該橫向支撐手臂係中空的，及

該加熱器功率電纜自該半導體處理室外部之一位置穿過該橫向支撐手臂佈線至該加熱器。

【第16項】 如申請專利範圍第9項之半導體處理系統，

其中該陶瓷層具有小於100微米之一厚度。

【第17項】 如申請專利範圍第16項之半導體處理系統，其中該陶瓷層具有3密耳以下之一厚度。

【第18項】 如申請專利範圍第16項之半導體處理系統，其中該陶瓷層選擇自由以下者組成之群組：一陶瓷塗層、及貼合在該頂板上之一陶瓷片。

【發明圖式】

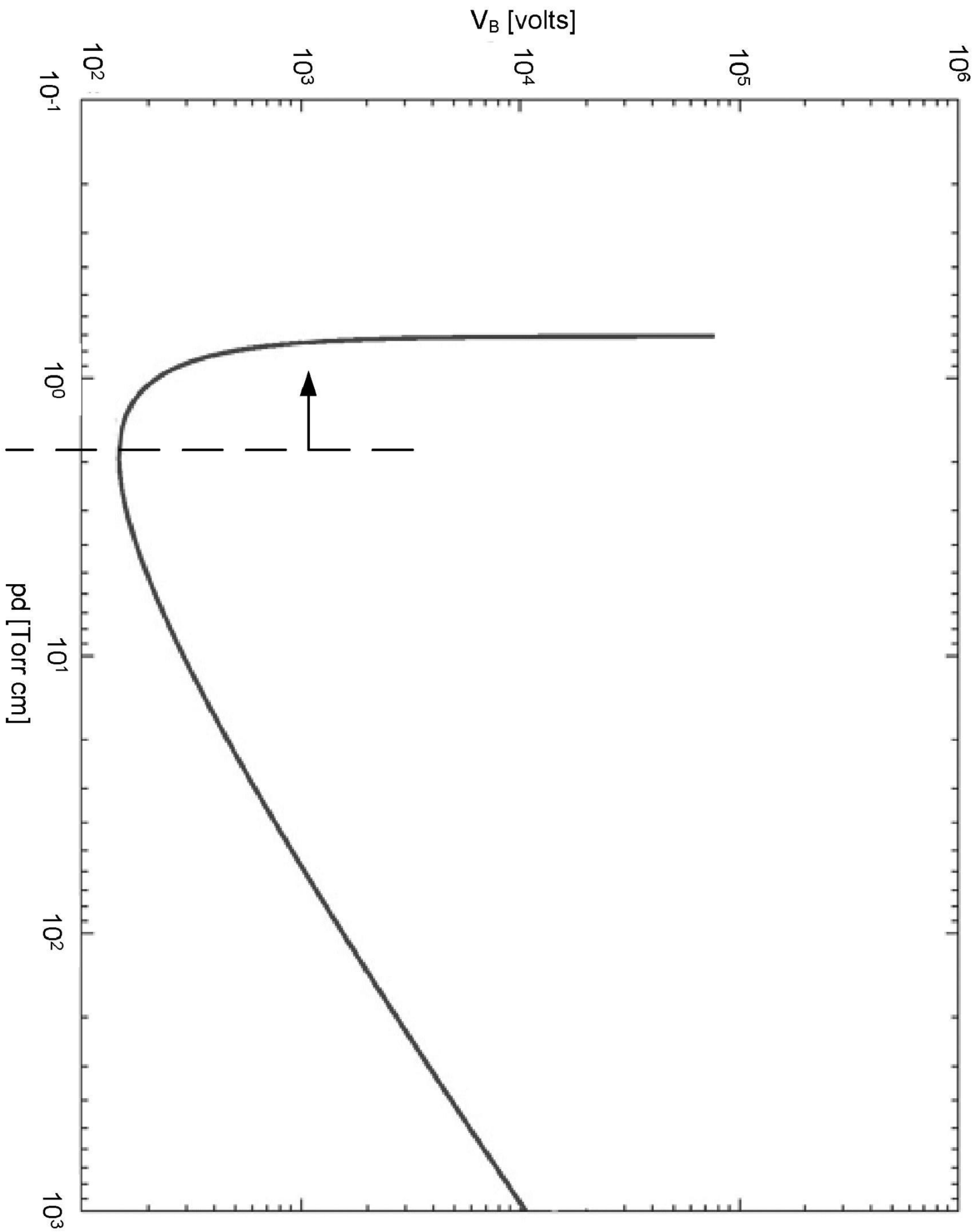


圖 1

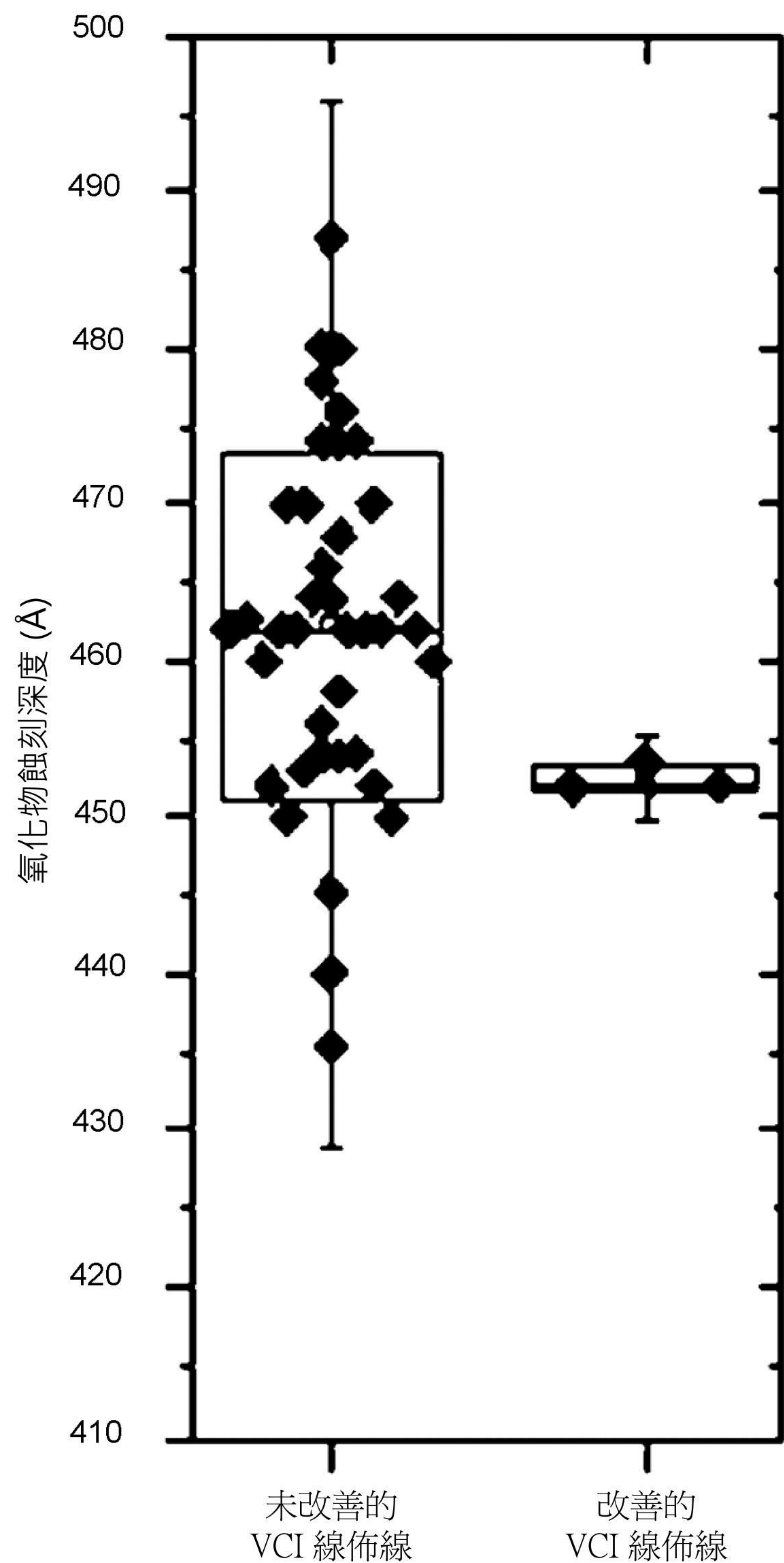


圖 2

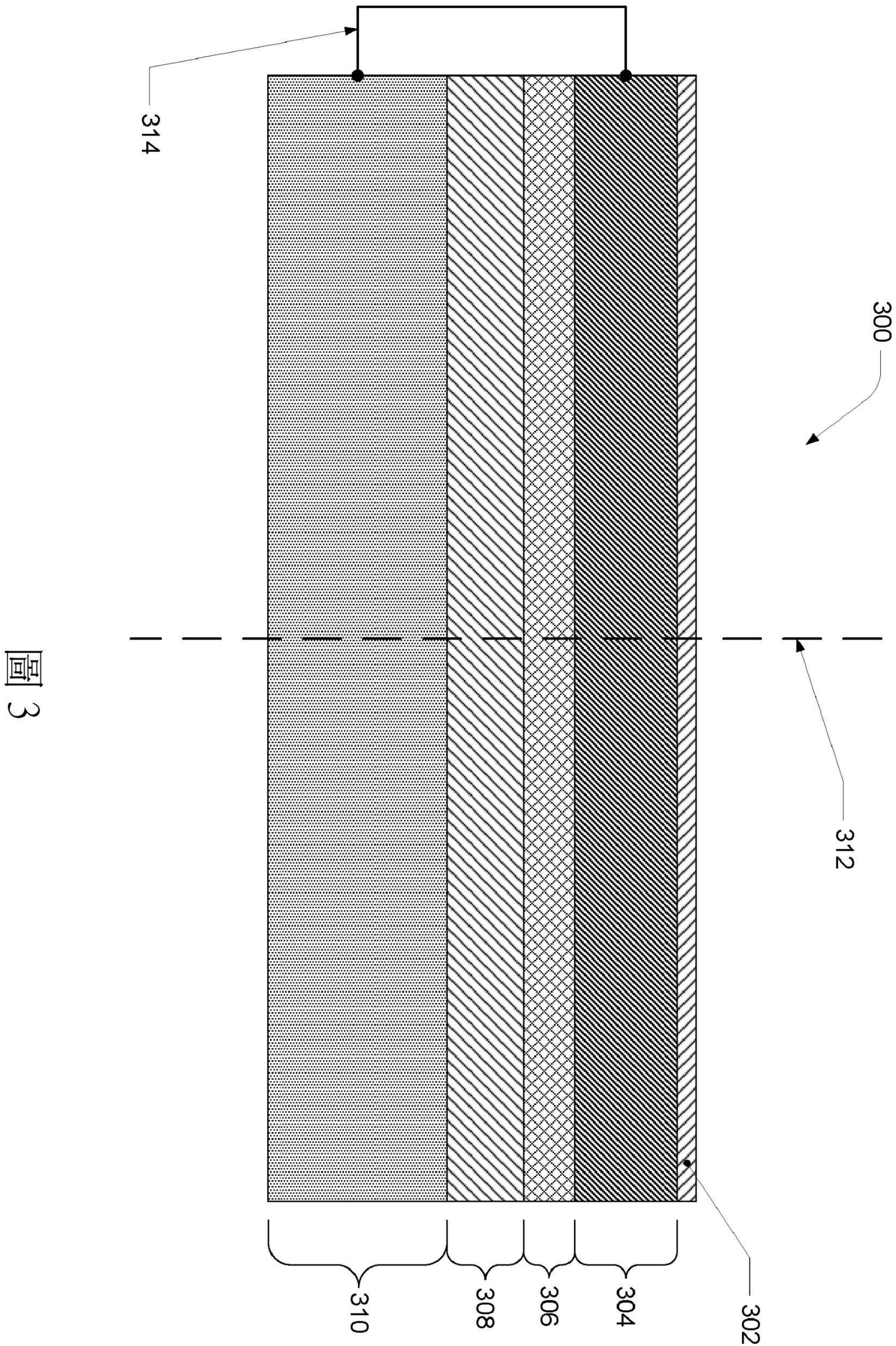


圖 3

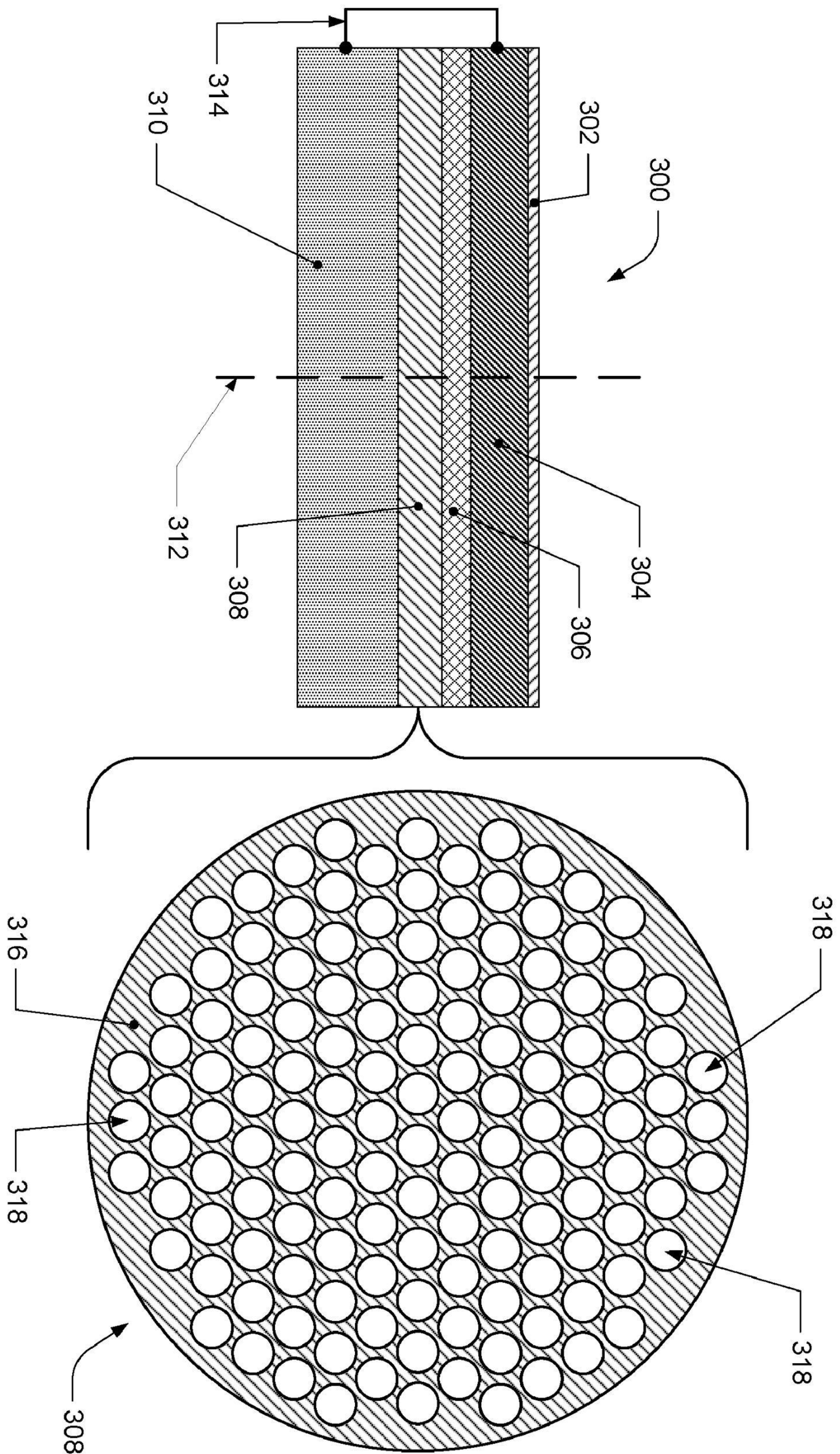


圖 4

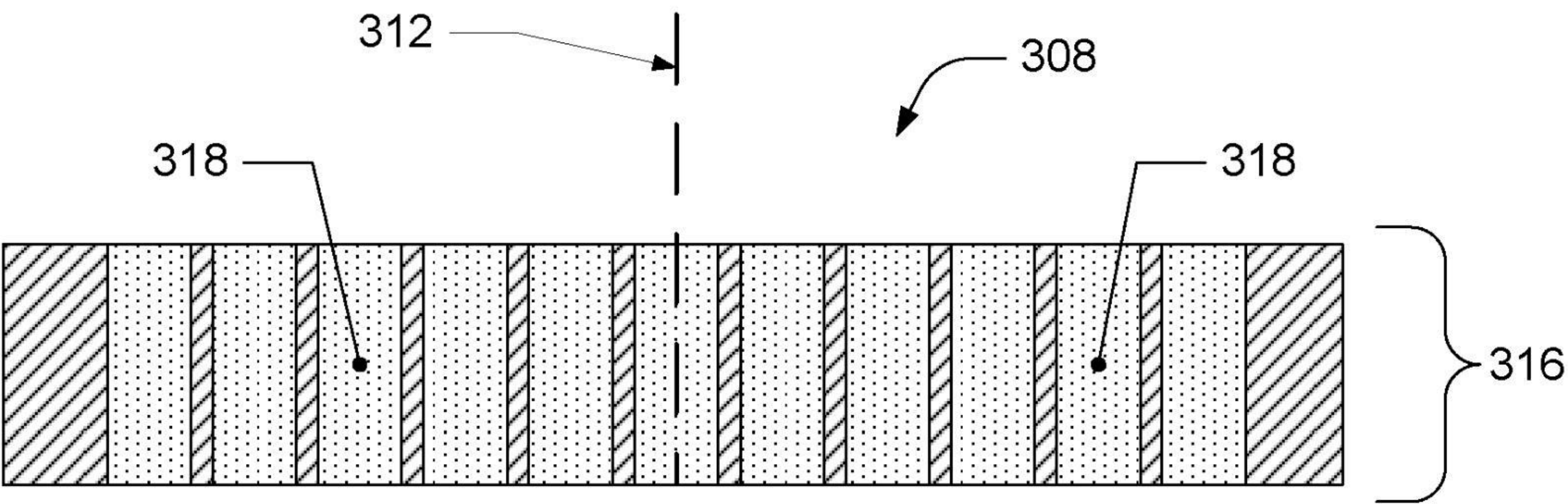


圖 5

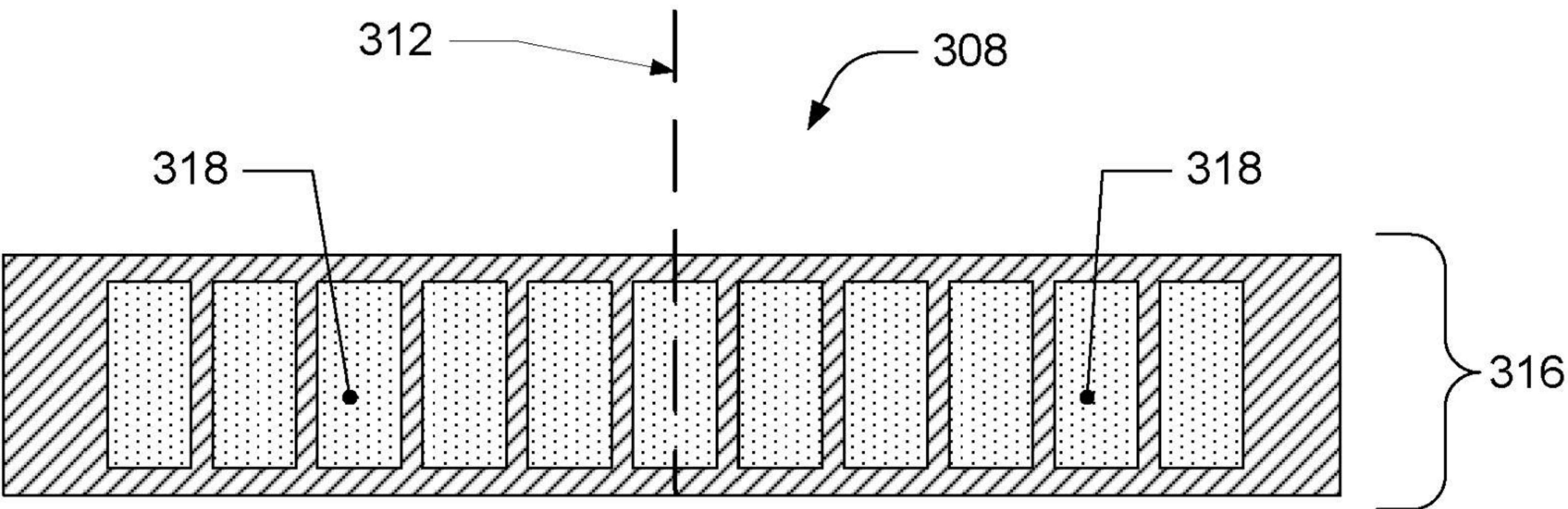


圖 6

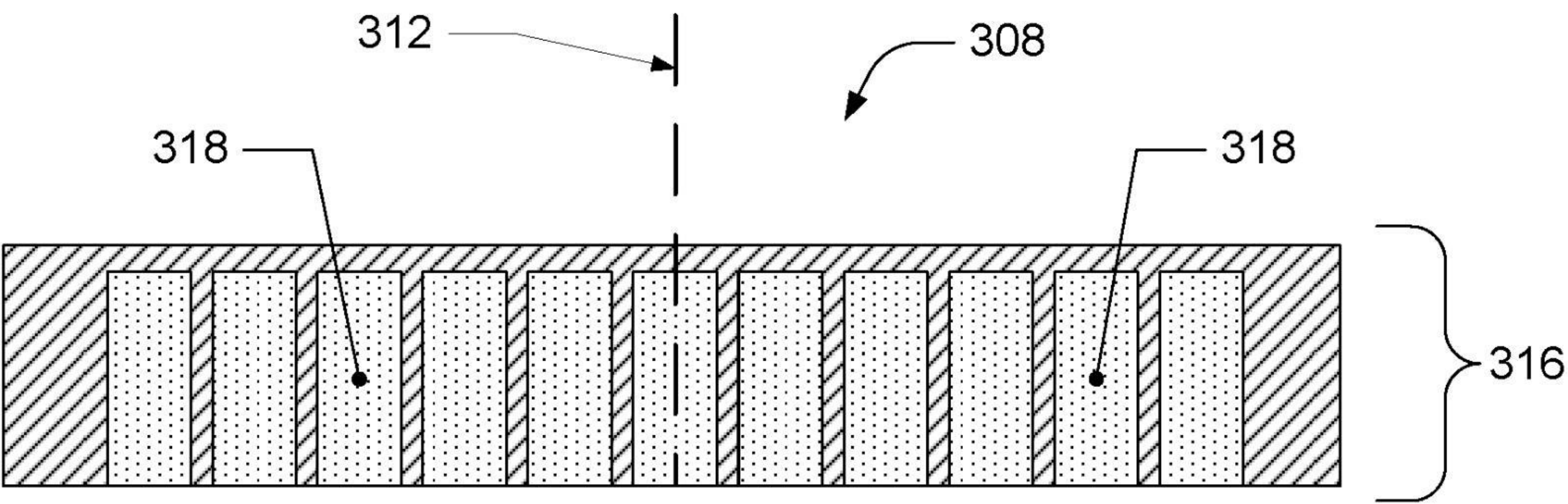
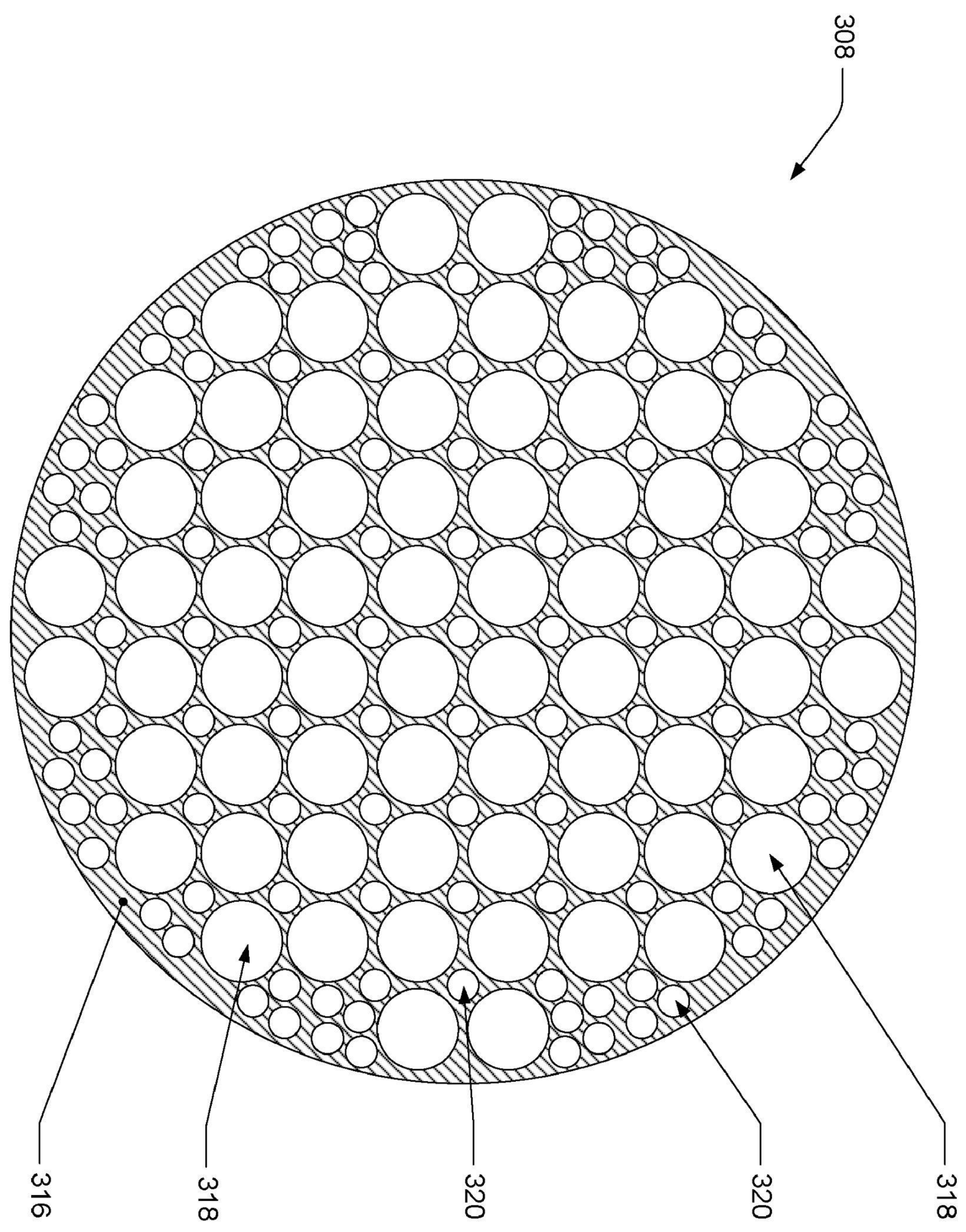


圖 7

圖 8



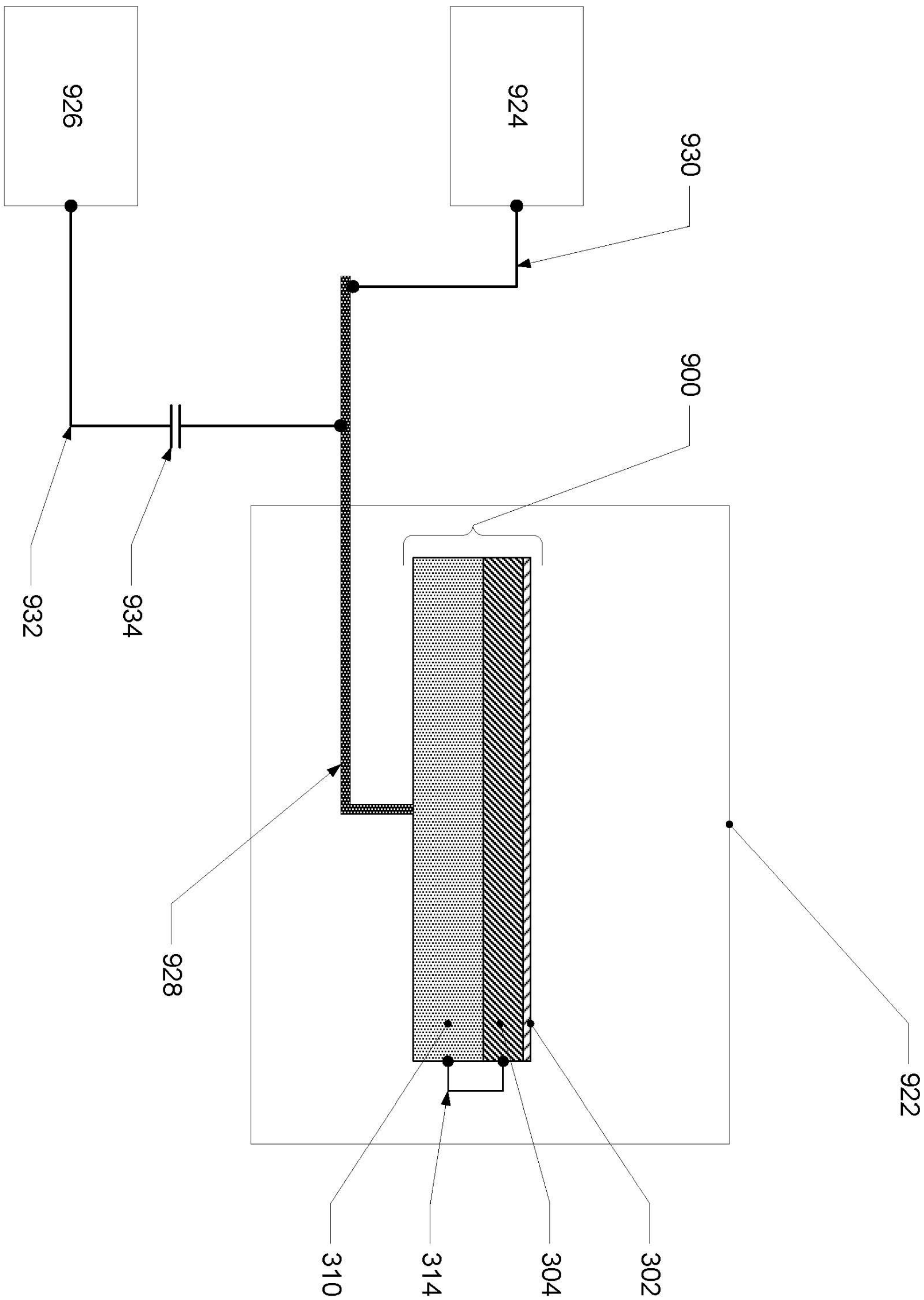


圖 9

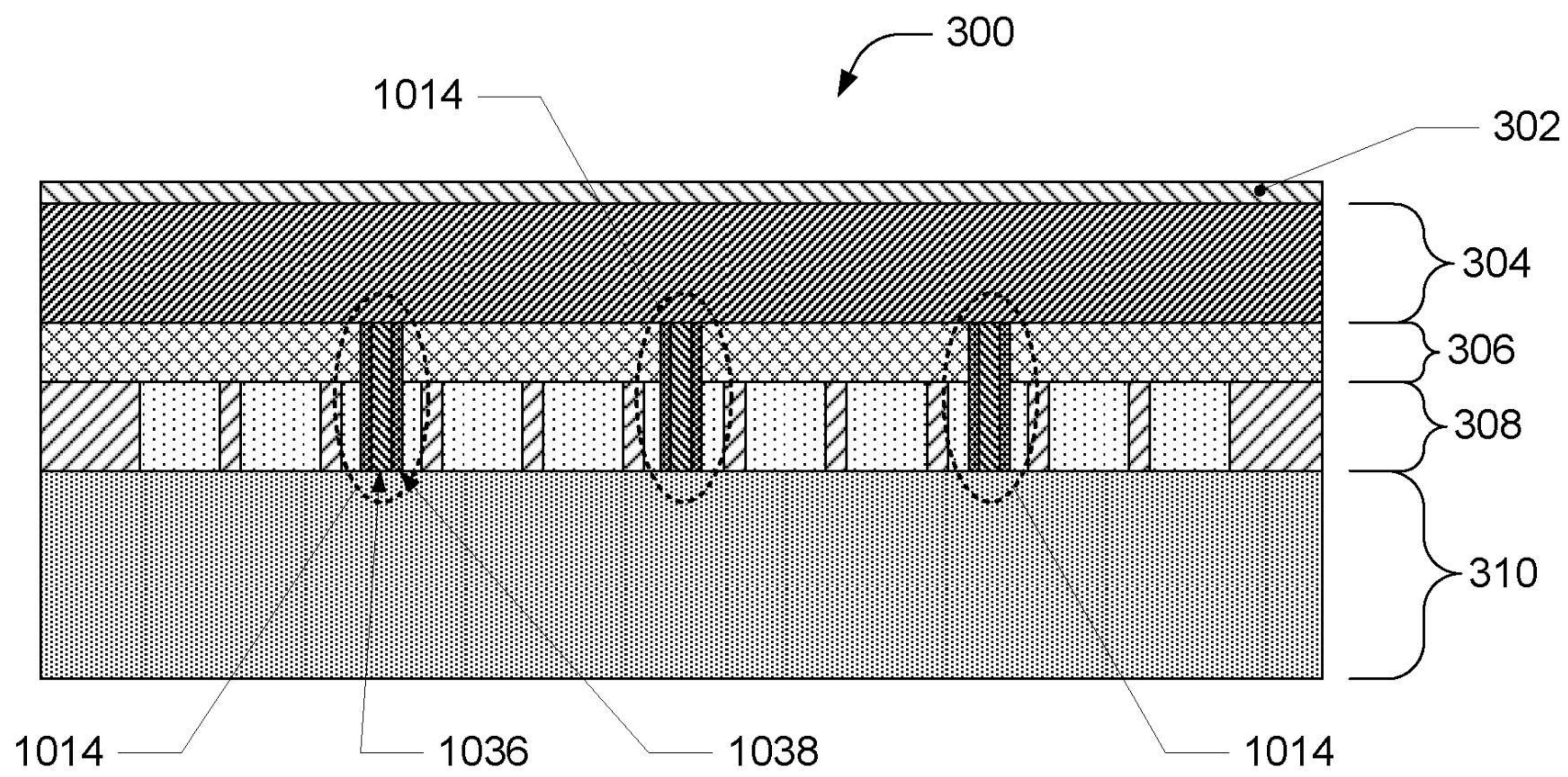


圖 10

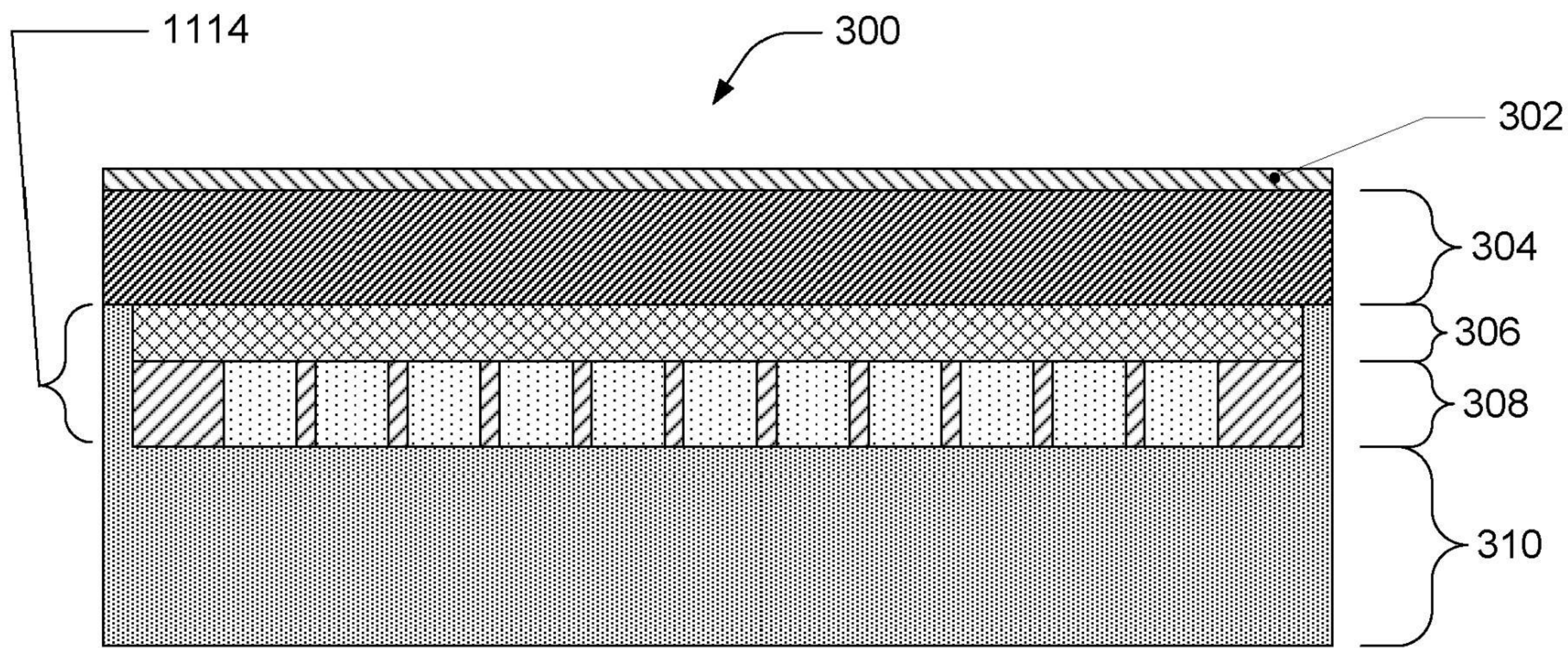


圖 11

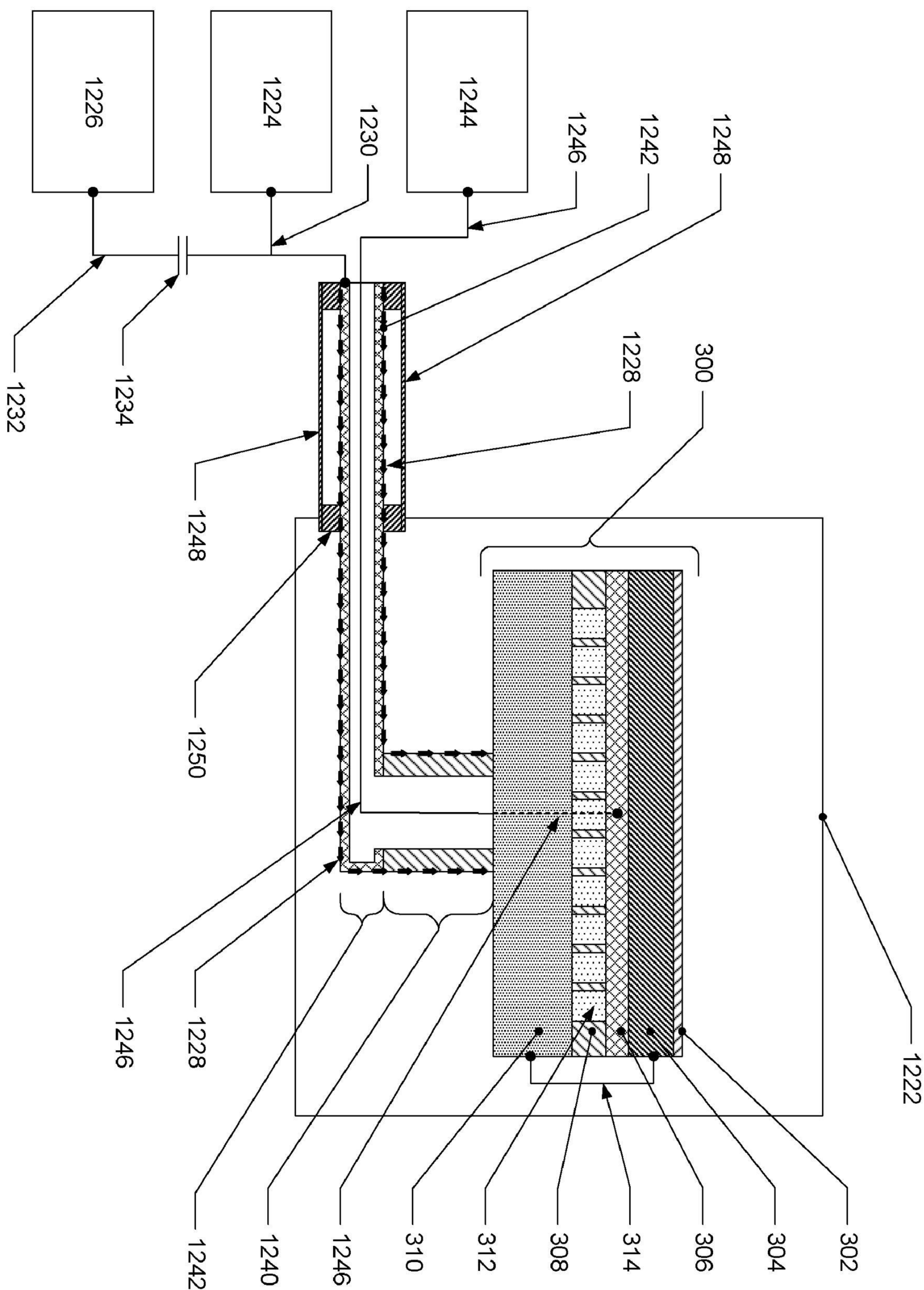


圖 12

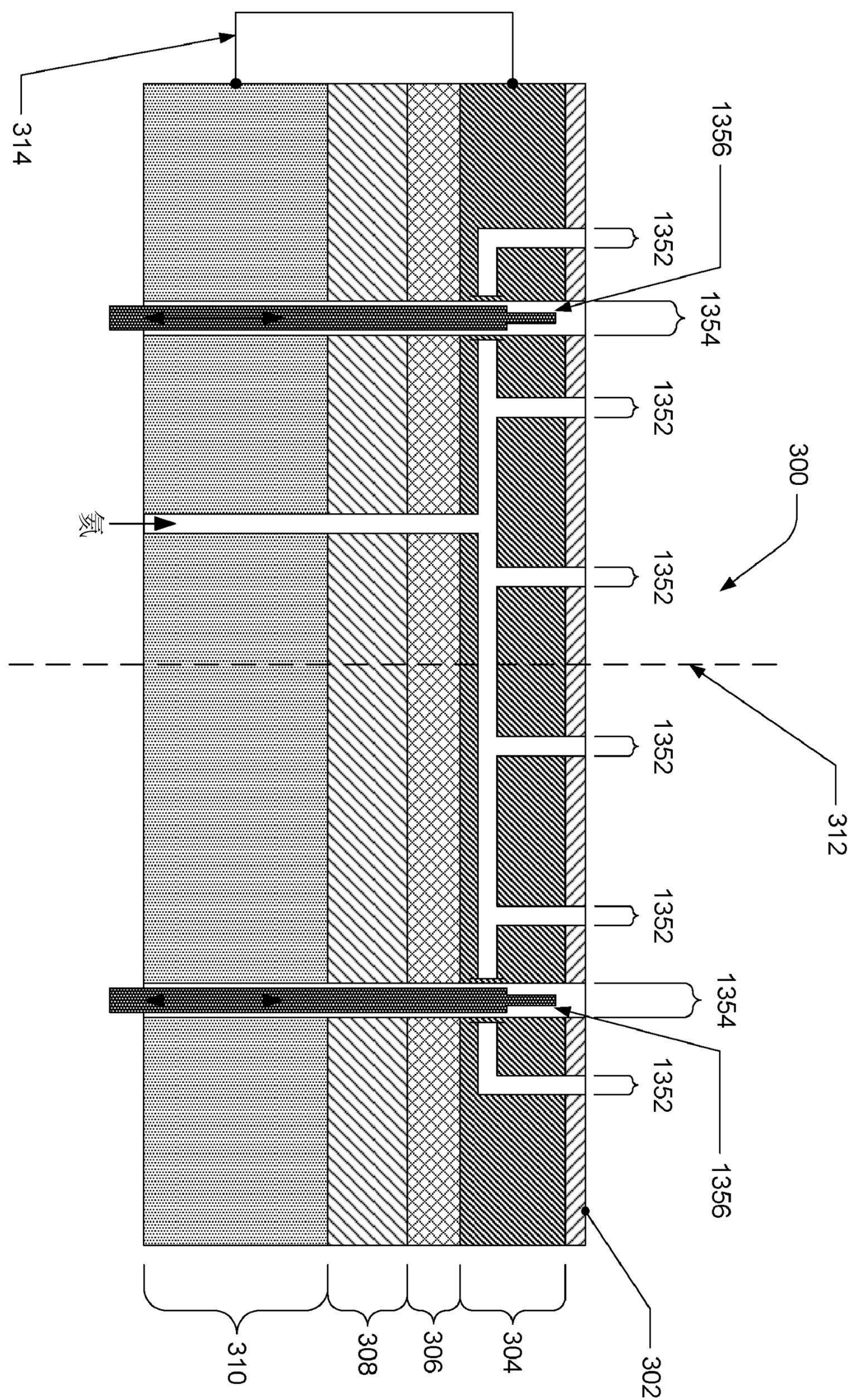


圖 13