



(21) 申請案號：104102446 (22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 26 日
 (51) Int. Cl. : *H01L21/67 (2006.01)* *H01L21/324 (2006.01)*
 (30) 優先權：2014/03/18 南韓 10-2014-0031737
 (71) 申請人：尤金科技有限公司 (南韓) EUGENE TECHNOLOGY CO., LTD. (KR)
 南韓
 (72) 發明人：玄俊鎮 HYON, JUN JIN (KR)；宋炳奎 SONG, BYOUNG GYU (KR)；金勁勳 KIM,
 KYONG HUN (KR)；金龍基 KIM, YONG KI (KR)；申良湜 SHIN, YANG SIK
 (KR)；金蒼丕 KIM, CHANG DOL (KR)
 (74) 代理人：葉璟宗；鄭婷文；詹富閔
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：21 共 48 頁

(54) 名稱

處理基板的設備

APPARATUS FOR PROCESSING SUBSTRATE

(57) 摘要

本發明提供一種用於處理基板的設備。在其中對基板執行製程的用於處理基板的所述設備包含：下部腔室，所述下部腔室在其一側中具有開放的上部及通道，可通過所述通道接近基板；外部反應管，其經設置以關閉下部腔室的開放的上部，進而提供在其中執行所述製程的製程空間；基板固持器，至少基板垂直地堆疊在其中，所述基板固持器在堆疊位置與製程位置之間切換，在所述堆疊位置中，基板堆疊在基板固持器中，在所述製程位置中，對基板執行所述製程；以及氣體供應單元，其安置在外部反應管中以將反應氣體供應到反應區中，進而產生在垂直方向上具有彼此不同的相位差的反應氣體氣流。

Provided is an apparatus for processing a substrate. The apparatus for processing a substrate, in which a process is performed on the substrate, includes a lower chamber having an opened upper portion and a passage, through which the substrate is accessible, in one side thereof, an outer reaction tube configured to close the opened upper portion of the lower chamber, thereby providing a process space in which the process is performed, a substrate holder in which at least substrate is vertically stacked, the substrate holder being switched between a stacking position at which the substrate is stacked in the substrate holder and a process position at which the process is performed on the substrates, and a gas supply unit disposed in the outer reaction tube to supply a reaction gas into the reaction region, thereby generating a reaction gas flow having phase differences different from each other in a vertical direction.

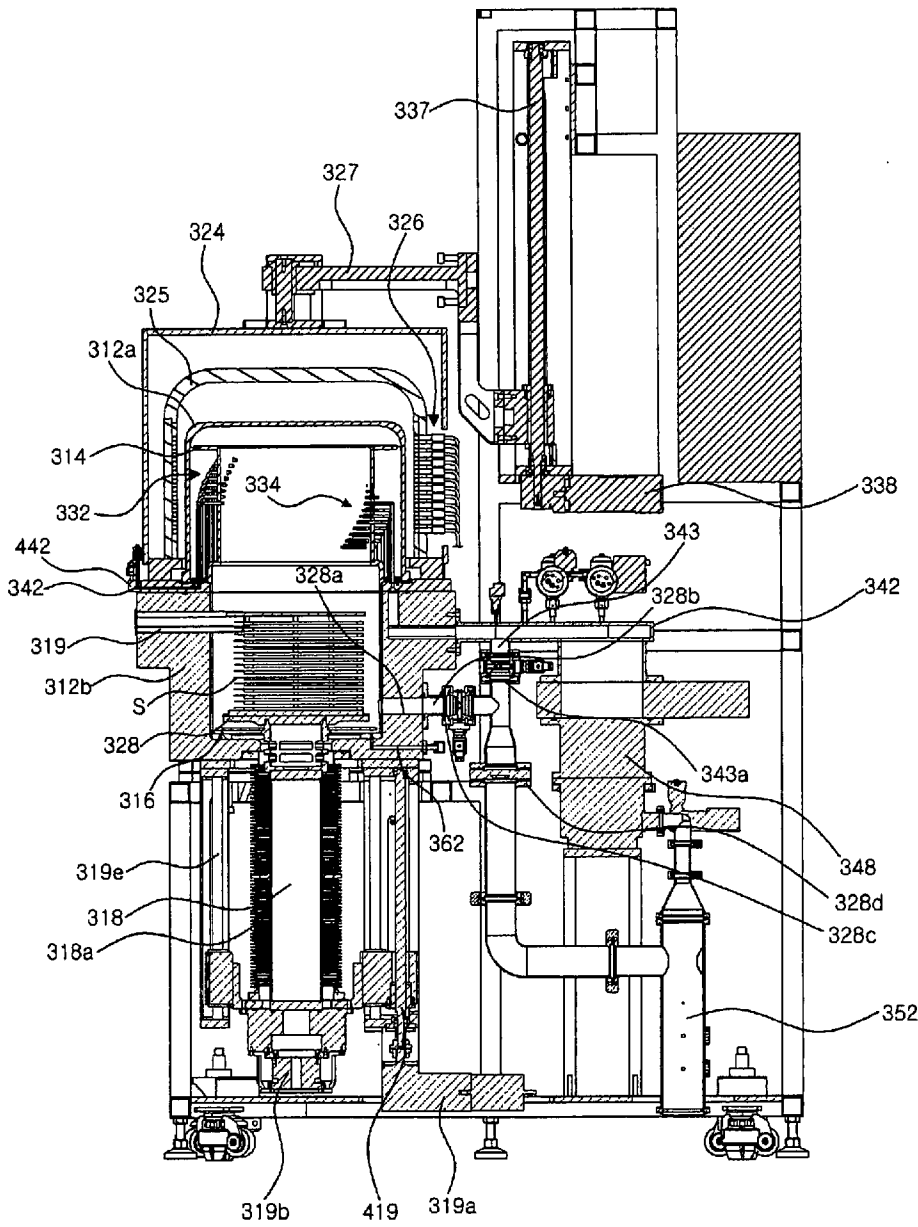


圖 4

- 312a . . . 外部反應管
- 312b . . . 下部腔室
- 314 . . . 內部反應管
- 316 . . . 熱阻隔板
- 318 . . . 旋轉軸
- 318a . . . 波紋管
- 319 . . . 通道
- 319a . . . 升降馬達
- 319b . . . 旋轉馬達
- 319e . . . 下部導引件
- 324 . . . 罩蓋
- 325 . . . 絕緣框架
- 326 . . . 加熱器
- 327 . . . 支撐框架
- 328 . . . 基板固持器
- 328a . . . 輔助排氣埠
- 328b . . . 輔助排氣管線
- 328c . . . 第一輔助閥
- 328d . . . 第二輔助閥
- 332 . . . 第一排氣管線
- 334 . . . 排氣噴嘴
- 337 . . . 上部升降桿
- 338 . . . 升降電動機
- 342 . . . 第一排氣管線
- 343 . . . 連接線
- 343a . . . 連接閥
- 348 . . . 渦輪泵
- 352 . . . 第二排氣管線
- 362 . . . 輔助氣體供應埠

419 . . . 升降桿

442 . . . 支撐凸緣

S . . . 基板

發明摘要

※ 申請案號： 104102446

※ 申請日：104. 1. 26

※IPC 分類：

【發明名稱】處理基板的設備

APPARATUS FOR PROCESSING SUBSTRATE

H01L 21/67 2006.01

H01L 21/324 2006.01

【中文】

本發明提供一種用於處理基板的設備。在其中對基板執行製程的用於處理基板的所述設備包含：下部腔室，所述下部腔室在其一側中具有開放的上部及通道，可通過所述通道接近基板；外部反應管，其經設置以關閉下部腔室的開放的上部，進而提供在其中執行所述製程的製程空間；基板固持器，至少基板垂直地堆疊在其中，所述基板固持器在堆疊位置與製程位置之間切換，在所述堆疊位置中，基板堆疊在基板固持器中，在所述製程位置中，對基板執行所述製程；以及氣體供應單元，其安置在外部反應管中以將反應氣體供應到反應區中，進而產生在垂直方向上具有彼此不同的相位差的反應氣體氣流。

【英文】

Provided is an apparatus for processing a substrate. The apparatus for processing a substrate, in which a process is performed on the substrate, includes a lower chamber having an opened upper portion and a passage, through which the substrate is accessible, in one side thereof, an outer reaction tube configured to close the opened upper portion of the lower chamber, thereby providing a process space in which the process is performed, a substrate holder

in which at least substrate is vertically stacked, the substrate holder being switched between a stacking position at which the substrate is stacked in the substrate holder and a process position at which the process is performed on the substrates, and a gas supply unit disposed in the outer reaction tube to supply a reaction gas into the reaction region, thereby generating a reaction gas flow having phase differences different from each other in a vertical direction.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 4。

【本代表圖之符號簡單說明】：

312a：外部反應管

312b：下部腔室

314：內部反應管

316：熱阻隔板

318：旋轉軸

318a：波紋管

319：通道

319a：升降馬達

319b：旋轉馬達

319e：下部導引件

324：罩蓋

325：絕緣框架

326：加熱器

327：支撐框架

- 328：基板固持器
- 328a：輔助排氣埠
- 328b：輔助排氣管線
- 328c：第一輔助閥
- 328d：第二輔助閥
- 332：第一排氣管線
- 334：排氣噴嘴
- 337：上部升降桿
- 338：升降電動機
- 342：第一排氣管線
- 343：連接線
- 343a：連接閥
- 348：渦輪泵
- 352：第二排氣管線
- 362：輔助氣體供應埠
- 419：升降桿
- 442：支撐凸緣
- S：基板

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：
無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 處理基板的設備

APPARATUS FOR PROCESSING SUBSTRATE

【技術領域】

【0001】 本發明有關於一種處理基板的設備，且特別是有關於一種多個加熱器安置在彼此不同的高度處以根據所述高度在彼此不同的溫度下加熱製程空間的用於處理基板的設備。

【先前技術】

【0002】 一般選擇性外延製程 (epitaxy process) 涉及沉積反應及蝕刻反應。所述沉積及蝕刻反應在多晶層及外延層上以相對不同的反應速率同時進行。在沉積製程期間，外延層形成於單晶表面上，而現有的多晶層及/或非晶層沉積在至少一個第二層上。然而，可以比外延層的速率大的速率來蝕刻所沉積的多晶層。因此，隨著蝕刻劑氣體的濃度改變，淨選擇性製程 (net selective process) 可導致外延材料的沉積及多晶材料的有限或非有限沉積。舉例來說，在選擇性外延製程中，由含矽材料形成的外延層可形成於單晶矽表面上，而不允許所沉積的材料保持在間隔物上。

【0003】 在選擇性外延製程中，使用普通加熱絲的加熱器用作用於加熱製程空間的加熱源。然而，由於使用加熱絲的加熱器在加

熱溫度在製程空間中變化時會長時間地使用，所以生產量可能降低。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

(專利文獻 1) 第 2008/073926 號國際公開案 (2008 年 6 月 19 日)

(專利文獻 2) 第 10-2009-0035430 號韓國專利公開案 (2009 年 4 月 9 日)。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種用於處理基板的設備，其中根據高度在不同溫度下加熱製程空間。

【0005】 本發明還提供一種用於處理基板的設備，其中製程空間的溫度快速變化。

【0006】 本發明還提供一種用於處理基板的設備，所述設備能夠提高基板處理生產量。

【0007】 參考以下詳細描述及附圖，本發明的另一個目的將變得顯而易見。

【0008】 根據一示範性實施例，一種用於在其中對基板執行製程的用於處理所述基板的設備包含：下部腔室，所述下部腔室在其一側中具有開放的上部及通道，可通過所述通道接近所述基板；外部反應管，其經設置以關閉所述下部腔室的所述開放的上部，進而提供在其中執行所述製程的製程空間；基板固持器，至少基

板垂直地堆疊在其中，所述基板固持器在堆疊位置與製程位置之間切換，在所述堆疊位置中，所述基板堆疊在所述基板固持器中，在所述製程位置中，對所述基板執行所述製程；內部反應管，其安置在所述外部反應管中，所述內部反應管圍繞安置在所述製程位置處的所述基板固持器而安置，以相對於所述基板分割反應區；氣體供應單元，其安置在所述外部反應管中以將反應氣體供應到所述反應區中；以及多個加熱器，其安置成在彼此不同的高度處環繞所述外部反應管，進而加熱所述製程空間。

【0009】 所述加熱器可具有彼此不同的加熱溫度。

【0010】 所述加熱器中的每一者可包含：環形加熱器管，其具有內部空間，所述內部空間中填充有鹵素氣體，其中所述加熱器管的圓周的一部分是開放的；加熱絲，其安置在所述加熱器管的所述內部空間中以發射光；一對端子部分，其耦合到所述加熱器管的兩個開放端中的每一者以密封所述內部空間，所述對端子部分電連接到所述加熱絲；以及電源，其電連接到所述端子部分以將電流供應到所述加熱絲中。

【0011】 從所述電源供應到所述多個加熱器中的所述電流可具有彼此不同的強度。

【0012】 所述設備可進一步包含絕緣框架，所述絕緣框架安置成環繞所述外部反應管，所述絕緣框架具有從其內圓周表面凹進的多個插入凹槽，其中所述加熱器管可插入到所述插入凹槽中的每一者中。

【0013】 所述絕緣框架可以由絕熱材料形成。

【0014】 所述設備可進一步包含在其一個表面中具有多個通孔的罩蓋，通過所述通孔來暴露所述端子部分，所述罩蓋安置成環繞所述絕緣框架，其中所述通孔以 Z 字形形狀垂直地安置在製程空間內。

【圖式簡單說明】

【0015】 通過結合附圖進行的以下描述可以更詳細地理解示範性實施例，其中：

圖 1 是根據一示範性實施例的半導體製造設備的示意圖。

圖 2 的(a)、(b)、(c)是根據一示範性實施例處理的基板的視圖。

圖 3 是根據一示範性實施例的用於形成外延層的方法的流程圖。

圖 4 是圖 1 的外延裝置的示意圖。

圖 5 是圖 1 的下部腔室及基板固持器的橫截面圖。

圖 6 是圖 1 的外部反應管、內部反應管、供應噴嘴及排氣噴嘴的示意性截面圖。

圖 7 是說明圖 1 的供應噴嘴的佈置及熱電偶的佈置的橫截面圖。

圖 8 是說明圖 1 的排氣噴嘴的佈置及熱電偶的佈置的橫截面圖。

圖 9 是分別連接到圖 1 的供應噴嘴的多個供應管線的視圖。

圖 10 是說明反應氣體流動到圖 1 的內部反應管中的視圖。

圖 11 是其中圖 1 的基板固持器切換到製程位置中的狀態的視圖。

圖 12 是說明圖 6 的供應噴嘴的經修改實例的示意性透視圖。

圖 13 是圖 12 的供應噴嘴的透視圖。

圖 14 是圖 12 的供應噴嘴的橫截面圖。

圖 15 是說明反應氣體流動穿過圖 12 的供應噴嘴及排氣噴嘴的視圖。

圖 16 是說明圖 13 的供應噴嘴的經修改實例的示意性透視圖。

圖 17 是圖 16 的供應噴嘴的橫截面圖。

圖 18 是說明圖 11 的罩蓋、絕緣框架及加熱器的佈置的正視圖。

圖 19 是說明圖 11 的加熱器管、端子部分及導線的佈置的側視圖。

圖 20 是沿著圖 19 的線 A-A'取得的橫截面圖。

圖 21 的(a)是圖 20 的加熱器的平面圖，且圖 21 的(b)是圖 20 的加熱器的橫截面圖。

【實施方式】

【0016】 在下文，將參考圖 1 到圖 17 更詳細地描述示範性實施例。然而，本發明可以用不同形式實施，並且不應被解釋為限於本文所闡述的實施例。而是，提供這些實施例是為了使得本發明將是透徹並且完整的，並且這些實施例將把本發明的範圍充分地

傳達給所屬領域的技術人員。在圖中，出於說明清楚起見而誇示了層及區的尺寸。

【0017】 雖然下文將外延製程描述為一實例，但本發明可應用於包含外延製程的各種半導體製造製程。圖 1 是根據一示範性實施例的半導體製造設備 1 的示意圖。半導體製造設備 1 包含製程設備 2、設備前端模組 (EFEM) 3 及介面壁 4。EFEM 3 安裝在製程設備 2 的前側上以在其中容納著基板 S 的容器 (未圖示) 與製程設備 2 之間傳遞晶片 W。

【0018】 EFEM 3 包含多個裝載埠 60 及框架 50。框架 50 安置在裝載埠 60 與製程設備 2 之間。通過傳遞單元 (未圖示) (例如空中傳遞 (overhead transfer)、空中傳送機 (overhead conveyor) 或自動導引車輛 (automatic guided vehicle)) 將用於容納基板 S 的容器放置在裝載埠 60 上。

【0019】 用於密封的容器 (例如，前開式統集盒 (front open unified pod, FOUP)) 可用作所述容器。用於在放置在裝載埠 60 上的容器與製程設備 2 之間傳遞基板 S 的框架機器人 70 安置在框架 50 內。用於自動地打開/關閉容器的門的門開啓工具 (door opener) (未圖示) 可安置在框架 50 內。而且，用於將清潔空氣供應到框架 50 中以使得清潔空氣在框架 50 內向下流動的風扇篩檢程式單元 (FFU) 可安置在框架 50 中。

【0020】 在製程設備 2 內在基板 S 上執行預定製程。製程設備 2 包含傳遞腔室 102、負載鎖定腔室 (loadlock chamber) 106、清潔

腔室 108a 及 108b、緩衝腔室 110 及外延腔室(或外延裝置)112a、112b 及 112c。在從上方觀看時，傳遞腔室 102 可一般具有多邊形形狀。而且，負載鎖定腔室 106、清潔腔室 108a 及 108b、緩衝腔室 110 及外延腔室 112a、112b 及 112c 分別安置在傳遞腔室 102 的側表面上。

【0021】 負載鎖定腔室 106 可安置在傳遞腔室 102 的鄰近於 EFEM 3 的一個側表面上。基板 S 中的每一者可暫時保持在負載鎖定腔室 106 中且隨後被載入到製程設備 2 中，使得在基板 S 上執行預定製程。在完成所述製程之後，可從製程設備 2 卸載基板 S 且隨後暫時保持在負載鎖定腔室 106 中。傳遞腔室 102、清潔腔室 108a 及 108b、緩衝腔室 110 及外延腔室 112a、112b 及 112c 維持在真空狀態中，且負載鎖定腔室在真空狀態與大氣狀態之間切換。負載鎖定腔室 106 可防止將外部污染物引入到傳遞腔室 102、清潔腔室 108a 及 108b、緩衝腔室 110 及外延腔室 112a、112b 及 112c 中。而且，雖然基板 S 被傳遞，但基板 S 可不暴露於空氣，以防止在基板 S 上生長氧化物。

【0022】 閘門閥 (Gate valves)(未圖示)安置在負載鎖定腔室 106 與傳遞腔室 102 之間及負載鎖定腔室 106 與 EFEM 3 之間。當在 EFEM 3 與負載鎖定腔室 106 之間傳遞基板 S 時，安置在負載鎖定腔室 106 與傳遞腔室 102 之間的閘門閥是關閉的。當在負載鎖定腔室 106 與傳遞腔室 102 之間傳遞基板 S 時，安置在負載鎖定腔室 106 與 EFEM 3 之間的閘門閥是關閉的。

【0023】 傳遞腔室 102 包含基板處置器 (substrate handler) 104。基板處置器 104 在負載鎖定腔室 106、清潔腔室 108a 及 108b、緩衝腔室 110 與外延腔室 112a、112b 及 112c 之間傳遞基板 S。在傳遞基板 S 時，傳遞腔室 102 被密封以維持在真空狀態中。真空狀態的維持可用於防止基板 S 暴露於污染物 (例如，O₂、顆粒材料及類似者)。

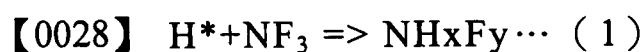
【0024】 可提供外延腔室 112a、112b 及 112c 以在基板 S 上形成外延層。在當前實施例中，提供三個外延腔室 112a、112b 及 112c。由於在與清潔製程相比時，外延製程需要相對較長的時間，所以可通過多個外延腔室提高製造產量。與當前實施例不同的是，可提供四個或更多外延腔室或兩個或更少外延腔室。

【0025】 在外延腔室 112a、112b 及 112c 內在對基板 S 執行外延製程之前，清潔腔室 108a 及 108b 可清潔基板 S。為了成功地執行外延製程，晶體基板上存在的氧化物的量必須減到最少。如果基板的表面氧氣含量過高，那麼氧原子可中斷將沉積在基板上的材料的結晶佈置。因此，這可對外延製程具有不良影響。舉例來說，在執行矽外延沉積時，晶體基板上的過多氧氣可允許矽原子以原子為單位從其外延位置移位氧原子簇 (oxygen atom clusters)。在較厚地生長層時，此局部原子移位元可導致後續原子佈置中的錯誤。此現象可為所謂的堆疊錯位 (stacking faults) 或小丘缺陷 (hillock defects)。當在傳遞基板時將基板暴露於空氣時，可 (例如) 發生基板表面的氧化。因此，可在清潔腔室 108a 及 108b 內

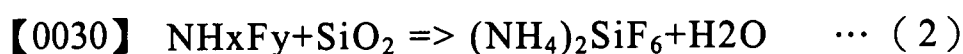
執行用於移除形成於基板 S 上的原生氧化物 (native oxide) (或表面氧化物) 的清潔製程。

【0026】 所述清潔製程可為使用具有自由基狀態的氫氣 (H^*) 及 NF_3 氣體的幹式蝕刻製程。舉例來說，在蝕刻形成於基板的表面上的氧化矽時，基板安置在腔室內，且隨後在腔室內形成真空氣氛以產生與腔室內的氧化矽反應的中間產物。

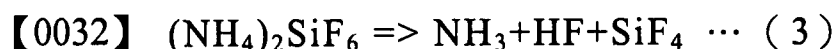
【0027】 舉例來說，在將氫氣的自由基 (H^*) 及例如氟化物氣體 (例如，氟化氮 (NF_3)) 等反應氣體供應到腔室中時，如以下反應式 (1) 所表達來還原反應氣體以產生例如 NH_xF_y (其中，x 及 y 是某些整數) 等中間產物。



【0029】 由於所述中間產物具有與氧化矽 (SiO_2) 的高反應性，所以在所述中間產物到達矽基板的表面時，所述中間產物選擇性地與氧化矽反應以產生反應產物 ($(NH_4)_2SiF_6$)，如以下反應式 (2) 所表達。



【0031】 其後，在將矽基板加熱為大約 $100^\circ C$ 或更高的溫度時，所述反應產物如以下反應式 (3) 而熱解以形成熱解氣體，且隨後所述熱解氣體被蒸發。因此，可從基板的表面移除氧化矽。如以下反應式 (3) 中所顯示，所述熱解氣體包含含氟氣體，例如 HF 氣體或 SiF_4 氣體。



【0033】 如上文所描述，所述清潔製程可包含用於產生反應產物的反應製程及用於熱解反應產物的加熱製程。所述反應製程及所述加熱製程可在清潔腔室 108a 及 108b 內同時執行。或者，可在清潔腔室 108a 及 108b 中的一者內執行反應製程，且可在清潔腔室 108a 及 108b 中的另一者內執行加熱製程。

【0034】 緩衝腔室 110 提供已完成清潔製程的基板 S 被載入於其中的空間，及已執行外延製程的基板 S 被載入於其中的空間。在完成清潔製程時，基板 S 被傳遞到緩衝腔室 110 中，且在基板 S 被傳遞到外延腔室 112a、112b 及 112c 中前，基板 S 被載入於緩衝腔室 110 內。外延腔室 112a、112b 及 112c 可為在其中在多個基板上執行單一製程的批類型腔室。當在外延腔室 112a、112b 及 112c 內完成外延製程時，被執行外延製程的基板 S 被連續載入於緩衝腔室 110 內。而且，已完成清潔製程的基板 S 被連續載入於外延腔室 112a、112b 及 112c 內。此處，可將基板 S 垂直地載入於緩衝腔室 110 內。

【0035】 圖 2 的(a)、(b)、(c)是根據一示範性實施例處理的基板的視圖。如上文所描述，在對基板 S 執行外延製程之前對在清潔腔室 108a 及 108b 內的基板 S 執行清潔製程。因此，可通過所述清潔製程移除形成於基板 70 的表面的氧化物 72。可在清潔腔室 108a 及 108b 內通過所述清潔製程移除氧化物 72。而且，可通過所述清潔製程暴露形成於基板 70 的表面的外延表面 74 以輔助外延層的生長。

【0036】 其後，在外延腔室 112a、112b 及 112c 內在基板 70 上執行外延製程。可通過化學氣相沉積執行所述外延製程。可執行所述外延製程以在外延表面 74 上形成外延層 76。可通過包含矽氣體（例如， SiCl_4 、 SiHCl_3 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_3Cl 、 Si_2H_6 或 SiH_4 ）及運載氣體（例如， N_2 及/或 H_2 ）的反應氣體來暴露形成於基板 70 上的外延表面 74。而且，在需要外延層 76 包含摻雜劑時，含矽氣體可包含含摻雜劑的氣體（例如， AsH_3 、 PH_3 及/或 B_2H_6 ）。

【0037】 圖 3 是根據一示範性實施例的用於形成外延層的方法的流程圖。在操作 S10 中，開始用於形成外延層的製程。在操作 S20 中，基板 S 被傳遞到清潔腔室 108a 及 108b 中，之後對基板 S 執行外延製程。此處，基板處置器 104 將基板 S 傳遞到清潔腔室 108a 及 108b 中。通過其中維持著真空狀態的傳遞腔室 102 來執行基板 S 的傳遞。在操作 S30 中，在基板 S 上執行清潔製程。如上文所描述，所述清潔製程包含用於產生反應產物的反應製程及用於熱解反應產物的加熱製程。所述反應製程及所述加熱製程可在清潔腔室 108a 及 108b 內同時執行。或者，可在清潔腔室 108a 及 108b 中的一者內執行反應製程，且可在清潔腔室 108a 及 108b 中的另一者內執行加熱製程。

【0038】 在操作 S40 中，已完成清潔製程的基板 S 被傳遞到緩衝腔室 110 中且堆疊在緩衝腔室 110 內。隨後，基板 S 在緩衝腔室 110 內備用以便執行外延製程。在操作 S50 中，基板 S 被傳遞到外延腔室 112a、112b 及 112c 中。通過其中維持著真空狀態的傳遞腔

室 102 執行基板 S 的傳遞。在操作 S60 中，外延層可形成於基板 S 上。其後，在操作 S70 中，基板 S 被再次傳遞到緩衝腔室 110 中且堆疊在緩衝腔室 110 內。隨後，在操作 S80 中，用於形成外延層的製程結束。

【0039】 圖 4 是圖 1 的外延裝置的示意圖，且圖 5 是圖 1 的下部腔室及基板固持器的橫截面圖。外延裝置（或外延腔室）包含具有開放的上部的下部腔室 312b。下部腔室 312b 連接到傳遞腔室 102。下部腔室 312b 可具有連接到傳遞腔室 102 的通道 319，且可通過通道 319 將基板 S 從傳遞腔室 102 載入到下部腔室 312b。閘門閥（未圖示）可安置在通道 319 外部。可通過閘門閥打開或關閉通道 319。

【0040】 外延裝置包含上面堆疊著多個基板 S 的基板固持器 328。此處，基板 S 垂直地堆疊在基板固持器 328 上。舉例來說，15 片基板 S 可堆疊在基板固持器 328 上。在基板固持器 328 移動到下部腔室 312b 中界定的堆疊空間（或“堆疊位置”）中時，基板 S 可堆疊在基板固持器 328 中。如下文所描述，基板固持器 328 可為可升降的。因此，在基板 S 堆疊在狹槽上時，基板固持器 328 可上升以使得所述基板 S 堆疊在基板固持器 328 的下一狹槽上。在所有基板 S 都堆疊在基板固持器 328 上時，基板固持器 328 可移動到外部反應管 312a（或“製程位置”）中，且隨後可在外部反應管 312a 中執行外延製程。

【0041】 熱阻隔板 316 安置於基板固持器 328 下方，以與基板固

持器 328 一起上升或下降。在基板固持器 328 切換到製程位置中時，如圖 11 中所說明，熱阻隔板 316 關閉內部反應管 314 的開放的下部。熱阻隔板 316 可以由陶瓷或石英或其中金屬被陶瓷包覆的材料形成。在執行所述製程時，熱阻隔板 316 可阻擋從反應區到堆疊空間中的熱傳遞。供應到反應區中的反應氣體的一部分可通過內部反應管 314 的開放的下部移動到堆疊空間中。此處，如果堆疊空間具有大於預定溫度的溫度，那麼反應氣體的所述部分可沉積在堆疊空間的內壁上。因此，有必要防止通過熱阻隔板 316 對堆疊空間進行加熱。因此，這可防止反應氣體沉積在堆疊空間的內壁上。

【0042】 下部腔室 312b 包含排氣埠 344、輔助排氣埠 328a 及輔助氣體供應埠 362。排氣端口 344 可具有“L”形狀。下文將描述的排氣噴嘴 334 可通過排氣端口 344 連接到第一排氣管線 342。而且，輔助排氣端口 328a 連接到輔助排氣管線 328b，且可通過輔助排氣端口 328a 排出下部腔室 312b 的堆疊空間內的氣體。

【0043】 輔助氣體供應埠 362 連接到輔助氣體供應管線（未圖示）以將通過輔助氣體供應管線供應的氣體供應到堆疊空間中。舉例來說，可通過輔助氣體供應埠 362 將惰性氣體供應到堆疊空間中。可將所述惰性氣體供應到堆疊空間中以防止供應到製程空間中的反應氣體移動到堆疊空間中。

【0044】 更具體來說，可連續地將惰性氣體供應到堆疊空間中，且隨後通過輔助排氣埠 328a 排出，以防止供應到製程空間中的反

應氣體移動到堆疊空間中。此處，堆疊空間的壓力可略微高於製程空間的壓力。在堆疊空間的壓力略微高於製程空間的壓力時，製程空間內的反應氣體可不移動到堆疊空間中。

【0045】 圖 6 是圖 1 的外部反應管、內部反應管、供應噴嘴及排氣噴嘴的示意性截面圖。外部反應管 312a 可關閉下部腔室 312b 的開放的上部以提供在其中執行外延製程的製程空間。支撐凸緣 442 安置在下部腔室 312b 與外部反應管 312a 之間，且外部反應管 312 安置在支撐凸緣 442 上。下部腔室 312b 的堆疊空間及外部反應管 312a 的製程空間可通過在支撐凸緣 442 的中心界定的開口而彼此連通。如上文所描述，在所有基板堆疊在基板固持器 328 上時，基板固持器 328 可移動到外部反應管 312a 的製程空間中。

【0046】 內部反應管 314 安置在外部反應管 312a 中以相對於基板 S 提供反應區。外部反應管 312a 的內部可被內部反應管 314 分割為反應區及非反應區。可在內部反應管 314 中界定反應區，且可在內部反應管 314 的外部界定非反應區。在基板固持器 328 切換到製程位置中時，基板固持器 328 可安置在反應區中。此處，反應區的容量可小於製程空間的容量。因此，在將反應氣體供應到反應區中時，反應氣體的使用可減到最少。另外，反應氣體可集中到堆疊在基板固持器 328 中的基板 S 上。內部反應管 314 可具有關閉的上部及開放的下部。因此，基板固持器 328 可通過內部反應管 314 的下部而移動到反應區中。

【0047】 如圖 4 中所說明，加熱器 326 具有環形形狀以在彼此不

同的高度處環繞外部反應管 312a。加熱器 326 可加熱外部反應管 312a 中的製程空間。因此，製程空間（或反應區）可達到能夠執行外延製程的溫度。罩蓋 324 通過支撐框架 327 連接到上部升降桿 337。在上部升降桿 337 通過升降電動機 338 旋轉時，支撐框架 327 也可升降。

【0048】 外延裝置進一步包含氣體供應單元。氣體供應單元包含供應噴嘴單元 332 及排氣噴嘴單元 334。供應噴嘴單元 332 包含多個供應管 332a 及多個供應噴嘴 332b。供應噴嘴 332b 分別連接到供應管 332a。供應噴嘴 332b 中的每一者具有圓形管形狀。可在供應噴嘴 332b 的前端中界定供應孔 332c。因此，可通過供應孔 332c 排出反應氣體。供應孔 332c 具有圓形橫截面。如圖 6 中所說明，供應噴嘴 332b 可安置成使得供應孔 332c 具有彼此不同的高度。

【0049】 供應管 332a 及供應噴嘴 332b 安置在外部反應管 312a 中。供應管 332a 垂直地延伸，且供應噴嘴 332b 實質上垂直於供應管 332a 而安置。供應孔 332c 安置在內部反應管 314 內部。因此，通過供應孔 332c 排出的反應氣體可集中到內部反應管 314 內的反應區中。內部反應管 314 具有多個通孔 374。供應噴嘴 332b 的供應孔 332c 可分別通過通孔 374 安置在內部反應管 314 的內部。

【0050】 圖 7 是說明圖 1 的供應噴嘴的佈置及熱電偶的佈置的橫截面圖。參看圖 7，供應噴嘴 332b 具有多個供應孔 332c，其各自具有圓形橫截面。供應噴嘴 332b 的供應孔 332c 以圓周方向安置在內部反應管 314 的內壁上且具有彼此不同的高度。在基板固持

器 328 切換到製程位置中時，供應噴嘴 332b 中的每一者將反應氣體注射到放置在基板固持器 328 上的基板 S 上。此處，供應孔 332c 的高度可分別實質上對應於基板 S 的高度。參看圖 6，供應噴嘴 332b 可分別通過在支撐凸緣 442 中提供的供應管線 372 而連接到反應氣體源（未圖示）。

【0051】 反應氣體源中的每一者可供應用於沉積的氣體（矽氣體（例如， SiCl_4 、 SiHCl_3 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_3Cl 、 Si_2H_6 或 SiH_4 ）及運載氣體（例如， N_2 及/或 H_2 ））或用於蝕刻的氣體。選擇性外延製程涉及沉積反應及蝕刻反應。雖然在當前實施例中未展示，但在需要外延層 76 具有摻雜劑時，可供應含摻雜劑的氣體（例如， AsH_3 、 PH_3 及/或 B_2H_6 ）。而且，在清潔或蝕刻製程的情況下，可供應氯化氫（ HCl ）。

【0052】 參看圖 6，排氣噴嘴單元 334 包含多個排氣管 334a 及多個排氣噴嘴 334b。排氣噴嘴 334b 分別連接到排氣管 334a。可在排氣噴嘴 334b 中的每一者的前端中界定排氣孔 334c 以抽吸非反應氣體及反應副產物。排氣孔 334c 具有狹槽狀橫截面。如圖 6 中所說明，排氣噴嘴 334b 可安置成使得排氣孔 334c 具有彼此不同的高度。

【0053】 排氣管 334a 及排氣噴嘴 334b 安置在外部反應管 312a 的內部。排氣管 334a 垂直地延伸，且排氣噴嘴 334b 實質上垂直於排氣管 334a 而安置。排氣孔 334c 可安置在內部反應管 314 的內部。因此，可有效地通過排氣孔 334c 從內部反應管 314 內的反應

區抽吸非反應氣體及反應副產物。內部反應管 314 具有多個通孔 376。排氣噴嘴 334b 的排氣孔 334c 可分別通過通孔 376 安置在內部反應管 314 的內部。

【0054】圖 8 是說明圖 1 的排氣噴嘴的佈置及熱電偶的佈置的橫截面圖。參看圖 8，排氣噴嘴 334b 具有多個排氣孔 334c，其各自具有狹槽狀橫截面。排氣噴嘴 334b 的排氣孔 334c 以圓周方向安置在內部反應管 314 的內壁上且具有彼此不同的高度。在基板固持器 328 切換到製程位置中時，供應噴嘴 332b 中的每一者將反應氣體注射到放置在基板固持器 328 上的基板 S 上。此處，可能在內部反應管 314 內產生非反應氣體及反應副產物。排氣噴嘴 334b 可抽吸所述非反應氣體及反應副產物以將所抽吸的非反應氣體及反應副產物排出到外部。此處，排氣孔 334c 的高度可實質上分別對應於基板 S 的高度。如圖 4 中所說明，排氣噴嘴 334b 可通過安置在下部腔室 312b 上的排氣埠 344 而連接到第一排氣管線 342。因此，可通過第一排氣管線 342 排出非反應氣體及反應副產物。開關閥 346 可安置在第一排氣管線 342 上以打開或關閉第一排氣管線 342。渦輪泵 348 可安置在第一排氣管線 342 上以通過第一排氣管線 342 強制性地排出非反應氣體及反應副產物。第一排氣管線 342 連接到第二排氣管線 352。可通過第二排氣管線 352 排出沿著第一排氣管線 342 流動的非反應氣體及反應副產物。

【0055】輔助排氣埠 328a 安置在下部腔室 312b 上，且輔助排氣管線 328b 連接到輔助排氣埠 328a。輔助排氣管線 328b 連接到第

二排氣管線 352。第一和第二輔助閥 328c 及 328d 安置在輔助排氣管線 328b 上以打開或關閉輔助排氣管線 328b。輔助排氣管線 328b 通過連接線 343 而連接到第一排氣管線 342，且連接閥 343a 安置在連接線 343 上以打開或關閉連接線 343。

【0056】參看圖 7 及圖 8，熱電偶 382 及 384 安置在外部反應管 312a 與內部反應管 314 之間。熱電偶 382 及 384 垂直地安置以根據高度而測量溫度。因此，工作人員可根據高度掌握製程空間內的溫度以檢查根據溫度分佈對製程具有影響的效應。

【0057】圖 9 是分別連接到圖 1 的供應噴嘴的供應管線的視圖。參看圖 9，供應噴嘴 332b 可通過單獨的供應管線 372 分別連接到反應氣體源（未圖示）。因此，可通過多個供應噴嘴 332b 將反應氣體均勻地供應到內部反應管 314 的反應區中。如果一條供應管線 372 連接到多個供應噴嘴 332b，那麼可根據供應噴嘴 332b 而供應不同量的反應氣體。因此，製程速率可根據基板固持器 328 上的位置而不同。

【0058】圖 10 是說明反應氣體流動到圖 1 的內部反應管中的視圖。如上文所描述，供應噴嘴 332b 的供應孔 332c 以圓周方向安置在內部反應管 314 的內壁上且具有彼此不同的高度。而且，排氣噴嘴 334b 的排氣孔 334c 以圓周方向安置在內部反應管 314 的內壁上且具有彼此不同的高度。此處，供應孔 332c 及排氣孔 334c 的中心在相同高度處是彼此對稱的。也就是說，供應噴嘴 332b 的供應孔 332c 及排氣噴嘴 334b 的排氣孔 334c 可相對於堆疊在基板

固持器 328 上的基板 S 的中心而彼此相對地安置。因此，從供應噴嘴 332b 注射的反應氣體可朝向與供應噴嘴 332b 相對地安置的排氣噴嘴 334b 流動（以箭頭方向）。因此，可確保反應氣體與基板 S 的表面彼此反應的充分時間。此處，可通過排氣噴嘴 334b 抽吸並排出在製程期間產生的非反應氣體及反應副產物。

【0059】而且，如圖 10 中所說明，反應氣體的流動可根據堆疊在基板固持器 328 上的基板 S 的高度而變化。因此，反應氣體流可根據基板 S 的高度具有相位差。也就是說，由於供應噴嘴 332b 的供應孔 332c 及排氣噴嘴 334b 的排氣孔 334c 根據基板 S 的高度在位置上具有相位差，所以反應氣體可根據所述高度具有相位差。參看圖 10，箭頭①表示從供應噴嘴 332b 朝向安置在最上位置處的排氣噴嘴 334b 流動的反應氣體流，且箭頭②表示從供應噴嘴 332b 朝向安置在最下位置處的排氣噴嘴 334b 流動的反應氣體流。在箭頭①與②之間可存在具有預定角度的相位差。因此，從供應孔注射的反應氣體可通過從在不同高度處界定的供應孔注射的反應氣體而擴散。也就是說，具有相位差的反應氣體流之間可發生干擾。因此，反應氣體可在其中反應氣體通過所述干擾而擴散的狀態中朝向排氣噴嘴 334b 移動。

【0060】而且，供應噴嘴 332b 的供應孔 332c 具有圓形形狀，且排氣噴嘴 334b 的排氣孔 334c 具有狹槽形狀。因此，從供應噴嘴 332b 的供應孔 332c 注射的反應氣體可沿著排氣孔 334c 的輪廓以預定寬度擴散。因此，在反應氣體與基板 S 的表面之間的接觸面

積可增加。而且，可誘發反應氣體的充分反應以限制非反應氣體的產生。反應氣體可在基板 S 上產生從供應孔 332c 到排氣孔 334c 的層流。

【0061】 如圖 4 中所說明，基板固持器 328 連接到旋轉軸 318，且旋轉軸 318 穿過下部腔室 312b 且隨後連接到升降馬達 319a 及旋轉馬達 319b。旋轉馬達 319b 安置在馬達外罩 319c 上。在執行外延製程時旋轉馬達 319b 驅動旋轉軸 318 以使基板固持器 328（及基板 S）與旋轉軸 318 一起旋轉。這樣做是因為反應氣體從供應孔 332c 流動到排氣孔 334c 以使基板 S 上的沉積從供應孔 332c 朝向排氣孔 334c 前進，進而逐漸減小反應氣體的濃度。因此，為了防止上述現象發生，基板 S 可旋轉，使得在基板 S 的表面上執行均勻的沉積。

【0062】 馬達外罩 319c 固定到支架 319d。支架 319c 連接到與下部腔室 312b 的下部連接的下部導引件 319e 的上部，且沿著升降桿 419 升降。支架 319c 螺旋耦合到下部杆 419，且下部杆 419 通過升降馬達 319a 旋轉。也就是說，在升降馬達 319a 旋轉時，下部杆 419 旋轉。因此，支架 319c 及馬達外罩 319c 可彼此一起升降。因此，旋轉軸 318 及基板固持器 328 可彼此一起升降。基板固持器 328 可通過升降馬達 319a 在堆疊位置與製程位置之間切換。波紋管 318a 將下部腔室 312b 連接到馬達外罩 319c 以維持下部腔室 312b 的內部的氣密狀態。圖 11 是其中圖 1 的基板固持器切換到製程位置中的狀態的視圖。

【0063】 參看圖 11，熱阻隔板 316 安置在基板固持器 328 的下部下方。而且，在旋轉軸 318 升降時，基板固持器 328 可一起升降。熱阻隔板 316 可關閉內部反應管 314 的開放的下部以防止內部反應管 314 內的熱傳遞到下部腔室 312b 內的堆疊空間中。

【0064】 圖 12 是說明圖 6 的供應噴嘴的經修改實例的示意性透視圖。圖 13 是圖 12 的供應噴嘴的透視圖，且圖 14 是圖 12 的供應噴嘴的橫截面圖。

【0065】 參看圖 12 到圖 14，供應噴嘴 332b 具有在反應氣體的排出方向上在橫截面上逐漸增加的內部空間。通過供應管 332a 供應的反應氣體沿著供應噴嘴 332b 的內部空間而擴散。供應噴嘴 332b 具有在其前端中界定的供應孔 332c。供應孔 332c 具有狹槽狀橫截面。供應孔 332c 的橫截面實質上對應於排氣孔 334c 的橫截面。

【0066】 圖 15 是說明反應氣體流動穿過圖 12 的供應噴嘴及排氣噴嘴的視圖。參看圖 15，從供應噴嘴 332b 注射的反應氣體朝向與供應噴嘴 332b 相對地安置的排氣噴嘴 334b 流動。此處，由於反應氣體是在其沿著供應噴嘴 332b 的內部空間擴散的狀態中通過供應孔 332c 排出且隨後通過排氣噴嘴 334b 的排氣孔 334c 被抽吸，所以所述反應氣體可產生從供應孔 332c 到排氣孔 334c 的具有預定寬度（實質上對應於供應孔 332c 的橫截面及排氣孔 334c 的橫截面）的層流（laminar flow）。

【0067】 雖然上文未描述，但圖 6 及圖 12 的排氣噴嘴 334b 可具有與圖 12 到圖 14 的供應噴嘴 332b 相同的結構。也就是說，排氣

噴嘴 334b 具有在反應氣體的抽吸方向上在橫截面上逐漸減小的內部空間。通過排氣孔 332c 抽吸的非反應氣體及反應副產物可沿著排氣噴嘴 334b 的內部空間會聚以移動到排氣管 332a。

【0068】 圖 16 是說明圖 13 的供應噴嘴的經修改實例的示意性透視圖，且圖 17 是圖 16 的供應噴嘴的橫截面圖。參看圖 16 及圖 17，供應噴嘴 332b 包含注射板 332d。注射板 332d 可安置在供應孔 332c 上。注射板 332d 具有多個注射孔 332e。可通過注射孔 332e 注射沿著供應噴嘴 332b 的內部空間擴散的反應氣體。

【0069】 圖 18 是說明圖 11 的罩蓋、絕緣框架及加熱器的佈置的正視圖，圖 19 是說明圖 11 的加熱器管、端子部分及導線的佈置的側視圖，圖 20 是沿著圖 19 的線 A-A'取得的橫截面圖，且圖 21 的(a)是圖 20 的加熱器的平面圖，且圖 21 的(b)是圖 20 的加熱器的橫截面圖。將參考圖 18 到圖 21 的(a)、(b)描述絕緣框架 325、加熱器 326 及罩蓋 324。

【0070】 絕緣框架 325 將加熱器 326 固定到其預設位置且防止加熱器 326 彼此相抵地摩擦。而且，絕緣框架 325 安置成環繞外部反應管 312a 且具有在半徑方向上從其內圓周表面凹進的圓形插入凹槽 325a。多個插入凹槽 325a 在製程空間內彼此垂直地間隔開。下文將描述的加熱器管 326a 插入到插入凹槽 325a 中的每一者中。絕緣框架 325 可以由具有低熱導率的絕熱材料（例如，陶瓷材料）形成。由於絕熱材料安置在加熱器 326 之間以防止熱在加熱器 326 之間傳遞，所以可根據製程空間內的高度更有效地調整

加熱溫度。

【0071】 多個加熱器 326 安置成在彼此不同的高度處環繞外部反應管 312a。而且，多個加熱器 326 對製程空間進行加熱，使得外部反應管 312a 內的製程空間達到能夠執行外延製程的溫度。加熱器 326 可加熱彼此不同的溫度。因此，加熱溫度可根據製程空間內的高度而不同。加熱溫度可朝向製程空間的下側逐漸增加，以在製程空間中產生平滑的對流，進而快速地執行外延製程。

【0072】 加熱器 326 包含加熱器管 326a、加熱絲 326b、一對端子部分 326c 及導線 326d。

【0073】 加熱器管 326a 具有其中填充有鹵素氣體（氟氣、氯氣、溴氣、碘氣或砒氣）的內部空間。而且，加熱器 326 具有環形形狀（“C”狀環形形狀），其具有其中的一部分是開放的圓周。加熱器管 326a 插入到絕緣框架 325 的插入凹槽 325a 中。

【0074】 加熱絲 326b 插入到加熱器管 326a 的內部空間中以通過接收電流而發射光。加熱絲 326b 經電連接，使得連接到電源（未圖示）的導線 326d 通過端子部分 326c 施加電流。加熱絲 326b 可以由具有高強度及高熱電阻的鎢材料形成。

【0075】 端子部分 326c 耦合到加熱器管 326a 的兩端中的每一者以密封加熱器管 326a 的開放的內部空間。端子部分 326c 電連接到加熱絲 326a 以將電流供應到加熱絲 326a 中。導線 326d 電連接到端子部分 326b 以將電流供應到端子部分 326b 中。也就是說，從電源（未圖示）供應到導線 326d 的電流通過端子部分 326c 流

動到加熱絲 326b 中。此處，加熱絲 326b 可發射光以對外部反應管 312a 內的製程空間進行加熱。

【0076】 電源（未圖示）電連接到導線 326d 以將電流供應到導線 326d 中。雖然一個電源（未圖示）連接到多個加熱器 326，但多個電源（未圖示）可分別連接到多個加熱器 326 以將具有彼此不同的強度的電流供應到加熱器 326 中。這表示上述加熱器 326 可在加熱溫度上變化。

【0077】 罩蓋 324 可阻擋從外部引入灰塵或使熱損耗最小化。因此，罩蓋 324 可安置成環繞絕緣框架 325。可在罩蓋 324 中界定多個通孔，使得加熱器 326 的端子部分 326c 或導線 326d 暴露於外部。通孔 324a 可在製程空間內以 Z 字形形狀垂直地安置。因此，釋放到外部的熱損耗可減到最少。

【0078】 根據一示範性實施例，在通過使用加熱器對製程空間進行加熱時，製程空間內的溫度變化速率可為大約 80°C/分鐘到大約 200°C/分鐘。在與具有大約 10°C/分鐘到大約 20°C/分鐘的溫度變化速率的典型加熱器相比時，會看到根據一示範性實施例的加熱器具有比典型加熱器的溫度變化速率大 8 倍的溫度變化速率。

【0079】 根據所述示範性實施例，製程空間中的加熱溫度可依據高度而變化。確切地說，製程空間可在溫度上快速變化。另外，可提高基板處理生產量。

【0080】 雖然參考示範性實施例詳細地描述了本發明，但本發明可以許多不同形式實施。因此，所附申請專利範圍的技術理念及

範圍不限於優選實施例。

【符號說明】

【0081】

- 1：半導體製造設備
- 2：製程設備
- 3：設備前端模組
- 4：介面壁
- 50：框架
- 60：裝載埠
- 70：框架機器人
- 72：氧化物
- 74：外延表面
- 76：外延層
- 102：傳遞腔室
- 104：基板處置器
- 106：負載鎖定腔室
- 108a、108b：清潔腔室
- 110：緩衝腔室
- 112a、112b、112c：外延腔室
- 312a：外部反應管
- 312b：下部腔室

- 314：內部反應管
- 316：熱阻隔板
- 318：旋轉軸
- 318a：波紋管
- 319：通道
- 319a：升降馬達
- 319b：旋轉馬達
- 319c：馬達外罩
- 319d：支架
- 319e：下部導引件
- 324：罩蓋
- 324a：通孔
- 325：絕緣框架
- 325a：凹槽
- 326：加熱器
- 326a：加熱器管
- 326b：加熱絲
- 326c：端子部分
- 326d：導線
- 327：支撐框架
- 328：基板固持器
- 328a：輔助排氣埠

- 328b：輔助排氣管線
- 328c：第一輔助閥
- 328d：第二輔助閥
- 332：第一排氣管線
- 332a：供應管
- 332b：供應噴嘴
- 332c：供應孔
- 332d：注射板
- 332e：注射孔
- 334：排氣噴嘴
- 334a：排氣管
- 334b：排氣噴嘴
- 334c：排氣孔
- 337：上部升降桿
- 338：升降電動機
- 342：第一排氣管線
- 343：連接線
- 343a：連接閥
- 344：排氣埠
- 348：渦輪泵
- 352：第二排氣管線
- 362：輔助氣體供應埠

372：供應管線

374：通孔

376：通孔

382、384：熱電偶

419：升降桿

442：支撐凸緣

S：基板

S10~S80：操作

申請專利範圍

1. 一種用於處理基板的設備，在所述設備中對基板執行製程，其中所述設備包括：

下部腔室，所述下部腔室在其一側中具有開放的上部及通道，可通過所述通道接近所述基板；

外部反應管，其經設置以關閉所述下部腔室的所述開放的上部，進而提供在其中執行所述製程的製程空間；

基板固持器，至少基板垂直地堆疊在其中，所述基板固持器在堆疊位置與製程位置之間切換，在所述堆疊位置中，所述基板堆疊在所述基板固持器中，在所述製程位置中，對所述基板執行所述製程；

內部反應管，其安置在所述外部反應管中，所述內部反應管圍繞安置在所述製程位置處的所述基板固持器而安置，以相對於所述基板分割反應區；

氣體供應單元，其安置在所述外部反應管中以將反應氣體供應到所述反應區中；以及

多個加熱器，其安置成在彼此不同的高度處環繞所述外部反應管，進而加熱所述製程空間。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的設備，其中所述加熱器具有彼此不同的加熱溫度。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的設備，其中所述加熱器中的每一者包括：

環形的加熱器管，其具有內部空間，所述內部空間中填充有鹵素氣體，其中所述加熱器管的圓周的一部分是開放的；

加熱絲，其安置在所述加熱器管的所述內部空間中以發射

光；

一對端子部分，其耦合到所述加熱器管的兩個開放端中的每一者以密封所述內部空間，所述對端子部分電連接到所述加熱絲；以及

電源，其電連接到所述端子部分以將電流供應到所述加熱絲中。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的設備，其中從所述電源供應到所述多個加熱器中的所述電流具有彼此不同的強度。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的設備，其中更包括絕緣框架，所述絕緣框架安置成環繞所述外部反應管，所述絕緣框架具有從其內圓周表面凹進的多個插入凹槽，

其中所述加熱器管插入到所述插入凹槽中的每一者中。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的設備，其中所述絕緣框架由絕熱材料形成。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述的設備，其中更包括罩蓋，所述罩蓋在其一個表面中具有多個通孔，通過所述通孔來暴露所述端子部分，所述罩蓋安置成環繞所述絕緣框架，其中所述通孔以 Z 字形形狀垂直地安置在所述製程空間內。

圖式

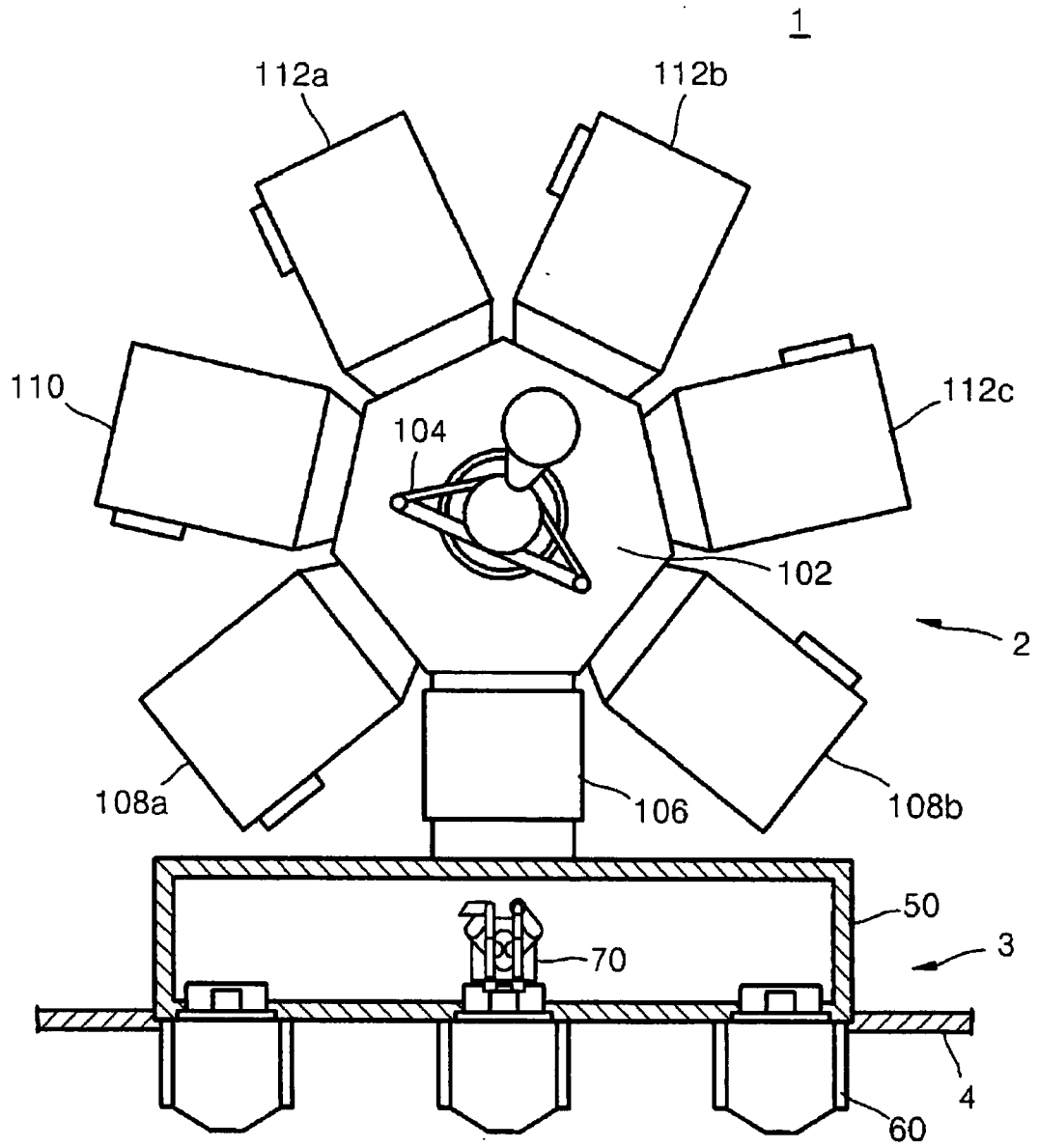
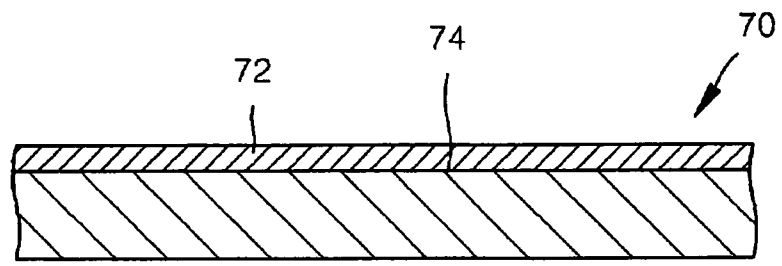
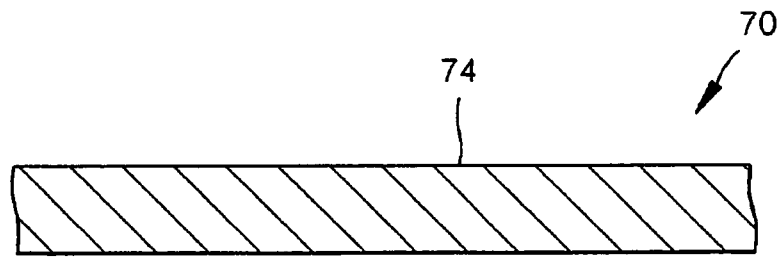


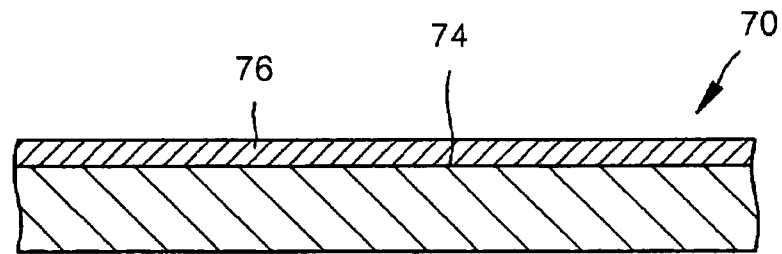
圖 1



(a)



(b)



(c)

圖 2

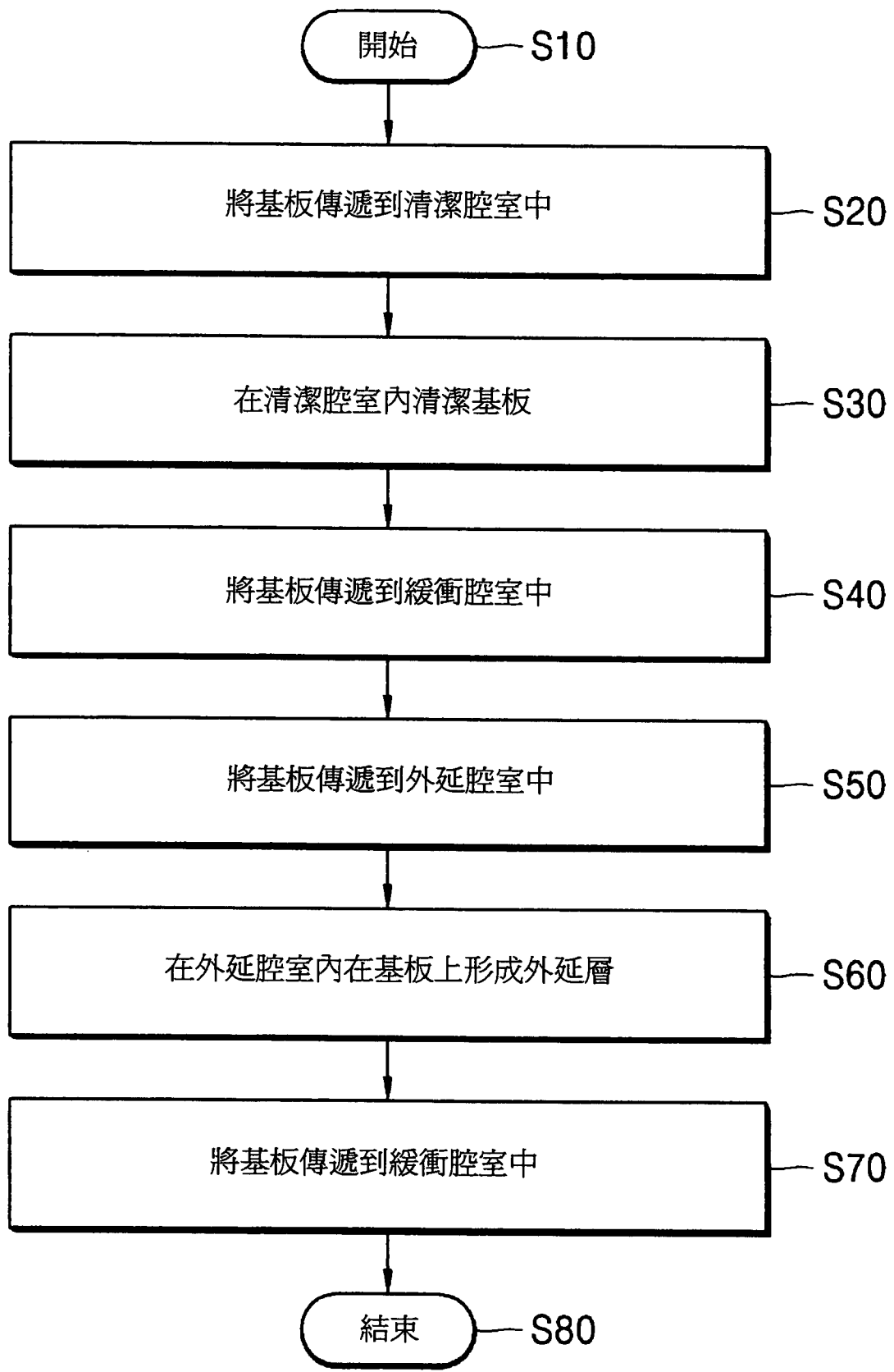


圖 3

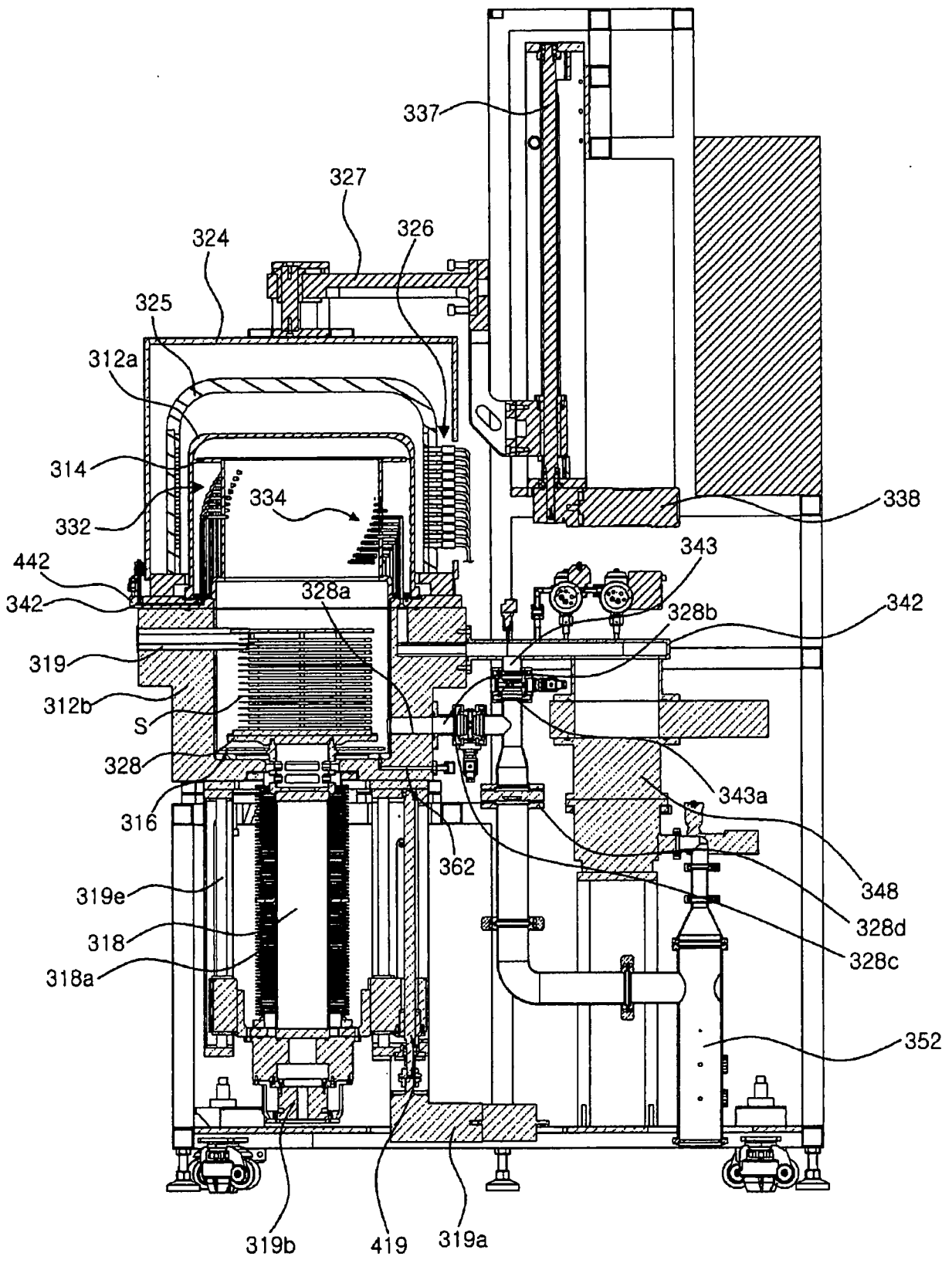


圖 4

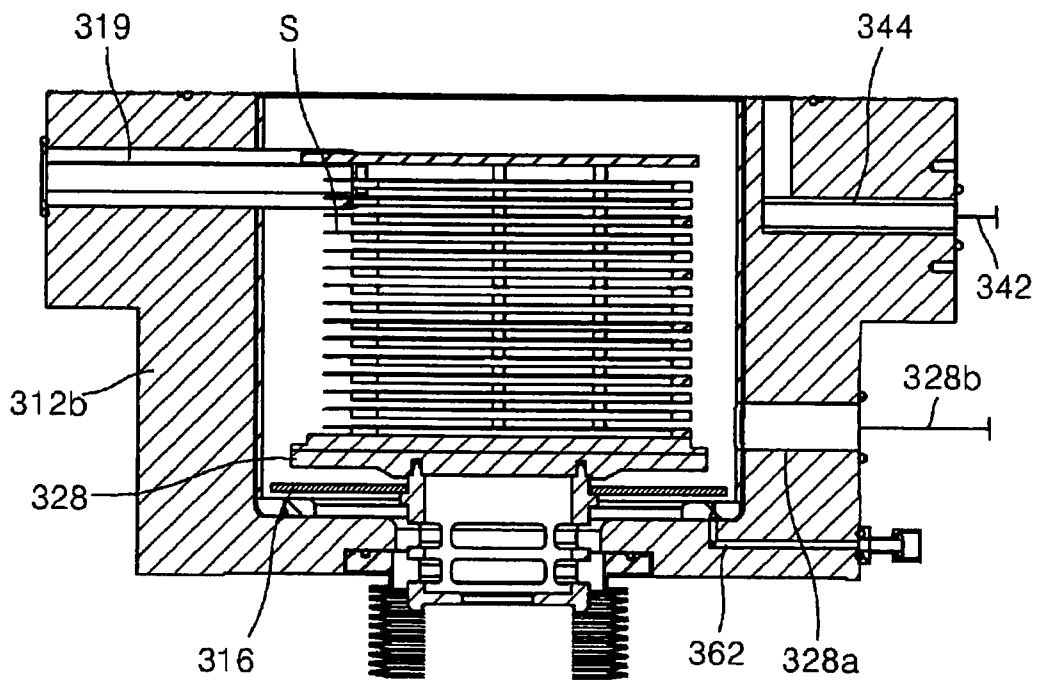


圖 5

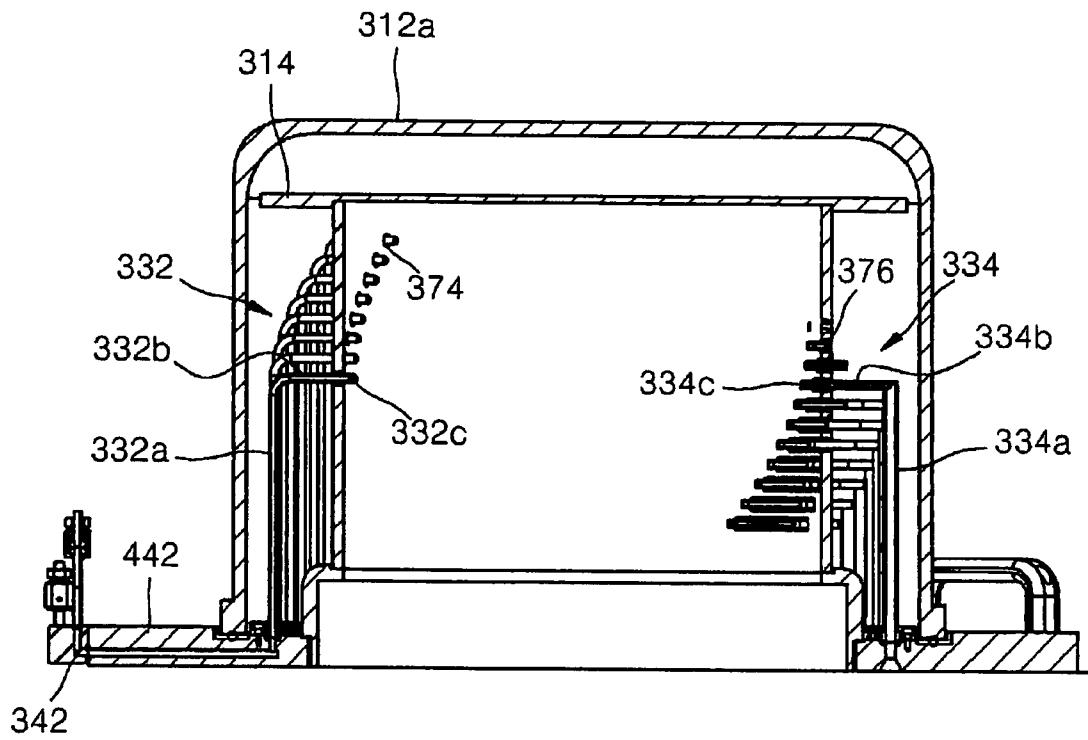


圖 6

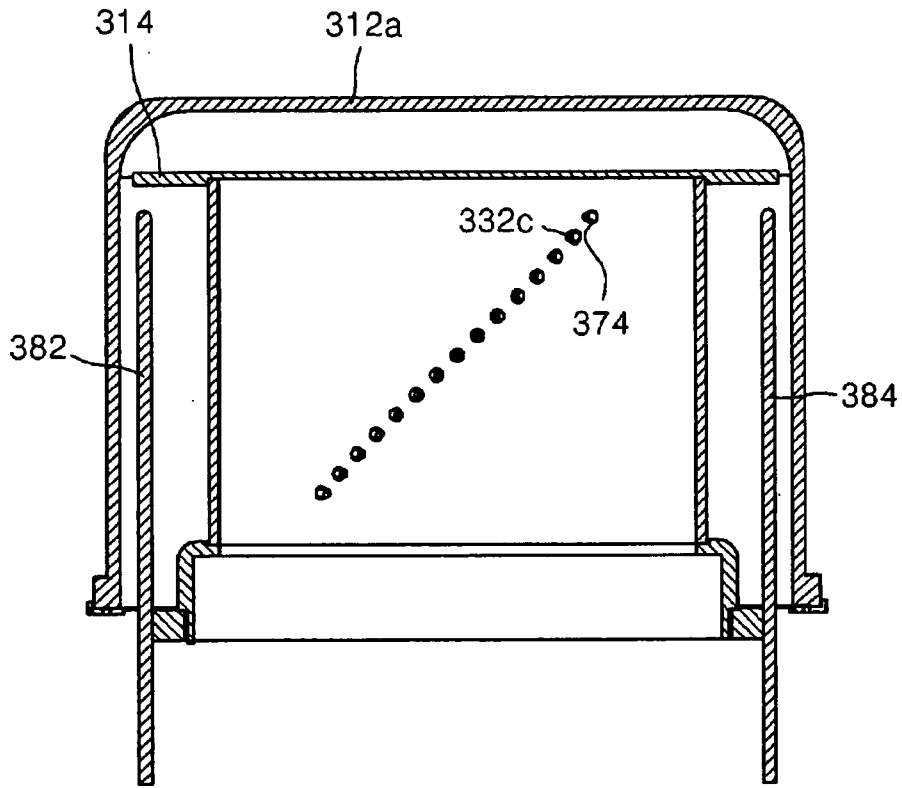


圖 7

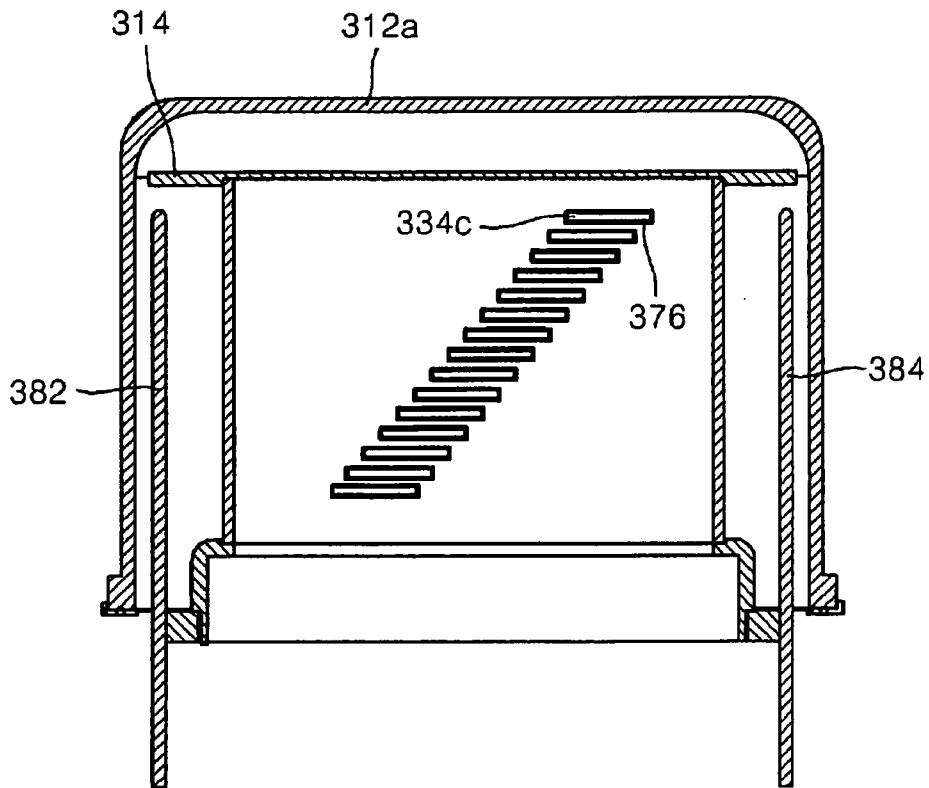


圖 8

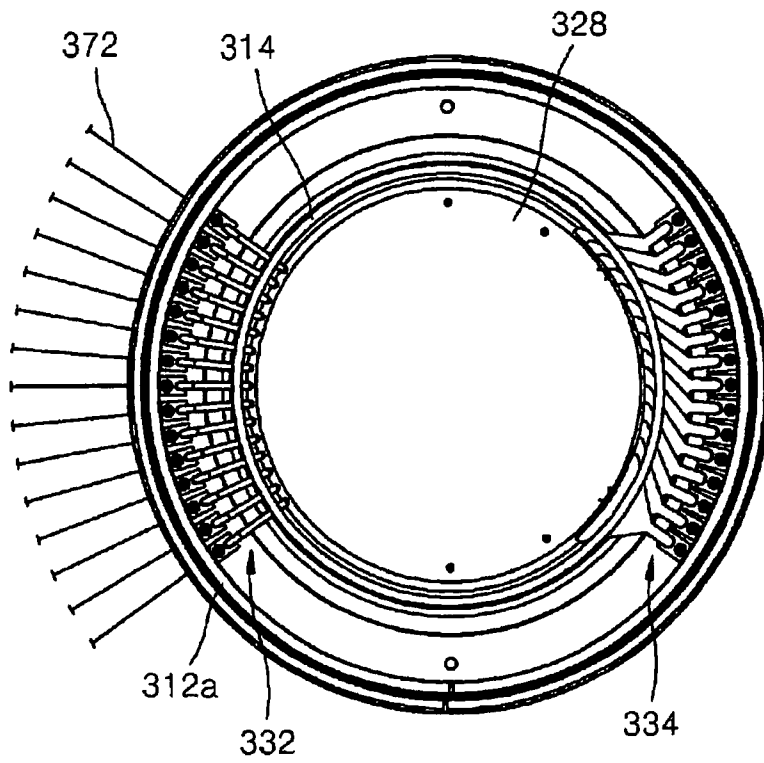


圖 9

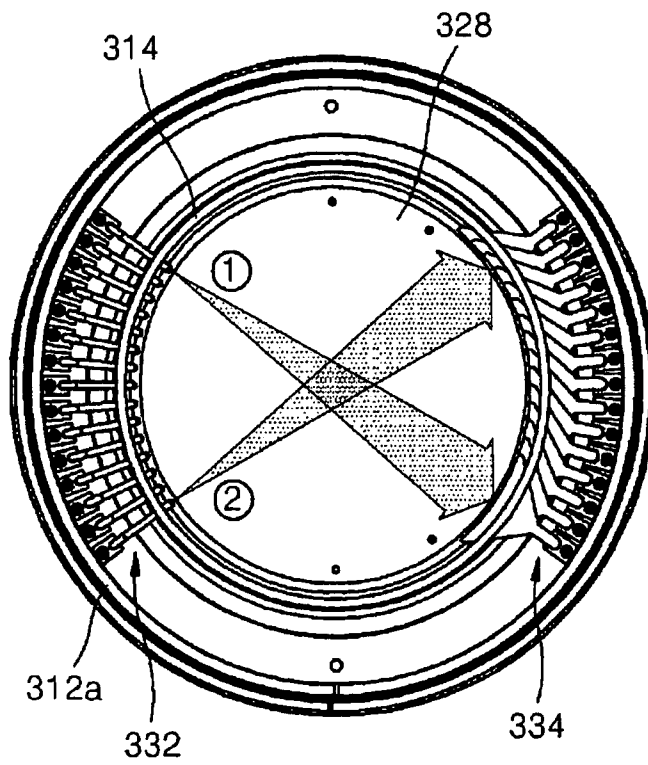


圖 10

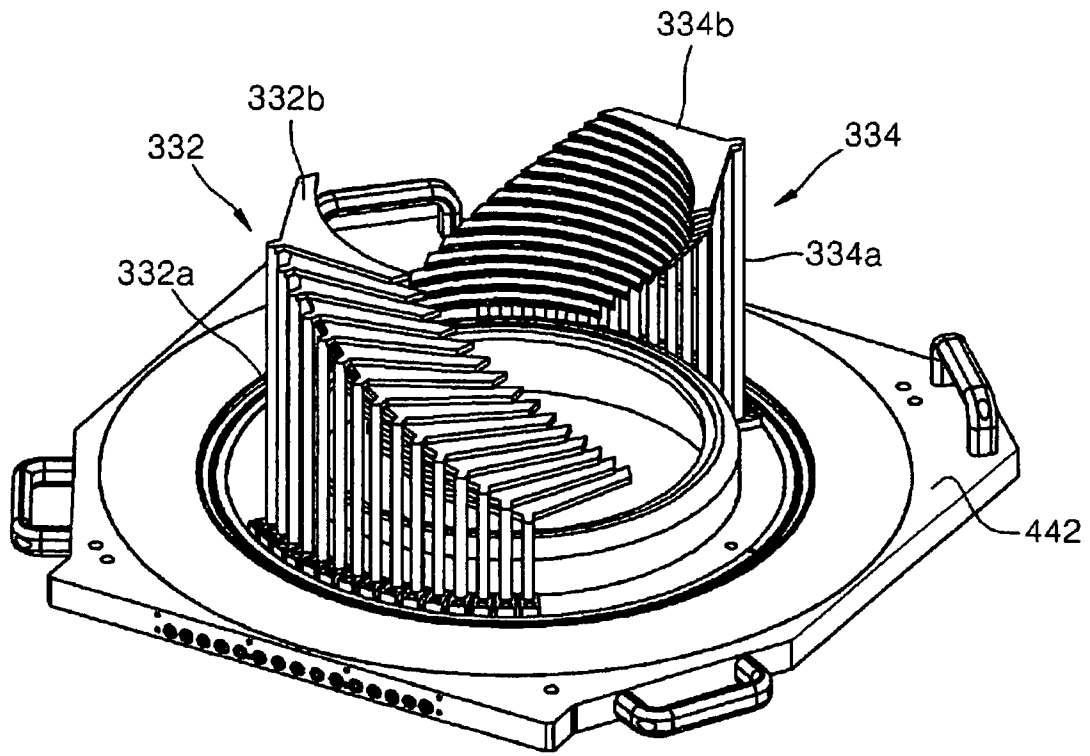


圖 12

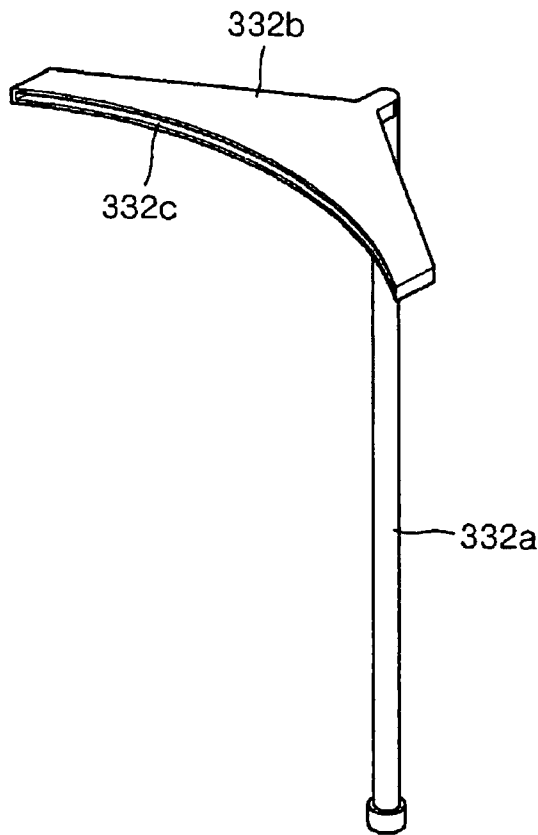


圖 13

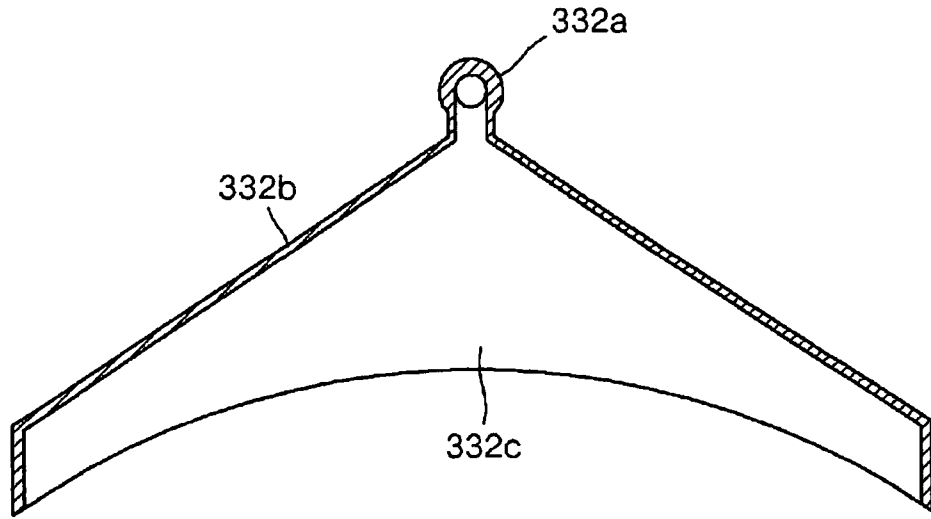


圖 14

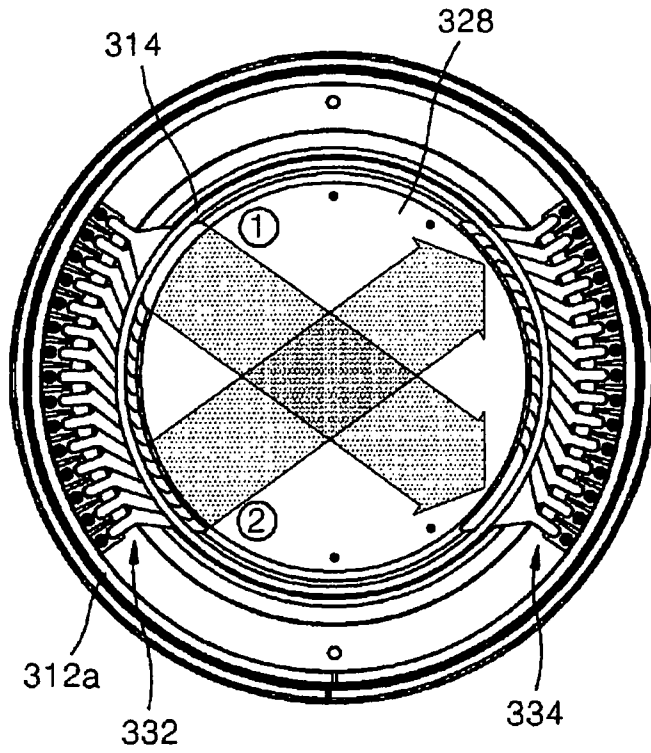


圖 15

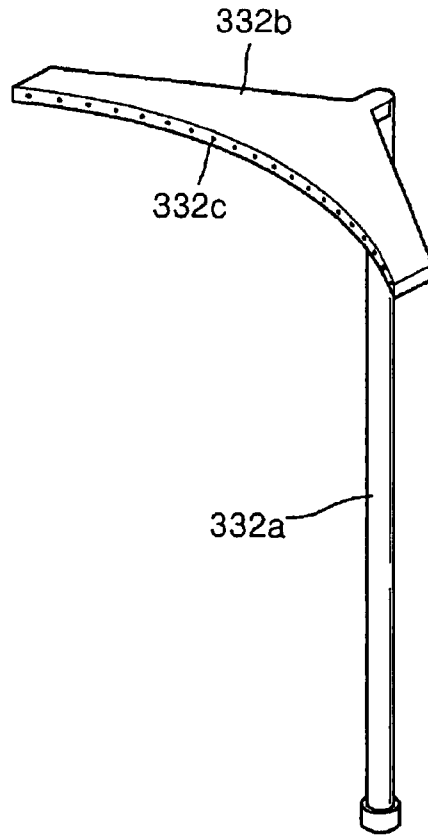


圖 16

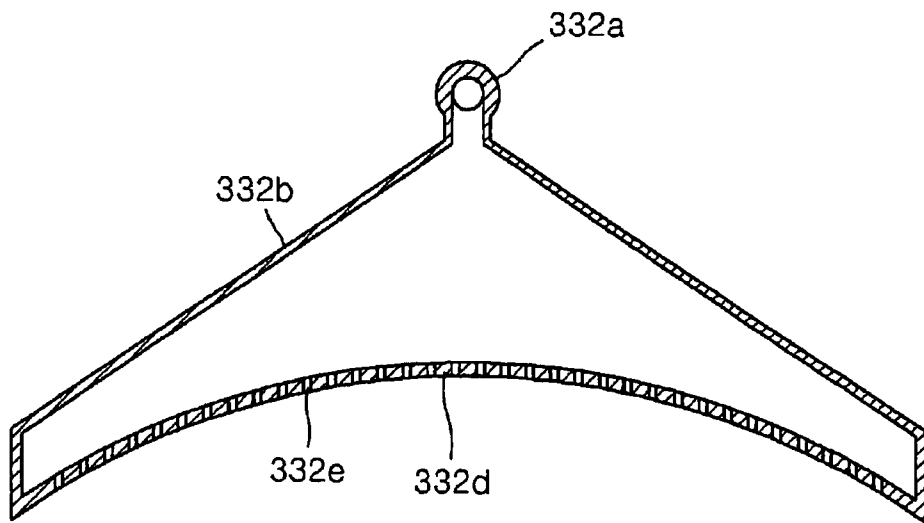


圖 17

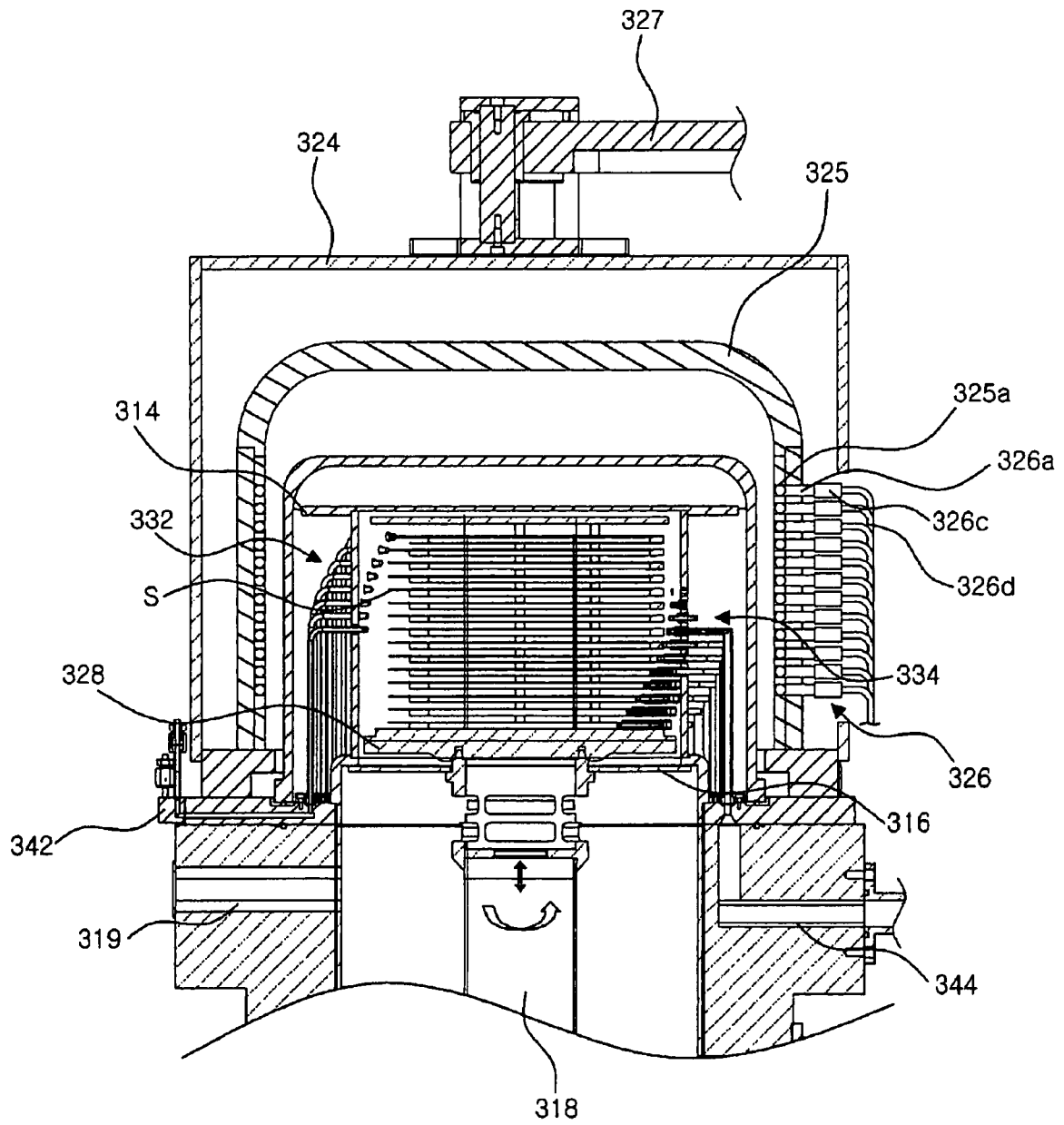


圖 18

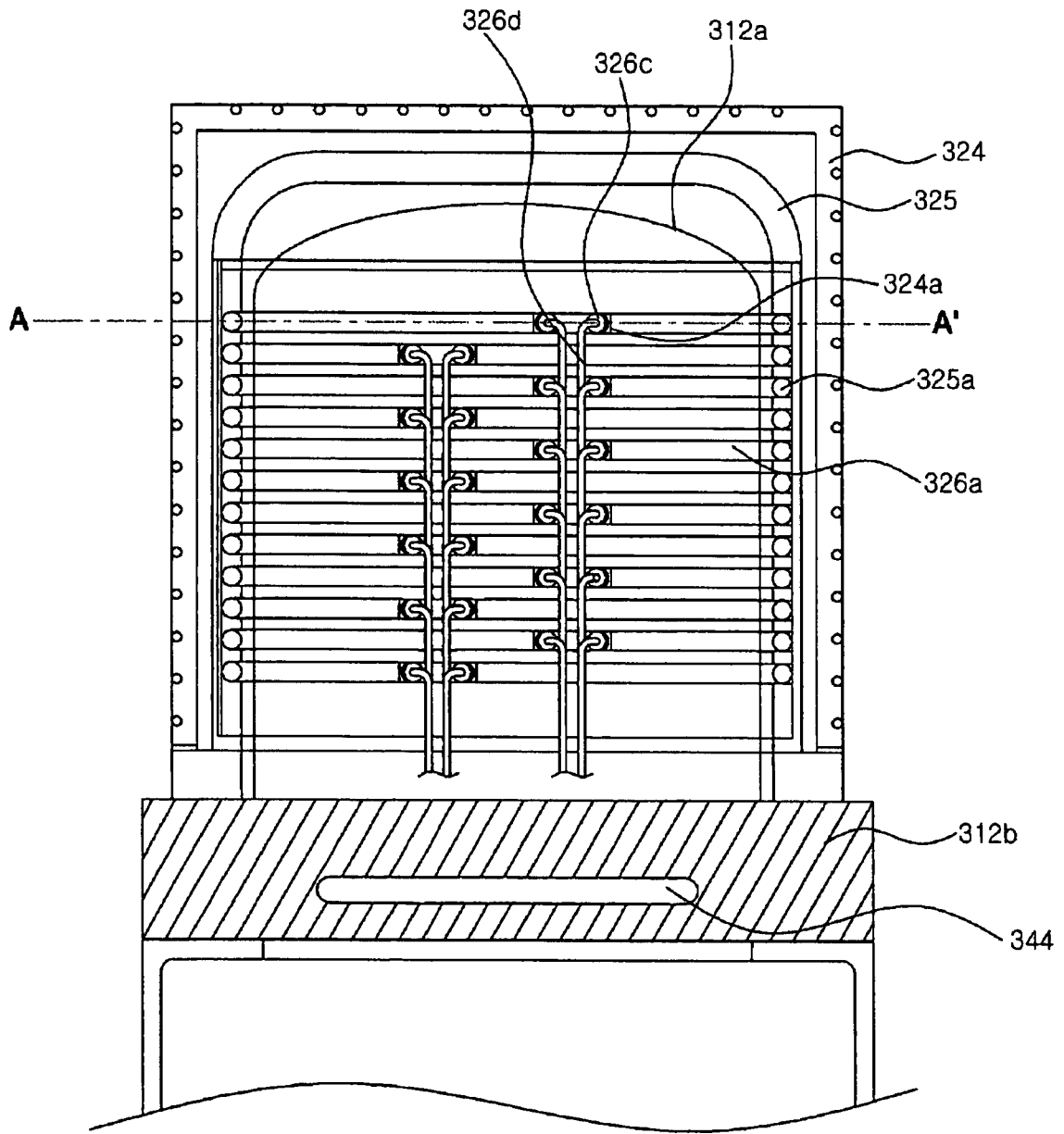


圖 19

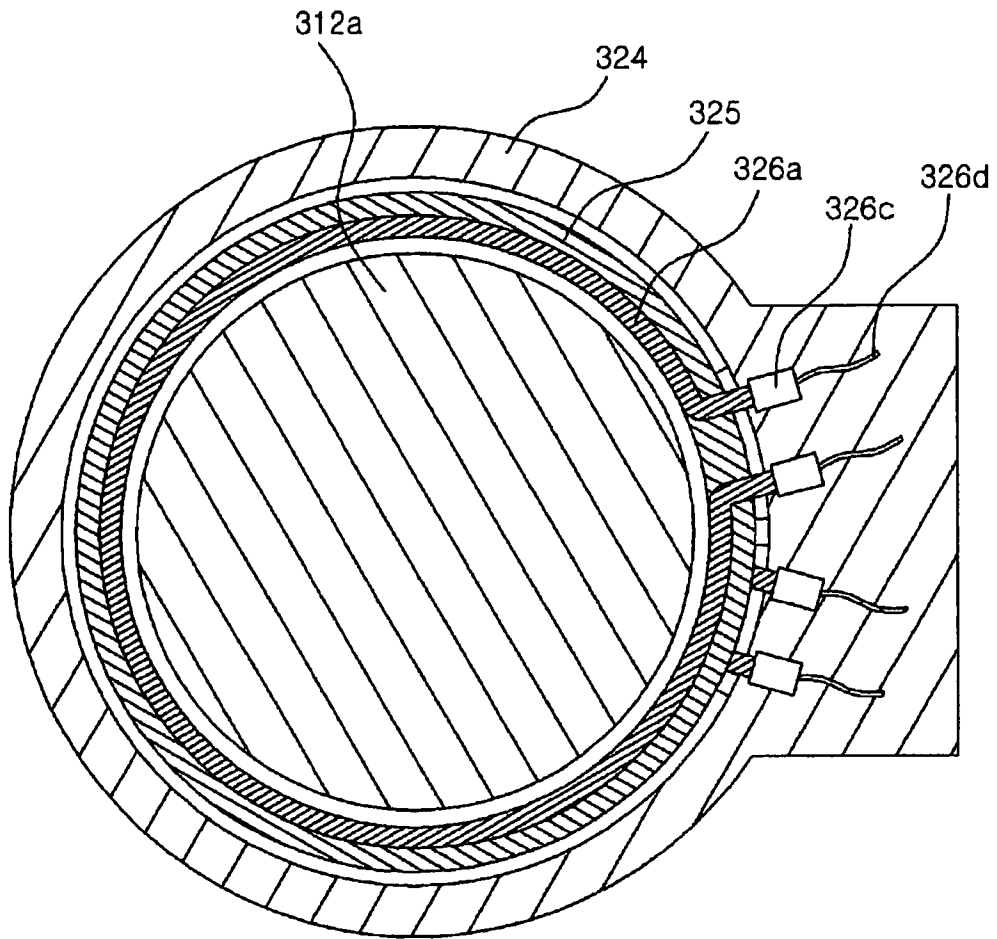


圖 20

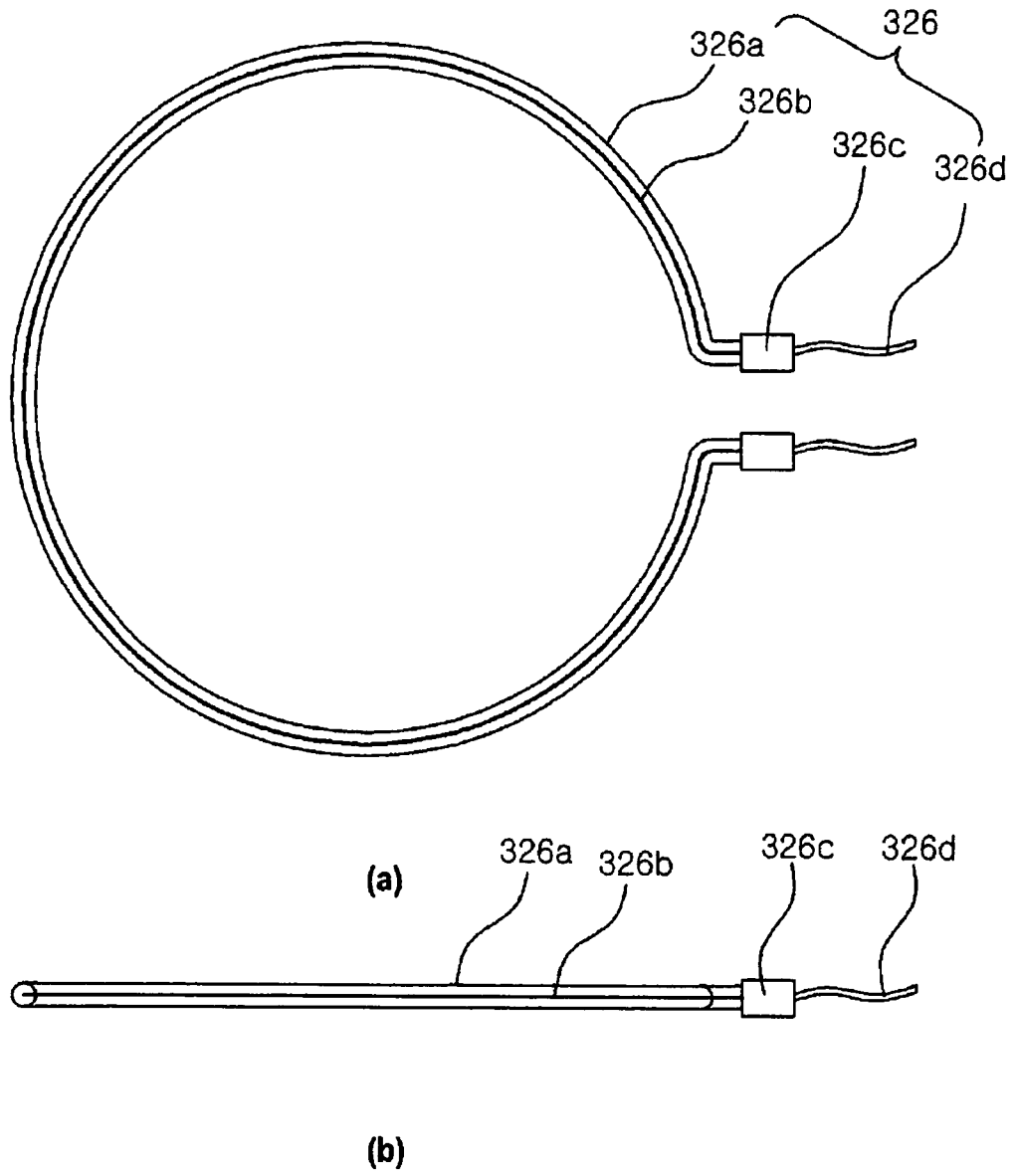


圖 21