

(此處由本局於收  
文時黏貼條碼)**發明專利說明書****公告本**

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94111225

※申請日期：94 年 04 月 08 日

※IPC 分類：H05H<sup>1</sup>/<sub>46</sub> (2006.01)H01L<sup>21</sup>/<sub>3065</sub> (2006.01)H01L<sup>21</sup>/<sub>205</sub> (2006.01)**一、發明名稱：**(中) 電漿處理方法及電漿處理裝置  
(英)**二、申請人：(共 1 人)**1. 姓 名：(中) 東京威力科創股份有限公司  
(英) TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中) 1. 佐藤潔

(英) 1. SATO, KIYOSHI

地 址：(中) 日本國東京都港區赤坂五丁目三番六號

(英) 3-6, Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 107-8481 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

**三、發明人：(共 2 人)**1. 姓 名：(中) 岩崎征英  
(英) IWASAKI, MASAHIDE

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 請井智聰  
(英) UKEI, TOMOAKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

**四、聲明事項：**◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2004/04/08 ; 2004-114240  有主張優先權

## 五、中文發明摘要

發明之名稱：電漿處理方法及電漿處理裝置

[課題] 在電漿製程中，可以容易地以簡易且低成本來開始高頻放電，且能穩定地維持放電。

[解決手段] 由片段磁鐵  $M_0$  之下面 (N 極) 所輸出之磁力線的一部份  $B_M$ ，係於正下方的周邊電漿區域  $PS_B$  下降之後，朝上方進行 U 形回轉而到達圓周方向相鄰之片段磁鐵  $M_E$  的下面 (S 極)。另外，由片段磁鐵  $m_E$  之下面 (N 極) 輸出之磁力線的一部份  $B_m$ ，係於正下方的周邊電漿區域  $PS_B$  下降之後，朝上方進行 U 形回轉而到達圓周方向相鄰之片段磁鐵  $m_0$  的下面 (S 極)。進而，由外側片段磁鐵  $M_0$  之下面 (N 極) 輸出之磁力線的一部份  $B_c$ ，係於正下方的周邊電漿區域  $PS_B$  下降之後，朝上方進行 U 形回轉而到達半徑方向相鄰之內側的片段磁鐵  $m_0$  的下面 (S 極)。

## 六、英文發明摘要

發明之名稱：

## 七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(3)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10：腔室

12：承受器（下部電極）

14：筒狀保持部

16：筒狀支撐部

20：排氣管路

22：環狀擋板

38：噴氣頭（上部電極）

40：靜電夾頭

66：磁場形成機構

70：磁軛

Mi：外側片段磁鐵

mi：外側片段磁鐵

B<sub>i</sub>：磁力線

B<sub>i</sub>'：磁力線

PS<sub>A</sub>：主電漿區域

PS<sub>B</sub>：周邊電漿區域

W：半導體晶圓

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 九、發明說明

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於對被處理基板施以電漿處理之技術，特別是關於利用高頻放電而產生電漿之批次式電漿處理方法及裝置。

### 【先前技術】

在半導體裝置或 FPD(Flat Panel Display：平面顯示器)的製造製程之蝕刻、堆積、氧化、濺鍍等之處理中，為了使處理氣體以比較低溫進行良好的反應，電漿被廣為使用。一般，在電漿處理裝置中產生電漿之方式，可大略分別為：使用輝光放電或高頻放電者，及利用微波者。

一般，在使用高頻放電之批次式的電漿處理裝置中，係在可減壓之腔室內設置兼為電極之載置台或承受器(susceptor)，於此承受器上載置被處理基板(半導體晶圓、玻璃基板等)。然後，將腔室之室內減壓至特定的真空度後，導入處理氣體，於室內的氣體壓力成為設定值之時間點，對電極施加高頻。如此一來，處理氣體開始放電，而產生氣體電漿。在此電漿之下，對基板的表面或被處理面施以膜之微細加工處理(乾蝕刻等)或薄膜形成處理(化學氣相沈積法等)等。

在高頻放電方式之電漿處理裝置中，氣體壓力如太低，氣體分子的密度低，放電不容易開始(電漿之點火)或難於維持。特別是在平行平板型之電漿處理裝置中，其

傾向不單顯著，即使使電極間隔窄些，或使施加於電極間的 RF 電壓降低，電子由電場所獲得之能量乃至使氣體分子或原子電離之能量變少，會有放電不穩定之傾向。但是，在電漿製程中，也有需要以低氣體壓力、窄電極間隔或低 RF 施加電壓為佳之處理條件者。例如，在向異性蝕刻中，為了獲得良好之垂直蝕刻形狀，低氣體壓力為有利，被要求低壓區域之穩定的放電開始特性及放電維持特性。

習知上，所知道的有：在適合放電之特別的高壓條件下開始放電（例如，參考專利文獻 1），或在不同氣體條件或高 RF 施加條件下開始放電，放電穩定後才切換為本來的處理條件之方法（點火電漿方式）。另外，以微波或 UV 光來幫助電漿產生之方法，也知道有效果。

[專利文獻 1] 日本專利特開 2003-124198 號公報

## 【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

但是，在點火電漿方式中，一定時間使用與本來的處理條件不同之條件，因此，會有招致對製程之影響或產出率降低之缺點。另外，使用微波或 UV 光之方法，畢竟不單擔心未製程之影響，裝置複雜化，會有裝置成本增加之困難點。結果成為習知上，在低壓電漿之應用上，只使用 ECR(Electron Cyclotron Resonance：電子迴旋諧振器)等之微波方式。

本發明係有鑑於前述之習知技術的問題點，目的在於提供：可簡易且低成本使得高頻放電容易開始，且可穩定地維持放電之電漿處理方法及電漿處理裝置。

本發明之另一目的在於提供：可有效且高密度地封閉被處理基板上之電漿，可提升電漿處理之反應速度和面內均勻性之電漿處理方法及電漿處理裝置。

#### [解決課題之手段]

爲了達成前述目的，本發明之電漿處理方法，是在可減壓之腔室內流入處理氣體，同時，還形成高頻電場，以產生前述處理氣體的電漿，對幾乎被水平配置於前述腔室內的特定位置之被處理基板，在前述電漿下施以所期望之電漿處理，其特徵爲：於前述腔室內之電漿產生空間中，在比前述基板的外緣端更於半徑方向內側之主電漿區域中，實質上設爲無磁場狀態，在比前述基板的外緣端更位於半徑方向外側之周邊電漿區域形成磁場，使該磁場之磁力線透過此區域內，而且，前述磁力線之起始點及結束點之至少其中一方，比前述腔室的側壁更位於半徑方向內側。

另外，本發明之電漿處理裝置係具有：可減壓之腔室、及在前述腔室內，幾乎水平地載置被處理基板之下部電極、及對設定於前述下部電極之上方及周圍的電漿產生空間供給處理氣體之處理氣體供給部、及在前述電漿產生空間形成高頻電場之高頻電場形成機構、及磁場形成機

構，其係於前述腔室內之電漿產生空間中，在比前述基板的外緣端更於半徑方向內側之主電漿區域中，實質上設為無磁場狀態，在比前述基板的外緣端更位於半徑方向外側之周邊電漿區域形成磁場，使該磁場之磁力線透過此區域內，而且，前述磁力線之起始點及結束點之至少其中一方，比前述腔室的側壁更位於半徑方向內側。

在本發明中，磁場形成機構係在電漿產生空間中，於周邊電漿區域形成實質之磁場。藉此，高頻電場形成機構於電漿產生空間形成高頻電場時，在磁場存在之周邊電漿區域中，最初，處理氣體開始放電，在那之後一瞬間，放電擴大至電漿產生空間整體，放電乃至電漿產生得以確立。之後，在周邊電漿區域內，磁場幫助高頻放電，只要處理氣體之供給與高頻之施加獲得維持，在電漿產生空間整體也可穩定地維持放電乃至電漿產生。如此，在周邊電漿區域內，磁場成為高頻放電的觸發手段，藉以幫助放電維持，例如，即使在低氣體壓力之條件下，也可使放電容易開始，並穩定地維持放電。另一方面，磁場形成機構可將主電漿區域設為實質上無磁場狀態，因此，磁場作用於電極上的基板，可以避免或降低造成損傷或給予應力之可能性。

另外，在本發明中，藉由磁場形成機構，形成如窗簾般圍住主電漿區域的周圍之垂直型磁場（與電漿的擴散方向正交之磁場）。藉此，可不使主電漿區域內的電漿外逃而有效果並有效率地將其封閉於內側，在主電漿區域內，

可達成電漿的高密度化及均勻化，且可達成電漿處理之反應速度或面內均勻性的提升。

進而，在藉由磁場形成機構所形成的磁場中，磁力線的起始點及結束點之至少其中一方係位於比腔室的側壁更於半徑方向內側。藉此，可將符合於該內側配置之起始點或結束點之磁極構件的尺寸或設置數抑制在必要之最小限度，能在周邊電漿區域內形成高密度的磁場。

在依據本發明之合適之一形態之平行平板型的電漿處理裝置中，於腔室內係配置有下部電極及隔以所期望間隔而與其平行之上部電極，在被以上部電極與下部電極與腔室的側壁所包圍的空間內設定電漿產生空間，藉由高頻形成機構，於上部電極與下部電極間施加高頻，藉由處理氣體供給部而對上部電極與下部電極之間供給處理氣體。

另外，如依據本發明之合適之一形態，磁力線的起始點及結束點都在周邊電漿區域的上方，形成由起始點所出來之磁力線在周邊電漿區域中或其下方做 U 形回轉而到達結束點之磁場。裝置上，磁場形成機構可使分別給予磁力線的起始點及結束點之第 1 及第 2 磁極都朝下，而配置於周邊電漿區域的上方。可將第 1 磁極及第 2 磁極隔以所期望間隔而配置於腔室的半徑方向。另外，在第 1 及第 2 磁極間，使配置於半徑方向外側者之磁通量比配置於半徑方向內側者之磁通量大為佳。

或者，別的合適之一形態為，磁力線之起始點及結束點都位於周邊電漿區域之下方，形成由起始點所出來之磁



力線在周邊電漿區域中或其上方做 U 形回轉而到達結束點之磁場。裝置上，磁場形成機構可使分別給予磁力線的起始點及結束點之第 1 及第 2 磁極都朝上，而配置於周邊電漿區域的下方。在此情形，以將第 1 磁極及第 2 磁極隔以所期望間隔而配置於腔室的半徑方向之構造，或在第 1 及第 2 磁極間，使配置於半徑方向外側者之磁通量比配置於半徑方向內側者之磁通量大之構造為佳。另外，為了使圓周方向的磁場強度分布均勻化，也可使第 1 及第 2 磁極一體地在圓周方向使其旋轉。

如前述般，如依據使分別給予磁力線之起始點及結束點之第 1 及第 2 磁極都朝下或朝上，而配置於周邊電漿區域之上方或下方，在周邊電漿區域內，使磁力線做 U 形回轉之磁力線迴路構造，周邊電漿區域內之磁通密度可獲得提高之同時，也可以有效地防止磁力線流入主電漿區域側。

另外，依據本發明之別的合適之一形態，磁力線的起始點及結束點分別位於周邊電漿區域之上方及下方，形成由起始點出來之磁力線由上向下橫穿周邊電漿區域而到達結束點之磁場。裝置上，磁場形成機構可以是將分別給予磁力線的起始點及結束點之第 1 及第 2 磁極分別朝下及朝上，而配置於周邊電漿區域之上方及下方。或磁力線的起始點及結束點分別位於周邊電漿區域之下方及上方，形成由起始點出來之磁力線由下向上橫穿周邊電漿區域而到達結束點之磁場。裝置上，磁場形成機構可以是將分別給予

磁力線的起始點及結束點之第 1 及第 2 磁極分別朝上及朝下，而配置於周邊電漿區域之下方及上方。在此種磁力線構造中，利用簡易及低成本之構造，周邊電漿區域內的磁通密度可獲得提高之同時，也可有效地防止磁力線流入主電漿區域側。

#### [發明效果]

如依據本發明之電漿處理方法及電漿處理裝置，根據前述之構造及作用，可簡易且低成本使得高頻放電容易開始，且可穩定地維持放電。進而，可有效且高密度地封閉被處理基板上的電漿，可使電漿處理之反應速度或面內均勻性獲得提升。

#### 【實施方式】

以下，參考所附圖面來說明本發明之合適的實施形態。

第 1 圖係表示依據本發明之一實施形態之電漿處理裝置的構造圖。此電漿處理裝置係平行平板型電漿蝕刻裝置，例如，具有鋁或不銹鋼等之金屬製的圓筒型腔室（處理容器）10。腔室 10 係被安全地接地。

於腔室 10 內設置有載置作為被處理基板之例如半導體晶圓 W 的圓板狀的下部電極或承受器 12。此承受器 12 例如係由鋁所形成，係介由絕緣性的筒狀保持部 14 而被從腔室 10 的底部垂直向上延伸之筒狀支撐部 16 所支撐。

筒狀保持部 14 的上面配置有環狀包圍承受器 12 的上面之例如由石英所形成的對焦環 18。

腔室 10 的側壁與筒狀支撐部 16 之間形成有排氣管路 20，此排氣管路 20 的入口或中途安裝有環狀的擋板 22 之同時，底部還設置有排氣口 24。介由排氣管 26 而於此排氣口 24 連接有排氣裝置 28。排氣裝置 28 係具有真空泵，可將腔室 10 內的處理空間減壓至特定的真空度。腔室 10 的側壁安裝有開關半導體晶圓 W 的搬入搬出口之閘門閥 30。

電漿產生用的高頻電源 32 係介由匹配器 34 及供電棒 36 而電性連接於承受器 12。此高頻電源 32 係將所期望的高頻率例如 60MHz 之高頻施加於下部電極，即承受器 12。與承受器 12 平行相向，而在腔室 10 的頂部設置有作為接地電位之上部電極的後述之噴氣頭 38。藉由來自高頻電源 32 的高頻，於承受器 12 與噴氣頭 38 之間的空間，即是電漿形成有空間 PS 產生高頻電場。

此處，電漿產生空間 PS 並不被限定於比承受器 12 及噴氣頭 38 的外緣端更位於半徑方向內側之空間，而係比其更擴展於半徑方向外側的空間而延伸至腔室 10 的內壁或側壁為止。在本發明中，在電漿產生空間 PS 之中，將比被載置於承受器 12 上之基板 W 的外緣側更位於半徑方向內側之區域  $PS_A$  稱為「主電漿區域」，將比「主電漿區域」的外側，即基板 W 的外緣端更位於半徑方向外側之區域  $PS_B$  稱為「周邊電漿區域」。

承受器 12 的上面設置有以靜電吸附力保持半導體晶圓 W 之靜電夾頭 40。此靜電夾頭 40 係將由導電膜所形成之電極 40a 夾在一對的絕緣膜 40b、40c 之間者，直流電源 42 係介由開關 43 而與電極 40a 電性連接。藉由來自直流電源 42 之直流電壓，可以庫倫力將半導體晶圓 W 吸附保持在夾頭上。

承受器 12 的內部設置有例如在圓周方向延伸之冷媒室 44。此冷媒室 44 係藉由冷卻單元 46 而介由配管 48、50 循環供給特定溫度的冷媒，例如冷卻水。藉由冷媒的溫度，靜電夾頭 40 上的半導體晶圓 W 的處理溫度受到控制。進而，來自導熱氣體供給部 52 之導熱處理，例如 He（氦）氣體介由氣體供給管線 54 而被供應至靜電夾頭 40 之上面與半導體晶圓 W 之背面之間。

頂部的噴氣頭 38 係具有：具多數的氣體通氣孔 56a 之下的電極板 56；及可裝卸地支撐此電極板 56 之電極支撐體 58。電極支撐體 58 的內部設置有緩衝室 60，此緩衝室 60 的氣體導入口 60a 係連接有來自處理氣體供給部 62 之氣體供給配管 64。

在腔室 10 的頂部中，於周邊電漿區域 PSB 之上方（以噴氣頭 38 的周圍為佳）設置有延伸為環狀或同心狀之磁場形成機構 66。此磁場形成機構 66 係為了使腔室 10 內的電漿產生空間 PS 之高頻放電的開始（電漿之起火）容易，並穩定地維持放電而發揮作用。磁場形成機構 66 的詳細構造和作用，之後詳細敘述。

控制部 68 係控制此電漿蝕刻裝置內的各部，例如排氣裝置 28、高頻電源 32、靜電夾頭用之開關 43、冷卻單元 46、導熱氣體供給部 52 及處理氣體供給部 62 等之動作，也被連接於主電腦（未圖示出）。

在此電漿蝕刻裝置中，進行蝕刻時，首先，使閘門閥 30 成爲打開狀態，將加工對象之半導體晶圓 W 搬入腔室 10 內，而載置於承受器 12 上。接著，藉由直流電源 42 而將直流電壓施加於靜電夾頭 40 的電極 40a，使半導體晶圓 W 固定在靜電夾頭 40 上。然後，藉由處理氣體供給部 62 而以特定的流量及流量比將蝕刻氣體（一般爲混合氣體）導入腔室 10 內，藉由排氣裝置 28 而將腔室 10 內的壓力設定爲設定值，藉由高頻電源 32 而以特定功率對承受器 12 供給高頻。藉由噴氣頭 38 所被吐出的蝕刻氣體在電漿產生空間 PS 內放電而電漿化，藉由此電漿所產生的游離基或離子，半導體晶圓 W 的主面受到蝕刻。

在此電漿蝕刻裝置中，腔室頂部的磁場形成機構 66 係在電漿產生空間 PS 中限定爲周邊電漿區域  $PS_B$  而形成實質之磁場。藉此，來自高頻電源 32 之高頻一被施加於承受器 12 時，在磁場存在之周邊電漿區域  $PS_B$  內，最初蝕刻氣體開始放電，之後，一瞬間放電擴大至電漿產生空間 PS 整體，輝光放電乃至電漿產生得以確立。之後，在周邊電漿區域  $PS_B$  內，磁場幫助或維持高頻放電，因此，只要蝕刻氣體的供給與高頻的施加得以維持，在電漿產生空間 PS 整體中，放電乃至電漿產生也可穩定地維持。

此處，磁場可良好地作用於高頻放電的開始或維持，係在高頻電場下，漂移運動之電荷（主要為電子）藉由磁場而受力（羅倫茲力）在力的方向產生加速度，而使氣體分子或原子電離之能量增加的關係。另外，在周邊電漿區域  $PS_B$  中，主要高頻電場係形成在腔室 10 的內壁（頂部及側壁）與下部電極 12 之間。

如此，在周邊電漿區域  $PS_B$  內，磁場成為高頻放電的開始觸發手段，藉以幫助放電維持，即使在低氣體壓力（例如  $10\text{mTorr}$  以下）、窄電極間隔、低 RF 施加電壓之條件下，也可使放電容易開始，能穩定地維持放電。其一例為：作為蝕刻氣體而將  $HBr$  當成單一氣體使用之多晶矽的蝕刻中，習知上，如將氣體壓力設在  $5\text{mTorr}$  以下時，放電開始（電漿起火）困難，如依據此實施形態，即使將氣體壓力設在  $5\text{mTorr}$  以下，也可確認到確實地開始放電，能穩定地維持放電。

另一方面，磁場形成機構 66 在主電漿區域  $PS_A$  中，形成實質上無磁場狀態。藉此，可以避免磁場作用於承受器 12 上的半導體晶圓  $W$ ，對晶圓上之裝置造成損傷或應力之可能性。此處，無對晶圓上之裝置造成損傷或應力之無磁場狀態，在磁場強度方面而言，以地磁場水準（例如， $0.5\text{G}$ ）以下之狀態為佳，即使是  $5\text{G}$  程度，也有不成問題（可稱為實質上無磁場狀態）的情形。

第 2 圖及第 3 圖係表示磁場形成機構 66 的構造與作用。如第 2 圖所示般，磁場形成機構 66 係以在腔室半徑

方向留有一定間隔而並置之一對的片段磁鐵  $M_i, m_i$  來構成 1 組的磁場形成單元  $[M_i, m_i]$ ，以在圓周方向留有一定間隔而排列  $N$  組 ( $N$  為 2 以上之整數) 的磁場形成單元  $[M_1, m_1], [M_2, m_2], \dots, [M_N, m_N]$  為佳。

在各磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  中，半徑方向外側之片段磁鐵  $M_i$  係具有長方體之形狀，將 N 極面朝下配置。另一方面，半徑方向內側的片段磁鐵  $m_i$  係具有長方體之形狀，將 S 極面朝下配置。兩片段磁鐵  $M_i, m_i$  可以永久磁鐵，例如稀土類磁鐵（釷鈷磁鐵、釹磁鐵等）構成。

依據此種磁極配置構造，由外側片段磁鐵  $M_i$  之下面（N 極）輸出之磁力線  $B_i$ ，係在正下方之周邊電漿區域  $PS_B$  內下降之後，如描繪拋物線般往上方 U 形回轉而到達內側片段磁鐵  $m_i$  之下面（S 極）。在相鄰之磁場形成單元  $[M_{i+1}, m_{i+1}]$  中，由前述磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  在圓周方向只分離特定的角度間隔（例如， $N=24$  時，為  $15^\circ$ ）之位置，形成具有和前述同樣迴路的磁力線  $B_{i+1}$ 。

如第 3 圖所示般，在各磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  之上設置有，使外側片段磁鐵  $M_i$  的背面或上面（S 極）與內側片段磁鐵  $m_i$  之背面或上面（N 極）予以磁性耦合之磁軛 70。藉由此背面磁軛構造，由內側片段磁鐵  $m_i$  的背面（N 極）出來之磁力線  $B_i$  的大部分，係通過磁軛 70 之中而到達外側片段磁鐵  $M_i$  的背面（S 極）。磁軛 70 可形成為環狀而覆蓋全部的磁場形成單元  $[M_i, m_i], [M_2, m_2], \dots, [M_N, m_N]$ 。

如此，在各磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  中，由外側片段磁鐵  $M_i$  的下面（N 極）輸出之磁力線  $B_i$ ，係在正下方之周邊電漿區域  $PS_B$  內下降之後，不向四方發散而朝上做 U 形回轉而到達內側片段磁鐵  $m_i$  的下面（S 極），此點很重要。藉由此種磁力線迴路構造，可提高周邊電漿區域  $PS_B$  內的磁通密度之同時，還可有效地防止磁力線流入主電漿區域  $PS_A$  側。爲了更提高此種磁力線迴路構造的作用和效果，較好是在外側片段磁鐵  $M_i$  與內側片段磁鐵  $m_i$  之間，相對地使遠離基板  $G$  之前者  $M_i$  的磁氣量（磁極強度）增大，使接近基板  $G$  之後者  $m_i$  的磁氣量（磁極強度）減小。

另外，在此實施形態中，磁場形成機構 66 之各部（特別是，各磁場形成單元  $[M_i, m_i]$ ）被配置於周邊電漿區域  $PS_B$  之上方，即比腔室 10 的側壁更位於半徑方向內側之點也很重要。依據此種磁極配置構造，與在腔室 10 的側壁之外配置磁場形成單元的構造比較，相對於腔室中心之半徑距離及迴繞距離可以極短，能大幅減少於周邊電漿區域  $PS_B$  內形成合適之分佈磁場用的磁鐵或磁極的個數及磁氣量（與尺寸或體積成比例），可將伴隨磁場形成機構 66 之所需的裝置尺寸及成本的增加抑制於必要之最小限度。此處，所謂形成於周邊電漿區域  $PS_B$  內之磁場的較佳分佈，係指不對主電漿區域  $PS_A$  造成磁氣影響，而儘可能在接近主電漿區域  $PS_A$  之位置能獲得強磁場之分佈。

第 4A 圖及第 4B 圖係表示依據一實施例之電漿產生空



間 PS 內的磁場強度。在此實施例中，作為被處理基板 W 係假定 300mm 直徑的半導體晶圓，腔室 10 的內徑設定為約 260mm，電極間隔（間隙）設定為 25mm。第 4A 圖係表示上部電極 38 的下面之高度位置（電極間隙頂部位置： $Z=25\text{mm}$ ）的直徑方向之磁場強度分布（圓周方向的平均值）。第 4B 圖係表示被載置於承受器 12 上之半導體晶圓 W 的上面之高度位置（電極間隙底部位置： $Z=0\text{mm}$ ）之直徑方向的磁場強度分布（圓周方向的平均值）。圖中，實線係表示以如前述之磁場形成機構 66 所獲得的特性（實施例），虛線係表示在磁場形成機構 66 中，省去各內側片段磁鐵  $m_i$  時之特性（參考例）。

由第 4A 圖及第 4B 圖可以明白，在參考例中，由外側片段磁鐵  $M_i$  之下面（N 極）出來之磁力線  $B_i$  容易發散於四面，磁場不受限在周邊電漿區域  $PS_B$  內，而會及於主電漿區域  $PS_A$ 。相對於此，在實施例中，如前述般，由外側片段磁鐵  $M_i$  的下面（N 極）出來之磁力線  $B_i$ ，不發散於四面，U 形回轉而被內側片段磁鐵  $m_i$  所吸收，因此，磁場限制在周邊電漿區域  $PS_B$  內，幾乎不會及於主電漿區域  $PS_A$ 。實際上，如依據實施例之磁場形成機構 66，在主電漿區域  $PS_A$  中，可使磁場強度衰減至地磁水準（例如 0.5G）以下。另外，在周邊電漿區域  $PS_B$  內，峰值為 40G~450G，可獲得觸發高頻放電之開始，且幫助放電維持之充分的磁場強度。

另外，第 4A 圖及第 4B 圖之磁場強度分布雖係電極間

間隙頂部位置 ( $Z=25\text{mm}$ ) 及電極間間隙底部位置 ( $Z=0\text{mm}$ ) 之分布，但是，可以容易地理解到，電極間的中間部 ( $0\text{mm}<Z<25\text{mm}$ ) 中，可獲得第 4A 圖、第 4B 圖之中間的磁場強度分布。

如此，在各磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  中，外側片段磁鐵  $M_i$  的下面 (N 極) 出來之磁力線  $B_i$ ，係在正下方之周邊電漿區域  $PS_B$  內下降後，不向四方發散而朝上做 U 形回轉而到達內側片段磁鐵  $m_i$  的下面 (S 極)，此點很重要。藉由此種磁力線迴路構造，可提高周邊電漿區域  $PS_B$  內的磁通密度之同時，還可有效地防止磁力線流入主電漿區域  $PS_A$  側。爲了更提高此種磁力線迴路構造的作用和效果，較好是在外側片段磁鐵  $M_i$  與內側片段磁鐵  $m_i$  之間，相對地使遠離基板 G 之前者  $M_i$  的磁氣量 (磁極強度) 增大，使接近基板 G 之後者  $m_i$  的磁氣量 (磁極強度) 減小。

作爲本發明之別的觀點，在此實施形態中，如前述般，藉由磁場形成機構 66，形成如窗簾般圍住主電漿區域  $PS_A$  的周圍之在垂直方向延伸的磁場 (與電漿的擴散方向正交之磁場)  $B$ 。如依據此種窗簾型之垂直磁場  $B$ ，如第 5 圖所模型地顯示般，可使主電漿區域  $PS_A$  內的電漿 PR 不外逃而有效果並有效率地將其封閉於內側，在主電漿區域  $PS_A$  內，可達成電漿 PR 的高密度化及均勻化，且可提升半導體晶圓 W 上之電漿蝕刻特性。

例如，於周邊電漿區域  $PS_B$  沒有形成磁場時，於氧化膜系製程 (例如，矽氧化膜之蝕刻) 中，如第 5 圖之一點

虛線  $ER_A$  般，對於晶圓中心側，在晶圓邊緣側相對地蝕刻速度會有降低傾向，在多晶矽系製程（例如，多晶矽之蝕刻）中，如第 5 圖之虛線  $ER_B$  般，對於晶圓邊緣側，在晶圓中心側相對地蝕刻速度會有降低傾向。如此實施形態般，藉由磁場形成機構 66 而於周邊電漿區域  $PS_B$  形成窗簾型之垂直磁場  $B$ ，在氧化膜系製程中，對於晶圓中心側的蝕刻速度，晶圓邊緣側之蝕刻速度可相對地大幅提升，如實線  $ER_S$  般，可使面內均勻性提升，在多晶矽系製程中，對於晶圓邊緣側之蝕刻速度，可使晶圓中心側之蝕刻速度相對地大幅提升，如實線  $ER_S$  般，可使面內均勻性提升。

第 6 圖及第 7 圖係表示此實施形態之磁場形成機構 66 的一變形例。此變形例係在磁場形成機構 66 中，將磁場形成單元  $[M_1, m_1]$ ， $[M_2, m_2]$ ， $\dots$ ， $[M_N, m_N]$  以一定速度在通過腔室 10 的中心（半導體晶圓  $W$  的中心  $O$ ）之垂直線  $G$  的周圍旋轉運動而構成。在圖示之例子中，於可沿著導引部 72 而旋轉所構成之環型的內齒輪 74 介由磁軛 70 而安裝磁場形成單元  $[M_1, m_1]$ ， $[M_2, m_2]$ ， $\dots$ ， $[M_N, m_N]$ ，於內齒輪 74 介由外齒輪 76 而連接電氣馬達 78 的旋轉驅動軸。藉由此種旋轉磁場構造，即使磁場形成單元  $[M_1, m_1]$  的數目少，也可磁場強度分布在圓周方向均勻化。特別是，在以垂直磁場的作用而於磁場形成機構 66 正下方之腔室頂部附著堆積膜時，藉由該種磁場強度分布的均勻化，堆積膜的附著狀況或膜厚可在圓周方向均勻

化。

第 8 圖及第 9 圖係表示磁場形成機構 66 的別的實施例。此實施例係在周邊電漿區域  $PS_B$  的上方（以噴氣頭 38 的周圍之腔室頂部）配置 1 個或多數的磁鐵  $\langle M_i \rangle$ ，同時，還在周邊電漿區域  $PS_B$  的下方，例如排氣管路 20 乃至擋板 22 附近配置磁性體 K。在第 8 圖之構造例中，將磁性體 K 安裝於排氣管路 20 內的筒狀支撐部 16，在第 9 圖之構造例中，將磁性體 K 安裝於排氣管路 20 內的腔室側壁部。磁鐵  $\langle M_i \rangle$  例如可相當於第 2 圖～第 7 圖之外側片段磁鐵  $M_i$ ，例如，使 N 極之面朝下配置。磁性體 K 可以是將多數的片段磁性體於圓周方向留以一定間隔而配置者，或由單體的環狀磁性體所形成，材質可以是金屬系、鐵系、陶瓷系等之其中一種。

如依據此種磁極配置構造，由磁鐵  $\langle M_i \rangle$  的下面（N 極）出來之磁力線  $B_i$  係由上向下橫穿正下方之周邊電漿區域  $PS_B$  而到達磁性體 K。磁性體 K 接受磁力線  $B_i$  而磁化，其表面成爲 S 極。在第 8 圖及第 9 圖之構造例中，爲了使來自磁體  $\langle M_i \rangle$  之磁力線  $B_i$  可朝向磁性體 K，設置有包圍磁鐵  $\langle M_i \rangle$  之背面（上面）及側面之磁軛 80。特別是，主電漿區域  $PS_A$  附近的側磁軛部 80a 係具有包圍由磁鐵  $\langle M_i \rangle$  的下面（N 及）而出到主電漿區域  $PS_A$  側之磁力線，使其回到磁鐵  $\langle M_i \rangle$  的上面或背面（S 極），不使其到達主電漿區域  $PS_A$  之作用。

在第 8 圖及第 9 圖之實施例中，可以爲使磁鐵  $\langle M_i \rangle$  之

上下的極性反轉而使下面成爲 S 極之變形，或相互更換磁鐵  $\langle M_i \rangle$  與磁性體 K 之個別的配置位置之變形等。另外，雖會導致磁鐵  $\langle M_i \rangle$  的個數增加或體積增加乃至裝置的大型化，但是，如第 10 圖所示般，也可將磁鐵  $\langle M_i \rangle$  配置於腔室 10 的側壁之外而構成。或將磁鐵  $\langle M_i \rangle$  配置於腔室 10 的側壁之內側，將磁性體 K 配置於腔室側壁之外而構成。

第 1 圖～第 7 圖之實施例中，也可有種種之變形。例如，在各磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  中，使外側片段磁鐵  $M_i$  之上下的極性及內側片段磁體  $m_i$  之上下的極性分別反轉，將外側片段磁鐵  $M_i$  的下面設爲 S 極，將內側片段磁鐵  $m_i$  的下面設爲 N 極而構成。另外，也可將單側之片段磁鐵（通常爲內側片段磁鐵  $m_i$ ）以磁性體代用。另外，也可以是將磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  配置於周邊電漿區域  $PS_B$  之下方的構造，例如將單側（ $M_i$ ）安裝於承受器 12 側而將另一方（ $m_i$ ）安裝於腔室 10 之側壁的構造等。進而，雖會導致磁鐵的個數增加或體積增加乃至裝置的大型化，但是，如第 11 圖所示般，也可將外側片段磁鐵  $M_i$  配置於腔室 10 的側壁之外而構成。另外，也可以是在各磁場形成單元  $[M_i, m_i]$  中，將兩磁鐵  $M_i, m_i$  排列於半徑方向以外的方向而配置之構造。

前述實施形態之平行平板型的電漿蝕刻裝置（第 1 圖）係一種將電漿產生用之 1 個高頻電力施加於承受器 12 之方式。但是，雖省略圖示，本發明也可以使用於：對上部電極 38 側施加電漿產生用之高頻電力的方法、或對上

部電極 38 與承受器 12 分別施加頻率不同之第 1 及第 2 高頻電力的方式（上下高頻施加形式）、或對承受器 12 重疊施加頻率不同之第 1 及第 2 高頻電力的方式（下部 2 頻率重疊施加形式）等，廣義上，可以使用於可減壓之處理容器內至少具有 1 個電極之電漿處理裝置。另外，當然也可併用本發明及點火電漿方式。

另外，本發明可以使用的電漿源並不限定於平行平板型，也可以是其它任意的高頻放電方式，例如螺旋形極化天線波電漿方式。進而，本發明也可以使用於電漿 CVD、電漿氧化、電漿氮化、濺鍍等之其它電漿處理裝置。另外，本發明之被處理基板並不限定於半導體晶圓，也可以是平面顯示用之各種基板、光罩、CD 基板、印刷基板等。

#### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係表示本發明之一實施形態的電漿蝕刻裝置之構造的剖面圖。

第 2 圖係表示實施形態之磁場形成機構的重要部位之構造的斜視圖。

第 3 圖係表示實施形態之磁場形成機構的重要部位之構造的剖面圖。

第 4A 圖係表示一實施例之電漿產生空間內的磁場強度分布之曲線圖。

第 4B 圖係表示一實施例之電漿產生空間內的磁場強

度分布之曲線圖。

第 5 圖係模型地表示實施形態之磁場形成機構的一作用之略剖面圖。

第 6 圖係表示實施形態之磁場形成機構的一變形例之構造的剖面圖。

第 7 圖係表示第 6 圖的變形例之重要部位的平面圖。

第 8 圖係表示依據一實施例之磁場形成機構的重要部位之構造的剖面圖。

第 9 圖係表示依據一實施例之磁場形成機構的重要部位之構造的剖面圖。

第 10 圖係表示依據一變形例之磁場形成機構的重要部位之構造的剖面圖。

第 11 圖係表示依據一變形例之磁場形成機構的重要部位之構造的剖面圖。

#### 【主要元件符號說明】

10：腔室，12：承受器（下部電極），14：筒狀保持部，16：筒狀支撐部，20：排氣管路，22：環狀擋板，28：排氣裝置，32：高頻電源，38：噴氣頭（上部電極），40：靜電夾頭，62：處理氣體供給部，66：磁場形成機構，70：磁軛，78：電氣馬達，80：磁軛， $M_i$ ：外側片段磁鐵， $m_i$ ：外側片段磁鐵， $\langle M_i \rangle$ 磁鐵，K：磁性體， $B_i$ ：磁力線， $B_i'$ ：磁力線， $PS_A$ ：主電漿區域， $PS_B$ ：周邊電漿區域，W：半導體晶圓

民國 101 年 12 月 24 日修正

## 十、申請專利範圍

1. 一種電漿處理裝置，係具備：

可減壓之腔室；

下部電極，於前述腔室內將被處理基板載置成爲大略水平；及

上部電極，於前述腔室內分隔所期望之間隙且平行設置；及

處理氣體供給部，在前述上部電極、前述下部電極以及前述腔室之側壁中，對設定於被包圍之空間內之電漿產生空間供給處理氣體；及

高頻電場形成機構，於前述上部電極或前述下部電極施加電漿產生用之高頻，且於前述電漿產生空間形成高頻電場；及

磁場形成機構，於前述腔室之電漿產生空間中，僅在比前述基板的外緣端更於半徑方向外側之周邊電漿區域形成磁場，使該磁場之磁力線透過此區域內，而且，前述磁力線之起始點及結束點雙方皆比前述腔室的側壁更位於半徑方向內側；

前述磁場形成機構係前述第 1 以及第 2 磁極皆朝下方，且配置於前述周邊電漿區域的上方；

在前述磁場中，由前述起始點的第 1 磁極出來之前述磁力線係於前述周邊電漿區域下降之後，U 型回轉而到達



前述結束點之第 2 磁極；

分別給予前述磁力線之起始點以及結束點的第 1 以及第 2 磁極雙方皆有磁鐵，且前述第 1 及第 2 磁極之間，配置於半徑方向外側之磁通量大於配置於半徑方向內側之磁通量，於前述電漿產生空間中，在比前述基板的外緣端更為半徑方向內側之主電漿區域中，實質上係設為無磁場狀態。

2.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，

在前述第 1 及第 2 磁極中，一方為 N 極，另一方為 S 極。

3.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之電漿處理裝置，其中，

前述第 1 及第 2 磁極設置於前述腔室之天花板牆中。

4.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之電漿處理裝置，其中，

在前述磁場中，由前述起始點的第 1 磁極出來之前述磁力線的一部份係於前述周邊電漿區域內下降，且在比前述基板更低的位置 U 型回轉而到達前述結束點之第 2 磁極。

5.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之電漿處理裝置，其中，

前述周邊電漿區域內的磁場強度係在前述腔室之半徑方向，於前述基板的外緣端及前述腔室的側壁之中間的某

位置中，成爲最大且極大。

6.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之電漿處理裝置，其中，

將前述第 1 磁極及前述第 2 磁極隔以所期望之間隔而排列於前述腔室的半徑方向。

7.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之電漿處理裝置，其中，

前述第 1 及前述第 2 磁極係分別隔以特定之間隔而被多數配置於圓周方向。

8.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之電漿處理裝置，其中，

使前述第 1 及前述第 2 磁極一體地在圓周方向旋轉之磁極旋轉部。

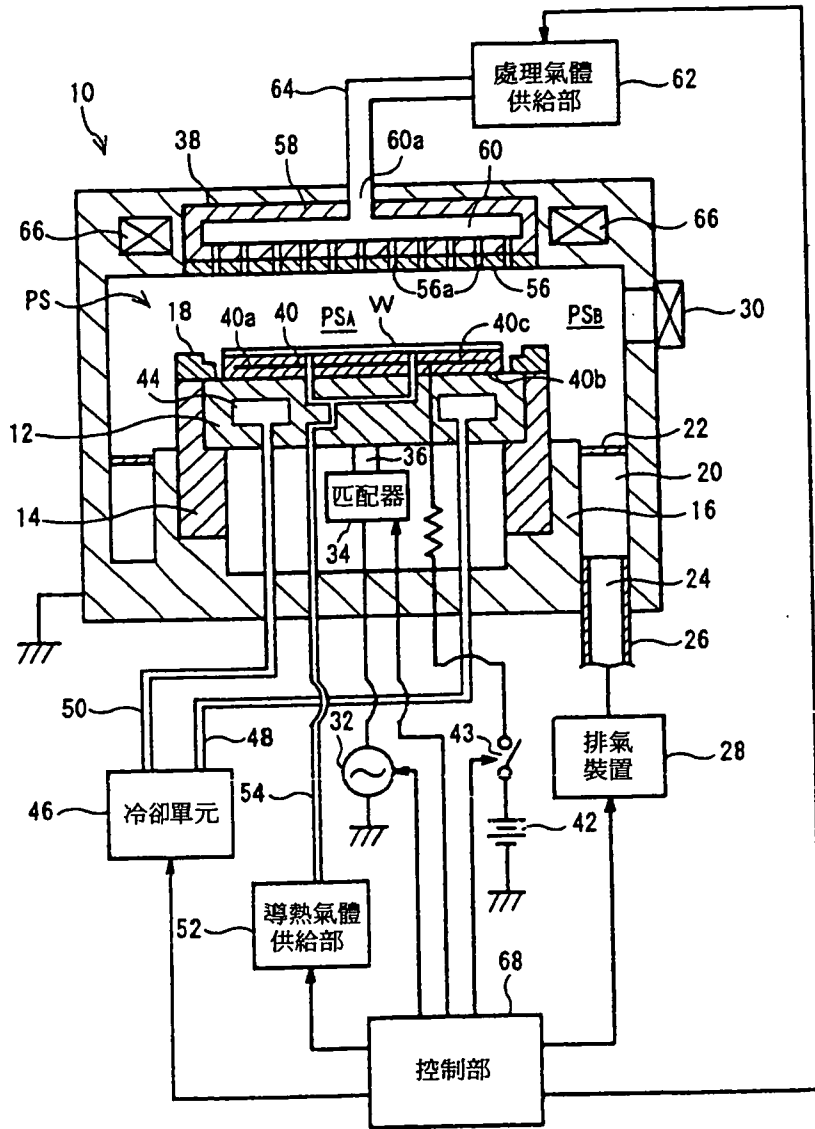
9.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之電漿處理裝置，其中，

由前述周邊電漿區域側來看，接觸或接近於前述磁鐵的背面而設置軛部。

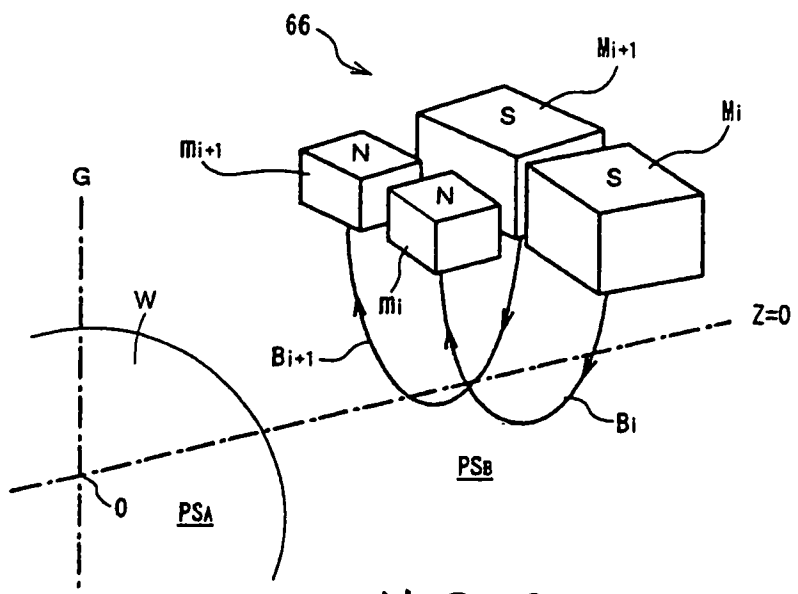
10.如申請專利範圍第 9 項所記載之電漿處理裝置，其中，

接觸或接近前述主電漿區域附近的前述磁鐵之側面而設置軛部。

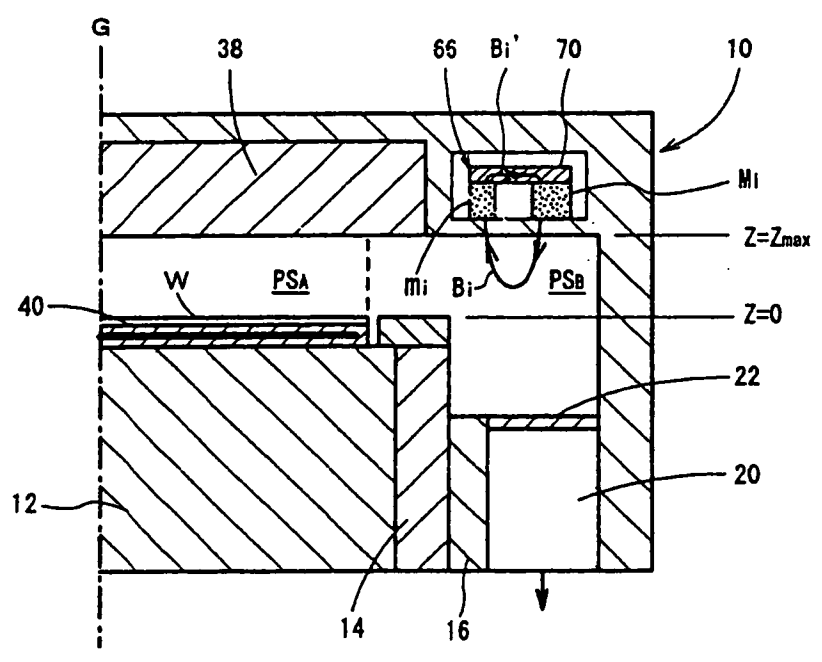
# 第1圖



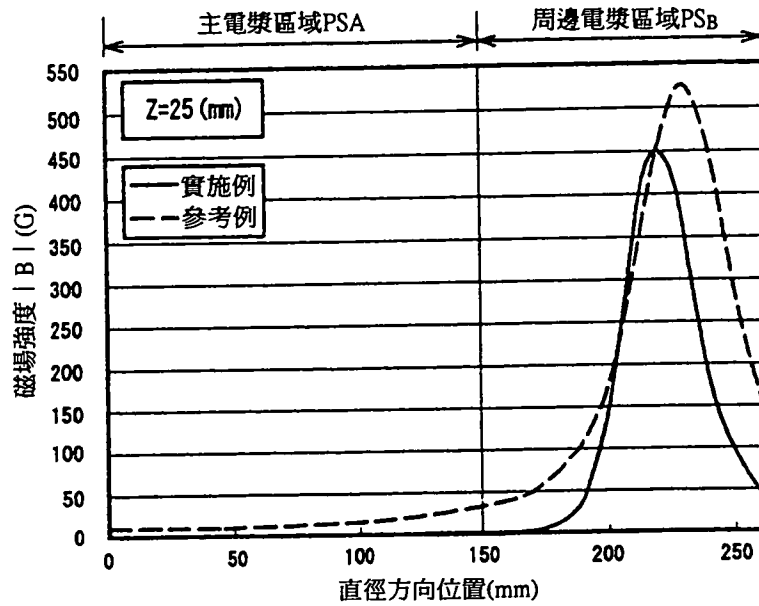
第2圖



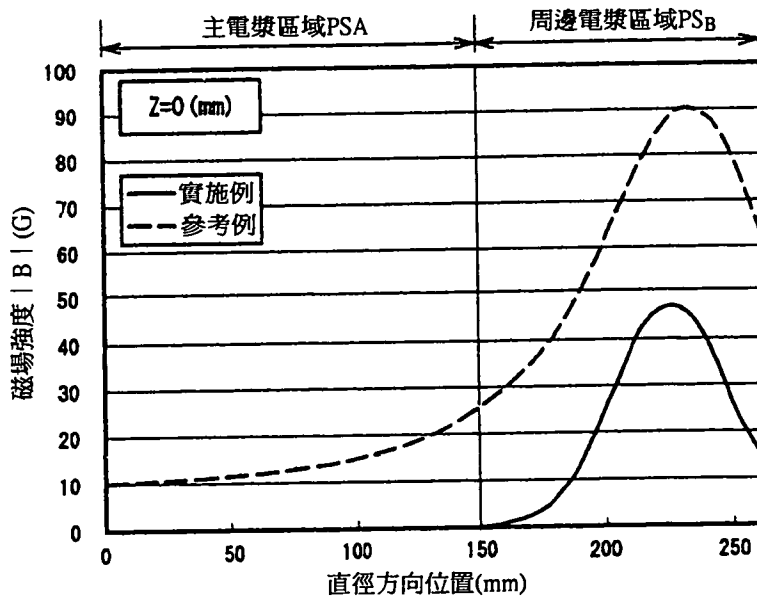
第3圖



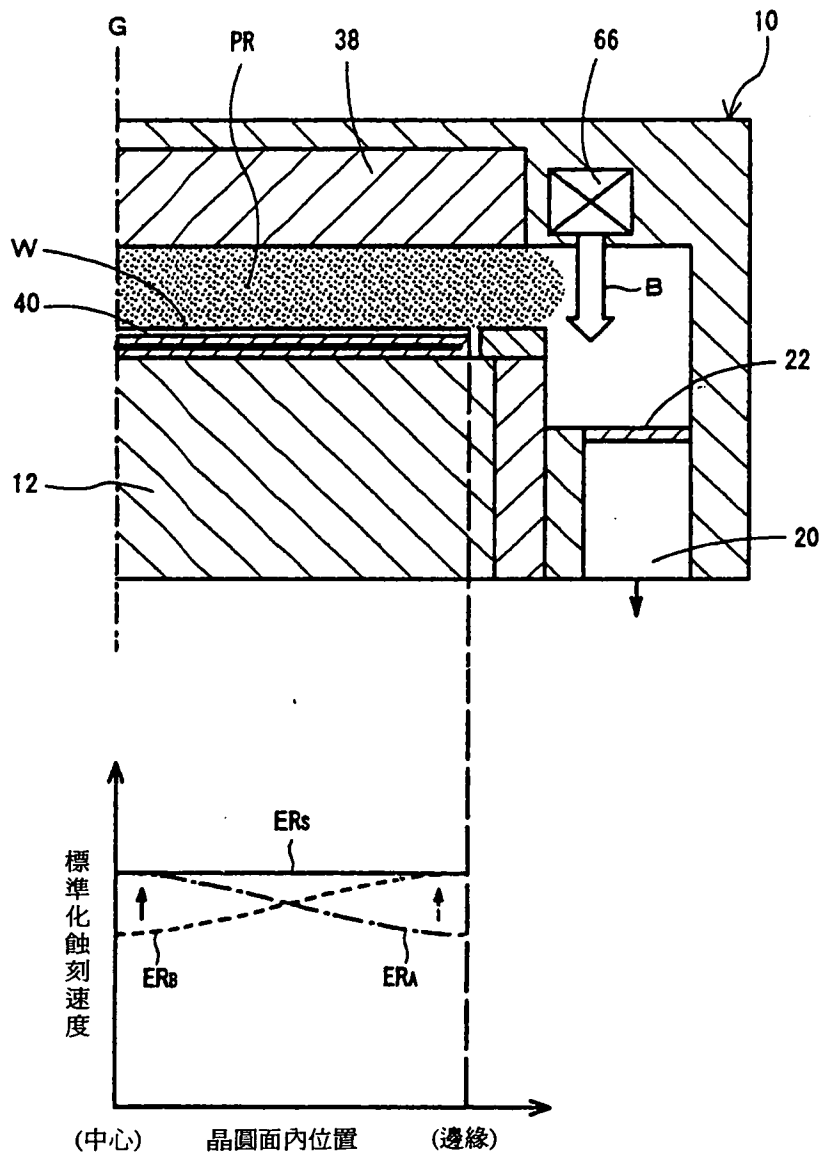
第4A圖



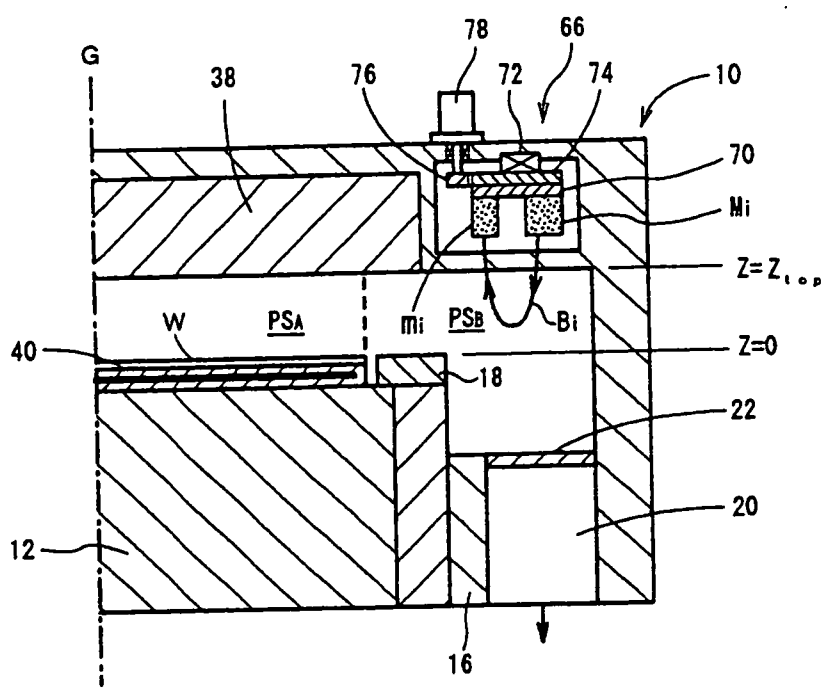
第4B圖



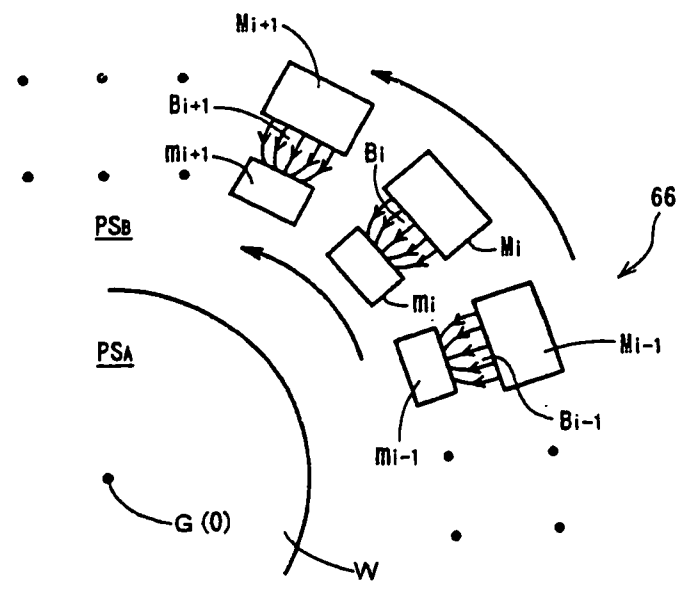
第5圖



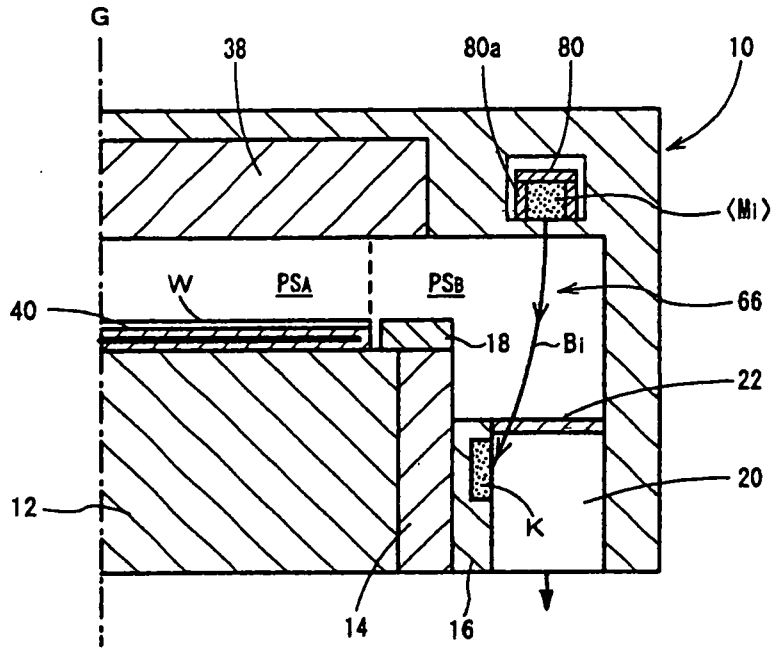
第6圖



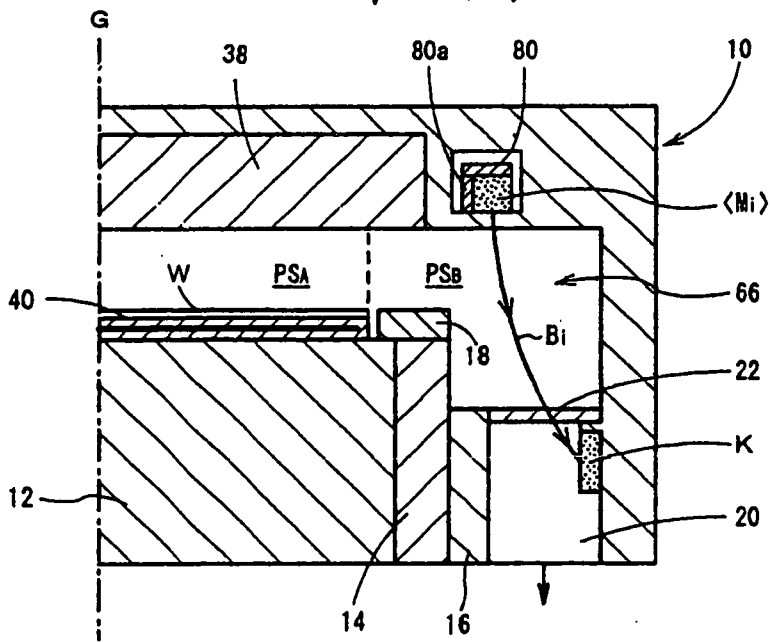
第7圖



第8圖

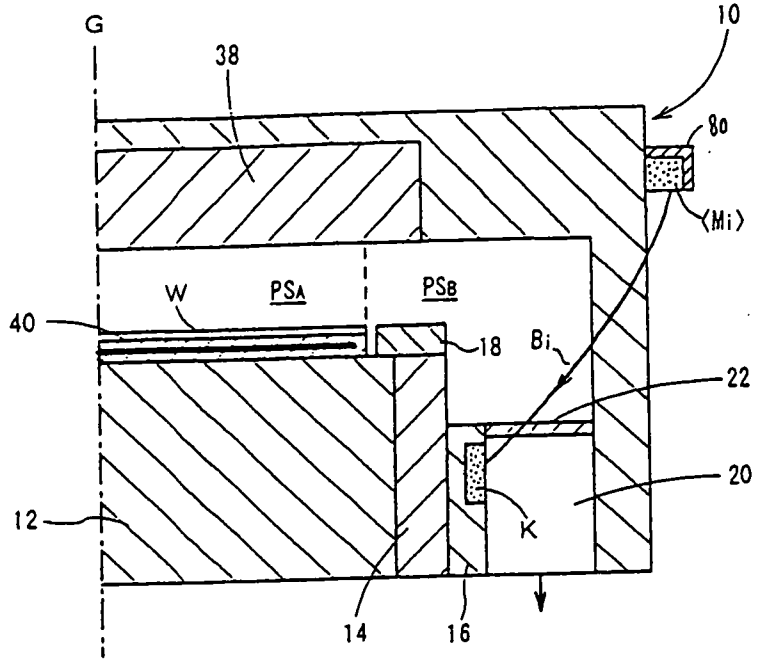


第9圖





第10圖



第11圖

