



(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 I877570 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：112104755

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 10 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2022/02/14 世界智慧財產權組織 PCT/JP2022/005550

(71)申請人：日商日立全球先端科技股份有限公司(日本)HITACHI HIGH-TECH CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：服部孝司 HATTORI, TAKASHI (JP)；山田將貴 YAMADA, MASAKI (JP)；秋永
啓佑 AKINAGA, KEISUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 202139285A

JP 2021-180281A

WO 2021/182311A1

審查人員：賴名亮

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：20 共 82 頁

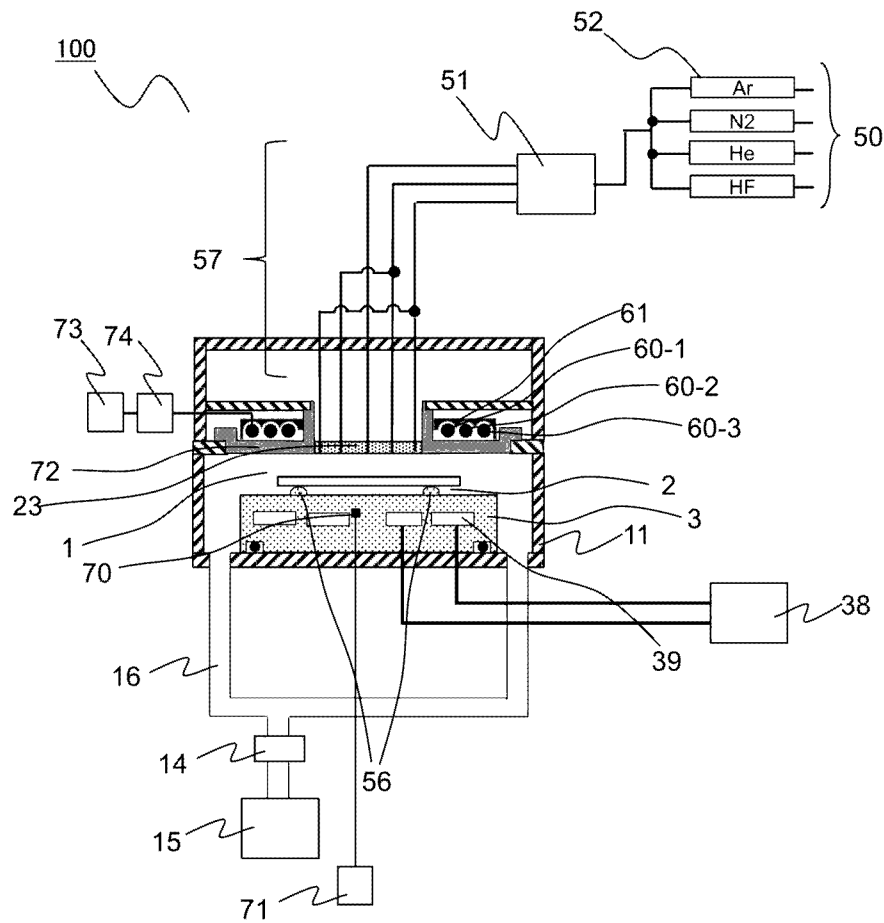
(54)名稱

蝕刻處理方法

(57)摘要

本發明的目的在於，提供一種兼顧高的氧化矽膜的蝕刻速率與低的氮化矽膜的蝕刻速率，而相對於氮化矽膜以高選擇比將氧化矽膜高精度地蝕刻之方法。為此，本發明之蝕刻處理方法，為一種乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其特徵為，當將該氟化氫氣體的分壓設為 $x(\text{Pa})$ 時，將前述晶圓在 $(0.040x-42.0)^\circ\text{C}$ 以下的低溫下，將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

- 1:處理室
- 2:晶圓
- 3:晶圓平台
- 11:基座腔室
- 14:調壓閥
- 15:排氣泵浦
- 16:真空排氣配管
- 23:噴氣板
- 38:冷卻器
- 39:流路
- 50:質量流量控制器
- 51:氣體分配器
- 52:Ar 氣體
- 56:突起部
- 57:氣體導入管
- 60-1:IR 燈
- 60-2:IR 燈
- 60-3:IR 燈
- 61:反射板
- 70:熱電偶
- 71:熱電偶溫度計
- 72:IR 光穿透窗
- 73:IR 燈用電源
- 74:高頻截止濾波器
- 100:蝕刻處理裝置



I877570

公告本

【發明摘要】

【中文發明名稱】

蝕刻處理方法

【中文】

本發明的目的在於，提供一種兼顧高的氧化矽膜的蝕刻速率與低的氮化矽膜的蝕刻速率，而相對於氮化矽膜以高選擇比將氧化矽膜高精度地蝕刻之方法。為此，本發明之蝕刻處理方法，為一種乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其特徵為，當將該氟化氫氣體的分壓設為 $x(\text{Pa})$ 時，將前述晶圓在 $(0.040x-42.0)^\circ\text{C}$ 以下的低溫下，將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:處理室
- 2:晶圓
- 3:晶圓平台
- 11:基座腔室
- 14:調壓閥
- 15:排氣泵浦
- 16:真空排氣配管
- 23:噴氣板
- 38:冷卻器
- 39:流路
- 50:質量流量控制器
- 51:氣體分配器
- 52:Ar氣體
- 56:突起部
- 57:氣體導入管
- 60-1:IR燈
- 60-2:IR燈
- 60-3:IR燈
- 61:反射板
- 70:熱電偶
- 71:熱電偶溫度計
- 72:IR光穿透窗
- 73:IR燈用電源

74:高頻截止濾波器

100:蝕刻處理裝置

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

蝕刻處理方法

【技術領域】

【0001】本發明係在製造記憶體等的半導體元件之工程中，將事先形成於半導體晶圓等基板狀的試料上的複數層的膜層予以加工而形成三維的膜構造之蝕刻處理方法，特別有關將複數層的膜層當中的氧化矽膜予以等方向性地除去之蝕刻處理方法。

【先前技術】

【0002】半導體元件中，由於對低耗電化或記憶容量增大的要求，更加的微細化、及元件的構造的三維化正在進展。具有三維化的構造之元件的製造中，除了行之已久的進行朝相對於晶圓面垂直的方向形成溝或孔之蝕刻的「垂直性(異方性)蝕刻」外，還變得經常使用朝相對於晶圓面水平的方向(橫方向)進行膜的除去之蝕刻。這樣的處理中，並非運用僅朝相對於晶圓面上下方向強力作用而除去之技術，而是運用針對上下左右方向等方向性地蝕刻之「等方向性蝕刻」。

【0003】以往在這樣的等方向性的蝕刻中，長久以來運用將試料亦即半導體晶圓浸漬於藥液內而進行之濕式處理，但所形成的電路的構造微細化的結果，導致線路因藥

液的表面張力而崩坍之圖樣坍塌或微細間隙的蝕刻殘渣的問題開始浮上檯面。甚者，必須藉由大量的藥液做處理而對於環境的成本大亦成為問題。因此，等方向性蝕刻中，必須從以往的運用藥液的濕式處理置換為不運用藥液的乾式處理。

【0004】此外，作為這樣的等方向性的蝕刻對象的膜的例子，可舉出氧化矽膜。以往即已知有許多的蝕刻氧化矽膜的技術。例如，日本特開平07-169738號公報(專利文獻1)中，記載藉由醇與CF系的氣體，在0℃以下運用電漿蝕刻氧化矽系材料層。

【0005】此外，日本特開2013-074220號公報(專利文獻2)中，記載作為堆積物除去法，係運用氟化氫與甲醇的混合氣體，不運用電漿，在30℃以下蝕刻。此外，日本特開2016-025195號公報(專利文獻3)、美國專利第9613823號說明書(專利文獻4)、日本特開平07-153737號公報(專利文獻5)、美國專利第5571375號說明書(專利文獻6)中，記載藉由氟化氫與醇或者是醇或水蒸氣，不運用電漿，在0℃～30℃或者室溫～40℃這樣的溫度下蝕刻氧化矽膜。又，專利文獻3、4、5中有關於氮化矽膜的記載。

【0006】又，日本特開2019-114628(專利文獻7)中，記載藉由氟化氫與水蒸氣，不運用電漿，在溫度0℃～50℃下將氧化矽膜相對於另一氧化矽膜選擇性地蝕刻。日本特開2005-161493號公報(專利文獻8)中，記載藉由從氟化氫與醇生成的 HF_2^- ，不運用電漿，蝕刻具有形成於氮化矽

膜上的氧化矽膜之構造體，其後將該構造體加熱，再冷卻。此外，美國專利第 10319603 號說明書(專利文獻 9)中，記載在 -20°C 以下，運用含氧的前驅物與含氟的前驅物，從氮化矽膜與氧化矽膜層積而成的構造將氮化矽膜選擇性地朝橫方向蝕刻。

【0007】 美國專利第 9431268 號說明書(專利文獻 10)中，記載一種使含 OH 物種吸附於氧化矽膜的表面而將其活性化後，藉由無水氫氟酸(HF)進行蝕刻之方法，其中，將藉由反應而生成的水從基板的表面加熱予以除去，藉此控制蝕刻。又，日本特開 2019-212872 號公報(專利文獻 11)中，記載在溫度 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ ，壓力 $266\text{Pa} \sim 1333\text{Pa}$ 的條件下，對基板供給 HF 氣體及含 OH 氣體，而相對於含氮化矽膜的其他材料將氧化矽物系材料蝕刻。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0008】

[專利文獻 1] 日本特開平 07-169738 號公報

[專利文獻 2] 日本特開 2013-074220 號公報

[專利文獻 3] 日本特開 2016-025195 號公報

[專利文獻 4] 美國專利第 9613823 號說明書

[專利文獻 5] 日本特開平 07-153737 號公報

[專利文獻 6] 美國專利第 5571375 號說明書

[專利文獻 7] 日本特開 2019-114628 號公報

[專利文獻 8] 日本特開 2005-161493 號公報

[專利文獻9]美國專利第10319603號說明書

[專利文獻10]美國專利第9431268號說明書

[專利文獻11]日本特開2019-212872號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0009】上述習知技術，針對以下要點考慮不足因此發生了問題。

亦即，在具有三維構造的二導體元件，例如3D-NAND快閃記憶體的層積膜之加工或用來形成Fin型FET的閘極構造之膜構造的加工中，需要將身為絕緣構件的氧化膜相對於多晶矽膜或氮化矽膜以高選擇性且高精度等方向性地蝕刻之技術。特別是在3D-NAND構造的 formed 中，氧化矽(SiO₂)膜與氮化矽(SiN)膜係於上下方向交互層積複數層，有時必須要下述的工程：對這樣的膜構造從上端的膜層於上下方向形成微細的徑或寬幅之深孔或溝的形狀，再將露出於孔或溝的內側側壁面的氧化矽(SiO₂)膜相對於氮化矽(SiN)膜以高選擇比朝橫方向蝕刻，使得氧化矽膜相對於構成側壁面的氮化矽膜端部凹入(凹陷(recess))。

【0010】以往的技术亦即運用氫氟酸水溶液或緩衝氫氟酸水溶液作為藥液之濕蝕刻的工程中，會有蝕刻對象膜殘留於微細間隙(孔或溝)的底部鄰近之蝕刻殘渣的問題，或處理對象的膜層的蝕刻量在上下方向的相異位置超出容許範圍而導致不均而損及控制性的問題。

【0011】此外，即使在形成上述的構造的工程中運用了乾式蝕刻的情形下，以往技術的蝕刻中也難以兼顧對氧化矽膜的高蝕刻速率與對氮化矽膜的蝕刻速率，而有難以相對於氮化矽膜以高選擇比蝕刻氧化矽膜這樣的問題。又，在運用了電漿的蝕刻中，藉由電漿而生成的活性物種(自由基)的生成量不足，其生成量或壽命不足以滿足地讓自由基遍布孔或溝的下部。因此，有自由基分布較多在孔或溝的頂部(凹陷進展)而愈往底部愈少(凹陷不進展)的傾向，因此有無法在上下方向得到均一的凹陷的問題。

像這樣，以往的技術中，針對無法以高精度或者良率處理具有如上述般的層積膜的膜構造這一點並未考慮。

【0012】本發明有鑑於上述待解問題而創作，其目的在於提供一種兼顧氧化矽膜的高蝕刻速率與氮化矽膜的低蝕刻速率，而相對於氮化矽膜以高選擇比將氧化矽膜高精度地蝕刻之蝕刻處理方法。

[解決問題之技術手段]

【0013】為解決上述待解問題，代表性的本發明之蝕刻處理方法的一者，為乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其中，將氟化氫的氣體供給至前述處理室內，當將該氟化氫氣體的分壓設為 $x(\text{Pa})$

時，將前述晶圓的溫度維持在 $(0.040x-42.0)^{\circ}\text{C}$ 以下，而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【0014】此外，將晶圓的溫度維持在 -50°C 以上而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻，藉此達成。這裡，氟化氫氣體的分壓被設為 $50\text{Pa}\sim 1000\text{Pa}$ 。

[發明之效果]

【0015】按照本發明，在運用了氟化氫氣體之氧化矽膜的蝕刻中，藉由使用更高的壓力，蝕刻速率會增加，能夠讓會被蝕刻的溫度更高溫化。此外，此時氮化矽膜的蝕刻速率能夠維持得很低。其結果，能夠兼顧將氧化矽膜以高蝕刻速率蝕刻、及將氮化矽膜以低蝕刻速率蝕刻，其結果，能夠相對於氮化矽膜以高選擇比將氧化矽膜高精度地蝕刻而除去。

上述以外的待解問題、構成及效果，將由以下的實施形態中的說明而明瞭。

【圖式簡單說明】

【0016】

[圖1]本發明的實施例之蝕刻處理裝置的構成的概略模型示意縱截面圖。

[圖2]圖1所示實施例之蝕刻處理裝置所處理的晶圓上的膜構造的一例模型示意縱截面圖。

[圖3]在對於圖2所示晶圓上的膜構造之蝕刻處理中，

當選擇比低的情形下，處理後的形狀的一例模型示意縱截面圖。

[圖 4]圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置在蝕刻圖 2 所示膜構造之處理中的動作的流程模型示意流程圖。

[圖 5]圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置在蝕刻圖 2 所示膜構造之處理中的動作的流程模型示意流程圖。

[圖 6]圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置沿著圖 5 所示流程進行之蝕刻處理中，相對於時間的經過之該蝕刻處理裝置的動作的一例示意時間圖。

[圖 7]基於本發明的實施形態之蝕刻處理方法而運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 8]基於本發明的實施形態之蝕刻處理方法而運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 9]基於本發明的實施形態之蝕刻處理方法而運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 10]基於本發明的實施形態之蝕刻處理方法而運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

表。

[圖 11]基於本發明的實施形態之蝕刻處理方法而運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 12]本發明的另一實施例之蝕刻處理裝置的構成的概略模型示意縱截面圖。

[圖 13]圖 12 所示本發明的另一實施例之蝕刻處理裝置處理晶圓的動作的流程示意時間圖。

[圖 14]圖 12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 15]圖 12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 16]圖 12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 17]圖 12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 18]圖 12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 19]圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

[圖 20]圖 1 及 12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於氟化氫(HF)氣體的分壓的變化之晶圓的溫度的變化的關係示意圖表。

【實施方式】

【0017】以下參照圖面，說明本發明之實施形態。另，本發明不受此實施形態所限定。此外，圖面的記載中，對於同一部分標註同一符號示意。

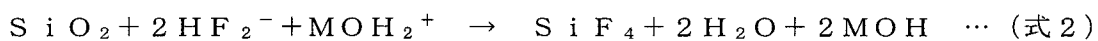
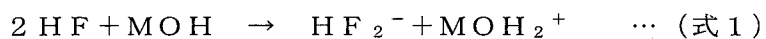
【0018】發明團隊針對藉由電漿 CVD 而形成的氧化矽膜、以及氮化矽膜的各者的單層膜，探討不運用電漿而是藉由氟化氫氣體(HF)來蝕刻。其結果如圖 7 至圖 11 所示。圖 7 至 11 為基於本發明的實施形態之蝕刻處理方法而運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

【0019】探討的結果，在探討的條件當中，在 HF 氣體與 Ar 氣體的流量為 $HF/Ar=0.40/0.20(L/min)$ ，壓力(總壓)為 300Pa 的條件下，在晶圓溫度比 $-35^{\circ}C$ 還高的範圍，未發生氧化矽膜及氮化矽膜的蝕刻。相對於此，發現了在 $-35^{\circ}C$ 以下的晶圓的溫度的範圍，氧化矽膜的蝕刻速率變大，

在 -40°C 成為約 $10\text{nm}/\text{min}$ 。另一方面，得知氮化矽膜的蝕刻速率即使在 -30°C 以下的低溫仍保持小至 $1\text{nm}/\text{min}$ 以下。

【0020】其結果得知，在比 -35°C 還低的溫度的範圍，相對於氮化矽膜之氧化矽膜的蝕刻速率的比率亦即選擇比，會急遽地變大。

【0021】發明團隊針對上述的結果如以下般探討。一般知道，當合併運用氟化氫氣體 (HF) 與醇或水的蒸氣 (氣體) 的情形下，氧化矽膜會被蝕刻。此時的氧化矽膜的反應式，如專利文獻 8 記載般如下記所示。



這裡，M 表示 H、 CH_3 、 CH_2CH_3 等。

【0022】當運用了 HF 氣體與甲醇或水的氣體的情形下，首先各自的氣體會成為吸附於氧化矽膜的表面的狀態 (式子未示出)。吸附的狀態，料想是 HF、及甲醇或水的粒子在氧化矽膜的表面液化的狀態。其後，氟化氫 (HF) 2 分子與甲醇 (CH_3OH) 或水 (H_2O) 反應，在氧化矽膜表面生成活性物種即 HF_2^- (式 1)。

【0023】此 HF_2^- 為重要的活性物種，可認為其生成會決定蝕刻的反應速度。接著，此 HF_2^- 和 SiO_2 反應，生成 SiF_4 (沸點 -94.8°C)，可認為其揮發而肇生蝕刻。

【0024】上述的發明團隊的探討中，在單獨運用了上述氟化氫氣體、或者同時運用了氟化氫氣體與 Ar 等的非活性氣體而不運用電漿之氧化矽膜的蝕刻中，從外部完全不

會供給醇或水這類含 OH 基的成分。但，其蝕刻速率卻大至一定程度，因此料想是 HF_2^- 成為了活性物種而肇生蝕刻。在不運用電漿的蝕刻中，使用的是從所運用的化學物質產生的離子性的活性物種所造成的反應。又，用來使自由基產生的高頻電源並非必須。

【0025】另一方面，如上述(式2)所示，水為反應生成物，一旦蝕刻開始便會連續地生成。惟在蝕刻的初期，必須有使 HF_2^- 產生的某些水。發明團隊料想，在蝕刻的對象亦即氧化矽膜中含有微量的水，因此藉由該微量的水引發了反應。此外，在以下說明的蝕刻處理裝置的內部，具有由含石英(氧化矽、 SiO_2)的構件所構成的零件，因此料想存在於這樣的石英製的構件的內部的水分亦參與了上述的蝕刻。

【0026】發明團隊接著將 HF 氣體與 Ar 氣體的流量保持在 $\text{HF}/\text{Ar}=0.40/0.20(\text{L}/\text{min})$ ，而探討當將壓力(總壓)設為 600Pa、800Pa、900Pa、990Pa 的情形下，氧化矽膜及氮化矽膜的蝕刻速率及它們的比。

【0027】其結果得知，隨著壓力變大，讓氧化矽膜的蝕刻速率較大之範圍的上限的溫度會變高，能夠以高速率蝕刻氧化矽膜的範圍會朝高的溫度側擴張。又得知，隨著壓力變大而氧化矽膜的蝕刻速率變大，及當壓力為 600Pa 以上的情形下，在讓蝕刻速率較大之溫度的範圍內會發生蝕刻速率的極大值，而在成為該極大值的值以下的溫度，氧化矽膜的蝕刻速率會隨著溫度變低而減少。

【0028】另一方面，氮化矽膜的蝕刻速率，在 600Pa 以上的壓力的條件下仍為 1nm/min 以下。因此得知，相對於氮化矽膜的蝕刻速率之氧化矽膜的蝕刻速率的比(選擇比)，在各壓力的條件下的上述溫度的上限值以下的範圍內具有較高的值並且具有極大值。

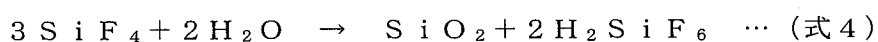
【0029】發明團隊針對這樣的結果如以下般探討。基於波以耳及查理定律，氣體的狀態方程式以下記(式3)表示。

$$V = n R T / P \quad \cdots \text{(式 3)}$$

(這裡，V：體積、P：壓力、T：絕對溫度、n：莫耳數、R：莫耳氣體常數)

【0030】由此(式3)思考可明白，若要減小相同莫耳數的氣體的體積V，亦即使氣體容易凝聚以便引發蝕刻，必須減小溫度T、或增大壓力P。藉由將壓力設為 900Pa 附近的值，HF 往氧化矽膜上的吸附或凝聚會變得容易發生，其結果，可認為會在更高溫即 -15°C 以下引發蝕刻。

【0031】如(式1)所示，為了生成反應的活性物種即 HF_2^- ，必須有 MOH，這裡為 M=H 即水分。但另一方面，如上述(式2)所示般水亦是反應生成物，為了讓反應進展，除去是不可或缺的。若水過剩地存在，則如專利文獻 10 記載般，會發生以下的(式4)所示反應，而再度生成氧化矽即 SiO_2 ，而導致生成氟矽酸 H_2SiF_6 。



【0032】是故，為了抑制氧化矽即 SiO_2 的再度生成，

必須迅速地除去水。這裡，接近飽和溶液的 50% 的濃度的氟化氫酸水溶液的熔點，在常壓下為 -35°C 。由此事實，可認為在氧化矽膜表面，藉由反應而生成的水會和一直被供給的氟化氫的氣體混合而成為接近飽和溶液的氟化氫酸，其成為固體，藉此在某種意義上水被除去而引發蝕刻。

【0033】有關與壓力之關係，例如在壓力 300Pa 下，當晶圓溫度為比 -35°C 還高溫的情形下，氟化氫酸水溶液會保持液體而存在，可認為呈水不會被除去的狀態。其結果，可認為引發(式 4)所表示生成氧化矽的反應。

【0034】另，雖說要除去藉由反應而生成的水，但若例如進行從外部的加熱等而完全將水除去，則會變得不引發生成活性物種即 HF_2^- 之(式 1)的反應本身，而導致蝕刻不會連續地進展。

【0035】上述的壓力 300Pa 下的晶圓溫度 -35°C 這一溫度，是氟化氫酸水溶液在氧化矽膜的表面成為固體的溫度，可認為是水某種程度持續存在於氧化矽表面的狀態，並且藉由成為固體而水被除去而引發蝕刻的交界的溫度。有關提高壓力的情形下之氟化氫酸水溶液的熔點的變化，雖然細節不明朗，惟當運用高壓力的情形下，結果會呈現在某一溫度下氧化矽膜的蝕刻速率示出極大，在比其還低溫下蝕刻速率則下降。

【0036】針對此結果，發明團隊設想，由反應的活化能的觀點看來，低溫下反應不易進展，及反應生成物即

SiF_4 在較高的壓力、較低的溫度的範圍內難以揮發，會造成影響。

【0037】發明團隊又將壓力(總壓)維持在900Pa，而改變HF氣體與Ar氣體的流量之比率藉此使HF的分壓變化，在此情形下進行如同圖7至11所示的氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的蝕刻，針對其結果進行探討(14至圖18)。

【0038】其結果，在總壓為900Pa、氟化氫(HF)的分壓為200Pa的條件下，當晶圓溫度比 -35°C 還高溫的情形下，氧化矽膜及氮化矽膜的蝕刻並未發生或者非常地小。相對於此，發現了在溫度為 -35°C 以下，氧化矽膜的蝕刻速率變大，在 -40°C 成為約13nm/min。相對於此，得知氮化矽膜的蝕刻速率即使在 -30°C 以下的低溫仍為1nm/min以下的範圍內的值，相對而言非常地小。

【0039】又，在HF的分壓為400Pa，675Pa，720Pa，900Pa的各者的情形下，得知隨著該分壓變大，讓氧化矽膜的蝕刻相對而言較大之溫度的範圍的上限值會變高，能夠蝕刻的溫度的範圍會朝較高側擴張。又，得知隨著HF的分壓變大而氧化矽膜的蝕刻速率變大。此外，得知當HF的分壓為400Pa以上的情形下，蝕刻速率在特定的溫度具有極大值，隨著溫度變得比該極大值的溫度還低而氧化矽膜的蝕刻速率會減少。

【0040】另一方面，氮化矽膜的蝕刻速率，即使提高HF分壓的情形下仍保持小達1nm/min以下而沒有變化。其結果得知，相對於氮化矽膜之氧化矽膜的蝕刻速率的比率

亦即選擇比，亦會隨著 HF 的分壓變大而增大，示出選擇比 20 以上的溫度區域會變廣。

【0041】發明團隊再將總壓設為 300Pa，將 Ar 流量維持在 0.20L/min 而將 HF 流量設為複數個相異的值，如同上述般進行了氧化矽膜及氮化矽膜的蝕刻(圖 19)。

【0042】其結果得知，在 HF 流量為 0.40、0.60、0.80L/min 的各者的情形下，氧化矽膜的蝕刻速率會隨著 HF 流量增大而稍微增加，但讓蝕刻速率變大之溫度的範圍及其上限值不變或者只看得出些微變化。由此事實得知，前面敘述的氧化矽膜的蝕刻速率的增加或引發蝕刻之溫度的高溫化，與 HF 的流量之間可以說沒有多大的相關性。

【0043】發明團隊基於如以上般使供給的 HF 及 Ar 氣體的流量或壓力的值相異而得到的結果，詳細探討了相對於 HF 氣體的分壓的變化之讓氧化矽膜的蝕刻變大的溫度範圍的上限值(最大值)的變化。其結果得知，相對於供給的 HF 氣體的分壓的值的變化之讓氧化矽膜的蝕刻速率變大的溫度範圍的上限值的變化，能夠近似成為線形 1 次的函數。發明團隊由探討的結果發現，在運用了 HF 氣體之氧化矽膜的等方向性的蝕刻中，在氣體的供給與蝕刻時的溫度的條件之間，有著如圖 20 般的比例關係。又，得知該直線可藉由下記式(5)表示。

$$y = 0.040x - 42.0 \dots \text{(式 5)}$$

【0044】基於以上的探討，發明團隊得出了以下見

解，即，當將氧化矽膜等方向性地蝕刻的情形下，在 HF 氣體的分壓 x 為 50Pa 至 1000Pa 的範圍，藉由將膜的溫度 y 設為(式 5)亦即 $y=0.040x-42.0$ 以下，且 -60°C 以上理想是 -50°C 以上的範圍的值，便能夠將氧化矽膜相對於氮化矽膜以高選擇比及速度蝕刻。此外，發現若將膜的溫度 y 設為比(式 5)亦即 $y=0.040x-42.0$ 還高，則氧化矽膜的蝕刻的速率及相對於氮化矽膜之選擇比會顯著變低，基於這樣的見解而思及了本發明。

【0045】

[實施例 1]

以下，基於圖面詳細說明本發明之實施例。

【0046】

(蝕刻處理裝置-1)

利用圖 1，說明本發明的實施例之蝕刻處理裝置的包含全體構成的概略。圖 1 為本發明的實施例之蝕刻處理裝置的構成的概略模型示意縱截面圖。本實施例之蝕刻處理裝置 100，具備配置於真空容器的內部之處理室、及配置於處理室的中央下部而支撐處理對象的半導體晶圓之晶圓平台，又，在處理室上方且在供給處理用的氣體或粒子之供給口的周圍，具備對被載置於平台上的半導體晶圓照射紅外光等電磁波而將晶圓加熱的燈。

【0047】亦即，處理室 1 構成為配置於基座腔室 11 的內部之至少一部分具有圓筒形狀的空間，在其內部配置有具有圓筒形狀的晶圓平台 3，該晶圓平台 3 供處理對象的晶

圓(半導體晶圓)2載置於其上面而將其支撐。在處理室1的頂面的中心部且在晶圓平台3的上面上方，配置有供處理用的氣體導入之具備複數個孔的噴氣板(shower plate)23。噴氣板23為構成處理室1的天花板而具有比晶圓2的直徑還大的形狀之圓形的構件，在其外周側配置有窗構件，該窗構件形成處理室1的天花板而將噴氣板23環狀地圍繞，由可讓燈的電磁波穿透的構件所構成。

【0048】噴氣板23連結至供處理氣體在內部流通之複數個氣體導入管57，氣體導入管57的內部與貫通孔被連通。被供給至氣體導入管57的處理氣體，係在依複數個原料氣體的每一種類而配置的複數個原料氣體管路內流動的各原料氣體匯流而被混合，而被供給至氣體導入管。在原料氣體管路內流動的原料氣體，藉由配置於其上流的質量流量控制器50而流量或其速度受到調節。

【0049】又，複數個原料氣體管路在質量流量控制器50的下游處匯流成1個而連接至氣體分配器51的一端。在氣體分配器51的另一端連接有連結至噴氣板23的複數個氣體導入管57，又各者的氣體導入管連結至包含處理室1的中心附近與外周附近之處理氣體的複數個導入處。由此，氣體分配器51構成為能夠分別獨立地控制而供給前往各者之處的處理氣體的流量或組成，而能夠細緻地調節處理氣體的在處理室1內的分壓的針對晶圓2的徑方向或周方向的分布。

【0050】另，本圖所示例子中，作為處理用氣體的原

料氣體記載了 Ar、N₂、He、HF，惟亦可供給其他的處理氣體。

【0051】在處理室 1 的底部，配置有供真空排氣配管 16 連結之排氣口。排氣口藉由真空排氣配管 16 而連結至排氣泵浦 15 的入口。本例的排氣泵浦 15，例如由渦輪分子泵浦或機械升壓泵浦或乾式泵浦所構成。

【0052】又，在排氣口與排氣泵浦 15 的入口之間的真空排氣配管 16 上，為了調整處理室 1 的壓力而配置有調壓閥 14，其使真空排氣配管 16 內部的流路截面積增減而調節排氣的流量或速度。

【0053】在處理室 1 的上方且在圍繞噴氣板 23 的外周之處，設置有對晶圓 2 照射電磁波而將其加熱之 IR(infrared；紅外線)燈單元。本例的 IR 燈單元，主要構成爲具備配置成環或圓形之 IR 燈 60、在 IR 燈 60 上方將其覆蓋而環狀地配置之反射板 61、及石英等具有透光性之環狀的構件，在 IR 燈 60 的下方具備構成處理室 1 的頂面之 IR 光穿透窗 72。IR 燈單元的中央部，配置有用來設置噴氣板 23 的圓形的空間。

【0054】本例的 IR 燈 60，使用複數個圓圈型(圓形狀)的燈。它們繞著具有圓筒形的處理室 1 的上下方向的中心軸，從內周側朝向外周側 3 重地配置有 1 周 1 個的 IR 燈 60-1、60-2、60-3，以便能夠減低有關晶圓 2 的周方向的加熱的量或溫度分布的不均，惟 1 周的燈的個數或周數(做成幾重的燈)能夠根據需求的規格而選擇。另，從 IR 燈輻射的

電磁波，訂為以可見光至紅外區域為主的光(這裡稱為 IR 光)。

【0055】在 IR 燈 60-1，2，3 的上方，配置有讓輻射出的 IR 光朝向下(晶圓 2 或晶圓平台 3 的晶圓載置面方向)被反射之反射板 61。又，配置於 IR 燈 60-1、2、3 的下方而構成處理室 1 的天花板之環狀的 IR 光穿透窗 72 的透光性的構件，理想是不含鹼金屬離子等而能夠讓 IR 光穿透，且具耐熱性者。本例中使用石英。

【0056】IR 燈 60 電性連接至 IR 燈用電源 73，根據來自該 IR 燈用電源 73 的電力供給，IR 燈 60 的 IR 光的輻射及其量(強度)受到調節。在 IR 燈 60 與 IR 燈用電源 73 之間配置有高頻截止濾波器 74，其抑制高頻電力的噪訊流入 IR 燈用電源 73。又，IR 燈用電源 73 具有獨立地調節對 IR 燈 60-1、2、3 的各者供給的電力之機能，構成為能夠調節晶圓 2 的加熱量及溫度的徑方向分布。

【0057】晶圓平台 3，在內部配置有流路 39，其供循環而調節晶圓平台 3 的基材的溫度之冷媒在內部流通。流路 39 透過管路連接至配置於蝕刻處理裝置 100 的外部之冷卻器 38，在冷卻器 38 中循環而返還的冷媒的溫度被調節成適於處理的範圍內的值，而被供給至流路 39。本實施例之冷卻器 38，使用可將冷媒在 20℃ ~ -60℃ 的範圍調節溫度者。

【0058】此外，晶圓平台 3，透過供給至在晶圓平台 3 上支撐的晶圓 2 與晶圓平台 3 上面這兩者之間的氣體等媒

介，而間接地調節晶圓2的溫度。亦即，在被介電體被覆的晶圓平台3的基材的上面具備複數個突起部56，被載置於晶圓平台3的上面之晶圓2被支撐於該些突起部56的上端上。各突起部56的高度理想是0.1mm至1.0mm程度，受支撐的點數理想是有3點以上。本例中，於6點(在6處)使用距晶圓平台3上面的高度為0.25mm之突起部56。作為晶圓平台3的基材，能夠使用具耐腐蝕性的金屬或金屬化合物，而熱傳導性高的材料。

【0059】 在晶圓平台3上面與晶圓2背面之間，藉由突起部56而形成間隙。因此，若對處理室1內從噴氣板23的氣體導入孔供給He，Ar，N₂這樣的非活性氣體，則非活性氣體亦會侵入該間隙內而擴散，促進晶圓平台3與晶圓2之間的熱傳導，晶圓2的溫度會被調節成近似晶圓平台3的值。另，晶圓2的溫度的調節，亦可如以下的另一例子所示，在將晶圓2靜電吸附於晶圓平台3的狀態下進行。

【0060】 此外，在本例的晶圓平台3的內部配置有用來測定平台的溫度之熱電偶70，此熱電偶連接至熱電偶溫度計71。發明團隊已確認，從接受來自熱電偶70的輸出之熱電偶溫度計檢測出的晶圓平台3的溫度，相對於在冷卻器38設定好的溫度為±1°C以內的值。

【0061】 本實施例之晶圓平台3，優點在於構造能夠單純化而能夠以低成本實現。惟，當在被減壓至規定的真空度之處理室1內部配置有晶圓2但未正在執行處理之所謂閒置狀態的情形下，會導致晶圓2來自周圍由傳導所致之

熱傳遞顯著減低，因此從流通非活性氣體起算至晶圓 2 的溫度開始向著晶圓平台 3 的溫度變動為止會需要時間。此外，在冷媒流動的流路 39 與晶圓 2 之間介著構件，因此相對於冷卻器 38 設定好的冷媒的溫度，實際的晶圓 2 的溫度容易成為相對較高的值，本例中得知相對於冷卻器 38 設定好的溫度高約 10°C。

【0062】另，本例的蝕刻處理裝置 100 中運用的晶圓平台 3 的溫度的調節，亦能夠使用帕耳帖元件等作為熱電變換元件。

【0063】蝕刻處理裝置 100 中，亦可在合適的時間點，將處理室 1 內的構件的表面等曝露於氟化氫氣體的腔室內部的表面，加熱至規定的溫度。例如亦可加熱至 40°C 至 120°C 程度的溫度。如此一來，能夠抑制氟化氫氣體等的粒子吸附或堆積於構成處理室 1 內表面的構件，而能夠減低該些構件的腐蝕。

【0064】本實施例中，於晶圓 2 的處理中供給 HF 氣體而將處理室 1 內部的壓力設為例如 50Pa 至 1000Pa 的規定的值，將晶圓 2 的溫度設定為 -10°C 至 -60°C。如上述般，依照發明團隊的探討，這樣的條件下，HF 有在氧化矽膜上凝聚而液化甚至固化的可能性。運用靜電吸附方式的情形下，當在晶圓背面亦發生固化或者液化時，背面冷卻氣體的密封環帶 (seal band) 會斷裂，例如 He 這樣的冷卻氣體會洩漏，而有造成靜電夾具錯誤的可能性。相對於此，近接冷卻式的平台原本就有間隙，因此即使發生 HF 的固化或

者液化時也不會出現晶圓平台的錯誤，而可達成穩定的處理。

【0065】又，若為靜電吸附方式，則晶圓與平台之間狹窄，因此當發生HF的固化或者液化時，晶圓容易因表面張力而貼附於平台。因此，於晶圓解除夾持時，若將晶圓以推頂銷抬起，可能會發生晶圓破裂的問題。相對於此，藉由設置成在晶圓與平台之間具有本次的0.25mm的間隙之近接冷卻式的方式，能夠減輕由於HF的固化或者液化而晶圓貼附於平台的問題。

【0066】如本發明般運用低溫的製程中，冷卻源亦即靜電夾具電極內部的和大氣環境相接的構成零件會發生結露，在供電部這樣的電子電路有引發短路的可能性。就這點而言，電極內部零件簡化的近接冷卻式的平台的構造亦有優勢。

【0067】利用圖2說明本發明訂為對象的膜的構造。圖2為圖1所示實施例之蝕刻處理裝置所處理的晶圓上的膜構造的一例模型示意縱截面圖。本例的膜構造，具有事先形成於晶圓2的上面的氧化矽膜及氮化矽膜交互層積而形成之構造。

【0068】如圖2(a)所示，在晶圓2的矽製的基板201上，氧化矽膜(SiO₂膜)203與氮化矽膜(Si_xN_y、SiN膜)202配置有於上下方向交互層積複數而成之膜構造，該膜構造中，從該層積而成的膜的最上面於上下方向(深度方向)貫通規定數量的該些膜層而形成孔或者溝形狀。這樣的膜構

造，孔或溝在最上層的膜層(本圖中為氧化矽膜 203)表面具有開口部 204，為 3D-NAND 中所必要的構造。

【0069】此膜構造係層積數十至數百層而成。本例的氧化矽膜 203 的膜厚度為數 nm 至 100nm，氮化矽膜 202 的膜厚度為數 nm 至 100nm，因此膜構造全體的厚度 205 為數 μm 至數十 μm 。此外，開口部 204 的寬幅為數十 nm 至數百 nm。

【0070】藉由運用後述的本實施例之蝕刻處理的工程，如圖 2(b)所示，構成孔或溝的側壁面之各氧化矽膜 203 的端面，會和從開口部 204 侵入孔或溝內部的 HF 氣體反應，而相對於其上下的氮化矽膜 202 以高選擇比被蝕刻。端面被蝕刻而除去各氧化矽膜 203 的端面，會和被供給的 HF 氣體再度反應而被除去，藉此，各氧化矽膜 203，相對於沒有大幅變化的包夾其上下的氮化矽膜 202 的端面的位置，蝕刻會朝橫方向(圖上左右方向)進展。本例中的往橫方向的蝕刻的尺寸 206 為數 nm 至數十 nm，10nm 程度為最佳。

【0071】氧化矽膜 203 往橫方向的蝕刻之際，相對於氮化矽膜 202 之選擇比理想是 15 以上，特別是 20 以上。當選擇比低的情形下，氮化矽膜 202 的蝕刻會和氧化矽膜的蝕刻並行地進展。這樣的情形下，如圖 3 所示，會導致氮化矽膜 202 的蝕刻後的端部的形狀並非矩形而是變圓，恐會對由這樣的形狀的膜構造所形成之半導體元件的性能帶來不良影響。圖 3 為在對於圖 2 所示晶圓上的膜構造之蝕刻處理中，當選擇比低的情形下，處理後的形狀的一例模型

示意縱截面圖。

【0072】按照發明團隊的經驗，有關對於圖 2(a)所示氧化矽膜 203 與氮化矽膜 202 層積而成之膜構造的本例的蝕刻處理，當選擇比為 15 以上，更理想為 20 以上的情形下，在構成溝或孔的側壁面之各膜層的端面，可得到更趨近如圖 2(b)所示般的矩形之形狀。另一方面，當選擇比為未滿 15，特別是 10 以下的情形下，會成為如圖 3 所示般的氮化矽膜的端部的形狀帶有圓弧而不理想。

【0073】另，作為圖 2 中使用的基板 201，能夠使用矽製之物或矽鍍製之物，惟不限定於此。本圖所示本實施例中使用的氧化矽膜 (SiO_2 膜) 203 與氮化矽膜 (SiN) 202，係構成交互層積多數個而成之膜構造，是藉由一般運用的電漿 CVD 等而連續形成之物，惟亦可為藉由以往既知之其他技術例如化學蒸鍍法 (CVD 法)、原子層沉積法 (ALD 法)、濺鍍法、前驅物塗布法及燒成法等而形成之物。

【0074】如圖 2 所示般，蝕刻對象亦即氧化矽膜 203 被氮化矽膜 202 上下包夾而層積，層積而成之膜層的端部係構成溝或孔的側壁，當蝕刻這樣的膜構造之際，可能會在膜構造表面產生堆積物。在這樣的情形下，於蝕刻工程實施後，亦可運用 IR 燈 60 等手段將晶圓 2 加熱，而進行使在該膜表面產生的堆積物熱分解、脫離之工程。藉由進行此工程，能夠使膜構造的表面更平滑。

【0075】另，本實施例中對於晶圓 2 的加熱是運用 IR 燈 60，惟將晶圓 2 加熱的手段不限定於此，例如亦可為藉

由晶圓平台 3 內建的加熱器而加熱之構成，或將晶圓搬送至進行加熱的另一裝置而進行加熱。此外，當照射 IR 燈 60 所造成的電磁波之際，能夠導入 Ar 氣體或氮氣體等的非活性氣體。

【0076】

(蝕刻製程的流程-1)

接著，利用圖 4、圖 5、圖 6 說明實施例之氟化氫氣體所致之蝕刻處理。圖 4、5 為圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置在蝕刻圖 2 所示膜構造之處理中的動作的流程模型示意流程圖。圖 6 為圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置沿著圖 5 所示流程進行之蝕刻處理中，相對於時間的經過之該蝕刻處理裝置的動作的一例示意時間圖。

【0077】圖 4 例子中，首先，通過配置於圍繞處理室 1 的水平方向的周圍之基座腔室 11 的側壁部分而供晶圓 2 在處理室 1 的內外之間搬出人的搬送口即閘門(圖示省略)，被載置於和基座腔室 11 鄰接配置的未圖示的另一真空容器且在內部的被減壓的空間具備之機器臂等晶圓搬送機械的先端部上之晶圓 2，於被搬入處理室 1 內的晶圓平台 3 上方後被遞交至朝晶圓平台 3 上面上方突出的 3 根以上的銷先端上。晶圓 2，於機器臂從處理室 1 退出而閘門被氣密地閉塞後，藉由銷往晶圓平台 3 內部下降及收納，而與晶圓平台 3 上面之間拉開間隙而被載置於複數個的突起部 56 之上。

【0078】其後，Ar 氣體透過質量流量控制器 50、氣體分配器 51、以及噴氣板 23 而從上方被供給至處理室 1 內

部，在晶圓平台 3 與晶圓 2 之間，Ar 氣體被供給至晶圓 2 的背面與晶圓平台 3 之間間隙。因此，會促進晶圓 2 與具有流路 39 的晶圓平台 3 之間的熱傳遞，晶圓 2 的溫度會漸近至被設為和在流路 39 內流動的冷媒的溫度相近的溫度之晶圓平台 3，而進行圖 4 的 S401 所示之晶圓冷卻的工程。在流路 39 流動的冷媒，於冷卻器 38 中被設為比蝕刻處理中的晶圓 2 的溫度還低的溫度，而被供給至流路 39 而循環。

【0079】接著，作為步驟 S402，下一步驟中為了將 HF 氣體稀釋，Ar 氣體藉由質量流量控制器 50 而流量受到調整，於氣體分配器 51 其分配受到調節，進一步透過噴氣板 23 而從上方被供給至處理室 1 內部。本例中，在判定達到晶圓 2 上面的處理對象的氧化矽膜的蝕刻處理的終點以前，可持續已被開始的稀釋用的 Ar 氣體 52 的供給，亦可在途中停止，或進行反覆複數次供給與停止(令其斷續)。此外，作為稀釋用的氣體，亦能夠使用其他的非活性氣體例如 N₂ 的氣體來取代 Ar 氣體。

【0080】另，本實施例中，在晶圓 2 被搬送至處理室 1 內起算至蝕刻結束為止的期間，未對處理室 1 內供給含有 OH 基的氣體例如水(H₂O)或醇(C_xH_yOH)等。

【0081】接著，作為步驟 S403，在晶圓 2 被支撐於晶圓平台 3 上面的狀態下，藉由質量流量控制器 50 而流量被調節成規定的值之 HF 氣體，透過噴氣板 23 被供給至處理室 1 達規定的時間。被供給的 HF 氣體到達晶圓 2 表面的氧化矽膜 203 的表面，HF 和氧化矽(SiO₂)反應而氧化矽被除

去，進行氧化矽膜 203 的蝕刻。如以下說明般，氧化矽膜 203 的蝕刻速率或可蝕刻的溫度的範圍的上限或者下限的值，會根據 HF 氣體的分壓而變動，因此藉由將 HF 氣體的流量或稀釋的氣體的流量、處理室 1 的壓力調節成所需，便可增減氧化矽膜 203 的蝕刻速率。

【0082】此外，本實施例中，作為稀釋氣體而使用的 Ar 或 N₂ 等的非活性氣體相對於 HF 氣體之添加的量愈大，則氧化矽膜 203 的蝕刻速率愈有降低的傾向。鑑此，亦可藉由調節作為稀釋氣體的非活性氣體的供給的量來調節氧化矽膜 203 的蝕刻速率。

【0083】本實施例中，步驟 S403 中的處理室 1 的壓力理想是 10Pa 至 2000Pa 的範圍內的值。特別是，理想是 100Pa 至 1000Pa 之間的值。如後述般，壓力較高會讓氧化矽膜的蝕刻速率變高，並且引發蝕刻的溫度會稍微高溫化。

【0084】步驟 S403 中的 HF 氣體的供給進行達規定的時間後，藉由氣體分配器 51 的流量調節器的動作，停止往處理室 1 之 HF 氣體的供給(步驟 S404)。該步驟中，調壓閥 14 的開度及排氣泵浦 15 的渦輪分子泵浦的轉數亦和步驟 S403 同等地受到調節，藉由往處理室 1 內之 HF 氣體的供給停止，殘留於處理室 1 內的氣相中之 HF 氣體，會和形成於處理室 1 內的反應生成物或者其他氣體的粒子共同通過排氣口及真空排氣管 16 被排出至處理室 1 外，處理室 1 內會被減壓。於此排氣中或者排氣後，將稀釋氣體即 Ar 氣體供給

至處理室 1 內，便能夠將藉由 S403 中的蝕刻而溫度增大了的晶圓 2 的溫度，以趨近晶圓平台 3 之方式冷卻。

【0085】此外，亦可接續步驟 S404 之後，進行晶圓 2 的後處理工程。本圖所示蝕刻處理中，未摻入醇或水等的含 OH 基成分，惟如上述般，可認為藉由蝕刻的對象亦即氧化矽膜 203 中含有的微量的水、或蝕刻處理裝置 100 的面向處理室 1 的石英製的構件的表面中含有的微量的水，而引發了上述的反應。此外，蝕刻中，料想 HF 會在氧化矽膜 203 或包含其之膜構造的表面凝聚而液化甚至於固化，因此於蝕刻結束時，能夠追加將液化或者固化的該些物質有效率地除去之加熱工程。

【0086】圖 5 示意在圖 4 所示流程中加入了將晶圓 2 加熱的工程(圖 5 的 S505)及其後的將晶圓 2 冷卻的工程(同圖 S506)而成之流程。本圖所示步驟 S501～S504 的各者，為和圖 4 所示流程圖的步驟 S401～S404 同等的工程。

【0087】步驟 S505 中，一旦檢測到對晶圓 2 照射來自 IR 燈 60 的電磁波達規定的時間，或從來自未圖示的溫度感測器的輸出而檢測出的晶圓 2 或晶圓平台 3 的溫度為期望的值則結束，步驟 S506 開始而晶圓被冷卻，蝕刻處理結束。

【0088】另，步驟 S505 中，於控制部判定已將晶圓 2 加熱規定的時間或加熱至規定的溫度後，IR 燈 60 的動作停止而步驟 S505 結束。其後，在維持往晶圓平台 3 內部的流路 39 供給規定溫度的冷媒與往晶圓 2 與晶圓平台 3 之間供給 Ar 氣體的狀態下，進行將晶圓 2 冷卻之步驟 S506。持續晶

圖 2 的冷卻，直到控制器檢測出到達規定的時間或者規定的溫度後，步驟 S506 停止，晶圓 2 的氧化矽膜 203 的蝕刻處理的工程結束。

【0089】本圖例子中，步驟 S505 中的晶圓 2 的加熱係運用圖 1 所示包含 IR(紅外)燈 60-1、60-2、60-3 的 IR 燈單元 60。隨著步驟 S505 的開始，根據來自未圖示的控制器的司令訊號，來自燈用電源 73 的電力被供給至燈 60-1、60-2、60-3，含紅外線域的電磁波被照射至晶圓 2 上。這樣的晶圓 2 的加熱及冷卻之工程，可於將步驟 S501 至 S504 訂為一整組而反覆複數次直到得到規定的量的氧化矽膜 203 的蝕刻為止之後進行，亦可訂為接續步驟 S501 至 S504 而進行的一整組的工程(循環)的一部分，而至少於每 1 次的循環進行。

【0090】用來加熱的構成不限定於此，例如亦可為藉由配置於晶圓平台 3 內部的加熱器而將晶圓平台 3 及被載置於其上的晶圓 2 加熱之方法，或將晶圓 2 搬送至僅進行加熱的裝置而進行加熱之方法。此外，當照射來自 IR 燈單元 60 的電磁波之際，能夠將 Ar 氣體或氮氣體等的非活性氣體導入處理室 1 內。此外，除去附著物或堆積物的加熱，可視必要而進行複數次，當判定附著物或堆積物的量為容許範圍內的情形下亦可不進行上述加熱及冷卻的步驟 S505，S506。

【0091】此外，作為除去蝕刻後的堆積物或殘渣之後處理，亦可替換在真空中的加熱，而將晶圓 2 搬送至處理

室 1 外部而藉由水洗來除去。此外，能夠運用潔淨處理，亦即運用形成於處理室 1 內的 O_2 電漿而使表面的附著物脫離、揮發而除去。

【0092】此外，當本實施例的蝕刻之際，在氮化矽膜 202 的表面，或在氧化矽膜 203 被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層的端部會構成溝或孔的側壁這樣的膜構造的側壁、表面可能會生成堆積物。以全反射紅外吸收光譜分析的結果，得知本堆積物為氟矽酸銨。

【0093】本例的蝕刻處理中未使用氨 (NH_x)，但由於氮化矽膜 202 受到部分蝕刻，而可能從氮化膜的氮生成氨，產生氟矽酸銨 $(NH_4)_2SiF_6$ 。此堆積物亦即氟矽酸銨，由安全數據表 (safety data sheet) 等的資料可知會於 $145^\circ C$ 分解。由此事實，在蝕刻後的真空中進行晶圓 2 的加熱工程，對於用來除去生成成為堆積物的氟矽酸銨亦為有效。

【0094】圖 6 為圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置進行圖 5 所示流程圖之蝕刻處理時的動作的流程示意時間圖。圖 6 中，步驟 S501 至 S504 的工程和圖 4 所示者相同。步驟 S501 至 S504 的工程，當晶圓 2 的處理的條件為此後不必進行將晶圓 2 加熱之工程的情形下，圖 6 的時間圖所示之該些加熱與冷卻的工程亦可被省略。

【0095】亦即，如同圖 4，5 的例子般，未處理的晶圓 2 被搬送至處理室 1 內而被載置於晶圓平台 3 上面而被吸附保持於晶圓平台 3 上面的介電體膜上面上之後，對處理室 1 內供給具有傳熱性的 Ar 氣體，Ar 氣體被導入在晶圓平台 3

上的突起部 56 先端上被支撐的晶圓 2 的背面與晶圓平台 3 的晶圓載置面上面之間隙，促進晶圓 2 與晶圓平台 3 之間的熱傳導(步驟 S501)。本例中，對流路 39 供給的冷媒的溫度或熱傳遞用的氣體的供給受到調節，以使該晶圓 2 的溫度成為後述的期望的範圍內的值。

【0096】接著，作為步驟 S502，用來將 HF 氣體稀釋的 Ar 氣體 52 從上方被供給至處理室 1 內部。此步驟 S502 中被供給的 Ar 氣體的流量，亦可設為比步驟 S501 中的流量還小。接著，在晶圓 2 的溫度被維持在期盼的範圍內的值的狀態下，HF 氣體以規定的流量被供給至處理室 1 達規定的時間，藉由被供給的 HF 氣體和晶圓 2 表面的氧化矽膜之反應，氧化矽被除去而進行蝕刻(步驟 S503)。

【0097】步驟 S503 進行了規定的時間後，往處理室 1 之 HF 氣體的供給停止，殘留於處理室 1 內的氣相中的 HF 氣體或形成於處理室 1 內的反應生成物或者其他氣體的粒子被排出至處理室 1 外而處理室 1 內被減壓(步驟 S504)。在此步驟 S504 的期間，亦可停止 Ar 氣體對處理室 1 的供給。

【0098】步驟 S505 中，一旦檢測到對晶圓 2 照射來自 IR 燈 60 的電磁波達規定的時間，或從來自未圖示的溫度感測器的輸出而檢測出的晶圓 2 或晶圓平台 3 的溫度為期望的值則結束，步驟 S506 開始而晶圓被冷卻，蝕刻處理結束。

【0099】本實施例之蝕刻處理，亦能夠反覆圖 5 所示製程而進行。在此情形下，圖 6 所示工程會被反覆達必要的次數。例如，當前述的蝕刻時的堆積物多的情形下等，

會進行短時間的步驟 S403 或 S503 所示蝕刻工程，而反覆藉由步驟 S505 中的真空中的晶圓 2 的加熱來除去，藉此該堆積物的除去會變得更容易。

【0100】

(蝕刻結果-1)

圖 7 至 11 示意本實施例之蝕刻處理裝置 100 中，將 HF 氣體供給至處理室 1，而將在晶圓 2 上事先形成的氧化矽膜及氮化矽膜於複數個溫度及壓力等條件下予以蝕刻處理的結果。圖 7 至 11 為圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置 100 中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

【0101】該些蝕刻處理中，晶圓 2 的溫度在 -10°C 至 -40°C 的範圍被設定為複數個值，將事先在晶圓 2 上藉由電漿 CVD 而形成的氧化矽膜及氮化矽膜各者的單層膜做蝕刻處理，而檢測蝕刻速率。更詳細地說，於該處理的結果的檢測之前，首先，為了將晶圓 2 的溫度設為適於處理的範圍內的值，將處理室 1 內的壓力維持在 900Pa ，同時將 Ar 氣體以流量 $1.0\text{L}/\text{min}$ 供給 60 秒。其後，將處理室 1 內設為規定的壓力後，將蝕刻用的處理氣體供給至處理室 1 內。此實施例中，蝕刻所運用的處理氣體的種類與流量，係 HF(氟化氫)氣體以 $0.40\text{L}/\text{min}$ 供給，又將作為稀釋氣體的 Ar 氣體以 $0.20\text{L}/\text{min}$ 供給。

【0102】又，本例中，將 HF 氣體及 Ar 氣體的流量固

定，將蝕刻處理進行了 120s。將該蝕刻處理中的處理室 1 內的壓力(總壓)的值設為複數個相異的值而進行處理，而進行其結果的比較、探討。

【0103】蝕刻結束後，在將對流路 39 供給的冷媒的溫度的設定維持在同前一工程的狀態下，對處理室 1 內供給非活性氣體 (Ar 氣體) 同時將處理室 1 內減壓 20 秒而排氣後，在將調壓閥 14 的開度設為 100% 的狀態下，將 Ar 氣體以流量 0.50L/min 供給至處理室 1 內同時將規定的量的電力供給至 IR 燈 60-1、2、3 而對晶圓 2 照射電磁波 50 秒予以加熱。此加熱的工程中的晶圓 2 的最高溫度為約 250℃。其後，停止對於 IR 燈 60-1、2、3 的電力的供給而將 Ar 氣體以流量 1.0L/min 供給至處理室 1 內，在將處理室 1 內的壓力(總壓)以 900Pa 流通的狀態下冷卻 120 秒。

【0104】蝕刻處理中的處理室 1 的相異壓力(總壓)的各者的值下，相對於晶圓的溫度的變化之蝕刻速率的變化如圖 7 至 11 的各圖 (a) 所示。又，圖 7 至 11 的各圖 (b)，示意相對於晶圓的溫度的變化之選擇比(相對於氮化矽膜之氧化矽膜的蝕刻速率的比率)的變化。蝕刻處理中的壓力(總壓)的值，圖 7 至 11 的各圖示意 300Pa，600Pa，800Pa，900Pa，990Pa 的各者。另，相對於各圖所示總壓的值，HF 氣體的分壓 (pp=partial pressure)，各自為 200Pa，400Pa，533Pa，600Pa，660Pa。

【0105】如該些圖所示，探討的結果得知，隨著蝕刻處理中的處理室 1 內的壓力增大，氧化矽膜的蝕刻速率(的

絕對值)會增大，及讓蝕刻速率變大之處理中的晶圓的溫度的範圍的上限值亦會變高。此外，得知讓蝕刻速率變大之溫度的範圍亦會擴張。上述氧化矽膜的蝕刻的溫度的範圍的上限值，統整如下記的表 1。

【表 1】

蝕刻壓力與流量及氧化矽膜蝕刻的最高溫度

總壓(Pa)	300	600	800	900	990
HF(L/min)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Ar(L/min)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
HF分壓(Pa)	200	400	533	600	660
最高溫度(°C)	-35	-25	-20	-15	-15
結果的圖表	圖7(a)	圖8(a)	圖9(a)	圖10(a)	圖11(a)

【0106】如上述表 1 及圖 7 至 11 的各圖 (a) 所示，無論在任一情形下氮化矽膜的蝕刻速率皆為 1nm/min 程度或其以下的值，即使處理室 1 內的壓力增大，也看不出蝕刻速率從 1nm/min 程度的值開始增大。此外得知，如圖 7 至 11 的各圖 (b) 所示，相對於氮化矽膜之氧化矽膜的蝕刻速率的比亦即選擇比，會隨著處理室 1 內的壓力的增加而提升，並且示出選擇比 20 以上之晶圓的溫度的範圍會擴張。

【0107】由以上的結果得知，若要藉由氧化矽膜的相對高的蝕刻速率與氮化矽膜的相對低的蝕刻速率，來相對於氮化矽膜以高選擇比蝕刻氧化矽膜，必須根據所使用的壓力而選擇合適的晶圓的溫度的範圍內的值。該晶圓的溫度的範圍，具體而言得知如下。

【0108】當蝕刻中的晶圓的環境的壓力(總壓)為 300Pa(HF 分壓 200Pa)的情形下，晶圓的溫度為 -35°C 至 -60

℃，更理想為 -35°C 至 -50°C 。此外，總壓 600Pa (HF 分壓 400Pa) 下，晶圓溫度為 -25°C 至 -60°C ，更理想為 -25°C 至 -50°C 。總壓 800Pa (HF 分壓 533Pa) 下，溫度為 -20°C 至 -60°C ，更理想為 -20°C 至 -50°C 。

【0109】又，總壓 900Pa (HF 分壓 600Pa) 下，溫度為 -15°C 至 -60°C ，更理想為 -15°C 至 -50°C 。此外，總壓 990Pa (HF 分壓 660Pa) 下，晶圓溫度為 -15°C 至 -60°C ，更理想為 -15°C 至 -50°C 。由此事實明白，只要在總壓 900Pa 至 990Pa (HF 分壓 600Pa 至 660Pa) 的範圍選擇該溫度範圍即可。

【0110】可以認為即使晶圓的溫度為 -50°C 至 -60°C ，仍能夠蝕刻氧化矽膜。然而，特別是當壓力高的情形下，會看出氧化矽膜的蝕刻速率降低的傾向，以及為了獲得這樣的低溫，晶圓或處理裝置必須有對於更加低溫的耐性，由此看來，可認為 -50°C 以上更為理想。

【0111】發明團隊又運用蝕刻處理裝置 100，在表 1 所示壓力的條件下，以相異的晶圓的溫度，在圖 2(a) 所示氧化矽膜 203 與氮化矽膜 202 層積而成之膜構造中進行了氧化矽膜 203 的蝕刻處理。對於各者的處理室 1 內的壓力的值，在比表 1 的最高溫度所示溫度還高的溫度下，如預料般蝕刻幾乎未進展。此外，將溫度設為過度地低，蝕刻的量也有變小的傾向。

【0112】其結果，依進行蝕刻的結果，可以得到期望的圖 2(b) 所示般的加工後的形狀之溫度與壓力的條件如

下。亦即，各範圍為，處理室 1 內的壓力為總壓 300Pa(HF 分壓 200Pa)下晶圓溫度為 -35°C 至 -50°C ，總壓 600Pa(HF 分壓 400Pa)下晶圓溫度為 -25°C 至 -50°C ，總壓 800Pa(HF 分壓 533Pa)下晶圓溫度為 -20°C 至 -50°C 。此外，總壓 900Pa(HF 分壓 600Pa)下晶圓溫度為 -15°C 至 -50°C ，總壓 990Pa(HF 分壓 660Pa)下晶圓溫度為 -15°C 至 -50°C 。此外，確認到藉由於該些蝕刻之後進行將晶圓加熱的工程，處理後的膜的表面的殘渣等會減低而加工的精度提升。

【0113】

[實施例 2]

(蝕刻處理裝置-2)

接著利用圖 12，說明本發明的另一實施例之蝕刻處理裝置的包含全體構成的概略。圖 12 為本發明的另一實施例之蝕刻處理裝置的構成的概略模型示意縱截面圖。

【0114】本圖所示蝕刻處理裝置 1200 中，和圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置 100 的構成上的差異在於：在內建處理室 1 及晶圓平台 3 之基座腔室 11 的上方配置有電漿源，該電漿源透過具有圓筒形狀的流路 27 而和處理室 1 連通；及在晶圓平台 3 的內部具備使晶圓 2 靜電吸附於晶圓平台 3 的上面上之靜電吸附用電極 30、及對此靜電吸附用電極 30 供給直流電力之靜電吸附用 DC 電源 31，而不具備突起部 56。本例的蝕刻處理裝置 1200，在基座腔室 11 的中央部上方具有電漿源，該電漿源具備：石英腔室 12，和基座腔室 11 連結而內部連通，如同基座腔室 11 般構成真空容器；及

被供給電力的線圈及其電源，為用來運用被供給至該石英腔室 12 內部的空間的處理用的氣體而形成電漿之構成。和處理室 1 連通的石英腔室 12 內部的空間，係作為電漿源而用於藉由電漿中的反應性高的粒子來潔淨真空容器內壁，或用於生成反應性高的氣體。

【0115】電漿源，係用來在內部形成 ICP(感應耦合電漿)之石英等介電體製而具有圓筒形的石英腔室 12 在基座腔室 11 的上方隔著 IR 燈單元而配置。在石英腔室 12 的外側壁的周圍，於上下方向捲繞複數段而配置有線圈亦即 ICP 線圈 20，其被供給用於電漿形成的高頻電力而形成高頻電場。

【0116】在 ICP 線圈 20 透過匹配器 22 電性連接有高頻電源 21。高頻電力的頻率使用數十 MHz 的頻率帶，本例中為 13.56MHz。在石英腔室 12 的側壁上端上方配置圓板形狀的天板 25，為了將石英腔室 12 內部的圓筒形的放電室與外部的蝕刻處理裝置 1200 的周圍的環境之間氣密地區隔，兩者間夾著 O 型環等的密封件而被連結。

【0117】如同圖 1 所示蝕刻處理裝置 100 般，在天板 25 連接有氣體導入管 57，其係供處理氣體或非活性氣體通過內部之複數根的氣體供給用的管路。在天板 25 的下方，配置有氣體分散板 24 及其下方的噴氣板 23，該氣體分散板 24 具有圓板形狀而於上下方向配置複數個貫通孔。通過氣體導入管 57 而被供給的處理氣體或非活性氣體，通過氣體分散板 24 與噴氣板 23 的貫通孔而被分散，從上方朝下被導入

石英腔室 12 內部。

【0118】氣體如同圖 1 的實施例般，藉由對每一氣體種類設置的質量流量控制器 50 而供給流量受到調整。此外，在質量流量控制器 50 的下游側設置有氣體分配器 51，構成可將供給至石英腔室 12 的中心附近之氣體與供給至外周附近之氣體的流量或組成的值予以各自獨立地調節，而調節石英腔室 12 內的各種類的氣體的分壓的分布。另，圖 12 中雖記載 Ar、N₂、HF、O₂ 作為供給至容器內的氣體，惟亦可視必要使用其他氣體

【0119】被導入由石英腔室 12 及天板 25 圍繞的具有圓筒形的空間之處理用的氣體，藉由因供給至 ICP 線圈 20 的高頻電力而形成的感應磁場而形成之高頻的感應電場而被激發，肇生電離、解離而生成電漿。亦即，上述圓筒形的空間為放電室。

【0120】在放電室下方的 IR 燈單元的中央配置圓筒形的流路 27，再和下方的處理室 1 的上部連通。在此流路 27 內部配置有圓板即狹縫板 26，該狹縫板 26 為石英等介電體製且由具有穿透性的材料所構成，於上下方向形成有截面具規定的形狀的複數個貫通孔。貫通孔的形狀，其平面形狀可為矩形亦可為圓形、橢圓形，不限於狹縫。狹縫板 26 的貫通孔，將形成於放電室內的電漿中生成的能量高的離子或電子等的帶電粒子遮蔽，並且使活性物種(自由基)或中性的氣體的粒子通過而使其進入下方的處理室 1。

【0121】又，本例的蝕刻處理裝置 1200 中，晶圓平台

3的金屬製的構件的上面配置有介電體製的膜，其構成供晶圓2被載置於其上之上面。在該介電體製的膜內，內建有複數個膜狀的靜電吸附用電極30，其被供給用來將晶圓2靜電吸附而固定之直流電力。又，在各個靜電吸附用電極30各個地電性连接有靜電吸附用DC電源31，構成於晶圓2的處理中對各個靜電吸附用電極30供給直流電力而賦予期盼的極性而在介電體膜內肇生靜電。

【0122】此外，晶圓2的背面全體被吸附於晶圓平台3載置面的介電體膜上面。為了將晶圓2的溫度有效率地調節成適於處理的範圍內的值，在晶圓平台3上面的介電體膜上面配置有供給He等具有熱傳導性的氣體之供給口，在晶圓2被載置於晶圓平台3上部的介電體膜上的狀態下，對晶圓2的背面與介電體膜之間供給He氣體，促進晶圓2與流路39之間的熱傳遞。另，本實施例之介電體膜由聚醯亞胺等樹脂所構成，以便即使在將晶圓2靜電吸附的狀態下進行加熱或冷卻也不會損傷晶圓2的背面。

【0123】此外，本例的處理裝置，能夠將曝露於氟化氫氣體的晶圓平台3以外的真空容器(如處理室等)的內部予以加溫。例如，能夠將基座腔室11的壁面維持在40℃至120℃之間的溫度。如此一來，能夠防止氟化氫等氣體的粒子或生成物吸附於處理室1的內部壁面，而可抑制腔室內部的腐蝕。

【0124】

(蝕刻製程的流程-2)

接著利用圖 13，說明圖 12 所示另一實施例之蝕刻處理裝置 1200 所進行的晶圓 2 的蝕刻。圖 13 為圖 12 所示本發明的另一實施例之蝕刻處理裝置 1200 處理晶圓的動作的流程示意時間圖。

【0125】圖 13 中，首先，通過設於處理室 1 的搬送口 (圖示省略)，處理前的晶圓 2 被載置於未圖示的機器手臂等搬送用裝置的臂的先端而被搬送至處理室 1 內，如同圖 4 或 5 所示實施例般，被遞交至從晶圓平台 3 朝上方突出的複數個銷上之後，藉由銷下降及收納到晶圓平台 3 內，而被載置於構成晶圓平台 3 載置面的介電體膜上。機器手臂退場後，一旦搬送口被密閉，則藉由用於靜電吸附的靜電吸附用 DC 電源 31 對靜電吸附用電極 30 供給電力，晶圓 2 被吸附保持於介電體膜上，對晶圓 2 的背面供給促進冷卻或熱傳遞用的 He 氣體，晶圓 2 的溫度降低而接近在晶圓平台 3 的流路 39 流動的冷媒的設定好的溫度 (步驟 S1201)。

【0126】接著，作為步驟 S1202，用來在處理室 1 內將 HF 氣體稀釋的 Ar 氣體藉由質量流量控制器 50 而流量受到調節，通過氣體分配器 51 而分布受到調節，透過噴氣板 23 被供給至處理室 1 內。從此工程至接下來進行的蝕刻處理的工程 (步驟 S1203) 結束為止可持續流通 Ar 氣體，亦可在下一個工程停止 Ar 氣體的供給。此外，作為稀釋用的氣體亦能夠使用 N₂ 等其他非活性氣體來取代 Ar 氣體。

【0127】接著，作為 S1203，HF 氣體以規定的流量被供給至處理室 1 內達規定的時間，HF 氣體的粒子和晶圓 2

上的氧化矽膜 203 的表面反應，進行如同步驟 S403，S503 的蝕刻。如後述般，此蝕刻處理中，HF 氣體的分壓會對氧化矽膜 203 的蝕刻速率造成影響，進一步也會對讓蝕刻速率較大的溫度的範圍造成影響。鑑此，藉由調節 HF 氣體的分壓，便能夠得到期望的氧化矽膜 203 的蝕刻速率。

【0128】本實施例中同樣地，和 HF 氣體一起被供給的作為稀釋氣體的 Ar 或 N₂ 等非活性氣體，其供給的量愈多則蝕刻速率愈有降低的傾向，故藉由增減稀釋氣體的流量或者增減與 HF 氣體之流量比，亦能夠依此調節蝕刻速率。

【0129】本例中，步驟 S1203 中的處理室 1 內的使用的壓力，理想是 10Pa 至 2000Pa 程度。特別是 100Pa 至 1000Pa 為理想。如後述般，已知蝕刻中的環境的壓力愈大則氧化矽膜 203 的蝕刻速率愈高，並且讓蝕刻速率較大的溫度的範圍會變高。

【0130】步驟 S1203 中的 HF 氣體的供給及氧化矽膜 203 的蝕刻進行達規定的時間後，藉由氣體分配器 51 及質量流量控制器 50 的動作，HF 氣體往處理室 1 的供給停止，殘留於處理室 1 內的氣相中的 HF 氣體被排氣至處理室 1 外 (步驟 S1204)。本圖所示蝕刻處理的複數個工程中，在排氣泵浦 15 被維持相同轉數下的動作而停止 HF 氣體的供給之步驟 S1204 中，處理室 1 內的壓力亦可自步驟 S1203 減低。

【0131】又，本例中對於已被蝕刻處理的膜構造進行

後續的工程。如上述般，蝕刻中可認為 HF 會在氧化矽膜 203 上凝聚而液化或者固化。鑑此，本例中於步驟 S1203 之後，為了將 HF 氣體的粒子之殘留物有效率地除去而進行將晶圓 2 加熱之工程(步驟 S1205)。

【0132】步驟 S1205 中，對晶圓 2 照射來自 IR 燈 60 的電磁波而讓晶圓 2 受到加熱，直到達規定的時間，或直到從來自未圖示的溫度感測器的輸出而檢測出的晶圓 2 或晶圓平台 3 的溫度為期望的值。此工程中，為了提高晶圓 2 的加熱效率，會停止往晶圓 2 與晶圓平台 3 上面的介電體膜之間隙供給 He 氣體等具有熱傳遞性的氣體。

【0133】一旦往 IR 燈 60 的電力的供給停止而步驟 S1205 結束，則步驟 S1206 開始，晶圓被冷卻。隨著步驟 S1206 的開始，再度進行往晶圓 2 背面與晶圓平台 3 之間隙供給 He 氣體等具有熱傳導性的氣體，晶圓 2 的溫度降低而接近在流路 39 流動的冷媒的溫度。像這樣，在維持往處理室 1 內的 Ar 氣體的供給的狀態下，進行將晶圓 2 冷卻之步驟 S1206。持續晶圓 2 的冷卻，直到控制器檢測出到達規定的時間或者規定的溫度後，步驟 S1206 停止，晶圓 2 的氧化矽膜 203 的蝕刻處理的工程結束。

【0134】晶圓 2 的加熱如同圖 5，6 所示實施例般，能夠使用其他的手段而不僅是 IR 燈 60。此外，亦可於 IR 燈照射時也對處理室 1 內供給 Ar 氣體或氮氣體等非活性氣體。此外，步驟 S1205 的將晶圓 2 加熱之工程，亦可視必要進行 1 次以上，也可不進行。藉由進行將晶圓 2 加熱的工程，亦

能夠得到如同圖 5，6 的實施例般的作用。

【0135】另，具備將晶圓 2 靜電吸附之構成的本例中，於供給 HF 氣體的蝕刻處理的工程之後，是先進行照射來自 IR 燈的電磁波而加熱之工程，再將晶圓 2 搬出至處理室外，藉此減低晶圓 2 的破裂或缺口等損傷。

【0136】

(蝕刻結果-2)

圖 14 至 18 示意圖 12 所示另一實施例之蝕刻處理裝置 1200 中，將 HF 氣體供給至處理室 1，而將在晶圓 2 上事先形成的氧化矽膜及氮化矽膜於複數個溫度及壓力等條件下予以蝕刻處理的結果。圖 14 至 18 為圖 12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

【0137】圖 7 至 11 所示實施例 1 中，示意將供給至處理室 1 內的氣體的流量維持在 HF/Ar=0.40/0.20(L/min)，並且將總壓在 300Pa 至 990Pa 的範圍設為相異的值而做蝕刻處理的情形的結果。圖 14 至 18 所示本實施例中，是當將處理室 1 內的壓力(總壓)維持在 900Pa，並且使 HF 氣體及 Ar 氣體的流量變化而將 HF 氣體的分壓設為相異的值而蝕刻氧化矽膜的情形下，檢測相對於晶圓 2 的溫度 -10℃ ~ -50℃ 的範圍下的變化之蝕刻速率。本例的探討中的氣體的流量如表 2 所示。

【0138】此外，於晶圓 2 蝕刻中如圖 13 所示，對靜電

吸附用電極 30 施加 $\pm 1200\text{V}$ 的電壓，晶圓 2 被靜電吸附而保持於晶圓平台 3 上。又，為了促進晶圓 2 與晶圓平台 3 之間的熱傳導，對晶圓 2 的背面與晶圓平台 3 的上面之間供給 He 氣體，該間隙內的壓力被維持在 1.0kPa 。

【0139】又，於供給 HF 氣體而將氧化矽膜蝕刻之工程結束後，於停止 HF 氣體的供給後實施將處理室 1 內排氣 20 秒而將殘留的 HF 氣體或生成物的粒子排出之工程。其後，冷卻器 38 所做的冷媒的溫度的設定維持同前一工程，而將 Ar 氣體以流量 $0.5\text{L}/\text{min}$ 供給至處理室 1 同時將調壓閥的開度設為 100% 而進行處理室 1 內部的排氣，同時對 IR 燈 60 供給規定的量的電力而使電磁波輻射而照射至晶圓 2 而實施加熱 50 秒之工程。此時，往晶圓 2 與晶圓平台 3 之間隙的 He 氣體的供給停止。

【0140】晶圓 2 的加熱工程中，晶圓 2 的溫度的最高值為約 250°C 。於晶圓 2 的加熱工程之後，停止往 IR 燈 60 的電力的供給，在 He 氣體被供給至晶圓 2 與晶圓平台 3 之間隙的狀態下，Ar 氣體以流量 $0.5\text{L}/\text{min}$ 被供給至處理室 1 內 120 秒，進行將晶圓 2 冷卻之工程。

【0141】圖 14 至 18 的各圖 (a) 示意在以相異的分壓的值供給 HF 氣體之各個條件下，相對於蝕刻處理中的晶圓 2 的溫度的變化之蝕刻速率的變化。又，各圖 (b) 示意相對於晶圓 2 的溫度的變化之選擇比 (相對於氮化矽膜的蝕刻速率之氧化矽膜的蝕刻速率的比) 的變化。各圖所示例子中，具體的 HF 氣體的分壓 (pp=partial pressure) 分別為 200Pa 、

400Pa、675Pa、720Pa、900Pa。

【0142】如該些圖所示，得知隨著蝕刻處理中的 HF 氣體的分壓增大，氧化矽膜的蝕刻速率會增大，讓蝕刻速率變大之晶圓 2 的溫度的範圍亦會變高。又，得知讓蝕刻速率變大之溫度的範圍亦會擴張。

【0143】本實施例中，維持在總壓 900Pa，同時 HF 氣體的分壓被設為相異的值。由此事實，可以說先前敘述的氧化矽膜的蝕刻速率的增大或讓溫度的範圍變高之變化，取決於 HF 氣體的分壓。會讓氧化矽膜的蝕刻速率變大之溫度的範圍的上限值，統整如表 2 所示。

【表 2】

蝕刻壓力與流量及氧化矽膜蝕刻的最高溫度

總壓(Pa)	900	900	900	900	900
HF(L/min)	0.40	0.40	0.60	0.80	0.80
Ar(L/min)	1.40	0.50	0.20	0.20	0
HF分壓(Pa)	200	400	675	720	900
最高溫度(°C)	-35	-23	-15	-15	-10
來源的圖表	圖14(a)	圖15(a)	圖16(a)	圖17(a)	圖18(a)

【0144】如圖 14 至 18 的各圖 (a) 所示，無論在任一情形下，氮化矽膜的蝕刻速率皆為 1nm/min 程度或其以下，即使當 HF 氣體的分壓增大的情形下蝕刻速率也沒有比 1nm/min 程度還大。

【0145】此外，如各圖 (b) 所示，相對於氮化矽膜之氧化矽膜的蝕刻速率的比亦即選擇比，亦隨著 HF 氣體的分壓的增大而提升。又，顯示會讓選擇比成為 20 以上之晶圓 2 的溫度的範圍亦擴張。再者，得知在增高 HF 氣體的分

壓的一部分條件下，有示出選擇比高達 50 程度的值之情形。

【0146】由以上的結果得知，在增高 HF 氣體的分壓的條件下，能夠實現氧化矽膜的相對高的蝕刻速率以及氮化矽膜的相對低的蝕刻速率，能夠相對於氮化矽膜以高選擇比蝕刻氧化矽膜。此外，得知依 HF 氣體的分壓的值而定，實現高選擇比所適合的蝕刻中的晶圓 2 的溫度的範圍會相異。較佳的晶圓 2 的溫度的範圍如下。

【0147】當 HF 氣體的分壓為 200Pa 的情形下，晶圓 2 的較佳的溫度的範圍為 -35°C 至 -60°C ，更理想為 -35°C 至 -50°C 。HF 氣體的分壓為 400Pa 下，理想為溫度 -23°C 至 -60°C ，更理想為溫度 -23°C 至 -50°C 。

【0148】HF 氣體的分壓為 675Pa 下，理想為溫度 -15°C 至 -60°C ，更理想為 -15°C 至 -50°C 。此外，HF 氣體的分壓 720Pa 下，理想為溫度 -15°C 至 -60°C ，更理想為 -15°C 至 -50°C 。由此事實明白，只要在 HF 的分壓為 675Pa 至 720Pa 的範圍選擇該溫度範圍即可。又如實施例 1 所示般，在 HF 氣體的分壓為 600Pa 至 660Pa 的範圍亦可選擇該溫度範圍，考量這一點，在 HF 氣體的分壓為 600Pa 至 720Pa 的範圍可選擇該溫度範圍亦是可明顯預期之事項。

又，HF 氣體的分壓為 900Pa 下，理想為晶圓溫度 -10°C 至 -60°C ，理想為 -10°C 至 -50°C 。

【0149】可以認為即使在晶圓溫度 -50°C ~ -60°C 下，仍能夠蝕刻氧化矽膜。但，更理想為 -50°C 以上。

【0150】將 HF 氣體的分壓設為表 2 所示相異的值，將晶圓的溫度設為相異的值，在設為規定的壓力的處理室 1 內，進行圖 2 所示具有氧化矽膜 203 與氮化矽膜 202 的層積膜之膜構造之蝕刻。其結果，在比表 2 所示最高溫度還高的溫度下，蝕刻幾乎未進展。此外，得知溫度過度也有蝕刻量變小的傾向。合適的溫度的範圍，在 HF 氣體的分壓 200Pa 下，得知為晶圓溫度 -35°C 至 -50°C 。

【0151】又，HF 氣體的分壓 400Pa 下設為晶圓溫度 -23°C 至 -50°C ，HF 氣體的分壓 675Pa 下設為晶圓溫度 -15°C ~ -50°C ，HF 氣體的分壓 720Pa 下設為晶圓溫度 -15°C ~ -50°C ，HF 氣體的分壓 900Pa 下設為晶圓溫度 -10°C ~ -50°C 的範圍內的值而進行蝕刻處理，藉此可得到如圖 2(b) 所示般的期盼的加工後的形狀。另，於蝕刻處理的工程之後進行晶圓 2 的加熱，藉此減低處理後的表面的殘渣等殘留物。

【0152】此外，本實施例之蝕刻處理裝置 1200 具有能夠形成 ICP 電漿的電漿源，因此於如圖 13 所示般的晶圓 2 的蝕刻處理的工程開始前，能夠對石英腔室 12 內導入 O_2 氣體而形成 O_2 電漿，而藉由該電漿中形成的帶電粒子或具有反應性的粒子來進行除去處理室 1 或石英腔室 12 內部的內表面的附著物之潔淨工程。潔淨，是在將處理室 1 或石英腔室 12 內部的壓力設為 50Pa 的狀態下以流量 1.0L/min 供給 O_2 氣體，往 ICP 線圈 20 供給大小為 1500W 的高頻電力而進行 300 秒。藉此，能夠減低晶圓 2 的異物的產生。

【0153】

[實施例 3]

(蝕刻結果-3)

接著，圖 19 示意圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置 100 中，將 HF 氣體供給至處理室 1，而將在晶圓 2 上事先形成的氧化矽膜及氮化矽膜於複數個條件下予以蝕刻處理的結果。圖 19 為圖 1 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於膜的溫度的變化之蝕刻速度的變化的例子示意圖表。

【0154】圖 7 至 11 所示實施例中，示意將供給的處理用氣體的流量維持在 HF/Ar=0.40/0.20(L/min)，將處理室 1 內的壓力(總壓)設為 300Pa 至 990Pa 的相異的值而進行蝕刻的結果。圖 19 所示例子中，示意當將處理室 1 內的壓力(總壓)設為 300Pa，將 Ar 氣體的流量維持在 0.20L/min，並且將 HF 氣體的流量設為 0.40、0.60、0.80L/min 的相異的値之各個情形下，使晶圓 2 的溫度在 -10℃ 至 -50℃ 的範圍變化而進行如圖 4、5 所示蝕刻處理的結果。

【0155】本例中，如同圖 7 至 11 所示實施例般，於蝕刻的工程之前，將處理室 1 內的壓力維持在 900Pa 而將 Ar 氣體以流量 1.0L/min 供給 60 秒，將晶圓 2 的溫度調節成接近晶圓平台 3。其後，在將處理室 1 內的壓力(總壓)維持在 300Pa 的狀態下，將規定的流量的 HF 氣體、Ar 氣體供給 120 秒，而實施蝕刻晶圓 2 上的氧化矽膜及氮化矽膜之工程。將此蝕刻的工程中的 HF 氣體的流量設為 0.40、0.60、0.80L/min 的情形下，HF 氣體的分壓(pp=partial pressure)

分別為 200Pa、225Pa、240Pa。

【0156】此外，於蝕刻的工程結束後，將處理室 1 內排氣 20 秒而將殘留的粒子或氣體排出後，維持有關冷卻器 38 的冷媒的溫度設定，而將 Ar 氣體以流量 0.5L/min 供給，同時將調壓閥 14 的開度設為 100% 而對 IR 燈 60 供給電力，將晶圓 2 加熱 50 秒。此加熱的工程中的晶圓 2 的最高溫度為約 250℃。停止往 IR 燈 60 的電力的供給而結束加熱的工程後，將處理室 1 內的壓力(總壓)維持在 900Pa，同時將 Ar 氣體以流量 1.0L/min 供給 120 秒，而實施使晶圓 2 的溫度接近晶圓平台 3 而予以冷卻之工程。

【0157】在相異的 HF 氣體的流量的各情形下，相對於晶圓 2 的溫度變化之氧化矽膜及氮化矽膜的蝕刻速率如圖 19(a)所示。又，將相對於氮化矽膜之氧化矽膜的蝕刻速率的比訂為選擇比，相對於晶圓的溫度的變化之選擇比的變化如圖 11(b)所示。當 HF 氣體的流量變化的情形下 HF 氣體的分壓亦會變化。具體的 HF 分壓(pp=partial pressure)分別為 200Pa，225Pa，240Pa。

【0158】如圖 19(a)所示，得知隨著供給的 HF 氣體的流量的增大，氧化矽膜的蝕刻速率會增大，但讓蝕刻速率變大之溫度的範圍的上限值的變化則幾乎沒有或很小。此外，得知讓蝕刻速率變大之溫度的範圍的變化亦幾乎沒有或很小。本例中，示意將處理室 1 內的總壓維持在 300Pa 而使 HF 氣體的流量變化的情形的例子。由此事實得知，前面敘述的氧化矽膜的蝕刻速率的增加或讓蝕刻速率變大之

溫度的範圍，和 HF 氣體的流量沒有多大的相關性。

【0159】會讓氧化矽膜的蝕刻速率變大之溫度範圍的上限值，統整如表 3 所示。

【表 3】

蝕刻壓力與流量及氧化矽膜蝕刻的最高溫度

全壓(Pa)	300	300	300
HF(L/min)	0.40	0.60	0.80
Ar(L/min)	0.20	0.20	0.20
分壓(Pa)	200	225	240
最高溫度(°C)	-35	-35	-35
來源的圖表	圖 19(a)		

【0160】如圖 19(a)所示，無論在任一情形下，氮化矽膜的蝕刻速率皆為 1nm/min 程度或其以下，即使因 HF 氣體的流量的增大也看不出蝕刻速率的增加。此外，如圖 19(b)所示，得知相對於氮化矽膜之氧化矽膜的蝕刻速率的比亦即選擇比，即使 HF 流量增大亦是變化小，示出選擇比 20 以上的溫度區域亦不變。

【0161】由以上的結果得知，要能夠實現氧化矽膜的相對高的蝕刻速率與氮化矽膜的相對低的蝕刻速率，來相對於氮化矽膜實現高選擇比的氧化矽膜的蝕刻，則合適的晶圓溫度會根據 HF 氣體的分壓而相異。較佳的晶圓的溫度的範圍具體而言如下。

【0162】HF 氣體的流量 0.40L/min(HF 分壓 200Pa)、HF 氣體流量 0.60L/min(HF 分壓 225Pa)、HF 氣體流量 0.80L/min(HF 分壓 240Pa)下，晶圓 2 的溫度理想為 -35°C 至 -60°C，更理想為 -35°C 至 -50°C。

【0163】可以認為即使晶圓 2 的溫度為 -50°C 至 -60°C ，仍能夠蝕刻氧化矽膜。但，理想為 -50°C 以上。

【0164】將 HF 氣體的分壓調節成表 3 所示的值，而在相異的晶圓 2 的溫度下進行圖 2 所示具有氧化矽膜 203 與氮化矽膜 202 的層積膜之膜構造之蝕刻，結果在規定的壓力下，在比表 3 所示最高溫度的值還高的範圍的晶圓 2 的溫度下，如預料般蝕刻幾乎未進展。此外，溫度過低也有蝕刻量變小的傾向。探討的結果得知，在 HF 氣體的流量 $0.40\text{L}/\text{min}$ (HF 分壓 200Pa)、HF 流量 $0.60\text{L}/\text{min}$ (HF 分壓 225Pa)、HF 流量 $0.80\text{L}/\text{min}$ (HF 分壓 240Pa) 下，將晶圓 2 的溫度設為 -35°C 至 -50°C 的範圍內的值而進行如圖 4、5 所示蝕刻處理，藉此會成為如圖 2(b) 所示期盼的加工後的形狀。此外，此時，藉由於蝕刻處理的工程之後進行加熱，在加工後的表面減低了殘渣等殘留物。

【0165】

(探討結果)

將上述例子中探討的表 1 至 3 所示資料統整而成者如圖 20 所示。圖 20 為圖 1、12 所示實施例之蝕刻處理裝置中，運用氟化氫氣體蝕刻氧化矽膜及氮化矽膜的單層膜的情形下，相對於氟化氫 (HF) 氣體的分壓的變化之晶圓的溫度的變化的關係示意圖表。本圖中，橫軸採用 HF 氣體的分壓 (x)，縱軸採用會讓氧化矽膜的蝕刻速率變大之溫度範圍的上限值 (y)，而將表 1 至 3 的結果示意為 Δ 。

【0166】如本圖所示，得知在各 Δ 點示意的 HF 氣體

的分壓的值 x 與氧化矽膜的蝕刻速率較大(實用上能夠進行蝕刻)的溫度範圍的上限值 y 之關係，能夠近似成線形 1 次函數。這樣的函數可以下記的(式 5)表示。

$$y = 0.040x - 42.0 \quad \dots \text{(式 5)}$$

【0167】由此事實得知，在 HF 氣體的分壓為 50Pa 至 1000Pa 的範圍，將蝕刻中的晶圓 2 或氧化矽膜的溫度設為(式 5)所示 $y=0.040x-42.0$ 以下，且 -60°C 以上較佳為 -50°C 以上的值，藉此便可相對於氮化矽膜具有高選擇性而進行氧化矽膜的蝕刻。另，如上述般，在比(式 5) $y=0.040x-42.0$ 還高的溫度下，氧化矽膜的蝕刻速率小因此實用上不能進行該膜的蝕刻。

【0168】此外，如(式 1)、(式 2)記載般，已知當合併運用氟化氫氣體(HF)與醇或水的氣體的情形下，氧化矽膜會被蝕刻。

【0169】當運用 HF 與甲醇或水的氣體的情形下，各個氣體會成為吸附於氧化矽膜的表面的狀態，在吸附於表面的狀態下，料想 HF、及甲醇或水為液化的狀態。其後，HF 氣體的 2 分子與甲醇(CH_3OH)或水(H_2O)反應，在氧化矽膜的表面生成活性物種即 HF_2^- (式 1)。按照發明團隊的探討，可認定此 HF_2^- 的生成會對氧化矽膜的蝕刻的反應速度造成很大的影響。又，此 HF_2^- 和 SiO_2 反應而生成 SiF_4 (沸點 -94.8°C)， SiF_4 揮發藉此肇生蝕刻。

【0170】發明團隊發現的運用單獨氟化氫氣體或者運用氟化氫氣體與 Ar 等非活性氣體而進行之氧化矽膜的蝕刻

中，不生成電漿，又從外部不會供給醇或水這類含有OH基的成分。但，其蝕刻速率卻相對大，因此可認為是 HF_2^- 成為了活性物種而肇生蝕刻。

【0171】如(式2)所示，水為反應生成物，一旦蝕刻開始便會連續地生成。惟在蝕刻的初期，必須有使 HF_2^- 產生的某些水。可認為在氧化矽膜中含有微量的水，因此藉由該微量的水引發了反應。此外，上述的蝕刻處理裝置100等中，內部具有石英的零件，因此可認為石英零件中存在的水亦有參與。

【0172】本發明的探討中，引發氧化矽膜的蝕刻之溫度會和HF的分壓成比例而變高。由基礎的探討可明白，若要減小相同莫耳數的氣體的體積V，亦即使氣體容易凝聚以便引發蝕刻，必須減小溫度T、或增大壓力P。本次藉由提高HF分壓，HF往氧化矽膜上的吸附或凝聚會變得容易發生，其結果，可認為比起HF分壓低的情形，會在更高溫下引發蝕刻。

【0173】如(式1)所示，為了生成反應的活性物種即 HF_2^- ，必須有MOH，這裡為M=H即水。但另一方面，如上述(式2)所示般水亦是反應生成物，為了讓反應進展，除去是不可或缺的。若水過剩地存在，則會引發生成氧化矽即 SiO_2 及氟矽酸 H_2SiF_6 的反應。

【0174】是故，為了抑制氧化矽即 SiO_2 的再度生成，必須迅速地除去水。這裡，接近飽和溶液的50%的濃度的氟化氫酸水溶液的熔點，在常壓下為 -35°C 。由此事實，

可認為在氧化矽膜表面，藉由反應而生成的水會和一直被供給的氟化氫的氣體混合而成為接近飽和溶液的氟化氫酸，其成為固體，藉此在某種意義上水被除去而引發蝕刻。

【0175】以上已說明了本發明之實施形態，惟本發明不限定於上述的實施形態，在不脫離本發明的要旨的範圍內可做種種變更。

【符號說明】

【0176】

1:處理室

2:晶圓

3:晶圓平台

11:基座腔室

12:石英腔室

13:電漿

14:調壓閥

15:排氣泵浦

16:真空排氣配管

20:ICP線圈

21:高頻電源

22:匹配器

23:噴氣板

24:氣體分散板

- 25:天板
- 26:狹縫板
- 27:流路
- 30:靜電吸附用電極
- 31:靜電吸附用DC電源
- 38:冷卻器
- 39:流路
- 50:質量流量控制器
- 51:氣體分配器
- 52:Ar氣體
- 54:閥
- 55:He氣體
- 56:突起部
- 57:氣體導入管
- 60-1,60-2,60-3:IR燈
- 61:反射板
- 70:熱電偶
- 71:熱電偶溫度計
- 72:IR光穿透窗
- 73:IR燈用電源
- 74:高頻截止濾波器
- 100:蝕刻處理裝置
- 201:基板
- 202:氮化矽膜

203:氧化矽膜

204:開口部

205:層積膜

1200:蝕刻處理裝置

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種蝕刻處理方法，為乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其中，

具備下述工程：供給氟化氫的氣體，將前述處理室內的壓力設為300Pa，將前述晶圓的溫度維持在-35℃至-60℃理想為-35至-55℃的範圍內的值，而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項2】一種蝕刻處理方法，為乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其中，

具備下述工程：供給氟化氫的氣體，將前述處理室內的壓力設為600Pa，將前述晶圓的溫度維持在-25℃至-60℃理想為-25至-50℃的範圍內的值，而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項3】一種蝕刻處理方法，為乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其中，

具備下述工程：供給氟化氫的氣體，將前述處理室內的壓力設為 800Pa，將前述晶圓的溫度維持在 -20℃ 至 -60℃ 理想為 -20 至 -50℃ 的範圍內的值，而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項 4】一種蝕刻處理方法，為乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其中，

具備下述工程：供給氟化氫的氣體，將前述處理室內的壓力設為 900Pa 至 990Pa，將前述晶圓的溫度維持在 -15℃ 至 -60℃ 理想為 -15 至 -50℃ 的範圍內的值，而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項 5】如請求項 1 記載之蝕刻處理方法，其中，將前述氟化氫的氣體的分壓設為 200Pa 而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項 6】如請求項 2 記載之蝕刻處理方法，其中，將前述氟化氫的氣體的分壓設為 400Pa 而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項 7】如請求項 4 記載之蝕刻處理方法，其中，將前述氟化氫的氣體的分壓設為 600 至 720Pa 而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項 8】一種蝕刻處理方法，為乾式的蝕刻處理方法，係對處理室內供給處理用的氣體，在不運用電漿的

狀態下蝕刻在配置於前述處理室內的晶圓之上事先形成的膜構造，該膜構造為氧化矽膜被氮化矽膜上下包夾而層積而成之膜層且該膜層的端部構成溝或孔的側壁，其中，

將氟化氫的氣體供給至前述處理室內，當將該氟化氫氣體的分壓設為 $x(\text{Pa})$ 時，將前述晶圓的溫度維持在 $(0.040x-42.0)^\circ\text{C}$ 以下，而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項9】如請求項8記載之蝕刻處理方法，其中，將前述晶圓的溫度維持在 -50°C 以上而將前述氧化矽膜從前述端部朝橫方向蝕刻。

【請求項10】如請求項1～4或8記載之蝕刻處理方法，其中，

於蝕刻前述氧化矽膜的工程之後，具備在前述處理室內將前述晶圓加熱的工程。

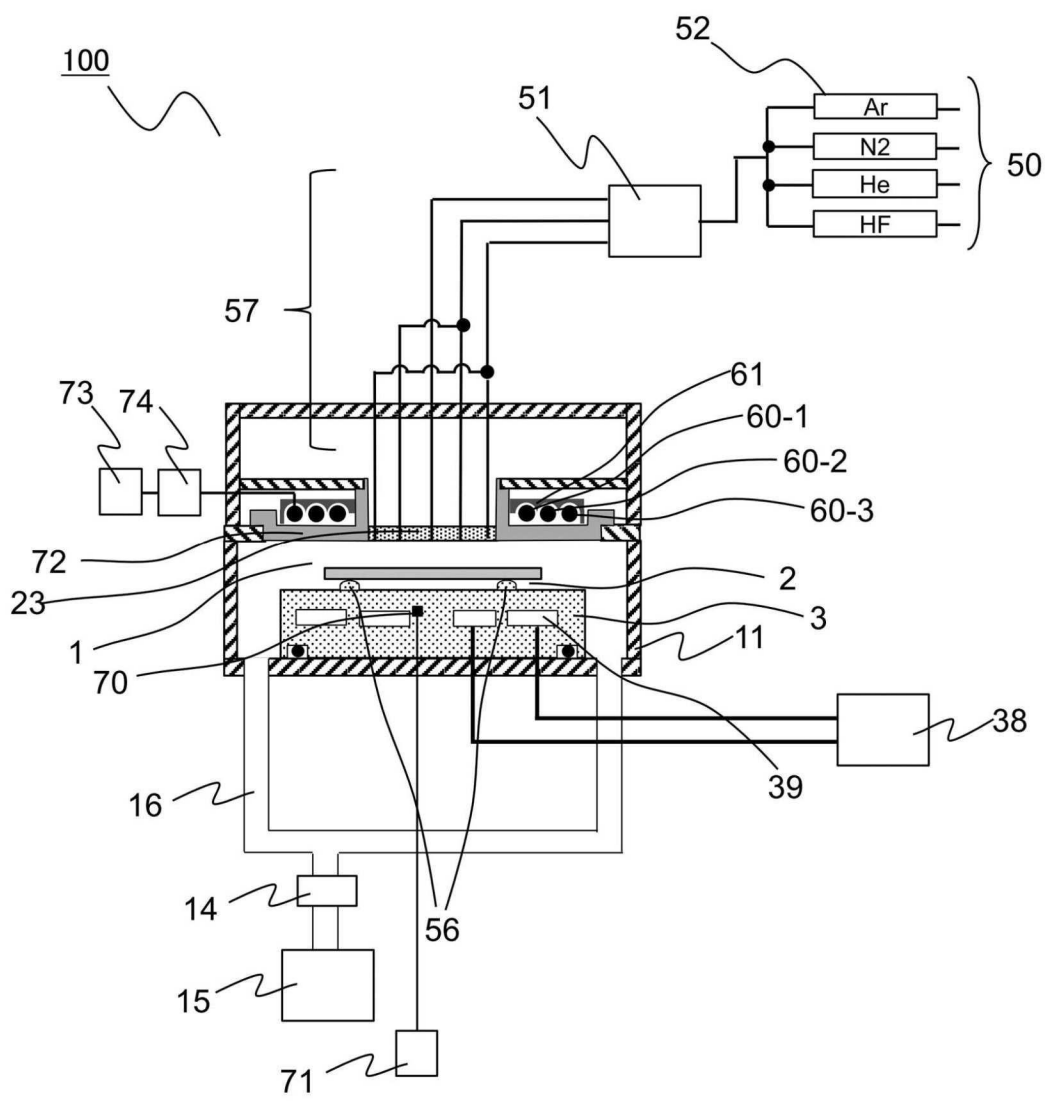
【請求項11】如請求項1～4或8記載之蝕刻處理方法，其中，

將蝕刻前述氧化矽膜的工程、與於該蝕刻的工程之後在前述處理室內將前述晶圓加熱的工程予以反覆複數次。

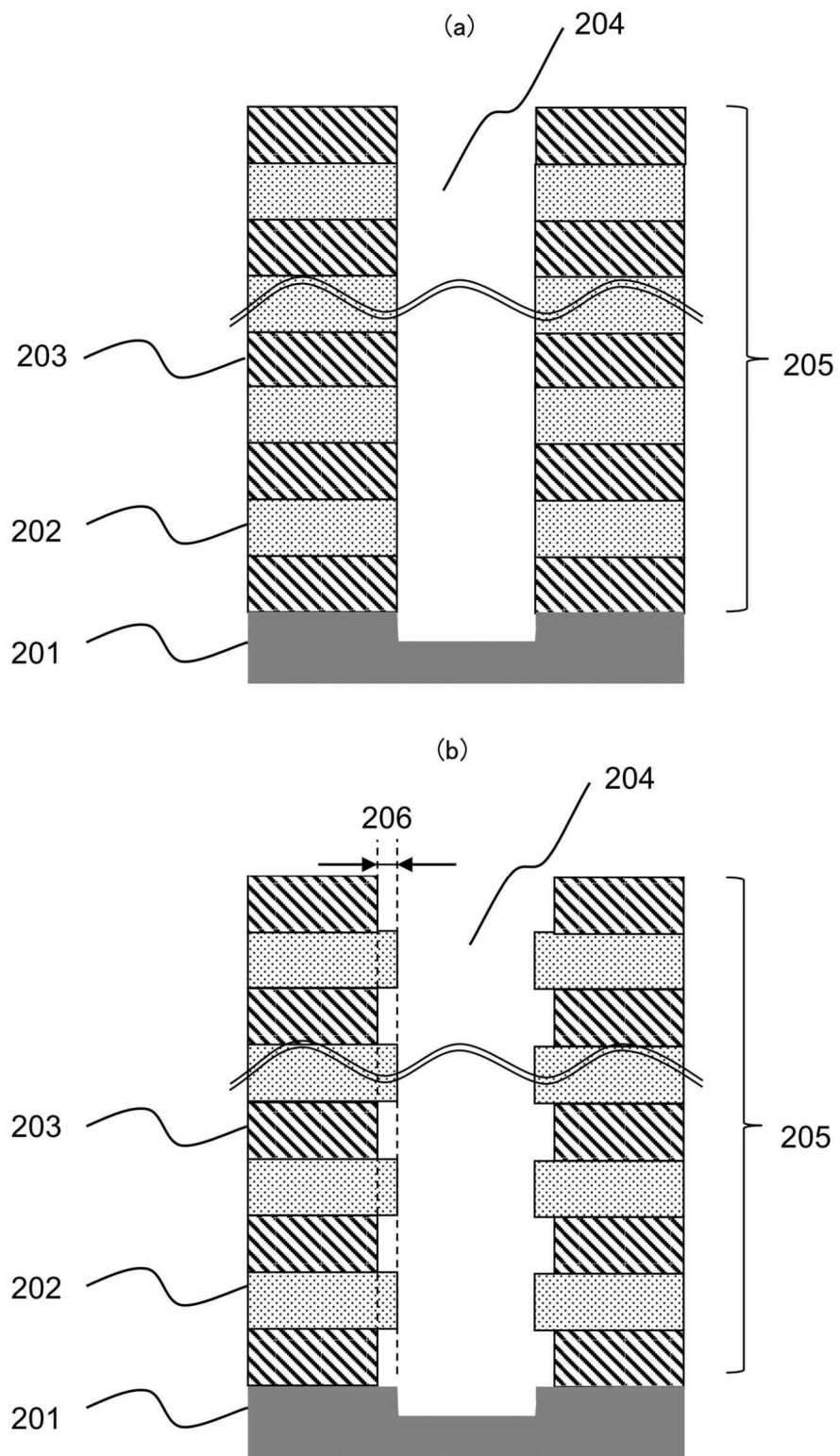
【請求項12】如請求項1～4或8記載之蝕刻處理方法，其中，

前述晶圓被搬送至前述處理室內起算至蝕刻結束為止的期間，不對前述處理室內供給含有OH基的氣體。

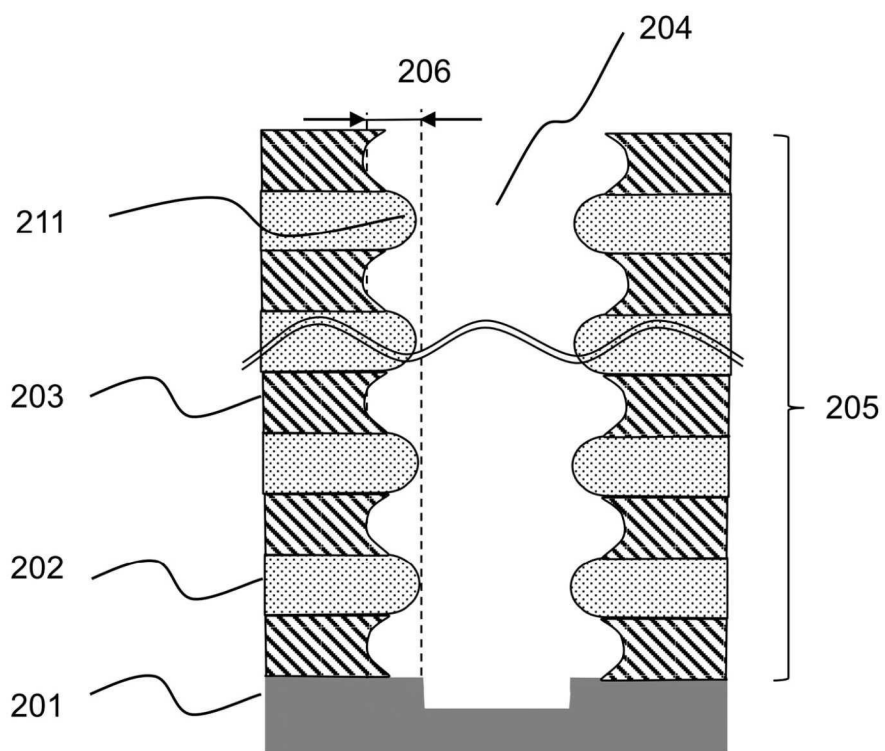
【發明圖式】



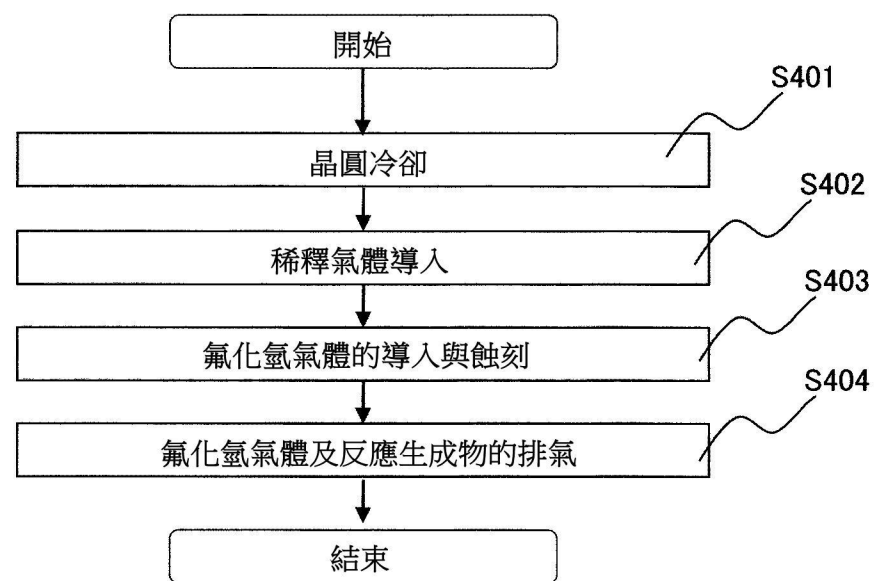
【圖 1】



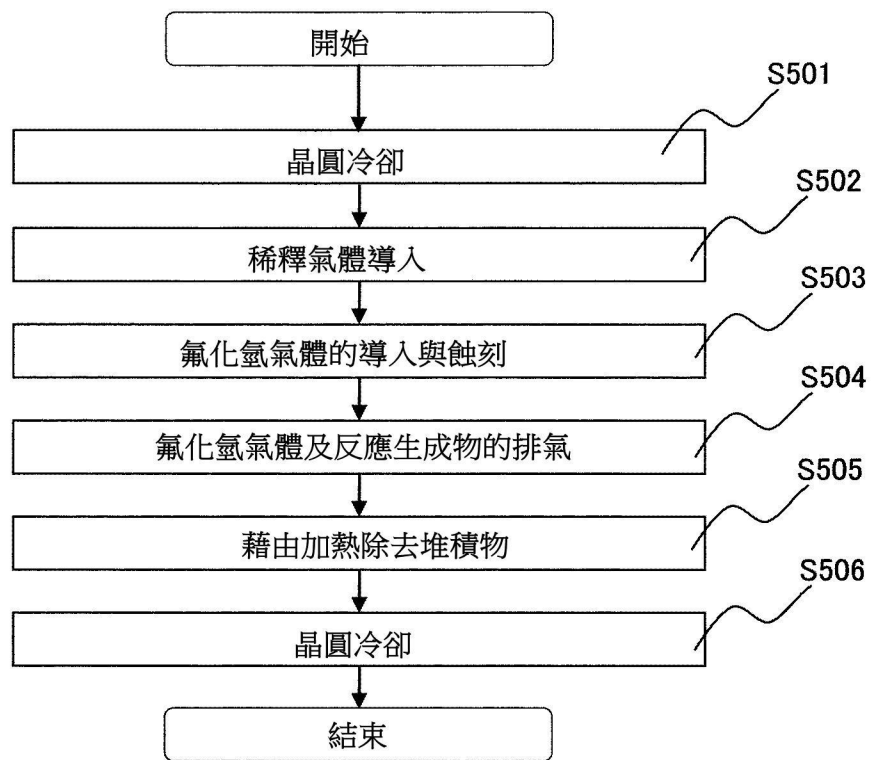
【圖 2】



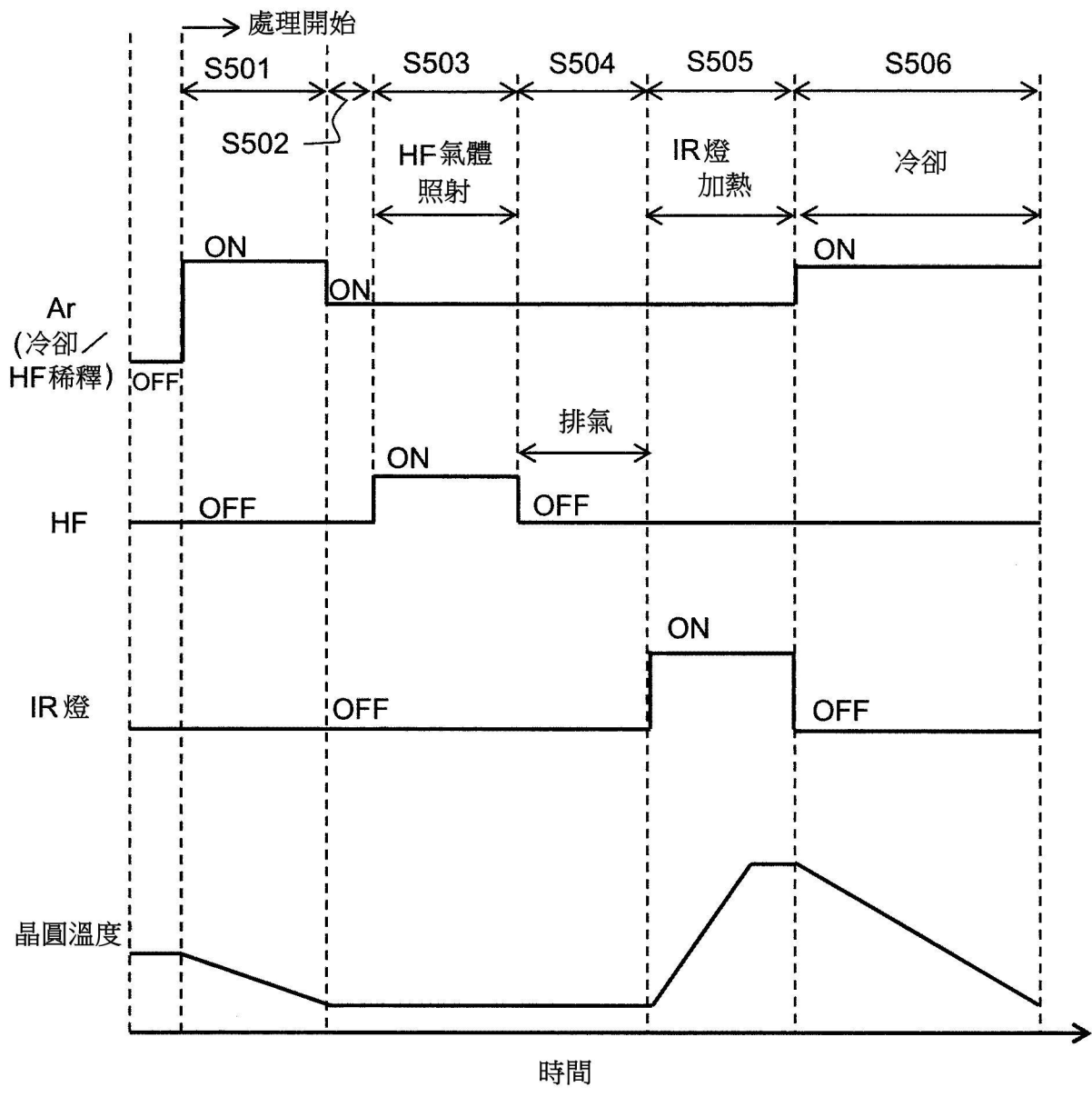
【圖 3】



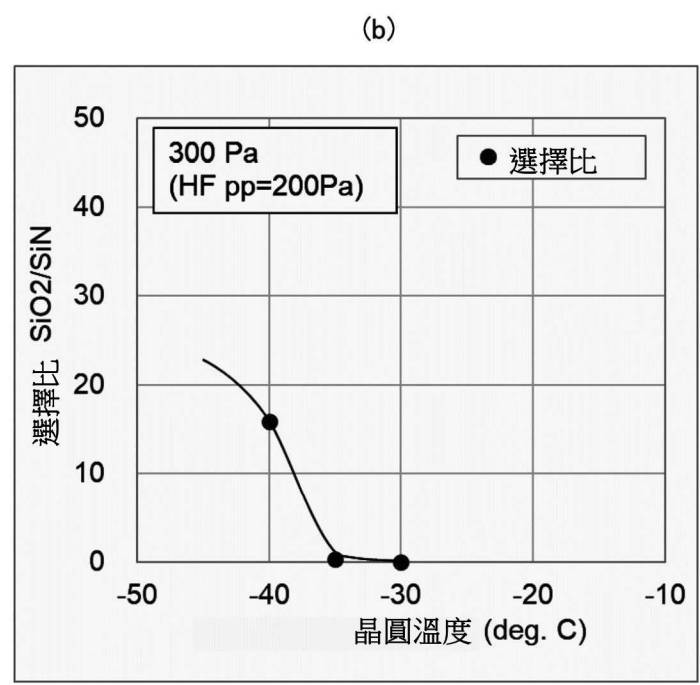
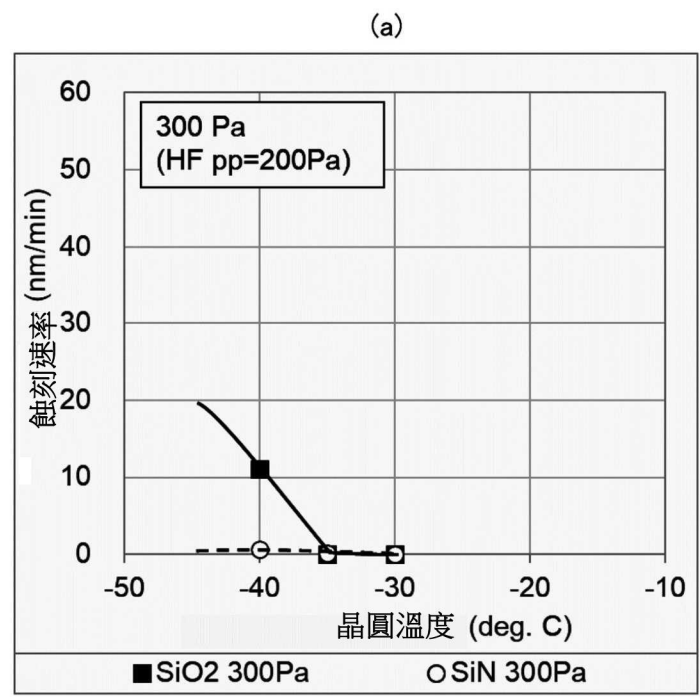
【圖 4】



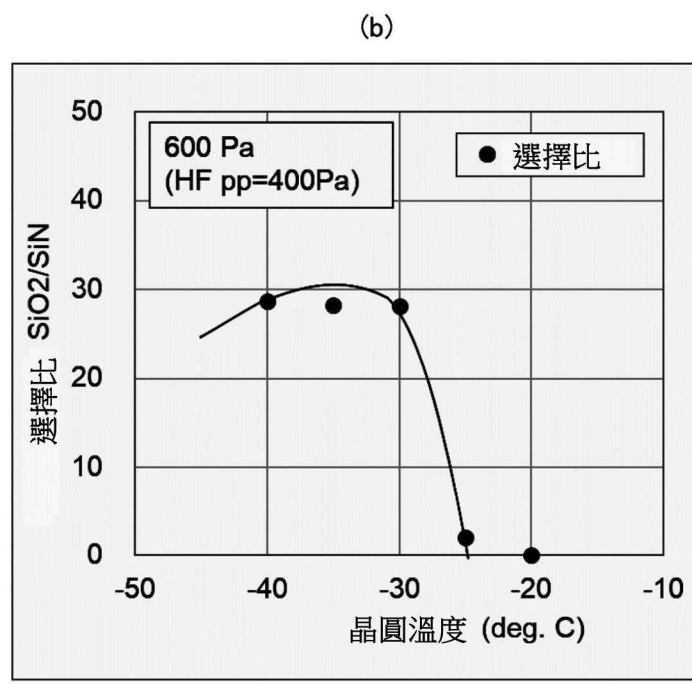
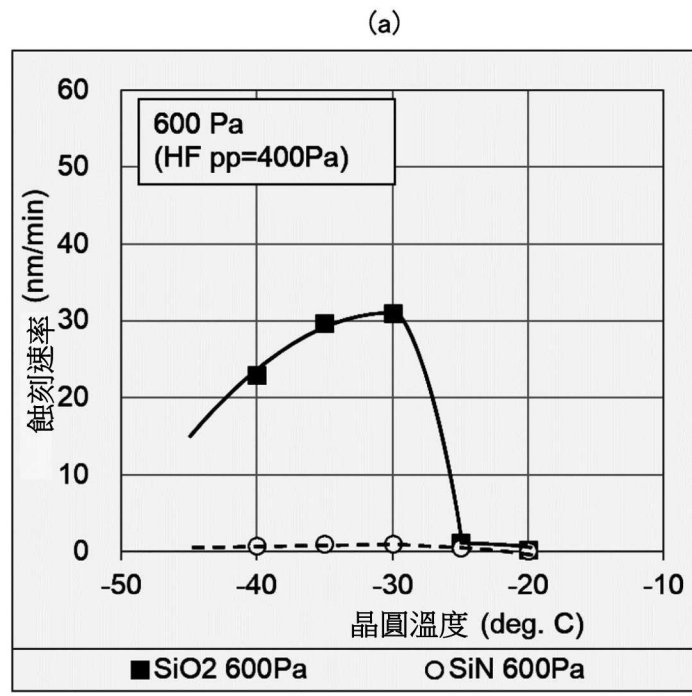
【圖 5】



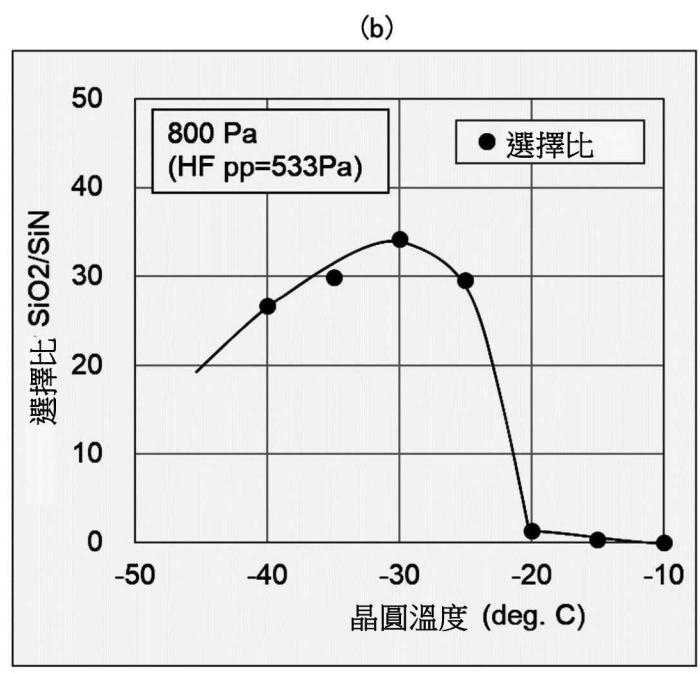
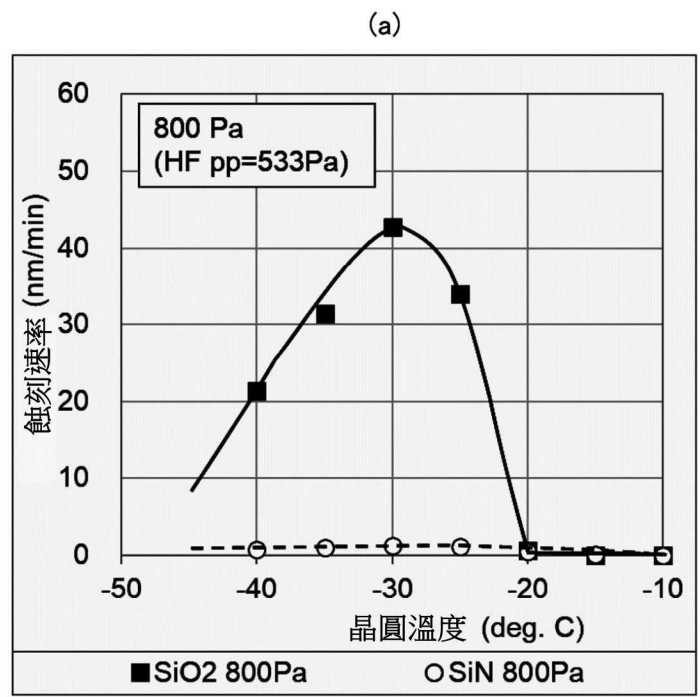
【圖 6】



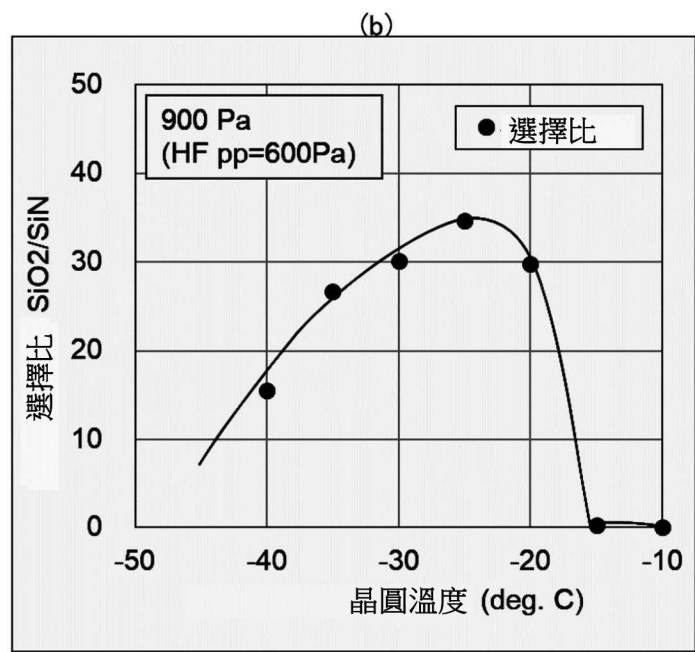
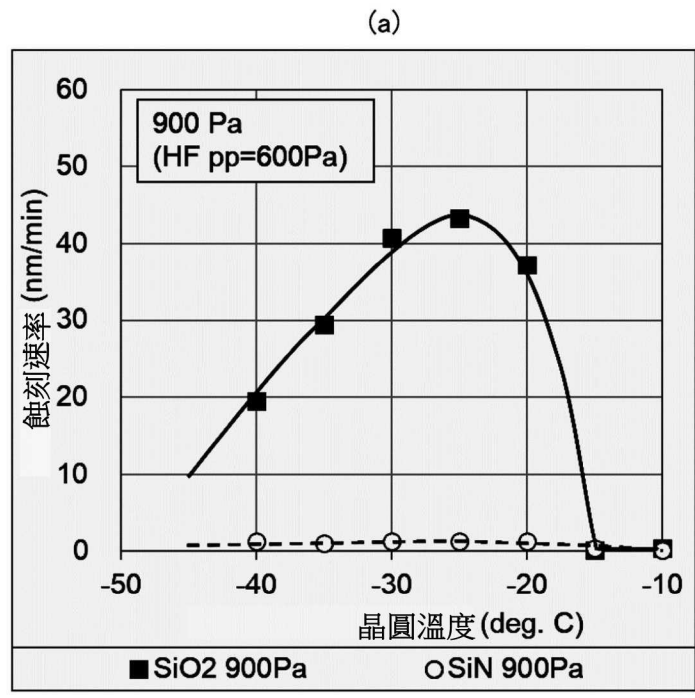
【圖 7】



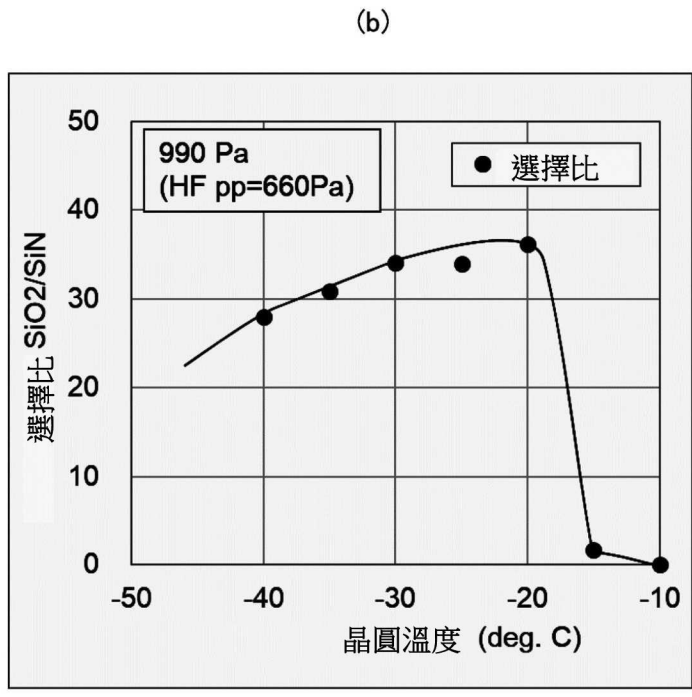
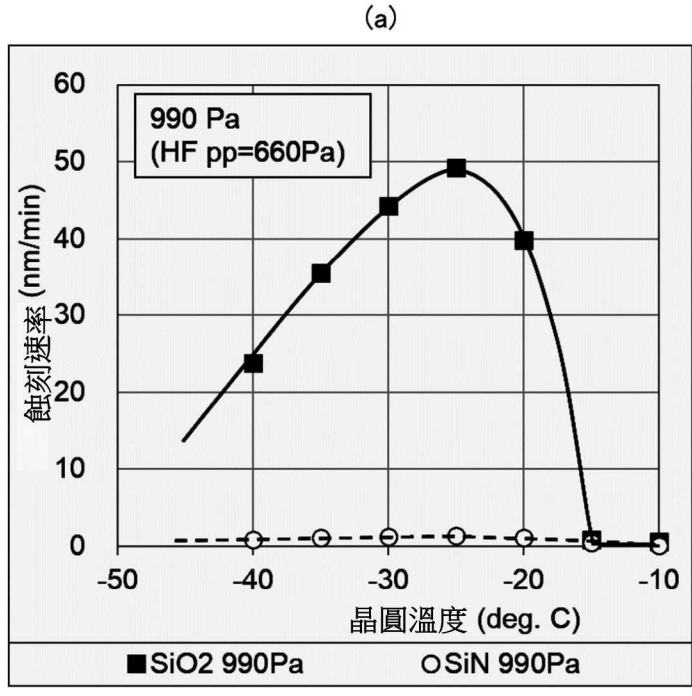
【圖 8】



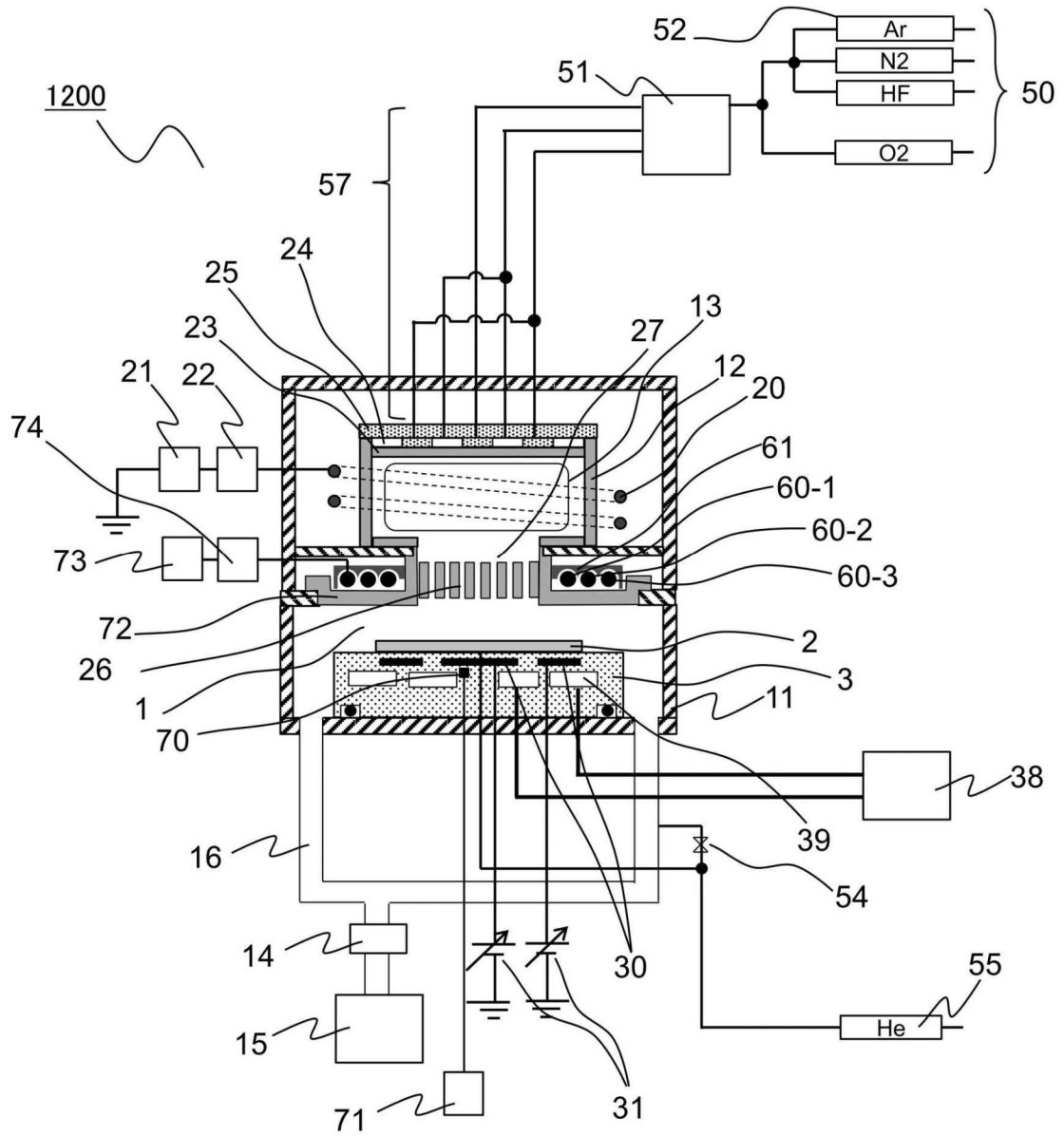
【圖 9】



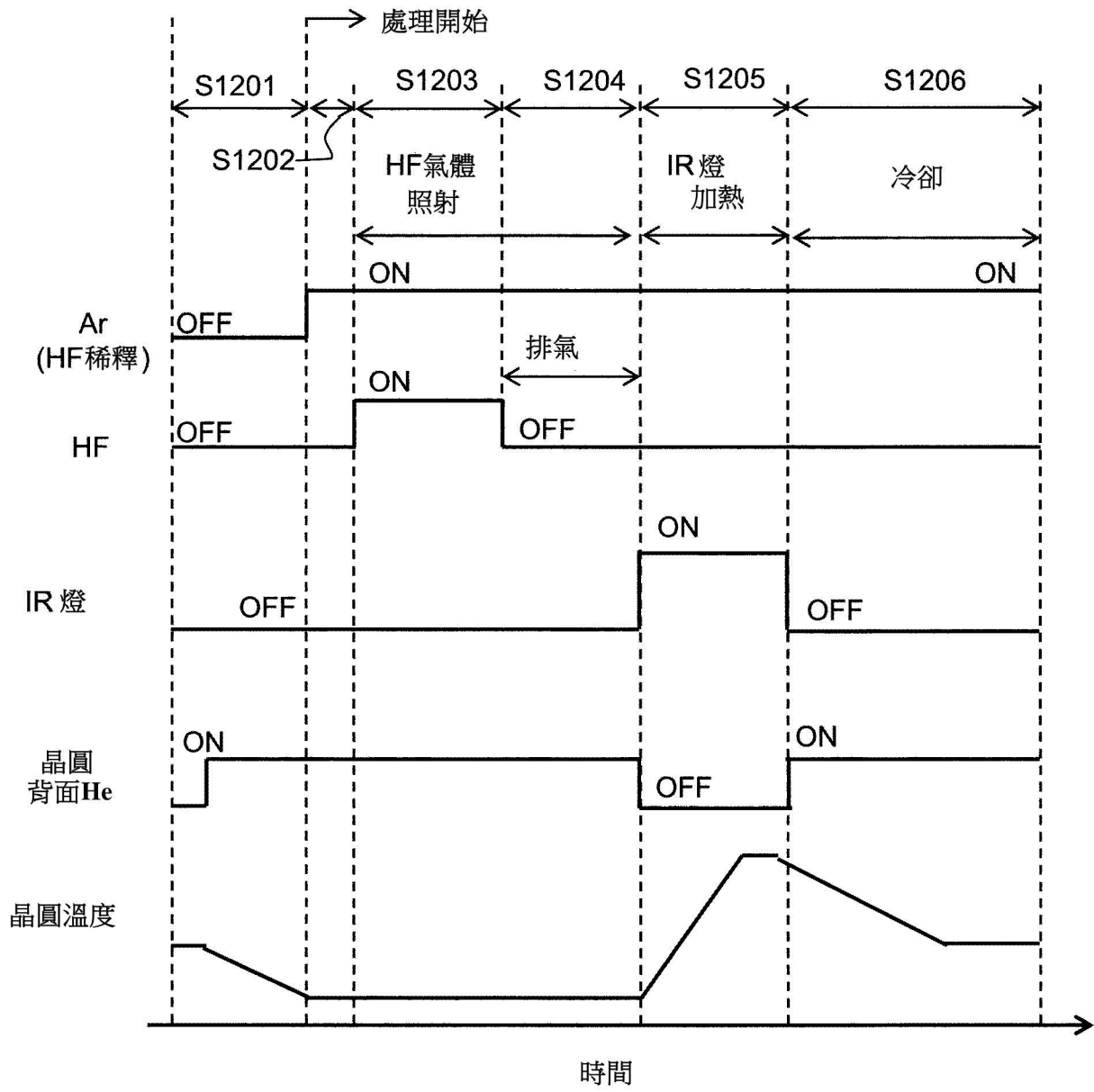
【圖 10】



【圖 11】

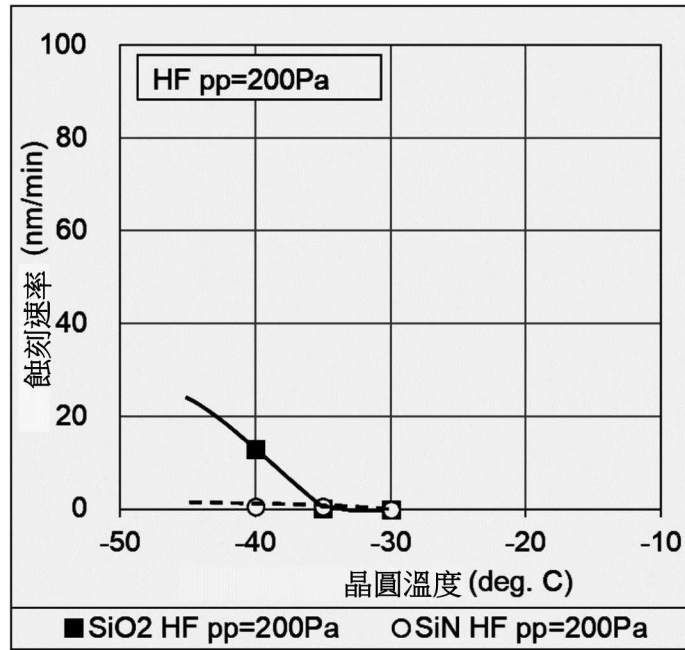


【圖 12】

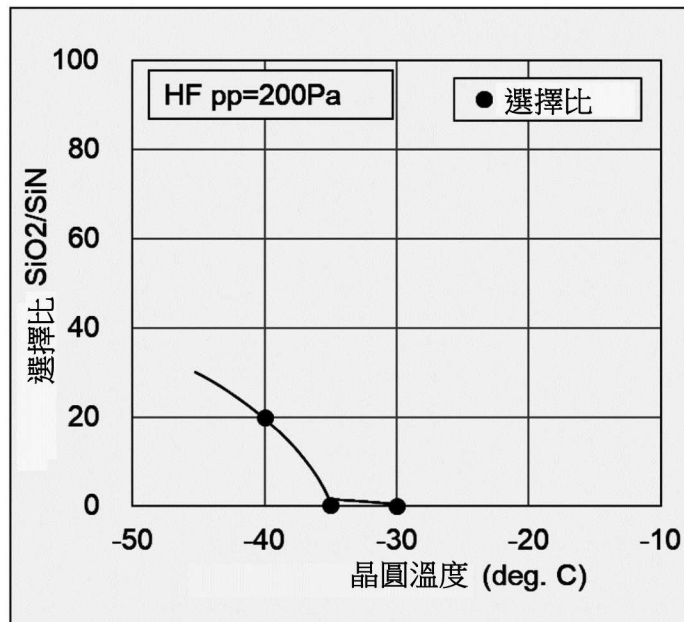


【圖 13】

(a)

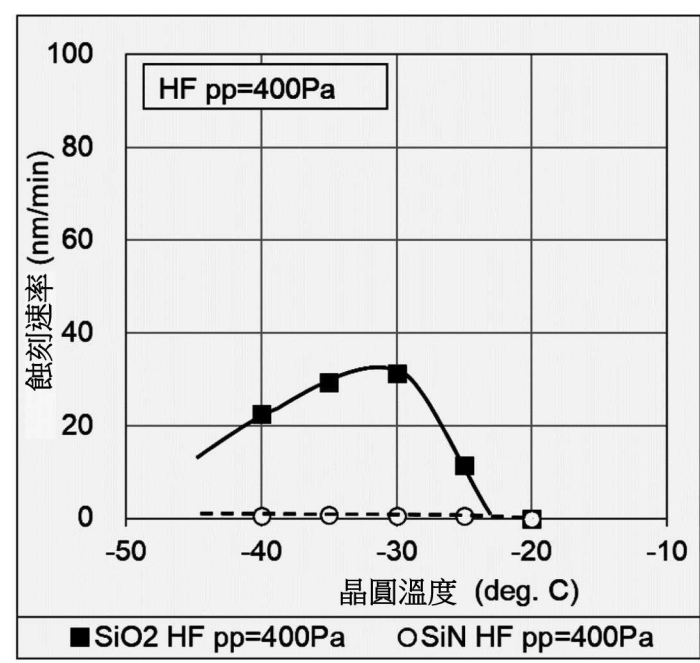


(b)

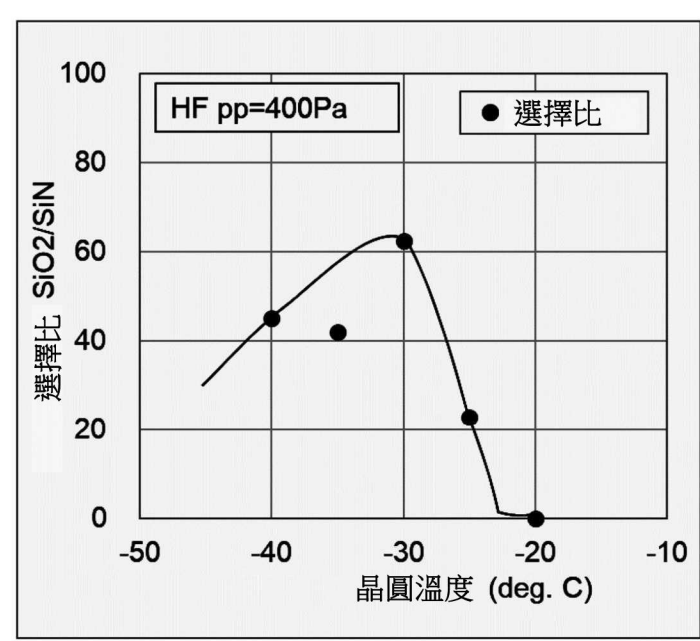


【圖 14】

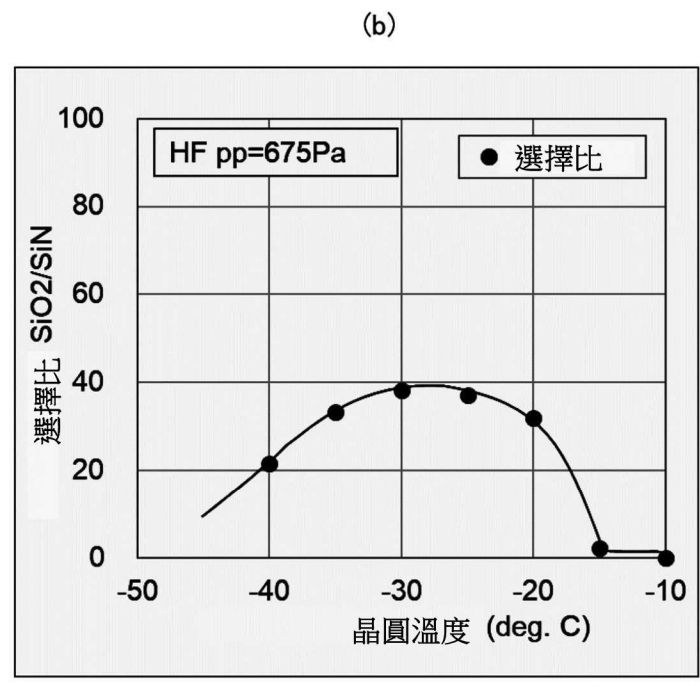
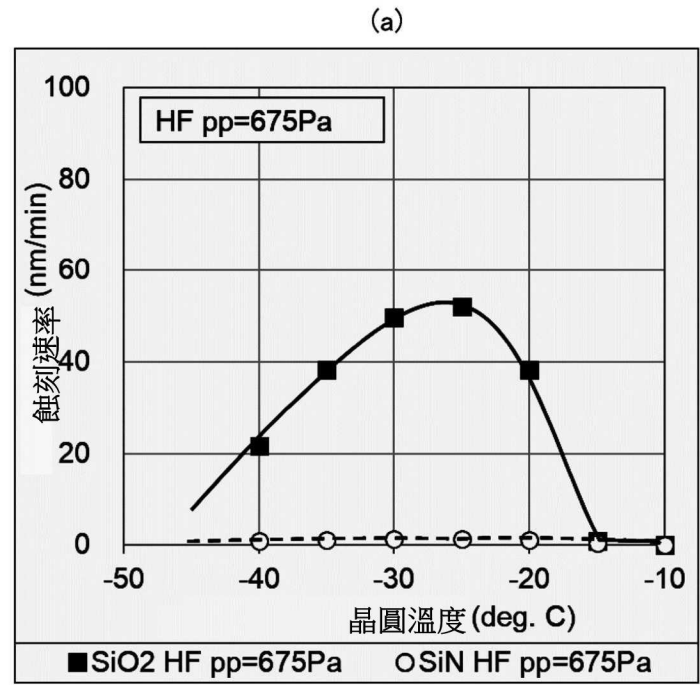
(a)



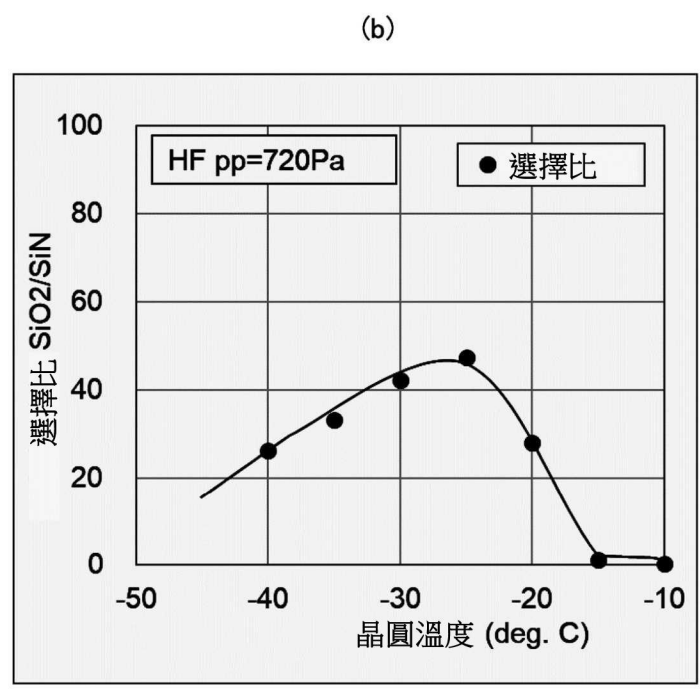
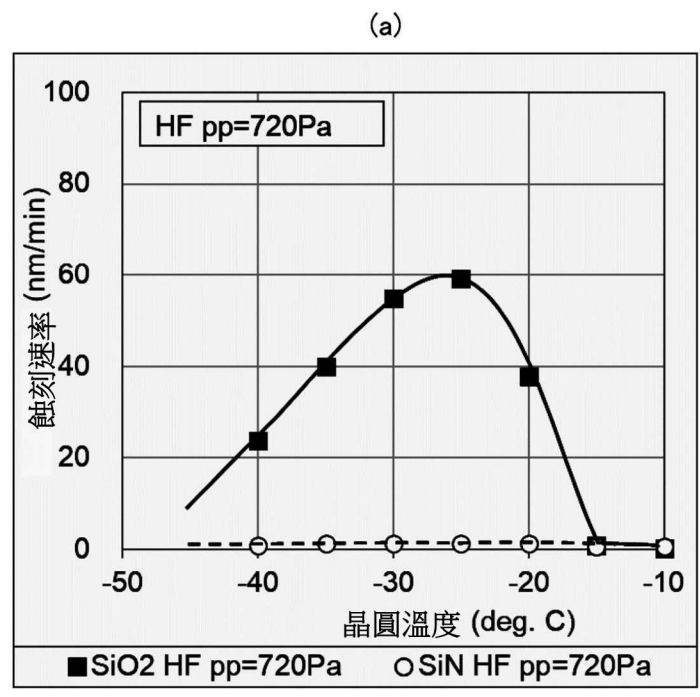
(b)



【圖 15】

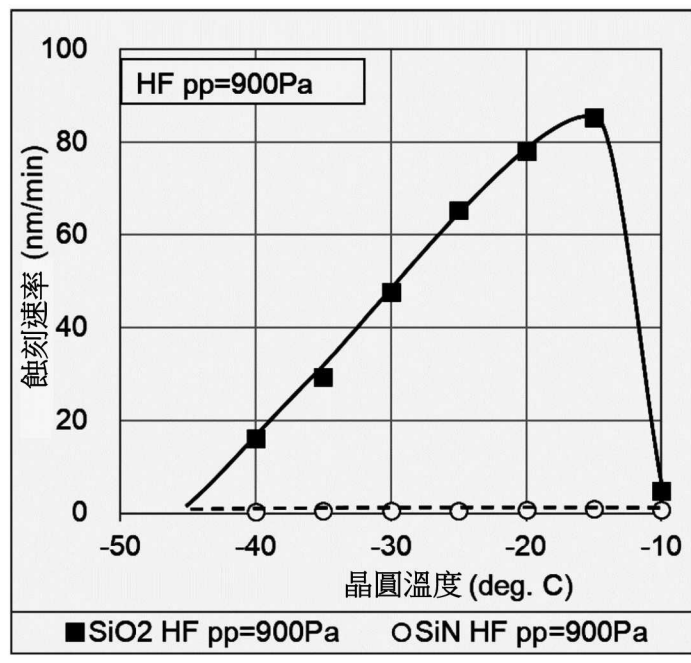


【圖 16】

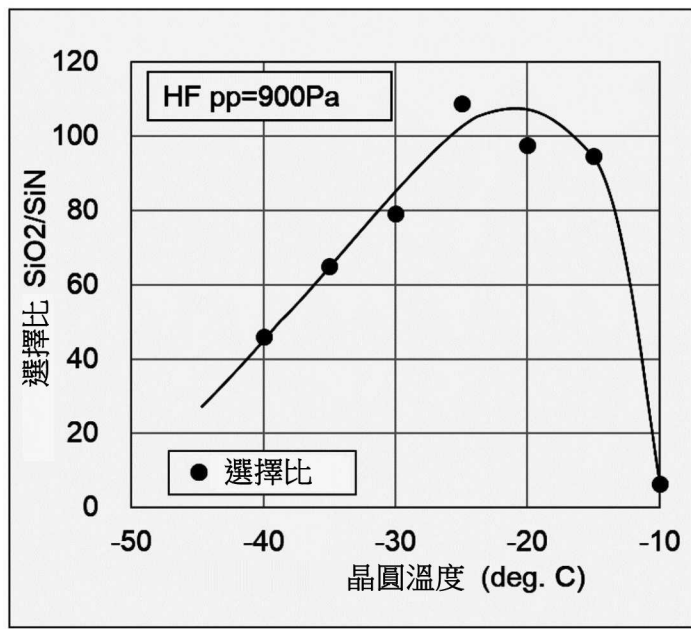


【圖 17】

(a)

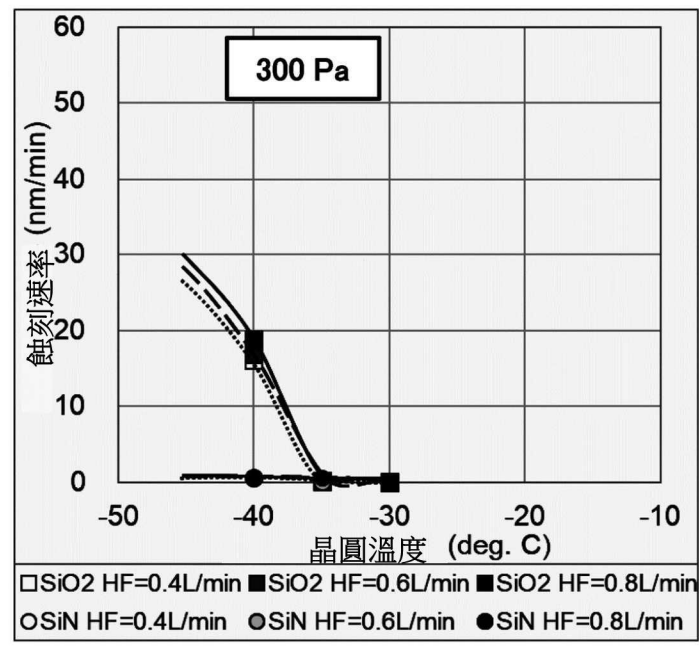


(b)

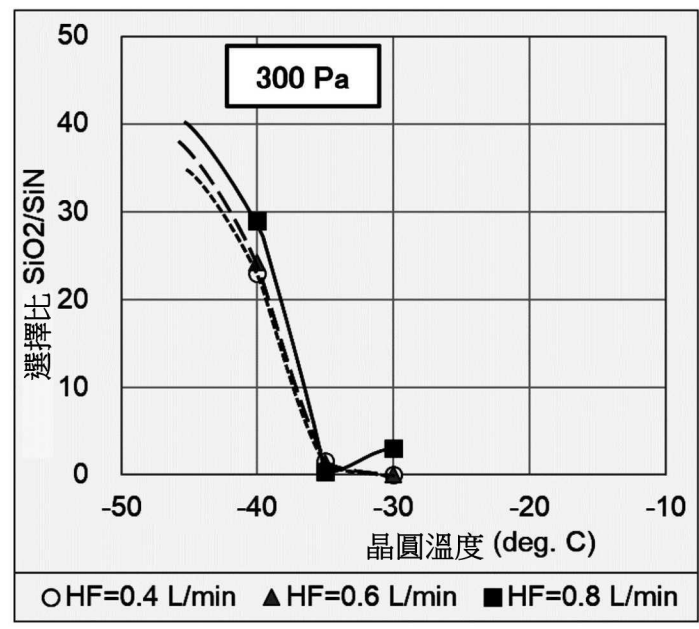


【圖 18】

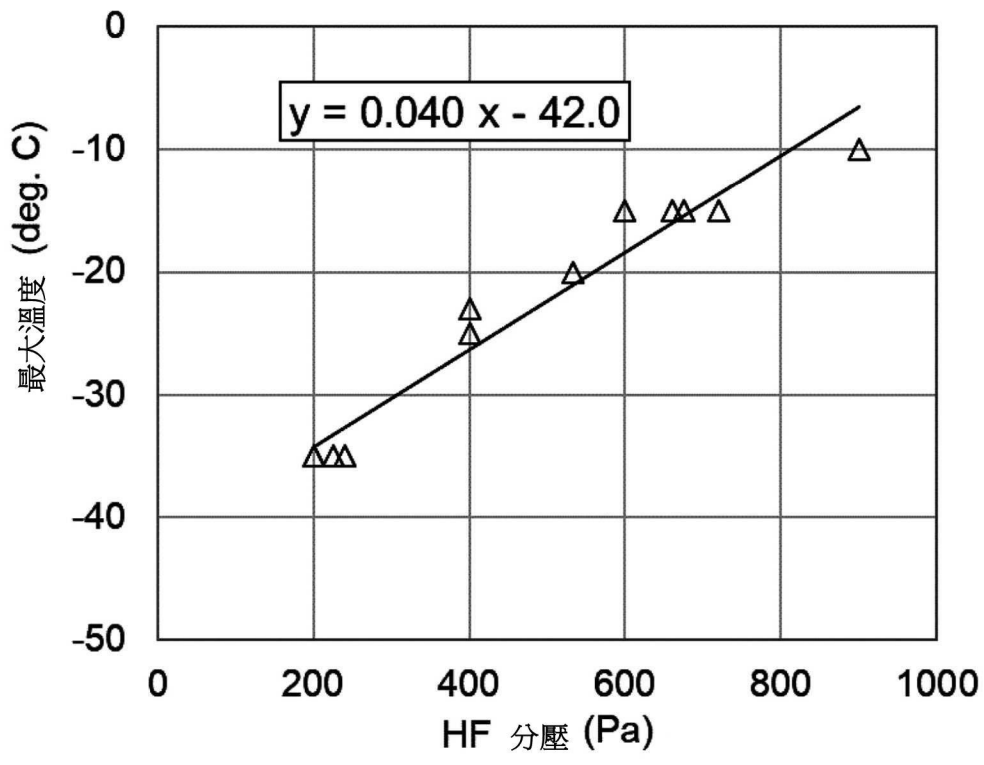
(a)



(b)



【圖 19】



【圖 20】