

第 92135443 號專利申請案
中文說明書修正本(含申請專利範圍)

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

民國 98 年 9 月 7 日修正

750913

發明專利說明書

(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：92135443

※申請日期：92 年 12 月 15 日

※IPC 分類：H14 2/30 (2006.01)

壹、發明名稱：

(中) 薄膜處理方法及薄膜處理裝置
(英)

貳、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

參、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 大西正
(英) ONISHI, TADASHI
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穗坂町三澤六五〇番地 東京威力科創 A T
股份有限公司內
(英)
2. 姓 名：(中) 濱學
(英) HAMA, MANABU
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穗坂町三澤六五〇番地 東京威力科創 A T
股份有限公司內
(英)

肆、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】

第 92135443 號專利申請案
中文說明書修正本(含申請專利範圍)

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

民國 98 年 9 月 7 日修正

750913

發明專利說明書

(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：92135443

※申請日期：92 年 12 月 15 日

※IPC 分類：H14 2/30 (2006.01)

壹、發明名稱：

(中) 薄膜處理方法及薄膜處理裝置
(英)

貳、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

參、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 大西正
(英) ONISHI, TADASHI
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穗坂町三澤六五〇番地 東京威力科創 A T
股份有限公司內
(英)
2. 姓 名：(中) 濱學
(英) HAMA, MANABU
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市穗坂町三澤六五〇番地 東京威力科創 A T
股份有限公司內
(英)

肆、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

; 2002/12/24 ; 2002-371587 ☒有主張優先權

玖、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關薄膜處理方法及薄膜處理裝置，更詳細地說，是有關可以最適當實施晶圓等之被處理物表面之層間絕緣膜等之薄膜之處理的薄膜處理方法與薄膜處理裝置。

【先前技術】

隨著半導體裝置之高積體化與高速化，配線構造變得細緻，配線間之絕緣膜之寄生容量之降低逐漸增加其重要性。因此，近幾年為使由於細緻之配線構造之配線間之絕緣膜所引起之寄生容量減少，而開發各種低介電係數（dielectric constant）之有機材料，而該等有機材料是做為低 k 材料而使用於間層絕緣膜或保護膜。該低 k 薄膜材料是以例如旋轉塗敷機（spinning coater）與烘烤爐塗敷於被處理體表面而做為 SOD 膜為周知。但是，SOD 膜多為有機材料，另外一部分之 SOD 為了獲得低介電係數而提高氣孔率，導致機械強度變劣。因此，有利用例如電子束處理裝置等以維持 SOD 膜之低介電係數來提升機械強度等之改質方法。

電子束處理裝置，是由多個電子束管向晶圓等之被處理物之表面照射電子束，以改質與硬化被處理物表面之 SOD 膜等之薄膜者。該改質與硬化在以下簡稱為 EB 固化（EB cure）。在 EB 固化時，是參考事先評估同種薄膜時

之背景資料 (back data) 而對電子束處理裝置設定處理條件 (例如, 處理時間) 之下, 實施 EB 固化。

可是, 先前之利用電子束處理裝置進行薄膜之改質時, 即使設定事前評估所得之處理時間等之處理條件下, 因為對被處理物之電子束照射量之變動存在, 因此, 要實現最佳之處理時間並不容易。亦即, 縱使處理時間相同, 對被處理體之照射電子量也會發生過與不足, 不易在被處理體表面之薄膜獲得所要之膜質, 有降低作業效率之問題。例如, 在 EB 固化時之處理時間不充分時, 硬化不完全, 無法獲得企望之薄膜強度, 無法獲得適當之膜質。另一方面, 若 EB 固化時之處理時間過長, 則 k 值惡化, 仍然無法獲得適當之膜質。

【發明內容】

本發明是為解決上述課題而完成, 其目的在提供一種可對被處理物之薄膜, 在不存在無過與不足情況下照射電子束以獲得適當膜質的薄膜處理方法與薄膜處理裝置。

本發明為一種薄膜處理方法, 其特徵具備:

處理工程, 是對被處理物表面薄膜照射電子束以進行上述薄膜之改質處理;

電流測定工程, 在上述處理工程中在被處理物附近捕捉電子束做為電流值測定之; 以及

電子量檢測工程, 依據上述電流值時間積分而得之電子量以檢出薄膜處理之終點。

利用本發明，藉由根據處理中之電子量以檢測出薄膜處理之終點，即可對被處理物表面之薄膜實施無過與不足之電子束照射，而獲得適當的膜質。

在上述處理工程中，上述電子束對上述薄膜之照射量以由柵極電極來控制為宜。

此外，本發明之方法較好是，另具備事先將迄至被處理物之薄膜處理之終點所捕捉做為基準之電子量做為基準電子量之計算工程，上述電子量檢測工程係根據上述基準電子量而檢測薄膜處理之終點。

此外，較好是另具備：溫度檢測工程，其依據保持上述被處理物之保持體之溫度或上述被處理物之溫度，檢測出薄膜處理之終點。

再者，本發明為一種薄膜處理裝置，其特徵為具備：

處理裝置，對被處理體表面之薄膜照射電子束以進行上述薄膜之改質處理；

電流測感器，在上述被處理物之附近將電子束捕捉作為電流；

電流測定手段，用於測定由上述電流測感器所捕捉之電流之電流值；

運算手段，將上述電流值作時間積分以求得電子量；
以及

電子量檢測手段，依據上述電子量檢測出薄膜改質處理之終點。

利用本發明，藉由依據處理中之電子量檢測出薄膜處

理之終點，即可對處理物表面之薄膜實施無過與不足之電子束照射而獲得適當之膜質。

上述處理裝置，較好是具有用於控制上述電子束對上述薄膜之照射量之柵極（grid electrode）。

另外，本發明裝置較好是另具備記憶手段，用以記憶至成為基準之被處理物之薄膜處理終點為止被捕捉之基準電子量，上述電子量檢測手段，係依據上述基準電子量檢測出薄膜之終點。

再者，較好是另具備：溫度檢測手段，其依據保持上述被處理物之保持體之溫度或上述處理物之溫度，檢測出薄膜處理之終點。

另外，例如上述處理裝置，係具備：處理器，配置於上述處理容器內之載置台，以及用於對載置於上述載置台上之被處理物照射電子束之多個電子束管。

【實施方式】

以下根據附圖所示之實施形態說明本發明。

首先，參照圖 1 說明本發明之薄膜處理裝置。

本實施形態之薄膜處理裝置 1 之一實施形態如圖 1，圖 2 所示，具備以鋁等形成可減壓之處理容器 2，配設於該處理容器 2 內之底面中央且用於載置被處理物（晶圓）W 之載置台 3，排列於該載置台 3 相對面之處理容器 2 上面成同心圓狀而被安裝之數支（例如 19 支）之電子束管 4，以及用於控制來自該等電子束管 4 之電子束 B 之照射

量之柵極 5。在控制裝置 6 之控制下，由各電子束管 4 對著載置台 3 上面之晶圓 W 全面照射電子束 B，使得形成於晶圓 W 表面之塗敷型絕緣膜（以下簡稱「SOD」膜）之膜質被改質。SOD 膜是以含有例如矽、氧、碳、氫各元素為構成成分之有機材料所形成。另外，形成於晶圓 W 表面之薄膜並不侷限於 SOD 膜，也可以為作為層間絕緣膜或保護膜使用之其他薄膜。在下面，必要時將利用電子束之改質稱為 EB 固化。

另外，在上述載置台 3 之下面連結有升降機構 7。藉由滾珠螺桿（ballscrew）7A 使載置台 3 升降。載置台 3 之下面與處理容器 2 之底面是由伸縮自如之不銹鋼製之波紋管（bellows）8 所連結。藉此可以保持處理容器 2 內之氣密性。另外，處理容器 2 之周面上形成有晶圓 W 之搬出入口 2A。在該搬出入口 2A 裝設有可以開閉之閘閥（gate valve）9。另外，在處理容器 2 之搬出入口 2A 之上方位位置形成氣體供應口 2B，而在處理容器 2 底面形成氣體排出口 2C。而在氣體排出口 2B 透過氣體供應管 10 連接著氣體供應源（未圖示），且氣體排出口 2C 透過氣體排氣管 11 連接有真空排氣裝置（未圖示）。此外，如圖 1 所示，12 為波紋管蓋（bellows cover）。

此外，上述載置台 3 具有加熱器（未圖示）。利用該加熱器將晶圓加熱至企望之溫度。另外，如圖 2 所示，19 支電子束管 4 是由配置於處理容器 2 上面的中心之一支電子束管 4，配置於該中心之電子束管 4 周圍之 6 支電子束

管 4，以及配置於該等 6 支電子束管 4 之周圍之 12 支電子束管 4 所構成。電子束管 4 具有配置於處理容器 2 中之電子束之透射窗。該透射窗是以例如透明之石英玻璃所密封。在該透射窗下方，對向配置著柵極 5。

再者，如圖 1 所示，上述薄膜處理裝置（電子束處理裝置）1 具有終點檢測裝置 20。終點檢測裝置 20 是用於檢測晶圓 W 表面之 SOD 膜之 EB 固化之終點。該終點檢出裝置 20 具備：配置於載置台 3 上面宛如圍繞晶圓 W，而且在晶圓 W 附近捕捉來自電子束管 4 之電子束之電流感測器 21，連接於該電流感測器 21 之電流測定手段（例如電流計）22，以時間積分該電流計 22 之測定值（累積計算）以求得電流感測器 21 所捕捉之電子量的電子量運算手段 23，以及用於儲存該運算電子量之記憶手段 26。電流感測器 21 是以可以捕捉來自電子束管 4 之電子束的材料所形成。例如可以使用金屬等之導體或矽等之半導體。另外，終點檢測裝置 20 另具備測定載置台 3 之溫度之溫度感測器 24，及以時間積分該溫度感測器 24 之測定值之時間積分手段 25。藉此，終點檢測裝置 20 可以間接地運算晶圓 W 所吸取之總熱量。

圖 3A 至圖 5 是用於說明本實施形態之終點檢測裝置 20 之測定原理之圖。如圖 3A 所示，來自電子束管 4（參照圖 1）之電子束 B 之照射量，係由柵極 5 所控制。照射量被控制後之電子束 B，係被電流感測器 21 所捕捉。然後，電流計 22 測定來自電流感測器 21 之感測電流。藉由

該電流值，使電子束管 4 射入電流感測器 21 之電子量可以被定量地掌握。藉此，射入配置於電流感測器 21 內側之晶圓 W 之電子量雖然為間接性，但是可以定量地加以掌握。

此時，被電子束管 4 照射之電子，由於對電子管 4 之施加電壓，並非如圖 3B 中之實線 A 所示具有一定之能量值，而是應如圖 3B 之虛線 B 所示具有某種寬度之能量分布。因此，若升高柵極 5 之電壓，即如圖 3C 所示，電子束即因為特定之柵極電壓 V_g 而由柵極 5 所切斷。亦即，電子束未到達電子感測器 21，而電流值成為零。此時，如圖 3C 中以實線 C 所示，並非由某電流值一下子成為零，應為如圖 3B 之虛線 B 所示之電子數分布，流向電流感測器 21 之電子數如圖 3C 之虛線 D 所示，平穩地減少到零。

實際上，已求得柵極與感測電流 21 之關係。其結果表示於圖 4。結果發現圖 4 之結果與圖 3C 之相對應。另外，圖 5A 是將圖 4 所示之圖表中，電子束管 4 之施加電壓為 20kV 時對感測器電流之柵極電壓之變化率（ dI/dV ）形成圖表者。此外，圖 5B 為將圖 4 所示之圖表中，電子束管 4 之施加電壓為 22kV 時，對感測電流之柵極電壓之變化率（ dI/dV ）形成圖表者。由圖 5A 與圖 5B 可知，該等圖表與圖 3B 所示之電子能量分布相對應。亦即，電子感測器 21 可以確實而再現性良好地捕捉電子束，確實檢測出電子束 B 之照射量並利用於薄膜處理之終點檢測

如此一來，在晶圓 W 之 SOD 膜照射電子束時，以電流感測器 21 所捕捉之電子量可以由電流計 22 掌握成電流值。該電流值在柵極 5 之控制下，如圖 6 之實線 A 所示，急劇增大而在某一定值趨於穩定。此時，晶圓 W 之 SOD 膜即被 EB 固化。然後，以時間積分該電流值即可以得到迄至該時間為止射入之電子量。在任意條件下，對電流感測器 21 之入射電子量與對晶圓 W 之 SOD 膜之入射電子量之間成立某種相互關係。因此，在本實施形態中，預先進行做為基準之晶圓 W 之 SOD 膜之 EB 固化。然後在獲得最佳之改質狀態時，在電子量運算手段 23 以時間積分電流感測器 21 所檢測出之電流值。該積分值扮演基準電子量之功能。該基準電子量是儲存於控制裝置 6 之記憶手段 26。然後，該基準電子量與藉由電子量運算手段 23 所求得之實際之晶圓 W 之處理時之運算電子量被逐次比較而檢測出實晶圓 W 之 SOD 膜之 EB 固化之終點。基準電子量是依照晶圓 W 之 SOD 膜等之膜質來決定，因此，基準電子量是就每一膜種來求得。

此外，EB 固化是由射入之電子與熱之複合作用進行。因此要檢測最佳的 EB 固化之終點，可以利用溫度之時間積分。因此，事先進行基準晶圓 W 之 SOD 膜之 EB 固化。與求得基準電子量之情形一樣，在得到最佳的改質狀態時，在時間積分手段 25 以時間積分溫度感測器 24 所檢測出來之溫度。該積分值具有基準熱量（基準積分溫度）

之功能。該基準熱量被儲存於控制裝置 6 之記憶手段 26。也可以逐一比較該基準熱量與藉由電子量運算手段 23 求得之實際之晶圓 W 之處理時之運算熱量，而以依據上述基準電子量檢測出終點且依據基準熱量檢測出終點之時間點，作為實際晶圓 W 之 SOD 膜之 EB 固化之終點予以檢測出。或針對實際之晶圓處理中之運算電子量乘以運算熱量之值，與基準電子量乘以基準熱量之值進行比較而決定終點也可以。亦即，在本實施形態中，除了依據基準電子量定量檢測出 EB 固化之終點之外，還可以參照基準熱量而更正確地檢測終點。

此外，還可以利用晶圓入射電荷量及所謂收縮（shrink）率之指標來檢測終點。晶圓入射電荷量，係以電流感測器面積與晶圓面積之比乘以電流感測器 21 所檢測出之電流量所求得之總晶圓入射電流量（計算值）除以晶圓面積之值。收縮率為膜厚收縮率。該等指標與處理時間之對應關係之一例如圖 7 所示。在圖 7 所示之例子中，收縮率隨著處理時間而增加，而被測定、計算之晶圓入射電荷量也增加。收縮率為表示電子束之固化效果之指標，因此，可事先掌握晶圓入射電荷量與收縮率之相互關係，而在實際處理時監控晶圓入射電荷量，並在檢測出變成特定之收縮率之晶圓入射電荷量時結束處理即可。

可是，若對 SOD 膜等薄膜施予 EB 固化，則通常在薄膜表面越近之區域碳成分越減少而降低膜質之無過與不足地。若對此種 SOD 膜等薄膜進行蝕刻或去灰（ashing）時

，蝕刻條件或去灰條件會隨著深度而變動，蝕刻或去灰之形狀有惡化或蝕刻速率等有降低之虞。另外也有可能接受洗淨液等之蝕刻。因此，要對晶圓 W 塗敷 SOD 膜時，塗敷工程被分成多個工程，在各工程中分階段塗敷碳濃度高的塗敷材料，並在 SOD 膜之深度方向設置碳濃度之斜度，如此則，越上層碳濃度越高，藉由在深度方向設置碳濃度之斜度，則即使因 EB 固化以致 SOD 膜之表層部之碳濃度降低，該部分之碳濃度因事先成為高濃度，因此，在 EB 固化結束時，SOD 膜之深度方向之濃度略呈無過與不足地，而可以解決上述之問題點。

其次要說明本實施形態之電子束處理裝置 1 之薄膜處理之終點檢測方法。要在晶圓 W 之 SOD 膜實施 EB 固化時，首先晶圓 W 會藉由晶圓搬運臂（未圖示）搬運到電子束處理裝置 1。然後，閘閥 9 被打開，晶圓搬運臂由搬出入口 2A 將晶圓 W 搬運至處理容器 2 中，並放置於在處理容器 2 中待命之載置台 3 上面。然後晶圓搬運臂由處理容器 2 退出，閘閥 9 關閉，而處理容器 2 中變成氣密狀態。其間載置台藉由升降機構 7 升高，晶圓 W 與電子束管 4 之間被保持於特定之距離。

然後，透過真空排氣裝置將處理容器 2 中之空氣排出，同時由氣體供應源向處理容器 2 中供應例如氬或氮氣等惰性氣體。藉此，處理容器 2 中之空氣被惰性氣體所取代，並且將處理容器 2 中之惰性氣體之壓力保持於特定之壓力。此時，載置台 3 之加熱器啟動，晶圓 W 被加熱而保

持於特定之溫度。在此狀態下，所有的電子束管 4 被施加特定之電壓，而如圖 3B 所示，由各電子束管 4 向晶圓 W 照射具有某種能量分布之電子束 B。然後，藉由柵極 5 控制電子束之照射量，同時開始 SOD 膜之 EB 固化。

通過柵極 5 之電子，係射入晶圓 W 之 SOD 膜或電流感測器 21。然後，電流計 22 將電流感測器 21 所捕捉之電子測定做為電流值。該測定值被輸出至控制裝置 6。在控制裝置 6，電流計 22 所測得之測定值經過 A/D 轉換後，在電子量運算手段 23 電流值被以時間積分以運算電子量。另外，同時在溫度感測器 24 測定載置台 3 之溫度。與電子量一樣，在時間積分手段 25 測定溫度被時間積分而運算積分溫度。

於控制裝置 6，電子運算手段 23 之運算電子量與基準電子量被逐一比較。當運算電子量達到基準電子量時，判斷 EB 固化達到終點，而輸出控制信號並停止電子束 B 之照射而終止 EB 固化。或者，在此時，若時間積分手段 25 之積分溫度乃未達到基準積分溫度時，EB 固化被持續進行至運算熱量達到基準積分溫度為止也可以。

如上所述，利用本實施形態，在晶圓 W 附近之電子束 B 被電流感測器 21 所捕捉，而電流感測器 21 所捕捉之電子量在電流計 22 被測定為電流值，並依據電子量運算手段 23 時間積分該測定值而得之電子量，來檢測出 EB 固化之終點，因此，可以對晶圓 W 之 SOD 膜等薄膜在無過與不足情況下照射電子束，而經常可實施最佳的 EB 固

化。亦即，可以獲得具有所要之 k 值之適當之膜質。

此外，利用本實施形態，可以事先求得迄至做為基準之晶圓 W 之薄膜之 EB 固化終點為止所捕捉的基準電子量，並依據該基準電子量檢測出 EB 固化之終點，因此可以確實檢測出與適當之膜質相對應之 EB 固化之終點，並即時 (real time) 自動地結束 EB 固化。此時，因為可以測定載置台 3 之溫度，依據該測定值之積分溫度檢測終點，所以可以更確實檢測 EB 固化之終點。另外，因為設有柵極 5，因此，可以更確實地控制電子束 B 之照射量。

其次，要針對其他終點檢測方法與裝置，參照圖 8 至圖 12，且相同之部分附予相同符號而以特徵部分為中心加以說明。圖 8 與圖 9 表示利用傅里葉轉換 (fourier transformation) 紅外線分光分析 (FT-IR) 裝置或質量分析裝置等氣體分析裝置，定量分析特定氣體以檢測出 EB 固化終點的裝置。

圖 8 所示之電子束處理裝置 1，係具備：處理容器 2，載置台 3，電子束管 4 及柵極 5，除了終點檢測手段不同之外，皆依上述實施形態之構成。而且在處理容器 2，透過氣體排出管 11 連接著真空排氣裝置 13。氣體排出管 11 連接有氣體導入管 11A 及氣體導出管 11B。藉由該等配管 11A、11B，使終點檢測裝置 40 連接到氣體排出管 11。終點檢測裝置是由例如質量分析裝置或 FT-IR 裝置等所構成。在此，是使用質量分析裝置 40。

經由 EB 固化使氣體由晶圓 W 之 SOD 脫離時，該脫

離氣體即由處理容器 2 排出到氣體排出管 11。該排出氣體被由氣體導入管 11A 引入質量分析裝置 40 以分析氣體成分。分析後之氣體被由氣體導出管 11B 引出到氣體排出管 11。例如，在晶圓 W 表面之 SOD 膜被 EB 固化時，SOD 膜上由於入射電子之能量而發生縮聚合反應等之化學反應，使水或氫氣等由 SOD 膜脫離。針對該脫離氣體，利用質量分析裝置 40 可以依次定量多個氣體成分，亦即可監控 EB 固化時之脫離氣體成分。藉此，可以進行終點之檢測，亦即可以期待與上述實施形態相同之作用效果。

圖 9 為表示被覆有 SOD 膜之樣本品圓與未被覆之矽晶圓被固化時之處理時間與各氣體成分之濃度（強度）之關係的圖表。（i）表示氫氣之強度。由圖 9 可知，氫氣隨著時間之經過，由 SOD 膜之脫離量（強度）減少。因此，在此，以氫氣之強度為指標進行終點之檢測。以時間積分對 SOD 膜進行適當 EB 固化時為止之氫氣之強度，而以其積分值做為終點判斷之基準值。而在實際晶圓被 EB 固化時，與上述情形一樣，比較實際處理時之強度積分值與上述基準值，在強度積分值達到基準值之時間點判斷為 EB 固化之終點。因此，在此情形下，也可以期待與上述實施形態相同之作用效果。另外，圖 9 所示之結果為 EB 固化在下列條件進行時所得到之情形。

〔EB 固化之條件〕

晶圓溫度：350℃

惰性氣體：氬（10Torr，3L／分鐘）

電子束管

施加電壓：13kV

管電流：170 μ A

處理時間：5分鐘

若使用質量分析裝置 40，即可如上所述，檢測出 EB 固化之終點。但是，另外也可以分析消失氣體以掌握例如堆積於處理容器 2 內壁之氣體成分。藉由定量該氣體成分即可推定對內壁之堆積膜厚。然後，可以依據該堆積膜厚推定處理容器 2 內之潔淨時期。甚至，藉由分析氧氣，也可以監控處理容器 2 中是否漏氣。

此外，在 SOD 膜上由於電子束之照射而發生縮聚合反應，水分子由 SOD 膜脫離。如圖 10 所示，利用 FT-IR 裝置做為終點檢測裝置，藉由定量上述水分子且以時間積分，與上述各實施形態一樣也可以檢測 EB 固化之終點。在圖 10 之情形下，FT-IR 裝置 50 是透過配管 51 連接到處理容器 2。藉此，漂浮於晶圓 W 上方之水分子（水蒸汽）被由配管 51 取出，並利用 FT-IR 裝置 50 可以測定該水分子之氫-氧耦合之紅外線吸收強度。藉將該吸收強度以時間積分可以檢測 EB 固化之終點。當然，此時，也可以利用質量分析裝置等之氣體分析裝置做為終點檢測裝置。

再者，利用發光分光分析可以檢測 EB 固化之終點。此時，如圖 11 所示，在處理容器 2 周壁上部裝設例如視準儀（collimator）61，並藉由光纖 62 將分光器 60 連接

到該視準儀 61。然後，視準儀 61 與透過光纖 62 取入的光譜被分光器 60 分光，與特定之脫離氣體（例如氫自由基等）相符之電漿之特定波長之光譜強度被測定並且以時間積分該發光強度。然後，依據該積分值可以檢測 EB 固化之終點。此時也可以事先利用基準晶圓算出做為基準值之積分值。然後，藉由比較在實晶圓 W 被固化時所求得之積分值與基準值，可以檢測出 EB 固化之終點，並期待與上述實施形態相同之作用結果。

此外，EB 固化之終點也可以利用晶圓表面之 SOD 膜之折射率來檢測出。在晶圓 W 之 SOD 膜之 EB 固化時，利用由電子束管射入 SOD 膜之入射電子對形成 SOD 膜之有機化合物賦予激活能（activation energy），並藉由縮聚合反應等而產生氣體，結果，SOD 膜收縮（shrink）而固化。由於 SOD 膜之收縮，SOD 膜之折射率會變化。因此，根據 SOD 膜之折射率與收縮率之關係，可以檢測出 EB 固化之終點。此時，也可以期待與上述實施形態相同之作用結果。

例如，在圖 12 所示之電子束處理裝置 1 中之處理容器 2 上面裝設折射率測定器（例如，利用單一波長之光譜橢圓計（ellipsometer）70。利用該折射率測定器 70 可以測定 SOD 膜之折射率。其他部分是按照上述各電子束處理裝置 1 來構成。圖 13 表示電子束處理裝置 1 被設定於下列條件以進行 EB 固化時之 EB 固化之處理時間與 SOD 膜之收縮率及其折射率（RI）之關係。此時，使用 633nm

之單一波長以測定折射率。如圖 13 所示，收縮率與折射率皆隨著處理時間之經過略成比例地增加。要檢測 EB 固化時，與上述情形一樣，對基準晶圓事先以時間積分施行過恰當之 EB 固化時為止之折射率，並將該積分值當做判斷終點之基準值使用。而在實晶圓 W 被 EB 固化時，以時間積分折射率，並判定該積分值達到基準值之時間點為 EB 固化之終點。在此情形下，也可以期待與上述實施形態相同之作用效果。

〔 EB 固化之條件 〕

處理容器內壓力：10Torr

晶圓溫度：350℃

氬氣：在標準狀態下每分鐘 3 公升

電子束管

施加電壓：13kV

管電流：260 μ A

另外，如上所述，EB 固化受到晶圓溫度之影響。因此，使處理時間保持固定，並變化電子束管 4 之管電流以調查 SOD 膜之 EB 固化時之溫度的影響。結果，發現管電流越大，以及溫度越高，收縮率與硬度（彈性係數）變大。另外，即使將管電流固定而變更處理時間也得到相同的結果。

收縮率與彈性係數之相互關係如圖 14 所示。在該圖中表示使晶圓溫度變化以進行 EB 固化時之 SOD 膜之收縮

率與彈性係數之相互關係。依據圖 14，發現晶圓溫度越高對收縮率之彈性係數之坡度變得越高。另外發現即使收縮率相同，若晶圓溫度不同時彈性係數也不同。如上所述，收縮率與彈性係數之關係是隨著晶圓溫度而變化，所以為獲得應有之 SOD 膜彈性而依據 SOD 膜之折射率檢測 EB 固化之終點時，也可以參照晶圓溫度之積分溫度，即可更加正確地檢測終點。在此情形下，也可以期待與上述實施形態相同之作用效果。

另外，也可以裝設光干擾式膜厚計以代替上述折射率測定器 70。利用此光干擾式膜厚計以檢測膜厚變化也可以檢測 EB 固化之終點。若對 SOD 膜施予 EB 固化，則隨著時間之經過，SOD 膜收縮而膜厚慢慢減少。利用光干擾式膜厚計檢測出該膜厚變化，即可檢測 EB 固化之終點。在此情形下，也可以與上述實施形態一樣，藉由參照晶圓溫度之積分溫度更正確地檢測終點。

此外，雖未圖示，也可以在載置台設置重量檢測器並藉由該重量檢測器檢測晶圓之重量。此時，是以事先進行基準晶圓之恰當之 EB 固化時之重量做為基準重量而儲存於記憶手段中。此時，實晶圓被 EB 固化時晶圓之重量依次被檢測，而在晶圓重量達到基準重量之時間點被判斷為 EB 固化之終點。

再者，圖 15A 與圖 15B 為表示使用於電子束處理裝置之晶圓 W 之升降機構之模式圖。上述各實施形態之電子束處理裝置 1，如圖 15A 所示，具有配設於處理容器 2

底面之多個（例如 3 支）升降銷 15。升降銷 15 在與外界之晶圓搬運機構之間進行晶圓 W 之交接時，會升降如圖 15A 之箭號所示。升降銷 15 是由例如銷部 15A 及與該銷部 15A 一體形成之支撐部 15B 所形成。支撐部 15B 如圖 15A 所示，隔著 O 環 16 升降自如地貫穿處理容器 2 之底部。

例如，上述銷部 15A 是在不銹鋼等金屬表面焊接鋁土等之陶瓷而形成，另外，支撐部 15B 是由不銹鋼等金屬所形成。藉由在銷部 15A 焊接陶瓷，可以將升降銷 15 由接地電位絕緣。藉此，可以防止被照射電子束時之放電。另外，由金屬材料精密加工支撐部 15B 同時利用 O 環 16 可以提高氣密性。當然，銷部 15A 也可以用陶瓷以外之絕緣體被覆。因為升降銷 15 具有此種構造，因此可以一邊採用處理容器 2 之真空密封構造一邊採取放電對策。藉此，可以確實而完整地實施 EB 固化，而減低以企望之加工精密度修整支撐部 15B 之表面（O 環 16 之接觸面）之成本。該升降銷 15 也可以設置於電子束處理裝置 1 之載置台 3。

但是在圖 15B 所示之先前之電子束處理裝置 100 之情形中，升降銷 115 是以不銹鋼等之金屬所形成。因此，升降銷 115 成為接地電位。如此一來，被照射電子束時可以藉由升降銷 115 放電，而有圖 15B 中以空洞箭號所示之電流通過，而對 EB 固化帶來妨礙之虞。另外，在圖 15B 中，102 為處理容器，104 為電子束管，116 為 O 環。

此外，本發明並不侷限於上述實施形態。只要不脫離本發明之要旨，各種變形例皆包含於本發明。例如，上述實施形態中，載置台 3 之溫度被測定而以該溫度做為晶圓 W 之溫度。但是，也可以直接測定晶圓 W 之溫度。此時，可以更正確地檢測出終點。此外，上述實施形態雖然設有柵極 5，惟縱使省略去柵極之情形下也可以適用本發明。

【圖式簡單說明】

圖 1 為表示本發明之薄膜處理裝置之一實施形態之模式剖面圖。

圖 2 為表示圖 1 所示之薄膜處理裝置之電子束管之排列之一例之平面圖。

圖 3 至圖 3C 是用於說明圖 1 所示之薄膜處理裝置之檢測膜處理之終點之原理之說明圖。

圖 4 為表示圖 1 所示之柵極之電壓與流經電流感測器之感測器電流之關係之圖表。

圖 5A 與圖 5B 分別表示圖 4 所示之電壓與感測電流之微分值之關係的圖表。

圖 6 為用於說明檢測終點之原理之圖表，而為表示處理時間與感測電流以及載置台之溫度之關係的圖表。

圖 7 為表示晶圓入射電荷量及收縮率與處理時間之對應關係之一例之圖。

圖 8 為相當於表示薄膜處理裝置之另一例之圖 1 之圖

圖 9 為用於說明利用圖 8 所示之薄膜處理裝置之檢測終點之原理之圖表。

圖 10 為相當於表示薄膜處理裝置之又一例之圖 1 之圖。

圖 11 為相當於表示薄膜處理裝置之再一例之圖 1 之圖。

圖 12 為相當於表示薄膜處理裝置之另一例之圖 1 之圖。

圖 13 為用於說明利用圖 12 所示之薄膜處理裝置之檢測終點之原理之圖表。

圖 14 為用於說明利用圖 12 所示之薄膜處理裝置之檢測終點之原理之圖表。

圖 15A 為使用於改良過之薄膜處理裝置之晶圓 W 之升降機構之模式圖。

圖 15B 為使用於先前之薄膜處理裝置之晶圓 W 之升降機構之模式圖。

主要元件對照表

- 1 薄膜處理裝置
- 2 處理容器
- 3 載置台
- 4 電子束管
- 5 柵極

- 6 控制裝置
- 20 終點檢測裝置
- 21 電流感測器
- 22 電流計
- 23 電子量運算手段
- 26 記憶手段
- 24 溫度感測器
- 25 時間積分手段
- 11 氣體排出管
- 13 真空排氣裝置
- 40 終點檢測裝置
- 11A 氣體導入管
- 11B 氣體導出管
- 61 視準儀
- 60 分光器
- 70 折射率測定器
- 15 升降銷
- 16 O形環
- 100 電子束處理裝置
- 115 升降銷
- 102 處理容器
- 104 電子束管
- 116 O形環

伍、中文發明摘要

發明之名稱：薄膜處理方法及薄膜處理裝置

本發明之薄膜處理方法之特徵具備：處理工程，在被處理物表面之薄膜照射電子束以處理上述薄膜；電流測定工程，在上述處理工程中，在上述被處理物附近捕捉電子束測定做為電流值；以及檢測工程，依據將上述電流值時間積分而得之電子量檢測薄膜處理之終點之方法。利用本發明可以實現對被處理物之薄膜沒有過與不足之電子束照射而製得適當之薄膜質料。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：

拾、申請專利範圍

1.一種薄膜處理方法，其特徵為具備：

處理工程，在被處理物表面之薄膜照射電子束以進行上述薄膜之改質處理；

電流測定工程，在上述處理工程中，於上述被處理物之附近捕捉電子束以測定電流值；以及

電子量檢測工程，依據將上述電流值時間積分而得之電子量檢測出薄膜改質處理之終點。

2.如申請專利範圍第 1 項之薄膜處理方法，其中上述處理工程中對上述薄膜之電子束照射量是由柵極所控制。

3.如申請專利範圍第 1 項之薄膜處理方法，其中另具備事先將迄至被處理物之薄膜改質處理之終點所捕捉做為基準之電子量求得基準電子量之計算工程；

上述電子量檢測工程是依據上述基準電子量檢測出薄膜處理之終點。

4.如申請專利範圍第 1 項之薄膜處理方法，其中另具備溫度檢測工程，係根據保持上述被處理物之保持體之溫度或上述被處理物之溫度，來檢測薄膜改質處理之終點。

5.一種薄膜處理裝置，其特徵為具備：

處理裝置，在被處理物表面之薄膜照射電子束以進行上述薄膜之改質處理；

電流感測器，在上述被處理物附近將電子束捕捉成電流；

電流測定手段，用於測定上述電流感測器所捕捉之電

流之電流值；

運算手段，將上述電流值時間積分以求得電子量；以及

電子量檢測手段，依據上述電子量檢測薄膜改質處理之終點。

6.如申請專利範圍第 5 項之薄膜處理裝置，其中上述處理裝置具有控制上述電子束對上述薄膜之照射量之柵極。

7.如申請專利範圍第 5 項之薄膜處理裝置，其中另具備：

記憶手段，用於記憶迄至做為基準之被處理物之薄膜改質處理終點所捕捉之基準電子量；

上述電子量檢測手段，係依據上述基準電子量來檢測薄膜改質處理之終點。

8.如申請專利範圍第 5 項之薄膜處理裝置，其中另具備：溫度檢測手段，其根據保持上述被處理物之保持體之溫度或上述被處理物之溫度，檢測出薄膜改質處理之終點。

9.如申請專利範圍第 5 項之薄膜處理裝置，其中上述處理裝置具備：

處理容器；

載置台，配置於上述處理容器內；以及

多個電子束管，用於對載置於上述載置台上之被處理物照射電子束。

9 217544 }
圖 1

750913

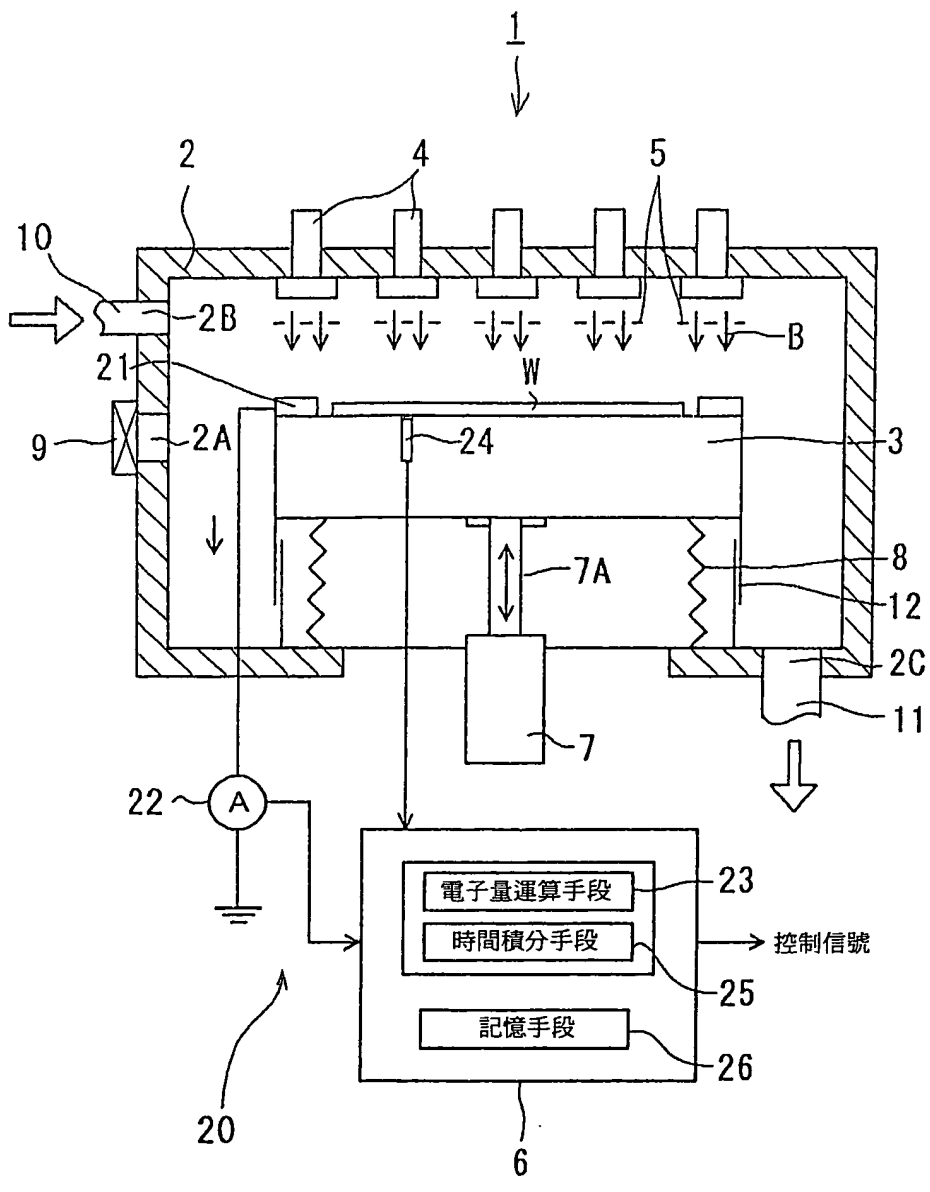


圖2

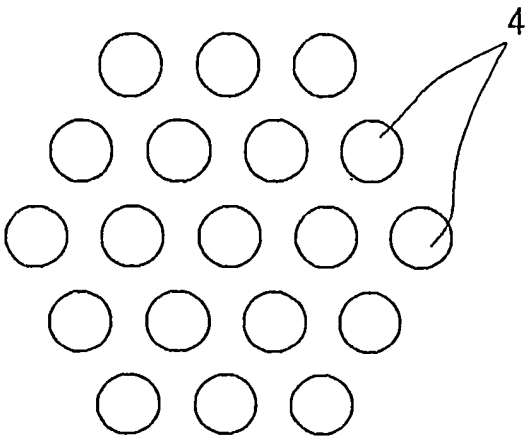


圖 3A

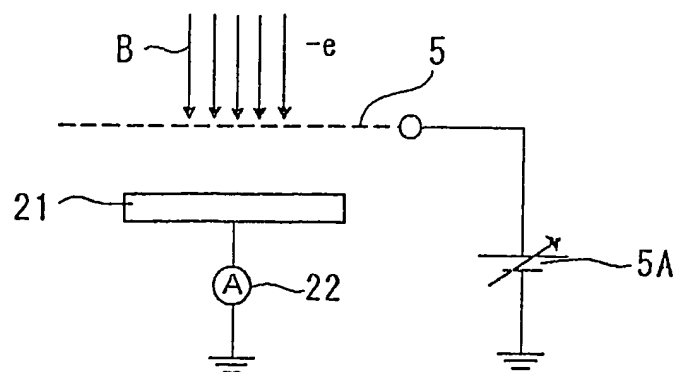


圖 3B

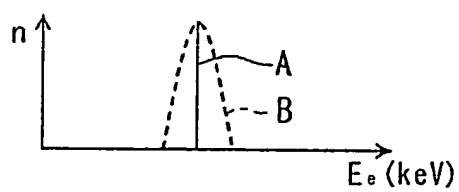


圖 3C

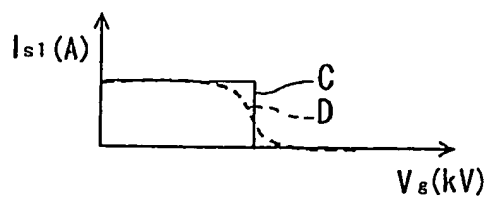


圖 4

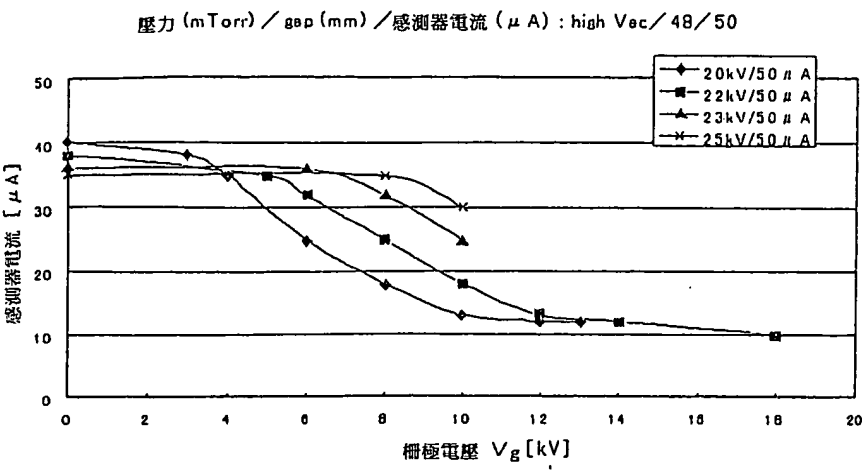


圖 5A

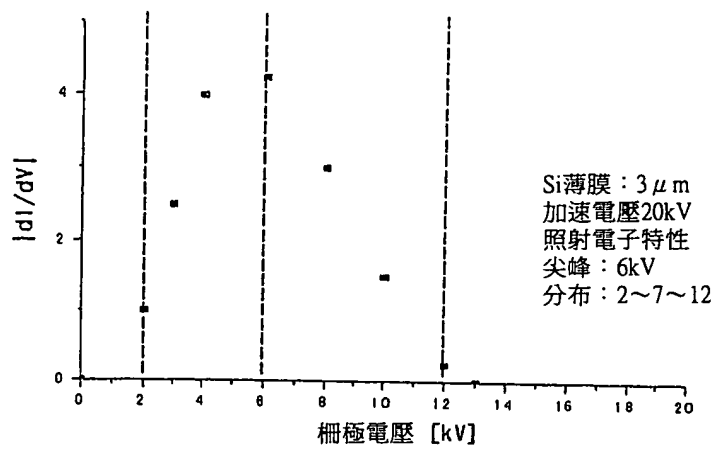


圖 5B

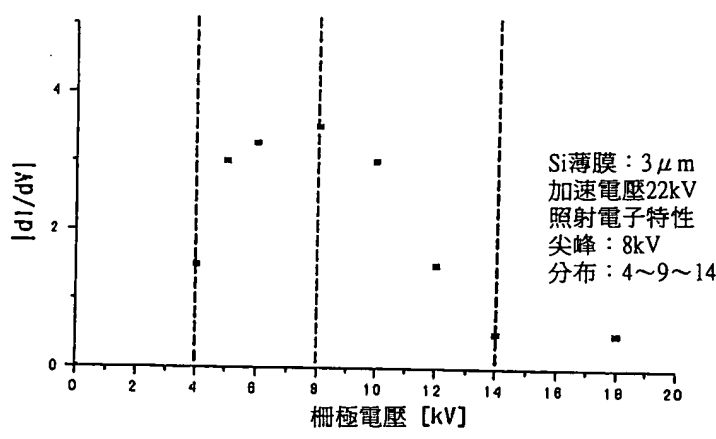


圖 6

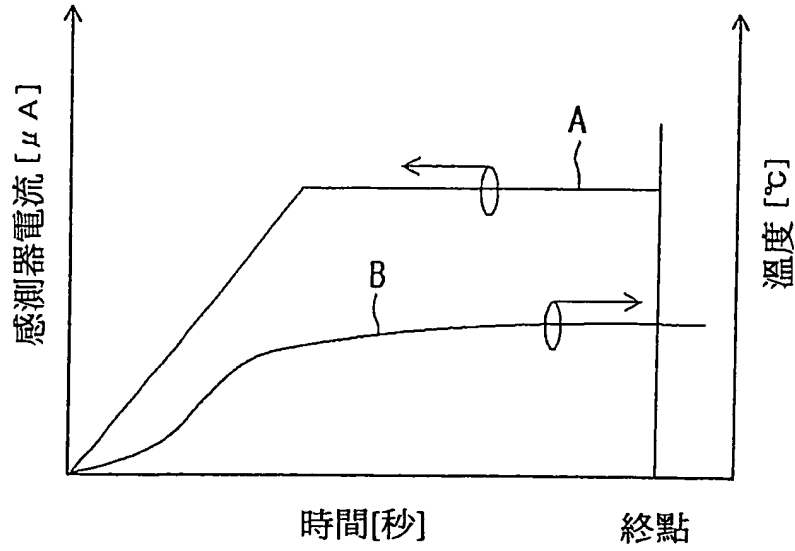
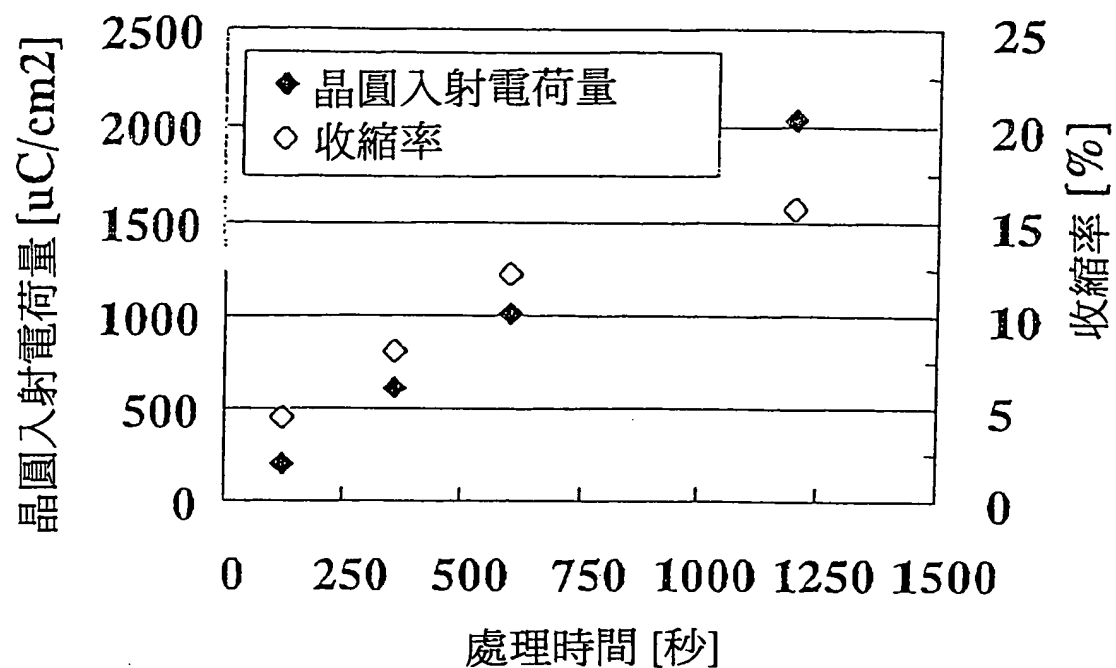


圖 7



SOD膜 : LKD5109
(J.S.R公司)
同膜厚 : 5000Å
施加電壓 : 13kV
施加電流 : 250 μA
氬流量 : 3slm
晶圓溫度 : 350°C
間隙 : 75mm

圖8

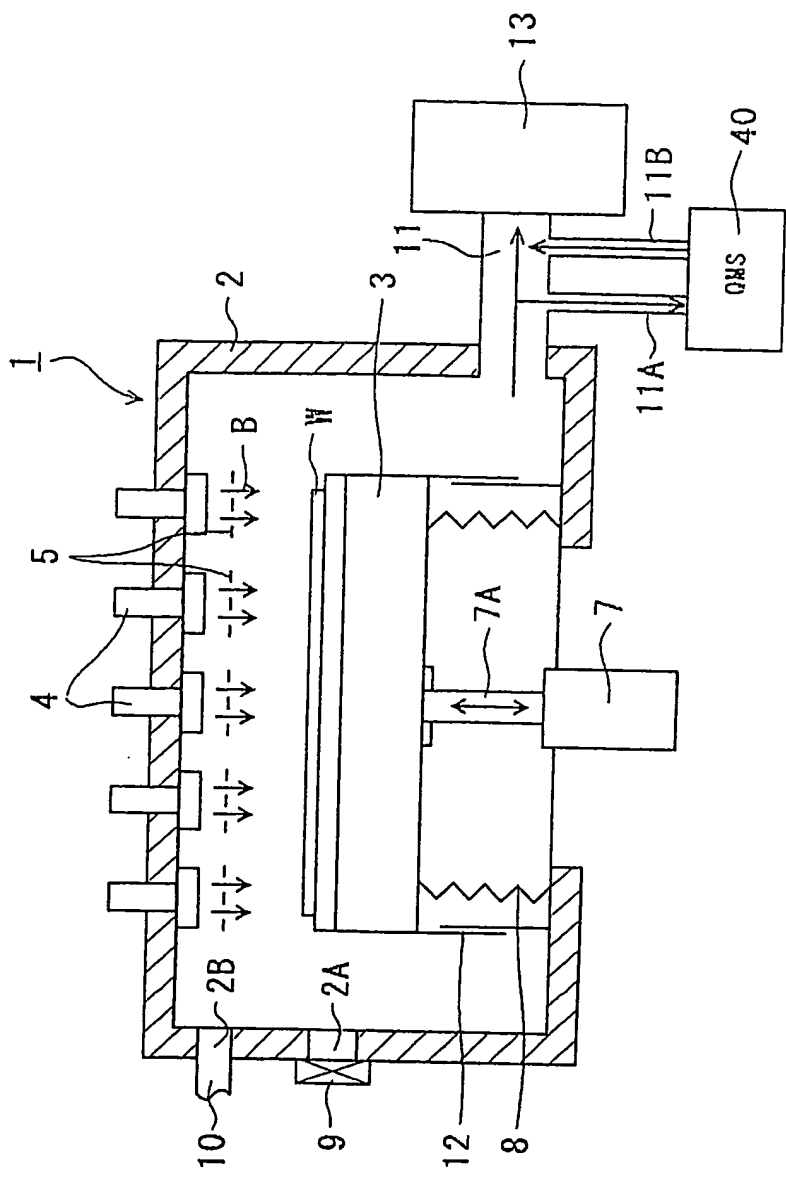


圖9

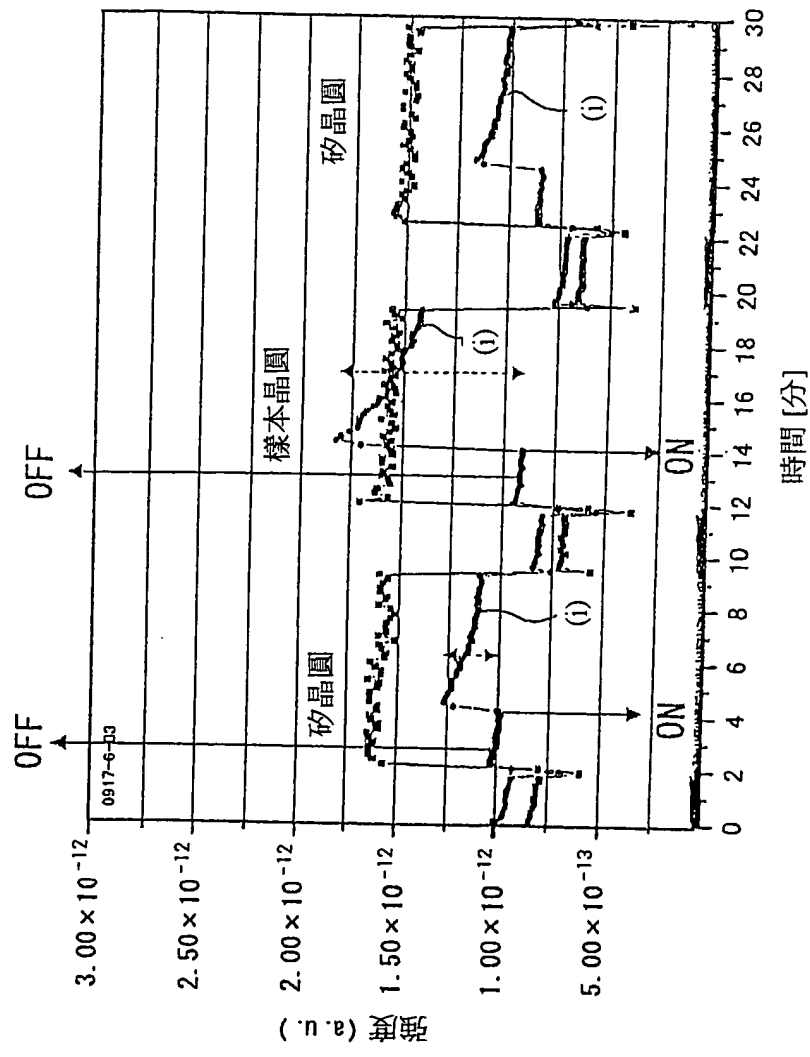


圖10

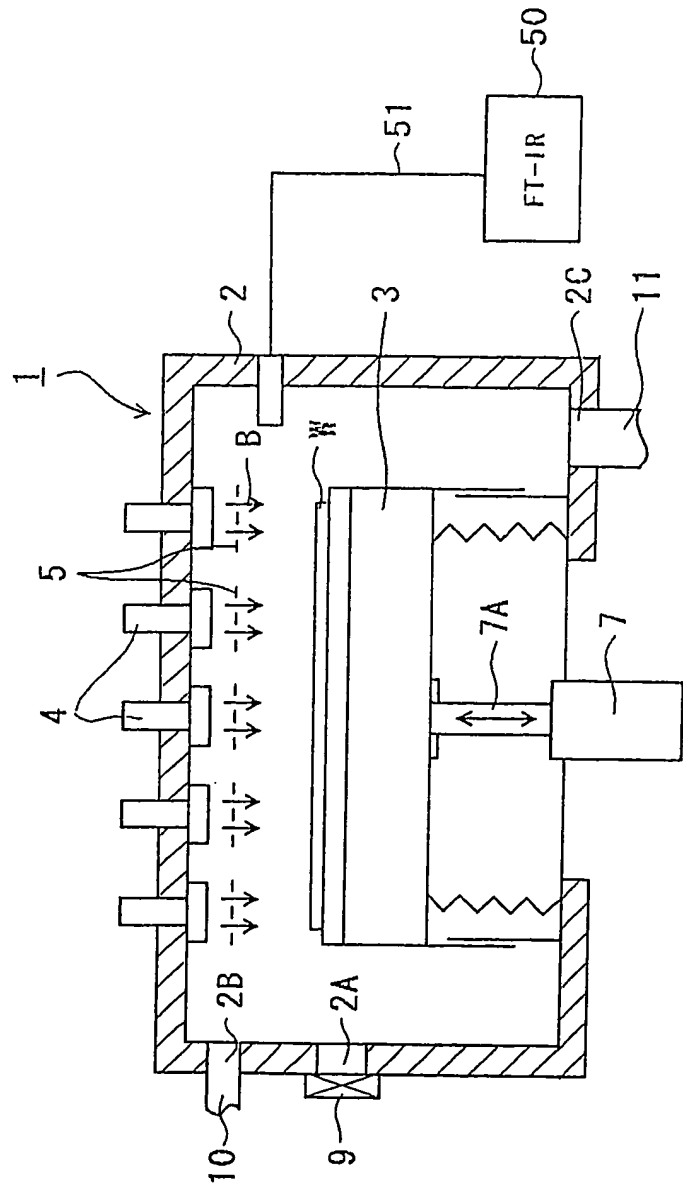


圖11

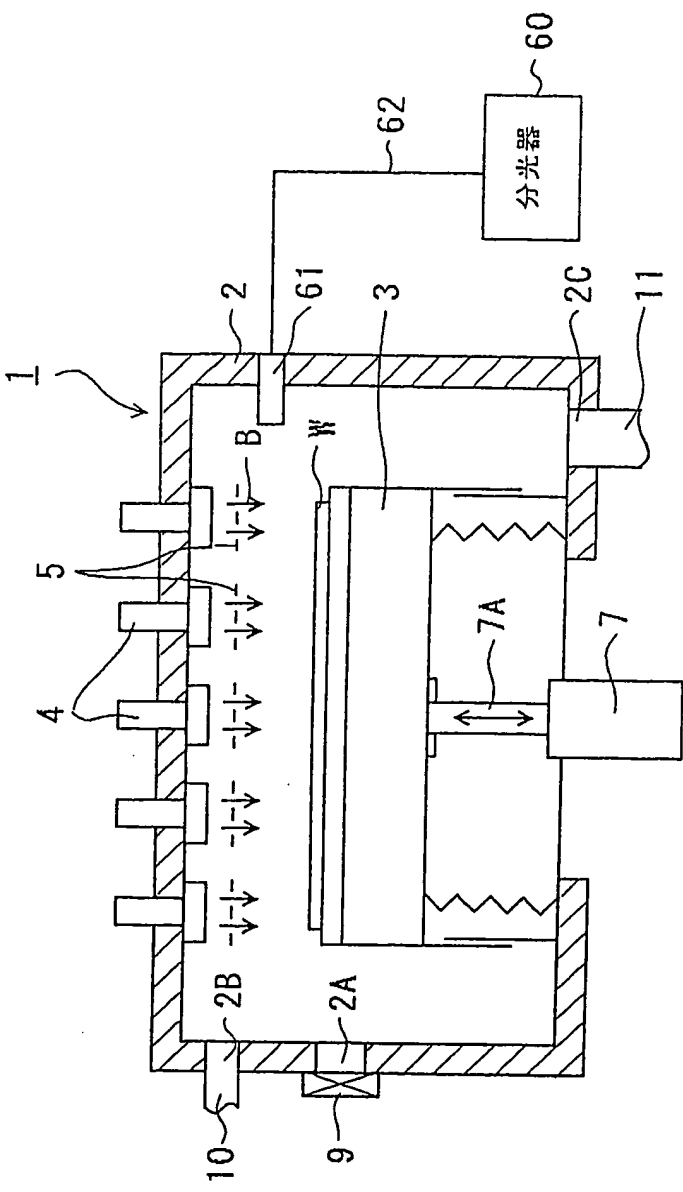


圖 12

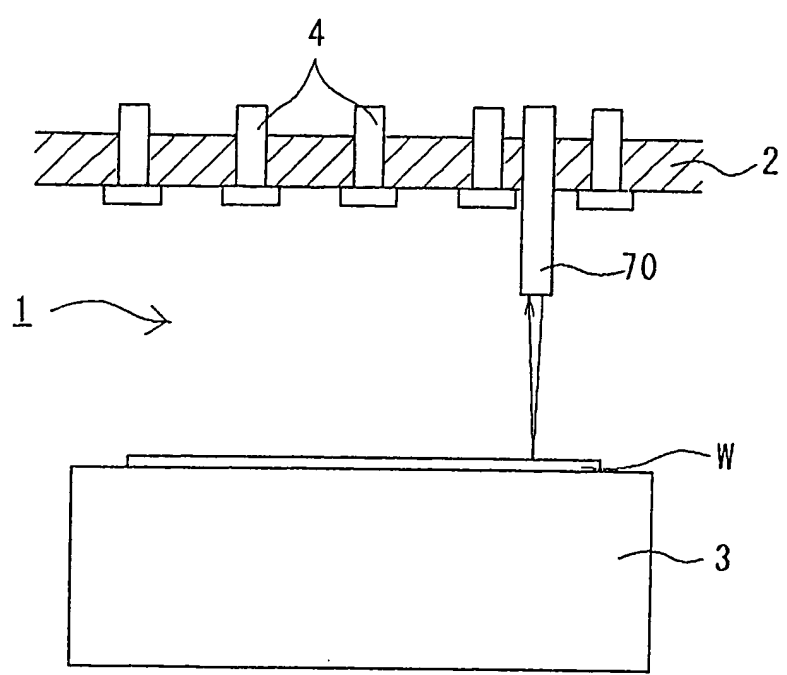


圖 13

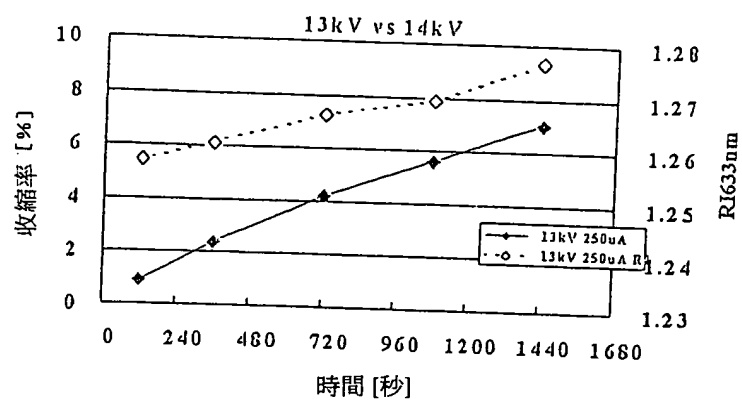


圖 14

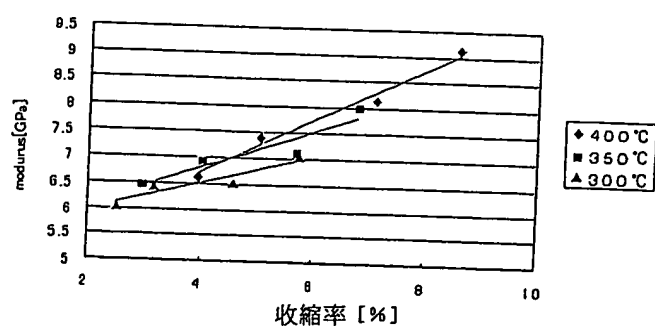


圖 15A

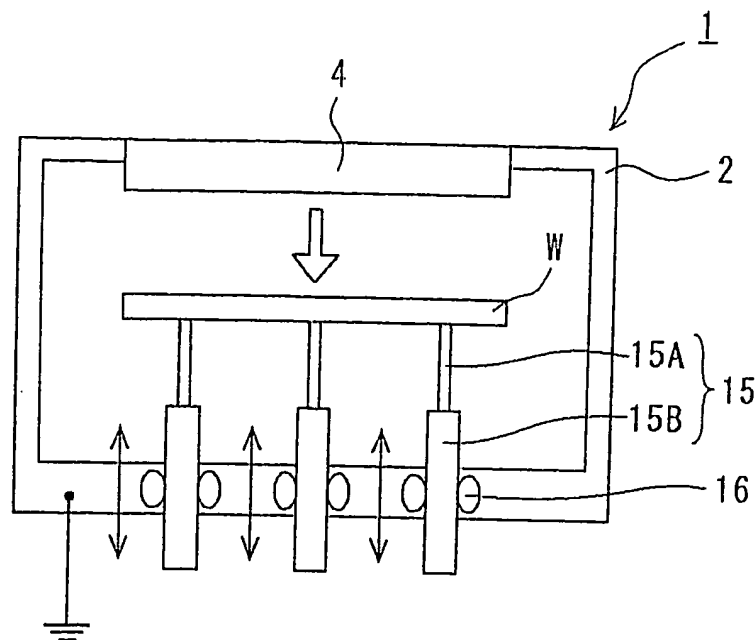
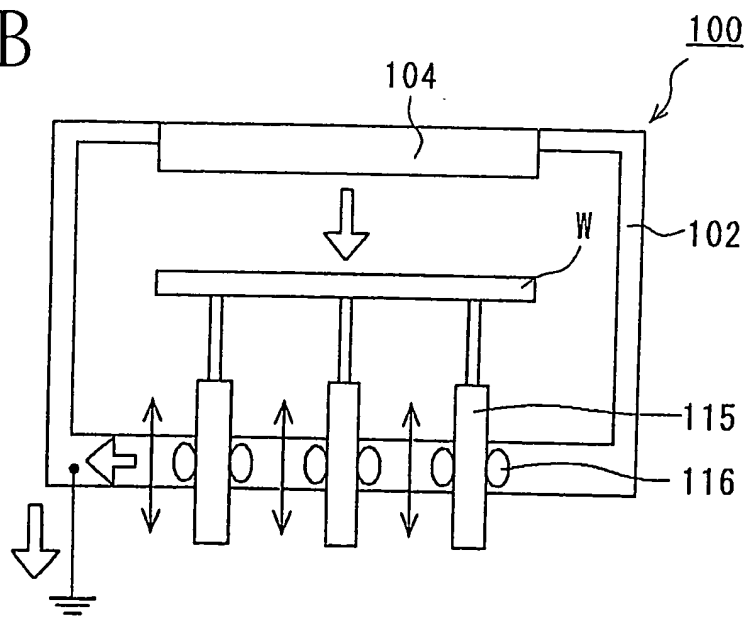


圖 15B



柒、(一)、本案指定代表圖為：第 1 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- | | |
|----|---------|
| 1 | 薄膜處理裝置 |
| 2 | 處理容器 |
| 3 | 載置台 |
| 5 | 柵極 |
| 6 | 控制裝置 |
| 7 | 升降機構 |
| 8 | 波紋管 |
| 9 | 閘閥 |
| 10 | 氣體供應管 |
| 11 | 氣體排出管 |
| 12 | 波紋管蓋 |
| 20 | 終點檢測裝置 |
| 21 | 電流感測器 |
| 22 | 電流計 |
| 23 | 電子量運算手段 |
| 24 | 溫度感測器 |
| 25 | 時間積分手段 |
| 26 | 記憶手段 |

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無