



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202414578 A

(43)公開日：中華民國 113 (2024) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：112127217

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 20 日

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

H01L21/311 (2006.01)

(30)優先權：2022/07/22 日本

2022-117495

(71)申請人：日商住友精化股份有限公司(日本) SUMITOMO SEIKA CHEMICALS CO., LTD.
(JP)

日本

(72)發明人：堀勝 HORI, MASARU (JP)；石川健治 ISHIKAWA, KENJI (JP)；阮氏翠兒
NGUYEN, THI THUY NGA (VN)；青木優太 AOKI, YUTA (JP)；津野修司 TSUNO,
SHUJI (JP)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 22 頁

(54)名稱

含碳原子膜之乾式蝕刻法

(57)摘要

含碳原子膜之乾式蝕刻法為利用蝕刻氣體對含有碳原子之含碳原子膜進行蝕刻之方法。此方法包括：

混合氣體導入步驟：將含有氧及二氧化硫之混合氣體導入到配置有結構體之蝕刻腔室，該結構體具備含碳原子膜及具有第 1 開口部之遮罩；及

蝕刻步驟：在蝕刻腔室內使混合氣體電漿化而產生電漿氣體，並使用此電漿氣體作為蝕刻氣體來蝕刻結構體的含碳原子膜而形成第 2 開口部。遮罩包含含氧材料，遮罩的第 1 開口部的寬度為 10 ～ 150nm。

無

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 10:支撐體
 - 20:含碳原子膜
 - 30:遮罩
 - 31:第 1 開口部
 - 100:結構體
 - L1:第 1 開口部的設計寬度
 - W:遮罩設計寬度

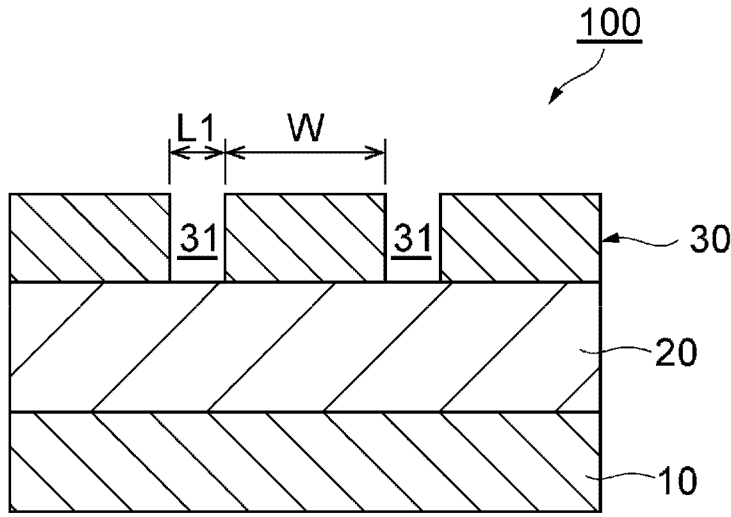


圖1

【發明摘要】

【中文發明名稱】 含碳原子膜之乾式蝕刻法

【英文發明名稱】 無

【中文】

含碳原子膜之乾式蝕刻法為利用蝕刻氣體對含有碳原子之含碳原子膜進行蝕刻之方法。此方法包括：

混合氣體導入步驟：將含有氧及二氧化硫之混合氣體導入到配置有結構體之蝕刻腔室，該結構體具備含碳原子膜及具有第1開口部之遮罩；及

蝕刻步驟：在蝕刻腔室內使混合氣體電漿化而產生電漿氣體，並使用此電漿氣體作為蝕刻氣體來蝕刻結構體的含碳原子膜而形成第2開口部。遮罩包含含氧材料，遮罩的第1開口部的寬度為10～150nm。

【英文】

無

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10:支撐體

20:含碳原子膜

30:遮罩

31:第1開口部

100:結構體

L1:第1開口部的設計寬度

W:遮罩設計寬度

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 含碳原子膜之乾式蝕刻法

【英文發明名稱】 無

【技術領域】

【0001】 本揭示係有關一種含碳原子膜之乾式蝕刻法。

【先前技術】

【0002】 在半導體積體電路中，元件的微細化及積層化正在發展，在半導體積體電路的製造中，需要如下技術，亦即，為了對被蝕刻膜進行圖案化而使用光阻劑等遮罩，在被蝕刻膜上高精度且高速地加工開口小且縱橫比大的深孔或溝槽。

作為這樣的技術，例如已知有專利文獻1中所記載之方法。在該公報中，報告了藉由將在氧中添加了硫化羰之混合氣體的電漿氣體用作含有碳之碳質層的蝕刻氣體來提高加工精度。

【0003】 [專利文獻1]日本特開2009-200459號公報

【0004】 然而，上述專利文獻1中所記載之方法在對碳質層進行乾式蝕刻時，與配置於碳質層上之遮罩相比，在優先對碳質層進行各向異性蝕刻之方面有改善的餘地。在此，在相對於配置於碳質層上之遮罩之蝕刻速率大於相對於碳質層之蝕刻速率之情況下，亦可以考慮使遮罩的厚度增加即可。但是，此時，有可能由於蝕刻而發生遮罩倒塌。

【發明內容】

【0005】 本揭示係鑑於上述課題而完成，其目的為提供一種含碳原子膜之

乾式蝕刻法，在對含碳原子膜進行乾式蝕刻時，與配置於含碳原子膜上之遮罩相比，能夠優先對含碳原子膜進行各向異性蝕刻。

【0006】 本揭示的發明人作為配置於含碳原子膜上之遮罩，配置包含含氧材料之遮罩，使遮罩的開口寬度在特定的範圍內，並且將含碳原子膜的蝕刻時的氧中的添加氣體從硫化羰變為二氧化硫，出乎意料地發現了能夠解決上述問題，從而完成了本揭示。

【0007】 亦即，本揭示的一側面提供一種含碳原子膜之乾式蝕刻法，利用蝕刻氣體對含有碳原子之含碳原子膜進行蝕刻，其包括：

混合氣體導入步驟：將至少含有氧及二氧化硫之混合氣體導入到配置有結構體之蝕刻腔室，該結構體具備上述含碳原子膜及具有第1開口部之遮罩；及

蝕刻步驟：在上述蝕刻腔室內使上述混合氣體電漿化而產生電漿氣體，並使用將此電漿氣體作為上述蝕刻氣體來蝕刻上述結構體的上含碳原子膜而形成第2開口部，

在上述混合氣體導入步驟中，上述遮罩包含含氧材料，上述遮罩的上述第1開口部的寬度為10～150nm。

【0008】 依據上述含碳原子膜之乾式蝕刻法，在對含碳原子膜進行乾式蝕刻時，與配置於含碳原子膜上之遮罩相比，能夠優先對含碳原子膜進行各向異性蝕刻。

【0009】 上述遮罩的第1開口部的寬度可以為40～150nm。

【0010】 上述第1開口部的形狀可以為溝槽或孔。

【0011】 上述含碳原子膜可以包含非晶碳。

【0012】 上述遮罩中所包含之上述含氧材料可以為二氧化矽。

上述含碳原子膜的厚度可以為0.1 μ m以上。

上述含碳原子膜的厚度可以為10.0 μ m以下。

上述遮罩的厚度可以為上述含碳原子膜的厚度的0.01倍以上。

上述遮罩的厚度可以為上述含碳原子膜的厚度的0.5倍以下。

【0013】 在上述混合氣體中，上述二氧化硫及上述氧的合計體積中的上述二氧化硫的含有率可以為20～40體積%。

[發明效果]

【0014】 依據本揭示，提供一種含碳原子膜之乾式蝕刻法，在對含碳原子膜進行乾式蝕刻時，與配置於含碳原子膜上之遮罩相比，能夠優先對含碳原子膜進行各向異性蝕刻。

【圖式簡單說明】

【0015】 [圖1]係表示本揭示的含碳原子膜之乾式蝕刻法的蝕刻步驟前的結構體的一例之剖面圖。

[圖2]係表示配置有圖1的結構體之蝕刻腔室之示意圖。

[圖3]係表示本揭示的含碳原子膜之乾式蝕刻法的蝕刻步驟後的結構體的一例之剖面圖。

[圖4]係圖3的遮罩及含碳原子膜的局部放大圖。

[圖5]係表示實施例1～3及比較例1～3中的、相對於遮罩的溝槽設計寬度繪製了蝕刻選擇比之結果之曲線圖。

【實施方式】

【0016】 以下，參閱圖1～圖4對本揭示的含碳原子膜之乾式蝕刻法的實施形態進行詳細說明。但是，本揭示並不限定於以下實施形態。

【0017】 圖1係表示本揭示的含碳原子膜之乾式蝕刻法的蝕刻步驟前的結構體的一例之剖面圖，圖2係表示配置有圖1的結構體之蝕刻腔室之示意圖，圖3

係表示本揭示的含碳原子膜之乾式蝕刻法的蝕刻步驟後的結構體的一例之剖面圖，圖4係圖3的含碳原子膜的局部放大圖。

本揭示的含碳原子膜之乾式蝕刻法係利用蝕刻氣體對含有碳原子之含碳原子膜20進行蝕刻之方法，其包括：

混合氣體導入步驟：將至少含有氧及二氧化硫之混合氣體G導入到配置有結構體100之蝕刻腔室1，該結構體100具備含碳原子膜20及具有第1開口部31之遮罩30；及

蝕刻步驟：在蝕刻腔室1內使混合氣體G電漿化而產生電漿氣體，並使用此電漿氣體蝕刻結構體100的含碳原子膜20而形成第2開口部21（參閱圖1～圖3）。

接著，在混合氣體導入步驟中，遮罩30包含含氧材料，遮罩30的第1開口部31的寬度L1為10～150nm。

【0018】 依據上述含碳原子膜之乾式蝕刻法，將蝕刻時的配置在含碳原子膜20上之遮罩30設為包含含氧材料者，一邊將遮罩30的第1開口部31的寬度L1設定在特定的範圍內，一邊用包含氧及二氧化硫之混合氣體G的電漿氣體蝕刻含碳原子膜20，從而在對含碳原子膜20進行乾式蝕刻時，與配置於含碳原子膜20上之遮罩30相比，能夠優先對含碳原子膜20進行各向異性蝕刻。

【0019】 以下，對上述混合氣體導入步驟及蝕刻步驟進行詳細說明。

【0020】 <混合氣體導入步驟>

結構體100具備含有碳原子之含碳原子膜20及具有第1開口部31之遮罩30。如圖1所示，結構體100亦可以具備支撐含碳原子膜20之支撐體10。在此場合，含碳原子膜20配置於遮罩30與支撐體10之間。又，結構體100在支撐體10與含碳原子膜20之間亦可以具備中間膜（未圖示）。

【0021】 （支撐體）

支撐體10只要為支撐含碳原子膜20之構件，則並無特別限制，作為構成支撐

體10之材料，例如可以舉出矽、鍺等。其中，矽為較佳。在此場合，由於帶隙寬，因此高壓下的耐久性進一步提高。

【0022】 支撐體10的厚度並無特別限制，可以為254 μm 以上，亦可以為520 μm 以上。當支撐體10的厚度為254 μm 以上時，機械強度進一步提高。又，支撐體10的厚度可以為795 μm 以下，亦可以為725 μm 以下。當支撐體10的厚度為795 μm 以下時，容易將結構體100切割成規定尺寸的晶片。

【0023】 （中間膜）

作為中間其他膜，可以舉出二氧化矽（ SiO_2 ）、氮化矽（ Si_3N_4 ）、非晶矽（a:Si）和多晶矽（poly:Si）等。

【0024】 （含碳原子膜）

含碳原子膜20只要為含有碳原子之膜，則並無特別限制。含碳原子膜20可以為非晶碳等無機系碳膜，亦可以為抗蝕劑膜和聚醯亞胺系膜等有機高分子膜。若含碳原子膜20為非晶碳，則在將圖案轉印到含碳原子膜20時能夠增加蝕刻選擇比（亦即，含碳原子膜的蝕刻速率 V_c 相對於遮罩的蝕刻速率 V_m 之比）。

【0025】 含碳原子膜20的厚度並無特別限制，可以為0.1 μm 以上，亦可以為0.5 μm 以上。當含碳原子膜20的厚度為0.1 μm 以上時，在含碳原子膜20的下層作為被蝕刻層而積層有中間膜之情況下，含碳原子膜20能夠顯示作為被蝕刻層的遮罩的功能。又，含碳原子膜20的厚度可以為10 μm 以下，亦可以為5 μm 以下。當含碳原子膜20的厚度為10 μm 以下時，蝕刻後的含碳原子膜20不易崩塌。

【0026】 （遮罩）

遮罩30具有使蝕刻氣體通過並引導至含碳原子膜20之第1開口部31。第1開口部31的形狀並無特別限制，例如可以為溝槽，亦可以為孔。遮罩30包含含氧材料。在此場合，能夠使相對於遮罩30之蝕刻速率比相對於含碳原子膜20之蝕刻速率相對慢，在對含碳原子膜20進行乾式蝕刻時，與配置於含碳原子膜20上之遮罩

30相比，能夠優先對含碳原子膜20進行各向異性蝕刻。

作為含氧材料，可以舉出二氧化矽、氮氧化矽等。其中，從經濟性的觀點考慮，二氧化矽為較佳。

【0027】 第1開口部31的寬度L1係第1開口部31的設計寬度，第1開口部31的寬度L1為10～150nm。第1開口部31的寬度L1為10nm以上，從而所產生之電漿容易蝕刻含碳原子膜20。第1開口部31的寬度L1為150nm以下，從而在對含碳原子膜20進行乾式蝕刻時，與配置於含碳原子膜20上之遮罩30相比，能夠優先對含碳原子膜20進行各向異性蝕刻。

第1開口部31的寬度L1可以為40～150nm，可以為50～150nm，亦可以為60～100nm。

【0028】 遮罩30的厚度並無特別限制，可以為含碳原子膜20的厚度的0.01倍以上，亦可以為0.1倍以上。當遮罩30的厚度為含碳原子膜20的厚度的0.01倍以上時，能夠進行含碳原子膜的各向異性蝕刻。又，遮罩30的厚度可以為含碳原子膜20的厚度的0.5倍以下，亦可以為0.2倍以下。遮罩30的厚度為含碳原子膜20的厚度的0.5倍以下時，蝕刻後，含碳原子膜20不易崩塌。

【0029】 （蝕刻腔室）

蝕刻腔室1係利用將包含氧及二氧化硫之混合氣體G電漿化之電漿氣體進行含碳原子膜20的蝕刻之容器，構成蝕刻裝置的一部分。

作為蝕刻裝置，可以舉出微波ECR電漿方式的蝕刻裝置、電容耦合型電漿方式（CCP）的蝕刻裝置、感應耦合型電漿方式（ICP）的蝕刻裝置等，蝕刻裝置並不限定於該等。

【0030】 <混合氣體導入步驟>

（混合氣體）

混合氣體G包含氧及二氧化硫。氧及二氧化硫的合計體積中的二氧化硫的含

有率只要大於0體積%，則並無特別限制，可以為20～40體積%，亦可以為25～35體積%。

若氧及二氧化硫的合計體積中的二氧化硫的含有率在20～40體積%的範圍內，則能夠進一步有效地提高對含碳原子膜20的蝕刻速率。

【0031】 導入到蝕刻腔室1時的上述混合氣體G的流量可以為0.1mL/min以上，可以為1mL/min以上，亦可以為10mL/min以上。混合氣體G的流量為0.1mL/min以上時，能夠有效地生成含碳原子膜的蝕刻所需的離子和自由基。

導入到蝕刻腔室1時的上述混合氣體G的流量可以為10000mL/min以下，可以為1000mL/min以下，亦可以為100mL/min以下。混合氣體G的流量為10000mL/min以下時，容易將蝕刻裝置的真空度保持在低壓。

【0032】 <蝕刻步驟>

蝕刻步驟係在蝕刻腔室1內使混合氣體G電漿化而產生電漿氣體，使用此電漿氣體蝕刻結構體100的含碳原子膜20而形成第2開口部21之步驟。藉由蝕刻步驟，結構體100成為結構體200。

【0033】 （蝕刻腔室內的壓力）

進行乾式蝕刻時的蝕刻腔室1內的壓力可以為0.1mTorr～100Torr，亦可以為0.1mTorr～100mTorr。當蝕刻腔室1內的壓力為0.1mTorr～100mTorr時，由於壓力低，因此能夠對第2開口部21進行優異的形狀控制。

【0034】 （天線功率）

作為蝕刻裝置，使用感應耦合型電漿方式（ICP）的蝕刻裝置時，天線功率並無特別限制，可以為50～1000W，可以為100～800W，亦可以為200～600W。藉由將天線功率設為50～1000W，能夠高速且各向異性蝕刻含碳原子膜20。

【0035】 （偏置功率）

作為蝕刻裝置，使用感應耦合型電漿方式（ICP）的蝕刻裝置時，偏置功率

並無特別限制，可以為10W以上，可以為25W以上，亦可以為50W以上。藉由將偏置功率設為10W以上，容易增加第2開口部21的縱橫比。

又，偏置功率可以為500W以下，可以為300W以下，亦可以為200W以下。藉由將偏置功率設為500W以下，容易適當地控制乾式蝕刻。

【0036】 （第2開口部）

蝕刻後的含碳原子膜20的第2開口部21的形狀與第1開口部31的形狀相同。亦即，在第1開口部31為溝槽之情況下，第2開口部21亦為溝槽，第1開口部31為孔之情況下，第2開口部21亦為孔。

【0037】 蝕刻後的含碳原子膜20的第2開口部21的縱橫比並無特別限制，例如可以為0.1～60，可以為1～40，可以為4～40，可以為5～40，亦可以為5～25。

藉由縱橫比為60以下，與使用包含氧及硫化羰之混合氣體G的電漿氣體蝕刻含碳原子膜20之情況相比，能夠提高對含碳原子膜20的蝕刻速率。另外，在相對於含碳原子膜20在與遮罩30相反的一側設置有層（下層）之情況下，由於縱橫比為0.1以上，因此例如含碳原子膜20在下層的蝕刻時容易作為遮罩而顯示效果。作為下層，可以舉出二氧化矽（ SiO_2 ）、氮化矽（ Si_3N_4 ）、非晶矽（a:Si）和多晶矽（poly:Si）等。

【0038】 在此，縱橫比係指在含碳原子膜20的剖面中，第2開口部21的深度（L2）相對於第1開口部31的設計寬度（L1）之比（ $L2/L1$ ）（參閱圖4）。第1開口部31的設計寬度L1係指沿遮罩30的剖面中的含碳原子膜20與遮罩30的界面之第1開口部31的長度。在遮罩30的第1開口部31為溝槽圖案之情況下，遮罩30的剖面係指沿著與溝槽的長邊方向正交且沿著遮罩30的厚度方向之面的剖面。第2開口部21的深度係指，在含碳原子膜20的剖面，從含碳原子膜20與遮罩30的界面到第2開口部21的底面的長度，且為沿著含碳原子膜20的厚度方向的長度。

【0039】 作為確認蝕刻性能之分析儀器，可以舉出SEM(掃描電子顯微鏡)及TEM(透射電子顯微鏡)，分析儀器只要為能夠確認蝕刻速率和波音(boeing)的產生情況之裝置，則並無特別限定。

【0040】 另外，本揭示的宗旨如下。

[1]一種含碳原子膜之乾式蝕刻法，其利用蝕刻氣體對含有碳原子之含碳原子膜進行蝕刻，其包括：

混合氣體導入步驟：將至少含有氧及二氧化硫之混合氣體導入到配置有結構體之蝕刻腔室，該結構體具備該含碳原子膜及具有第1開口部之遮罩；及

蝕刻步驟：在該蝕刻腔室內使該混合氣體電漿化而產生電漿氣體，並使用將此電漿氣體作為該蝕刻氣體來蝕刻該結構體的該含碳原子膜而形成第2開口部，

在該混合氣體導入步驟中，該遮罩包含含氧材料，該遮罩的第1開口部的寬度為10～150nm。

[2]如[1]之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩的該第1開口部的寬度為40～150nm。

[3]如[1]或[2]之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該第1開口部的形狀為溝槽或孔。

[4]如[1]至[3]中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該含碳原子膜包含非晶碳。

[5]如[1]至[4]中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩中所包含之該含氧材料為二氧化矽。

[6]如[1]至[5]中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該含碳原子膜的厚度為0.1 μ m以上。

[7]如[1]至[6]中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該含碳原子膜的厚度為10.0 μ m以下。

[8]如[1]至[7]中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩的厚度為該含碳原子膜的厚度的0.01倍以上。

[9]如[1]至[8]中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩的厚度為該含碳原子膜的厚度的0.5倍以下。

[10]如[1]至[9]中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，在該混合氣體中，該二氧化硫及該氧的合計體積中的該二氧化硫的含有率為20～40體積%。

[實施例]

【0041】 以下，舉出實施例及比較例對本揭示進行進一步具體的說明。但是，本揭示並不限定於以下實施例。

【0042】 [實施例1]

首先，準備了由作為支撐體的Si基板及作為含碳原子膜的非晶碳膜（厚度：約2400nm）構成之積層體。接著，在此積層體的非晶碳膜上，將藉由光刻形成作為第1開口部的遮罩圖案且在下層具有矽膜之二氧化矽膜（矽膜及二氧化矽膜的合計厚度：約350nm）作為遮罩而配置，並準備了20mm見方的結構體（參閱圖1）。此時，遮罩的遮罩圖案為溝槽圖案，溝槽設計寬度（第1開口部的設計寬度）L1為60nm、遮罩設計寬度（遮罩中第1開口部以外的實體部分的寬度）W設為240nm（參閱圖1）。接著，在直徑150mm的晶片貼附如上所述獲得之結構體，並設置於蝕刻裝置的蝕刻腔室內的處理台上。此時，作為蝕刻裝置，使用了感應耦合型電漿方式（ICP）的蝕刻裝置（產品名稱「NLD6000」、ULVAC, Inc.製）。

【0043】 接著，如下實施了非晶碳膜的乾式蝕刻。亦即，將蝕刻腔室內的真空壓力設定為3.8mTorr，將天線功率設定為400W，將偏置功率設定為100W，將混合氣體以50mL/min的流量導入到蝕刻腔室內並產生電漿氣體作為蝕刻氣體，利用此電漿氣體進行非晶碳膜的乾式蝕刻，在非晶碳膜上形成了作為第2開口部的溝槽圖案。這樣，完成了含碳原子膜的乾式蝕刻。

【0044】 此時，混合氣體由氧及二氧化硫的混合氣體構成，蝕刻時間為20分鐘，氧及二氧化硫的合計體積中的二氧化硫的含有率設為30體積%（氧的含有率為70體積%）。

【0045】 蝕刻完成後，用SEM（產品名稱「SU8230」、Hitachi High-Tech Corporation製）觀察非晶碳膜的剖面，確認形成於非晶碳膜之溝槽圖案的蝕刻深度L2之結果，蝕刻深度L2為1706nm，碳膜的蝕刻速率Vc如表1所示為85nm/min。

另一方面，對於遮罩中溝槽以外的部分（遮罩設計寬度W的部分），確認了藉由蝕刻被削掉之開口部的深度之結果，深度為179nm，遮罩的蝕刻速率Vm為8.7nm/min。

使用如上述求出之含碳原子膜的蝕刻速率Vc及遮罩的蝕刻速率Vm，依據下述式（1）將含碳原子膜/遮罩選擇比作為蝕刻選擇比而求出，結果蝕刻選擇比為10。

蝕刻選擇比=含碳原子膜的蝕刻速率Vc÷遮罩的蝕刻速率Vm.....（1）

【0046】 [比較例1]

除了將混合氣體設為如表1所示以外，以與實施例1相同的方式進行了非晶碳膜的乾式蝕刻。接著，算出含碳原子膜及遮罩的蝕刻速率。將結果示於表1。如表1所示，含碳原子膜的蝕刻速率Vc為74nm/min，遮罩的蝕刻速率Vm為11.4nm/min，蝕刻選擇比（Vc/Vm）為6。

【0047】 [實施例2]

除了將遮罩的溝槽設計寬度L1及遮罩設計寬度W設為如表2所示以外，以與實施例1相同的方式進行了非晶碳膜的乾式蝕刻。接著，算出含碳原子膜及遮罩的蝕刻速率。將結果示於表2。如表2所示，含碳原子膜的蝕刻速率Vc為105nm/min，遮罩的蝕刻速率Vm為7.4nm/min，蝕刻選擇比（Vc/Vm）為14。

【0048】 [比較例2]

除了將混合氣體設為如表2所示以外，以與實施例2相同的方式進行了非晶碳膜的乾式蝕刻。接著，算出含碳原子膜及遮罩的蝕刻速率。將結果示於表2。如表2所示，含碳原子膜的蝕刻速率Vc為88nm/min，遮罩的蝕刻速率Vm為9.8nm/min，蝕刻選擇比（Vc/Vm）為9。

【0049】 [實施例3]

除了將遮罩的溝槽設計寬度L1及遮罩設計寬度W設為如表2所示以外，以與實施例1相同的方式進行了非晶碳膜的乾式蝕刻。接著，算出含碳原子膜及遮罩的蝕刻速率。將結果示於表3。如表3所示，含碳原子膜的蝕刻速率Vc為116nm/min，遮罩的蝕刻速率Vm為5.4nm/min，蝕刻選擇比（Vc/Vm）為21。

【0050】 [比較例3]

除了將混合氣體設為如表3所示以外，以與實施例3相同的方式進行了非晶碳膜的乾式蝕刻。接著，算出含碳原子膜及遮罩的蝕刻速率。將結果示於表3。如表3所示，含碳原子膜的蝕刻速率Vc為98nm/min，遮罩的蝕刻速率Vm為6.5nm/min，蝕刻選擇比（Vc/Vm）為15。

[表1]

	混合氣體	溝槽 設計寬度 L1 (nm)	遮罩 設計寬度 W (nm)	碳膜的 蝕刻速率 Vc (nm/min)	遮罩的 蝕刻速率 Vm (nm/min)	蝕刻 選擇比 (Vc/Vm)
實施例 1	二氧化硫 30%/氧 70%	60	240	85	8.7	10
比較例 1	硫化羰 30%/氧 70%	60	240	74	11.4	6

[表2]

	混合氣體	溝槽 設計寬度 L1 (nm)	遮罩 設計寬度 W (nm)	碳膜的 蝕刻速率 Vc (nm/min)	遮罩的 蝕刻速率 Vm (nm/min)	蝕刻 選擇比 (Vc/Vm)
實施例 2	二氧化硫 30%/氧 70%	80	320	105	7.4	14
比較例 2	硫化羰 30%/氧 70%	80	320	88	9.8	9

[表3]

	混合氣體	溝槽 設計寬度 L1 (nm)	遮罩 設計寬度 W (nm)	碳膜的 蝕刻速率 Vc (nm/min)	遮罩的 蝕刻速率 Vm (nm/min)	蝕刻 選擇比 (Vc/Vm)
實施例 3	二氧化硫 30%/氧 70%	100	400	116	5.4	21
比較例 3	硫化羰 30%/氧 70%	100	400	98	6.5	15

【0051】 由表1～3及圖5所示之結果可知，在蝕刻結構體的含碳原子膜時，與包含硫化羰之混合氣體相比，使用包含二氧化硫之混合氣體的蝕刻選擇比大，含碳原子膜蝕刻選擇性優異。

【符號說明】

【0052】

- 1:蝕刻腔室
- 10:支撐體
- 20:含碳原子膜
- 21:第2開口部
- 30:遮罩
- 31:第1開口部
- 100:結構體
- 200:結構體
- L1:溝槽設計寬度（第1開口部的設計寬度）
- L2:第2開口部的深度
- W:遮罩設計寬度（遮罩中第1開口部以外的實體部分的寬度）
- G:混合氣體

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種含碳原子膜之乾式蝕刻法，其利用蝕刻氣體對含有碳原子之含碳原子膜進行蝕刻，其包括：

混合氣體導入步驟：將至少含有氧及二氧化硫之混合氣體導入到配置有結構體之蝕刻腔室，該結構體具備該含碳原子膜及具有第1開口部之遮罩；及

蝕刻步驟：在該蝕刻腔室內使該混合氣體電漿化而產生電漿氣體，並使用將此電漿氣體作為該蝕刻氣體來蝕刻該結構體的該含碳原子膜而形成第2開口部，

在該混合氣體導入步驟中，該遮罩包含含氧材料，該遮罩的第1開口部的寬度為10～150nm。

【請求項2】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩的該第1開口部的寬度為40～150nm。

【請求項3】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該第1開口部的形狀為溝槽或孔。

【請求項4】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該含碳原子膜包含非晶碳。

【請求項5】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩中所包含之該含氧材料為二氧化矽。

【請求項6】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該含碳原子膜的厚度為0.1μm以上。

【請求項7】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該含碳原子膜的厚度為10.0 μm 以下。

【請求項8】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩的厚度為該含碳原子膜的厚度的0.01倍以上。

【請求項9】

如請求項1之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，該遮罩的厚度為該含碳原子膜的厚度的0.5倍以下。

【請求項10】

如請求項1至請求項9中任一項之含碳原子膜之乾式蝕刻法，其中，在該混合氣體中，該二氧化硫及該氧的合計體積中的該二氧化硫的含有率為20～40體積%。

