



(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 I857432 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：111149118

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 25 日

(51) Int. Cl. : H01J37/32 (2006.01)

H05H1/46 (2006.01)

(30) 優先權：2016/08/16 美國

15/238,695

(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：克勞司 菲利浦亞倫 KRAUS, PHILIP ALLAN (US) ; 蔡 泰正 CHUA, THAI
CHENG (SG)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

TW 201626429A

JP 2013-171847A

US 5179264

US 5961871

US 2006/0137613A1

US 2011/0174778A1

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 33 頁

(54) 名稱

電漿處理工具

(57) 摘要

實施例包括模組式微波源。在一個實施例中，模組式微波源包括電壓控制電路、電壓控制振盪器，其中來自該電壓控制電路的輸出電壓驅動該電壓控制振盪器中的振盪。模組式微波源亦可包括耦接至該電壓控制振盪器的固態微波放大電路。在一個實施例中，固態微波放大電路把來自該電壓控制振盪器的輸出放大。模組式微波源亦可包括耦接至該固態微波放大電路的施用器 (applicator)，其中該施用器是介電共振器。

Embodiments include a modular microwave source. In an embodiment, the modular microwave source comprises a voltage control circuit, a voltage controlled oscillator, where an output voltage from the voltage control circuit drives oscillation in the voltage controlled oscillator. The modular microwave source may also include a solid state microwave amplification circuitry coupled to the voltage controlled oscillator. In an embodiment, the solid state microwave amplification circuitry amplifies an output from the voltage controlled oscillator. The modular microwave source may also include an applicator coupled to the solid state microwave amplification circuitry, where the applicator is a dielectric resonator.

指定代表圖：

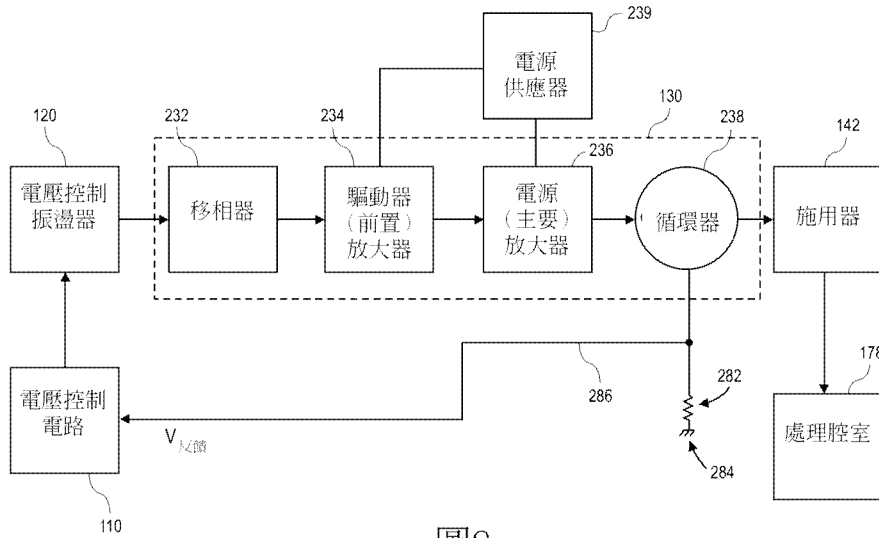


圖2

符號簡單說明：

- 110:電壓控制電路
- 120:電壓控制振盪器
- 130:微波放大電路
- 142:施用器
- 178:腔室
- 232:移相器
- 234:前置放大器
- 236:主微波功率放大器
- 238:循環器
- 239:電源供應器
- 282:虛擬負載
- 284:接地
- 286:反饋線



I857432

【發明摘要】

【中文發明名稱】電漿處理工具

【英文發明名稱】PLASMA PROCESSING TOOL

【中文】

實施例包括模組式微波源。在一個實施例中，模組式微波源包括電壓控制電路、電壓控制振盪器，其中來自該電壓控制電路的輸出電壓驅動該電壓控制振盪器中的振盪。模組式微波源亦可包括耦接至該電壓控制振盪器的固態微波放大電路。在一個實施例中，固態微波放大電路把來自該電壓控制振盪器的輸出放大。模組式微波源亦可包括耦接至該固態微波放大電路的施用器（applicator），其中該施用器是介電共振器。

【英文】

Embodiments include a modular microwave source. In an embodiment, the modular microwave source comprises a voltage control circuit, a voltage controlled oscillator, where an output voltage from the voltage control circuit drives oscillation in the voltage controlled oscillator. The modular microwave source may also include a solid state microwave amplification circuitry coupled to the voltage controlled oscillator,. In an embodiment, the solid state microwave amplification circuitry amplifies an output from the voltage controlled oscillator. The modular microwave source may also include an applicator coupled to the solid state microwave amplification circuitry, where the applicator is a dielectric resonator.

【指定代表圖】第（ 2 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 1 0 電壓控制電路
- 1 2 0 電壓控制振盪器
- 1 3 0 微波放大電路
- 1 4 2 施用器
- 1 7 8 腔室
- 2 3 2 移相器
- 2 3 4 前置放大器
- 2 3 6 主微波功率放大器
- 2 3 8 循環器
- 2 3 9 電源供應器
- 2 8 2 虛擬負載
- 2 8 4 接地
- 2 8 6 反饋線

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】電漿處理工具

【英文發明名稱】PLASMA PROCESSING TOOL

【技術領域】

[交叉相關引用]

【0001】 本申請案依專利法主張於2016年8月16日提出申請的名稱為「模組式微波電漿源」之美國非臨時專利申請案第15/283,695號之優先權權益，本申請案之參考整體上結合以上美國專利申請案之揭露。

【0002】 實施例係關於微波電漿源的領域，且具體言之，係關於模組式微波電漿源，其包括固態電子元件及用於將微波輻射耦合氣體以形成電漿的施用器（applicator）。

【先前技術】

【0003】 電漿處理廣泛地使用於許多不同技術的製造中，如半導體工業中、顯示技術、微機電系統（MEMS）等的製造中。目前，最常使用的是射頻（RF）產生的電漿。然而，用微波源產生的電漿允許更密集的電漿及（或）具有高濃度的受激發中性成分的電漿。不幸的是，以微波源產生的電漿亦受其自身的缺點所苦。

【0004】 典型的微波電漿系統使用單一的、大型微波輻射源（通常是磁控管）以及用於將微波輻射從磁控管引導至處理腔室的傳輸路徑。對於半導體工業中典型的高功率應用，傳輸路徑是微波波導。因為使用了波導，波導的外

部設計成承載特定頻率的微波源，所以微波功率隨距離快速衰減。亦需要額外的組件，如調諧器、耦合器、模式變壓器等將微波輻射輸送到處理腔室。這些元件把建造限制為大型系統（即至少與波導及相關的元件之總和一樣大），以及嚴重地限制了其設計。因為電漿的幾何形狀類似於波導的形狀，使得可產生的電漿的幾何形狀受到限制。因此，難以將電漿的幾何形狀與正被處理的基板的幾何形狀相匹配。特別是，在更大基板（如300mm或更大的晶圓）的整個表面上產生電漿的地方難以產生微波電漿。某些微波產生的電漿可使用槽線天線以允許微波能量被分佈在延伸的表面上。然而，此類系統是複雜的，需要特定的幾何形狀，且受限於可以耦接至電漿的功率密度。

【0005】 另外，微波源通常產生不是高度均勻的且(或)無法具有空間可調諧密度的電漿。隨著正在處理的基板的尺寸不斷增加，變得越來越難以應付邊緣效應。此外，無法調諧電漿限制了修改處理配方來處理接踵而來的基板非均勻性之能力以及限制了調整用於處理系統的電漿密度，在處理系統中需要非均勻性去補償處理系統的設計（如容許在某些處理腔室中旋轉晶圓的非均勻徑向速度）。

【發明內容】

【0006】 實施例包括模組式微波源。在一個實施例中，模組式微波源包括電壓控制電路、電壓控制振盪器，其中來自該電壓控制電路的輸出電壓驅動該電壓控制振盪器

中的振盪。模組式微波源亦可包括耦接至該電壓控制振盪器的固態微波放大電路。在一個實施例中，固態微波放大電路把來自該電壓控制振盪器的輸出放大。模組式微波源亦可包括耦接至該固態微波放大電路的施用器，其中該施用器是介電共振器。

【0007】 額外的實施例可包括一種電漿處理工具，包括處理腔室和耦接至處理腔室的複數個模組式微波源。複數個模組式微波源可包括一陣列的施用器及一陣列的微波放大電路，其中該陣列的施用器相對於處理腔室中的卡盤定位，一或多個基板在該卡盤上被處理，其中各微波放大電路耦接至該陣列的施用器中的該等施用器中的不同個施用器。

【0008】 以上發明內容不包括詳盡清單的所有實施例。可以預期的是，包含的所有系統和方法可以從上面概述的各式實施例之所有合適組合來實施，以及可以從以下實施方式與本案所申請的申請專利範圍具體指出的揭示中來實施。此等組合具有沒有具體記載於上述發明內容中的特別優點。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖1是根據一實施例的電漿處理工具之示意圖，電漿處理工具包括模組式微波電漿源。

【0010】 圖2是根據一實施例的固態微波電漿源的示意方塊圖。

【0011】圖3A是根據一個實施例可用於耦合微波輻射至處理腔室的施用器之截面圖示。

【0012】圖3B是根據一實施例的一陣列的施用器的截面圖示，該陣列的施用器定位在一介電片材上，該介電片材為處理腔室的部分。

【0013】圖4A是根據一個實施例的一陣列的施用器的平面圖，該陣列的施用器可用於將微波輻射耦合至處理腔室。

【0014】圖4B是根據一個實施例的一陣列的施用器的平面圖，該陣列的施用器可用於將微波輻射耦合至處理腔室。

【0015】圖4C是根據實施例的一陣列的施用器與複數個感測器的平面圖，複數個感測器用於偵測電漿的狀況。

【0016】圖4D是根據一個實施例的一陣列的施用器之平面圖，該陣列的施用器在多區處理工具的一個區中形成。

【0017】圖5繪示了可與根據一實施例的模組式微波輻射源一起使用的示範性電腦系統。

【實施方式】

【0018】根據各種實施例描述包括一或多個模組式微波電漿源之裝置。在下面的描述中，闡述了許多具體細節，以提供對實施例的全面理解。顯然，發明所屬領域中具有通常知識者可在沒有這些具體細節的情況下實施此等實施例。在其他實例中，為了不必要地混淆實施例，未

詳述習知的態樣。此外，應理解到，在附圖中所示的各種實施例是說明性表示且不一定按比例繪示。

【0019】 實施例包括包含了一或多個微波模組的微波源。根據一個實施例，每個微波模組包括微波固態電子部分和施用器部分。在一個實施例中，施用器部分可以是介電共振器。

【0020】 使用固態電子元件代替磁控管允許尺寸和電漿源的複雜性顯著減少。具體來說，固態元件遠比上述的磁控管硬體小。另外，使用固態元件允許消除將微波輻射傳送到處理腔室所需要的大量波導。相反地，微波輻射可用同軸電纜傳輸。波導的消除亦允許構造大面積的微波源，其中所形成的電漿尺寸不受限波導的尺寸。相反地，一陣列微波模組可依一給定的圖案（*pattern*）構造，允許電漿是任意大（和任意形狀）的形成來匹配任何基板的形狀。此外，可選擇施用器的橫截面形狀，使得該陣列的施用器可儘可能緊密地（即緊密堆積陣列）聚集在一起。

【0021】 使用一陣列的微波模組亦藉由獨立改變每個微波模組的功率設定來提供更大的彈性而有能力局部改變電漿密度。如此允許在電漿處理期間作均勻性最佳化，如為晶圓邊緣效應進行調整，為接踵而來的晶圓非均勻性進行調整，以及有能力為處理系統的電漿密度進行調整，在處理系統中需要非均勻性去補償處理系統的設計（如容許在某些處理腔室中旋轉晶圓的非均勻徑向速度）。

【0022】 另外的實施例亦可包括一或多個電漿監測感測器。此類實施例提供了一種方法藉由每個施用器局部地量測電漿密度（或任何其他電漿性質），及使用該量測作為反饋迴路的部分來控制施加到每個微波模組的功率。因此，每個微波模組可具有獨立的反饋，或者該陣列中一子集的微波模組可依控制區域分群組，在控制區域的群組中反饋迴路控制該區域中的該子集的微波模組。

【0023】 除了電漿的增強調諧之外，使用獨立微波模組提供了比目前可用的電漿源更大的功率密度。例如，微波模組可允許比典型RF電漿處理系統大大約五或更多倍的功率密度。例如，進入電漿增強化學氣相沉積處理的典型功率是約3000W，及為300mm直徑的晶圓提供約 4 W/cm^2 的功率密度。相反地，微波模組根據實施例可將300W功率放大器與4cm直徑的施用器一起使用，以提供約 24 W/cm^2 的功率密度。

【0024】 現在參照圖1，根據一個實施例，所示為處理工具100的橫截面圖。處理工具100可以是適合於利用電漿的任何類型的處理操作之處理工具。例如，電漿處理工具100可以用於電漿增強化學氣相沉積（PECVD）、電漿增強原子層沉積（PEALD）、蝕刻和選擇性去除以及電漿清洗的處理工具。儘管本案詳細描述的實施例是針對電漿處理工具，但是應當理解，額外的實施例可包括包含利用微波輻射的任何工具之處理工具100。例如，利用

微波輻射而不需要形成電漿的處理工具 100 可包括工業加熱和（或）固化處理工具 100。

【0025】 一般來說，實施例包括處理工具 100，其包含腔室 178。在用於電漿處理的處理工具 178 中，腔室 178 可以是真空腔室。真空腔室可包括用於將氣體從腔室移除以提供所需真空的泵（未圖示）。額外實施例可包括腔室 178，其包含用於提供處理氣體進入腔室 178 的一或多個氣體接線 170 及用於將副產物從腔室 178 去除的一個或多個排氣接線 172。儘管未圖示，但是可以理解的是，處理工具可包括用於將處理氣體均勻分配在基板 174 上的噴頭。

【0026】 在一個實施例中，基板 174 可被支撐於卡盤 176 上。例如，卡盤 176 可以是任何合適的卡盤，如靜電卡盤。卡盤亦可包括冷卻線和（或）加熱器，以在處理期間為基板 174 提供溫度控制。由於本案所述的微波模組的模組式配置，實施例允許處理工具 100 容納任何尺寸的基板 174。例如，基板 174 可以是半導體晶圓（如 200 mm、300 mm、450 mm 或更大）。除了半導體晶圓之外，替代實施例亦包括基板 174。例如，實施例可包括經配置以用於處理玻璃基板（如用於顯示技術）的處理工具 100。

【0027】 根據一個實施例，處理工具 100 包括一或多個模組式微波源 105。模組式微波源 105 可包括固態微波放大電路 130 和施用器 142。在一個實施例中，電壓控制電路 110 提供輸入電壓給電壓控制振盪器 120，以產生傳送

到每個模組式微波源105中的固態微波放大電路130之所需頻率的微波輻射。在由微波放大電路130處理之後，微波輻射被傳送到施用器142。根據一實施例，一陣列140的施用器142耦接至腔室178且每個功能作為用於將微波輻射與腔室178中的處理氣體耦合以產生電漿之天線。

【0028】現在參照圖2，根據一個實施例，詳盡表示與描述模組式微波源中的電子元件的示意方塊圖。如上所述，電壓控制電路110提供輸入電壓給電壓控制振盪器120。實施例可包括約1V至10V之間直流的輸入電壓。電壓控制振盪器120是振盪頻率由輸入電壓控制的電子振盪器。根據一個實施例，來自電壓控制電路110的輸入電壓使得電壓控制振盪器120以所需頻率振盪。在一個實施例中，微波輻射可具有約2.3GHz至2.6GHz之間的頻率。

【0029】根據一個實施例，微波輻射從電壓控制振盪器120傳送到微波放大電路130。在所示的實施例中，所示為微波放大電路130的一個實例。然而，實施例可包括任何數目的微波放大電路130實例。具體來說，微波放大電路130實例的數量可等於該陣列140的施用器142中所需的施用器142的數量。如此一來，每個施用器142可耦接至微波放大電路130的不同實例，以提供供應到每個施用器142的功率之獨立控制。根據一個實施例，當超過一個的模組式微波源105在處理工具100中使用時，微波放

大電路 130 可包括一個移相器 232。當僅使用單一施用器時，可省略移相器 232。微波放大電路 130 亦可包括驅動器/前置放大器 234，以及各自與電源供應器 239 耦接的主微波功率放大器 236。根據一實施例，微波放大電路 130 可以以脈衝模式運作。例如，微波放大電路 130 可具有 1% 至 99% 之間的工作週期。在一個更具體的實施例中，微波放大電路 130 可具有約 15% 至 30% 之間的工作週期。

【0030】 在一個實施例中，微波輻射可在被放大後，被傳送到施用器 142。然而，被傳送到施用器 142 的功率的部分可能因為輸出阻抗的失配而被反射回來。因此，一些實施例亦包括反饋線 286，其允許反射的功率的位準被反饋到電壓控制電路 110。可藉由使用功率放大器 236 和施用器 142 之間的循環器 238 將反射的功率 $V_{\text{反饋}}$ 位準引導到反饋線 286。循環器 238 將反射的功率引導到虛擬負載 282 與接地 284，其中在虛擬負載 282 之前，反射的功率 $V_{\text{反饋}}$ 位準被讀取。在一個實施例中，藉由電壓控制電路 110 使用反射的功率 $V_{\text{反饋}}$ 位準來調整發送到電壓控制振盪器 120 的輸出電壓，其接著改變傳送到微波放大電路 130 的微波輻射的輸出頻率。這樣一個反饋迴路的存在允許實施例提供電壓控制振盪器 120 的輸入電壓之連續控制，並允許減少反射的功率 $V_{\text{反饋}}$ 位準。在一個實施例中，電壓控制振盪器 120 的反饋控制可允許反射的功率位準小於前向功率的約 5%。在一些實施例中，電壓控制振盪

器 1 2 0 的反饋控制可以允許反射的功率位準小於前向功率的約 2 %。因此，實施例允許增加耦接至處理腔室 1 7 8 的前向功率的百分比，以及增加耦接至電漿的可用功率密度。此外，使用反饋線 2 8 6 的阻抗調諧優於在典型槽板天線中的阻抗調諧。在槽板天線中，阻抗調諧涉及移動在施用器中形成的兩個介電金屬塊（dielectric slug）。這涉及到施用器中兩個單獨元件的機械運動，這增加了施用器的複雜性。此外，機械運動可能不如由電壓控制振盪器 1 2 0 提供的頻率變化精確。

【0 0 3 1】現在參考圖 3 A，所示為根據一個實施例之施用器 1 4 2 的剖切圖。在一個實施例中，微波輻射藉由同軸電纜 3 5 1 傳送到施用器 1 4 2，同軸電纜 3 5 1 耦接至軸向延伸透過施用器 1 4 2 的單極 3 5 7。單極 3 5 7 亦可延伸到通道 3 5 8，通道 3 5 8 形成進入到介電共振腔 3 5 3 的中心。介電共振腔 3 5 3 可以是介電材料，如石英、氧化鋁、氧化鈦或類似物。另外的實施例亦可包括不包含一材料的共振腔 3 5 3（即介電共振腔 3 5 3 可以是空氣或真空）。根據一個實施例，調整介電共振器的尺寸，使得介電共振器支援微波輻射的共振。一般來說，介電共振腔 3 5 3 的尺寸取決於用於形成介電共振腔 3 5 3 和微波輻射的頻率之材料的介電常數。例如，具有更高介電常數的材料將允許將要形成的共振腔 3 5 3 更小。在介電共振腔 3 5 3 包括圓形橫截面的一個實施例中，介電共振腔 3 5 3 的直徑可以是約 1 c m 至 1 5 c m 之間。在一個實施例中，介電共振腔 3 5 3 沿著垂直

於單極 357 的平面之橫截面可以是任何形狀，只要介電共振腔 353 的尺寸足以支援共振。在圖示的實施例中，沿垂直於單極 357 的平面之橫截面是圓形的，儘管亦可使用其他形狀，如多邊形（如三角形、矩形等）、對稱的多邊形（如正方形、五邊形、六邊形等）、橢圓形或類似的。

【0032】 在一個實施例中，介電共振腔 353 在垂直於單極 357 的所有平面處的橫截面可不是相同的。例如，靠近施用器殼體 355 開口端的底部延伸之橫截面比靠近通道 358 的介電共振腔之橫截面更寬。除了具有不同尺寸的橫截面之外，介電共振腔 353 可具有不同形狀的橫截面。例如，靠近通道 358 的介電共振腔 353 的部分可具有圓形形狀橫截面，而靠近施用器殼體 355 開口端的介電共振腔 353 的部分可以是對稱的多邊形形狀（如五邊形、六邊形等）。然而，可以理解，實施例亦可包括在垂直於單極 357 的所有平面具有均勻橫截面的介電共振腔 353。

【0033】 根據一個實施例，施用器 353 亦可包括阻抗調諧後短路（backshort）356。後短路 356 可以是在施用器殼體 355 的外表面上滑動的可移動外殼。當需要對阻抗作調整時，致動器（未圖示）可沿施用器殼體 355 的外表面滑動後短路 356 以改變後短路 356 表面與介電共振腔 353 的頂表面之間的距離 D 。因此，實施例提供調整系統中阻抗超過一種的方法。根據一個實施例，可將阻抗調諧後短路 356 與以上所述的反饋處理一起使用來處理阻抗

失配。或者，可獨自使用反饋處理或阻抗調諧後短路 356 來調整阻抗失配。

【0034】 根據一個實施例，施用器 142 作為介電天線，其直接將微波電磁場耦合入處理腔室 178。進入介電共振腔 353 單極 357 的特定軸向排列可產生 $TM_{01\delta}$ 模式激發。然而，不同模式的激發可能有不同施用器的排列。例如，儘管圖 3 所示為軸向排列，但是應當理解的是，單極 357 可從其他定向進入介電共振腔 353。在一個此類實施例中，單極 357 可橫向進入介電共振腔 353（即穿過介電共振腔 353 的側壁）。

【0035】 現在參照圖 3B，根據一個實施例，所示為處理工具 100 的部分具有耦接至腔室 178 的一陣列 140 的施用器 142。在圖示的實施例中，來自施用器 142 的微波輻射藉由靠近介電板 350 定位而耦接至腔室 178。施用器 142 靠近介電板 350 允許在介電共振腔 353（在圖 3B 中未圖示）中共振的微波輻射與介電板 350 耦合，其可接著與腔室中的處理氣體耦合以產生電漿。在一個實施例中，介電共振腔 353 可與介電板 350 直接接觸。在另外的實施例中，介電共振腔 353 可與介電板 350 的表面間隔開，只要微波輻射仍然可以傳送到介電板 350 即可。

【0036】 根據一實施例，該陣列 140 的施用器 142 可從介電板 350 移除（如，為了維護或為了任何其他原因，以重新排列該陣列的施用器以容納具有不同尺寸的基板）而無需將介電板 350 從腔室 178 移除。因此，施用器 142 可

從處理工具 100 移除而無需在腔室 178 釋放真空。根據另外的實施例中，介電板 350 亦可用作氣體注入板或噴頭。

【0037】 如上所述，一陣列的施用器 140 可經佈置使得它們提供任意形狀基板 174 的覆蓋。圖 4A 是一陣列 140 的施用器 142 依匹配圓形基板 174 的圖案佈置之平面圖。藉由依大致匹配基板 174 形狀的圖案形成複數個施用器 142，電漿在基板 174 的整個表面上變得可調諧。例如，每個施用器 142 可經控制，使得形成橫跨基板 174 整個表面上具有均勻電漿密度之電漿。或者，一個或多個施用器 142 可經獨立地控制，以提供橫跨基板 174 表面可變的電漿密度。如此一來，可校正存在於基板上的接踵而來的非均勻性。例如，靠近基板 174 外週的施用器 142 可經控制以具有不同於靠近基板 174 中心的施用器之功率密度。

【0038】 在圖 4A 中，陣列 140 中的施用器 142 以同心環自基板 174 中心延伸出來一系列地聚集在一起。然而，實施例不限於此類配置，且可根據處理工具 100 的需求使用任何合適的間隔和（或）圖案。此外，實施例允許施用器 142 具有如上所述任何對稱的橫截面。因此，可選擇用於施用器的橫截面形狀以提供增強的堆積效率（packing efficiency）。

【0039】 現在參考圖 4B，根據一個實施例，所示具有非圓形橫截面的一陣列 140 的施用器 142 之平面圖。所示的實施例包括具有六邊形橫截面的施用器 142。使用此類

施用器可允許改進堆積效率，因為每個施用器 142 的周邊可幾乎完美匹配鄰近的施用器 142。因此，由於可最小化每個施用器 142 之間的時間隔，甚至可進一步增進電漿的均勻性。儘管圖 4 B 繪示鄰近施用器 142 共用側壁表面，但是應當理解，實施例亦可包括非圓形的對稱形狀的施用器，其包括相鄰施用器 142 之間的時間隔。

【0040】 現在參考圖 4 C，根據一個實施例，所示一陣列 140 的施用器 142 的平面示意圖。圖 4 C 的陣列 140 實質類似於上面參照圖 4 A 所描述的陣列 140，除了其包含了複數個感測器 490 在內。複數個感測器提供改善的處理監測功能，其可用於提供每個模組式微波源 105 額外的反饋控制。在一個實施例中，感測器 490 可包括一或多個不同的感測器類型 490，如電漿密度感測器、電漿發射感測器或類似物。橫跨基板 174 表面定位感測器允許處理腔室 100 給定位置處的電漿屬性得到監測。

【0041】 根據一個實施例，每個施用器 142 可與不同的感測器 490 配對。在此類實施例中，來自每個感測器 490 的輸出可用來為已經與感測器 490 配對的對應施用器 142 提供反饋控制。額外的實施例可包括將每個感測器 490 與複數個施用器 142 配對。例如，每個感測器 490 可提供為感測器 490 位於附近的多個施用器 142 提供反饋控制。在又一個實施例中，來自複數個感測器 490 的反饋可用作為多人多出（MIMO）控制系統的一部分。在這種實施例中，每個施用器 142 可基於來自多個感測器 490

的反饋作調整。例如，直接相鄰於第一施用器 142 的第一感測器 490 可被加權以提供控制作用 (control effort) 給第一施用器 142，該控制作用比由相較第一感測器 490 相距第一施用器 142 位於更遠的第二感測器 490 施行在第一施用器 142 上的控制作用更大。

【0042】 現在參照圖 4D，根據一個實施例，所示定位在多區處理工具 100 中的一陣列 140 的施用器 142 之額外平面示意圖。在一個實施例中，多區處理工具 100 可包括任何數量的區域。例如，圖示的實施例包括區域 $475_1 - 475_n$ 。每個區域 475 可經配置以在旋轉透過不同區域 475 的基板 174 上施行不同的處理操作。如圖所示，一單一陣列 140 定位在區域 475_n 中。然而，根據裝置的需求，實施例可包括在不同區域 475 中的一或多個具有一陣列 140 的施用器 142 之多區處理工具 100。由實施例所提供的電漿空間可調諧密度允許基板 174 透過不同區域 475 時，容許旋轉基板 174 非均勻的徑向速度。

【0043】 現在參考圖 5，根據一個實施例，圖示處理工具 100 的示例性電腦系統 560 的方塊圖。在一個實施例中，電腦系統 560 耦接至處理工具 100 並控制處理工具 100 中的處理。電腦系統 560 可與局域網路 (LAN)、內聯網、外聯網或網際網路中的其他機器連接 (如以網路連接)。電腦系統 560 可以以伺服器或主從網路環境中的客戶端機器或作為點對點 (或分散式) 網路環境中的同級機器 (peer machine) 之能力操作。電腦系統 560 可以是

個人電腦（PC）、平板PC、機上盒（STB）、個人數位助理（PDA）、蜂巢形電話、網路設備、伺服器、網路路由器、交換器或橋接器或者能夠執行指定機器執行的特定動作之一組指令（有順序的或者其他方式）的任何機器。此外，儘管僅繪示了單一機器作為電腦系統560，但是術語「機器（machine）」應當理解為包括獨立或共同執行一組（或多組）指令來施行本說明書所述之一或複數個方法之任何機器集合（如電腦）。

【0044】電腦系統560可包括（具有指令儲存於其上的非暫態機器可讀取媒體之）電腦程式產品或軟體522，其可用來編程電腦系統560（或其他電子裝置）以施行根據實施例的處理。機器可讀取媒體包括用於以機械可讀取（如電腦）的形式儲存或發送資訊的任何機制（mechanism）。例如，機器可讀取（如電腦可讀取）媒體包括機器（如電腦）可讀取儲存媒體（如唯讀記憶體（「ROM」）、隨機存取記憶體（「RAM」）、磁碟儲存媒體、光儲存媒體、快閃記憶體裝置等）、機器（如電腦）可讀取傳輸媒體（電、光、聲或其他傳播訊號的形式（如紅外線訊號、數位訊號等））等。

【0045】在一個實施例中，電腦系統560包括系統處理器502、主記憶體504（如唯讀記憶體（ROM）、快閃記憶體、動態隨機存取記憶體（DRAM，如同步DRAM（SDRAM）或Rambus DRAM（RDRAM）等）、靜態記憶體506（如快閃記憶體、靜態隨機存取記憶體

(S R A M) 等) 或輔助記憶體 5 1 8 (如資料儲存裝置) , 以上各者經由總線 5 3 0 彼此通信。

【 0 0 4 6 】 系統處理器 5 0 2 代表一或多個通用處理裝置, 如微系統處理器、中央處理單元或類似物。更具體言之, 系統處理器可以是複雜指令集計算 (C I S C) 微系統處理器、精簡指令集計算 (R I S C) 微系統處理器、超長指令集 (V L I W) 微系統處理器、執行其他指令集的系統處理器或者執行指令集組合的系統處理器。系統處理器 5 0 2 亦可以是一或複數個專用處理裝置, 如特殊用途積體電路 (A S I C) 、可程式化邏輯閘陣列 (F P G A) 、數位訊號系統處理器 (D S P) 、網路系統處理器或類似物。系統處理器 5 0 2 經配置以執行用於施行本說明書所述之操作之處理邏輯 5 2 6 。

【 0 0 4 7 】 電腦系統 5 6 0 可進一步包括系統網路介面裝置 5 0 8 , 其用於與其他裝置或機器通信。電腦系統 5 6 0 亦可包括視訊顯示單元 5 1 0 (如液晶顯示器 (L C D) 、發光二極體顯示器 (L E D) 或陰極射線管 (C R T)) 、文數字輸入裝置 5 1 2 (如鍵盤) 、光標控制裝置 5 1 4 (如滑鼠) 和訊號產生裝置 5 1 6 (如揚聲器) 。

【 0 0 4 8 】 輔助記憶體 8 1 8 可包括機器可存取儲存媒體 5 3 1 (或更具體地來說, 電腦可讀取儲存媒體) , 施行本說明書所述之方法與功能中的任意一或多個之一或多個指令集 (如軟體 5 2 2) 儲存於機器可存取儲存媒體 5 3 1 上。在亦構成機器可讀取儲存媒體的電腦系統 5 6 0 、主記

憶體 504 與系統處理器 502 執行軟體 522 期間，軟體 522 亦可完全或至少部分地駐留在主記憶體 504 內和（或）系統處理器 502 內。軟體 522 亦可進一步經由系統網路介面裝置 508 被發送或接收於網路 520 上。

【0049】 儘管機器可存取儲存媒體 531 所示為單一媒體的示範性實施例，但是術語「機器可讀取儲存媒體」應視為包括儲存一或複數個指令集的單一媒體或複數個媒體（如集中式或分散式資料結構，及（或）相關的快取與伺服器）。術語「機器可讀取儲存媒體」亦應視為包括能夠儲存或編碼用於機器執行的指令集之任何媒體，且其使得機器施行該等方法中的任何一或多個。因此，術語「機器可讀取儲存媒體」應理解為包括但不限於固態記憶體及光和磁性媒體。

【0050】 在前述的說明書中，已經描述了具體的示例性實施例。顯然地，在不背離以下申請專利範圍的範圍下，可為其作各式變化。因此，本說明書和圖式被視為說明性意義而非限制性的意義。

【符號說明】

【0051】

100 處理工具

105 模組式微波源

110 電壓控制電路

120 電壓控制振盪器

130 微波放大電路

- 1 4 0 陣 列
- 1 4 2 施 用 器
- 1 7 0 氣 體 接 線
- 1 7 2 排 氣 接 線
- 1 7 4 基 板
- 1 7 6 卡 盤
- 1 7 8 腔 室
- 2 3 2 移 相 器
- 2 3 4 前 置 放 大 器
- 2 3 6 主 微 波 功 率 放 大 器
- 2 3 8 循 環 器
- 2 3 9 電 源 供 應 器
- 2 8 2 虛 擬 負 載
- 2 8 4 接 地
- 2 8 6 反 饋 線
- 3 5 0 介 電 板
- 3 5 1 同 軸 電 纜
- 3 5 3 介 電 共 振 腔
- 3 5 5 施 用 器 殼 體
- 3 5 6 後 短 路
- 3 5 7 單 極
- 3 5 8 通 道
- 4 9 0 感 測 器
- 4 7 5 ₁ - 4 7 5 _n 區 域

- 5 0 2 系 統 處 理 器
- 5 0 4 主 記 憶 體
- 5 0 6 靜 態 記 憶 體
- 5 0 8 系 統 網 路 介 面 裝 置
- 5 1 0 視 訊 顯 示 器
- 5 1 2 文 數 字 輸 入 裝 置
- 5 1 4 光 標 控 制 裝 置
- 5 1 6 訊 號 產 生 裝 置
- 5 1 8 資 料 儲 存 裝 置
- 5 2 0 網 路
- 5 2 2 軟 體
- 5 2 6 處 理 邏 輯
- 5 3 0 總 線
- 5 3 1 機 器 可 存 取 儲 存 媒 體

【生物材料寄存】

【 0 0 5 2 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 5 3 】 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】 一種電漿處理工具，包括：

一處理腔室；

一介電板，該介電板用於密封該腔室；

一陣列的施用器，該陣列的施用器橫跨該介電板的一外表面佈置，其中每個施用器耦接至不同的一微波放大電路；及

複數個感測器，該複數個感測器位於該腔室內且附接至該介電板，其中該等感測器通訊耦接至該等微波放大電路以提供用於該電漿處理工具的反饋控制。

【請求項2】 如請求項1所述之電漿處理工具，其中該複數個感測器包括電漿感測器，及其中用於每個微波放大電路的反饋控制資料是由該複數個電漿感測器中的一或多個電漿感測器提供的。

【請求項3】 如請求項2所述之電漿處理工具，其中該微波放大電路的該反饋控制包括多人多出（MIMO）控制。

【請求項4】 如請求項1所述之電漿處理工具，其中該微波放大電路進一步包括一移相器。

【請求項5】 如請求項1所述之電漿處理工具，其中該微波放大電路以一脈衝模式操作。

【請求項6】 如請求項1所述之電漿處理工具，其中該

施用器的一橫截面是圓形。

【請求項7】 如請求項1所述之電漿處理工具，其中該施用器的一橫截面是矩形。

【請求項8】 如請求項1所述之電漿處理工具，其中該施用器的一橫截面是一對稱多邊形。

【請求項9】 如請求項1所述之電漿處理工具，進一步包括一阻抗調諧後短路（backshort）。

【請求項10】 如請求項9所述之電漿處理工具，其中該施用器是一介電共振器，其中該介電共振器包括：

介電共振腔，其中該介電共振腔包括一頂表面、一外側壁表面及一底表面，該底表面與該頂表面相對；

一施用器殼體，該施用器殼體繞該介電共振腔的該外側壁表面形成；

且其中該後短路具有一頂表面，該後短路的該頂表面至少部分地面向該介電共振腔的該頂表面，使得在該後短路與該介電共振腔之間界定一空間，且其中該後短路圍繞該施用器殼體的至少一部分而佈置且被配置為沿著該施用器殼體重新定位以改變該後短路的該頂表面與該介電共振腔的該頂表面之間的一距離以調整該空間，藉此改變該施用器的一阻抗。

【發明圖式】

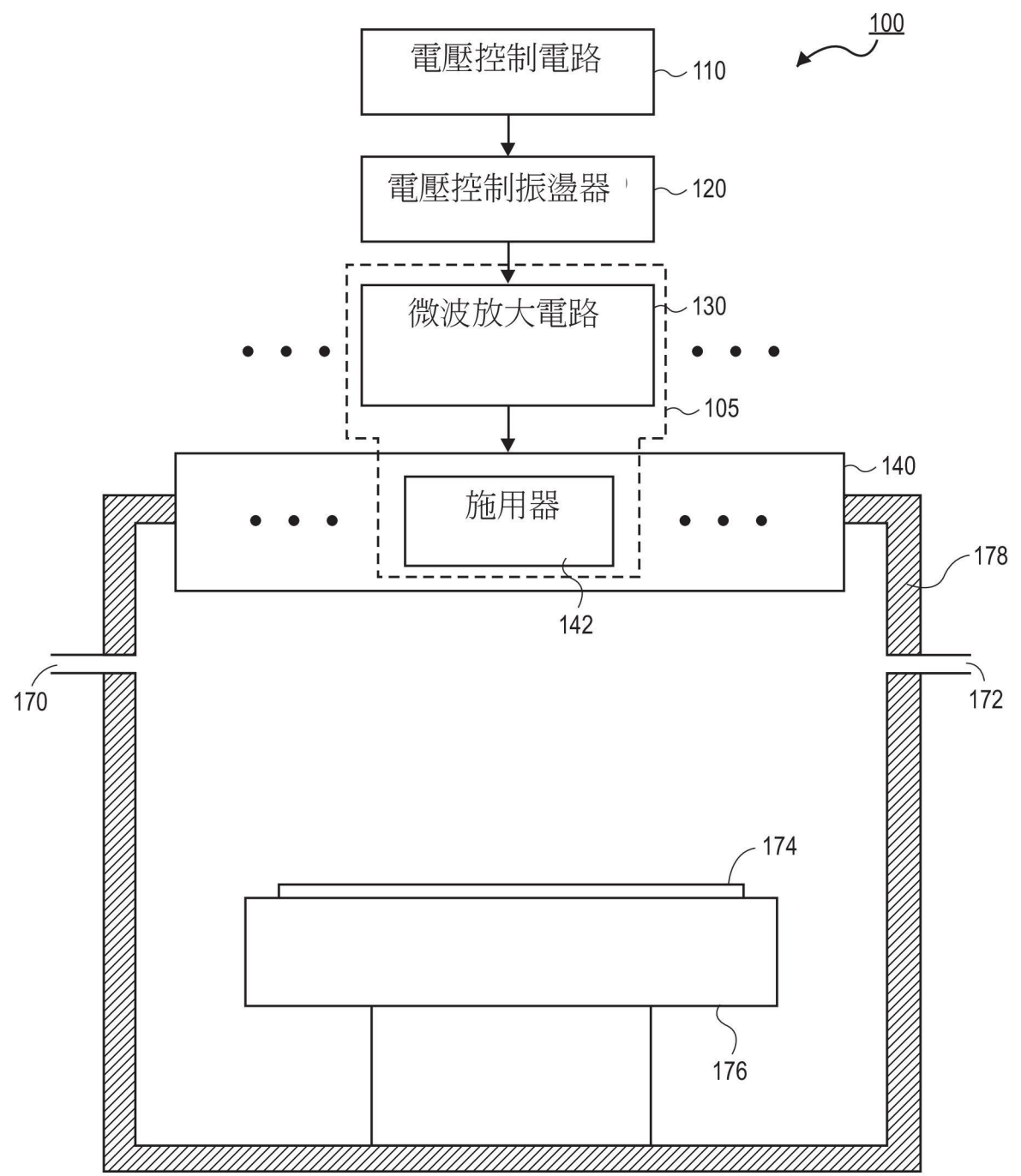


圖1

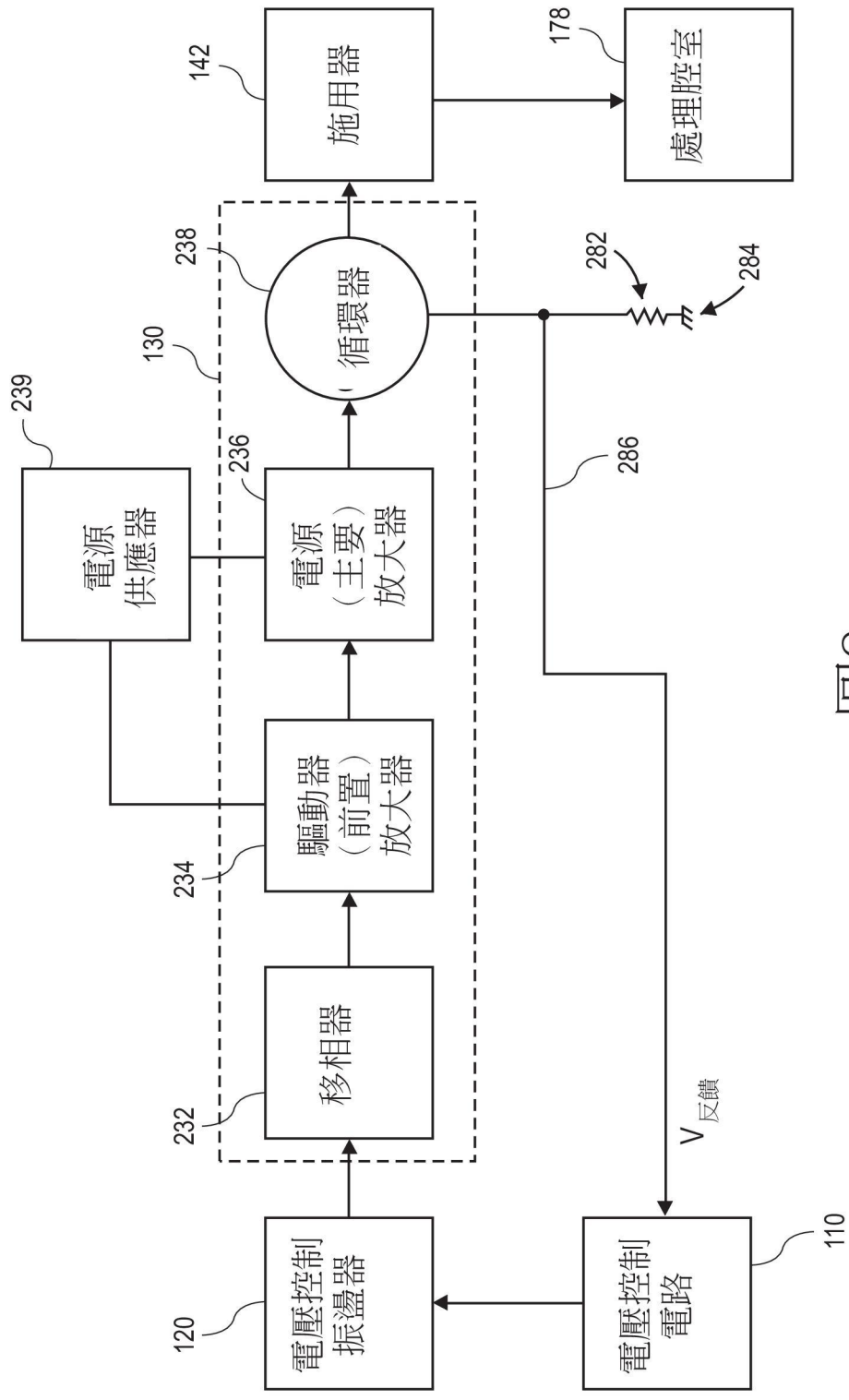


圖2

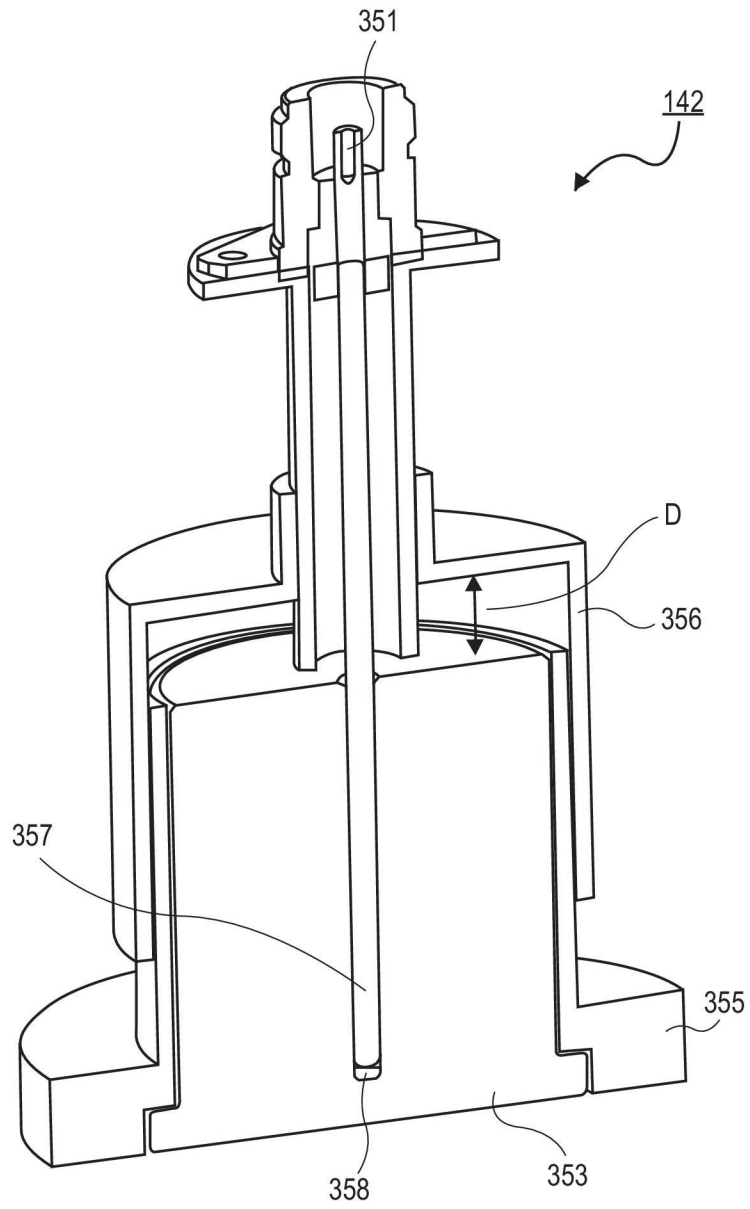


圖3A

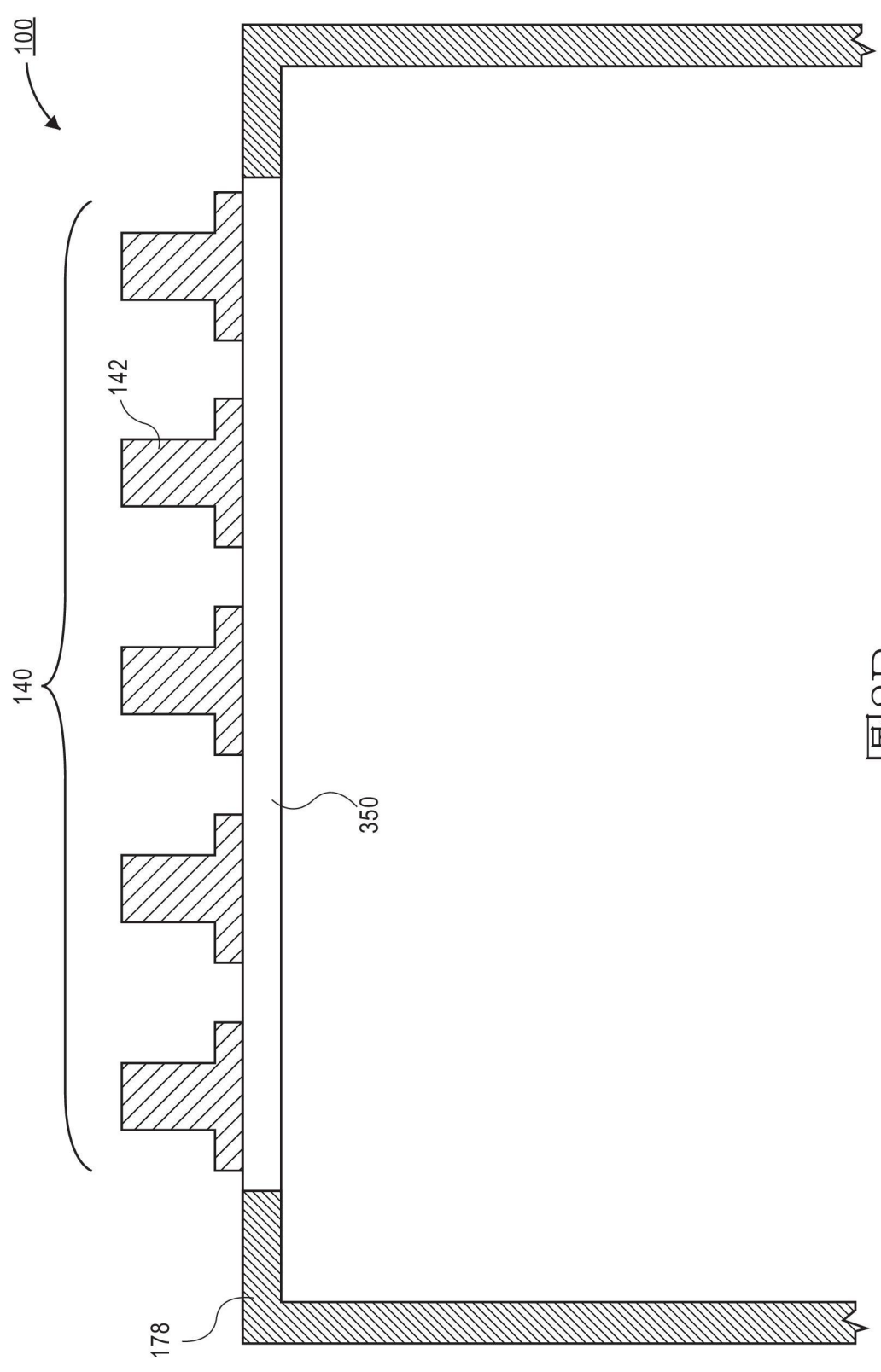


圖3B

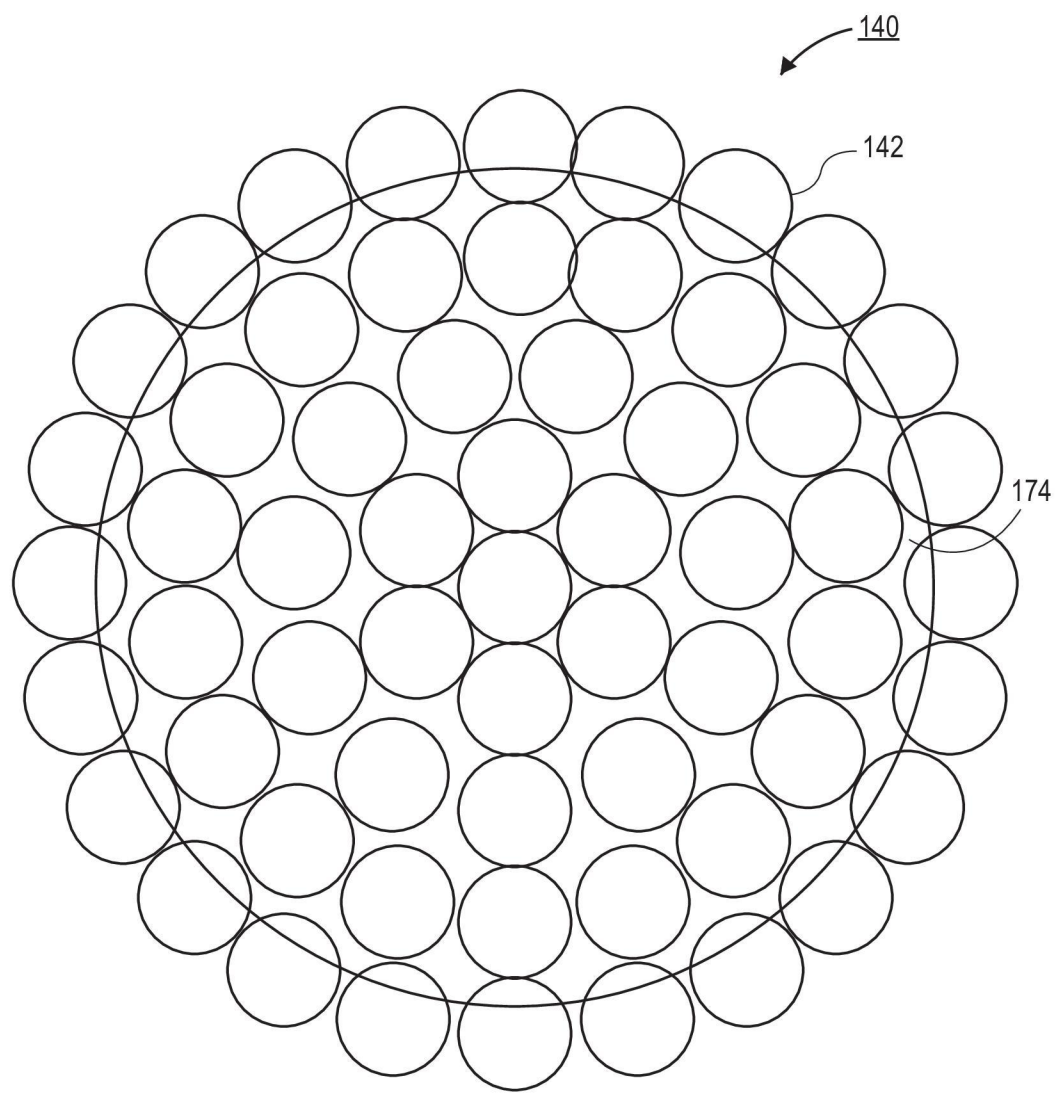


圖4A

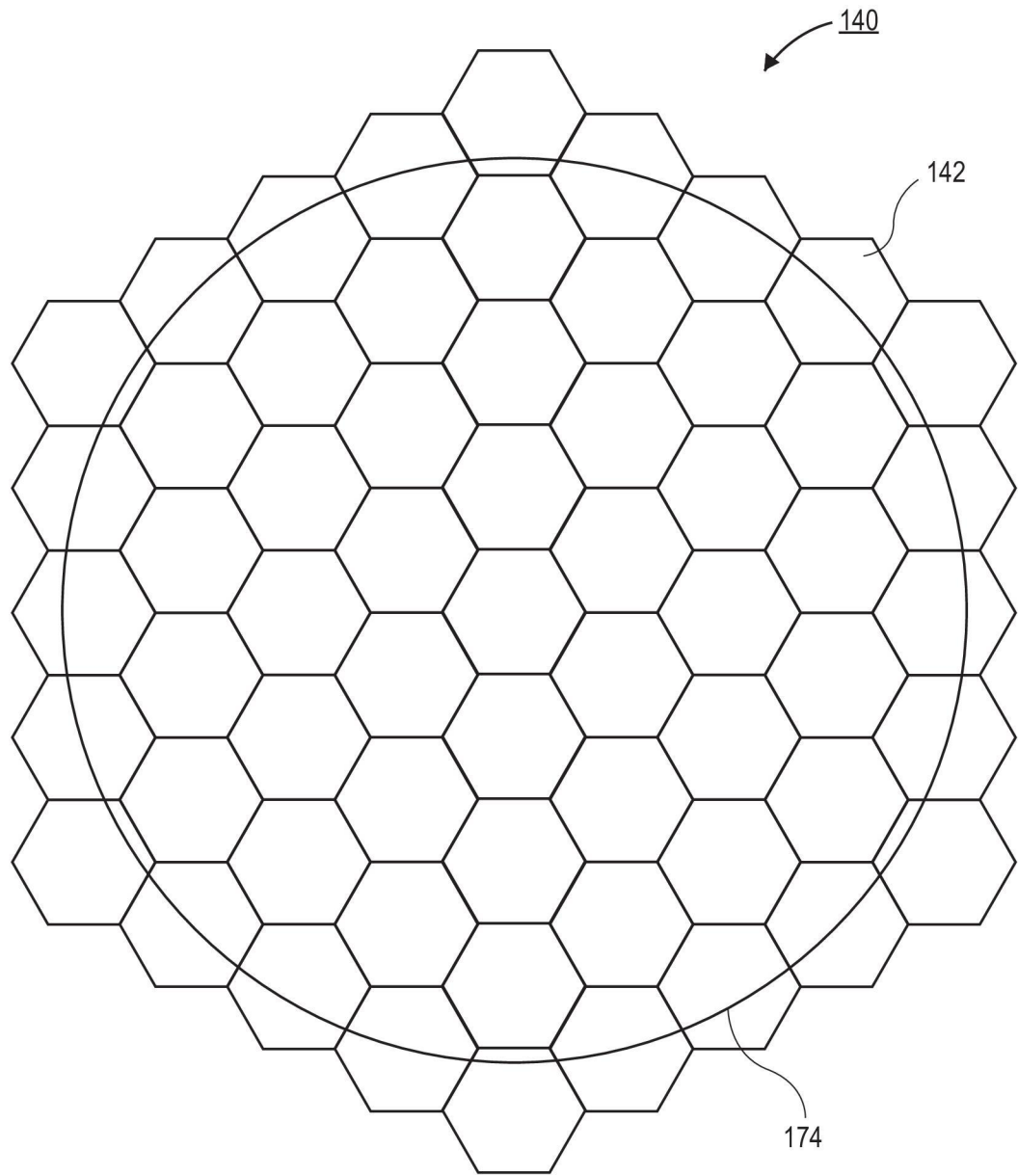


圖4B

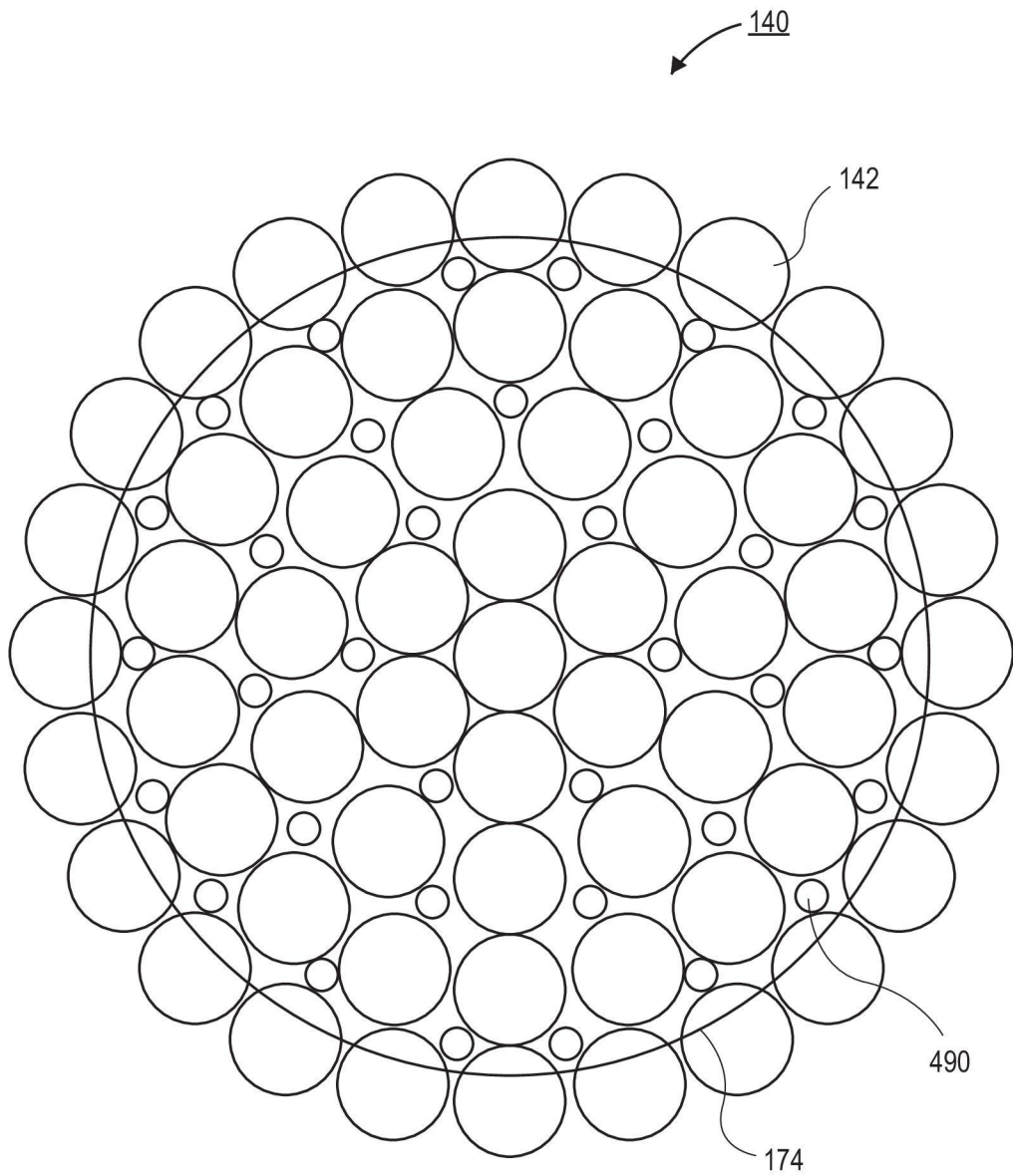


圖4C

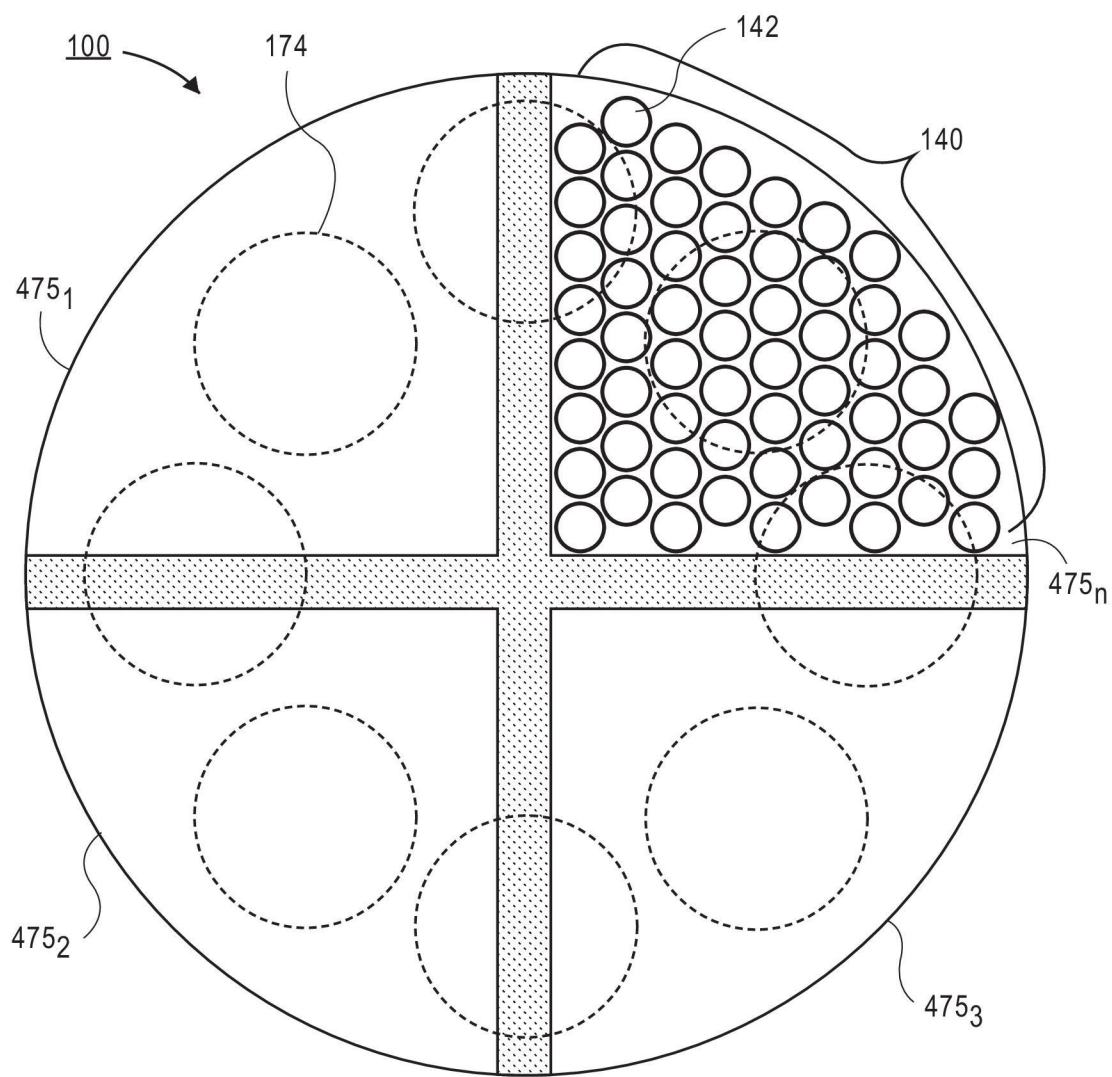


圖4D

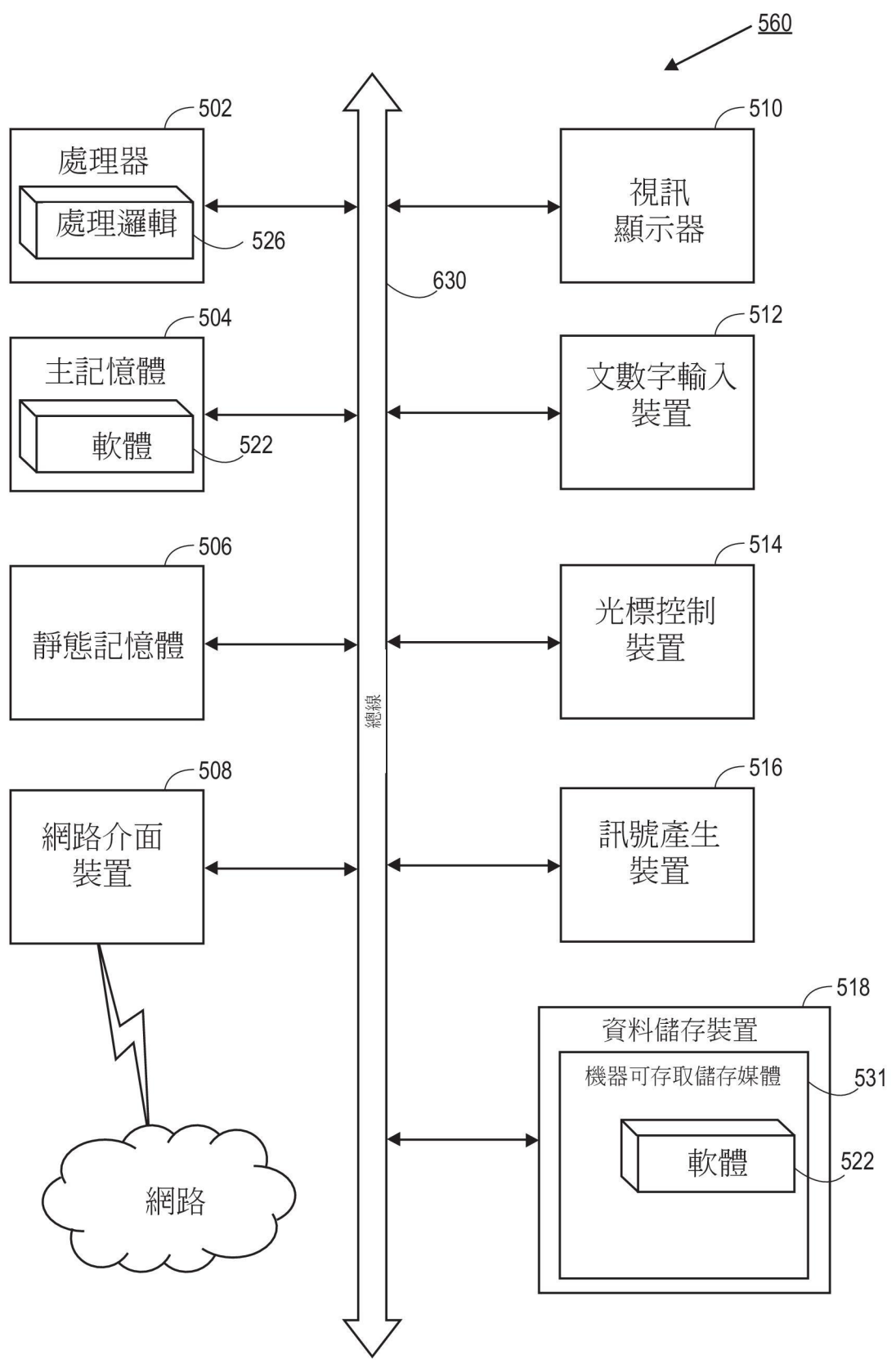


圖5