

96年11月9日

發明專利說明書

中文說明書替換頁(96年11月)

(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：095137023

※ 申請日期：95. 10. 5

※IPC 分類：H05H 1/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電漿反應器

PLASMA REACTOR

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

英商愛德華有限公司

EDWARDS LIMITED

代表人：(中文/英文)

梅蘭妮 J 羅欄茲

ROWLANDS, MELANIE J.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

英國西薩西克斯郡克勞里市皇室莊園

MANOR ROYAL CRAWLEY WEST SUSSEX RH10 9LW ENGLAND

國 籍：(中文/英文)

英國 U.K.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 安德魯 詹姆斯 希利
SEELEY, ANDREW JAMES

2. 瑪莉蓮那 拉杜
RADOIU, MARILENA

國 籍：(中文/英文)

1. 英國 U.K.

2. 羅馬尼亞 ROMANIA

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：

1. 英國；2005年10月26日；0521830.0

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 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。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種電漿反應器，其包含：一微波諧振腔，其具有一氣體入口及一氣體出口；一波導，其用於輸送微波輻射至該諧振腔；及一電漿炬，其用於將一電漿流注入該諧振腔，該電漿流含有用於與一自該氣體入口流至該氣體出口之氣體反應的離子。

六、英文發明摘要：

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：

10	電漿反應器
12	導電諧振腔
14	波導
16	短路
18	氣體入口
20	氣體出口
22	箭頭
24	腔室
26	端板
28、30	介電板部件
32	第一側壁部分
34	第二側壁部分
36	氣體腔室
40	電漿炬
42	電子發射極
44	第一開口端
46	第二開口端
48	孔
50	噴嘴
52	啟動電極
54	絕緣塊

56	第一氣體入口
57	腔
58	鉛插入物
60	第二氣體入口
62	電漿區域
64	第三氣體入口

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種電漿反應器。該裝置在電漿減低系統中獲得特定用途，儘管本發明並不限於該等系統。

【先前技術】

半導體元件之製造過程中之一主要步驟為藉由蒸汽前體之化學反應在一半導體基板上形成一薄膜。一種用於在基板上沈積薄膜之已知技術為化學氣相沈積(CVD)。在此技術中，處理氣體供應至一容納該基板之處理腔室，並反應以於基板之表面上形成一薄膜。供應至處理腔室以形成一薄膜之氣體之實例包括(但不限於)：

- 用於形成氮化矽薄膜的矽烷及氮；
- 用於形成SiON薄膜的矽烷、氮及氧化亞氮；
- 用於形成氧化矽薄膜的TEOS及氧與臭氧中之一者；及
- 用於形成氧化鋁薄膜的 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 及水蒸氣。

通常亦在處理腔室中執行電漿蝕刻製程以蝕刻電路特徵。蝕刻氣體通常為全氟化合物氣體，例如 CF_4 、 C_2F_6 、 CHF_3 、 NF_3 及 SF_6 。

亦定期地清洗處理腔室之內表面以自腔室移除不需要的沈積材料。一種清洗腔室之方法為供應例如 NF_3 或 C_2F_6 之全氟化合物清洗氣體以與不需要的沈積材料反應。

一處理工具通常具有複數個處理腔室，該等處理腔室中之每一者可處於沈積、蝕刻或清洗製程中之各別不同階段，且因此在任何給定時間自該等腔室排出之氣體可具有

多種不同組合物。在此等製程期間，通常層存在殘留量之供應至處理腔室的氣體包含於自處理腔室排出之氣體中。例如矽烷及氫之氣體若排出至大氣中係高度危險的，且全氟化合物為溫室氣體。鑒於此情況，在廢氣排放至大氣之前，通常提供減低裝置以處理該廢氣。該減低裝置將廢氣之較多危險或不必要之組份轉化為可(例如)藉由習知洗滌自廢氣容易地移除及/或可安全排出至大氣之物質。

可使用一微波電漿減低設備來高效地自氣體流移除矽烷、氫及例如 NF_3 及 C_2F_6 之全氟化合物(PFC)。一微波電漿反應器之實例在英國專利第GB 2,273,027號中予以描述。在該設備中，一波導自一微波產生器輸送一微波輻射至一容納有處理緊密相對關係之兩個電極的諧振腔內。待處理之氣體經過一氣體入口流入該諧振腔，並在該等電極之間通過，以使得可自在電極之間流動的氣體起始一微波電漿且將其維持於兩個電極之間。該等電極中之一者具有一軸向孔以提供一自諧振腔之氣體出口。在電漿內之密集條件下，氣體流內之物質經受高能電子的碰撞，進而導致解離為可與氧或氫結合生成相對穩定之副產物的反應性物質。舉例而言， C_2F_6 可轉化為可在其他處理步驟中移除之 CO 、 CO_2 及 HF ，且 SiH_4 可轉化為 SiO_2 。

因此，一微波電漿減低設備可連接至自工具之每一處理腔室之排氣以處理自處理工具排出之氣體流，每一設備具有其自有的微波產生器。然而，由於自該等處理腔室排出之氣體流通常具有相對高的流動速率，因此既起始電漿又

將電漿維持為一可接受之破壞及移除效率(DRE)所需之微波功率趨向於相對高的，通常在3 kW與6 kW之間。因此，與微波電漿減低設備相關聯之成本趨向於相對高的。

作為使用微波電漿減低設備之替代，dc電漿炬減低設備可用來處理自處理工具排出之每一氣體流。如已知，dc電漿炬自在炬之電極之間輸送的惰性、可電離化氣體(例如氫氣)產生一電漿焰。氣體流及合適之氫及氧源可被輸送入該電漿焰以反應形成上文所提及之相對穩定的副產物。電漿炬減低設備與微波電漿減低設備相比為相對便宜的，且對於操作而言為相對便宜的，例如複數個炬可由單個dc電源操作。然而，清洗氣體(例如碳氟化合物及 NF_3)之減低效能與微波電漿減低裝置之清洗氣體之減低效能相比趨向於相對低的。

【發明內容】

本發明之至少較佳實施例之一目的為提供一種電漿反應器，其可將微波電漿減低設備之相對高的破壞效率及與電漿炬減低設備相關聯之低成本相結合。

本發明提供一種電漿反應器，其包含：一微波諧振腔，其具有一氣體入口及一氣體出口；一波導，其用於輸送微波輻射至該諧振腔；及一電漿炬，其用於將一電漿流注入該諧振腔，該電漿流含有所用於與自該氣體入口流至該氣體出口之氣體反應的離子。

微波對由電漿炬注入該腔之電漿流的作用可顯著增強由該電漿炬產生之電漿流的反應性，使得全氟化合物之DRE

可比得上一微波減低設備之全氟化合物之DRE。吾人已發現，對於自一處理工具之一腔室排出之氣體流而言，增強電漿流之反應性達到此水平所需之微波功率可小於1 kW，且可使用一相對低成本之微波產生器來產生該等微波。

在一較佳實施例中，電漿炬包含用於自一電漿源氣體產生電漿流之構件，及用於輸送該等離子之一源至該電漿流之構件，該源一旦碰撞該電漿流立即形成該等離子。該等離子可包含熱 OH^- 及/或 H^+ 離子。藉由自一合適之 OH^- 及/或 H^+ 離子源(例如水或醇)形成用於隨後與流經該諧振腔之氣體反應的熱 OH^- 及/或 H^+ 離子，已發現促成破壞該氣體所需之能量可能減少了，且該破壞之效率可得以徹底改良。

相對便宜且容易得到之流體(例如水蒸氣)或燃料(例如氫、烴或醇)可用來產生 H^+ 及/或 OH^- 離子，且反應可在任何便利之壓力下進行，例如在約為大氣壓力或低於大氣壓力下進行。合適之醇之實例包括甲醇、乙醇、丙醇、異丙醇及丁醇。 H^+ 離子之源之其他實例包括氫、烴、氨及石蠟。

在一實施例中，電漿炬經配置將離子經過該氣體入口注入諧振腔。在此實施例中，該電漿炬可包含用於接收該氣體之構件，及用於輸送該氣體至該電漿流以便與該等離子一起注入該諧振腔之構件。

電漿流可獨立於氣體而注入諧振腔，且因此在另一實施例中，該諧振腔包含一其他入口，電漿流經過該其他入口

注入諧振腔。諧振腔可具備用於接收(例如)來自各別處理腔室之各別氣體及/或用於接收一來自一各別電漿炬之電漿流的多個入口。

諧振腔可為一多模式諧振腔或一單模式諧振腔。若該腔為一單模式腔，則反應器具備用於在諧振腔內形成一電磁駐波之構件。電漿炬或每一電漿炬經較佳定位以使得電漿流在該腔內之電場之強度為一峰值的位置處注入腔，藉此極大地增強了電漿流之反應性。

若該腔為一多模式腔，其中電場之強度在腔內為大致均勻的，則電漿炬可定位於任何便利之位置處。

本發明亦提供用於處理自一處理工具排出之一氣體流的裝置，該裝置包含如前述之電漿反應器。本發明進一步提供一種電漿減低設備，其包含：一微波諧振腔，其具有一氣體入口及一氣體出口；一波導，其用於輸送微波輻射至該諧振腔；及一電漿炬，其用於將一電漿流注入該諧振腔，該電漿流含有用於與自該氣體入口流至該氣體出口之氣體反應的離子。

【實施方式】

參看圖1，一電漿反應器10包含一導電諧振腔12。在此實施例中，諧振腔為一以TE₀₁模式操作的單模式諧振腔。諧振腔12之一端連接至一波導14，該波導14用於自一微波產生器(未圖示)輸送微波輻射至該諧振腔12。諧振腔12之另一端連接至一短路16。諧振腔具有一氣體入口18及一氣體出口20，在此實施例中，氣體入口18與氣體出口20經配

置以正交於經過諧振腔12之微波的傳播方向(如圖1中之箭頭22所指示之方向)。

短路16在諧振腔12之相對側上提供波導14的延伸。短路16包含一由一端板26部分地界定之腔室24，該端板26遠離波導14之端以使得入射微波輻射由端板26反射以在諧振腔12內形成一電磁駐波。端板26相對於波導14之端的位置為可調整的。

諧振腔12容納兩個介電板部件28、30，其較佳由用於保持充分耐蝕性且同時可大體透過經過諧振腔12輸送之微波輻射的PTFE或其他適合之材料形成。每一板部件28、30較佳具有：一第一側壁部分32，其正交於經過諧振腔12之微波輻射的傳播方向而延伸；及一第二側壁部分34，其在諧振腔12內部分地界定一氣體腔室36。該氣體腔室36可具有任何所要橫截面。

使用中，由波導14自一微波產生器饋入微波輻射至諧振腔12，且因此饋入氣體腔室36。該產生器以一相對低的功率產生微波輻射，該功率較佳小於2 kW，更較佳小於1 kW。短路16之端板26反射微波以在諧振腔12內形成一駐波，諧振腔12內之電磁場具有一定位於氣體入口18與氣體出口20之間的最大值。

反應器10進一步包含一dc電漿炬40，其用於將一電漿流注入諧振腔12，該電漿流含有用於與在氣體入口18與氣體出口20之間流動之氣體反應的離子或自由基。電漿炬40包含一管狀陰極或電子發射極42，其具有一第一開口端44及

一第二開口端46。圍繞該電子發射極42輸送一水冷卻劑。電子發射極42之孔48與一噴嘴50對準，該噴嘴50形成於一圍繞電子發射極42之第二開口46的啟動陽極或電極52中。啟動電極52安裝於圍繞電子發射極42之絕緣塊54中，其中形成冷卻劑入口及出口以用於供應水冷卻劑至電子發射極42及啟動電極52及排出來自電子發射極42及啟動電極52之水冷卻劑。

電漿炬40具有一第一氣體入口56，其用於接收一可電離化電漿源氣體流(例如氫氣或氮氣)，該電漿源氣體流進入定位於電子發射極42與啟動電極52之間的腔57。使用中，藉由供應一高頻率、高電壓信號至一鈐插入物58，一前導電弧首先產生於電子發射極42與啟動電極52之間。因此，形成於電子發射極42與啟動電極52之間的前導電弧電離自第一氣體入口56進入腔57的電漿源氣體，使得自噴嘴50之尖端產生經電離化之源氣體之高動量電漿焰或電漿流。

電漿炬40進一步包括一第二氣體入口60，其用於接收一離子源流(例如水蒸氣)。自第二氣體入口60輸送水至定位於噴嘴50下方的電漿區域62，使得由電漿流分解水以形成夾帶於電漿流中的 H^+ 離子及 OH^- 離子。

在此實施例中，電漿炬40經配置以使電漿流經過諧振腔12之氣體入口18注入諧振腔12中。電漿炬40包括一第三氣體入口64，其用於接收待與夾帶於電漿流中之離子反應以於反應器10內進行處理的氣體。第三氣體入口64經定位以大體與電子發射極42及啟動電極52共軸，以使氣體經過電

子發射極42之第一開口端44輸送入電子發射極42之孔48。氣體通過電子發射極42之第二開口端46進入電漿區域62，使得氣體與腔57內之電漿源氣體相混合並自電漿炬40發射，且電漿流經過諧振腔12之氣體入口18進入諧振腔12。由微波輻射在諧振腔12內形成之駐波增強了待處理之氣體與電漿流中之離子的反應，使得氣體在高消滅及移除效率(DRE)下被破壞。

反應器10可用作一減低設備來處理自一處理工具之一處理腔室排出之氣體流，例如用於半導體及平板顯示器設備之製造。該處理工具可具有複數個處理腔室，且在此種狀況下，可提供複數個電漿反應器10，每一者用於處理自一各別處理腔室排出之氣體。然而，可藉由提供一經組態同時處理兩個或兩個以上氣體流之電漿反應器10來降低成本。以下將描述此種電漿反應器之實例。

在圖2說明之第二實施例中，電漿反應器10經組態以處理(例如)來自各別處理腔室之至少兩個氣體流。兩個氣體流各自經過一各別氣體入口70a、70b輸送入諧振腔12。如圖2所說明，此等氣體入口70a、70b經配置以使得氣體流匯聚於一直接定位於一其他入口74下方的點72，一電漿流經過該其他入口74注入諧振腔12中。如上文描述之第一實施例中，一第三氣體流可輸送至電漿炬40之第三氣體入口64以用於與電漿流一起注入諧振腔12。或者，離子源可輸送至第三氣體入口64以形成夾帶於電漿流中的離子。

在圖3說明之第三實施例中，電漿反應器10包含複數個

電漿炬40a、40b。此等電漿炬中之每一者與第一實施例之電漿炬40類似，使得電漿炬40a、40b中之每一者具有：一第一氣體入口，其用於接收可電離化電漿氣體流；一第二氣體入口，其用於接收離子源流；及一第三氣體入口64，其用於接收待處理之各別氣體流。該等炬40a、40b經配置以使得夾帶有氣體及反應性離子的電漿流經過一各別氣體入口(未圖示)大體在諧振腔12內產生之駐波之電場的最大值處進入諧振腔12中。諧振腔12可具有單個氣體出口或各自定位於諧振腔12之各別氣體入口下方的複數個氣體出口。

在另一實施例中，第三實施例之電漿反應器10可具有與第二實施例之氣體入口70a、70b類似之其他氣體入口，該等其他氣體入口中之每一者用於將氣體輸送至進入諧振腔12之電漿流中之一者。

在以上實施例中，諧振腔12以 TE_{01} 模式操作。然而，腔12可經配置以一替代單模式方式或以一多模式方式操作。藉由配置腔12以一多模式方式操作(更類似一微波爐)，使得微波電場之強度在諧振腔12內各處大體為均勻的，以此方式對於一或多個電漿炬相對於諧振腔12之定位具有較大選擇自由。

【圖式簡單說明】

圖1為一電漿反應器之一第一實施例的橫截面側視圖；

圖2為一電漿反應器之一第二實施例的橫截面側視圖；及

圖3為一電漿反應器之一第三實施例的俯視圖。

【主要元件符號說明】

10	電漿反應器
12	導電諧振腔
14	波導
16	短路
18	氣體入口
20	氣體出口
22	箭頭
24	腔室
26	端板
28、30	介電板部件
32	第一側壁部分
34	第二側壁部分
36	氣體腔室
40、40a、40b	電漿炬
42	電子發射極
44	第一開口端
46	第二開口端
48	孔
50	噴嘴
52	啟動電極
54	絕緣塊
56	第一氣體入口
57	腔
58	鉛插入物

60	第二氣體入口
62	電漿區域
64	第三氣體入口
70a、70b	氣體入口
72	點
74	其他氣體入口

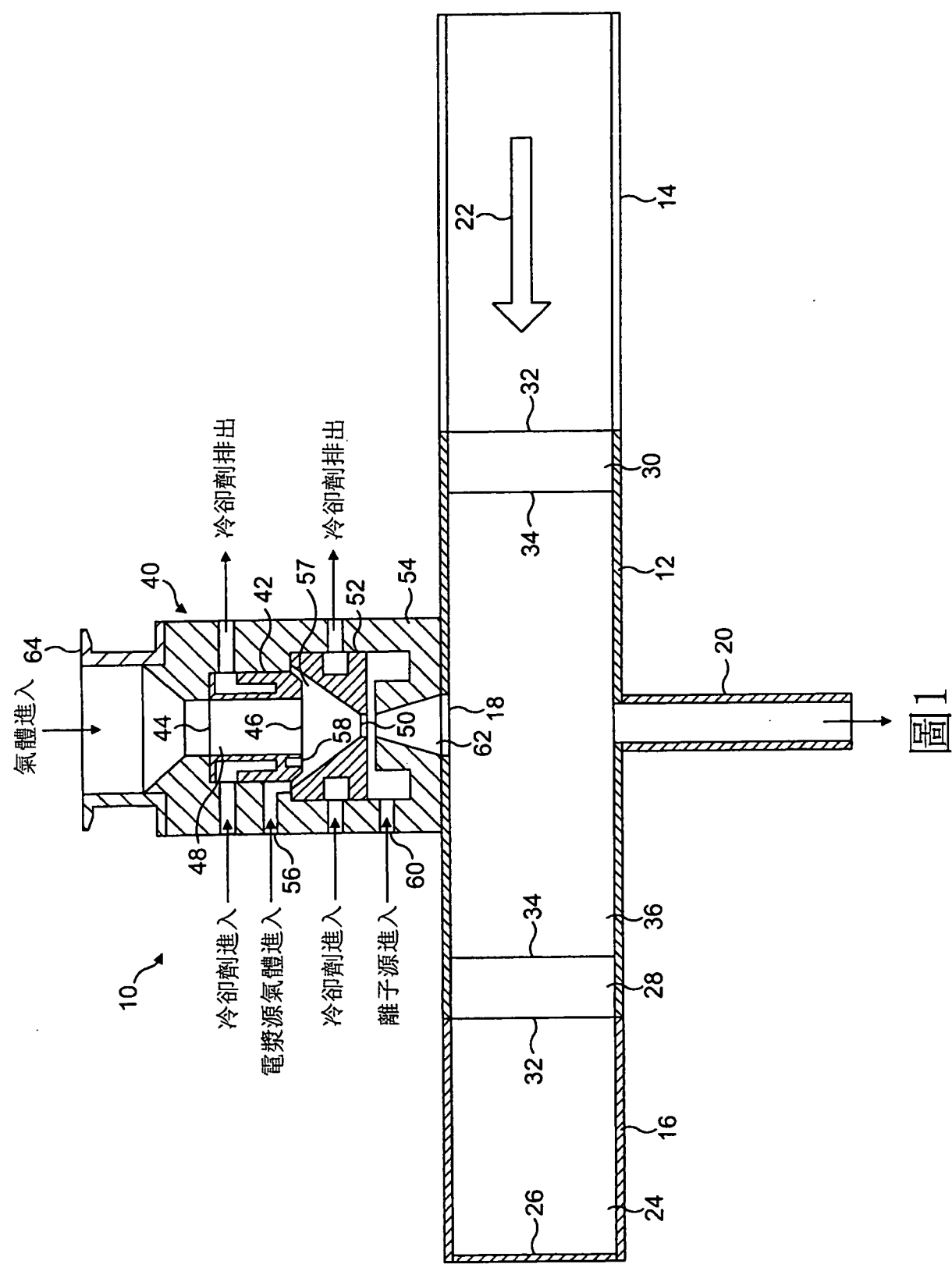
十、申請專利範圍：

103年3月17日修正(本)
劃線

1. 一種電漿反應器，其包含：一微波諧振腔，其具有一氣體入口及一氣體出口；一波導，其用於傳送微波輻射至該諧振腔；及一電漿炬，其用於將一電漿流注入該諧振腔，該電漿流含有用於與一自該氣體入口流至該氣體出口之待處理之氣體反應的離子，其中該電漿炬經配置以接收該待處理之氣體，及輸送該待處理之氣體至該電漿流以便與該等離子一起注入該微波諧振腔。
2. 如請求項1之反應器，其中該電漿炬包含一陽極與一陰極以自一電漿源氣體產生該電漿流，及一離子源入口，其用於將該等離子之一源輸送至該電漿流，該等離子之該源一旦碰撞該電漿流立即形成該等離子。
3. 如請求項1之反應器，其中該諧振腔包含一電漿流入口，該電漿流經過該電漿流入口注入該諧振腔。
4. 如請求項3之反應器，其中該諧振腔包含複數個電漿流入口，該反應器包含複數個電漿炬，該等電漿炬各自經配置以將一電漿流經過一各別電漿流入口注入該諧振腔。
5. 如請求項1之反應器，其中該諧振腔包含複數個氣體入口，各別氣體流經過該複數個該等氣體入口進入該諧振腔。
6. 如請求項1之反應器，其中該諧振腔為一單模式諧振腔，該反應器包含該波導及一端板以在該諧振腔內形成一電磁駐波。

7. 如請求項6之反應器，其中該電漿炬經定位以使得該電漿流自該電漿炬或該每一電漿炬大體在該電磁駐波之電場的一最大值處注入該腔。
8. 如請求項1之反應器，其中該諧振腔為一多模式諧振腔。
9. 如請求項1之反應器，其中該微波輻射具有一小於2 kW之功率。
10. 如請求項1之反應器，其中該微波輻射具有一小於1 kW之功率。

十一、圖式：



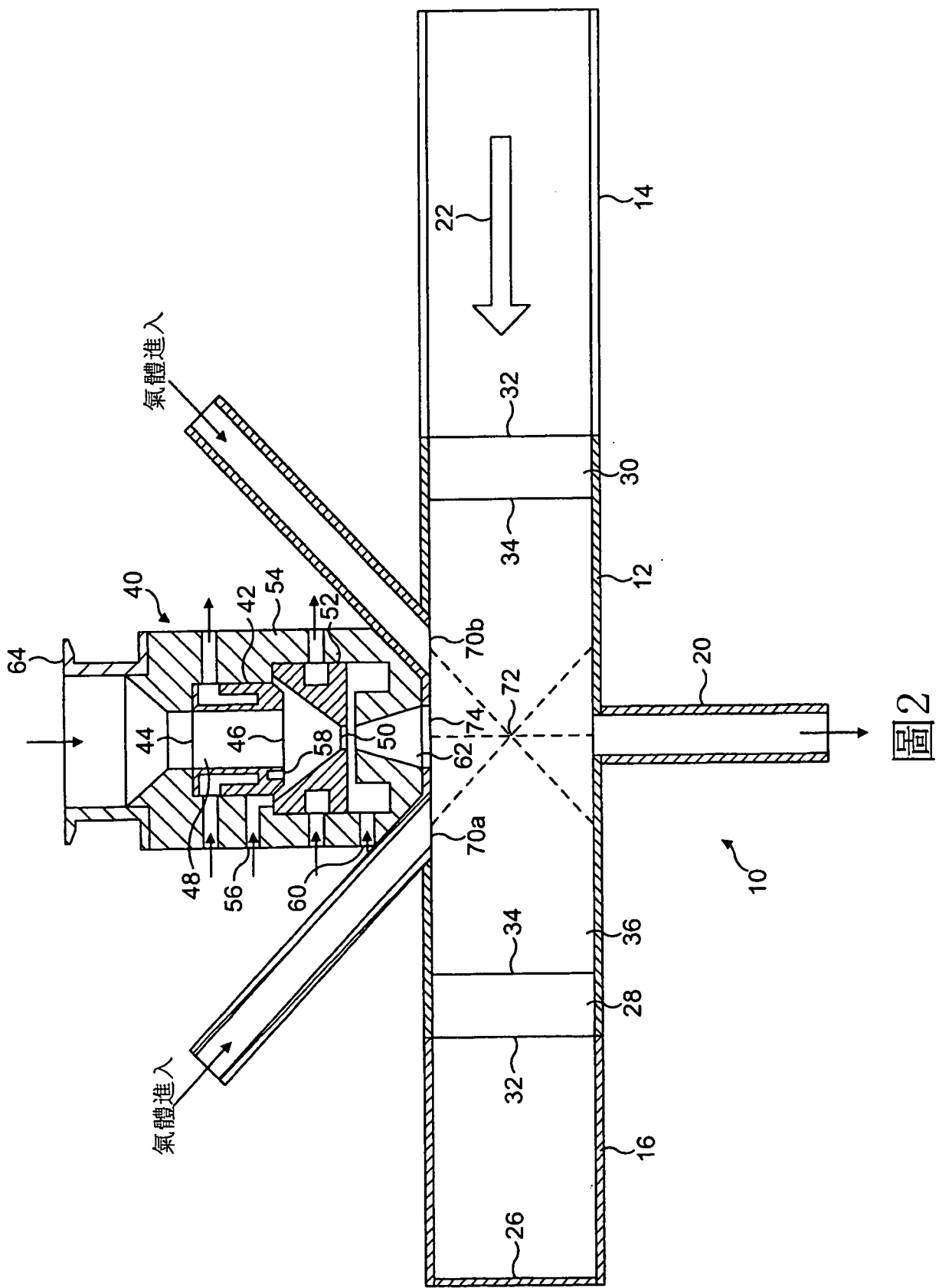


圖2

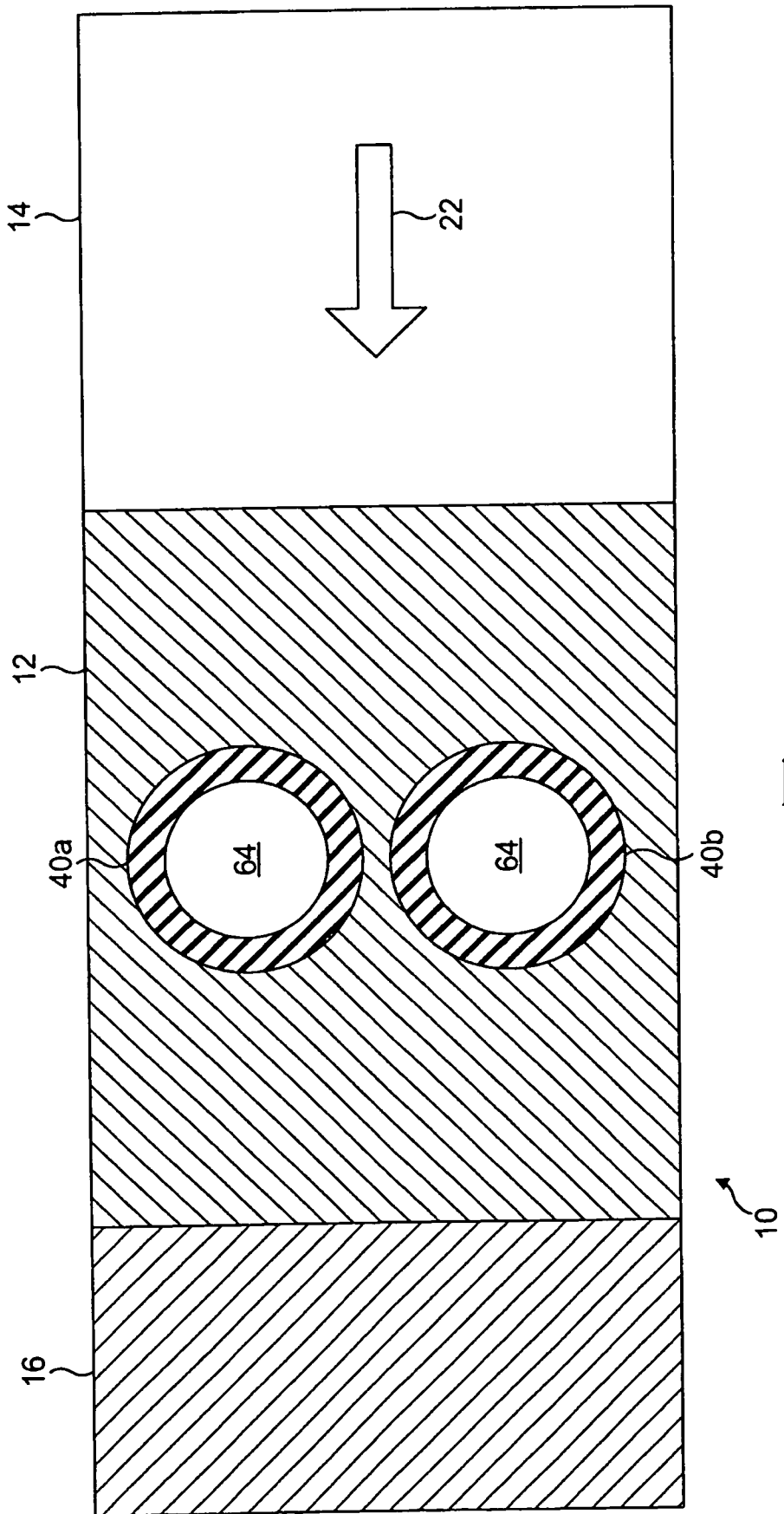


圖3