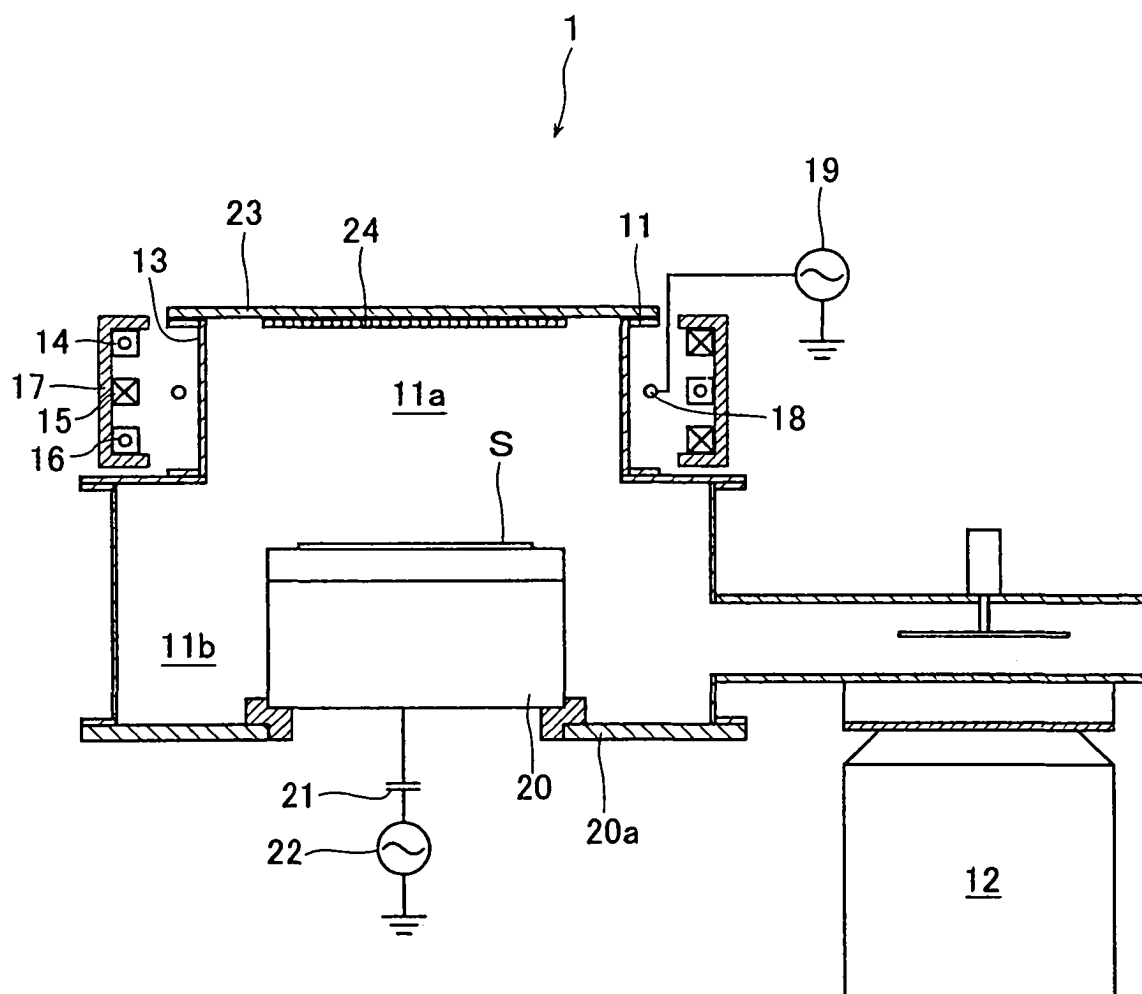


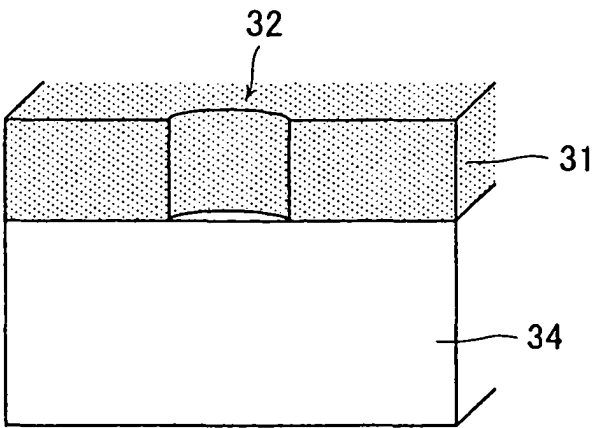
第1圖



第2圖

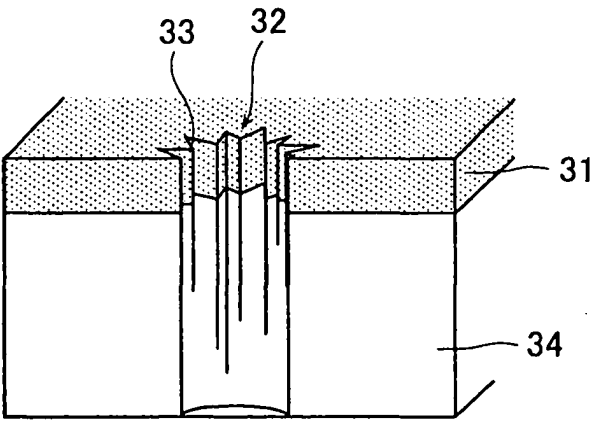
蝕刻前

(a)



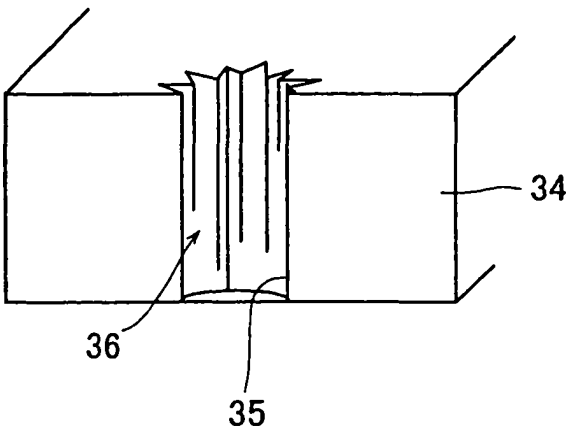
蝕刻後

(b)



去除阻劑後

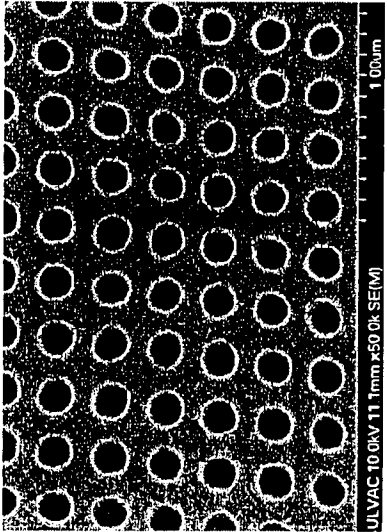
(c)



第3圖

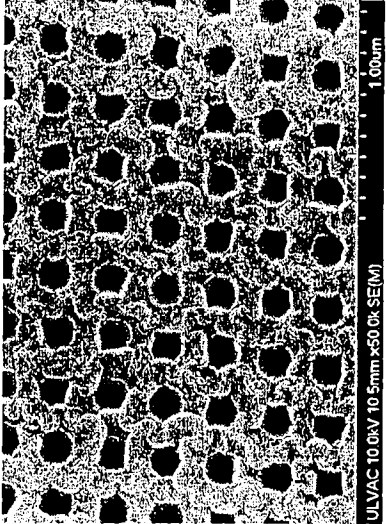
(a)

蝕刻前



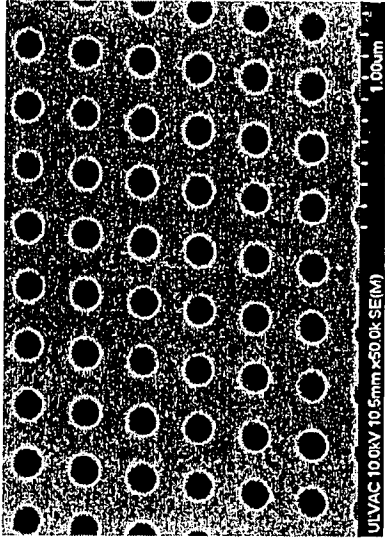
(b)

蝕刻後



(c)

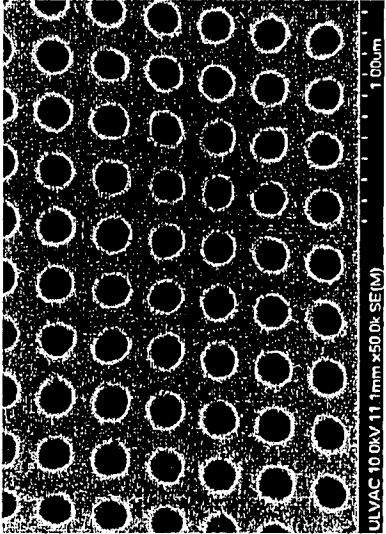
去除阻劑後



第4圖

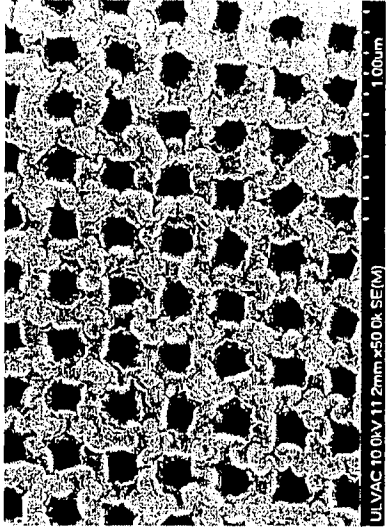
(a)

蝕刻前



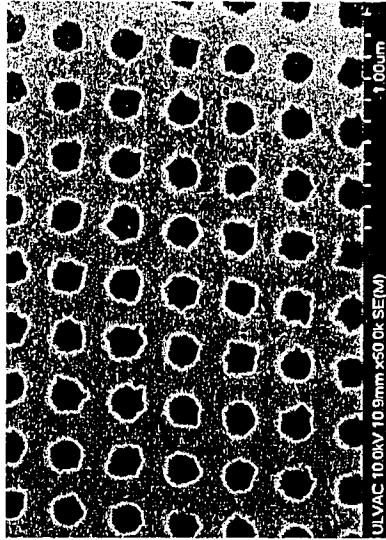
(b)

蝕刻後



(c)

去除阻劑後



(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

761004

發明專利說明書

99年12月17日修正本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：095108291

※申請日期：95 年 03 月 10 日

※IPC 分類：H01L 21/3065 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 層間絕緣膜之乾蝕刻方法及蝕刻裝置
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 愛發科股份有限公司
(英) ULVAC, INC.

代表人：(中) 1. 諏訪 秀則

(英) 1. SUWA, HIDENORI

地 址：(中) 日本國神奈川縣茅崎市萩園二五〇〇

(英) 2500, Hagisono, Chigasaki-shi, Kanagawa 253-8543 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 林俊雄
(英) HAYASHI, TOSHIO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

無

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種層間絕緣膜之乾蝕刻方法，尤其是關於一種將藉由使用 ArF 光微影法而形成之阻劑遮罩予以覆蓋的層間絕緣膜進行乾蝕刻，而將孔洞、溝槽進行微細加工之層間絕緣膜之乾蝕刻方法。

【先前技術】

近年來，伴隨著 LSI 之高積體化及高速化，光導體元件之微細化及多層化已大有進展。以該狀況下之光微影法而言，如所代表之 ArF 光微影法所示，係利用採用波長較短之雷射（例如準分子雷射（Excimer Laser））者，藉由微細圖案化而形成阻劑遮罩。將以上述阻劑遮罩覆蓋的層間絕緣膜進行乾蝕刻，而將配線用孔洞、溝槽等進行微細加工時，係要求具有獲得在深度方向均勻之蝕刻形狀之高加工精密度。此時，爲了提高異向性，在電漿環境中導入預定的蝕刻氣體，而進行蝕刻的技術內容已爲人所知（專利文獻 1）。

但是，以 ArF 光微影法中所使用的阻劑材而言，爲了使其在真空紫外光區域中具有敏感度，而採用以不具有苯環之化合物構成者的技術已被提出（非專利文獻 1）。若爲該種阻劑材當使用波長較短的雷射來進行微細的圖案化時，伴隨該製程而使阻劑遮罩脆弱化，同時，與在其他光微影法中所使用者相比較，其電漿耐性較低。

因此，在電漿環境中進行蝕刻時，由於曝曬在電漿而受到損壞，在阻劑遮罩中經圖案化之區域的邊緣部產生邊緣龜裂（阻劑遮罩的形狀產生變形）。當在該狀態下繼續蝕刻時，會有該形狀轉印在欲形成在層間絕緣膜之孔洞、溝槽，而產生條紋（Striation）的問題。此時無法滿足較高蝕刻加工精密度的要求。

為解決上述問題，已提案出一種技術係使用含有氟碳氣體的混合氣體，在低壓之電漿環境中導入該混合氣體，將藉由使用 ArF 光微影法而形成之阻劑遮罩予以覆蓋的層間絕緣膜進行乾蝕刻（專利文獻 2）。

〔專利文獻 1〕日本專利特開平 11-31678 號公報（參照例如申請專利範圍之記載）

〔專利文獻 2〕日本專利特願 2004-56962 號（參照例如申請專利範圍之記載）

〔非專利文獻 1〕Koji Nozaki and Ei Yano, FUJITSU Sei. Tech J., 38, 1 P3-12 (June 2002)

【發明內容】

（發明所欲解決之課題）

然而，若以低壓導入預定的混合氣體來進行乾蝕刻，雖可抑制條紋產生，而獲得較高的蝕刻加工精密度，但限定為可在低於預定壓力（例如 0.133 Pa）之壓力下獲得穩定放電的蝕刻裝置，而欠缺汎用性。

因此，本發明之課題係鑑於上述情形，而提供一種抑

制條紋產生，而獲得高蝕刻加工精密度之層間絕緣膜之乾蝕刻方法。

（用以解決課題之手段）

為解決上述課題，本發明之層間絕緣膜之乾蝕刻方法係將藉由使用 ArF 光微影法而形成之阻劑遮罩予以覆蓋的層間絕緣膜，一面導入預定之蝕刻氣體，一面在電漿環境中進行乾蝕刻而對孔洞、溝槽進行微細加工的層間絕緣膜之乾蝕刻方法，其特徵為：前述蝕刻氣體係採用鹵素系氣體（鹵素為 F、I、Br），以原子組成比計，I 及 Br 之至少一方為鹵素總量的 26% 以下，其餘則是 F 之氟化碳化合物氣體。

根據本發明，藉由使用含有形成穩定的化合物，並具有作為對於其本身 Si 之蝕刻劑之功能的 I 及 Br 的至少一方的氟化碳化合物氣體來作為蝕刻氣體，在不依存於蝕刻時之作動壓力的情況下，可使電漿環境中的 F 原子數密度減少，減輕對阻劑遮罩造成的損壞，且抑制條紋產生。此時，以原子組成比計，含有 I 及 Br 之至少一方超過鹵素總量的 26% 時，會有蝕刻速度降低或無法以所希望的形狀進行蝕刻等問題。

前述氟化碳化合物氣體最好係碘化氟化碳化合物氣體及溴化氟化碳化合物氣體的任一方，或該等之混合氣體。

此時，前述碘化氟化碳化合物氣體可為自 CF_3I 、 $\text{C}_2\text{F}_5\text{I}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_7\text{I}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_6\text{I}_2$ 之中所選出的至少一種、或者含有

自前述碘化氟化碳化合物氣體與 HI 或 HBr 之中所選出的二種以上的混合氣體。

此外，前述溴化氟化碳化合物氣體可為含有自 CF_3Br 、 $\text{C}_2\text{F}_5\text{Br}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_7\text{Br}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_6\text{Br}_2$ 之中所選出的至少一種、或者自前述溴化氟化碳化合物氣體與 HI 或 HBr 之中所選出的二種以上的混合氣體。

其中，前述蝕刻氣體亦可為 CF_4 與 $\text{C}_2\text{F}_4\text{I}_2$ 或 $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ 的混合氣體。

前述蝕刻氣體亦可為 HI 及 HBr 之至少一方與過氟化碳化合物的混合氣體。

前述蝕刻氣體亦可為 CF_3I 與過氟化碳化合物的混合氣體。

前述蝕刻氣體亦可為 CF_3Br 與過氟化碳化合物的混合氣體。

在此，為了調節蝕刻時所引起的反應生成物的沈積量，以防止所蝕刻的孔洞、溝槽填埋，亦可先在該蝕刻氣體總流量之 3 至 15% 的範圍，將氧添加在前述蝕刻氣體。此時，未達 3% 時，並無法達成上述效果，而且變得無法調節沈積量。另一方面，當超過 15% 時，會使 ArF 阻劑受到損壞而被蝕刻。

（發明之效果）

如以上之說明，本發明之層間絕緣膜之乾蝕刻方法係達到抑制條紋產生而獲得高蝕刻加工精密度的效果。

【實施方式】

若參照第 1 圖加以說明，1 係將本發明之層間絕緣膜進行乾蝕刻，而對配線用孔洞、溝槽等進行微細加工之蝕刻裝置。蝕刻裝置 1 係採用產生在包含零磁場之區域的放電電漿（NLD 電漿）者，具有設有：乾式泵浦（dry pump）或迴轉式泵浦（Rotary pump）、渦輪式分子泵浦（turbo molecular pump）等真空排氣手段 12 的腔室（chamber）11。

腔室 11 係由以下所構成：藉由如石英般之電介質製圓筒狀側壁 13 所形成之其上部的電漿產生室 11a 與下部之基板處理室 11b。在圓筒狀側壁 13 的外側，係以預定間隔設置 3 個磁場線圈 14、15、16，而構成磁場產生手段。3 個磁場線圈 14、15、16 係以由上下包圍其外側的方式安裝在高透磁率材料製的磁軛構件 17。此時，在上側及下側之各磁場線圈 14、16 係流通同向電流，中間的線圈 15 係流通反向電流。藉此方式，在中間的線圈 15 的水平面（level）附近形成在圓筒狀側壁 13 的內側連續之零磁場的位置，而形成環狀磁氣中性線。

環狀磁氣中性線的大小係可藉由改變流通於上側及下側之各線圈 14、16 的電流與流通於中間的線圈 15 之電流的比值來適當設定，環狀磁氣中性線的上下方向的位係可藉由流通於上側及下側之各磁場線圈 14、16 之電流的比值來適當設定。此外，增加流通於中間的線圈 15 的電流時，環狀磁氣中性線的直徑會變小，同時在零磁場的位置

的磁場斜率亦變得較為緩和。在中間的線圈 15 與圓筒狀側壁 13 之間設有高頻率電場產生用天線 18，與高頻率電源 19 相連接，而構成磁場產生手段。接著，沿著由 3 個磁場線圈 14、15、16 所形成的環狀磁氣中性線而產生 NLD 電漿。

與環狀磁氣中性線所形成的面相對向而在基板處理室 11b 內，係隔介絕緣體 20a 而設有作為供載置處理基板 S 之基板載置部的圓形剖面的基板電極 20。該基板電極 20 係隔介電容器 21 而與第 2 高頻率電源 22 相連接，在電位上形成浮遊電極而成為負的偏壓電位。

此外，用以劃分電漿產生室 11a 的天板 23 係密封固接在圓筒狀側壁的上部，在電位上形成浮遊狀態而形成對向電極。在該天板的內面設有用以導入蝕刻氣體至腔室 11 內的氣體導入手段 24，該氣體導入手段 24 係隔介氣體流量控制手段（未圖示）而與氣體源相連接。

使用上述蝕刻裝置 1，將配線用孔洞、溝槽進行微細加工的層間絕緣膜係包含：如 SiO_2 等氧化物膜、HSQ 或 MSQ 之類藉由旋轉塗佈法（spin coat）形成的 SiOCH 系材料，或為藉由 CVD 法形成的 SiOC 系材料，且為介電常數 1.5 至 3.0 的 Low-k 材料的多材質材料。

SiOCH 系材料例如有：商品名 NCS／觸媒化成工業公司製、商品名 LKD5109r5／JSR 公司製、商品名 HSG-7000／日立化成公司製、商品名 HOSP／Honeywell Electric Materials 公司製、商品名 Nanoglass／Honeywell

Electric Materials 公司製、商品名 OCD T-12／東京應化公司製、商品名 OCD T-32／東京應化公司製、商品名 IPS2.4／觸媒化成工業公司製、商品名 IPS 2.2／觸媒化成工業公司製、商品名 ALCAP-S5100／旭化成公司製、商品名 ISM／ULVAC 公司製等。

SiOC 系材料例如有：商品名 Aurola 2.7／日本 ASM 公司製、商品名 Aurola 2.4／日本 ASM 公司製、商品名 Orion 2.7／TRIKON 公司製、商品名 Coral／Novellf 公司製、商品名 Black Diamond／AMAT 公司製等。此外，亦可為：商品名 SiLK／Dow Chemical 公司製、商品名 Porous-SiLK／Dow Chemical 公司製、商品名 FLARE／Honeywell Electric Materials 公司製、商品名 Porous FLARE／Honeywell Electric Materials 公司製、商品名 GX-3P／Honeywell Electric Materials 公司製等有機系低介電率層間絕緣膜。

在層間絕緣膜上，爲了在該層間絕緣膜進行配線用孔洞、溝槽的微細加工，使用光微影法，以預定的圖案化形成有阻劑遮罩。爲了對應伴隨 LSI 之高積體化及高速化所帶來的半導體元件的微細化與多層化，採用 ArF 光微影法來作爲光微影法。ArF 光微影法用的阻劑材例如有真空紫外光用 UV-6／Shipley 公司製。

但是，爲了在真空紫外光區域具有敏感度，有時會以不具有苯環的化合物來構成 ArF 光微影法中所採用的阻劑材的情形。當使用波長較短的雷射來進行微細的圖案化時

，該種阻劑材會隨著該圖案化而使阻劑遮罩脆弱化，同時，與其他光微影法中所採用的阻劑材相比較，其電漿耐性較低。

在此，採用習知之層間絕緣膜的乾蝕刻方法，亦即採用例如感應耦合方式（ICP 電漿）的蝕刻裝置（未圖示），在 1 至 3Pa 的作動壓力下，在電漿環境中導入含有氟碳氣體（ C_xF_y ）的蝕刻氣體，來進行蝕刻時（此時的 Ar 電漿密度係 $\sim 1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ ），如第 2 圖所示，由於曝曬在電漿而受到損壞，在阻劑遮罩 31 中經圖案化之區域的邊緣部 32 產生邊緣龜裂 33（阻劑遮罩 31 的形狀產生變形）。當在該狀態下繼續蝕刻時，會使該形狀轉印在欲形成在層間絕緣膜 34 之孔洞、溝槽 35，而產生條紋 36，無法滿足較高蝕刻加工精密度的要求。

上述之條紋 36 的產生，一般而言係辨識為在電漿環境中蝕刻時之離子所造成的損壞。根據上述辨識，即使在以屬於低壓高密度電漿之上述 NLD 電漿的蝕刻裝置 1 進行層間絕緣膜的蝕刻的情形下，根據以下理由，認為將會產生條紋。

亦即，在 NLD 電漿的蝕刻裝置 1 中，通常係在蝕刻條件為 0.3 至 0.7Pa 的作動壓力下，將連接於天線 18 的高頻率電源 19 的輸出設定為 1 至 1.5KW，第 2 高頻率電源 22 的輸出（偏壓電力（bias power））設定為 0.2 至 0.6KW，此時的 Ar 電漿密度為 $\sim 1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 。此時，由於將作動壓力設定為低於習知方法，因此電漿密度雖然降低

，但在蝕刻裝置 1 中，係成為效率佳的環狀磁氣中性線放電電漿，因此電漿密度的降低量較少。

因此，蝕刻裝置 1 中的離子電流密度係與無法抑制條紋產生的 ICP 電漿的蝕刻裝置幾乎相同，此外，將第 2 高頻率電源 22 的輸出設定在 0.3KW 時的離子能源係成為～1KeV，而引起高能量離子對阻劑遮罩 31 撞擊。因此，以 NLD 電漿的蝕刻裝置 1 進行層間絕緣膜的蝕刻時，認為將會產生條紋。

但是，即使為使用 ICP 電漿的蝕刻裝置的情形，藉由將作動壓力設定為低至預定值，藉此發現可抑制條紋產生的現象。其係因藉由將作動壓力設定為較低，而使中性分解種（原子、分子、自由基）的物理量減少所致。此時，分解 C_xF_y 氣體而產生的分解種中雖有 F、CF、 CF_2 、 CF_3 等，但在其中，分子自由基主要具有作為聚合前驅物的作用，但是作為對於阻劑遮罩 31 蝕刻的蝕刻物質的作用則較低。因此，與有機物質的反應性較高的 F 原子會與阻劑遮罩 31 的 C=O 基或其他官能基產生反應，而使阻劑遮罩 31 更為脆弱化。因此引起由於自由基反應而產生的阻劑遮罩 31 的脆弱化。

另一方面，於多孔質 Low-k 膜的乾蝕刻中，使用 C_3F_7I 作為蝕刻氣體，在低壓且高密度電漿的蝕刻條件之下，發現阻劑遮罩的蝕刻速度降低、對阻劑選擇比提高的現象。阻劑遮罩的蝕刻速度之所以減少，係因為作為阻劑遮罩之蝕刻劑的 F 自由基在氣相中與 I 反應，而形成 IF_3

、 IF_5 、 IF_7 等所致。

當考慮以上之說明，採用 ICP 電漿的蝕刻裝置，將作動壓力設定為較低，藉此而可以抑制阻劑遮罩的條紋產生，係因為即使在自由基種之中，作為阻劑之蝕刻劑的 F 原子密度亦減少之故。而當使用含有碘原子的氣體時，即產生 F 原子的去除（scavenge），而使阻劑的蝕刻速度降低。基於以上原因，為了抑制條紋產生，藉由 I 或其他方法捕捉而形成穩定的化合物，以減少 F 原子數密度是很重要的。

鑑於上述情形，藉由與 F 原子的反應而穩定形成化合物，而且，對於蝕刻機構本身不會造成較大影響的化合物，係將含有 H、Br、I、Xe 者作為蝕刻氣體來加以利用即可。在此，H 係與 F 高速反應而形成 HF，同時，亦與有機化合物進行反應，因此難以控制。此外，Xe 係與 F 形成受激二聚物（excited dimer），其鍵結力較弱，此外，由於價格高，故欠缺實用性。相對於此，Br 或 I 係除了形成 IF_3 、 IF_5 、 IF_7 、 BrF_3 、 BrF_5 等穩定化合物之外，其本身具有對於 Si 之蝕刻劑的功能，亦沒有阻礙蝕刻反應本身的作用。

因此，在本實施形態中，蝕刻氣體係採用鹵素系氣體（鹵素為 F、I、Br），以原子組成比計算，I 及 Br 之至少一方為鹵素總量的 26% 以下，其餘為 F 之氟化碳化合物氣體，尤其是使用碘化氟化碳化合物氣體與溴化氟化碳化合物氣體的其中任一方，或該等之混合氣體。

碘化氟化碳化合物氣體及溴化氟化碳化合物氣體係為 $C_n(Hal)_{2n+2}$ (式中 $n=1$ 至 3) 的氣體，較好為含有自 CF_3I 、 CF_3Br 、 C_2F_5I 、 C_2F_5Br 、 C_3F_7I 、 C_3F_7Br 、 $C_3F_6I_2$ 、 $C_3F_6Br_2$ 之中所選出的至少一種、或者自該等氟化碳化合物氣體與 HI 或 HBr 之中所選出的包含二種以上的混合氣體。其中， n 的數量超過 3 時，在蝕刻時，會產生腔室 11 受到污染等問題，並不實用。

此外，亦可使用 $C_2F_4I_2$ 等碘化氟化碳化合物氣體或 $C_2F_4Br_2$ 等溴化氟化碳化合物氣體，此時，以使原子組成比成為鹵素總量的 26% 以下的方式，添加 CF_4 氣體等而加以利用。

此外，蝕刻氣體亦可為 HI 與 HBr 之至少一方、與如四氟乙烯等過氟化碳化合物 ($C_n(Hal)_{2n}$ (式中 $n=1$ 至 3)) 氣體的混合氣體，亦可使用 CF_3I 與過氟化碳化合物的混合氣體、 CF_3Br 與過氟化碳化合物的混合氣體來作為蝕刻氣體。

藉此方式，在不依存於腔室 11 之蝕刻時的壓力的情況下，可使電漿環境中的 F 原子數密度減少，可以減輕對阻劑遮罩造成的損傷，可抑制條紋之產生。此時，以原子組成比計算若含有 I 與 Br 的至少一方超過鹵素總量的 26% 時，會有蝕刻速度降低或無法以所希望的形狀進行蝕刻等問題產生。

此外，為了調節蝕刻時所引起的反應生成物的沈積量，以防止所蝕刻之孔洞、溝槽填埋，較好在上述氟化碳化合

合物氣體中添加少量的氧。

此時，氧的添加量係設定為導入至腔室 11 之氣體總流量的 3 至 15%，較好為 3 至 10%，更好為 4 至 7% 的範圍。當未滿 3% 時，並無法達成上述效果，而且變得無法調節沈積量。另一方面，當超過 15% 時，會使 ArF 阻劑受到損傷而被蝕刻。

（實施例 1）

在本實施例 1 中，使用 SiO_2 作為層間絕緣膜，使用旋轉塗佈裝置（spin coater），以膜厚 1000nm 形成在處理基板上。接著，在該層間絕緣膜上，藉由旋轉塗佈裝置塗佈阻劑材，以 ArF 光微影法進行預定的圖案化，而形成阻劑遮罩。此時，阻劑材係使用真空紫外光用 UV-6，而將厚度設定為 500nm。

接著，使用第 1 圖所示之 NLD 電漿的蝕刻裝置 1，使用 Ar 與作為蝕刻氣體的 $\text{C}_3\text{F}_7\text{I}$ ，將其在 2.67Pa 的作動壓力下導入至真空腔室 11 內，對上述層間絕緣膜進行蝕刻，而形成孔洞。此時，Ar 的流量設定為 230sccm、 $\text{C}_3\text{F}_7\text{I}$ 的流量設定為 50sccm、氧的流量設定為 20sccm。此外，連接於電漿產生用高頻率天線線圈 18 的高頻率電源 19 的輸出設定為 1KW，連接於基板電極 20 的高頻率電源 22 的輸出設定為 0.3KW，基板設定溫度 10℃。

（比較例 1）

在本比較例 1 中，以與上述實施例 1 相同的條件，形成層間絕緣膜及阻劑遮罩，同時使用第 1 圖所示之 NLD 蝕刻裝置 1，以與上述實施例 1 相同的條件，對層間絕緣膜進行蝕刻。此時，使用 C_3F_8 取代 C_3F_7I 來作為蝕刻氣體。

第 3 圖及第 4 圖係以實施例 1 及比較例 1 的條件對層間絕緣膜進行蝕刻時的 SEM 照片。藉此確認出在比較例 1 中，因蝕刻而在阻劑遮罩中經圖案化之區域的邊緣部產生邊緣龜裂，而在孔洞產生條紋的情形（第 4 圖（b）及（c））。相對於此，在實施例 1 中可知，抑制住邊緣部的邊緣龜裂，而抑制條紋的產生（參照第 3 圖（b）及（c））。

其中，以與上述實施例 1 相同的條件形成層間絕緣膜及阻劑遮罩，同時使用第 1 圖所示之蝕刻裝置 1，以與上述實施例 1 相同的條件對層間絕緣膜進行蝕刻，但腔室 11 的壓力係設定在 $0.67Pa$ 。此時，蝕刻速度變得稍快，而可抑制條紋產生。此外，即使使用 Br 來取代 I，亦獲得相同結果。

但是，在 NLD 蝕刻裝置中，可施加較弱的磁場，且可形成 $1Pa$ 以下且效率佳的 NLD 電漿，但在 $1Pa$ 以上時，電子的平均自由行程（mean free path）變短，形成有 ICP 電漿，而無法成為 NLD 電漿。因此，上述實施例 1 雖使用 NLD 蝕刻裝置 1，但由於在 $1Pa$ 以上，因此不具磁場效果，而形成與零磁場相同的電漿。因此，與形成

ICP 電漿者相同，本發明之效果並非依存於蝕刻裝置構造，而係依存於電漿密度與氣體組成。結果若為形成有 10^{10} 至 10^{11}cm^{-3} 的電漿作為電漿密度，且由 ArF 阻劑遮罩覆蓋的層間絕緣膜，則可獲得相同的效果，這在原理上是明顯可知的。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係概略式顯示用以實施本發明之層間絕緣膜之蝕刻方法的蝕刻裝置的示意圖。

第 2 圖係概略式說明條紋產生的示意圖。

第 3 圖 (a) 至 (c) 係藉由實施例 1 將層間絕緣膜進行蝕刻時的 SEM 照片。

第 4 圖 (a) 至 (c) 係藉由比較例 1 將層間絕緣膜進行蝕刻時的 SEM 照片。

【主要元件符號說明】

1：蝕刻裝置

11：腔室

11a：電漿產生室

11b：基板處理室

12：真空排氣手段

13：圓筒狀側壁

14、15、16：磁場線圈

17：磁軛構件

18：高頻率電場產生用天線

19：高頻率電源

20：基板電極

20a：絕緣體

21：電容器

22：第2高頻率電源

23：天板

24：氣體導入手段

31：阻劑遮罩

32：邊緣部

33：邊緣龜裂

34：層間絕緣膜

35：孔洞、溝槽

36：條紋

S：處理基板

五、中文發明摘要

發明之名稱：層間絕緣膜之乾蝕刻方法及蝕刻裝置

本發明之課題為：當將以藉由 ArF 光微影法所形成之阻劑遮罩予以覆蓋之層間絕緣膜進行乾蝕刻時，抑制條紋 (striation) 產生而獲得較高蝕刻加工精密度。

本發明係在電漿環境中進行乾蝕刻而對孔洞、溝槽進行微細加工時，蝕刻氣體係使用鹵素系氣體 (鹵素為 F、I、Br)，以原子組成比計算時 I 與 Br 之至少一方為鹵素總量的 26% 以下，其餘則是 F 之氟化碳化合物氣體。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

99年12月17日修正本

十、申請專利範圍

1.一種層間絕緣膜之乾蝕刻方法，係將藉由使用 ArF 光微影法而形成之阻劑遮罩予以覆蓋的層間絕緣膜，一面導入預定之蝕刻氣體，一面在電漿環境中進行乾蝕刻而對孔洞、溝槽進行微細加工的層間絕緣膜之乾蝕刻方法，其特徵為：前述蝕刻氣體為

(a) 由 C_2F_5I 、 C_3F_7I 與 $C_3F_6I_2$ 之中所選擇之至少一種碘化氟化碳化合物之蝕刻氣體，

(b) 含有由上述碘化氟化碳化合物氣體與 HI 或 HBr 所選擇之二種以上的蝕刻氣體，以原子組成比計算，I 及 Br 之至少一方為鹵素之總量的 26% 以下，其餘為 F，由 (b-1) C_3F_7I 與 HI 或 HBr、(b-2) C_2F_5I 與 C_3F_7I 與 HI 或 HBr 之至少一種、(b-3) C_3F_7I 與 $C_3F_6I_2$ 與 HI 或 HBr、以及 (b-4) C_2F_5I 與 C_3F_7I 與 $C_3F_6I_2$ 與 HI 及 HBr 之至少一種所選擇之蝕刻氣體，或者

(c) 由 CF_4 與 $C_2F_4I_2$ 或 $C_2F_4Br_2$ 之混合氣體所構成之蝕刻氣體。

2.一種層間絕緣膜之乾蝕刻方法，係將藉由使用 ArF 光微影法而形成之阻劑遮罩予以覆蓋的層間絕緣膜，一面導入預定之蝕刻氣體，一面在電漿環境中進行乾蝕刻而對孔洞、溝槽進行微細加工的層間絕緣膜之乾蝕刻方法，其特徵為：前述蝕刻氣體為，HI 或 HBr 與 C_2F_4 之混合氣體，或者 HI 及 HBr 之至少一種與 C_3F_6 之混合氣體。

3.一種層間絕緣膜之乾蝕刻方法，係將藉由使用 ArF

光微影法而形成之阻劑遮罩予以覆蓋的層間絕緣膜，一面導入預定之蝕刻氣體，一面在電漿環境中進行乾蝕刻而對孔洞、溝槽進行微細加工的層間絕緣膜之乾蝕刻方法，其特徵為：前述蝕刻氣體為， CF_3I 與過氟化碳化合物（ $\text{C}_n(\text{Hal})_{2n}$ （式中， $n=1\sim 3$ ）之混合氣體。

4.一種層間絕緣膜之乾蝕刻方法，係將藉由使用 ArF 光微影法而形成之阻劑遮罩予以覆蓋的層間絕緣膜，一面導入預定之蝕刻氣體，一面在電漿環境中進行乾蝕刻而對孔洞、溝槽進行微細加工的層間絕緣膜之乾蝕刻方法，其特徵為：前述蝕刻氣體為， CF_3Br 與過氟化碳化合物（ $\text{C}_n(\text{Hal})_{2n}$ （式中， $n=1\sim 3$ ）之混合氣體。

5.如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項之層間絕緣膜之乾蝕刻方法，其中，在上述蝕刻氣體總流量之 3 至 15% 的範圍，將氧添加在該蝕刻氣體。

6.一種蝕刻裝置，係將以阻劑遮罩覆蓋的層間絕緣膜置於電漿環境中施予蝕刻者，該阻劑遮罩具有：使用 ArF 光微影法施予圖案化而形成的圖案；其特徵為具備：氣體導入裝置，其介由氣體流量控制裝置連接於氣體源，用於對蝕刻上述層間絕緣膜之腔室內導入蝕刻氣體；在對以具有使用 ArF 光微影法所形成之圖案之阻劑遮罩覆蓋的層間絕緣膜進行蝕刻時，係藉由上述氣體導入裝置將上述蝕刻氣體導入腔室內而構成，

該蝕刻氣體為，

（a）由 $\text{C}_2\text{F}_5\text{I}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_7\text{I}$ 與 $\text{C}_3\text{F}_6\text{I}_2$ 之中所選擇之至少一種碘化氟化碳化合物之蝕刻氣體，

(b) 含有由上述碘化氟化碳化合物氣體與 HI 或 HBr 所選擇之二種以上的蝕刻氣體，以原子組成比計算，I 及 Br 之至少一方為鹵素之總量的 26% 以下，其餘為 F，由 (b-1) C_3F_7I 與 HI 或 HBr、(b-2) C_2F_5I 與 C_3F_7I 與 HI 或 HBr 之至少一種、(b-3) C_3F_7I 與 $C_3F_6I_2$ 與 HI 或 HBr、以及 (b-4) C_2F_5I 與 C_3F_7I 與 $C_3F_6I_2$ 與 HI 及 HBr 之至少一種所選擇之蝕刻氣體，或者

(c) 由 CF_4 與 $C_2F_4I_2$ 或 $C_2F_4Br_2$ 之混合氣體所構成之蝕刻氣體。

7. 一種蝕刻裝置，係將以阻劑遮罩覆蓋的層間絕緣膜置於電漿環境中施予蝕刻者，該阻劑遮罩具有：使用 ArF 光微影法施予圖案化而形成的圖案；其特徵為具備：氣體導入裝置，其介由氣體流量控制裝置連接於氣體源，用於對蝕刻上述層間絕緣膜之腔室內導入蝕刻氣體；在使用 ArF 光微影法時，係藉由上述氣體導入裝置以申請專利範圍第 2～4 項中任一項之蝕刻氣體作為上述蝕刻氣體予以導入腔室內而構成。

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(3)圖

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無