

申請日期: 89.10.16	案號: 89121941
類別: H05H 1/00	

(以上各欄由本局填註)

# 發明專利說明書

463532

一、發明名稱	中文	微波電漿激發方法及其反應裝置
	英文	
二、發明人	姓名 (中文)	1. 杜家慶 2. 寇崇善
	姓名 (英文)	1. David Tu 2. Chwung-Shan Kou
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國
	住、居所	1. 台北縣淡水鎮樹梅坑36號8樓 2. 新竹市光復路一段376巷333號6樓
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 慶康科技股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. duratek, Inc
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹科學工業園區工業東四路5號1樓
	代表人姓名 (中文)	1. 杜家慶
	代表人姓名 (英文)	1. David Tu



## 五、發明說明(1)

## 【發明領域】

本發明係有關於一種微波電漿激發方法及其反應裝置，其中該微波電漿為高密度電漿〔密度大於 $10^{10}\text{cm}^{-3}$ 〕，特別是運用於處理廢氣、半導體晶圓或玻璃基板之大面積電漿。

## 【先前技術】

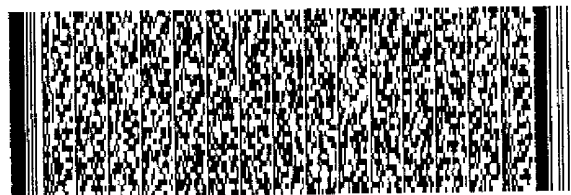
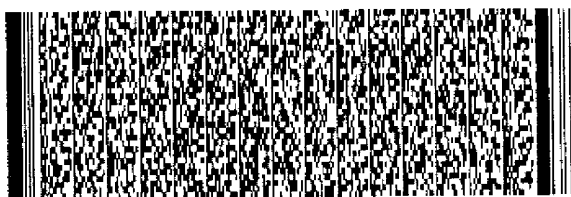
由於電漿的電子能量相當高，大約等於具有數萬度溫度之氣體能量，因此，電漿常用來促進在低溫態不易達成之反應而被廣泛應用，尤其在半導體及光電產業，如蝕刻〔etching〕、化學鍍膜〔CVD〕或物理鍍膜〔PVD〕等製程均需要電漿之輔助，在不損及晶片線路之低溫環境下達到蝕刻或鍍膜之目的。

電漿除了可用於半導體及光電產業外，亦被擴及至促進化學物質之合成及分解，特別是在有毒高分子之廢氣處理，以電漿處理方能符合日趨嚴格之環保要求。

電漿依離子密度大致區分為低密度〔小於 $10^9\text{cm}^{-3}$ 〕及高密度〔大於 $10^{10}\text{cm}^{-3}$ 〕兩類。此外，電漿之產生有多種方式，區分為直流〔DC〕、射頻〔RF〕及微波激發〔microwave excitation〕，其中係以射頻電感耦合〔ICP, Inductively Coupled plasma〕及微波激發方式產生高密度電漿，經由大部份的研究顯示此兩種產生電漿之離子密度約略相同，但由微波激發之電漿具有較多之自由基且其電子平均溫度稍低。

雖然微波激發之電漿因其離子及自由基密度高而有許

463532



## 五、發明說明(2)

多優點，但是目前以習知之設計激發大面積或高氣壓之電漿，需要昂貴之高功率或可變式微波源，如美國第5,841,237號發明專利案之裝置才能激發出電漿，由於其機構複雜、造價昂貴及操作成本亦高導致無法被廣泛採用。

## 【發明目的及概要】

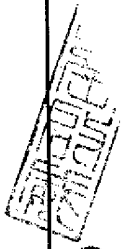
本發明之第一目的在於提供一種微波電漿激發方法，利用輔助微波源先行激發小面積之引火電漿再導入主反應腔，使得大幅降低原本激發大面積微波電漿所需之功率。

本發明之第二目的在於提供一種微波電漿激發方法，由於激發大面積微波電漿所需之功率能被大幅降低，使得能廣泛運用於處理廢氣、半導體晶圓或玻璃基板等領域。

本發明之第三目的在於提供一種激發微波電漿之裝置，利用在主微波源之主反應腔連通至少一輔助微波源，使得該低功率之輔助微波源能提供引火電漿至主反應腔，而能以一中功率之主微波源激發出大面積之電漿，達到減少設備成本之功效。

本發明之第四目的在於提供一種激發微波電漿之裝置，利用至少一低功率之輔助微波源及一中功率之主微波源能激發出大面積之電漿，使得能運用於大量之廢氣處理。

本發明之第五目的在於提供一種激發微波電漿之裝置，利用至少一輔助微波源提供引火電漿而降低大面積電漿之激發功率，使得當運用於半導體晶圓及玻璃基板之製程時在連續操作下具有減少耗電之功效。



## 五、發明說明(3)

本發明之激發微波電漿之裝置主要包含一主微波源及至少一輔助微波源，其中該主微波源具有一主反應腔、一主微波產生裝置及一主氣體入口，而每一輔助微波源均具有一輔助反應腔、一輔助微波產生裝置、一輔助氣體入口及一引火電漿出口，每一輔助微波源之引火電漿出口係連通至主微波源之主反應腔。

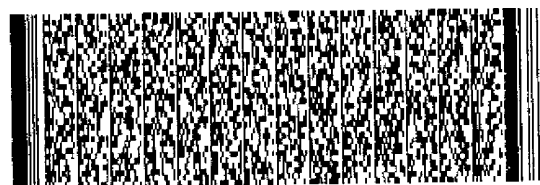
本發明之微波電漿激發方法係藉由至少一輔助微波源先行激發出一小面積之引火電漿，並與反應氣體導入主微波源之主反應腔，再以該主微波源將其激發為所需大面積之反應電漿，大幅降低原本激發大面積電漿所需之功率，並運用於處理廢氣、半導體晶圓或玻璃基板。

## 【發明說明】

請參閱所附圖式，將本發明舉下列實施例說明：

如第1圖所示，係依本發明之激發微波電漿之裝置而列舉第一實施例，該利用微波激發電漿之裝置包含一主微波源10及一輔助微波源20，其中該輔助微波源20之輸出功率須小於該主微波源10之輸出功率較佳為百分之五十以下，最佳為百分之二十五以下，其功率為介於數十瓦至數千瓦之間，並依ITU (International Telecommunication Union) 之規定目前工業用微波源之頻率一般在2.45 GHz。

本發明之主微波源10主要包含一主反應腔11、一主微波產生裝置12及一主氣體入口13，其中該主氣體入口13可導入反應氣體A，該主反應腔11之腔壁為如石英等介電質



## 五、發明說明(4)

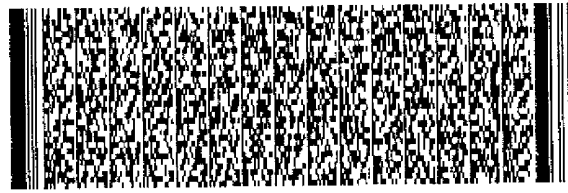
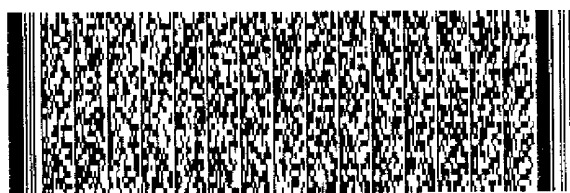
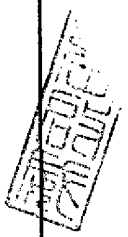
所製成並在主微波產生裝置12之作用下提供氣體反應空間，該主微波產生裝置12主要包含磁控管

(magnetron)、隔絕器(isolator)、方向耦合器(directional coupler)及匹配器，其中磁控管通常提供介於300MHz至300GHz之固定電磁微波，隔絕器用以保護微波源不受反射波的影響或破壞，方向耦合器是可偵測微波入射功率及反射功率，匹配器則用以調解電漿源的輸入阻抗以減少反射功率，當上述主微波產生裝置12以2.45 GHz頻率啟動時，在主反應腔11內透過介質常數約為4之石英腔壁傳遞，使得在主反應腔11內之反應氣體可被激發為帶電粒子密度在 $10^{11}\sim 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 之高密度電漿。

輔助電漿源20除了其輸出功率係小於該主微波源10之輸出功率〔較佳為百分之五十以下，最佳為百分之二十五以下〕外，其係與主電漿源10具有大致相同之構造，主要包含一輔助反應腔21、一輔助微波產生裝置22、一輔助氣體入口23及一引火電漿出口24，其中該輔助氣體入口23可導入反應氣體B，該輔助反應腔21之腔壁為如石英等介電質所製成並在輔助微波產生裝置22之作用下提供氣體反應空間，該輔助微波產生裝置12亦包含磁控管

(magnetron)、隔絕器(isolator)、方向耦合器(directional coupler)及匹配器，此時輔助電漿源20之引火電漿出口24係與主微波源10之主氣體入口13連通。

利用上述第一實施例之微波源裝置運用處理有毒、高分子廢氣時，首先將如氮氣或氫氣等穩定之反應氣體B經



## 五、發明說明 (5)

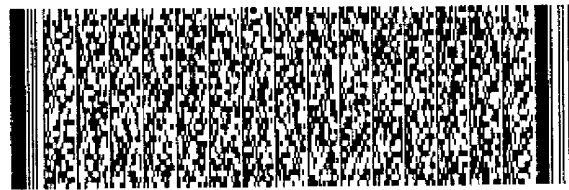
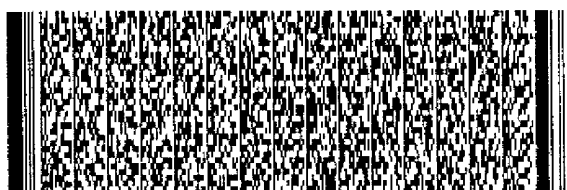
由輔助氣體入口23導入輔助電漿源20之輔助反應腔21，在受較低功率之輔助微波產生裝置22之作用形成一高密度電漿，而由引火電漿出口24溢流出，在與待處理之反應氣體A如有毒、高份子廢氣等混合後，經由主氣體入口13導入主電漿源10之主反應腔11，在受中功率之主微波產生裝置12之作用下，該反應氣體A被激化分解為無毒乾淨之氣體，由於在進入主反應腔11前之氣體〔反應氣體A加引火電漿〕在導入前即部分被激發成離子或自由基，故能加速反應速度進而促進化學物質之充份反應。

利用電漿之維持功率〔sustain power〕遠小於激發功率〔ignition power〕以及激發小面積電漿所需之功率遠小於激發大面積電漿所需之功率之電漿特性，首先以低功率之電漿源20將反應氣體B在小面積之輔助反應腔21內激發成小面積穩定之引火電漿，再與反應氣體A進入大面積之主反應腔11內，由於引火電漿之帶電粒子將擴散至該腔室11內，因此以一中功率之電漿源10即可激發出大面積之電漿，大幅降低在大面積反應腔中所需產生電漿之微波激發功率。

依照本發明，激發微波電漿之輔助微波源並不局限於一組，依不同需要亦可為一組以上之設置。

如第2圖所示，係依本發明之激發微波電漿之裝置而列舉之第二實施例，在本例中，除了具有上述之主微波源10及第一輔助微波源20外，本裝置另包含第二輔助微波源20，而該第二輔助微波源30之輸出功率係小於主微波源10

中華民國  
專利局  
註冊



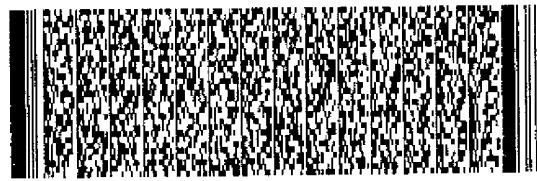
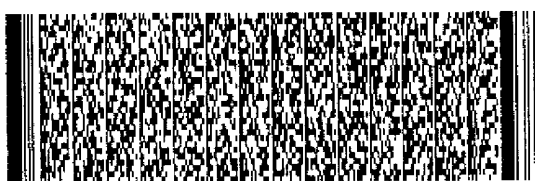
## 五、發明說明(6)

並與第一輔助微波源20具有相同構造，如包含第二輔助反應腔31、第二輔助微波產生裝置32、第二輔助氣體入口33及第二引火電漿出口34，其中第二輔助微波源30係與第一輔助微波源20呈對稱之排列，使得由第二輔助反應腔31流出之引火電漿與由第一輔助反應腔21流出之引火電漿集聚於主反應氣體入口13之中心部位而與反應氣體A進入主反應腔11，使得引火電漿在腔室11中心均勻擴散而更加易於激發點火。

如第3圖所示，係依本發明之激發微波電漿之裝置而列舉之第三實施例，在本例中，本發明之激發微波電漿之裝置與第二實施例相同具有主微波源10、第一輔助微波源20及第二輔助微波源30，然而在組合上，第一輔助微波源20係位於第二輔助微波源30之上流處而係呈上下交錯排列，利用這樣排列，除了可使兩組流出之引火電漿集聚於主反應氣體入口13之中心部位並減少引火電漿對沖回流至第一或第二輔助反應腔21, 31之風險。

此外，本發明之激發微波電漿之裝置除了可運用於處理廢氣之外，更可以運用於半導體晶圓或玻璃基板之電漿處理製程，如PVD、CVD或PECVD之鍍膜或蝕刻等，特別有利於大尺寸之電漿處理室，如處理12吋晶圓或大面積之玻璃基板。

如第4圖所示，係依本發明之激發微波電漿之裝置而列舉之第四實施例，在本例中，本發明之激發微波電漿之裝置包含有一主微波源10及一輔助微波源20，並裝設於一

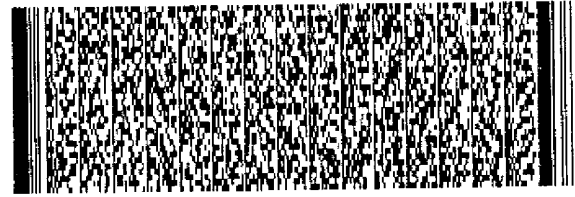
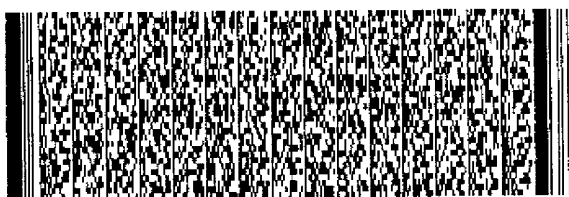
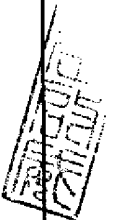


## 五、發明說明 (7)

電漿處理室40內，其中主微波源10之主反應腔11係作為處理晶圓50之電漿處理室40，其主氣體入口13設於處理室40之一側壁以導入反應氣體A，而該處理室40依不同之製程應至少包含一載台41及一真空泵42，此外，主微波源10之主微波產生裝置12係裝設於處理室40之側壁，主微波產生裝置12除了具有前述之構造外，較佳為另包含一永久磁鐵或電磁鐵，使得該主微波產生裝置12成為一電子回旋共振 (ECR, Electron Cyclotron Resonance) 電漿產生裝置，利用外加之磁鐵在處理室40內建立磁場，電漿之電子將在此磁場之作用下旋轉，與微波產生共振反應進而有效率地激發電漿，同時，該輔助微波源20係設於處理室40之頂部，可導入反應氣體B。

當操作該處理室40時，依各別不同之製程導入適當之反應氣體A、B，如氫氣、氧氣、四氯化碳、矽烷 (silane,  $\text{SiH}_4$ ) 或TEOS等氣體，由於在進入處理室40之反應氣體A及B中，該反應氣體B已先行被低功率之輔助微波源20激發為小面積之引火電漿，使得能以中功率之主微波源10激發處理室40內之氣體而成為大面積之反應電漿，能夠以既有之一低功率之微波源20及一中功率之微波源10取代原本習知激發大面積電漿所需之高功率昂貴微波源而不需特別訂製，故具有減少設備成本之功效。

此外，以第四實施例之激發微波電漿之裝置在連續操作處理晶圓50時，每一片晶圓50之抽換時主微波源10之電源為關閉使得處理室40內之電漿回復為氣體狀態而需重新



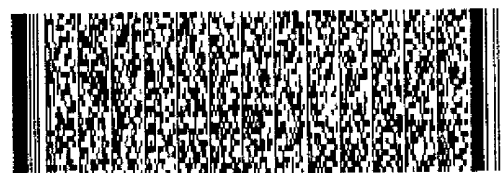
## 五、發明說明(8)

激發，此時，利用輔助微波源20可常保啟動狀態，在每一晶圓50之起始運轉時能提供小面積之引火電漿，有效大幅降低激發處理室40內大面積電漿所需之功率，故具有連續操作低耗電之功效。

綜合以上實施例，顯然地本發明提供一種微波電漿激發方法，藉由至少一輔助微波源20,30將反應氣體B激發為引火電漿〔小面積〕，並與反應氣體A導入主微波源10之主反應腔11，再以該主微波源10將其激發為所需之反應電漿〔大面積〕，大幅降低原本激發大面積電漿所需之功率，而能運用於處理廢氣、半導體晶圓或玻璃基板。

須瞭解的是前述之較佳實施例係作為本發明之列舉說明而非用以限定本發明，本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準，任何熟知此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內所作之任何變化與修改，均屬於本發明之保護範圍。

中華民國九十一年  
五月二十一日



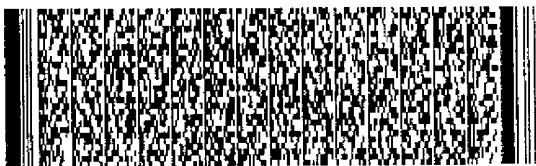
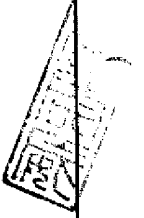
## 圖式簡單說明

## 【圖式說明】

- 第1圖：本發明之微波源之第一實施例之示意圖；  
 第2圖：本發明之微波源之第二實施例之示意圖；  
 第3圖：本發明之微波源之第三實施例之示意圖；及  
 第4圖：本發明之微波源之第四實施例之示意圖。

## 【圖號說明】

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 10 主微波源     |               |
| 11 主反應腔     | 12 主微波產生裝置    |
| 13 主氣體入口    |               |
| 20 第一輔助微波源  |               |
| 21 第一輔助反應腔  | 22 第一輔助微波產生裝置 |
| 23 第一輔助氣體入口 | 24 第一引火電漿出口   |
| 30 第二輔助微波源  |               |
| 31 第二輔助反應腔  | 32 第二輔助微波產生裝置 |
| 33 第二輔助氣體入口 | 34 第二引火電漿出口   |
| 40 電漿處理室    |               |
| 41 載台       | 42 真空泵        |
| 50 晶圓       |               |
| A 反應氣體      | B 反應氣體        |



## 四、中文發明摘要 (發明之名稱：微波電漿激發方法及其反應裝置)

一種微波電漿激發方法及其反應裝置，其中微波電漿激發方法係藉由至少一輔助微波源先行激發出一小面積之引火電漿，並與反應氣體導入主微波源之主反應腔，再以該主微波源將其激發為所需大面積之反應電漿，大幅降低原本激發大面積電漿所需之功率，並運用於處理廢氣、半導體晶圓或玻璃基板。

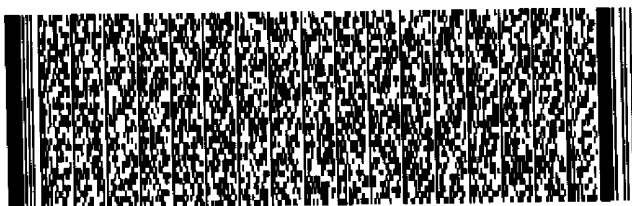
## 英文發明摘要 (發明之名稱：)



## 六、申請專利範圍

## 【申請專利範圍】

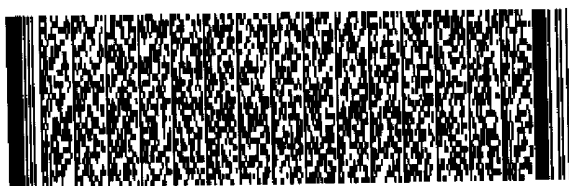
- 1、一種微波電漿激發方法，藉由至少一輔助微波源激發出引火電漿，並與反應氣體導入主反應腔內，而由主微波源激發出所需之反應電漿。
- 2、依申請專利範圍第1項所述之微波電漿激發方法，其中該輔助微波源係有兩組。
- 3、依申請專利範圍第2項所述之微波電漿激發方法，其中該兩組輔助微波源係呈對稱排列。
- 4、依申請專利範圍第2項所述之微波電漿激發方法，其中該兩組輔助微波源係呈上下交錯排列。
- 5、依申請專利範圍第1項所述之微波電漿激發方法，其中該引火電漿係先與反應氣體混合後方導入主反應腔內。
- 6、依申請專利範圍第1或5項所述之微波電漿激發方法，其中該反應電漿係用以處理廢氣。
- 7、依申請專利範圍第1或5項所述之微波電漿激發方法，其中該反應電漿係用以處理半導體晶圓或玻璃基板。
- 8、一種激發微波電漿之裝置，主要包含：  
一主微波源，具有一主反應腔、一主微波產生裝置及一主氣體入口；及  
至少一輔助微波源，每一輔助微波源均具有一輔助反應腔、一輔助微波產生裝置、一輔助氣體入口及一引火電漿出口；  
其中每一輔助微波源之引火電漿出口係連通至主微波源



## 六、申請專利範圍

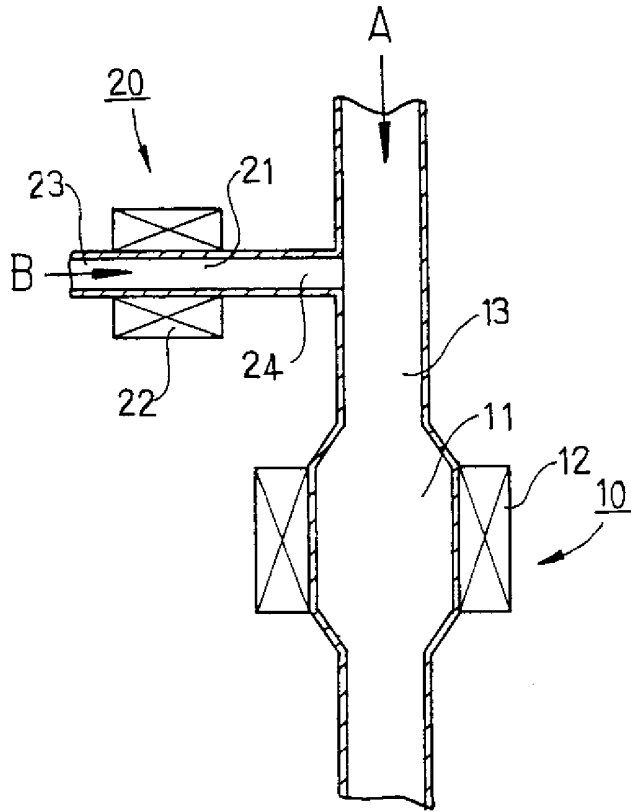
之主反應腔。

- 9、依申請專利範圍第8項所述之激發微波電漿之裝置，其中每一輔助微波源之引火電漿出口係與主微波源之主氣體入口連通。
- 10、依申請專利範圍第8或9項所述之激發微波電漿之裝置，其中該輔助微波源係為兩組之設置。
- 11、依申請專利範圍第10項所述之激發微波電漿之裝置，其中該兩組輔助微波源係呈對稱排列。
- 12、依申請專利範圍第10項所述之激發微波電漿之裝置，其中該兩組輔助微波源係呈上下交錯排列。
- 13、依申請專利範圍第8或9項所述之激發微波電漿之裝置，其中該輔助微波產生裝置之輸出功率為主微波產生裝置之輸出功率之百分之五十以下。
- 14、依申請專利範圍第8或9項所述之激發微波電漿之裝置，其中該輔助微波產生裝置之輸出功率為主微波產生裝置之輸出功率之百分二十五以下。
- 15、依申請專利範圍第8或9項所述之激發微波電漿之裝置，其中該主微波產生裝置係為電子回旋共振〔ECR〕電漿產生裝置。

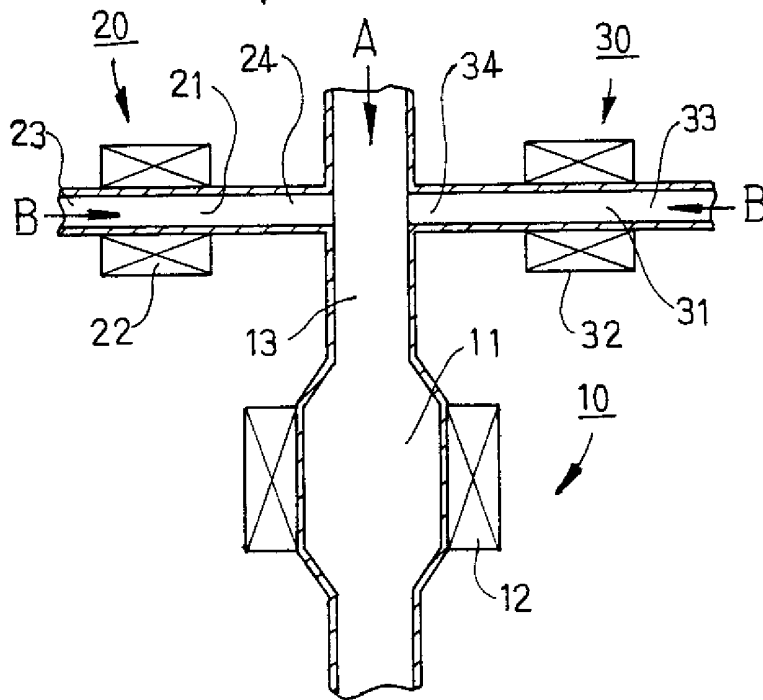


891741

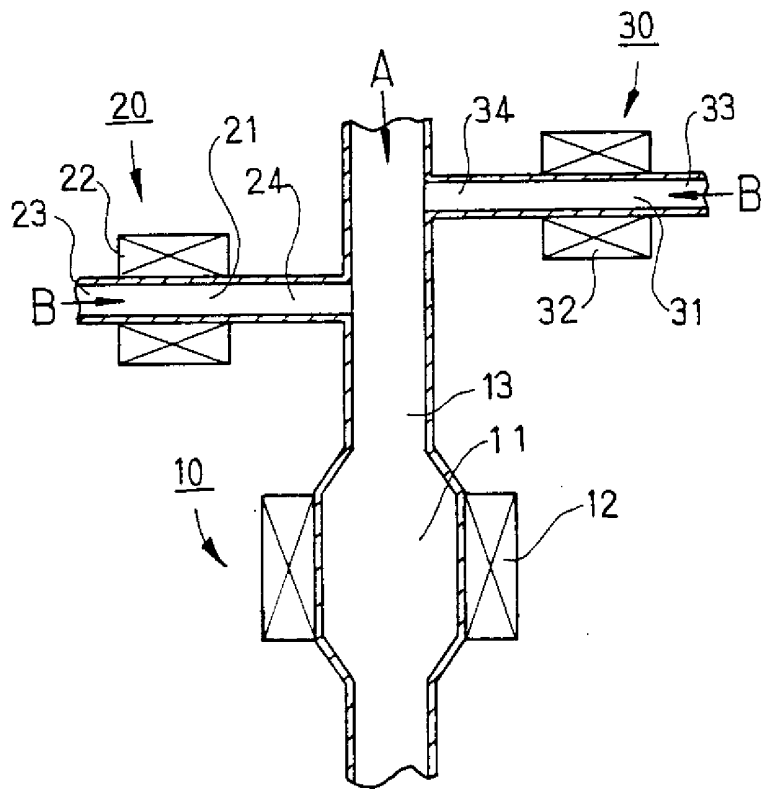
圖式



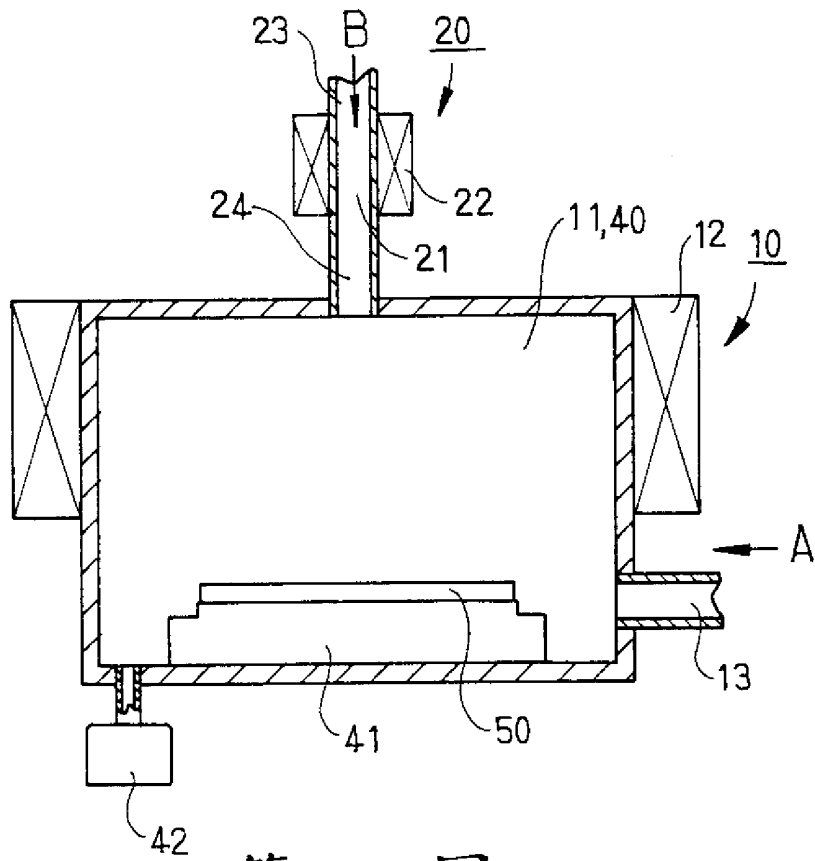
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

## 六、申請專利範圍

## 【申請專利範圍】

- 1、一種微波電漿激發方法，藉由至少一輔助微波源激發出引火電漿，並與反應氣體導入主反應腔內，而由主微波源激發出所需之反應電漿。
- 2、依申請專利範圍第1項所述之微波電漿激發方法，其中該輔助微波源係有兩組。
- 3、依申請專利範圍第2項所述之微波電漿激發方法，其中該兩組輔助微波源係呈對稱排列。
- 4、依申請專利範圍第2項所述之微波電漿激發方法，其中該兩組輔助微波源係呈上下交錯排列。
- 5、依申請專利範圍第1項所述之微波電漿激發方法，其中該引火電漿係先與反應氣體混合後方導入主反應腔內。
- 6、依申請專利範圍第1或5項所述之微波電漿激發方法，其中該反應電漿係用以處理廢氣。
- 7、依申請專利範圍第1或5項所述之微波電漿激發方法，其中該反應電漿係用以處理半導體晶圓或玻璃基板。
- 8、一種激發微波電漿之裝置，主要包含：  
一主微波源，具有一主反應腔、一主微波產生裝置及一主氣體入口；及  
至少一輔助微波源，每一輔助微波源均具有一輔助反應腔、一輔助微波產生裝置、一輔助氣體入口及一引火電漿出口；  
其中每一輔助微波源之引火電漿出口係連通至主微波源

