



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I610363 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：104120867

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 06 月 29 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/311 (2006.01)*

(30)優先權：2014/07/01 日本

2014-135629

2014/10/28 日本

2014-219285

(71)申請人：東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)

日本

(72)發明人：渡邊光 WATANABE, HIKARU (JP)；本田昌伸 HONDA, MASANOBU (JP)；辻晃弘 TSUJI, AKIHIRO (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

JP 2000-307001A

US 2005/0181588A1

審查人員：于若天

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：19 共 68 頁

(54)名稱

被處理體之處理方法

METHOD FOR TREATING WORKPIECES

(57)摘要

本發明提供一種被處理體之處理方法。依本發明之一實施形態的方法，對被處理體進行處理，以形成自氧化區域起通過二個隆起區域之間而到達至基底層為止的開口。該被處理體之處理方法，包含 (1) 於氧化區域，形成在二個隆起區域之間使氮化區域的第 2 部分露出之開口的步驟；以及 (2) 蝕刻開口內的氧化矽製之殘渣及第 2 部分的步驟。蝕刻殘渣及第 2 部分的步驟中，將被處理體暴露於具有含氫氣體及 NF₃ 氣體的混合氣體之電漿而使殘渣及第 2 部分變質藉以形成變質區域，並將該變質區域去除。

This invention aims to provide a method for treating workpieces. One embodiment of this method is to treat workpieces so as to form an opening that starts from an oxidation region, passes through an area between two upraised regions, and reaches an underlayer. This method comprises (1) a step to form, in an oxidation region, an opening which exposes to the second part of a nitriding region between the two upraised regions, and (2) a step to etch the second part and the residue of silicon oxide in the opening. In the step to etch the residue and the second part, the workpiece is exposed to the plasma of a gas containing hydrogen and a mixed gas containing NF₃ for altering the residue and the second part in quality so as to form an altered region which is then removed.

指定代表圖：

符號簡單說明：
S1~S3 . . . 步驟

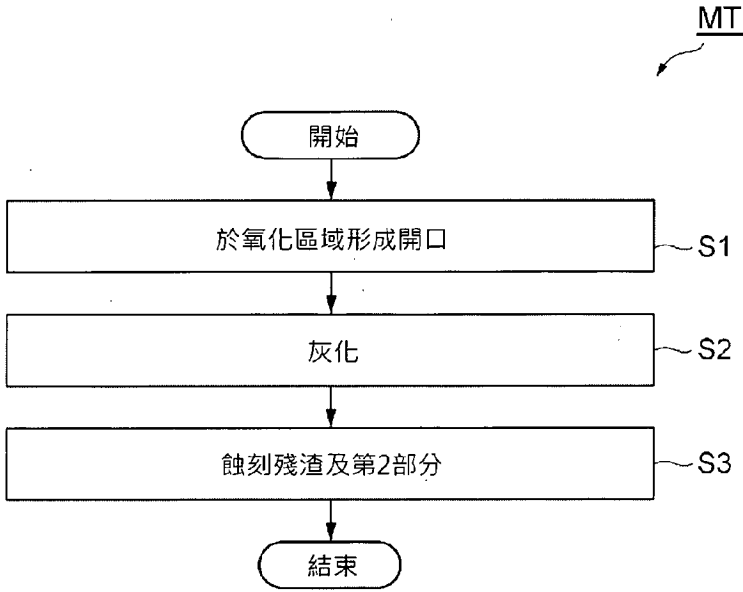


圖 1



申請日: 104.6.29

IPC分類: H01L 21/311 (2006.1)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 被處理體之處理方法

【英文發明名稱】 METHOD FOR TREATING WORKPIECES

【中文】

本發明提供一種被處理體之處理方法。依本發明之一實施形態的方法，對被處理體進行處理，以形成自氧化區域起通過二個隆起區域之間而到達至基底層為止的開口。該被處理體之處理方法，包含（1）於氧化區域，形成在二個隆起區域之間使氮化區域的第2部分露出之開口的步驟；以及（2）蝕刻開口內的氧化矽製之殘渣及第2部分的步驟。蝕刻殘渣及第2部分的步驟中，將被處理體暴露於具有含氫氣體及 NF_3 氣體的混合氣體之電漿而使殘渣及第2部分變質藉以形成變質區域，並將該變質區域去除。

【英文】

This invention aims to provide a method for treating workpieces.

One embodiment of this method is to treat workpieces so as to form an opening that starts from an oxidation region, passes through an area between two upraised regions, and reaches an underlayer. This method comprises (1) a step to form, in an oxidation region, an opening which exposes to the second part of a nitriding region between the two upraised regions, and (2) a step to etch the second part and the residue of silicon oxide in the opening. In the step to etch the residue and the second part, the workpiece is exposed to the plasma of a gas containing hydrogen and a mixed gas containing NF_3

for altering the residue and the second part in quality so as to form an altered region which is then removed.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

S1~S3 步驟

【特徵化學式】 無

【發明圖式】

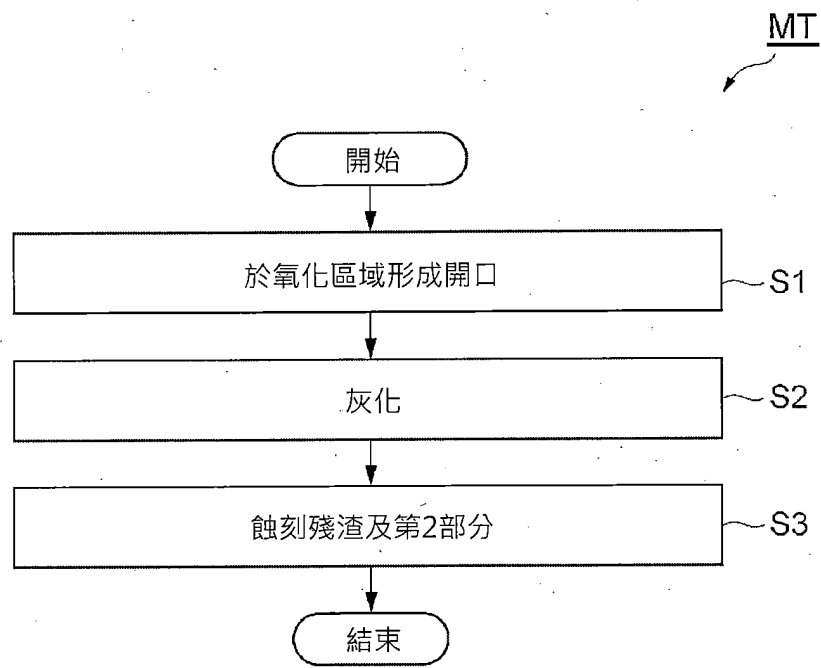


圖 1

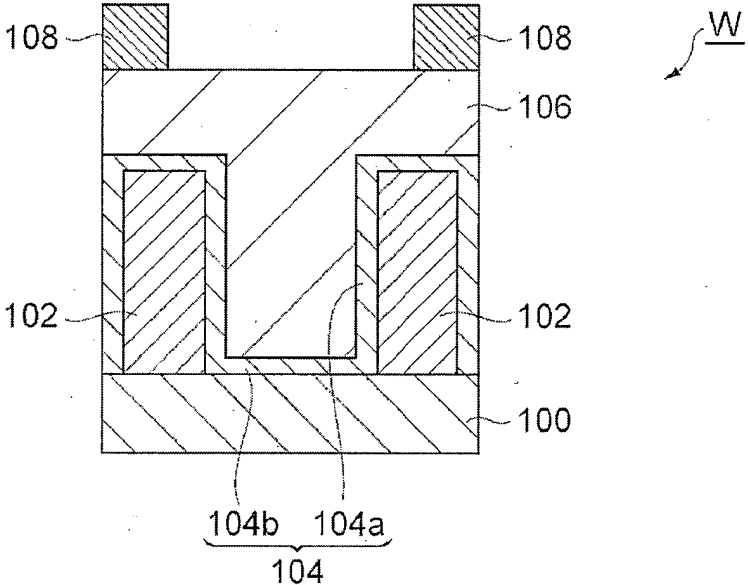


圖 2



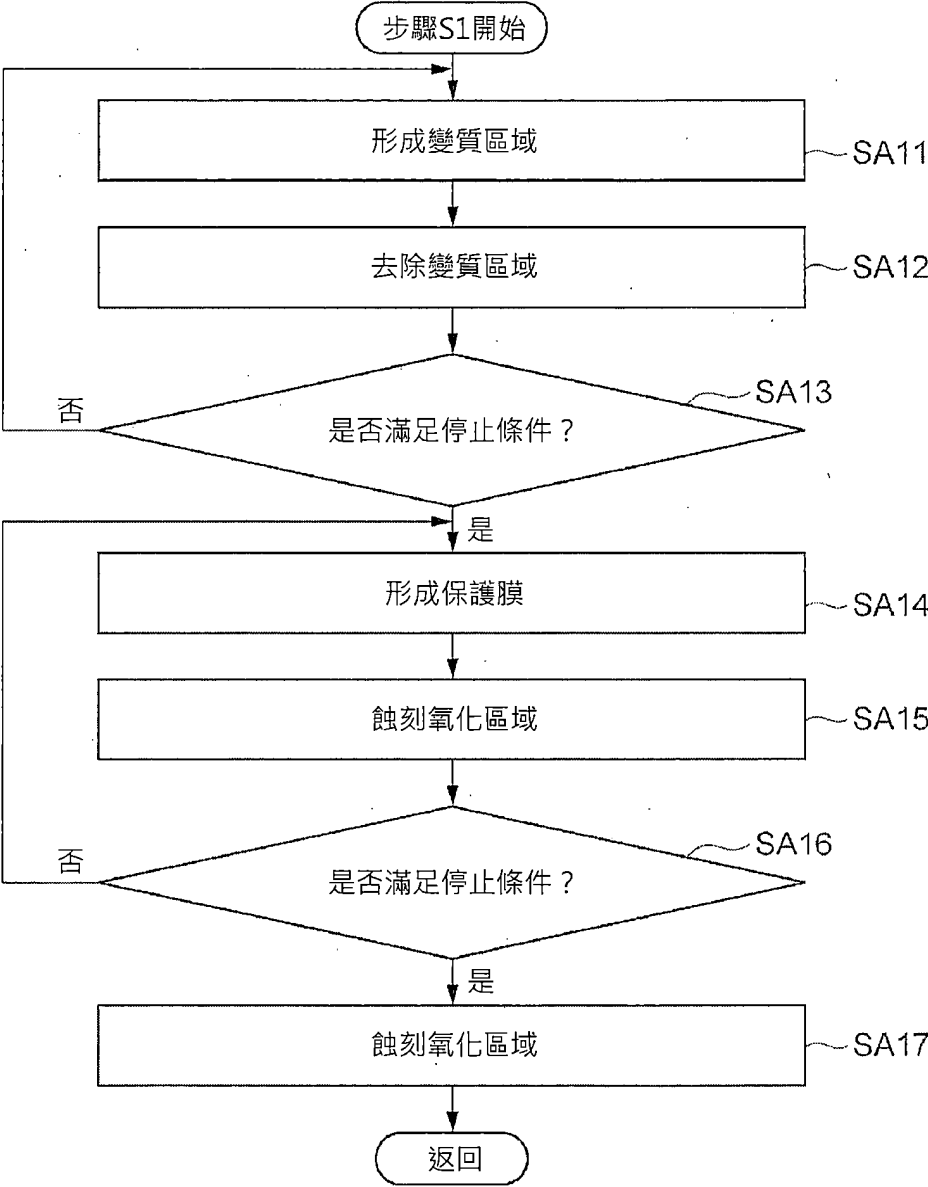


圖 4

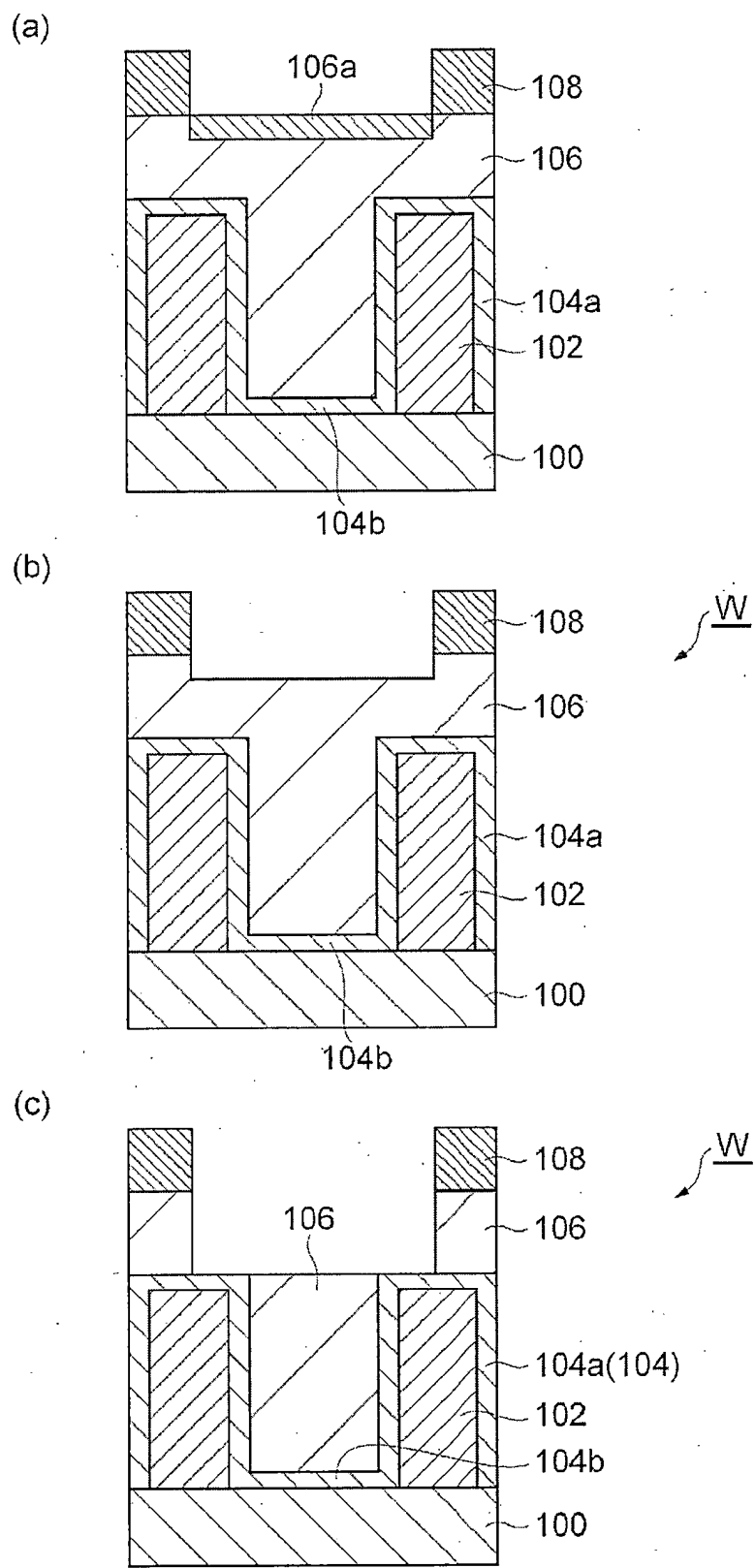


圖 5

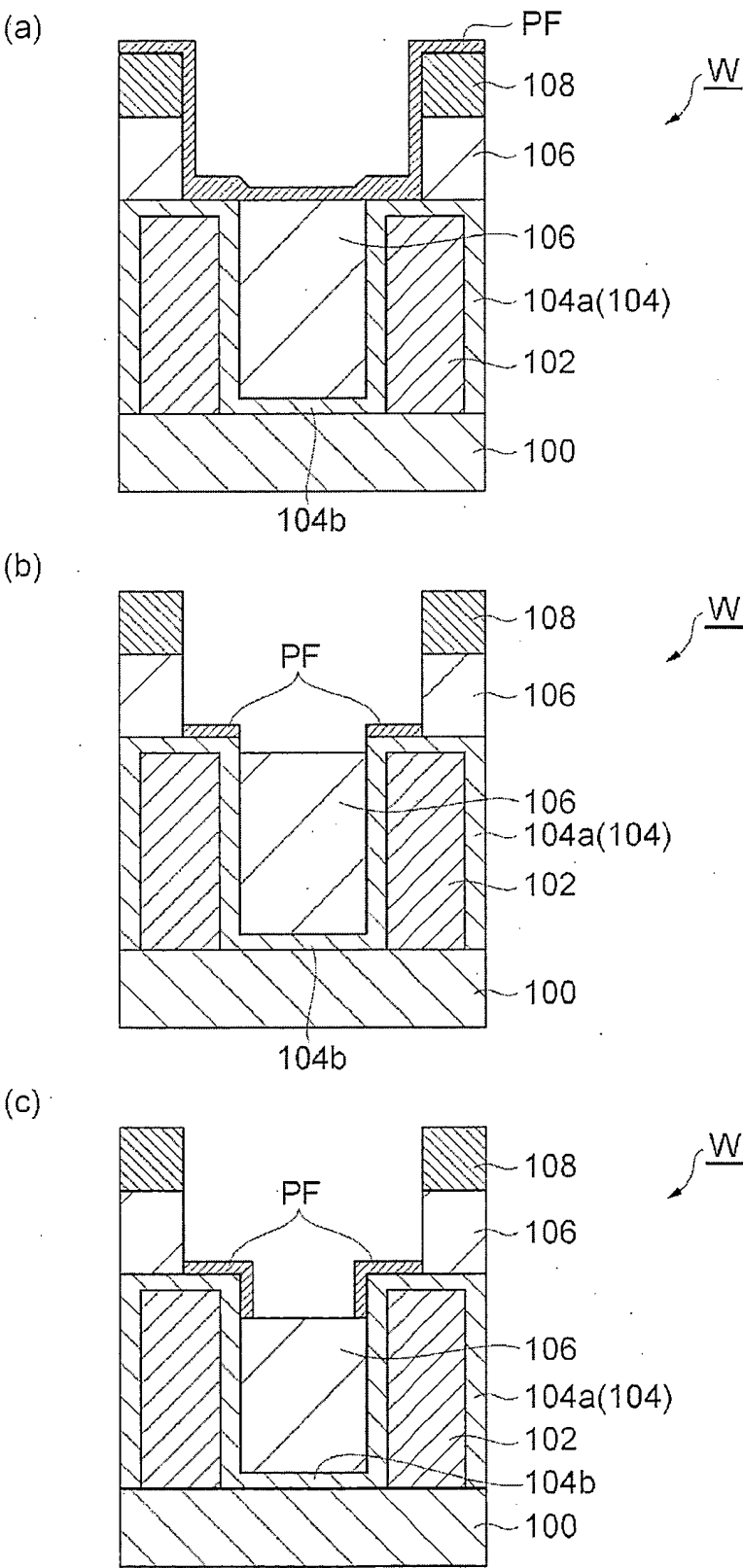


圖 6

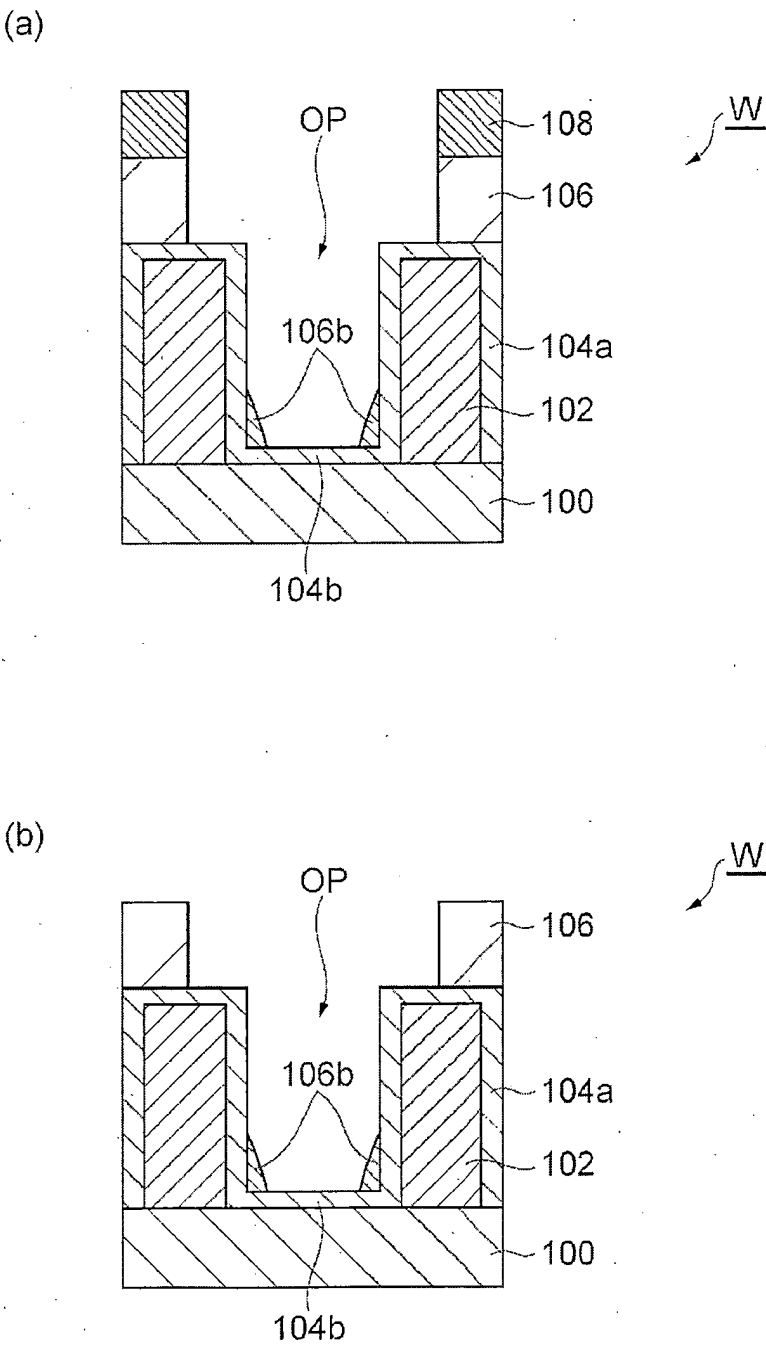


圖 7

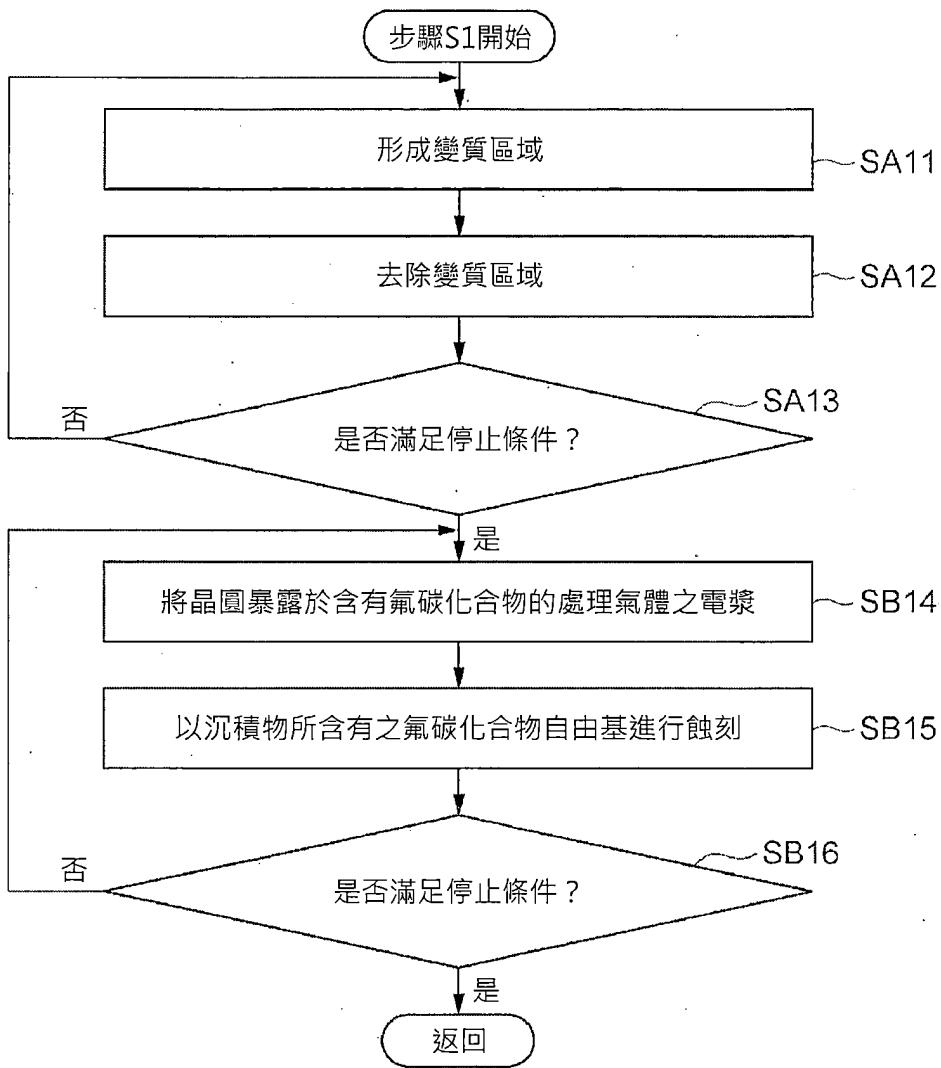
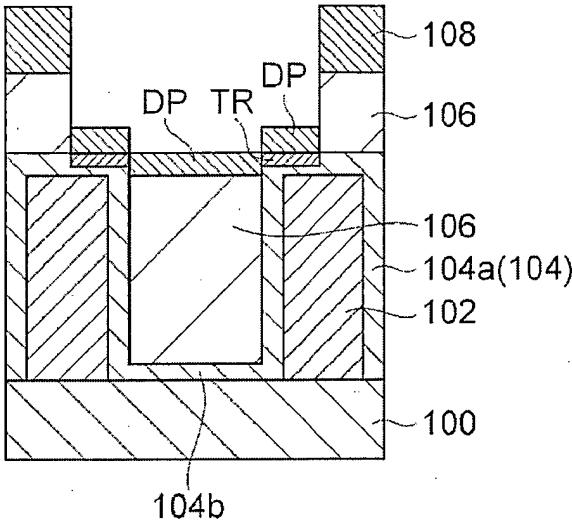


圖 8

(a)



(b)

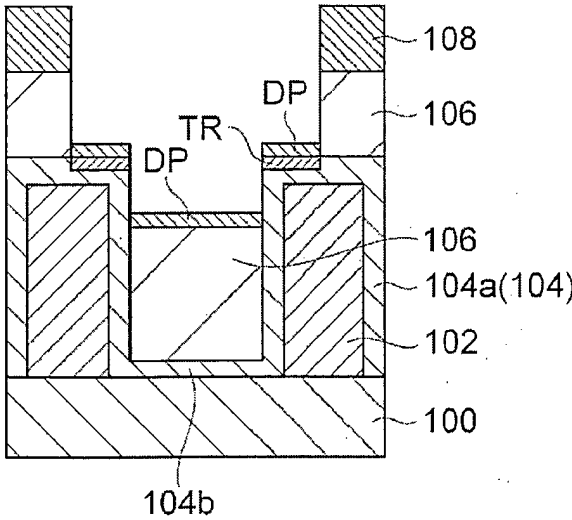


圖 9

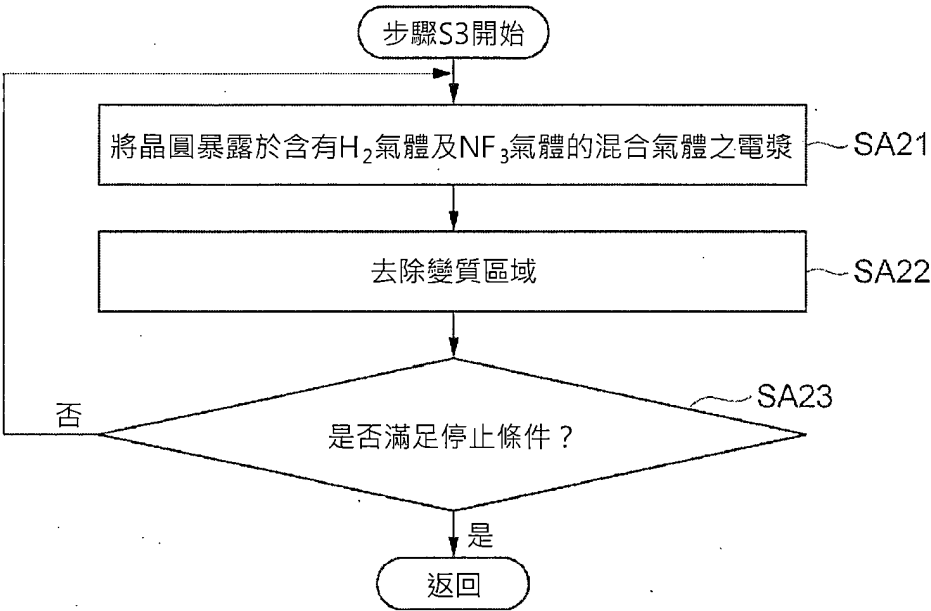


圖 10

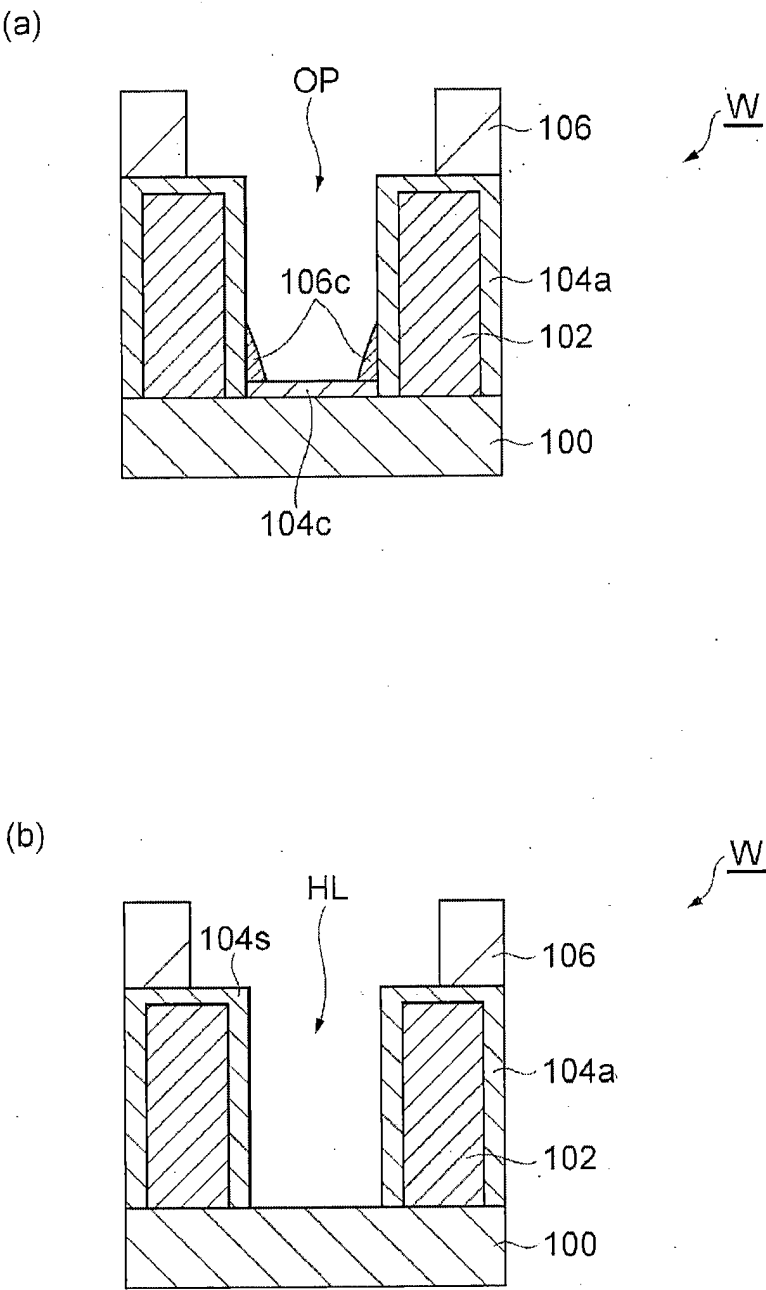


圖 11

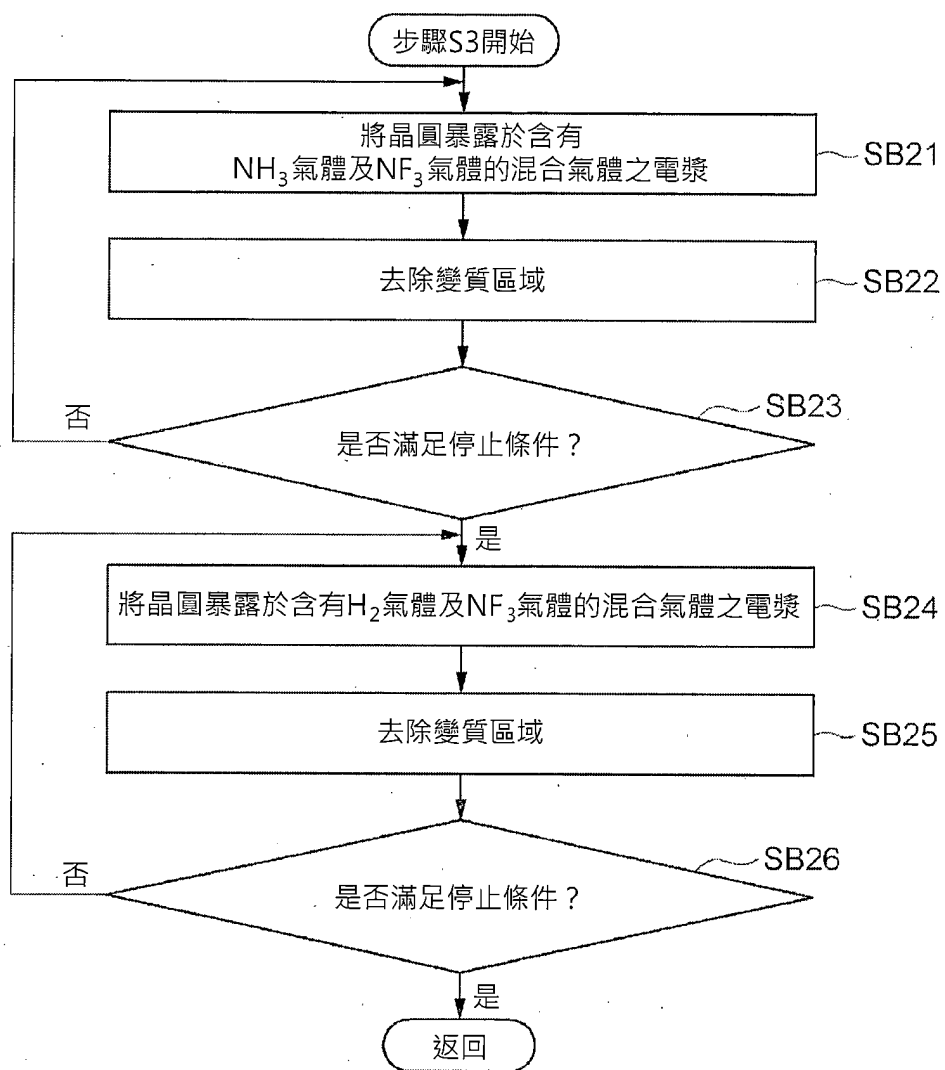


圖 12

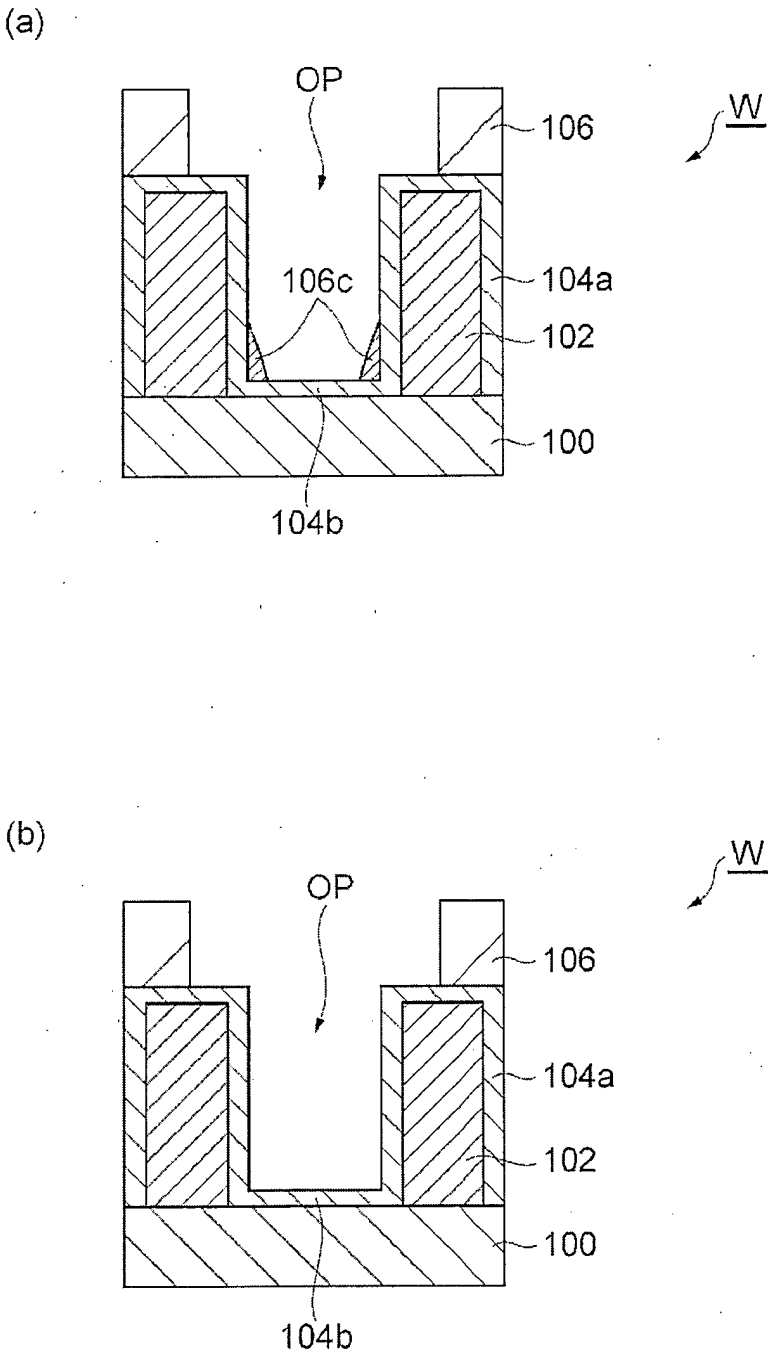


圖 13

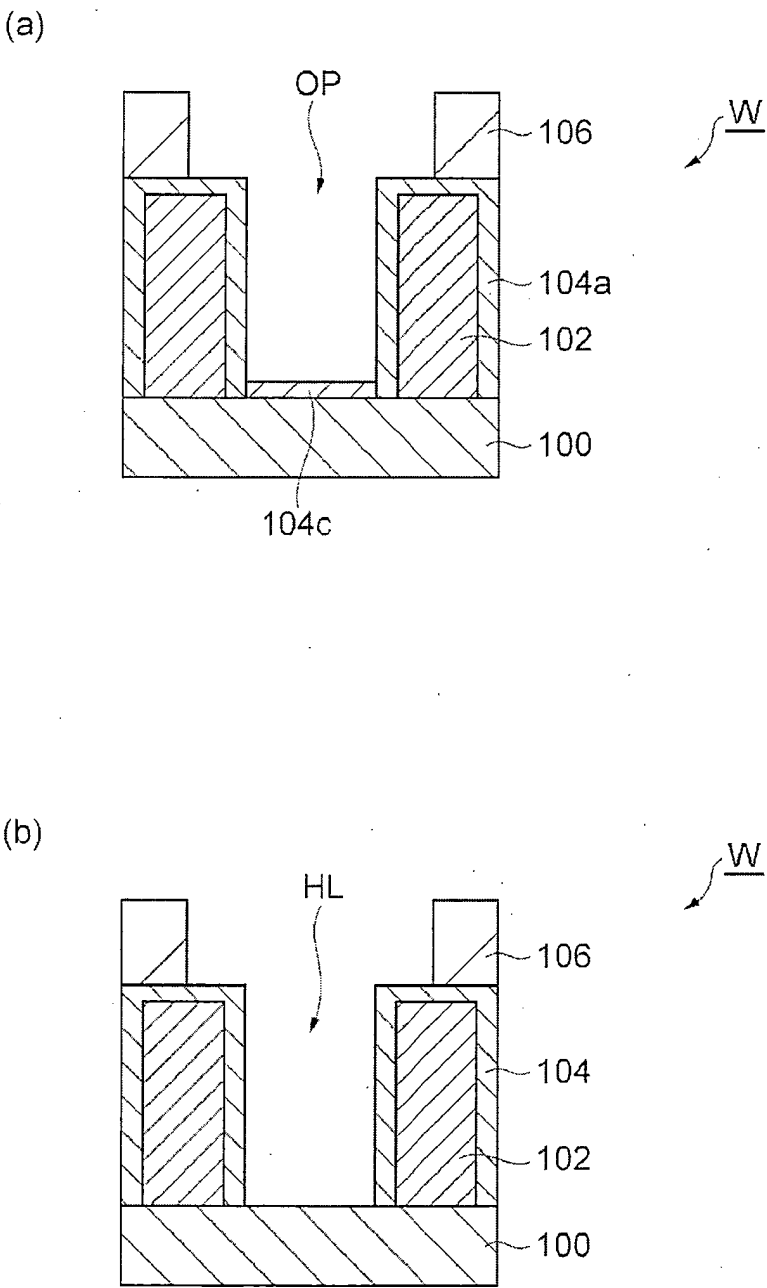


圖 14

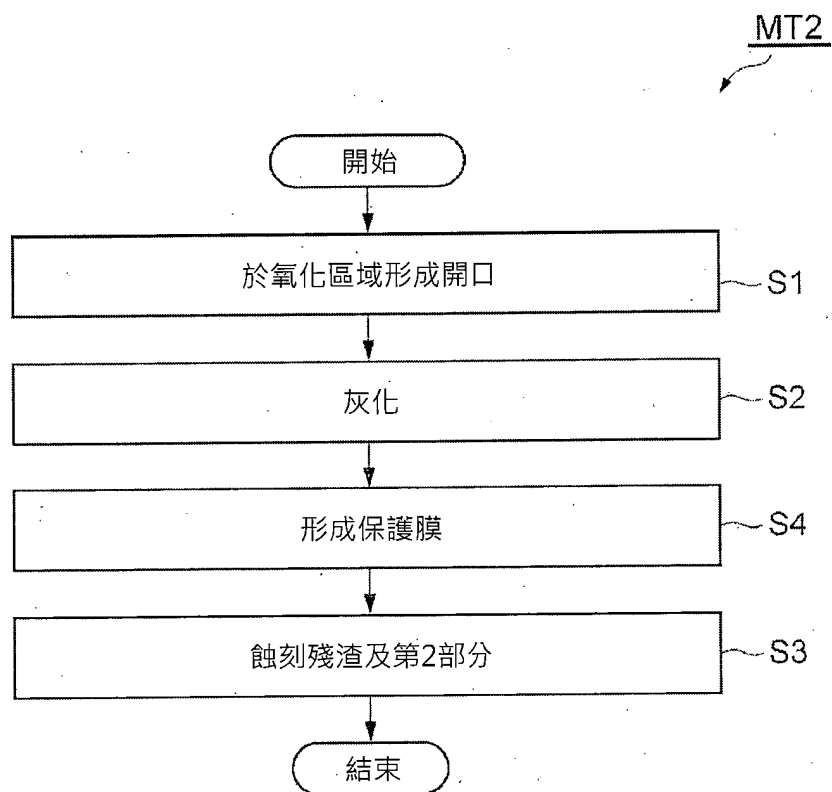
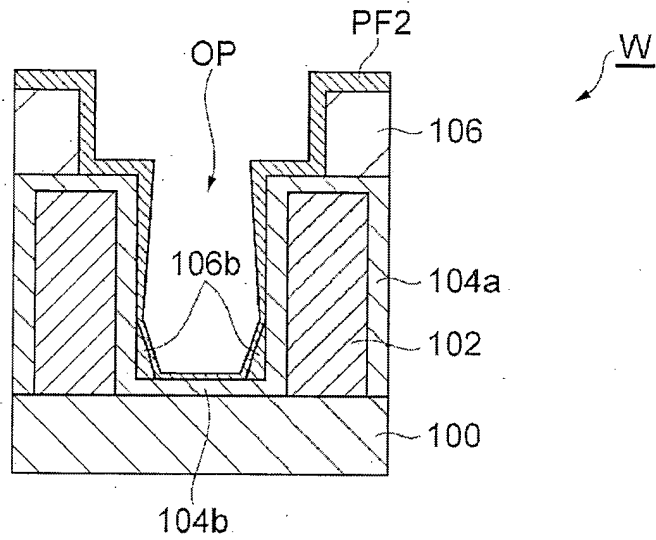


圖 15

(a)



(b)

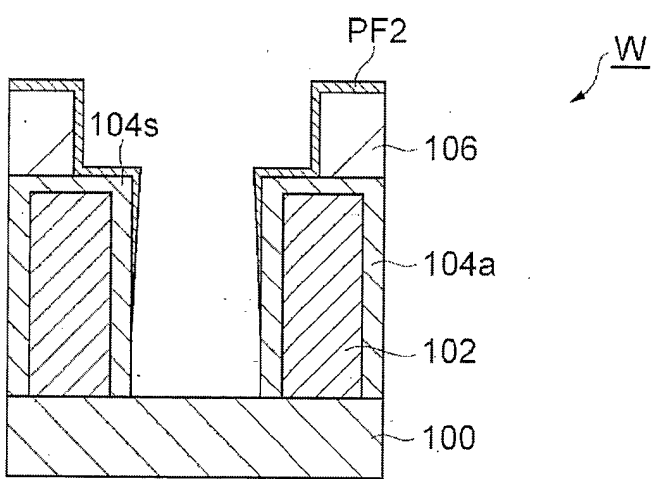


圖 16

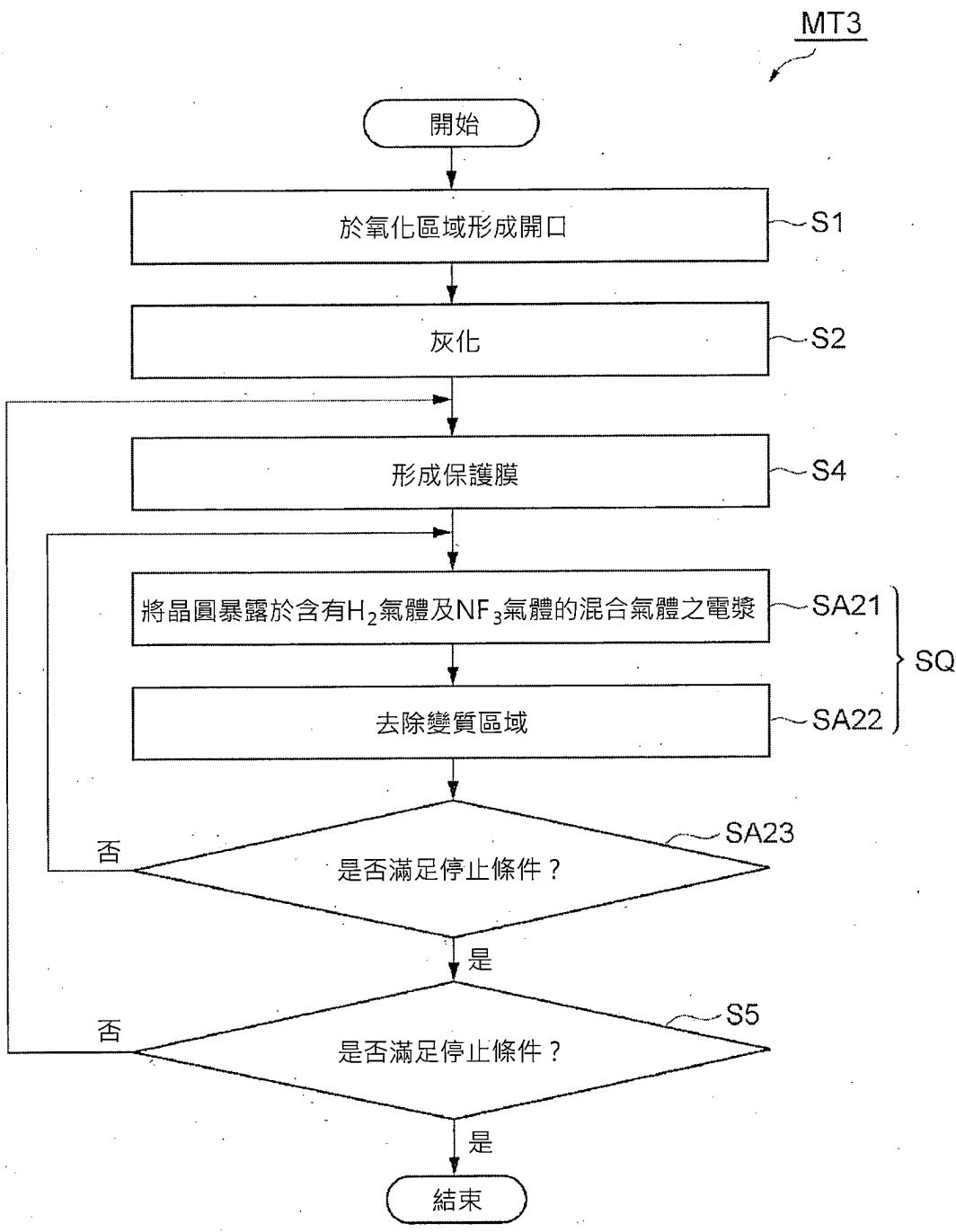


圖 17

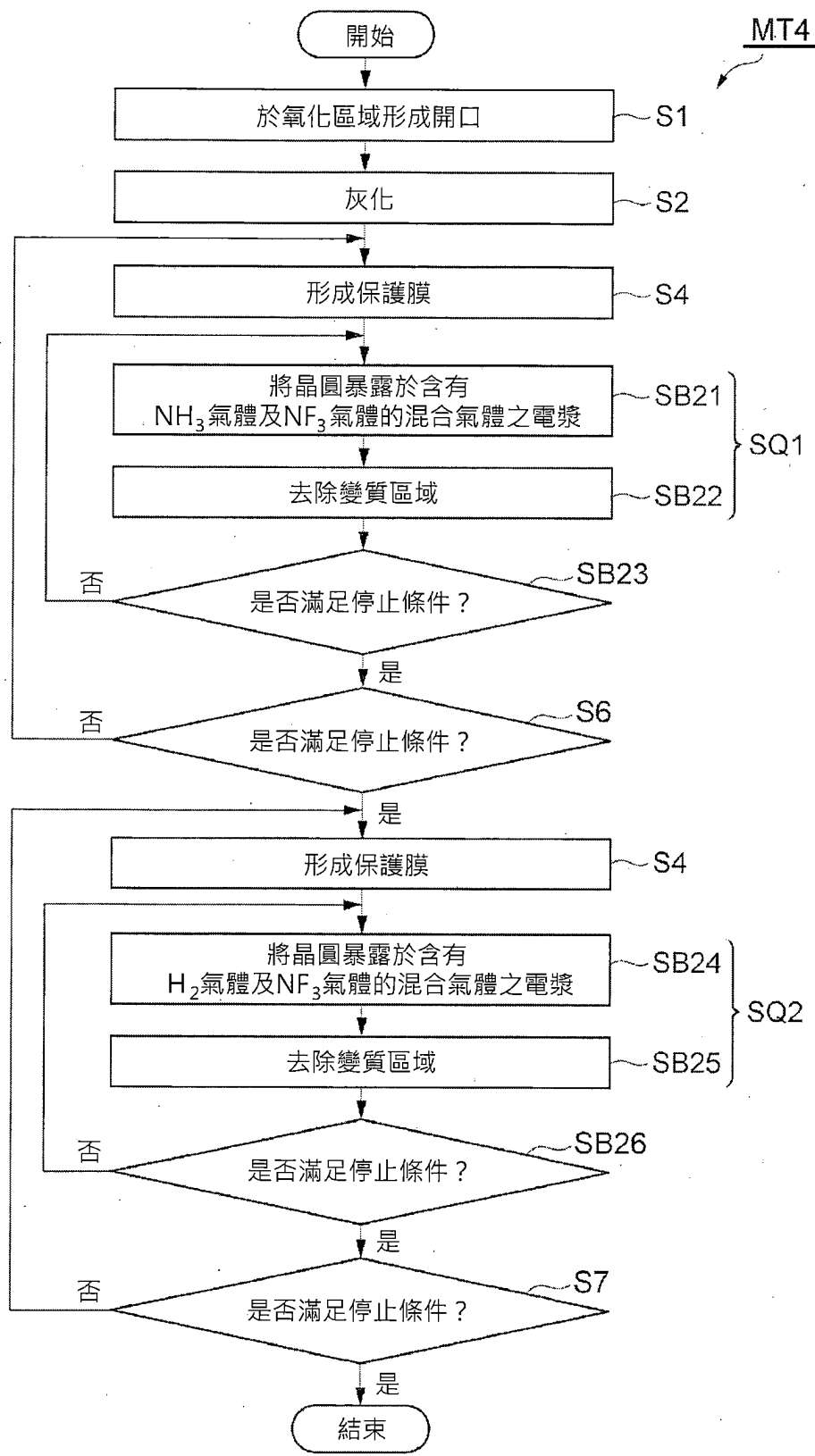


圖 18

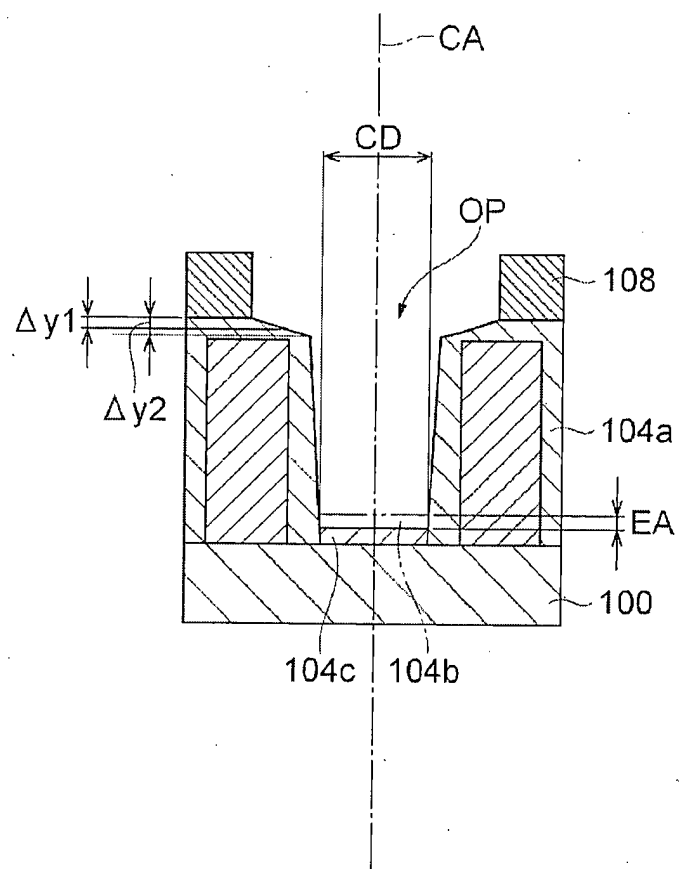


圖 19

for altering the residue and the second part in quality so as to form an altered region which is then removed.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

S1~S3 步驟

【特徵化學式】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 被處理體之處理方法

【英文發明名稱】 METHOD FOR TREATING WORKPIECES

【技術領域】

【0001】

本發明之實施形態，係關於一種被處理體之處理方法。

【先前技術】

【0002】

在具有鰭式電場效應電晶體等元件的電子元件之製造中，為了形成接觸窗，而使用SAC（Self-Aligned Contact, 自對準接觸窗）加工。

【0003】

成為SAC加工之對象的被處理體，具備基底層、二個隆起區域、氮化區域、及氧化區域。基底層，例如為多晶矽層。二個隆起區域，例如為閘極，由多晶矽構成。此等隆起區域彼此分開而設置在基底層上。氮化區域，為氮化矽製，設置為覆蓋二個隆起區域及基底層。氧化區域，為氧化矽製，設置為覆蓋氮化區域。

【0004】

SAC加工，在氧化區域形成孔洞，該孔洞自氧化區域的表面起通過二個隆起區域之間的區域而到達至基底層為止。一般而言，SAC加工，為了形成此等

開口，而使用氟碳化合物氣體之電漿，蝕刻氧化區域，並蝕刻與基底層接觸的氮化區域。另，關於此等SAC加工，係記載於專利文獻1。

[習知技術文獻]

【專利文獻】

【0005】

專利文獻1：日本特開2000－307001號公報

【發明內容】

[本發明所欲解決的問題]

【0006】

氟碳化合物氣體之電漿所進行的氧化區域之蝕刻中，在孔洞的底部，特別是氮化區域的角落部，產生由氧化矽構成的殘渣。因此，所形成之孔洞其底部的寬度變窄。即便為了將此等形狀的孔洞加工至更深而欲蝕刻氮化區域，仍無法充分地施行該氮化區域之蝕刻。此外，覆蓋隆起區域之氮化區域，特別是氮化區域的角部，被氟碳化合物氣體之電漿中的活性種，例如氟的活性種切削。

【0007】

因此，SAC中，必須減少覆蓋隆起區域之氮化區域的削切，並蝕刻孔洞等開口內的殘渣及基底層正上方的氮化區域。

[解決問題之技術手段]

【0008】

本發明之一側面中，提供一種被處理體之處理方法。被處理體，具備：基底層、於該基底層上彼此分開設置之二個隆起區域、具有覆蓋二個隆起區域之

第1部分與覆蓋基底層之第2部分的氮化矽製之氮化區域、以及覆蓋氮化區域的氧化矽製之氧化區域。本方法，處理被處理體，以形成自氧化區域起通過二個隆起區域之間而到達至基底層為止的開口。該方法包含如下步驟：（1）於氧化區域，形成在二個隆起區域之間使第2部分露出的開口之步驟（以下稱作「第1步驟」）；以及（2）蝕刻開口內的氧化矽製之殘渣及第2部分的步驟（以下稱作「第2步驟」），其係將被處理體暴露於具有含氫氣體及 NF_3 氣體的混合氣體之電漿而使殘渣及第2部分變質藉以形成變質區域，並將該變質區域去除。

【0009】

上述方法，使殘渣化學性地變質為矽氟化銨而形成變質區域，並將該變質區域去除。因此，可去除孔洞底部之殘渣。此外，可將氮化矽製之第2部分，亦變質為矽氟化銨而去除。進一步，習知的氟碳化合物氣體之電漿無法去除殘渣，故覆蓋隆起區域之氮化區域，即第1部分，特別是該第1部分的肩部，被大幅度地削去直至將第2部分去除為止，但若依本方法，則將殘渣去除，故可減少去除第2部分時的第1部分之削切。

【0010】

一實施形態中，第2步驟所使用的混合氣體，可含有 H_2 氣體及 NF_3 氣體。若為該混合氣體，則可將殘渣及第2部分一併去除。

【0011】

一實施形態中，第2步驟，包含：（2a）將被處理體暴露於含有 NH_3 氣體及 NF_3 氣體的混合氣體之電漿而形成變質區域，並將該變質區域去除的步驟；以及（2b）將被處理體暴露於含有 H_2 氣體及 NF_3 氣體的混合氣體之電漿而形成變質區域，並將該變質區域去除的步驟。

【0012】

為了使氧化矽變質為矽氟化銨，必須從混合氣體產生氟化銨。在混合氣體含有 NH_3 氣體及 NF_3 氣體之情況，可藉由產生低解離之電漿而製造氟化銨。因此，可減少成為氮化矽之削切原因的氟及 HF 之活性種的產生量，可對氮化矽以較高的選擇性蝕刻氧化矽。另一方面，在混合氣體係使用含有 H_2 氣體及 NF_3 氣體的混合氣體之情況，可藉由產生高解離之電漿而製造氟化銨。使用含有 H_2 氣體及 NF_3 氣體的混合氣體之情況，於高解離之電漿中產生較多量的氟及 HF 之活性種。因此，雖對於氮化矽之蝕刻的氧化矽之蝕刻選擇性變低，但可提高氮化矽之蝕刻率。

【0013】

上述實施形態中，在去除殘渣及第2部分之初期階段，特別是去除殘渣時，藉由使用含有 NH_3 氣體及 NF_3 氣體的混合氣體，而可抑制施行殘渣的去除之期間中的第1部分之削切。其次，藉由使用含有 NH_3 氣體及 NF_3 氣體的混合氣體，而可提高第2部分之蝕刻率。因此，可進一步減少第1部分之削切，並將殘渣及第2部分去除。

【0014】

一實施形態中，可藉由將被處理體加熱，而去除變質區域。抑或在一實施形態中，可使被處理體，暴露於藉由將陽離子吸附於電容耦合型之電漿處理裝置的矽製之上部電極而自該上部電極釋出的二次電子，藉以將變質區域去除。

【0015】

一實施形態中，第1步驟，包含：（1a）於氮化區域上及氧化區域上形成保護膜之步驟（以下稱作「第3步驟」），其係將被處理體暴露於氟碳化合物氣體

之電漿，而在氮化區域上形成較氧化區域上所形成之保護膜更厚的保護膜；以及（1b）蝕刻氧化區域之步驟（以下稱作「第4步驟」），將被處理體暴露於氟碳化合物氣體之電漿。此一實施形態中，在第3步驟中對載置被處理體的載置台供給之高頻偏壓電力，較在第4步驟中對載置台供給之高頻偏壓電力更小；在第3步驟中，將被處理體的溫度設定為60°C以上250°C以下的溫度。一實施形態中，可將第3步驟及第4步驟交互重複。此外，一實施形態中，可在第3步驟中不對載置台供給高頻偏壓電力。此外，一實施形態中，在第3步驟中，作為氟碳化合物氣體，可使用具有C₄F₆、C₄F₈、及C₆F₆中之至少任一種的氣體。

【0016】

在60°C以上250°C以下的溫度環境下，形成於氮化區域上之氟碳化合物的保護膜之厚度，變得較形成於氧化區域上的該保護膜之厚度更厚。此外，在供給較低的偏壓電力之狀態中，氮化區域之蝕刻率變得更低。因此，若依上述實施形態，則可在第3步驟中於氮化區域上形成厚層的保護膜，可在第4步驟中選擇性地蝕刻氧化區域時抑制氮化區域之削切。

【0017】

一實施形態中，第1步驟，包含：（1c）將被處理體暴露於含有氟碳化合物氣體的處理氣體之電漿的步驟（以下稱作「第5步驟」），蝕刻氧化區域，並於該氧化區域上形成含有氟碳化合物的沉積物；以及（1d）藉由沉積物所含有的氟碳化合物之自由基蝕刻氧化區域的步驟（以下稱作「第6步驟」）。此一實施形態中，交互重複第5步驟與第6步驟。

【0018】

此一實施形態中，在第5步驟中藉由產生的氟碳化合物氣體之電漿蝕刻氧化區域，於該氧化區域上形成沉積物。接著，在第6步驟中，使用沉積物所含有的氟碳化合物之自由基進一步蝕刻氧化區域。另外，第6步驟，減少沉積物的量，因此，藉由再度施行第5步驟，而使氧化區域之蝕刻進一步進行。藉由將此等第5步驟及第6步驟交互重複，而可防止氧化區域，即氧化矽膜之蝕刻停止。此一結果，可持續施行氧化區域之蝕刻。

【0019】

一實施形態中，第6步驟，可將被處理體暴露於稀有氣體之電漿。此一實施形態中，藉由使稀有氣體原子的離子碰撞沉積物，而使該沉積物中的氟碳化合物自由基蝕刻氧化區域。另，一實施形態之第6步驟，可實質上不供給氟碳化合物氣體。

【0020】

一實施形態之方法，可更包含在第1部分及第2部分上形成附加的保護膜之步驟；形成該附加的保護膜之步驟係在第1步驟與第2步驟之間實行。形成附加的保護膜之步驟，可實行氟碳化合物氣體之電漿處理。亦即，附加的保護膜，可為含有氟碳化合物之保護膜。影響保護膜的形成之分子的數量，在隆起區域之頂部附近變多，在形成於氧化區域的開口之深部變少。因此，保護膜之膜厚，在隆起區域的頂部附近變大，在開口的深部附近變小。因此，可進一部抑制第1部分之削切，並蝕刻殘渣及第2部分。

【0021】

一實施形態之方法，可更包含灰化步驟，實行用於將形成有該開口之被處理體上的有機物去除之灰化處理。形成附加的保護膜之步驟，可在實行灰化處理的灰化步驟、與第2步驟之間實行。

[本發明之效果]

【0022】

如同上述說明，可在SAC加工中減少覆蓋隆起區域的氮化區域之削切，並蝕刻孔洞等開口內的殘渣及基底層正上方的氮化區域。

【圖式簡單說明】

【0023】

圖1係顯示一實施形態的被處理體之處理方法的流程圖。

圖2係顯示被處理體之一例的剖面圖。

圖3係概略示意一實施形態之電漿處理裝置的圖。

圖4係顯示圖1所示的步驟S1之一實施形態的流程圖。

圖5(a)~(c)係顯示與圖4所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖6(a)~(c)係顯示與圖4所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖7(a)~(b)係顯示與圖4所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖8係顯示圖1所示的步驟S1之另一實施形態的流程圖。

圖9(a)~(b)係顯示與圖8所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖10係顯示圖1所示的步驟S3之一實施形態的流程圖。

圖11(a)~(b)係顯示與圖10所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖12係顯示圖1所示的步驟S3之另一實施形態的流程圖。

圖13(a)~(b)係顯示與圖12所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖14(a)~(b)係顯示與圖12所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖15係顯示另一實施形態的被處理體之處理方法的流程圖。

圖16(a)~(b)係顯示與圖15所示的方法之數個步驟相關的被處理體之剖面的圖。

圖17係顯示更另一實施形態的被處理體之處理方法的流程圖。

圖18係顯示更另一實施形態的被處理體之處理方法的流程圖。

圖19係顯示於實驗例1、比較實驗例1、及比較實驗例2量測出之各種尺寸的圖。

【實施方式】

【0024】

以下，參考附圖對各種實施形態詳細地說明。另，對各附圖中相同或相當之部分給予相同符號。

【0025】

圖1為，顯示一實施形態的被處理體之處理方法的流程圖。圖1所示的方法MT，係於被處理體（下稱「晶圓W」）形成開口之方法。該方法MT，於一例之中，可供在圖2所示之被處理體形成孔洞等開口所利用。

【0026】

圖2為，顯示被處理體之一例的剖面圖。圖2所示之晶圓W，具有基底層100、複數隆起區域102、氮化區域104、氧化區域106、及遮罩108。此晶圓W，例如可為在緒式電場效應電晶體之製造中獲得的產物。

【0027】

基底層100，例如可由多晶矽構成。基底層100，在一例中，為設置於基板之鰭式電場效應電晶體的鰭片區域，具有以一對側面、與在該一對側面之上端間延伸的頂面所規定之形狀。一例之中，基底層100，可具有略直方體形狀。

【0028】

複數隆起區域102，係設置為較基底層100更往上方隆起的區域。複數隆起區域102，在基底層100上之中彼此分開而設置。例如，複數隆起區域102，彼此分開而略平行地配置。此等隆起區域102，於一例中，係鰭式電場效應電晶體之閘極區域，可為多晶矽製之區域。於此一例中，隆起區域102，往與係鰭片區域之基底層100所延伸的方向垂直之方向延伸，具有以一對側面、與在該一對側面之上端間延伸的頂面所規定之形狀。例如，隆起區域102，可具有略直方體形狀。另，隆起區域102的個數若為2個以上，則可為任意個數。

【0029】

氮化區域104，由氮化矽構成，具有第1部分104a及第2部分104b。第1部分104a，設置為覆蓋隆起區域102。第1部分104a，與隆起區域102的表面接觸。此外，第2部分104b，與第1部分104a連續，在鄰接的隆起區域102間之中設置於基底層100上。

【0030】

氧化區域106，由氧化矽構成。氧化區域106，設置為覆蓋氮化區域104。亦即，氧化區域106，以覆蓋氮化區域104之方式嵌入至鄰接的隆起區域102之間，於隆起區域102及氮化區域104上方提供略平坦的面。此氧化區域106，在一例之中可為鰭式電場效應電晶體的層間絕緣層。

【0031】

於氧化區域106上，設置遮罩108。遮罩108，在鄰接的隆起區域102間的上
方中具有開口之圖案。此遮罩108，由有機膜構成。另，遮罩108，可藉由光微
影製作。

【0032】

方法MT，係供在鄰接的隆起區域102間之中形成自氧化區域106的頂面起至
到達基底層100的頂面為止之開口而利用。亦即，供在鄰接的隆起區域102之間
自對準地形成開口，例如形成孔洞而利用。以下，將形成在晶圓W的開口作為
孔洞而繼續說明。此孔洞，於一例中，可為與鰭片區域之源極或汲極連接的接
觸用之孔洞。

【0033】

以下，對可利用在方法MT之實施的電漿處理裝置加以說明。圖3為，概略
示意一實施形態之電漿處理裝置的圖。圖3所示之電漿處理裝置10，係電容耦合
型電漿蝕刻裝置，具備處理容器12。處理容器12，具有略圓筒形狀。處理容器
12，例如由鋁構成，對其內壁面施行陽極氧化處理。使此處理容器12安全接地。

【0034】

於處理容器12之底部上，設置略圓筒狀的支持部14。支持部14，例如由絕
緣材料構成。支持部14，在處理容器12內之中，自處理容器12的底部起往鉛直
方向延伸。此外，於處理容器12內，設置載置台PD。載置台PD，為支持部14所
支持。

【0035】

載置台PD，於其頂面中保持晶圓W。載置台PD，具有下部電極LE及靜電吸盤ESC。下部電極LE，具有第1板18a及第2板18b。第1板18a及第2板18b，例如由鋁等金屬構成，呈略圓盤形狀。第2板18b，設置於第1板18a上，與第1板18a電性連接。

【0036】

於第2板18b上，設置靜電吸盤ESC。靜電吸盤ESC，具有將係導電膜之電極配置在一對絕緣層或絕緣片間的構造。靜電吸盤ESC之電極，隔著開關23而與直流電源22電性連接。此靜電吸盤ESC，藉由以來自直流電源22的直流電壓所產生之庫侖力等靜電力而吸附晶圓W。藉此，靜電吸盤ESC，可保持晶圓W。

【0037】

於第2板18b的邊緣部上，以包圍晶圓W之邊緣及靜電吸盤ESC的方式配置對焦環FR。對焦環FR，係為了提高蝕刻的均一性而設置。對焦環FR，由依蝕刻對象的膜之材料而適宜選擇的材料構成，例如可由石英構成。

【0038】

於第2板18b之內部，設置冷媒流路24。冷媒流路24，構成溫度調節機構。自設置於處理容器12之外部的急冷器單元，通過配管26a對冷媒流路24供給冷媒。供給至冷媒流路24的冷媒，通過配管26b而返回至急冷器單元。如此地，以在冷媒流路24循環的方式供給冷媒。藉由控制此冷媒的溫度，而控制以靜電吸盤ESC支持之晶圓W的溫度。

【0039】

此外，於電漿處理裝置10，設置氣體供給管線28。氣體供給管線28，對靜電吸盤ESC的頂面與晶圓W的背面之間，供給來自熱傳氣體供給機構的熱傳氣體，例如He氣體。

【0040】

此外，於電漿處理裝置10，設置係加熱元件的加熱器HT。加熱器HT，例如嵌入至第2板18b內。加熱器HT，與加熱器電源HP相連接。藉由自加熱器電源HP對加熱器HT供給電力，而調整載置台PD的溫度，以調整載置於該載置台PD上之晶圓W的溫度。另，加熱器HT，亦可內建於靜電吸盤ESC。

【0041】

此外，電漿處理裝置10，具備上部電極30。上部電極30，在載置台PD之上方中，與該載置台PD對向配置。下部電極LE與上部電極30，彼此略平行地設置。於此等上部電極30與下部電極LE之間，提供用於對晶圓W施行電漿處理的處理空間S。

【0042】

上部電極30，隔著絕緣性遮蔽構件32，被支持於處理容器12之上部。一實施形態中，上部電極30，亦可構成為使載置台PD的頂面，亦即自晶圓載置面起之鉛直方向的距離為可調整。上部電極30，可具有電極板34及電極支持體36。電極板34面向處理空間S，於該電極板34設置複數氣體噴吐孔34a。此電極板34，在一實施形態中由矽構成。

【0043】

電極支持體36，以可任裝卸的方式支持電極板34，可由例如鋁等導電性材料構成。此一電極支持體36，可具有水冷構造。於電極支持體36之內部，設置

氣體擴散室36a。與氣體噴吐孔34a連通的複數氣體流通孔36b，自此氣體擴散室36a起往下方延伸。此外，於電極支持體36，形成將處理氣體引導往氣體擴散室36a的氣體導入口36c，該氣體導入口36c，與氣體供給管38相連接。

【0044】

氣體供給管38，隔著閥群42及流量控制器群44，而與氣體源群40相連接。氣體源群40，具有複數氣體源。複數氣體源，可具有氟碳化合物氣體的氣體源、氧氣（ O_2 氣體）的氣體源、稀有氣體的氣體源、惰性氣體的氣體源、 NF_3 氣體的氣體源、 NH_3 氣體的氣體源、及氫氣（ H_2 氣體）的氣體源。另，惰性氣體，可為氮氣（ N_2 氣體）。此外，稀有氣體，可為Ar氣體、He氣體等任意稀有氣體的氣體源。此外，氟碳化合物氣體，可為含有 C_4F_6 、 C_4F_8 、及 C_6F_6 中之至少任一種的氣體。

【0045】

閥群42具有複數閥，流量控制器群44具有質量流量控制器等複數流量控制器。氣體源群40之複數氣體源，各自隔著閥群42之對應的閥及流量控制器群44之對應的流量控制器，而與氣體供給管38相連接。

【0046】

此外，電漿處理裝置10中，沿著處理容器12之內壁以可任意裝卸的方式設置防沈積遮蔽構件46。防沈積遮蔽構件46，亦設置於支持部14之外周。防沈積遮蔽構件46，防止蝕刻副產物（沉積物）附著於處理容器12，可藉由將 Y_2O_3 等陶瓷被覆於鋁材而構成。

【0047】

於處理容器12的底部側，且於支持部14與處理容器12的側壁之間，設置排氣板48。排氣板48，例如，可藉由將 Y_2O_3 等陶瓷被覆於鋁材而構成。於此排氣板48之下方，且於處理容器12，設置排氣口12e。排氣口12e，藉由排氣管52而與排氣裝置50相連接。排氣裝置50，具有渦輪分子泵等真空泵，可將處理容器12內之空間減壓至期望的真空度為止。此外，於處理容器12的側壁設置晶圓W之搬出入口12g，此搬出入口12g可藉由閘閥54開閉。

【0048】

此外，電漿處理裝置10，更具備第1高頻電源62及第2高頻電源64。第1高頻電源62，為產生電漿產生用的第1高頻電力之電源，其產生27~100MHz的頻率，於一例中為40MHz的高頻電力。第1高頻電源62，隔著匹配器66而與下部電極LE相連接。匹配器66，具備用於匹配第1高頻電源62之輸出阻抗與負載側（下部電極LE側）之輸入阻抗的電路。

【0049】

第2高頻電源64，為產生用於將離子導入晶圓W的第2的高頻電力，即高頻偏壓電力的電源，其產生400kHz~13.56MHz之範圍內之頻率，於一例中為13MHz的高頻偏壓電力。第2高頻電源64，隔著匹配器68而與下部電極LE相連接。匹配器68，係用於匹配第2高頻電源64之輸出阻抗與負載側（下部電極LE側）之輸入阻抗的電路。

【0050】

此外，電漿處理裝置10，更具備電源70。電源70，與上部電極30連接。電源70，對上部電極30，施加用於將存在於處理空間S內之陽離子導入電極板34的電壓。於一例中，電源70，為產生負的直流電壓之直流電源。於另一例中，電

源70，可為產生頻率較低之交流電壓的交流電源。自電源70對上部電極施加的電壓，可為 -150V 以下的電壓。亦即，藉由電源70對上部電極30施加的電壓，可為絕對值係 150V 以上之負的電壓。若自電源70對上部電極30施加此等電壓，則存在於處理空間S之陽離子，碰撞電極板34。藉此，自電極板34釋出二次電子及／或矽。

【0051】

此外，一實施形態中，電漿處理裝置10，可更具備控制部Cnt。此一控制部Cnt，係具備處理器、記憶部、輸入裝置、顯示裝置等的電腦，控制電漿處理裝置10之各部。具體而言，控制部Cnt，與閥群42、流量控制器群44、排氣裝置50、第1高頻電源62、匹配器66、第2高頻電源64、匹配器68、電源70、加熱器電源HP、及急冷器單元相連接。

【0052】

控制部Cnt，遵循依照輸入之配方的程式而運作，發送控制訊號。藉由來自控制部Cnt的控制訊號，而可控制自氣體源群供給之氣體的選擇及流量、排氣裝置50的排氣、來自第1高頻電源62及第2高頻電源64的電力供給、來自電源70的電壓施加、加熱器電源HP的電力供給、來自急冷器單元的冷媒流量及冷媒溫度。

【0053】

再度參考圖1，對控制部Cnt之各種控制、及方法MT之各步驟詳細地說明。如圖1所示地，方法MT，首先，實行步驟S1。步驟S1，於氧化區域106，形成在鄰接的隆起區域102之間使第2部分104b露出的開口。圖4為，顯示圖1所示的步驟S1之一實施形態的流程圖。以下，參考圖4、圖5、圖6、及圖7。圖5、圖6、及圖7，為顯示與圖4所示之各步驟有關的被處理體之剖面的圖。

【0054】

如圖4所示地，一實施形態之步驟S1，包含步驟SA11～步驟SA17。步驟SA11，藉由使圖2所示之晶圓W的氧化區域106變質，而形成變質區域。具體而言，步驟SA11，將晶圓W暴露於第1氣體之電漿。該第1氣體，含有氫、氮、及氟。例如，第1氣體，可為H₂氣體、N₂氣體、及NF₃氣體的混合氣體，或NH₃氣體及NF₃氣體的混合氣體。此外，第1氣體，亦可含有Ar氣體等稀有氣體。若將晶圓W暴露於該第1氣體之電漿，則構成氧化區域106的氧化矽，變質為矽氟化銨（(NH₄)₂SiF₆）。藉此，如圖5的（a）所示地，使氧化區域106之至少一部分變質為變質區域106a。

【0055】

利用電漿處理裝置10施行步驟SA11之情況，控制部Cnt，控制閥群42及流量控制器群44，以自氣體源群40供給上述之第1氣體。此外，控制部Cnt，為了激發第1氣體，而控制第1高頻電源62以對下部電極LE供給高頻電力。

【0056】

步驟SA11中，將處理容器12內的壓力，例如設定為400mTorr～600mTorr（53.33Pa～79.99Pa）的壓力。此外，將自第1高頻電源62供給的高頻電力，例如設定為800W～1200W之間的電力。另，步驟SA11，亦可不供給來自第2高頻電源64的高頻偏壓電力。此外，作為第1氣體，在使用H₂氣體、N₂氣體、及NF₃氣體的混合氣體之情況，將該混合氣體中之NF₃氣體與H₂氣體的分壓，控制為1：2～1：10之範圍內的分壓，例如1：2.5的分壓。另，將晶圓W的溫度，控制為60℃以下的溫度，例如0℃的溫度。因此，控制部Cnt，可控制電漿處理裝置10之

加熱器電源HP，而調整載置台PD的溫度。此外，步驟SA11的處理時間，可設定為30秒～60秒。

【0057】

接著，一實施形態之步驟S1，施行步驟SA12。步驟SA12，將變質區域106a去除。一例之中，藉由將晶圓W加熱，而去除變質區域106a。此一例子中，可將晶圓W，加熱至例如60℃～250℃之溫度範圍內的溫度。於電漿處理裝置10中將晶圓W加熱之情況，控制部Cnt，藉由控制加熱器電源HP，而調整載置台PD的溫度。藉此，將晶圓W加熱。另，步驟SA12，亦可利用與電漿處理裝置10不同的加熱處理裝置將晶圓W加熱。

【0058】

此外，步驟SA12的另一例之中，藉由對晶圓W照射二次電子而將變質區域106a去除。利用電漿處理裝置10實行此例之步驟SA12的情況，自氣體源群40對處理容器12內供給惰性氣體或稀有氣體，並藉由排氣裝置50將處理容器12內的壓力減壓至設定值。另，步驟SA12所使用的氣體，為可藉由激發該氣體而產生陽離子的氣體。因此，步驟SA12，可使用H₂氣體。此外，此例之步驟SA12，自電源70對電漿處理裝置10之上部電極30施加電壓。此外，此例之步驟SA12，為了激發氣體，而自第1高頻電源62對下部電極LE供給高頻電力。藉此，在處理容器12內產生陽離子。另，此例之步驟SA12，亦可因應必要，對下部電極LE供給來自第2高頻電源64的高頻偏壓電力。

【0059】

利用二次電子之步驟SA12中，將處理容器12內的壓力，例如設定為40mTorr～60mTorr（5.33Pa～7.99Pa）的壓力。將自第1高頻電源62供給的高頻電力，例

第 17 頁，共 42 頁(發明說明書)

如設定為200W~400W之間的電力。此外，亦可不供給來自第2高頻電源64的高頻偏壓電力。此外，自電源70對電漿處理裝置10之上部電極30施加的電壓，可為其絕對值係1000V之負的直流電壓。另，步驟SA12中對上部電極30施加之負的直流電壓的絕對值，至少為500V以上即可，例如可設定為800V~1200V之範圍內的絕對值。此外，供給Ar氣體作為稀有氣體之情況，該Ar氣體的流量可設定為300sccm~500sccm之範圍內的流量。另，將晶圓W的溫度，控制為60℃以下的溫度，例如，40℃。此外，處理時間，可設定為20秒~40秒。

【0060】

若依此等例子之步驟SA12，則使變質區域106a之矽氟化銨昇華。此一結果，如圖5的(b)所示地，將變質區域106a去除。

【0061】

將此等步驟SA11及步驟SA12交互實行既定次數（例如7次），直至氮化區域104的頂面露出為止。步驟SA13，判定步驟SA11及步驟SA12之重複次數是否滿足停止條件。亦即，步驟SA13，判定步驟SA11及SA12是否已實行既定次數。在尚未滿足此一停止條件之情況，再度重複步驟SA11及步驟SA12。另一方面，在滿足停止條件之情況，將處理轉移至步驟SA14。如此地重複步驟SA11及步驟SA12，結果如圖5的(c)所示地，將氧化區域106部分地去除，使氮化區域104，即第1部分104a的頂面露出。此等步驟SA11及步驟SA12之處理，可對氮化區域104以較高的選擇比去除氧化區域106。因此，可抑制氮化區域104的損傷。

【0062】

接著，步驟S1，實行步驟SA14。步驟SA14，於氮化區域104及氧化區域106上形成保護膜。此一步驟SA14，以使形成在氮化區域104上的保護膜之厚度，較形成在氧化區域106上的保護膜之厚度變得更厚的方式，調整保護膜之形成。

【0063】

具體而言，步驟SA14，將晶圓W暴露於第2氣體之電漿。第2氣體，可為含有氟碳化合物氣體的氣體。氟碳化合物氣體，可為含有 C_4F_6 、 C_4F_8 、及 C_6F_6 中之至少任一種的氣體。此外，第2氣體，可進一步含有Ar氣體等稀有氣體、及 O_2 氣體。步驟SA14，調整使對下部電極LE供給之高頻偏壓電力，成為較在後述步驟SA15中對下部電極LE供給之高頻偏壓電力更小的電力。例如，步驟SA14，不對下部電極LE供給高頻偏壓電力。藉此，氮化區域104之蝕刻率變低，實質上未蝕刻氮化區域104。

【0064】

此外，步驟SA14，將晶圓W的溫度設定為 60°C 以上 250°C 以下的溫度。藉此，如圖6的(a)所示地，於氮化區域104及氧化區域106上形成氟碳化合物系的保護膜PF，使氮化區域104上的保護膜PF之厚度，較氧化區域106上的保護膜PF之厚度更厚。另，超過 250°C 之溫度範圍，成為遮罩108的玻璃轉移溫度，此外，該溫度中，形成於氧化區域106的保護膜之厚度與氮化區域104的保護膜之厚度的差變少。此外，在較 60°C 更低的溫度中，形成於氧化區域106的保護膜之厚度與氮化區域104的保護膜之厚度的差亦變少。

【0065】

利用電漿處理裝置10施行步驟SA14之情況，控制部Cnt，控制閥群42及流量控制器群44，以自氣體源群40供給第2氣體。此外，控制部Cnt，控制第1高頻電

源62以對下部電極LE供給高頻電力。另，控制部Cnt，控制第2高頻電源64，以使高頻偏壓電力成為低電力，例如不供給高頻偏壓電力。此外，控制部Cnt，藉由控制電漿處理裝置10之加熱器電源HP，而調整載置台PD的溫度，藉此調整晶圓W的溫度。

【0066】

例如，步驟SA14，將處理容器12內的壓力，設定為10mTorr～30mTorr（1.333Pa～4Pa）的壓力。此外，步驟SA14中，自第1高頻電源62，對下部電極LE供給60MHz且為500W～2000W的高頻電力。此外，將第2氣體中之C₄F₆氣體、Ar氣體、O₂氣體的流量，分別設定為15sccm～25sccm的流量、500sccm～600sccm的流量、10sccm～20sccm的流量。此外，步驟SA14的處理時間，可為10秒～20秒。

【0067】

接著，步驟S1，實行步驟SA15。步驟SA15，蝕刻氧化區域106。本例中，蝕刻存在於鄰接的隆起區域102之間的氧化區域106。

【0068】

具體而言，步驟SA15，暴露於第3氣體之電漿。第3氣體，為含有氟碳化合物氣體的氣體。氟碳化合物氣體，可為含有C₄F₆、C₄F₈、及C₆F₆中之至少任一種的氣體。此外，第3氣體，可進一步含有Ar氣體等稀有氣體、及O₂氣體。步驟SA15，對下部電極LE供給較高的高頻偏壓電力。藉此，如圖6的（b）所示地，蝕刻上方形成有較薄的保護膜PF之氧化區域106。

【0069】

利用電漿處理裝置10施行步驟SA15之情況，控制部Cnt，控制閥群42及流量控制器群44，以自氣體源群40供給第3氣體。此外，控制部Cnt，控制第1高頻電源62以對下部電極LE供給高頻電力。另，控制部Cnt，控制第2高頻電源64以對下部電極LE供給高頻偏壓電力。

【0070】

例如，步驟SA15，將處理容器12內的壓力，設定為10mTorr～30mTorr（1.333Pa～4Pa）的壓力。此外，步驟SA15中，自第1高頻電源62，對下部電極LE供給60MHz且為500W～2000W的高頻電力。另，步驟SA15，自第2高頻電源64，對下部電極LE供給1000W～2000W的高頻偏壓電力。此外，將第3氣體中之C₄F₆氣體、Ar氣體、O₂氣體的流量，分別設定為15sccm～25sccm的流量、500sccm～600sccm的流量、10sccm～20sccm的流量。此外，步驟SA15的處理時間，可為10秒～30秒。另，步驟SA15中之晶圓W的溫度，可與步驟SA14中之晶圓W的溫度為相同溫度，抑或為較步驟SA14的晶圓W的溫度更低之溫度亦可。

【0071】

將此等步驟SA14及步驟SA15交互實行既定次數。步驟SA16，判定步驟SA14及步驟SA15之重複次數是否滿足停止條件。亦即，步驟SA16，判定步驟SA14及SA15是否已實行既定次數。在尚未滿足此一停止條件之情況，再度重複步驟SA14及步驟SA15。另一方面，在滿足停止條件之情況，結束步驟SA14及步驟SA15的實行。藉由如此地將步驟SA14及步驟SA15交互實行既定次數，而如圖6的（c）所示地，將存在於鄰接的隆起區域102之間的氧化區域106，蝕刻至某一深度為止。另，圖6的（c）中，氧化區域106之蝕刻雖未到達至氮化區域104之

第2部分104b的頂面，但步驟SA14及步驟SA15，可實行氧化區域106之蝕刻直至到達第2部分104b的頂面為止。

【0072】

若依此等步驟SA14及步驟SA15，則可抑制緊接在露出後而尚未形成保護膜的氮化區域104之削切，並蝕刻氧化區域106。若將此步驟SA14及步驟SA15實行既定次數，則在氮化區域104上維持保護膜PF。此外，含有氟碳化合物的氣體之蝕刻，使往氧化區域106上的保護膜之形成及氧化區域106之蝕刻同時進行。因此，在將步驟SA14及步驟SA15實行既定次數後，藉由實行與步驟SA15相同的蝕刻，而可進一步蝕刻氧化區域106。藉此，可提高氧化區域106之蝕刻率。

【0073】

具體而言，接續步驟SA16，可實行步驟SA17。步驟SA17，以與步驟SA15同樣的條件，使存在於鄰接的隆起區域102之間的氧化區域106之蝕刻進展。利用電漿處理裝置10施行此一步驟SA17之情況，控制部Cnt，可實行與步驟SA15中之控制相同的控制。若施行此一步驟SA17則如圖7的(a)所示地，於晶圓W，形成使第2部分104b露出的開口OP。然則，如圖7的(a)所示地，在被第2部分104b與第1部分104a包圍的角落部，殘留由氧化矽構成之殘渣106b。關於此等殘渣106b的去除將於後述內容說明。

【0074】

以下，對步驟S1之另一實施形態加以說明。圖8為，顯示圖1所示的步驟S1之另一實施形態的流程圖。如圖8所示地，另一實施形態中，步驟S1，除了上述步驟SA11、步驟SA12、及步驟SA13以外，更包含步驟SB14及步驟SB15。以下，

參考圖8與圖9，對步驟SB14及步驟SB15加以說明。圖9為，顯示與圖8所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

【0075】

圖8所示之步驟S1，藉由將步驟SA11及步驟SA12實行既定次數，而使晶圓W，成為圖5的(c)所示之狀態。圖8所示之步驟S1，對此一狀態的晶圓W，將步驟SB14及步驟SB15實行既定次數。

【0076】

步驟SB14，使晶圓W暴露於含有氟碳化合物氣體的第4氣體之電漿。步驟SB14，藉由激發第4氣體而產生電漿，將晶圓W暴露於所產生的電漿。第4氣體，為含有氟碳化合物氣體的氣體。氟碳化合物氣體，可為含有 C_4F_6 、 C_4F_8 、及 C_6F_6 中之至少任一種的氣體。此外，第4氣體，可進一步含有Ar氣體等稀有氣體、及 O_2 氣體。

【0077】

利用電漿處理裝置10實行步驟SB14之情況，自氣體源群40對處理容器12內供給第4氣體。此外，步驟SB14，對下部電極LE供給來自第1高頻電源62的高頻電力。另，步驟SB14，可對下部電極LE供給來自第2高頻電源64的高頻偏壓電力。此外，步驟SB14，藉由排氣裝置50將處理容器12內之空間的壓力設定為既定壓力。例如，將處理容器12內之空間的壓力，設定為20mTorr (2.666Pa) ~ 50mTorr (6.666Pa) 之範圍內的壓力。進一步，步驟SB14，將上部電極30與載置台PD的頂面之間的距離，設定為20mm~50mm之範圍內的距離。藉此，在處理容器12內產生氟碳化合物氣體之電漿，使載置在載置台PD上的晶圓W暴露於該電漿。另，步驟SB14，亦可對上部電極30施加來自電源70的電壓。藉由電源

70對上部電極30施加的電壓，可為-150V以下的電壓。亦即，藉由電源70對上部電極30施加的電壓，可為絕對值係150V以上之負的電壓。實行此一步驟SB14時之電漿處理裝置10其各部的動作，可藉由控制部Cnt控制。

【0078】

步驟SB14，於一開始使源自氟碳化合物之原子及／或分子的活性種，例如氟及／或氟碳化合物的活性種，碰撞具有圖5的(c)所示之狀態的晶圓W之氧化區域106。藉此，步驟SB14，蝕刻氧化區域106。此外，步驟SB14中，如圖9的(a)所示地，含有氟碳化合物的沉積物附著於氧化區域106。藉此，於氧化區域106上形成含有氟碳化合物的沉積物DP。此沉積物DP之膜厚，隨著步驟SB14之實行時間的經過而增加。

【0079】

此外，步驟SB14，亦於一開始使源自氟碳化合物之原子及／或分子的活性種，例如氟及／或氟碳化合物的活性種，碰撞圖5的(c)所示之晶圓W的氮化區域104。若此等活性種碰撞氮化區域104，則如圖9的(a)所示地，可將自氮化區域104的表面起某一深度之表層部分改質，而形成改質區域TR。改質區域TR，具有構成氮化區域104的矽與氮、及第4氣體所含有的原子及／或分子。例如，改質區域TR，除了矽及氮以外，可更具有第4氣體所含有的碳、氟、及氧。此外，步驟SB14，於改質區域TR上形成沉積物DP。

【0080】

另，在步驟SB14中對上部電極30施加來自電源70的電壓之情況，存在於處理空間S的陽離子，碰撞電極板34。藉此，自電極板34釋出矽。釋出的矽，與存在於處理空間S內之氟的活性種，例如氟自由基及氟離子結合，而減少氟之活性

種的量。藉此，抑制氟的活性種所產生之氮化區域104的蝕刻。另一方面，氧化區域106係藉由電漿中之氟碳化合物的活性種蝕刻。

【0081】

若因此等步驟SB14之處理而形成的沉積物DP之膜厚變厚，則該沉積物DP將阻礙可蝕刻氧化區域106之活性種到達氧化區域106。因此，若連續持續步驟SB14，則氧化區域106之蝕刻停止。為了防止此等蝕刻的停止，接著實行步驟SB15。

【0082】

步驟SB15，以沉積物DP所含有的氟碳化合物之自由基蝕刻氧化區域106。一實施形態之步驟SB15，將步驟SB14之處理後的晶圓W，暴露於稀有氣體之電漿。此步驟SB15的處理時間與SB14的處理時間可任意設定。一實施形態中，步驟SB14的處理時間，在步驟SB14的處理時間與步驟SB15的處理時間之合計中所占的比例，可設定為30%~70%之範圍內的比例。

【0083】

利用電漿處理裝置10實行步驟SB15之情況，自氣體源群40供給稀有氣體。此外，步驟SB15，可在稀有氣體以外更供給氧氣（O₂氣體），抑或不供給氧氣亦可。另，步驟SB15，對下部電極LE供給來自第1高頻電源62的高頻電力。此外，步驟SB15，可對下部電極LE供給來自第2高頻電源64的高頻偏壓電力。另外，步驟SB15，藉由排氣裝置50將處理容器12內之空間的壓力設定為既定壓力。例如，將處理容器12內之空間的壓力，設定為20mTorr（2.666Pa）~50mTorr（6.666Pa）之範圍內的壓力。進一步，步驟SB15，將上部電極30與載置台PD的頂面之間的距離，設定為20mm~50mm之範圍內的距離。藉此，在處理容器12

內產生稀有氣體之電漿，使載置在載置台PD上的晶圓W暴露於該電漿。另，步驟SB15，亦可對上部電極30施加來自電源70的電壓。藉由電源70對上部電極30施加的電壓，可為-150V以下的電壓。亦即，藉由電源70對上部電極30施加的電壓，可為絕對值係150V以上之負的電壓。實行此一步驟SB15時之電漿處理裝置10其各部的動作，可藉由控制部Cnt控制。

【0084】

步驟SB15，使稀有氣體原子的活性種，例如稀有氣體原子的離子，碰撞沉積物DP。藉此，如圖9的(b)所示地，沉積物DP中的氟碳化合物自由基，使氧化區域106之蝕刻進行。此外，藉由此一步驟SB15，減少沉積物DP之膜厚。另，步驟SB15，如圖9的(b)所示地，亦減少氮化區域104上的沉積物DP之膜厚。然則，於氮化區域104上存在有改質區域TR，故氮化區域104的蝕刻受到抑制。

【0085】

另，在步驟SB15中對上部電極30施加來自電源70的電壓之情況，存在於處理空間S的陽離子，碰撞電極板34。藉此，自電極板34釋出矽。在步驟SB15之實行期間中，可不去除在步驟SB14中產生的氟之活性種而使其殘留於處理容器12內。自電極板34釋出的矽，與存在於處理空間S內之氟的活性種結合，減少氟之活性種的量。藉此，抑制氟的活性種所產生之氮化區域104的蝕刻。另一方面，氧化區域106係藉由沉積物DP中的氟碳化合物自由基蝕刻。此外，在步驟SB15中未供給氧氣之情況，可對氮化區域104進一步選擇性地蝕刻氧化區域106。

【0086】

圖8所示之步驟S1，在實行步驟SB15後，再度實行步驟SB14。藉由實行上一個步驟SB15而減少沉積物DP之膜厚，故若再度實行步驟SB14而將晶圓W暴露

於第4氣體之電漿，則可防止進一步蝕刻氧化區域106。而後，藉由進一步實行步驟SB15，而可藉由沉積物DP中的氟碳化合物自由基蝕刻蝕刻氧化區域106

【0087】

圖8所示之步驟S1，在步驟SB16中判定是否滿足停止條件。停止條件，例如當具有步驟SB14及SB15的週期之重複次數達到既定次數時，被判定為滿足。在尚未滿足此一停止條件之情況，再度實行具有步驟SB14及SB15的週期。另一方面，在滿足停止條件之情況，結束步驟S1。

【0088】

若依圖8所示之步驟S1，則藉由將步驟SB14及步驟SB15交互實行複數次，而可防止氧化區域106之蝕刻的停止。此一結果，可繼續氧化區域106之蝕刻。進一步，可對氮化區域104選擇性地蝕刻氧化區域106。藉由實行此一步驟S1，而使晶圓W，成為圖7的（a）所示之狀態。

【0089】

再度參考圖1。方法MT，接著實行步驟S2。步驟S2，將遮罩108去除。遮罩108，係藉由使用氧氣之電漿的灰化處理而去除。此一步驟S2，將沉積於晶圓W上的沉積物，即含有氟碳化合物的沉積物亦去除。亦即，步驟S2，去除晶圓W上之有機物。藉由此一步驟S2，而使晶圓W成為圖7的（b）所示之狀態。於電漿處理裝置10中實行步驟S2之情況，控制部Cnt，控制閥群42及流量控制器群44，以對處理容器12內供給氧氣。此外，控制部Cnt，為了激發供給至處理容器12內的氣體，而控制第1高頻電源62以對下部電極LE供給高頻電力。另，控制部Cnt，亦可控制第2高頻電源64以對下部電極LE供給高頻偏壓電力。

【0090】

方法MT，接著實行步驟S3。步驟S3，蝕刻殘渣106b及第2部分104b。因此，將晶圓W，暴露於具有含氫氣體及NF₃氣體的混合氣體之電漿。藉此，形成變質區域。而後，將變質區域去除。

【0091】

以下，參考圖10及圖11，對步驟S3之一實施形態詳細地說明。圖10為，顯示圖1所示的步驟S3之一實施形態的流程圖。圖11為，顯示與圖10所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

【0092】

如圖10所示地，一實施形態之步驟S3，包含步驟SA21及步驟SA22。步驟SA21，使圖7的（b）所示之狀態的晶圓W，暴露於含有H₂氣體及NF₃氣體的第5氣體（混合氣體）之電漿。此第5氣體，可進一步含有N₂氣體、及Ar氣體等稀有氣體。此一步驟SA21，藉由產生第5氣體之電漿，而產生氟化銨、氟的活性種、及HF的活性種。氟化銨與構成殘渣106b的氧化矽反應。藉此，如圖11的（a）所示地，構成殘渣106b的氧化矽變質為矽氟化銨，從該殘渣106b形成變質區域106c。此外，HF的活性種與構成第2部分104b的氮化矽反應。藉此，使構成第2部分104b的氮化矽變質為矽氟化銨，從該第2部分104b形成變質區域104c。

【0093】

利用電漿處理裝置10施行步驟SA11之情況，控制部Cnt，控制閥群42及流量控制器群44以自氣體源群40供給第5氣體。此外，控制部Cnt，為了激發第5氣體，控制第1高頻電源62以對下部電極LE供給高頻電力。

【0094】

步驟SA21中，將處理容器12內的壓力，例如設定為400mTorr～600mTorr（53.33Pa～79.99Pa）的壓力。此外，將自第1高頻電源62供給的高頻電力，例如設定為800W～1200W之間的電力。此外，步驟SA21，亦可不供給來自第2高頻電源64的高頻偏壓電力。此外，將第5氣體中之 NF_3 氣體與 H_2 氣體的分壓，控制為1：2～1：10之範圍內的分壓，例如1：2.5的分壓。另，將晶圓W的溫度，控制為60℃以下的溫度，例如0℃的溫度。因此，控制部Cnt，可控制電漿處理裝置10之加熱器電源HP，而調整載置台PD的溫度。此外，步驟SA21的處理時間，可設定為30秒～60秒。

【0095】

接著的步驟SA22，將變質區域106c及變質區域104c去除。為了去除變質區域106c及變質區域104c而施行之處理，與上述步驟SA12相同。此外，在利用電漿處理裝置10實行步驟SA22之情況，控制部Cnt，實行與步驟SA12中之控制相同的控制。藉由實行此一步驟SA22，如圖11的（b）所示地形成孔洞HL，該孔洞HL自氧化區域106頂面起通過鄰接的隆起區域102之間而到達至基底層100的頂面為止。

【0096】

可將此等步驟SA21及步驟SA22，交互實行既定次數。步驟SA23，判定步驟SA21及步驟SA22之重複次數是否滿足停止條件。亦即，步驟SA23，判定步驟SA21及SA22是否已實行既定次數。在尚未滿足此一停止條件之情況，再度重複步驟SA21及步驟SA22。另一方面，在滿足停止條件之情況，結束步驟S3。亦即，結束方法MT。

【0097】

另，過去所使用的氟碳化合物氣體之電漿，無法將殘渣106b去除，故第1部分104a，特別是第1部分104a的肩部104s（參考圖11的（b）），被氟的活性種或HF的活性種大幅度地削去，直至將第2部分104b去除為止。另一方面，若依圖10所示之實施形態的步驟S3，則將殘渣106b去除，故可減少第1部分104a，特別是肩部104s之削切。此外，若依圖10所示之實施形態的步驟S3，則可將殘渣106b及第2部分104b一併去除。

【0098】

以下，參考圖12、圖13、及圖14，對步驟S3的另一實施形態詳細地說明。圖12為，顯示圖1所示的步驟S3之另一實施形態的流程圖。圖13及圖14為，顯示與圖12所示之各步驟相關的被處理體之剖面的圖。

【0099】

如圖12所示地，一實施形態之步驟S3，包含步驟SB21～步驟SB26。步驟SB21，使圖7的（b）所示之狀態的晶圓W，暴露於含有 NH_3 氣體及 NF_3 氣體的第6氣體（混合氣體）之電漿。此第6氣體，可進一步含有Ar氣體等稀有氣體。藉由此一步驟SB21，如圖13的（a）所示地，構成殘渣106b的氧化矽變質為矽氟化銨，形成變質區域106c。

【0100】

相較於上述第5氣體，即 H_2 氣體及 NF_3 氣體，第6氣體，即含有 NH_3 氣體及 NF_3 氣體的氣體，可藉由產生低解離之電漿而製造氟化銨。因此，相較於第5氣體，若藉由第6氣體，則減少電漿中之氟的活性種及HF的活性種之產生量。此一結果，可抑制第2部分104b之變質及削切，並使殘渣106b變質，以形成變質區域106c。

【0101】

利用電漿處理裝置10施行步驟SB21之情況，控制部Cnt，控制閥群42及流量控制器群44以自氣體源群40供給第6氣體。此外，控制部Cnt，為了激發第6氣體，而控制第1高頻電源62以對下部電極LE供給高頻電力。

【0102】

步驟SB21中，將處理容器12內的壓力，例如設定為400mTorr～600mTorr（53.33Pa～79.99Pa）的壓力。此外，將自第1高頻電源62供給的高頻電力，例如設定為800W～1200W之間的電力。此外，步驟SB21，亦可不供給來自第2高頻電源64的高頻偏壓電力。另，將晶圓W的溫度，控制為60℃以下的溫度，例如0℃的溫度。因此，控制部Cnt，可控制電漿處理裝置10之加熱器電源HP，而調整載置台PD的溫度。此外，步驟SB21的處理時間，可設定為30秒～60秒。

【0103】

接著的步驟SB22，將變質區域106c去除。為了去除變質區域106c而施行之處理，與上述步驟SA12相同。此外，在利用電漿處理裝置10實行步驟SB22之情況，控制部Cnt，實行與步驟SA12中之控制相同的控制。藉由實行此一步驟SB22，而如圖13的（b）所示地，將變質區域106c去除。亦即，將殘渣106b去除。

【0104】

可將此等步驟SB21及步驟SB22，交互實行既定次數。步驟SB23，判定步驟SB21及步驟SB22之重複次數是否滿足停止條件。亦即，步驟SB23，判定步驟SB21及SB22是否已實行既定次數。在尚未滿足此一停止條件之情況，再度重複步驟SB21及步驟SB22。另一方面，在滿足停止條件之情況，將處理轉移至步驟SB24。

【0105】

步驟SB24，將圖13的（b）所示之狀態的晶圓W，暴露於第5氣體之電漿。步驟SB24的處理，為與上述步驟SA21相同的處理。藉由實行此一步驟SB24，使構成第2部分104b的氮化矽變質為矽氟化銨。藉此，如圖14的（a）所示地，從第2部分104b形成變質區域104c。

【0106】

接著的步驟SB25，將變質區域104c去除。為了去除變質區域104c而施行之處理，與上述步驟SA12相同。此外，在利用電漿處理裝置10實行步驟SB25之情況，控制部Cnt，實行與步驟SA12中之控制相同的控制。藉由實行此一步驟SB25，而如圖14的（b）所示地，將變質區域104c去除。亦即，將第2部分104b去除。此一結果，如圖14的（b）所示地，自對準地形成孔洞HL，孔洞HL自氧化區域106的頂面起通過鄰接的隆起區域102之間而到達至基底層100的頂面為止。

【0107】

若依圖12所示之實施形態的步驟S3，則在去除殘渣106b時，使用藉由產生低解離狀態之電漿而可製造氟化銨的第6氣體。因此，可抑制施行殘渣106b的去除之期間中的第1部分104a之削切。接著，藉由使用含有 H_2 氣體及 NF_3 氣體的第5氣體，而可提高第2部分104b之蝕刻率。因此，若依圖12所示之實施形態的步驟S3，則可進一步減少第1部分104a之削切，並去除殘渣106b及第2部分104b。

【0108】

以下，參考圖15，並對另一實施形態的被處理體之處理方法加以說明。圖15為，顯示另一實施形態的被處理體之處理方法的流程圖。圖16為，顯示與圖

15所示的方法之數個步驟相關的被處理體之剖面的圖。圖15所示的方法MT2，於具有在步驟S2與步驟S3之間實行的步驟S4之點上，與方法MT相異。

【0109】

步驟S4，於第1部分104a及第2部分104b上形成保護膜PF2。為了形成此一保護膜PF2，步驟S4，產生含有氟碳化合物氣體的處理氣體之電漿，並將實行步驟S2後的晶圓W，亦即圖7的(b)所示之晶圓W，以該電漿處理。作為氟碳化合物氣體，使用含有 C_4F_6 、 C_4F_8 、 C_6F_6 、 C_3F_8 、及 C_5F_8 中之至少任一種的氣體。此外，步驟S4所使用的處理氣體，可更含有Ar氣體等稀有氣體。相對於此處理氣體的總流量之氟碳化合物氣體的流量之比例，可為1%以下之比例，剩餘之比例可為稀有氣體。另，步驟S4中供形成保護膜PF2而使用的處理氣體，可含有氫氟碳化合物氣體、或含矽氣體，以取代氟碳化合物氣體。作為氫氟碳化合物氣體，例示含有 CH_2F_2 或 CHF_3 之氣體。此外，作為含矽氣體，例示含有 SiF_4 與 H_2 的氣體，或含有 $SiCl_4$ 與 H_2 的氣體。

【0110】

利用電漿處理裝置10施行步驟S4之情況，控制部Cnt，控制閥群42及流量控制器群44，以自氣體源群40供給含有氟碳化合物氣體的處理氣體。另外，控制部Cnt，控制第1高頻電源62以對下部電極LE供給高頻電力。此外，控制部Cnt，控制第2高頻電源64，以使高頻偏壓電力成為低電力，例如不供給高頻偏壓電力。另，例如，在步驟S4中對下部電極LE供給的高頻電力，可為500W；步驟S4中之處理容器12內的壓力，可為30mTorr (4Pa)。

【0111】

步驟S4，如圖16的（a）所示地，藉由氟碳化合物的分子，在第1部分104a、第2部分104b、及殘渣106b上，形成保護膜PF2。影響保護膜PF2的形成之分子的數量，在隆起區域102的頂部附近，即開口OP的開口端附近變多，在開口OP的深部變少。因此，保護膜PF2之膜厚，在隆起區域102的頂部附近變厚，在開口OP的深部附近變薄。亦即，第1部分104a上保護膜PF2之膜厚變厚，殘渣106b及第2部分104b上保護膜PF2之膜厚變薄。

【0112】

方法MT2，在形成此一保護膜PF2後，實行步驟S3。如同上述，第1部分104a上保護膜PF2之膜厚較厚，殘渣106b及第2部分104b上保護膜PF2之膜厚較薄，故在實行步驟S3時，形成於第2部分104b及殘渣106b上的保護膜PF2，在前期消失，而蝕刻殘渣106b及第2部分104b。另一方面，形成於第1部分104a上的保護膜PF2，在步驟S3的實行期間中維持。因此，如圖16的（b）所示地，更為抑制步驟S3之實行所造成的第1部分104a之削切，特別是肩部104s之削切。

【0113】

另，將步驟S4之實行、與具有步驟S3中的變質區域之形成及變質區域之去除的程序其1次以上之實行，交互施行。圖17及圖18，顯示更另一實施形態的被處理體之處理方法的流程圖。圖17所示的方法MT3，在實行步驟S4後，將具有參考圖10而說明之步驟SA21及步驟SA22的程序SQ之實行，施行1次以上。方法MT3，將步驟S4之實行、與1次以上的程序SQ之實行，交互施行既定次數。步驟S5中在判定為未滿足停止條件，亦即步驟S4之實行與1次以上的程序SQ之實行的交互重複次數未達到既定次數之情況，再度實行步驟S4。另一方面，步驟S5中，

在判定為滿足停止條件，亦即步驟S4之實行與1次以上的程序SQ之實行的交互重複次數達到既定次數之情況，結束方法MT3。

【0114】

圖18所示的方法MT4，在實行步驟S4後，將具有參考圖12而說明之步驟SB21及步驟SB22的程序SQ1之實行，施行1次以上。方法MT4，將步驟S4之實行、與1次以上的程序SQ1之實行，交互施行既定次數。步驟S6中，在判定為未滿足停止條件，亦即步驟S4之實行與1次以上的程序SQ1之實行的交互重複次數未達到既定次數之情況，再度實行步驟S4。另一方面，步驟S6中，在判定為滿足停止條件，亦即步驟S4之實行與1次以上的程序SQ1之實行的交互重複次數達到既定次數之情況，將步驟S4之實行、及具有參考圖12而說明之步驟SB24及步驟SB25的程序SQ2其1次以上之實行，交互施行既定次數。步驟S7中，在判定為未滿足停止條件，亦即，步驟S4之實行與1次以上的程序SQ2之實行的交互重複次數未達到既定次數之情況，再度實行步驟S4。另一方面，步驟S7中，在判定為滿足停止條件，亦即，步驟S4之實行與1次以上的程序SQ2之實行的交互重複次數，達到既定次數之情況，結束方法MT4。

【0115】

以下，對用於評價上述各種實施形態之方法而施行的實驗例1加以說明。此一實驗例1，利用圖3所示之電漿處理裝置10，將圖2所示之晶圓W作為處理對象，而施行圖1、圖4、及圖10所示的方法MT之處理。以下顯示圖10所示之各步驟的實驗例1中之處理條件。

<處理條件>

・ 步驟SA21

NF_3 氣體流量 / H_2 氣體流量 / N_2 氣體流量 / Ar 氣體流量 = 120sccm /
300sccm / 300sccm / 1000sccm

第1高頻電源62的高頻電力：1000W

晶圓W的溫度：0℃

處理時間：45秒

・步驟SA22

晶圓W的溫度：180℃

處理時間：60秒

・步驟SA21與步驟SA22的實行次數：5次

【0116】

此外，在比較實驗例1及比較實驗例2中，對相同的晶圓W，取代實驗例1之步驟SA21及步驟SA22，而分別施行以下所示的處理條件之步驟S101、步驟S102。

<比較實驗例1之步驟S101的處理條件>

C_4F_8 氣體流量 / Ar 氣體流量 / N_2 氣體流量 / O_2 氣體流量 = 120sccm /
300sccm / 300sccm / 1000sccm

第1高頻電源62的高頻電力：400W

第2高頻電源64的高頻偏壓電力：50W

處理時間：30秒

<比較實驗例2之步驟S102的處理條件>

CH_2F_2 氣體流量 / Ar 氣體流量 / O_2 氣體流量 = 30sccm / 600sccm / 14sccm

第1高頻電源62的高頻電力：200W

第2高頻電源64的高頻偏壓電力：200W

處理時間：10秒

【0117】

而後，量測實驗例1、比較實驗例1、及比較實驗例2各自之處理後的晶圓W之各種尺寸，即圖19所示之各種尺寸。具體而言，量測：寬度CD、削切量 $\Delta y1$ 、削切量 $\Delta y2$ 、及蝕刻量EA。另，寬度CD，係開口OP在第2部分104b的頂面所存在之位置中，亦即氧化區域106的底面所存在之位置中的寬度。此外，削切量 $\Delta y1$ ，係自開口OP之中心線CA算起往與該中心線CA垂直的方向40nm之位置中的第1部分104a之削切量；實驗例1為藉由步驟SA21及步驟SA22之處理所產生的第1部分104a之削切量，比較實驗例1為藉由步驟S101之處理所產生的第1部分104a之削切量，比較實驗例1為藉由步驟S102之處理所產生的第1部分104a之削切量。此外，蝕刻量EA，係往深度方向蝕刻第2部分104b之距離。

【0118】

於表1顯示量測結果。如表1所示地，確認若依實驗例1，則可去除殘渣106b而將開口OP之寬度CD增大，可大幅度地蝕刻第2部分104b，並可減少第1部分104a之削切。另一方面，比較實驗例1，為殘渣106b之去除不完全的結果，開口OP之寬度CD變小。此外，比較實驗例1中，第1部分104a被大幅度地削去。另，比較實驗例2中，第2部分104b之蝕刻量變小。因此，自此等量測結果來看，確認方法MT的有效性。

【表1】

	$\Delta y1(\text{nm})$	$\Delta y2(\text{nm})$	第2部分的蝕刻量EA(nm)	CD(nm)
實驗例	6.0	8.5	8.8	13.5
比較實驗例1	26.6	30.0	6.3	8.9
比較實驗例2	7.6	10.1	4.8	10.3

【0119】

以下，對實驗例2及實驗例3加以說明。實驗例2，將具備氮化矽製之區域及氧化矽製之區域的晶圓暴露於第5氣體之電漿，接著，將變質區域去除。此外，實驗例3，將具備氮化矽製之區域及氧化矽製之區域的晶圓暴露於第6氣體之電漿，而後，將變質區域去除。以下，記錄實驗例2及實驗例3的處理條件。

<實驗例2的處理條件>

• 第5氣體所進行之電漿處理

NF_3 氣體流量 / H_2 氣體流量 / N_2 氣體流量 / Ar 氣體流量 = 120sccm / 300sccm / 300sccm / 800sccm

第1高頻電源62的高頻電力：1000W

晶圓W的溫度：0℃

處理時間：30秒

• 變質區域的去除處理

晶圓W的溫度：180℃

<實驗例3的處理條件>

• 第6氣體所進行之電漿處理

NF_3 氣體流量 / NH_3 氣體流量 / Ar 氣體流量 = 30sccm / 90sccm / 120sccm

第1高頻電源62的高頻電力：200W

晶圓W的溫度：0℃

處理時間：30秒

• 變質區域的去除處理

晶圓W的溫度：180℃

【0120】

對實驗例2及實驗例3，分別求出將氮化矽製之區域及氧化矽製之區域往深度方向削去的距離，從該距離，求出相對於氮化矽製之區域的蝕刻之，氧化矽製之區域的蝕刻選擇比。實驗例2，亦即使用第5氣體之實驗例中，選擇比為3.15。此外，實驗例3，亦即使用第6氣體之實驗例中，選擇比為15.2。自此一結果來看，確認藉由使用第6氣體，而可進一步減少第1部分104a之削切，並可將氧化區域106去除。

【0121】

以上，雖對各種實施形態進行說明，但本發明並未限定於上述實施形態，可構成各種變形態樣。例如，上述電漿處理裝置10，雖為電容耦合型之電漿處理裝置，但能夠用於實施方法MT之電漿處理裝置，亦可為如電容耦合型之電漿處理裝置、利用微波之電漿處理裝置等任意電漿處理裝置。此外，步驟S1，並未限定於圖4及圖6所示之實施形態的步驟。例如，步驟S1，可僅具有使用氟碳化合物氣體等處理氣體的電漿蝕刻。

【符號說明】**【0122】**

10 電漿處理裝置

12 處理容器

12e 排氣口

12g 搬出入口

14 支持部

- 18a 第1板
- 18b 第2板
- 22 直流電源
- 23 開關
- 24 冷媒流路
- 26a、26b 配管
- 28 氣體供給管線
- 30 上部電極
- 32 絕緣性遮蔽構件
- 34 電極板
- 34a 氣體噴吐孔
- 36 電極支持體
- 36a 氣體擴散室
- 36b 氣體流通孔
- 36c 氣體導入口
- 38 氣體供給管
- 40 氣體源群
- 42 閥群
- 44 流量控制器群
- 46 防沈積遮蔽構件
- 48 排氣板
- 50 排氣裝置

52 排氣管

54 閘閥

62 第1高頻電源

64 第2高頻電源

66、68 匹配器

70 電源

100 基底層

102 隆起區域

104 氮化區域

104a 第1部分

104b 第2部分

104c、106c 變質區域

104s 肩部

106 氧化區域

106b 殘渣

108 遮罩

CA 中心線

Cnt 控制部

DP 沉積物

ESC 靜電吸盤

FR 對焦環

HL 孔洞

HP 加熱器電源

HT 加熱器

LE 下部電極

OP 開口

PD 載置台

PF、PF2 保護膜

S 處理空間

TR 改質區域

W 晶圓

S1~S3 步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種被處理體之處理方法，用來處理具有基底層、於該基底層上彼此分開設置之二個隆起區域、包括有覆蓋該二個隆起區域之第1部分與覆蓋該基底層之第2部分的氮化矽製之氮化區域、及覆蓋該氮化區域的氧化矽製之氧化區域的被處理體，以形成通過該二個隆起區域之間而到達至該基底層為止的開口，其包含如下步驟：

- 第1步驟，於該氧化區域，形成在該二個隆起區域之間使該第2部分露出的開口；以及
- 第2步驟，蝕刻該開口內的氧化矽製之殘渣及該第2部分，其係將該被處理體暴露於具有含氫氣體及 NF_3 氣體的混合氣體之電漿而使該殘渣及該第2部分變質藉以形成變質區域，並將該變質區域去除。

【第2項】

如申請專利範圍第1項的被處理體之處理方法，其中，

- 該混合氣體，含有 H_2 氣體及 NF_3 氣體。

【第3項】

如申請專利範圍第1項的被處理體之處理方法，其中，

蝕刻該殘渣及該第2部分之該第2步驟，包含：

- 將該被處理體暴露於含有 NH_3 氣體及該 NF_3 氣體的該混合氣體之電漿而形成該變質區域，並將該變質區域去除的步驟；以及
- 將該被處理體暴露於含有 H_2 氣體及該 NF_3 氣體的該混合氣體之電漿而形成該變質區域，並將該變質區域去除的步驟。

【第4項】

如申請專利範圍第1至3項中任一項的被處理體之處理方法，其中，
該變質區域，係藉由將該被處理體加熱而去除。

【第5項】

如申請專利範圍第1至3項中任一項的被處理體之處理方法，其中，
使該被處理體，暴露於『藉由將陽離子吸附於電容耦合型之電漿處理裝置的矽
製之上部電極而自該上部電極釋出的二次電子』，藉以將該變質區域去除。

【第6項】

如申請專利範圍第1至3項中任一項的被處理體之處理方法，其中，

於該氧化區域形成該開口之該第1步驟，包含：

第3步驟，於該氮化區域上及該氧化區域上形成保護膜，其係將該被處理體暴露
於氟碳化合物氣體之電漿，而在該氮化區域上形成較該氧化區域上所形成之保
護膜更厚的保護膜；以及

第4步驟，將該被處理體暴露於氟碳化合物氣體之電漿，而蝕刻該氧化區域；

在形成該保護膜之該第3步驟中對載置該被處理體的載置台供給之高頻偏壓電
力，較在蝕刻該氧化區域之該第4步驟中對該載置台供給之高頻偏壓電力更小；

在形成該保護膜之該第3步驟中，將該被處理體的溫度設定為60℃以上250℃以
下的溫度。

【第7項】

如申請專利範圍第6項的被處理體之處理方法，其中，

於形成該保護膜之該第3步驟，未對該載置台供給高頻偏壓電力。

【第8項】

如申請專利範圍第6項的被處理體之處理方法，其中，
在形成該保護膜之該第3步驟中，係使用包含 C_4F_6 、 C_4F_8 、及 C_6F_6 中之至少任一種的氣體，以作為該氟碳化合物氣體。

【第9項】

如申請專利範圍第6項的被處理體之處理方法，其中，
交互重複進行形成該保護膜之該第3步驟、及蝕刻該氧化區域之該第4步驟。

【第10項】

如申請專利範圍第1至3項中任一項的被處理體之處理方法，其中，
於該氧化區域形成該開口之該第1步驟，包含：
第5步驟，將該被處理體暴露於含有氟碳化合物氣體的處理氣體之電漿，蝕刻該氧化區域，並於該氧化區域上形成含有氟碳化合物的沉積物；以及
第6步驟，藉由該沉積物所含有的氟碳化合物之自由基蝕刻該氧化區域；
交互重複進行將該被處理體暴露於氟碳化合物氣體之電漿的該第5步驟、及藉由該氟碳化合物之自由基蝕刻該氧化區域的該第6步驟。

【第11項】

如申請專利範圍第10項的被處理體之處理方法，其中，
在藉由該氟碳化合物之自由基以蝕刻該氧化區域的該第6步驟，將該被處理體暴露於稀有氣體之電漿。

【第12項】

如申請專利範圍第11項的被處理體之處理方法，其中，
在藉由該氟碳化合物之自由基蝕刻該氧化區域的該第6步驟，不供給氟碳化合物氣體。

【第13項】

如申請專利範圍第1至3項中任一項的被處理體之處理方法，其中，
在於該氧化區域形成該開口之該第1步驟、與蝕刻該殘渣及該第2部分的該第2步驟之間，更包含於該第1部分及該第2部分上形成附加的保護膜之步驟。

【第14項】

如申請專利範圍第13項的被處理體之處理方法，其中，
形成該附加的保護膜之步驟，係藉由實行氟碳化合物氣體之電漿處理，而形成含有氟碳化合物的該附加的保護膜。

【第15項】

如申請專利範圍第13項的被處理體之處理方法，其中，
更包含灰化步驟，實行用以將形成有該開口之被處理體上的有機物去除之灰化處理；
形成該附加的保護膜之步驟，係在實行灰化處理的該灰化步驟、與蝕刻該殘渣及該第2部分的該第2步驟之間實行。