

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

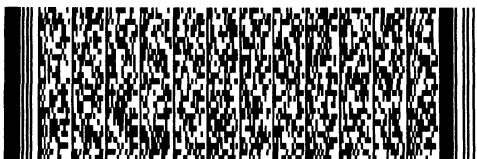
一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	2. 山內和雄
	姓 名 (英文)	2. KAZUO YAMAUCHI
	國 籍	2. 日本
	住、居所	2. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd. 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	3. 檜山浩國(桧山浩国)
	姓 名 (英文)	3. HIROKUNI HIYAMA
	國 籍	3. 日本
	住、居所	3. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd. 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		
一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	4. 寒川誠二
	姓 名 (英文)	4. SEIJI SAMUKAWA
	國 籍	4. 日本
	住、居所	4. 日本國宮城縣仙台市青葉區片平2丁目1番1號 東北大學內 c/o Tohoku University, 2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai-shi, Miyagi-ken, Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

日本 JP

2001/03/26 特願2001-088888

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

[發明背景]

[發明之技術領域]

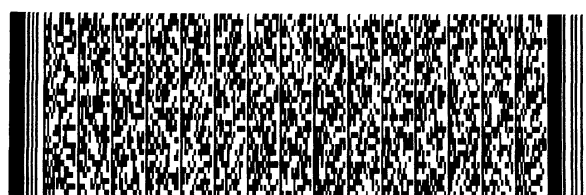
本發明是關於一種在與半導體裝置等之製造有關的微機械加工製程中處理工件表面之方法，特別是利用自電漿產生之正和負離子或利用中性化正和負離子而產生的中性粒子來處理工件表面之方法。

[相關技術說明]

最近幾年，半導體積體電路、資料儲存媒體如硬碟、微機械等等被以更高地細微圖案來處理。在處理此類工件之技術領域內，通常是利用電漿來作為蝕刻裝置(etching apparatus)。

利用電漿的蝕刻裝置，已知有可產生不同種類射束包含正離子束和游離基射束(radical beam)的蝕刻裝置。正離子束或游離基射束被運用到工件上，藉以在工件上沉積薄膜層、蝕刻工件、修改工件的表面。

使用高密度電漿之蝕刻製程的最嚴重問題之一是經由累積在工件表面之電荷所引起的電荷累積損害(charge build-up damage)。電荷累積損害是由於在電子和正離子之行為間的差異所引發。詳言之，是由於電子相較於正離子有較高的能量和較高的速度，故電子可比正離子更快到達工件，致使負電位產生在工件的表面。因此所產生之負電位使正離子加速且使電子減速。此時，這些被減速到變得無方向之電子無法被導入在工件表面之細微圖案中，而僅有正離子到達細微圖案的底部。因而，正電荷累積在工



五、發明說明 (2)

件上而引起不規則地蝕刻輪廓或電荷累積損害。

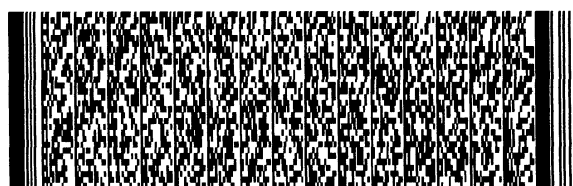
[發明的概述]

本發明是考慮到上述之缺點而做出的。因此本發明之一個目的是藉由便宜且簡潔之結構使具有大射束直徑之高能射束處理工件表面之方法，以便正確地以細微的圖案處理工件而沒有電荷累積或損害。

為了達成上述之目的，根據本發明之第一個態樣，提供一種處理工件表面之方法，包括：在電漿中產生正離子和負離子；選擇性地自電漿中引出所產生的正離子和負離子且在預定的方向加速所引出的離子；以及選擇性地施加正離子和負離子到工件上。

根據本發明，正和負離子是交替地自電漿中被引出而作用到工件上。或者，這些離子可被中性化而轉換為中性粒子，而這些中性粒子作為中性粒子射束而施加到工件上。在半導體裝置等等的製造上，當工件以本發明之方法加以處理時，由於電荷累積在工件表面所造成之損害可被減少。另外，因游離基所引發之不利的影響亦可被減少且離子束的路徑可更為準直。

根據本發明之一較佳的態樣，在電漿中產生正離子和負離子之步驟包括：施加高頻電壓到真空腔室(vacuum chamber)內的製程氣體，以自製程氣體產生由正離子和電子所組成之電漿；中斷高頻電壓，以使電子附著到殘餘的製程氣體來產生負離子；以及重複高頻電壓的施加及高頻電壓的中斷。



五、發明說明 (3)

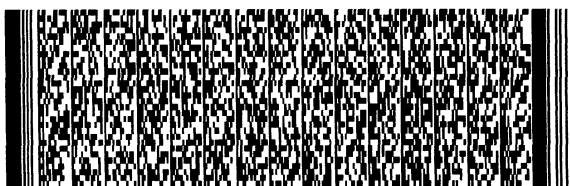
根據本發明之另一較佳的態樣，在電漿由產生正離子和負離子之步驟包括：從真空腔內之製程氣體產生由正離子和電子所組成的電漿；以及在電漿產生空間的下游區域，使電子附著到殘餘的製程氣體來產生負離子。

因此，在由正離子和電子所組成之電漿從製程氣體被產生之後，使電子附著到殘餘的製程氣體來產生負離子。因而，可以簡單的結構使負離子自電漿中被產生。據此，由正離子和負離子混合所組成的電漿可被產生。

根據本發明之另一較佳的態樣，正離子和負離子是交替地從電漿中被引出且交替地被施加到工件上。

正離子和負離子具有大致相同的質量。因此，正離子和負離子可從由正離子和負離子混合而成之電漿中被交替地引出且在具有1MHz或較低頻率，較佳為600kHz或較低之AC或DC脈衝電場中被加速。此時，在工件表面所累積的電荷被減少，因而抑制不規則地蝕刻輪廓或電荷累積損害。因此，工件可被以具有較高長寬比(aspect ratio)之細微圖案來處理。

例如，具有易變為正離子之原子和分子的氣體包含稀有氣體之Xe氣，具有易變為負離子之原子和分子的氣體包含鹵素氣體之氯氣。當正和負離子之電漿是使用這些類型之氣體的混合氣體來產生，例如，使用其中含有氯氣和Xe氣之氣體時，在電漿中之大部分的正離子是 Xe^+ 且在電漿中之大部分的負離子是 Cl^- 。以此類的電漿，當正離子和負離子被交替地中性化時，Xe射束和氯射束可被交替施加



五、發明說明 (4)

到工件上。如此的一個方法具有下列的優點：

(1) 藉由化學濺射(sputtering)作用，蝕刻率可被提升。

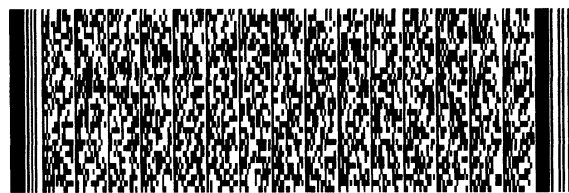
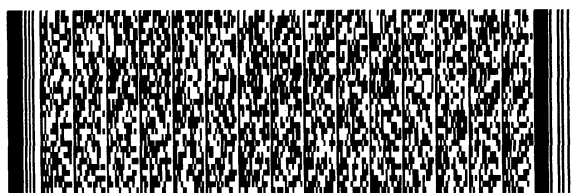
(2) 無損害的製程可被實現。

例如，氯射束被施加到工件，在其上形成幾個原子層，其中氯和工件相互間是弱鍵結的，且接著Xe射束被施加到工件上。當Xe射束之能量是大於移除在氯和工件相互間是弱鍵結之原子層所需的能量但小於移除在工件中具有較大鍵結強度之原子層所需的能量時，Xe射束可濺射工件而僅移除氯和工件相互間是弱鍵結的原子層。因此，當反應製程被適當地選擇且射束的能量被適當地控制時，根據無損害製程，工件可被蝕刻而沒有原子結晶結構的缺陷。

根據本發明之第二個態樣，提供一種處理工件表面之方法，包括：在電漿中產生正離子和負離子；選擇性地自電漿中引出所產生的負離子及在預定的方向加速所引出的負離子；以及施加負離子到工件上。

技術上已知，相較於正離子，負離子施加較低的電荷累積電壓在工件的表面。藉由選擇性地僅引出負離子且施加負離子到工件上，可在與半導體裝置等的製造有關的微機械加工製程中，以較少的電荷累積損害來處理工件。

根據本發明之處理工件表面之方法，對於改善以細微圖案蝕刻貴金屬的反應性是有用的。貴金屬如Pt(白金)和具有高介電常數(dielectric constant)之膜被認為是可被用在半導體裝置之製造的新材料。由於這些材料具有低



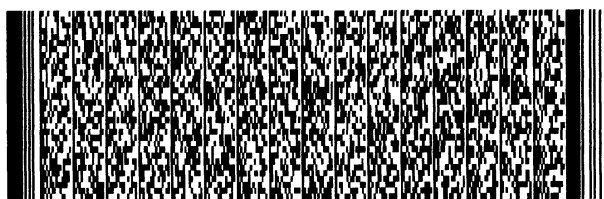
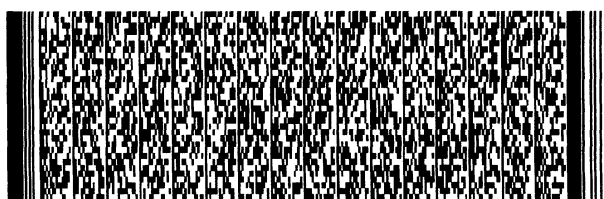
五、發明說明 (5)

的揮發性，即使是使用以氯氣產生之電漿，這些材料也不能利用化學濺射作用加以蝕刻，只能利用物理濺射作用來蝕刻。因而，一重新沉積之膜被形成在側壁，導致裝置之性質退化(degraded properties)。另外，這些材料在光罩(mask)上有低的選擇性。為解決上述缺點，曾嘗試增加工件的溫度至200到300℃，以改善反應性。

然而，雖然根據上面的方法，反應性可被改善至某一程度，然上述之方法需要硬的光罩和極複雜的製程。負離子束可有效地解決這些缺點。這些負離子載運具有極低能量之電子到作為工件之半導體基板上且被基板(Pt)表面之氯所吸附，因而轉換反應之產物為負離子。結果，用以自基板表面釋放反應產物所需之能量可被降低到約為十分之一。

另外，根據本發明之處理工件表面之方法，在元件摻質製程像是離子植入(ion implantation)，可有效的降低電荷累積損害。在基板被以細微圖案來處理的情況下，由於二次電子放射(secondary electron emission)，使得電荷高度地累積在基板上，導致電荷累積損害的問題。已知相較於正離子，負離子有較小的二次電子放射或然率(probability)。因此，當負離子被用在離子植入時，電荷累積損害可有效地被控制。另外，藉由正離子和負離子之交替植入，具有高性能之無損害摻質製程可被達成。

根據本發明之第三個態樣，提供一種處理工件表面之方法，包括：在電漿中產生正離子和負離子；交替地從電



五、發明說明 (6)

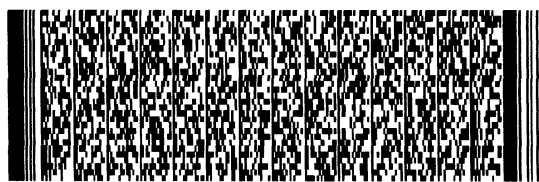
漿中引出所產生之正離子和負離子且在預定的方向加速所引出的離子；中性化所加速的離子，將它們轉變為中性粒子；以及施加中性粒子到工件。

根據本發明之第四個態樣，提供一種處理工件表面之方法，包括：在電漿中產生正離子和負離子；選擇性地從電漿中引出所產生之負離子且在預定的方向加速所引出的負離子；中性化所加速的負離子以轉變它們為中性粒子；以及施加中性粒子到工件。

根據本發明，離子被轉變為中性粒子，且中性粒子被作為中性粒子射束施加到工件。因此，電荷累積損害可被減少且工件可以較少的損害被處理。

根據本發明之一較佳的態樣，係在工件受到遮蔽而不為電漿所產生之輻射照射的期間，將藉由使離子中性化而產生之離子或中性粒子施加到工件上。依此方法，工件可以細微圖案被處理而沒有因電漿所產生之紫外線輻射而引發的損害。

根據本發明之一較佳的態樣，工件包括半導體裝置，且將藉由使離子中性化而產生之離子或中性粒子施加到半導體裝置，以在其上面形成閘極介電膜 (gate dielectric film)。在半導體裝置形成閘極介電膜，當正和負離子被交替地施加或中性粒子被施加到工件時，工件可以較少因累積電荷所引發之損害之方式被處理。因此，半導體裝置可以較細微的圖案來處理。根據本發明之方法，經由沉積製程，具有良好品質之介電膜可被形成。



五、發明說明 (7)

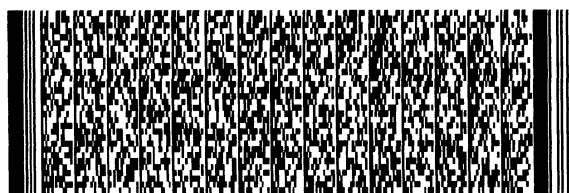
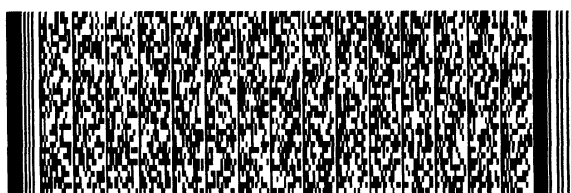
根據本發明之另一個較佳的態樣，工件包括有機材料，且將藉由使離子中性化而產生之離子或中性粒子施加到有機材料，供以蝕刻有機材料。以此方法，不需要的游離基被阻止到達工件且工件可以對後續製程無不利影響之方式被蝕刻。據此，半導體裝置等等可以較細微之圖案來處理。

本發明之上述和其他目的、特徵和優點將藉由下面配合圖面之說明將更為明顯，所附圖面係以圖例顯示本發明之較佳實施形態。

[較佳實施形態的詳細說明]

用以進行根據本發明第一實施形態之之處理工件表面之方法之處理裝置，將參考第1圖到第4圖來詳細說明如下。

第1圖是以塊狀方塊之電子元件來顯示根據本發明第一實施形態之處理裝置的整體配置的概略視圖。如第1圖所顯示的，這個處理裝置包括具有用以導引製程氣體進入真空腔室(vacuum chamber)1內之製程氣體進入口(inlet port)11的圓柱狀真空腔室1。這個真空腔室1具有被界定在其中用以從所引入之製程氣體產生正離子、負離子和電子的電漿產生腔室(plasma generating chamber)2和用以引出所產生之正或負離子和在預定之方向加速所產生之正或負離子的離子引出部(extracting portion)7。真空腔室1同樣具有被界定在其中的用於處理工件X，像是半導體基板、玻璃工件、有機工件、陶瓷工件等之處理腔室



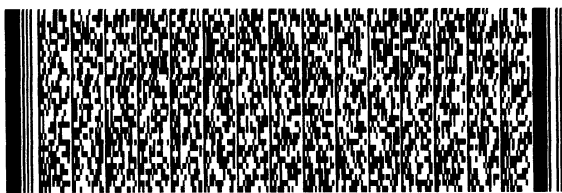
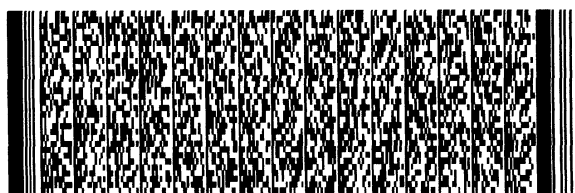
五、發明說明 (8)

(process chamber)6。由離子引出部7引出及加速之離子被施加到在處理腔室6內之工件X。真空腔室1有由石英玻璃、陶瓷等所製之牆壁。

處理腔室6內有用以保持工件X之工件保持器20。工件X被放置在工件保持器20之上表面。處理腔室6具有被界定在其側壁用以自處理腔室6排放氣體之氣體排出口21。氣體排出口21經氣體排出管22連接到用以使電漿產生腔室2、離子引出部7和處理腔室6保持預定壓力之真空幫浦23。

被界定在電漿產生腔室2之上部之氣體進入口11經氣體供應管12連接到供應像是 SF_6 、 CHF_4 、 CF_4 、 CL_2 、Xe、 O_2 、 N_2 和 C_4F_8 的氣體到電漿產生腔室2之氣體供應源13。

電漿產生腔室2具有圍繞其外圍而配置之感應耦合電漿(ICP)用之線圈(coil)10。線圈(coil)10被置放在例如外徑8mm之水冷式管件內。約有兩圈(turn)的線圈10是繞電漿產生腔室2捲繞的。線圈10是電性地經匹配盒(matching box)100連接到例如供應約13.56MHz之高頻電壓到線圈10的高頻電源101。當高頻電流自高頻電源101經匹配盒100供應到線圈10時，線圈10在電漿產生腔室2內產生一感應磁場。變化的磁場感應一電場。電場加速電子，使製程氣體內之原子和分子離子化以在電漿產生腔室2內產生電漿。因此，線圈10、匹配盒100和高頻電源101組成用以自電漿產生腔室2之製程氣體產生電漿之電漿產生器。所產生之電漿主要是由共存之正離子和受熱的電子所



五、發明說明 (9)

組成。在電漿產生腔室2內，電漿中所產生之電子附著在殘餘的氣體而產生大量的負離子。

由導電材料所製之薄板網格形電極(grid electrode)4被配置在電漿產生腔室2的下部。網格形電極4是電性地連接到雙極電源(電壓供應單元)102。另一個網格形電極5是被配置在網格形電極4的下面且接地。用以引出正或負離子及在預定方向加速正或負離子之離子引出部7是設在電漿產生腔室2的下游。例如，離子引出部7是由網格形電極4、5所構成。正的或負的加速電壓藉由雙極電源102施加到網格形電極4。

第2A圖到第2C圖顯示各種的雙極電源。當AC電壓經由如第2A圖中所顯示的雙極電源102a施加到網格形電極4時，正離子和負離子交替地從電漿產生腔室2被引出且朝向下流的處理腔室6來被加速。當正的DC電壓經第2B圖中所顯示之雙極電源102b施加到網格形電極4時，正離子從電漿產生腔室2被引出且朝向下流的處理腔室6來被加速。當負的DC電壓經第2C圖中所顯示之雙極電源102c施加到網格形電極4時，負離子從電漿產生腔室2被引出且朝向下流的處理腔室6來被加速。

連接線圈10之高頻電源101被連接到調變器(modulator)103，而連接網格形電極4之雙極電源102被連接到調變器104。因此，高頻電源101和雙極電源102經調變器103、104而互相連接。根據在調變器103和104間傳輸之同步訊號，使得雙極電源102之電壓施加可同步於高頻



五、發明說明 (10)

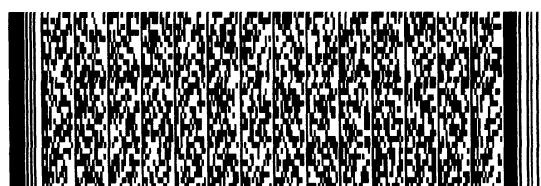
電源101之電壓施加。

通過網格形電極5之離子如同高能射束被射入處理腔室6。離子束在處理腔室6內直線移動且施加到放置在工件保持器20上之工件X，用以蝕刻工件X的表面、清潔工件X的表面、修改(如氮化或氧化)工件的表面或沉積薄膜在工件X上。

通過網格形電極4而產生的離子束可被中性化來產生中性粒子束。例如，如第3圖所示，由導電材料所製之有孔電極(orifice electrode)可被用來作為使離子束中性化之中性化裝置。在第3圖中，有孔電極51被配置以取代網格形電極5。有孔電極51具有孔51a界定在其中。經網格形電極4加速的離子被引入界定在有孔電極51之孔51a。大部分通過有孔電極51之孔51a的離子經由與孔51a之側壁面交換電子或經由與殘留在孔51a內之氣體分子交換電荷而中性化。因此，離子被轉變為中性粒子。

通過有孔電極51之中性粒子成為中性粒子束而放射到處理腔室6內。中性粒子束在處理腔室6內直線移動且施加到放置在工件保持器20上之工件X，用以蝕刻工件X的表面、清潔工件X的表面、修改(如氮化或氧化)工件的表面或沉積薄膜在工件X上。

根據第一實施形態之處理裝置的操作將被說明如下。第4圖是顯示第1圖中之處理裝置的操作狀態的時序圖。在第4圖中， V_a 代表線圈10之電位、 T_e 為電漿產生腔室2中之電子溫度、 n_e 為電漿產生腔室2中之電子密度、 n_{i^-} 為電漿



五、發明說明 (11)

產生腔室2中之負離子密度及Vb1、Vb2和Vb3代表網格形電極4之電位。時序圖概略地被顯示在第4圖，且所顯示之頻率並不代表實際頻率。

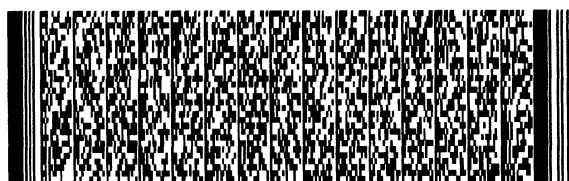
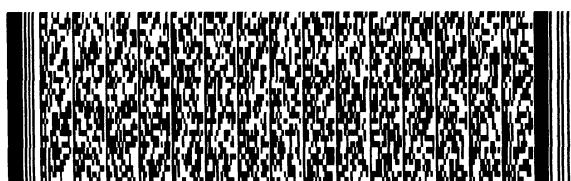
真空幫浦23被驅動來對真空腔室1抽真空。在真空腔室1到達預定的真空度之後，如SF₆、CHF₃、CF₄、Cl₂、Ar、O₂、N₂或C₄F₈之氣體從氣體供應源13被導入電漿產生腔室2內。如第4圖所顯示的，經由高頻電源101將具有約13.56MHz之高頻電壓施加到線圈10持續10微秒

(microsecond)，以便在電漿產生腔室2內產生高頻電場。被導引到電漿產生腔室2內之氣體透過經高頻電場而加速的電子來使之離子化，藉以在電漿產生腔室2內產生高密度電漿。這個電漿主要是由正離子和受熱的電子所組成。

接著，透過高頻電源101而施加之高頻電壓被中斷持續100微秒。高頻電壓被中斷之時間週期(100微秒)是充分地長於在電漿中之電子附著到殘餘的製程氣體來產生負離子的時間週期且充分地短於電漿內之電子密度被降低到使電漿消失的時間週期。高頻電壓施加之時間週期(10微秒)是長到足以恢復在高頻電壓中斷期間所降低之電漿中電子的能量。

在電漿中電子的能量被增加(持續10微秒)之後，藉由中斷高頻電壓(持續100微秒)，使電漿中之電子附著到殘餘的製程氣體而產生負離子。

在中斷高頻電壓之後，透過高頻電源101再度將高頻電壓施加到線圈10持續10微秒來加熱電漿產生腔室2內電



五、發明說明 (12)

漿中的電子。主要是由正離子和受熱電子所組成的高密度電漿在電漿產生腔室2內被產生。如此，重覆上述之循環。依此方式，高頻電壓持續10微秒的施加及高頻電壓持續100微秒的中斷被交替地重複，以有效地且連續地產生負離子。儘管，一般的電漿大部分是由正離子和電子所組成，但是根據本實施形態之處理裝置可有效地產生正離子和負離子共存之電漿。雖然，在第4圖之例中，高頻電壓被中斷持續100微秒，但它也可被中斷持續50到100微秒之時間以在電漿中產生大量的正離子和負離子數量。

當高頻電源101所施加高頻電壓被停止時之50微秒後，-100V的DC電壓經雙極電源102(請看第4圖之Vb1)被施加到網格形電極4持續50微秒。DC電壓的施加降低網格形電極4的電位VB1至低於網格形電極5之電位。因而，在網格形電極4和網格形電極5之間產生一電位差。這個電位差用以使負離子加速而從網格形電極4到網格形電極5。所以，出現在網格形電極4和網格形電極5之間的負離子經由電位差而被加速朝向網格形電極5，且被引入界定於網格形電極5之網孔。接著，負離子通過界定於網格形電極5之網孔進入到處理腔室6。

正相反地，當+100V之DC電壓經雙極電壓102施加到網格形電極4持續50微秒時，用以使正離子加速而從網格形電極4到網格形電極5之電位差在網格形電極4和網格形電極5之間被產生。因此，在網格形電極4和網格形電極5之間的正離子經由電位差而被加速朝向網格形電極5，且被



五、發明說明 (13)

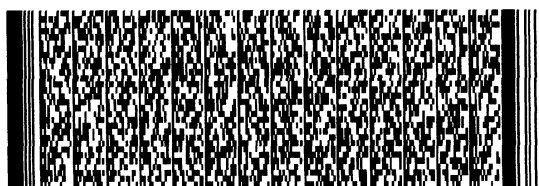
引入界定於網格形電極5之網孔。接著，正離子通過界定於網格形電極5之網孔進入到處理腔室6。

或者，當透過雙極電源102(請看第4圖所顯示之VB2)使正和負DC電壓交替地施加時，在110微秒的循環期之後面的50微秒期間內，可使正離子束和負離子束交替地施加到處理腔室6之內的工件。相同地，當AC電壓經雙極電源102施加到網格形電極4(請看第4圖所顯示之Vb3)時，可使正離子束和負離子束交替地施加到處理腔室6之內的工件。

由於施加到離子之加速電壓視雙極電壓102作用在網格形電極4和5間之電壓而定，故藉由設定作用在網格形電極4和5之間的電壓至所需值，可使在所需能階之離子束射入處理腔室6。

如第3圖所顯示的，當有孔電極51被配置來取代網格形電極5時，可將經由使離子中性化而產生之中性粒子束施加到處理腔室6內之工件上。詳言之，在有孔電極51和網格形電極4之間被加速的離子通過有孔電極51之孔51a。大部分通過孔51a之離子會與孔51a之側壁面碰撞而因此在孔51a之側壁面附近被中性化，或與殘存在孔51a內之氣體分子碰撞而與氣體分子交換電荷而被中性化。依此方法，使離子轉換為中性粒子。

在通過孔51a時被中性化的離子，亦即是，中性粒子，成為高能射束射入處理腔室6。中性粒子束直線行進到處理腔室6且施加到放置在工件保持器20上之工件X。中



五、發明說明 (14)

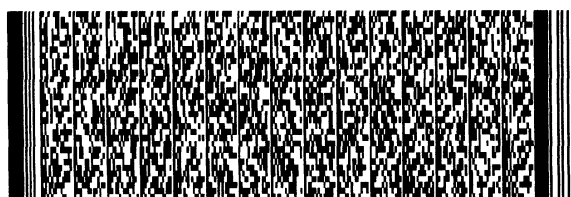
性粒子束的能階和所引出之離子的極性(polarity)取決於施加到網格形電極4之加速電壓的大小和極性。因此，藉由適當地改變加速電壓的能量和所引出離子的磁性引力，處理裝置可執行各種的製程，包含修改工件的表面、沉積薄膜在工件表面及蝕刻工件的表面。

有孔電極51不僅用以使離子中性化，而且亦預防電漿所產生的輻射照射到工件X。詳言之，由於產生電漿之電漿產生腔室2藉由有孔電極51而與工件X光學地隔離，故由電漿所產生之輻射並不會直接照射到工件X上。因此，它可用以減少由於輻射，像是引發工件X之其他損傷的紫外線，對工件X的不利影響。

有孔電極51亦提供阻止電漿內所產生之游離基到達工件X。詳言之，因為電漿中所產生之游離基不帶電且等向地移動，故而游離基碰撞孔51a的側壁面的機率很高，因而通過孔51a時會失去其活性。因此，可防止不需要的游離基附著到工件X的表面及不利地影響工件X的表面。

有孔電極51較佳地應有至少兩倍於孔51a之直徑的厚度。當有孔電極51有至少兩倍於孔51a之直徑的厚度時，如此它可增加負離子在孔51a內被中性化的機率，且顯著地降低從電漿照射到工件X之輻射的密度。

某些帶電粒子可能通過有孔電極51內之流孔51a。為阻止此類的粒子施加到工件X上，可在有孔電極51的下游配置導向器(deflector)或電子阱(electron trap)。在垂直於射束行進之方向施加電壓到導向器來改變帶電粒子的



五、發明說明 (15)

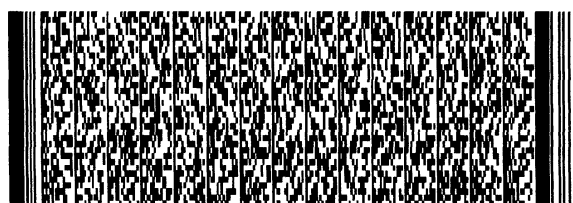
行進方向，以阻止帶電粒子施加到工件X上。電子阱在垂直於射束行進之方向產生約100高斯(gauss)的磁場來改變電子的行進方向，以阻止電子施加到工件X。

如同所熟知之技術，處理絕緣的工件，例如玻璃或陶瓷所做之工件時，電荷累積可能在如上所描述之絕緣工件的表面上產生。然而，藉由如同上面所描述之方法，施加中性化的粒子到工件表面，各種製程包含蝕刻製程和沉積製程可在電荷累積的量被降低的狀態而以高的正確性被完成在絕緣的工件上。根據將對工件X進行的處理的類型，不同類型之氣體可被引入電漿產生腔室2。例如，在乾蝕刻製程，根據工件之種類，氧氣和鹵素氣體可被選擇性地使用。

在本實施形態中，需要將容易產生負離子的氣體，像是 O_2 、 Cl_2 、 SF_6 、 CH_3 或 C_4F_8 ，引入電漿產生腔室2。當在藉由前述之高頻感應耦合(ICP)與使用上述之氣體產生高密度電漿之後，高頻電壓之應用被中斷時，大量的負離子可在電漿內被產生。因而，可輕易地使負離子加速和使負離子中性化。

根據本發明之第二實施形態之處理裝置將參考第5圖說明如下。第5圖是以塊狀方塊標示電子元件來顯示根據本發明第二實施形態之處理裝置的完整配置的概略視圖。第5圖中，相同於第一實施形態之零件和元件將以相同的參考數字和文字加以標註且將不再於下面說明。

在根據第二實施形態之處理裝置中，由正離子和電子



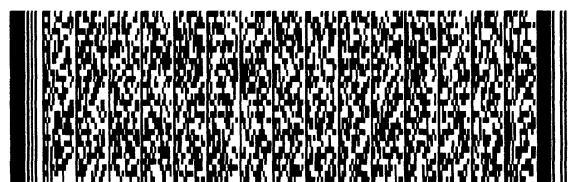
五、發明說明 (16)

所組成之電漿在真空腔室1內從製程氣體中被產生，且電子被附著到電漿產生空間之下游處的殘餘製程氣體來在電漿內產生負離子。由於根據第二實施形態之處理裝置的其他細部是相同於根據第一實施形態之處理裝置的細部，故僅針對根據第二實施形態之處理裝置的不同特徵處加以說明如下。

如第5圖所顯示的，真空腔室1配置有電漿產生腔室2，用以從引入之製程氣體產生正離子和電子，負離子產生腔室3配置在電漿產生腔室2之下游，用以使產生自電漿產生腔室2之電子附著到殘餘的製程氣體以產生負離子，以及離子引出部7，用以引出所產生之正或負離子及在預定之方向加速所產生之正或負離子。

如第一實施形態，真空腔室1亦有處理腔室6，用以處理工件X如半導體基板、玻璃工件、有機工件、陶瓷工件等。藉由離子引出部7所引出和加速的離子在處理腔室6內被施加到工件X。網格形電極5可被顯示在第3圖內之有孔電極51所取代。如第一實施形態，可產生在所需能階之所需極性的離子束或可藉由使離子中性化來產生中性粒子束。

電漿產生腔室2具有圍繞其外圍而配置之感應耦合電漿(ICP)用之線圈10。當高頻電流自高頻電源101經匹配盒100連接到線圈10時，線圈10在電漿產生腔室2產生一感應磁場。這個變化的磁場感應一電場。電場加速電子，使製程氣體內的原子和分子離子化，以在電漿產生腔室2產生

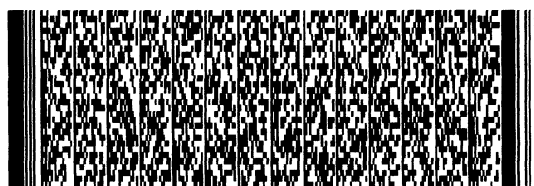
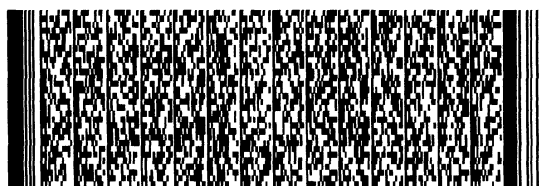


五、發明說明 (17)

電漿。所產生的電漿主要是由共同存在之正離子和受熱的電子所組成。在負離子產生腔室3中，產生在電漿中的電子附著到殘餘氣體而產生大量的負離子。

電漿產生腔室2和負離子產生腔室3是一體連續地互相結合，而且負離子產生腔室3是配置在電漿產生腔室2的下游。製程氣體是從電漿產生腔室2的上游端連續地供應到電漿產生腔室2，以便連續地產生主要是由正離子和電子所組成的電漿。所產生之電漿被連續地送入配置在電漿產生腔室2下游之負離子產生腔室3。在負離子產生腔室3，大量具有較低的電子溫度的電子附著到殘餘氣體之分子或原子，以產生負離子。因此，由產生在電漿產生腔室2之正離子、產生在負離子產生腔室3之負離子和電子混合所組成的電漿在負離子產生腔室3中產生。

負離子產生腔室3較佳地應由用以降低電子與負離子產生腔室3側壁面撞擊而失去活性之機率的電子雲產生器所組成，和用以增進電子附著到殘餘氣體的機率。第6A圖和第6B圖顯示一電子雲產生器的例子。第6A圖是一軸向剖面視圖，而第6B圖是一徑向剖面視圖。如第6A圖和第6B圖顯示的，永久磁鐵31在預定的圓周間隔來圍繞負離子產生腔室3配置。永久磁鐵31係以相鄰之永久磁鐵的磁極是互相相反的方式配置。以此配置，永久磁鐵31在負離子產生腔室3產生一磁場，如第6B圖中磁力線32所示。由於電漿中的電子沿著磁力線32移動，因此電子不會與負離子產生腔室3的內壁面接觸。因此，一電子雲形成在離開負離子



五、發明說明 (18)

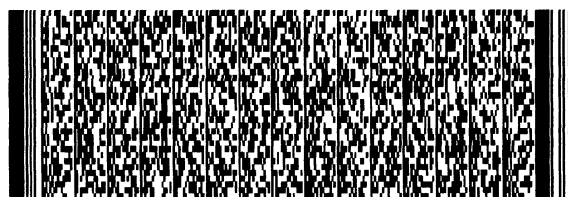
產生腔室3之內壁面的位置。這個電子雲降低電子與負離子產生腔室3側壁面撞擊而失去活性之機率，因而有效地在負離子產生腔室3內產生負離子。

在上述之實施形態中，有孔電極被用來作為使離子中性化的中性化裝置。然而，這個中性化裝置並不受限於所說明的例子。本發明亦可應用於各種中性化的裝置。

根據第一和第二實施形態的處理裝置在半導體裝置上形成一閘極介電膜之製程和蝕刻有機材料的製程將參考第7圖和第8圖說明如下。

第7圖是說明根據本發明在半導體裝置上形成閘極介電膜之製程的概略圖。在第7圖，正離子束和負離子束被交替地自電漿中引出且施加到工件(矽基板)或中性粒子束被施加到工件，以便有效地降低電荷累積損害。另外，當防護物像是有孔電極被配置在工件和電漿之間時，由電漿所產生之光子輻射即不會照射到工件，以便抑制由於輻射像是紫外線引發之界面狀態(interfacial state)的增加。就氮化或氧化閘極介電膜而言，負離子較正離子更有反應性且可因此在矽基板上形成正確的薄膜。因而，當負離子被選擇性地自電漿引出以處理工件表面時，即可形成具有良好品質之閘極介電膜。

在使用一般的高密度電漿之閘極蝕刻製程或閘極介電膜沉積製程(例如，氮化製程或氧化製程)，由於因電荷累積在介電膜層所引發之電荷累積損害和因在介電膜中電洞和電子對的產生引發之界面狀態的濃度的增加，會使得裝



五、發明說明 (19)

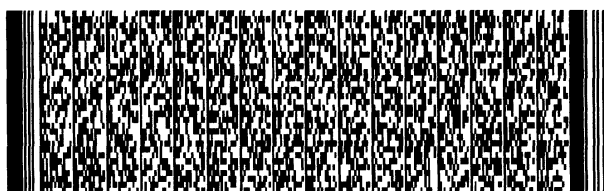
置的性質退化。根據本發明之方法，可降低電荷累積損害和輻射損害及可在半導體裝置上形成具有良好品質之閘極介電膜。

第8圖是說明根據本發明之方法，以細微圖案蝕刻有機膜層製程的概略圖。在由聚醯亞胺(polyimide)或由低介電常數之有機材料所製成的介電膜層之細微圖樣蝕刻製程中，工件之側壁是不幸地會被游離基所蝕刻。當普通的高密度電漿被使用時，碳聚合體或氮化物之膜被沉積在工件之側壁。在經由蝕刻形成接觸孔(contact hole)之後，所沉積之膜層傾向於修改金屬的內連接線而在形成金屬電極的製程中增加它們的電阻或降低它們的遷移阻力。

在第8圖，正離子束和負離子束被交替地自電漿中引出，且被施加到工件(矽基板)，以使游離基失去活性。因此，由游離基所引發之不利的影響可被減少。另外，電荷累積亦可藉由正離子束和負離子束之交替施加而被降低，且離子束的路徑可更為準直。透過使正離子、負離子或正及負離子中性化而產生之中性粒子束的使用，相同的優點亦可被達成。

在上述實施形態中，電漿是透過CIP用的線圈之使用而產生。然而，電漿也可藉由電子迴旋共振源(electron cyclotron resonance source(ECR source))、螺旋波電漿線圈(coil for helicon wave plasma)、微波等來產生。

雖然本發明之特定較佳實施形態已詳細的顯示及說



五、發明說明 (20)

明，但應了解到各種改變和修改可在不背離所附專利要求範圍的範疇下為之。

[工業的應用]

本發明是適合用於在與半導體的製程等有關之微機械加工製程中處理工件表面方法。



圖式簡單說明

[圖面的簡單說明]

第1圖是顯示用以進行根據本發明第一實施形態之處理工件表面之方法之處理裝置的整體配置之概略視圖，；

第2A圖到第2C圖是顯示用於離子引出部之各種的雙極(biopolar)電源的概略視圖；

第3圖是顯示離子引出部和中性化裝置的範例之部份放大視圖；

第4圖是一時序圖，顯示第1圖所顯示之處理裝置的操作狀態；

第5圖是顯示用以進行根據本發明第二實施形態之處理工件表面之方法之處理裝置的整體配置之概略視圖；

第6A圖是顯示電子雲產生器(electron cloud generator)的軸向剖面視圖，；

第6B圖是顯示第6A圖之電子雲產生器的徑向剖視圖；

第7圖是說明採用根據本發明之處理工件表面之方法在半導體裝置中形成閘極介電膜之製程的概略視圖；以及

第8圖是說明採用根據本發明之處理工件表面之方法在有機膜上蝕刻細微圖案之製程的概略視圖。

[元件符號說明]

1	真空腔室	2	電漿產生腔室
3	負離子產生腔室	4、5	網格形電極
6	處理腔室	7	離子引出部
10	線圈	12	氣體供應管
13	氣體供應源	20	工件保持器



圖式簡單說明

21 氣體排出口

23 真空幫浦

32 磁力線

51a 孔

101 高頻電源

102a、102b 雙極電極

22 氣體排出管

31 永久磁鐵

51 有孔電極

100 匹配盒

102 雙極電源

103、104 調變器



六、申請專利範圍

1. 一種處理工件表面之方法，包括：

在電漿中產生正離子和負離子；

選擇性地自上述電漿中引出所產生之正離子和負離子且在預定之方向加速所引出之離子；以及

選擇性地施加上述正離子和上述負離子到上述工件。

2. 如申請專利範圍第1項之處理工件表面之方法，其中上述在電漿中產生正離子和負離子之步驟包括：

施加高頻電壓到真空腔室內之製程氣體，以自上述製程氣體產生由正離子和電子所組成的電漿；

中斷上述高頻電壓，以使上述電子附著到殘餘之製程氣體來產生負離子；以及

重複上述高頻電壓的施加及上述高頻電壓的中斷。

3. 如申請專利範圍第1項之處理工件表面之方法，其中上述在電漿中產生正離子和負離子之步驟包括：

從真空腔室內之製程氣體產生由正離子和電子所組成的電漿；以及

在電漿產生空間的下游區域，使上述電子附著到殘餘之製程氣體來產生負離子。

4. 如申請專利範圍第1項之處理工件表面之方法，其中上述正離子和上述負離子被交替地自上述電漿引出且被交替地施加到上述工件。

5. 如申請專利範圍第1項之處理工件表面之方法，其中上



六、申請專利範圍

述離子係在上述工件受到遮蔽而不受上述電漿所產生的輻射照射的情況下施加到上述工件。

6. 如申請專利範圍第1項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括半導體裝置，上述離子係施加到上述半導體裝置，以在其上形成閘極介電膜。

7. 如申請專利範圍第1項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括有機材料，上述離子係施加到上述有機材料，以蝕刻上述有機材料。

8. 一種處理工件表面之方法，包括：

在電漿中產生正離子和負離子；

選擇性地自上述電漿中引出所產生之負離子且在預定之方向加速所引出之負離子；以及

施加上述負離子到上述工件。

9. 如申請專利範圍第8項之處理工件表面之方法，其中上述負離子係在上述工件受到遮蔽而不受上述電漿所產生的輻射照射的情況下施加到上述工件。

10. 如申請專利範圍第8項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括半導體裝置，上述負離子係施加到上述半導體裝置，以在其上形成閘極介電膜。

11. 如申請專利範圍第8項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括有機材料，上述負離子係施加到上述有機材料，以蝕刻上述有機材料。

12. 一種處理工件表面之方法，包括：

在電漿中產生正離子和負離子；



六、申請專利範圍

選擇性地自上述電漿中引出所產生之正離子和負離子且在預定之方向加速所引出之離子；

中性化被加速的離子，將它們轉變為中性粒子；以及

施加上述中性粒子到上述工件。

13. 如申請專利範圍第12項之處理工件表面之方法，其中上述中性粒子係在上述工件受到遮蔽而不受上述電漿所產生的輻射照射的情況下施加到上述工件。

14. 如申請專利範圍第12項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括半導體裝置，上述中性粒子係施加到上述半導體裝置，以在其上形成閘極介電膜。

15. 如申請專利範圍第12項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括有機材料，上述中性粒子係施加到上述有機材料，以蝕刻上述有機材料。

16. 一種處理工件表面之方法，包括：

在電漿中產生正離子和負離子；

選擇性地自上述電漿中引出所產生之負離子且在預定之方向加速所引出之負離子；

中性化被加速的負離子，將它們轉變為中性粒子；以及

施加上述負離子到上述工件。

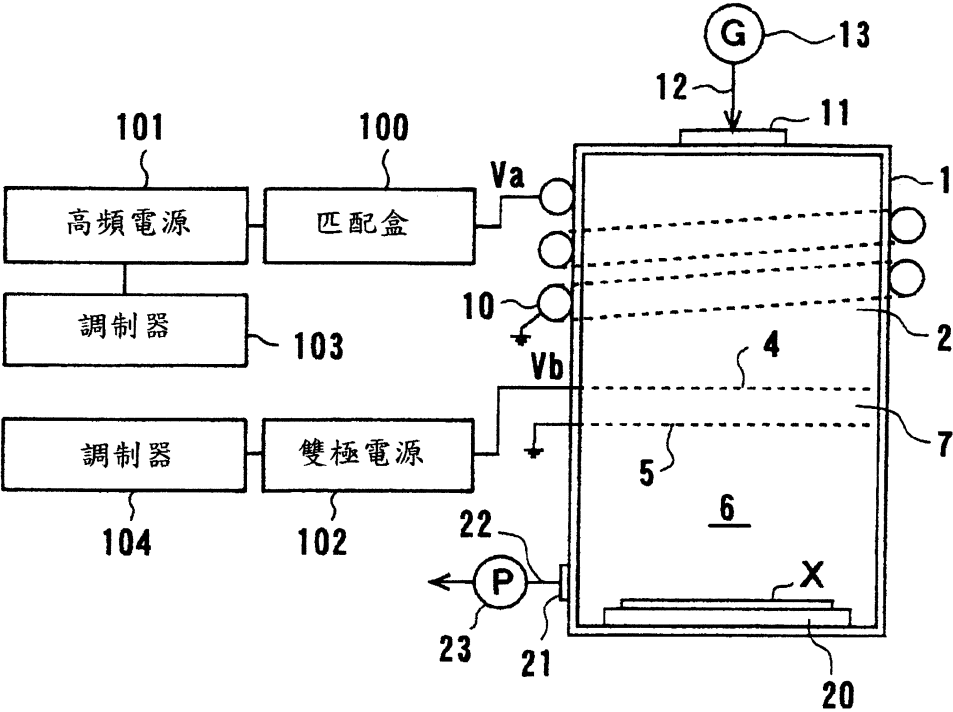
17. 如申請專利範圍第16項之處理工件表面之方法，其中上述中性粒子係在上述工件受到遮蔽而不受上述電漿所產生的輻射照射的情況下施加到上述工件。



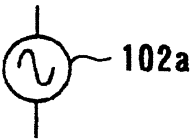
六、申請專利範圍

18. 如申請專利範圍第16項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括半導體裝置，上述中性粒子係施加到上述半導體裝置，以在其上形成閘極介電膜。
19. 如申請專利範圍第16項之處理工件表面之方法，其中上述工件包括有機材料，上述中性粒子係施加到上述有機材料，以蝕刻上述有機材料。

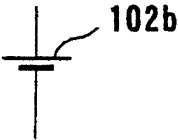




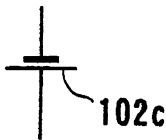
第 1 圖



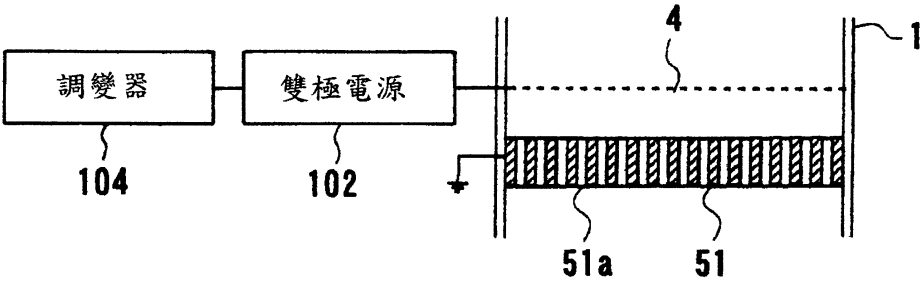
第 2A 圖



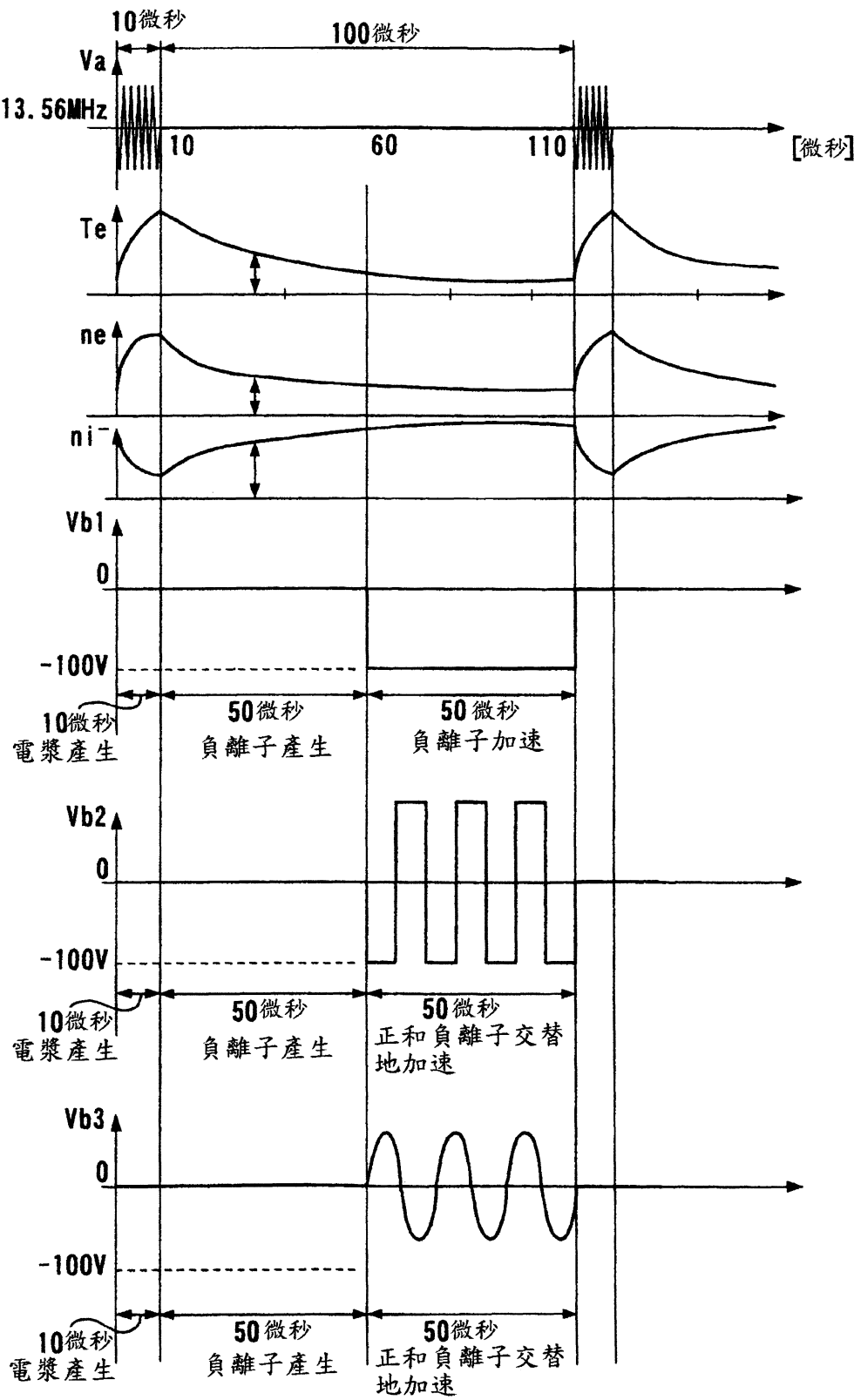
第 2B 圖



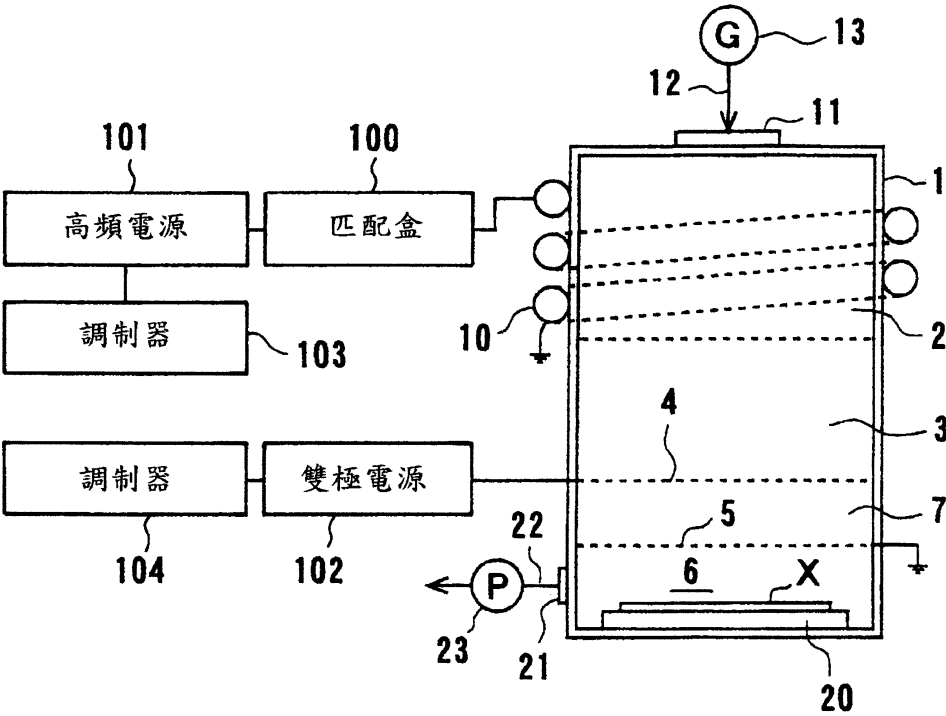
第 2C 圖



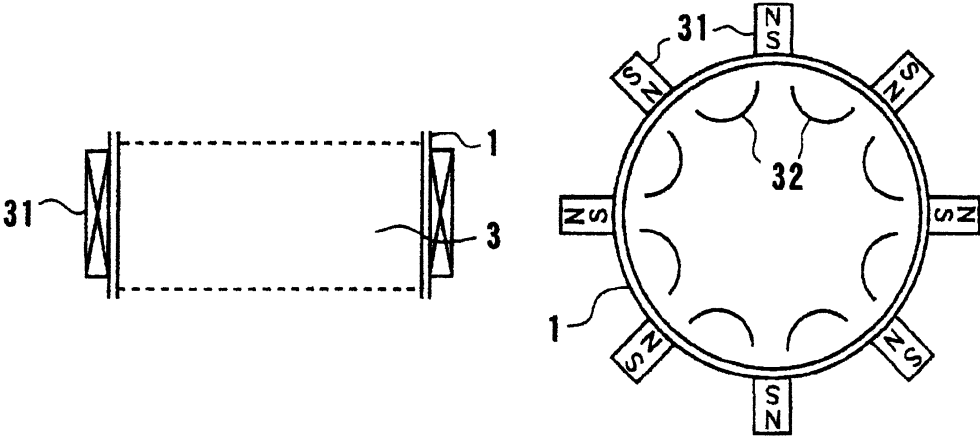
第 3 圖



第 4 圖

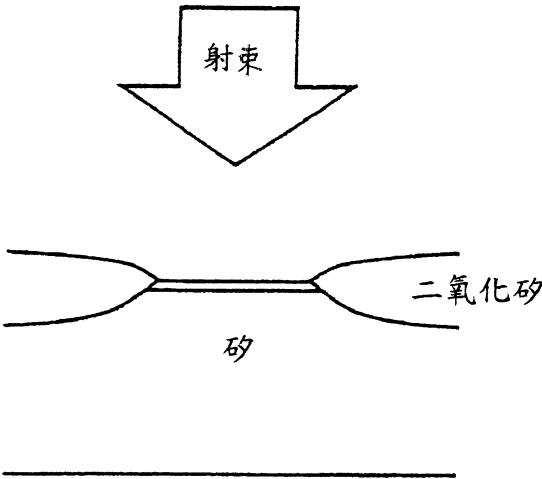


第 5 圖

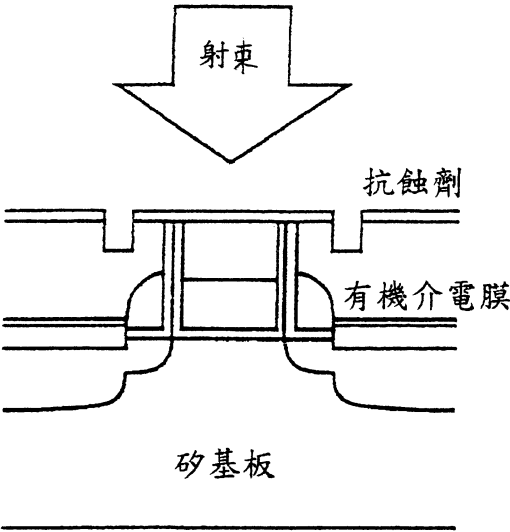


第 6A 圖

第 6B 圖



第 7 圖



第 8 圖

附件 本

92年12月17日

修正

申請日期：91.8.25

案號：91105701

類別：H01L 21/00, H05H 3/60

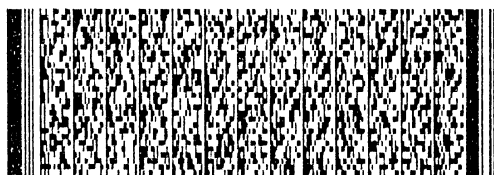
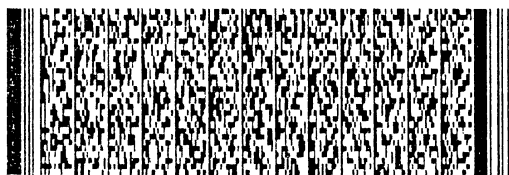
(以上各欄由本局填註)

年 月 日

發明專利說明書

541572

一、發明名稱	中文	利用自電漿產生之正和負離子或中性化正和負離子而產生的中性化粒子來處理工件表面之方法
	英文	METHOD OF PROCESSING A SURFACE OF A WORKPIECE WITH USE OF POSITIVE AND NEGATIVE IONS GENERATED IN PLASMA OR NEUTRAL PARTICLES GENERATED BY THE POSITIVE AND NEGATIVE IONS
二、發明人	姓名(中文)	1. 一木克則
	姓名(英文)	1. KATSUNORI ICHIKI
	國籍	1. 日本
	住、居所	1. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd. 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken Japan
三、申請人	姓名(名稱)(中文)	1. 荏原製作所股份有限公司
	姓名(名稱)(英文)	1. EBARA CORPORATION
	國籍	1. 日本
	住、居所(事務所)	1. 日本國東京都大田區羽田旭町11番1號 11-1, Haneda Asahi-cho, Ohta-ku, Tokyo, Japan
	代表人姓名(中文)	1. 依田正稔
	代表人姓名(英文)	1. MASATOSHI YODA

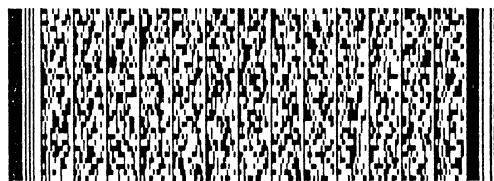
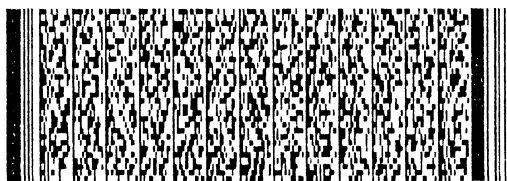


四、中文發明摘要 (發明之名稱：利用自電漿產生之正和負離子或中性化正和負離子而產生的中性化粒子來處理工件表面之方法)

一電漿產生器在電漿中產生正離子和負離子。一離子引出部選擇性地自電漿中引出所產生之正離子和負離子，且在預定之方向加速所引出之離子。正離子和負離子被選擇性地施加到工件。電漿產生器施加高頻電壓到真空腔室內之製程氣體，以產生由來自製程氣體之正離子和電子所組成的電漿，及中斷高頻電壓使電子附著到殘餘的製程氣體以產生負離子。高頻電壓的施加及高頻電壓之中斷被交替地重複。

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD OF PROCESSING A SURFACE OF A WORKPIECE WITH USE OF POSITIVE AND NEGATIVE IONS GENERATED IN PLASMA OR NEUTRAL PARTICLES GENERATED BY THE POSITIVE AND NEGATIVE IONS)

A plasma generator generates positive ions and negative ions in a plasma. An ion extracting protion selectively extracts the generated positive ions and negative ions from the plasma, and accelerates the extracted ions in a predetermined direction. The positive ions and the negative ions are selectively applied to the workpiece. The plasma generator applies a high-frequency voltage to a process gas in a vacuum chamber for generating a plasma which is



四、中文發明摘要 (發明之名稱：利用自電漿產生之正和負離子或中性化正和負離子而產生的中性化粒子來處理工件表面之方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD OF PROCESSING A SURFACE OF A WORKPIECE WITH USE OF POSITIVE AND NEGATIVE IONS GENERATED IN PLASMA OR NEUTRAL PARTICLES GENERATED BY THE POSITIVE AND NEGATIVE IONS)

composed of positive ions and electrons from the process gas, and interrupts the high-frequency voltage for attaching the electrons to the residual process gas to generate negative ions. The application of the high-frequency voltage and the interruption of the high-frequency voltage are alternately repeated.

