

(21)申請案號：110117063

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 12 日

(51)Int. Cl. : C23F1/12 (2006.01)

H01L21/3065(2006.01)

(30)優先權：2020/05/29 日本

2020-094360

(71)申請人：日商昭和電工股份有限公司(日本) SHOWA DENKO K. K. (JP)

日本

(72)發明人：松井一真 MATSUI, KAZUMA (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201718942A

TW 201841245A

審查人員：李嘉修

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：2 共 38 頁

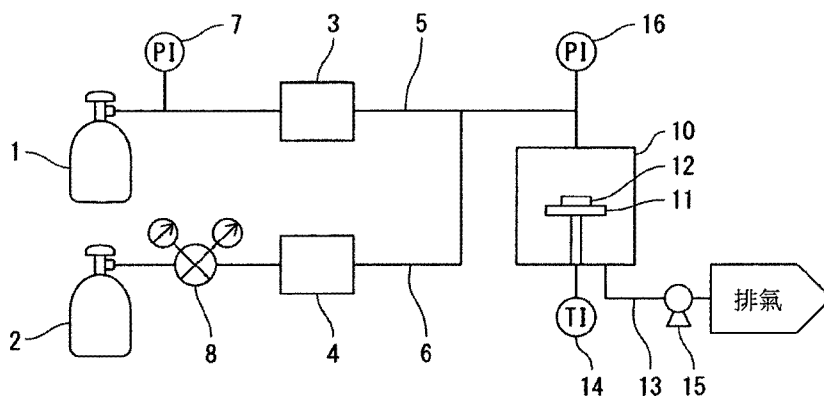
(54)名稱

乾蝕刻方法、半導體元件之製造方法及清潔方法

(57)摘要

本發明提供一種乾蝕刻方法，其不用電漿，能蝕刻含有銅的蝕刻對象物。乾蝕刻方法具備：使含有溴或碘與氟的化合物之鹵素氟化物的蝕刻氣體，接觸具有成為蝕刻氣體的蝕刻對象之蝕刻對象物的被蝕刻構件(12)，在不用電漿下將蝕刻對象物予以蝕刻之乾蝕刻步驟。蝕刻對象物含有銅。又，在 140°C 以上 300°C 以下之溫度條件下進行乾蝕刻步驟。

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

1:鹵素氟化物氣體供給部

2:惰性氣體供給部

3:鹵素氟化物氣體流量控制裝置

4:惰性氣體流量控制裝置

5:鹵素氟化物氣體供給用配管

6:惰性氣體供給用配管

7,16:壓力計

8:惰性氣體壓力控制裝置

10:腔室

11:載台

I788841

TW I788841 B

12:被蝕刻構件

13:排氣用配管

14:溫度計

15:真空泵



I788841

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

乾蝕刻方法、半導體元件之製造方法及清潔方法

【中文】

本發明提供一種乾蝕刻方法，其不用電漿，能蝕刻含有銅的蝕刻對象物。乾蝕刻方法具備：使含有溴或碘與氟的化合物之鹵素氟化物的蝕刻氣體，接觸具有成為蝕刻氣體的蝕刻對象之蝕刻對象物的被蝕刻構件(12)，在不用電漿下將蝕刻對象物予以蝕刻之乾蝕刻步驟。蝕刻對象物含有銅。又，在140℃以上300℃以下之溫度條件下進行乾蝕刻步驟。

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1: 鹵素氟化物氣體供給部
- 2: 惰性氣體供給部
- 3: 鹵素氟化物氣體流量控制裝置
- 4: 惰性氣體流量控制裝置
- 5: 鹵素氟化物氣體供給用配管
- 6: 惰性氣體供給用配管
- 7,16: 壓力計
- 8: 惰性氣體壓力控制裝置
- 10: 腔室
- 11: 載台
- 12: 被蝕刻構件
- 13: 排氣用配管
- 14: 溫度計
- 15: 真空泵

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

乾蝕刻方法、半導體元件之製造方法及清潔方法

【技術領域】

【0001】本發明關於乾蝕刻方法、半導體元件之製造方法及清潔方法。

【先前技術】

【0002】銅(Cu)由於電子遷移耐性高，而且電阻率低，因此被通用作為半導體元件的配線材料。惟，銅與蝕刻氣體之反應生成物之大部分，由於幾乎不具有蒸氣壓，故銅的乾蝕刻並不容易。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1] 日本發明專利公報第3381076號

【發明內容】

[發明所欲解決的課題]

【0004】例如，專利文獻1中提案使用鹵化碘作為蝕刻氣體，電漿蝕刻銅之方法。然而，於專利文獻1揭示之技術中，由於必須使用電漿進行蝕刻，故有變得需要高價的電漿產生裝置之問題。

本發明之課題在於提供一種不用電漿，能蝕刻含有銅的蝕刻對象物之乾蝕刻方法、半導體元件之製造方法及清潔方法。

[解決課題的手段]

【0005】 為了解決前述課題，本發明之一態樣係如以下的[1]~[15]。

[1] 一種乾蝕刻方法，其具備：使含有溴或碘與氟的化合物之鹵素氟化物的蝕刻氣體，接觸具有成為前述蝕刻氣體的蝕刻對象之蝕刻對象物的被蝕刻構件，在不用電漿下蝕刻前述蝕刻對象物之乾蝕刻步驟，

前述蝕刻對象物含有銅，

在140℃以上300℃以下之溫度條件下進行前述乾蝕刻步驟。

【0006】

[2] 如[1]記載之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻氣體係僅由前述鹵素氟化物的氣體所構成之氣體，或為含有前述鹵素氟化物與惰性氣體之混合氣體。

[3] 如[2]記載之乾蝕刻方法，其中前述惰性氣體係選自氮氣、氦、氬、氖、氬及氙的至少一種。

[4] 如[1]~[3]中任一項記載之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻氣體中含有的前述鹵素氟化物之含量為1體積%以上90體積%以下。

【0007】

[5] 如[1]~[4]中任一項記載之乾蝕刻方法，其中前述鹵素氟化物為五氟化溴及七氟化碘之至少一者。

[6] 如[1]~[5]中任一項之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻氣體中含有的氧氣之含量為1體積%以下。

[7] 如[1]~[6]中任一項記載之乾蝕刻方法，其中在50Pa以上80kPa以下之壓力條件下進行前述乾蝕刻步驟。

【0008】

[8] 如[1]~[7]中任一項記載之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻對象物包含含有氧原子、氮原子及鹵素原子中的至少一種原子與銅之銅化合物、以及銅的單質之至少一者。

[9] 如[1]~[8]中任一項記載之乾蝕刻方法，其中在210°C以上280°C以下之溫度條件進行前述乾蝕刻步驟。

[10] 如[1]~[9]中任一項記載之乾蝕刻方法，其中前述被蝕刻構件具有不是前述蝕刻氣體的蝕刻對象之非蝕刻對象物與前述蝕刻對象物，相較於前述非蝕刻對象物，選擇地蝕刻前述蝕刻對象物。

【0009】

[11] 如[10]記載之乾蝕刻方法，其中前述非蝕刻對象物係選自氧化矽、光阻及非晶質碳的至少一種。

[12] 如[10]或[11]記載之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻對象物的蝕刻速度相對於前述非蝕刻對象物的蝕刻速度之比的蝕刻選擇比為5以上。

【0010】

[13] 一種半導體元件之製造方法，其係使用如[1]~[12]中任一項記載之乾蝕刻方法來製造半導體元件的半導體元件之製造方法，

前述被蝕刻構件為具有前述蝕刻對象物的半導體基板，

該製造方法具備藉由前述乾蝕刻方法從前述半導體基板去除前述蝕刻對象物的至少一部分之處理步驟。

[14] 如[13]記載之半導體元件之製造方法，其中藉由前述處理步驟在前述半導體基板上形成銅配線。

【0011】

[15] 一種清潔方法，其係使用如[1]~[12]中任一項記載之乾蝕刻方法，清潔半導體元件的製造裝置之腔室的內面之清潔方法，

前述被蝕刻構件為前述腔室，前述腔室係在其內面具有伴隨前述半導體元件的製造裝置之運轉而附著的附著物，前述附著物為前述蝕刻對象物，

該清潔方法具備藉由前述乾蝕刻方法從前述腔室之內面去除前述附著物之清潔步驟。

[發明的效果]

【0012】根據本發明，可不用電漿，能蝕刻含有銅的蝕刻對象物。

【圖式簡單說明】

【0013】

[圖1]係說明本發明的乾蝕刻方法之一實施形態的蝕刻裝置之一例的概略圖。

[圖2]係說明實施例1等所用之試驗片的圖。

【實施方式】

[實施發明的形態]

【0014】 以下說明本發明之一實施形態。尚且，本實施形態係顯示本發明之一例者，本發明不受本實施形態所限定。又，於本實施形態中可加以各種的變更或改良，本發明中亦可包含如此加以變更或改良的形態。

【0015】 本實施形態之乾蝕刻方法具備：使含有溴(Br)或碘(I)與氟(F)的化合物之鹵素氟化物的蝕刻氣體，接觸具有成為蝕刻氣體的蝕刻對象之蝕刻對象物的被蝕刻構件，在不用電漿下將蝕刻對象物蝕刻之乾蝕刻步驟。蝕刻對象物含有銅(Cu)。而且，於本實施形態之乾蝕刻方法中，在140℃以上300℃以下之溫度條件下進行乾蝕刻步驟。以下，將不用電漿的蝕刻方法亦記載為「無電漿的蝕刻」。

【0016】 若使蝕刻氣體接觸被蝕刻構件，則蝕刻氣體中的鹵素氟化物與蝕刻對象物中的銅進行反應，生成銅的氟化物。由於銅的氟化物具有揮發性，故藉由銅的氟化物揮發而蝕刻對象物之蝕刻進行。

【0017】 因此，根據本實施形態之乾蝕刻方法，可不

用電漿，能選擇地且以充分的蝕刻速度來蝕刻含有銅的蝕刻對象物。即，相較於不是蝕刻氣體的蝕刻對象之非蝕刻對象物，可將蝕刻對象物選擇地蝕刻。關於非蝕刻對象物，稍後詳述。

【0018】又，根據本實施形態之乾蝕刻方法，由於可在不用電漿下將蝕刻對象物予以蝕刻，故不需要使用高價的電漿發生裝置來進行蝕刻。因此，可以低成本進行被蝕刻構件之蝕刻。又，由於不用電漿，故在構成蝕刻裝置的構件(例如腔室)、連接至蝕刻裝置的配管、構成後述半導體元件之製造裝置的構件(例如腔室)、連接至後述半導體元件之製造裝置的配管等，不易發生腐蝕。

【0019】尚且，本發明之實施形態中的蝕刻，意指去除被蝕刻構件所具有的蝕刻對象物之一部分或全部，將被蝕刻構件加工成指定形狀(例如三次元形狀)者(例如將由銅所構成膜狀蝕刻對象物加工成指定的膜厚)，同時意指將由蝕刻對象物所構成的殘留物、堆積物從被蝕刻構件去除而進行清潔或回蝕等。

【0020】本實施形態之乾蝕刻方法係可利用於半導體元件之製造、或半導體元件之製造裝置的腔室之內面的清潔。

亦即，本實施形態之半導體元件之製造方法，係使用本實施形態之乾蝕刻方法來製造半導體元件的半導體元件之製造方法，被蝕刻構件為具有蝕刻對象物的半導體基板，該製造方法具備藉由上述本實施形態之乾蝕刻方法從

半導體基板去除蝕刻對象物的至少一部分之處理步驟。

【0021】例如，本實施形態之乾蝕刻方法可使用於在半導體元件的半導體基板上形成銅配線，或用於去除過剩的銅膜之回蝕。以往，銅配線之形成係藉由使用CMP(化學的機械研磨)漿料或乾蝕刻液的濕式製程進行者多，但使用蝕刻氣體的乾蝕刻者係微細加工性優於濕式製程。因此，本實施形態之乾蝕刻方法係可期待對於半導體元件的進一步微細化或高積體化之貢獻。

【0022】又，於使用本實施形態之乾蝕刻方法來製造半導體元件之際，利用後述非蝕刻對象物本身作為半導體元件的構造體或阻劑時，作為非蝕刻對象物，使用與鹵素氟化物實質上不反應的材料或與鹵素氟化物之反應極慢的材料。作為如此的非蝕刻對象物之具體例，可使用由氧化矽(例如二氧化矽(SiO_2))、光阻、非晶質碳中選出的至少一種材料。

【0023】又，本實施形態之乾蝕刻方法係如前述，亦可利用於清潔。亦即，本實施形態之清潔方法係使用本實施形態之乾蝕刻方法，清潔半導體元件的製造裝置之腔室的內面之清潔方法，被蝕刻構件為腔室。腔室係在其內面具有伴隨半導體元件的製造裝置之運轉而附著的附著物，該附著物為蝕刻對象物。而且，本實施形態之清潔方法具備藉由上述本實施形態之乾蝕刻方法從腔室之內面去除附著物之清潔步驟。

【0024】例如，將由含有銅的蝕刻對象物所構成的膜

形成於半導體基板上之步驟，或將由含有銅的蝕刻對象物所構成且形成半導體基板上的膜予以蝕刻之步驟，於以不含銅的材料構成內面之腔室內進行後，可藉由本實施形態之乾蝕刻方法，去除並清潔在腔室的內面所附著之含有銅的附著物。

【0025】 以下，更詳細地說明本實施形態之乾蝕刻方法、半導體元件之製造方法及清潔方法。

[鹵素氟化物]

鹵素氟化物之種類只要是溴或碘與氟的化合物，則沒有特別的限定，但較佳為選自一氟化溴(BrF)、三氟化溴(BrF_3)、五氟化溴(BrF_5)、一氟化碘(IF)、三氟化碘(IF_3)、五氟化碘(IF_5)及七氟化碘(IF_7)的至少一種。於此等鹵素氟化物之中，從安定性及氣化的容易度之觀點來看，更佳為選自三氟化溴、五氟化溴、五氟化碘及七氟化碘的至少一種，尤佳為選自五氟化溴及七氟化碘的至少一種。

【0026】

[蝕刻氣體]

蝕刻氣體為含有鹵素氟化物的氣體。蝕刻氣體可為僅由鹵素氟化物的氣體所構成之氣體，或可為含有前述鹵素氟化物與他種氣體之混合氣體。蝕刻氣體為含有鹵素氟化物與他種氣體之混合氣體時，蝕刻氣體中含有的鹵素氟化物之含量，為了以充分的蝕刻速度將蝕刻對象物蝕刻，較佳為1體積%以上，更佳為5體積%以上，尤佳為10體積%

以上。又，蝕刻氣體中含有的鹵素氟化物之含量，從蝕刻的安定性或排氣體處理的容易性之觀點來看，較佳為90體積%以下，更佳為60體積%以下，尤佳為40體積%以下。

【0027】 蝕刻氣體為含有鹵素氟化物與他種氣體之混合氣體時，作為他種氣體，較佳為使用惰性氣體。亦即，蝕刻氣體可為含有鹵素氟化物與惰性氣體之混合氣體。作為惰性氣體，可使用選自氮氣(N₂)、氦(He)、氬(Ar)、氖(Ne)、氪(Kr)及氙(Xe)的至少一種。蝕刻氣體中含有的惰性氣體之含量係沒有特別的限定，但可設為超過0體積%且為99體積%以下，從蝕刻氣體的操作之容易性的觀點來看，更佳為60體積%以上97體積%以下。

【0028】 蝕刻氣體中含有的氧氣(O₂)之含量較佳為1體積%以下，更佳為未達1000體積ppm，尤佳為未達300體積ppm。若氧氣之含量為1體積%以下，則在銅之表面上難以形成氧化銅膜，因此銅的蝕刻速度易變高。又，不易發生因從氧化銅膜將氧原子擴散至內部而產生蝕刻殘渣或發生配線電阻增大之問題。

【0029】

[乾蝕刻步驟之壓力條件]

本實施形態之乾蝕刻方法中的乾蝕刻步驟之壓力條件，只要鹵素氟化物在蝕刻時的溫度及壓力下能以氣體狀存在，則沒有特別的限定，但較佳設為50Pa以上80kPa以下，更佳設為200Pa以上70kPa以下，尤佳設為500Pa以上60kPa以下。

【0030】例如，可在腔室內配置被蝕刻構件，一邊使蝕刻氣體流通腔室一邊進行蝕刻，蝕刻氣體之流通時的腔室內之壓力可設為10Pa以上100kPa以下。蝕刻氣體之流量係可按照腔室的大小或將腔室內減壓的排氣設備之能力，以腔室內的壓力保持一定之方式適宜設定。

【0031】

[乾蝕刻步驟之溫度條件]

本實施形態之乾蝕刻方法中的乾蝕刻步驟之溫度條件必須設為140℃以上300℃以下。此處，溫度條件之溫度為被蝕刻構件之溫度，但亦可使用在蝕刻裝置之腔室內所設置之支撐被蝕刻構件的載台之溫度。

【0032】若乾蝕刻步驟之溫度條件為140℃以上，則鹵素氟化物可以氣體狀存在，同時銅的蝕刻速度容易變更高。尚且，乾蝕刻步驟之溫度條件較佳設為160℃以上，更佳設為超過200℃。特別地若為210℃以上，則銅化合物的蝕刻速度升高，容易大幅有助於蝕刻步驟的效率之提升。

【0033】另一方面，若乾蝕刻步驟之溫度條件為300℃以下，則具有：可在不需要過多的時間與能量下進行蝕刻，對於蝕刻裝置或半導體元件的製造裝置之負荷小，能抑制本來不應蝕刻的部分(例如，後述的非蝕刻對象物)被蝕刻等之優點。尚且，乾蝕刻步驟之溫度條件較佳設為280℃以下，更佳設為260℃以下。

【0034】鹵素氟化物係在電漿之不存在下且300℃以

下之溫度條件下，與氧化矽、光阻、非晶質碳等之非蝕刻對象物幾乎不反應。因此，當被蝕刻構件具有蝕刻對象物與非蝕刻對象物之兩者時，若使用本實施形態之乾蝕刻方法，則幾乎不蝕刻非蝕刻對象物，可將蝕刻對象物選擇地蝕刻。因此，本實施形態之乾蝕刻方法係可利用於將經圖型化的非蝕刻對象物作為遮罩來使用，將蝕刻對象物加工成指定形狀之方法等。

【0035】再者，若蝕刻對象物及非蝕刻對象物之溫度為300℃以下，則蝕刻選擇性容易變高。例如，蝕刻對象物的蝕刻速度相對於非蝕刻對象物的蝕刻速度之比的蝕刻選擇比容易成為5以上。蝕刻選擇比更佳為10以上，尤佳為20以上。

【0036】

[被蝕刻構件]

藉由本實施形態之乾蝕刻方法進行蝕刻的被蝕刻構件，係具有成為蝕刻氣體的蝕刻對象之蝕刻對象物，但亦可具有或不具有不是蝕刻氣體的蝕刻對象的非蝕刻對象物。

【0037】被蝕刻構件具有蝕刻對象物與非蝕刻對象物時，被蝕刻構件可為具有以蝕刻對象物所形成的部分與以非蝕刻對象物所形成的部分之構件，也可為以蝕刻對象物與非蝕刻對象物的混合物所形成之構件。又，被蝕刻構件亦可具有蝕刻對象物、非蝕刻對象物以外者。

又，被蝕刻構件之形狀係沒有特別的限定，例如可為

板狀、箔狀、膜狀、粉末狀、塊狀。作為被蝕刻構件之例，可舉出前述半導體基板。

【0038】

[蝕刻對象物]

被蝕刻氣體所蝕刻的蝕刻對象物係含有銅，但亦可包含含有氧原子、氮原子及鹵素原子中的至少一種原子與銅之銅化合物(例如，銅的氧化物、銅的氮化物、銅的氧氮化物、鹵化銅)、以及銅的單質之至少一者。若詳述的話，蝕刻對象物例如可為由銅的單質所構成，也可由前述銅化合物所構成，亦可由含有銅的單質之混合物所構成，亦可由含有前述銅化合物的混合物所構成。

【0039】蝕刻對象物中的銅之含量較佳為1莫耳%以上，更佳為10莫耳%以上，尤佳為40莫耳%以上。又，蝕刻對象物全體之形狀，或蝕刻對象物中的僅以銅單質所形成的部分之形狀，係沒有特別的限定，例如可為箔狀、膜狀、粉末狀、塊狀。

【0040】

[非蝕刻對象物]

被蝕刻構件係如前述，可具有不是蝕刻氣體的蝕刻對象之非蝕刻對象物。非蝕刻對象物由於在本實施形態之蝕刻方法中幾乎不被蝕刻，故可藉由非蝕刻對象物來抑制蝕刻氣體的蝕刻對象物之蝕刻。

【0041】因此，本實施形態之蝕刻方法係可利用於將經圖型化的非蝕刻對象物作為遮罩，將蝕刻對象物加工成

指定形狀(例如，將被蝕刻構件所具有的膜狀蝕刻對象物加工成指定的膜厚)等之方法，因此對於半導體元件之製造，可合適地使用。

【0042】又，由於非蝕刻對象物幾乎不被蝕刻，故可藉由非蝕刻對象物來抑制半導體元件中的本來不應蝕刻的部分被蝕刻者，可防止因蝕刻而喪失半導體元件的特性。

非蝕刻對象物為與鹵素氟化物實質上不反應的材料或與鹵素氟化物之反應極慢的材料，例如選自氧化矽、光阻及非晶質碳的至少一種。

【0043】光阻係意指以溶解性為首的物性因光或電子線等而變化之感光性組成物。例如，可舉出g線用、h線用、i線用、KrF用、ArF用、F₂用、EUV用等之光阻。光阻之組成只要是半導體製程所一般使用者，則沒有特別的限定，例如可舉出含有由選自鏈狀烯烴、環狀烯烴、苯乙烯、乙烯基酚、(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸酯、環氧、三聚氰胺及二醇的至少一種單體所合成之聚合物的組成物。尚且，(甲基)丙烯酸意指丙烯酸及甲基丙烯酸之一者或兩者，(甲基)丙烯酸酯意指丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯之一者或兩者。

【0044】接著，一邊參照圖1，一邊說明能實施本實施形態之乾蝕刻方法的蝕刻裝置之構成的一例，與使用該蝕刻裝置的銅之乾蝕刻方法的一例。圖1之蝕刻裝置係不用電漿之無電漿的蝕刻裝置。首先，說明圖1之蝕刻裝置。

【0045】圖1之蝕刻裝置具備：在內部進行蝕刻的腔室10、在腔室10之內部支撐蝕刻的被蝕刻構件12之載台11、測定被蝕刻構件12的溫度之溫度計14、用於排出腔室10的內部之氣體的排氣用配管13、用於將設於排氣用配管13的腔室10的內部減壓之真空泵15、與測定腔室10的內部之壓力的壓力計16。

【0046】又，圖1之蝕刻裝置具備將蝕刻氣體供給至腔室10的內部之蝕刻氣體供給部。此蝕刻氣體供給部具有：供給鹵素氟化物的氣體之鹵素氟化物氣體供給部1、供給惰性氣體之惰性氣體供給部2、連接鹵素氟化物氣體供給部1與腔室10之鹵素氟化物氣體供給用配管5、與在鹵素氟化物氣體供給用配管5之中間部連接惰性氣體供給部2之惰性氣體供給用配管6。

【0047】再者，於鹵素氟化物氣體供給用配管5中，設置測定鹵素氟化物氣體的壓力之壓力計7，與控制鹵素氟化物氣體的流量之鹵素氟化物氣體流量控制裝置3。再者，於惰性氣體供給用配管6中，設置控制惰性氣體的壓力之惰性氣體壓力控制裝置8，與控制惰性氣體的流量之惰性氣體流量控制裝置4。

【0048】然而，將作為蝕刻氣體的鹵素氟化物氣體供給至腔室10時，變成藉由從鹵素氟化物氣體供給部1將鹵素氟化物氣體送出至鹵素氟化物氣體供給用配管5，通過鹵素氟化物氣體供給用配管5而鹵素氟化物氣體被供給至腔室10。

【0049】又，供給鹵素氟化物氣體與惰性氣體之混合氣體作為蝕刻氣體時，從鹵素氟化物氣體供給部1鹵素氟化物氣體送出至鹵素氟化物氣體供給用配管5，同時從惰性氣體供給部2通過惰性氣體供給用配管6將惰性氣體送出至鹵素氟化物氣體供給用配管5。藉此，變成於鹵素氟化物氣體供給用配管5的中間部中，混合鹵素氟化物氣體與惰性氣體而成為混合氣體，此混合氣體係通過鹵素氟化物氣體供給用配管5而供給至腔室10。

【0050】尚且，鹵素氟化物氣體供給部1及惰性氣體供給部2之構成係沒有特別的限定，例如可為鋼瓶或圓筒等。又，作為鹵素氟化物氣體流量控制裝置3及惰性氣體流量控制裝置4，例如可利用質流控制器或流量計等。

【0051】將蝕刻氣體供給到腔室10時，較佳將蝕刻氣體的供給壓力(亦即，圖1中的壓力計7之值)邊保持在指定值邊供給。亦即，蝕刻氣體的供給壓力較佳為1kPa以上1.0MPa以下，更佳為10kPa以上0.5MPa以下，尤佳為30kPa以上0.3MPa以下。若蝕刻氣體的供給壓力為上述範圍內，則蝕刻氣體向腔室10之供給係圓滑地進行，同時對於圖1之蝕刻裝置所具有的零件(例如，前述各種裝置或前述配管)之負荷小。

【0052】又，供給至腔室10內的蝕刻氣體之壓力，從均勻地蝕刻被蝕刻構件12的表面之觀點來看，較佳為50Pa以上80kPa以下，更佳為500Pa以上60kPa以下。若腔室10內的蝕刻氣體之壓力為上述範圍內，則得到充分的蝕刻速

度，同時與非蝕刻對象物的蝕刻速度比，即蝕刻選擇比容易變高。

【0053】供給蝕刻氣體之前的腔室10內之壓力，只要是蝕刻氣體的供給壓力以下，或比蝕刻氣體的供給壓力更低壓，則沒有特別的限定，但例如較佳為1Pa以上且未達10kPa，更佳為10Pa以上5kPa以下。

【0054】蝕刻氣體的供給壓力與供給蝕刻氣體之前的腔室10內的壓力之差壓較佳為1.0MPa以下，更佳為0.5MPa以下，尤佳為0.3MPa以下。若差壓為上述範圍內，則蝕刻氣體向腔室10之供給係容易圓滑地進行。

【0055】將蝕刻氣體供給到腔室10時，較佳將蝕刻氣體的溫度邊保持在指定值邊供給。亦即，蝕刻氣體的供給溫度較佳為10℃以上150℃以下。

進行蝕刻時的被蝕刻構件12之溫度係設為140℃以上300℃以下。若為此溫度範圍內，則被蝕刻構件12所具有的蝕刻對象物之蝕刻係圓滑地進行，同時對於蝕刻裝置的負荷小，蝕刻裝置的壽命容易變長。

【0056】蝕刻的處理時間(以下亦記載為「蝕刻時間」)可按照欲將被蝕刻構件12所具有的蝕刻對象物怎樣程度蝕刻而任意地設定，但若考慮半導體元件製程的生產效率，則較佳為30分鐘以內，更佳為20分鐘以內，尤佳為10分鐘以內。尚且，所謂蝕刻的處理時間，就是指從將蝕刻氣體導入腔室10之內部起到為了結束蝕刻而將腔室10之內部的蝕刻氣體排氣為止之時間。

【0057】本實施形態之乾蝕刻方法可使用如圖1之蝕刻裝置的在半導體元件製程所使用之一般的無電漿之蝕刻裝置進行，可使用的蝕刻裝置之構成係沒有特別的限定。

例如，鹵素氟化物氣體供給用配管5與被蝕刻構件12之位置關係，只要能使蝕刻氣體接觸被蝕刻構件12，則沒有特別的限定。又，關於腔室10的溫度調節機構之構成，亦只要能將被蝕刻構件12之溫度調節至任意的溫度即可，因此可為在載台11上直接具備溫度調節機構之構成，亦可以外置的溫度調節器從腔室10的外側，對於腔室10進行加溫或冷卻。

【0058】又，圖1的蝕刻裝置之材質，只要對於所使用的鹵素氟化物具有耐腐蝕性，且可減壓至指定的壓力，則沒有特別的限定。例如，在接觸蝕刻氣體的部分，可使用鎳、鎳基合金、鋁、不銹鋼、鉑等之金屬，或氧化鋁等之陶瓷，或氟樹脂等。作為鎳基合金之具體例，可舉出英高鎳合金(註冊商標)、赫史特合金(註冊商標)、蒙納合金(註冊商標)等。又，作為氟樹脂，例如可舉出聚四氟乙烯(PTFE)、聚氯三氟乙烯(PCTFE)、四氟乙烯·全氟烷氧基乙烯共聚物(PFA)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、鐵氟龍(註冊商標)、Viton(註冊商標)、Kalrez(註冊商標)等。

[實施例]

【0059】以下顯示實施例及比較例，更詳細地說明本發明。尚且，以下實施例及比較例所使用的五氟化溴及七

氟化碘之純度係藉由 Thermo Fisher Scientific 公司製的傅立葉轉換紅外分光光度計 Nicolet iS5、股份有限公司日立高科技科學製的雙光束分光光度計 U-2900 及股份有限公司島津製作所製的氣相層析儀 GC-2014 進行分析，確認皆純度為 99 質量 % 以上。

【0060】

(實施例 1)

使用具有與圖 1 之蝕刻裝置略同樣的構成之蝕刻裝置，進行被蝕刻構件之蝕刻(無電漿的蝕刻)。對於實施例 1 中使用的試驗片(被蝕刻構件)，邊參照圖 2 邊說明。

【0061】準備於每邊 2 吋的正方形狀之矽基板 21 上，將膜厚 100nm 的鈦(Ti)膜 22 予以成膜，且在鈦膜 22 上成膜有膜厚 600nm 的銅膜 23 者(KST World 股份有限公司製)，在該銅膜 23 上，使用油脂(DAIKIN 工業股份有限公司製的 Demnum Grease L-200)，黏著尺寸 1 吋×2 吋的長方形狀之二氧化矽基板 24，將其當作試驗片。二氧化矽基板 24 係如圖 2 所示，以覆蓋銅膜 23 的略一半之部分的方式黏著。

【0062】將該試驗片載置於蝕刻裝置的腔室之內部的載台上，將載台的溫度升溫到 160℃。接著，混合流量 50mL/min 的五氟化溴氣體與流量 450mL/min 的氬而成為混合氣體，將此混合氣體當作蝕刻氣體。然後，將此蝕刻氣體以流量 500mL/min 供給至腔室之內部，使其流通 10 分鐘而進行蝕刻。藉此，於銅膜 23 中未被二氧化矽基板 24 所覆蓋的露出部分係被蝕刻。蝕刻氣體之流通時的腔室之內部

的壓力係設為 10kPa，五氟化溴氣體之分壓係設為 1kPa。蝕刻氣體的流通結束之後終止載台之加熱，以氬置換腔室之內部。

【0063】尚且，藉由氣體層析法，測定蝕刻氣體中含有的氧氣之含量，結果未達 100 體積 ppm。測定條件係如以下。

測定機器	：股份有限公司島津製作所製 GC-2014
GC管柱	：Shincarbon ST 6m
載體氣體	：He(20mL/min)
GC樣品環	：5mL
注射溫度	：150℃
管柱溫度	：50℃
檢測器	：熱傳導度型檢測器(TCD)
檢測溫度	：200℃
目前電流	：180mA

【0064】蝕刻結束之後開放腔室，取出試驗片，從所取出的試驗片拆下二氧化矽基板 24，以乙醇洗淨接著面而去除油脂。然後，使用股份有限公司 KEYENCE 製的原子力顯微鏡 VN-8010，測定被二氧化矽基板 24 覆蓋而未被蝕刻的銅膜 23 之覆蓋面 23a 與未被二氧化矽基板 24 覆蓋而經蝕刻的銅膜 23 之蝕刻面 23b 的階差之大小。藉由將所測定的階差之大小 (nm) 除以蝕刻時間 (min)，算出銅的蝕刻速度 (nm/min)。表 1 中顯示結果。

【0065】尚且，原子力顯微鏡之階差的大小之測定條

件係如以下。

測定壓力：大氣壓(101.3kPa)

測定溫度：28℃

測定環境：大氣中

掃描範圍：寬度80.0μm、高度20.0μm、角度0°

【0066】

【表1】

	蝕刻對象物	非蝕刻對象物	載台的溫度 (°C)	蝕刻氣體			壓力(kPa)		蝕刻時間 (min)	蝕刻速度 ²⁾ (nm/min)
				鹼性氣體	其他氣體	體積比 ¹⁾	腔室內部	鹼素氟化物		
				鹼素氟化物	其他氣體	體積比 ¹⁾	腔室內部	鹼素氟化物		
實施例1	銅	-	160	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	9
實施例2	銅	-	210	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	23
實施例3	銅	-	280	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	38
實施例4	銅	-	210	BrF ₅	Ar	20/80/0	10	2	10	56
實施例5	銅	-	210	BrF ₅	Ar	3/97/0	10	0.3	10	10
實施例6	銅	-	210	BrF ₅	Ar	10/90/0	1	0.1	10	10
實施例7	銅	-	210	BrF ₅	Ar	10/90/0	30	3	10	32
實施例8	銅	-	210	BrF ₅	N ₂	10/90/0	10	1	10	24
實施例9	銅	-	210	BrF ₅	He	10/90/0	10	1	10	24
實施例10	銅	-	210	IF ₇	Ar	10/90/0	10	1	10	25
實施例11	銅	氧化矽	210	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	27/1
實施例12	銅	光阻	210	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	27/2
實施例13	銅	非晶質碳	210	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	27/2
實施例14	氧化銅(I)	-	280	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	5
實施例15	氧化銅(II)	-	280	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	2
實施例16	氯化銅	-	210	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	17
實施例17	銅	-	210	BrF ₅	Ar	10/89/1	10	1	10	9
比較例1	銅	-	130	BrF ₅	Ar	10/90/0	10	1	10	未達0.1
比較例2	銅	-	210	F ₂	Ar	10/90/0	10	1	10	未達0.1
比較例3	銅	氧化矽/光阻/ 非晶質碳	30	BrF ₅	Ar	10/90/0	3 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻⁴	10	3/20/57/49
比較例4	銅	氧化矽/光阻/ 非晶質碳	30	IF ₇	Ar	10/90/0	3 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻⁴	10	2/25/58/51

1) 鹼素氟化物氣體、鹼性氣體與其他氣體之體積比，例如鹼素氟化物氣體：鹼性氣體：其他氣體=10：90：0時記載為10/90/0。

2) 蝕刻對象物的蝕刻速度，但記載2個以上的數值時，表示蝕刻對象物與非蝕刻對象物的蝕刻速度。

例如比較例4之情況係依順序表示銅/氧化矽/光阻/非晶質碳的蝕刻速度。

【0067】

(實施例 2~10)

除了將條件設為如表 1 所示之點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出銅的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。

(實施例 11)

準備於每邊 2 吋的正方形狀之矽基板上，將膜厚 2000nm 的氧化矽膜予以成膜者 (KST World 股份有限公司製)，在該氧化矽膜上，使用油脂 (DAIKIN 工業股份有限公司製的 Demnum Grease L-200)，黏著尺寸 1 吋×2 吋的長方形狀之二氧化矽基板，以覆蓋氧化矽膜的略一半之方式成為試驗片。再者，準備具有與實施例 1 同樣的銅膜之試驗片。然後，將此等 2 種試驗片載置於蝕刻裝置的腔室之內部的載台上，於與實施例 1 同樣之條件下，同時進行 2 種試驗片之蝕刻，算出銅及氧化矽的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。

【0068】

(實施例 12)

除了將實施例 11 中之膜厚 2000nm 的氧化矽膜換成膜厚 300nm 的光阻硬化物膜之點以外，與實施例 11 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出銅及光阻硬化物的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。尚且，在銅膜 23 上所成膜的光阻硬化物膜，係將東京應化工業股份有限公司製的光阻 TSCR (註冊商標) 塗佈於銅膜 23 上，進行曝光使其硬化而形成者。

【 0069】

(實施例 13)

除了將實施例 11 中之膜厚 2000nm 的氧化矽膜換成膜厚 500nm 的非晶質碳膜之點以外，與實施例 11 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出銅及非晶質碳的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。

【 0070】

(實施例 14)

除了於鈦膜 22 上代替銅膜 23 將膜厚 50nm 的氧化銅膜予成膜之點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出氧化銅的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。尚且，實施例 14 中的氧化銅為氧化銅(I)(Cu_2O)。

(實施例 15)

除了於鈦膜 22 上代替銅膜 23 將膜厚 50nm 的氧化銅膜予成膜之點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出氧化銅的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。尚且，實施例 15 中的氧化銅為氧化銅(II)(CuO)。

【 0071】

(實施例 16)

除了於鈦膜 22 上代替銅膜 23 將膜厚 100nm 的氮化銅(Cu_3N)膜予以成膜之點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出氮化銅的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。

【 0072】

(實施例 17)

除了使混合有流量 50mL/min 的五氟化溴氣體、流量 445mL/min 的氫與流量 5mL/min 的氧氣之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出銅的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。

【0073】

(比較例 1)

除了將載台的溫度設為 130°C 點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出銅的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。

(比較例 2)

除了使用氟氣 (F₂ 氣體) 代替五氟化溴氣體，使混合有流量 50mL/min 的氟氣與流量 450mL/min 的氫之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻，算出銅的蝕刻速度。表 1 中顯示結果。

【0074】

(比較例 3)

除了進行在腔室內產生蝕刻氣體的電漿，藉由蝕刻氣體的電漿在腔室內進行蝕刻的通常的電漿蝕刻之點，與使蝕刻的條件成為如下述之點以外，與實施例 1 同樣地進行試驗片之蝕刻。

【0075】 作為試驗片，準備成膜有膜厚 100nm 的銅膜之基板 (KST World 股份有限公司製)、成膜有膜厚 2000nm

的氧化矽膜之基板(KST World股份有限公司製)、塗佈光阻(東京應化工業股份有限公司製的TSCR(註冊商標))進行曝光並使其硬化而成之具有膜厚300nm的光阻硬化物膜之基板、及成膜有膜厚500nm的非晶質碳膜之基板(KST World股份有限公司製)。然後，將此等4種試驗片載置於蝕刻裝置的腔室之內部的載台上，同時進行4種試驗片的蝕刻，測定4種膜的蝕刻速度。表1中顯示結果。

【0076】 蝕刻之條件係如下述。作為蝕刻裝置，使用SAMCO股份有限公司製的平行平板型電漿CVD裝置RIE-800iPC，電源功率設為500W，偏壓功率設為100W。作為蝕刻氣體，使用混合有流量5mL/min的五氟化溴氣體與流量45mL/min的氬之混合氣體。蝕刻時間設為30秒，載台的溫度設為30℃，腔室內的壓力設為3Pa。

【0077】

(比較例4)

除了將鹵素氟化物設為七氟化碘，使混合有流量5mL/min的七氟化碘氣體與流量45mL/min的氬之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與比較例4同樣地進行試驗片之蝕刻，算出4種膜的蝕刻速度。表1中顯示結果。

【0078】

(實施例21)

除了使氟化銅(II)的粉末(關東化學股份有限公司製，平均粒徑0.3 μ m、純度99.5%)成為蝕刻對象物之點以外，與實施例1同樣地進行蝕刻。蝕刻氣體之流通結束之後，

以氫置換腔室之內部，取出蝕刻對象物，測定蝕刻對象物的質量。

【0079】 然後，藉由將因蝕刻而減少的蝕刻對象物之質量除以蝕刻前的蝕刻對象物之質量，算出蝕刻對象物的質量減少率。表2中顯示結果。

尚且，氟化銅(II)的粉末等粉末之平均粒徑係體積基準的平均粒徑，使用股份有限公司堀場製作所製的雷射繞射/散射式粒子徑分布測定裝置Partica LA-960進行測定。

【0080】

【表2】

	蝕刻對象物	載台的溫度 (°C)	蝕刻氣體			壓力(kPa)		蝕刻時間 (min)	質量減少率 (%)
			鹵素氟化物 或氟氣	惰性氣體	體積比 ¹⁾	腔室內部	鹵素氟化物		
實施例21	氟化銅	210	BrF ₅	Ar	10/90	10	1	10	53
實施例22	氟化銅	210	IF ₇	Ar	10/90	10	1	10	61
比較例11	氟化銅	210	F ₂	Ar	10/90	10	1	10	未達 1
實施例23	溴化銅	210	BrF ₅	Ar	10/90	10	1	10	92
實施例24	溴化銅	210	IF ₇	Ar	10/90	10	1	10	93
比較例12	溴化銅	210	F ₂	Ar	10/90	10	1	10	未達 1
實施例25	碘化銅	210	BrF ₅	Ar	10/90	10	1	10	93
實施例26	碘化銅	210	IF ₇	Ar	10/90	10	1	10	97
比較例13	碘化銅	210	F ₂	Ar	10/90	10	1	10	2

1) 鹵素氟化物或氟氣與惰性氣體之體積比，例如鹵素氟化物或氟氣：惰性氣體=10：90時記載為10/90。

【 0081】

(實施例 22)

除了將鹵素氟化物設為七氟化碘，使混合有流量 50mL/min 的七氟化碘氣體與流量 450mL/min 的氫之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 21 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

【 0082 】

(比較例 11)

除了使用氟氣代替五氟化溴氣體，使混合有流量 50mL/min 的氟氣與流量 450mL/min 的氫之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 21 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

【 0083 】

(實施例 23)

除了代替氟化銅(II)的粉末，使用溴化銅(I)的粉末(Nacalai Tesque 股份有限公司製，平均粒徑 0.5 μ m、純度 97.5%)作為蝕刻對象之點以外，與實施例 21 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

(實施例 24)

除了將鹵素氟化物設為七氟化碘，使混合有流量 50mL/min 的七氟化碘氣體與流量 450mL/min 的氫成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 23 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

【 0084 】

(比較例 12)

除了使用氟氣代替五氟化溴氣體，使混合有流量 50mL/min 的氟氣與流量 450mL/min 的氫之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 23 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

【 0085 】

(實施例 25)

除了代替氟化銅(II)的粉末，使用碘化銅(I)的粉末(Nacalai Tesque 股份有限公司製，平均粒徑 0.7 μ m、純度 99.5%)作為蝕刻對象之點以外，與實施例 21 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

(實施例 26)

除了將鹵素氟化物設為七氟化碘，使混合有流量 50mL/min 的七氟化碘氣體與流量 450mL/min 的氫之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 25 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

【 0086 】

(比較例 13)

除了使用氟氣代替五氟化溴氣體，使混合有流量 50mL/min 的氟氣與流量 450mL/min 的氫之混合氣體成為蝕刻氣體之點以外，與實施例 25 同樣地進行蝕刻，算出蝕刻對象物的質量減少率。表 2 中顯示結果。

【 0087 】 由實施例 1、2、3 之結果可知，載台的溫度

愈高，銅的蝕刻速度愈高。

由實施例 2、4、5 之結果可知，蝕刻氣體中的鹵素氟化物之比例愈多，銅的蝕刻速度愈高。

由實施例 2、6、7 之結果可知，腔室的內部之壓力愈高，銅的蝕刻速度愈高。其理由被認為是因為：藉由腔室的內部之鹵素氟化物氣體的分壓升高，銅之表面與鹵素氟化物之接觸頻率增加，銅轉換到蝕刻生成物(銅被蝕刻的結果而生成之反應生成物)的速度升高。

【0088】由實施例 8、9 之結果可知，即便使用氦氣或氬作為惰性氣體，銅之蝕刻亦無問題地進行。

由實施例 10 之結果可知，即便使用七氟化碘作為蝕刻氣體時，銅之蝕刻亦無問題地進行。

由實施例 11、12、13 之結果可知，於銅與非蝕刻對象物存在同一腔室內之條件下，銅之蝕刻係選擇地進行。由此結果可知，藉由使用本發明之乾蝕刻方法，相較於非蝕刻對象物，可選擇地蝕刻銅。

【0089】由實施例 14、15、16 之結果可知，氧化銅或氮化銅之蝕刻係可能。又，由此結果可知，本發明之乾蝕刻方法亦可適用於銅表面的自然氧化膜或氮化膜之去除。

由實施例 17 之結果可知，若在蝕刻氣體中含有氧氣，則銅的蝕刻速度若干地降低。

【0090】由比較例 1 之結果可知，載台的溫度脫離本發明之範圍時，銅之蝕刻係難以進行。

由比較例 2 之結果可知，於蝕刻氣體使用氟氣時，銅

之蝕刻係難以進行。

由比較例 3、4 之結果可知，於電漿蝕刻中，雖然銅之蝕刻進行，但是同時地亦進行非蝕刻對象物之蝕刻。

【0091】由實施例 21~26 之結果可知，藉由本發明之乾蝕刻方法，鹵化銅(氟化銅、溴化銅、碘化銅)之蝕刻係無問題地進行。

另一方面，由比較例 11、12、13 之結果可知，於蝕刻氣體使用氟氣時，鹵化銅之蝕刻係難以進行。

【符號說明】

【0092】

- 1: 鹵素氟化物氣體供給部
- 2: 惰性氣體供給部
- 3: 鹵素氟化物氣體流量控制裝置
- 4: 惰性氣體流量控制裝置
- 5: 鹵素氟化物氣體供給用配管
- 6: 惰性氣體供給用配管
- 7,16: 壓力計
- 8: 惰性氣體壓力控制裝置
- 10: 腔室
- 11: 載台
- 12: 被蝕刻構件
- 13: 排氣用配管
- 14: 溫度計

15:真空泵

21:矽基板

22:鈦膜

23:銅膜

24:二氧化矽基板

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種乾蝕刻方法，其具備：使含有溴或碘與氟的化合物之鹵素氟化物的蝕刻氣體，接觸具有成為前述蝕刻氣體的蝕刻對象之蝕刻對象物的被蝕刻構件，在不用電漿下蝕刻前述蝕刻對象物之乾蝕刻步驟，

前述蝕刻對象物含有銅，

在 140°C 以上 300°C 以下之溫度條件下進行前述乾蝕刻步驟。

【請求項 2】如請求項 1 之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻氣體係僅由前述鹵素氟化物的氣體所構成之氣體，或為含有前述鹵素氟化物與惰性氣體之混合氣體。

【請求項 3】如請求項 2 之乾蝕刻方法，其中前述惰性氣體係選自氮氣、氦、氬、氖、氫及氙的至少一種。

【請求項 4】如請求項 1~3 中任一項之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻氣體中含有的前述鹵素氟化物之含量為 1 體積% 以上 90 體積% 以下。

【請求項 5】如請求項 1~3 中任一項之乾蝕刻方法，其中前述鹵素氟化物為五氟化溴及七氟化碘之至少一者。

【請求項 6】如請求項 1~3 中任一項之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻氣體中含有的氧氣之含量為 1 體積% 以下。

【請求項 7】如請求項 1~3 中任一項之乾蝕刻方法，其中在 50Pa 以上 80kPa 以下之壓力條件下進行前述乾蝕刻步驟。

【請求項 8】如請求項 1~3 中任一項之乾蝕刻方法，其

中前述蝕刻對象物包含含有氧原子、氮原子及鹵素原子中的至少一種原子與銅之銅化合物、以及銅的單質之至少一者。

【請求項 9】如請求項 1~3 中任一項之乾蝕刻方法，其中在 210℃ 以上 280℃ 以下之溫度條件進行前述乾蝕刻步驟。

【請求項 10】如請求項 1~3 中任一項之乾蝕刻方法，其中

前述被蝕刻構件具有不是前述蝕刻氣體的蝕刻對象之非蝕刻對象物與前述蝕刻對象物，

相較於前述非蝕刻對象物，選擇地蝕刻前述蝕刻對象物。

【請求項 11】如請求項 10 之乾蝕刻方法，其中前述非蝕刻對象物係選自氧化矽、光阻及非晶質碳的至少一種。

【請求項 12】如請求項 10 之乾蝕刻方法，其中前述蝕刻對象物的蝕刻速度相對於前述非蝕刻對象物的蝕刻速度之比的蝕刻選擇比為 5 以上。

【請求項 13】一種半導體元件之製造方法，其係使用如請求項 1~12 中任一項之乾蝕刻方法來製造半導體元件的半導體元件之製造方法，

前述被蝕刻構件為具有前述蝕刻對象物的半導體基板，

該製造方法具備藉由前述乾蝕刻方法從前述半導體基板去除前述蝕刻對象物的至少一部分之處理步驟。

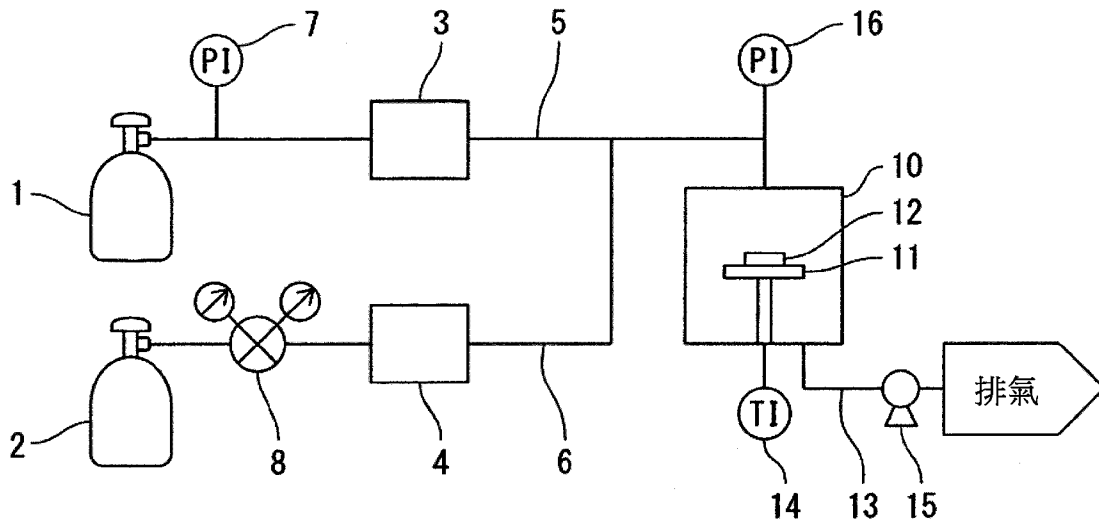
【請求項 14】如請求項 13 之半導體元件之製造方法，其中藉由前述處理步驟在前述半導體基板上形成銅配線。

【請求項 15】一種清潔方法，其係使用如請求項 1~12 中任一項之乾蝕刻方法，清潔半導體元件的製造裝置之腔室的內面之清潔方法，

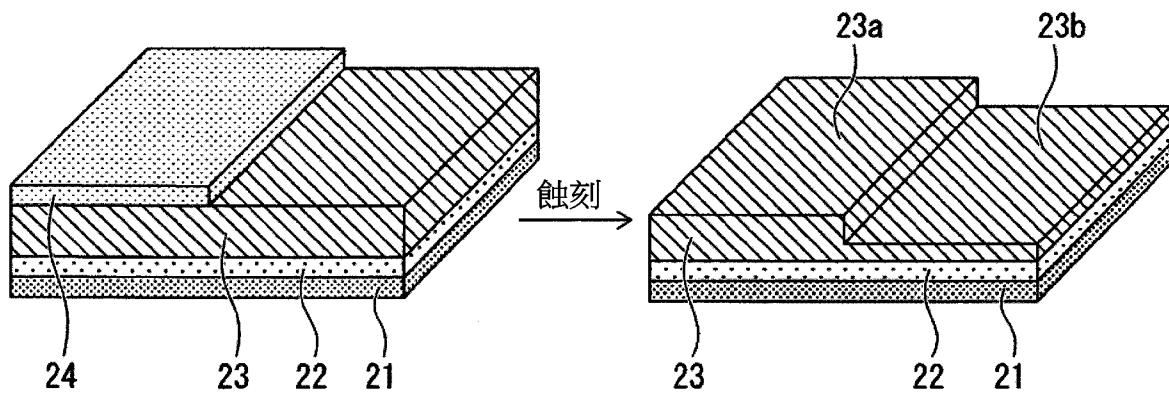
前述被蝕刻構件為前述腔室，前述腔室係在其內面具有伴隨前述半導體元件的製造裝置之運轉而附著的附著物，前述附著物為前述蝕刻對象物，

該清潔方法具備藉由前述乾蝕刻方法從前述腔室之內面去除前述附著物之清潔步驟。

【發明圖式】



【圖 1】



【圖 2】