

# 公告本

|      |                    |
|------|--------------------|
| 申請日期 | 89.3.20            |
| 案 號  | 89105057           |
| 類 別  | H01L 21/31, 21/768 |

A4  
C4

460976

(以上各欄由本局填註)

## 發 明 專 利 說 明 書

|                         |               |   |
|-------------------------|---------------|---|
| 一、發明<br><del>新</del> 名稱 | 中 文           | 用以製造半導體裝置的方法  |
|                         | 英 文           | "METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE"                        |
| 二、發明<br><del>人</del> 創作 | 姓 名           | 1.宮田 幸兒<br>2.長谷川 利昭<br>3.田口 充   |
|                         | 國 籍           | 均日本   |
| 三、申請人                   | 住、居所          | 1.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號<br>2.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號<br>3.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號 |
|                         | 姓 名<br>(名稱)   | 日商新力股份有限公司  |
|                         | 國 籍           | 日本  |
|                         | 住、居所<br>(事務所) | 日本東京都品川區北品川六丁目七番35號   |
|                         | 代 表 人<br>姓 名  | 出井 伸之   |

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(由本局填寫)

|        |
|--------|
| 承辦人代碼： |
| 大類：    |
| IPC分類： |

A6  
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

日本 1999年03月29日 特願平11-085138 有 無主張優先權

日本 1999年06月28日 特願平11-181229 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於： ， 寄存日期： ， 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝  
訂  
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明(1)

### 發明背景

#### 1. 發明領域

本發明是有關於一種製造半導體裝置的方法。更特別的是，有關於製造出具有多層接線結構之半導體裝置的方法，比如提供給0.25 [ $\mu\text{m}$ ]元件製程世代用。

#### 2. 相關習用技術說明

半導體元件的顯微製程很需要細微接線，並用來降低半導體元件間的接線間距。而且還需要較低的層間層介電常數以及較低的接線電阻，較低的功率消耗，較高的操作速度等等。為了達到這些需要，需要用銅來當作接線材料，而介電常數低於3.0或更低的低介電常數絕緣材料，比如包括氟碳樹脂或乾凝膠的有機材料，被用來當作埋植在接線層與接線之間的材料。

另一方面，目前的銅蝕刻技術還未建立，對於應用到接線材料的金屬銅，使用波狀花紋製程是絕對有必要的。然而，只是結合分別形成接線以及栓塞的單一波狀花紋製程，會大量增加製程步驟，進而增加製造成本以及製造時間，對於半導體元件的製造來說是很不利的。

因此需要建立一種雙波狀花紋製程，同時在絕緣材料內形成接線凹槽以及接觸孔，而每一層的接線與栓塞都是同時嵌入如金屬與化學機械研磨(此後簡稱CMP)的導體而形成的。特別需要建立雙波狀花紋製程，其中使用能減低電容的低介電材料，當作接線與接線層之間的絕緣材料。

低介電材料的蝕刻技術對於使用高介電材料的雙波狀花

## 五、發明說明(2)

紋製程是很重要的。尤其是，有機低介電材料具有類似光阻層的蝕刻特性。因此對於低介電材料，很難將光阻層當作光罩層來用。所以，用光阻所形成的圖案被轉移到無機材料層上，進而準備所謂的"硬光罩層"，而且使用該硬光罩層當作蝕刻光罩來蝕刻掉低介電材料。此外，目前低介電材料的CMP技術還未完全建立，硬光罩層仍扮演著CMP步驟中的關鍵角色。因此，二氧化矽層主要是當作硬光罩材料。

如果是形成雙波狀花紋結構，已經有一種製造方法被提出，並將在以下說明中解釋。

如圖1A所示，用半導體單元(未顯示)形成的基底110，第一接線111，阻障層112都被當作一部分層間絕緣層用的連接層113所覆蓋，其中該部分的層間絕緣層將會形成接觸孔。因此，形成具有接觸孔圖案114的硬光罩層(中間層)115，並被當作一部分層間絕緣層的接線層116所覆蓋，其中該部分的層間絕緣層將會形成第二接線。此外，形成具有接線凹槽圖案的硬光罩層117。

基本上，利用具有接線凹槽圖案118的光阻光罩層119，來蝕刻硬光罩層117。而且，如圖1B所示，硬光罩層117具有開口120(接線凹槽圖案)，以形成接線凹槽。接著，利用硬光罩層117當作蝕刻遮蔽層，來蝕刻掉接線層116，進而形成接線凹槽121。該蝕刻製程會持續進行，直到利用硬光罩層115當作蝕刻遮蔽層，在連接層113內形成接觸孔122為止，如圖1C所示。

### 五、發明說明（3）

在圖1D所示的步驟中，蝕刻掉接觸孔122底部的阻障層112部分，以便露出第一接線111。在此，利用已知的銅埋植技術，在接線凹槽121以及接觸孔122的側壁上形成阻障層123。此外，利用銅層形成技術，如銅電鍍，分別在接線凹槽121以及接觸孔122內形成第二接線124與栓塞125。然後接線結構便完成。

然而利用上述的製造方法時，中間層的厚需要至少50 [nm]，因為在以蝕刻來形成接觸孔時，要當作蝕刻遮蔽層。因此很難讓中間層的厚度小於50 [nm]。此外，如果使用有機材料給層間絕緣層用，便需要以無機材料層當作中間層。該無機材料層因為無機材料的特性而具有很高的介電常數。例如，二氧化矽層的介電常數約為4.2。因此習用技術的方法很難藉降低中間層厚度，來降低整體接線結構的介電常數。

#### 發明摘要

本發明的目的在於提供一種製造半導體元件的方法，以解決上述的問題。

具體的說，本發明是一種製造具有層間絕緣層之半導體元件的方法，其特徵在於包括在層間絕緣層上形成無機材料層，如果要蝕刻掉層間絕緣層時，該無機材料層是當作蝕刻遮蔽層；在無機材料層的上面部分，形成第一開口圖案，該第一開口圖案是用來形成層間絕緣層內的接線凹槽；以及在無機材料層內形成第二開口圖案，該形成第二開口圖案用來形成層間絕緣層內的接觸孔至少有一部分要

## 五、發明說明(4)

與第一開口圖案一致。

製造半導體元件的方法進一步包括將第一開口圖案與第二開口圖案所形成的無機材料層，當作是蝕刻遮蔽層，而形成層間絕緣層內的接觸孔；將無機材料層蝕刻成，只得到藉轉移該第一開口圖案而形成的第三開口圖案；以及利用第三開口圖案所形成的無機材料層，當作蝕刻層來用，而形成層間絕緣層內的接線凹槽。

利用上述的半導體元件製造方法，無機材料層是在層間絕緣層上形成，用來形成接線凹槽的第一開口圖案是在無機材料層的上部形成，而形成接觸孔所用的第二開口圖案，是在無機材料層內形成，使得蝕刻遮蔽層是由單層無機材料構成。因此，不需要習用技術中當作接觸孔形成時蝕刻光罩用的中間層，而免除掉形成中間的步驟。

此外，當控制形成接線凹槽時的蝕刻時間，來決定接線凹槽的深度時，一點也不需要中間層。因此與習用技術做比較，上述方法的優點為，可以降低接線結構的有效介電常數。

而且，如果形成第一開口圖案與第二開口圖案時的每個步驟中，都利用到光阻製程時，可以進行到層間絕緣層沒有露出來。更特別的是，可以達到光阻製程的再生，因為無機材料層在光阻製程時會覆蓋住層間絕緣層，在無機材料層內形成第一開口圖案，而且因為光阻層是在光阻製程時埋植在無機材料層底下，在無機材料層內形成第二開口圖案。

## 五、發明說明(5)

上述半導體元件製造的方法中，藉形成第一層間絕緣層，而形成該層間絕緣層；在第一層間絕緣層上，形成由絕緣層所構成的蝕刻阻止層；以及在蝕刻阻止層上，形成第二層間絕緣層；該蝕刻阻止層是利用形成當作蝕刻遮蔽層用之無機材料層的類似材料來形成的。

此外，該方法還包括將利用第一開口圖案與第二開口圖案所形成的無機材料層，當作蝕刻遮蔽層，而在第二層間絕緣層內形成一孔徑；將無機材料層蝕刻成，只藉轉移第一開口圖案，得到第三開口圖案而形成，並蝕刻在該孔徑底下的一部分蝕刻阻止層，進而形成一開口；以及將只用第三開口圖案所形成的無機材料層當作蝕刻遮蔽層，來形成第二層間絕緣層內的接線凹槽，且形成第二層間絕緣層內的接觸孔。

依據該製造方法，層間絕緣層是用第一層間絕緣層與第二層間絕緣層構成，其中以第一開口圖案與第二開口圖案所形成的無機材料層，當作蝕刻遮蔽層，而形成第二層間絕緣層，且該孔徑是先要在形成接觸孔的區域上形成的。此外，以無機材料層當作蝕刻遮蔽層，而將第二層間絕緣層與第一層間絕緣層蝕刻成，已經利用蝕刻形成只有轉移第一開口圖案而得到的第三開口圖案。因此，在第二層間絕緣層內形成接線凹槽，同時與孔徑一起形成的第二層間絕緣層，被當作蝕刻遮蔽層，而在第一層間絕緣層內形成接觸孔。另外，利用第一開口圖案與第二開口圖案所形成的無機材料層，當作蝕刻遮蔽層，而將第二層間絕緣層到

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(6)

第一層間絕緣層的一部分蝕刻掉，以便先形成接觸孔。此外，還利用無機材料層當作蝕刻遮蔽層將第二層間絕緣層蝕刻成，已經利用蝕刻形成只有轉移第一開口圖案而得到的第三開口圖案，進而形成第二層間絕緣層內的接線凹槽。

以這種方式，在蝕刻掉第二層間絕緣層而形成孔徑時，蝕刻阻止層能夠具有蝕刻阻止的功能，因此，其厚度至少可以達到在蝕刻掉第二層間絕緣層時，足夠蝕刻阻止作用所需，厚度低於50 [nm]。因此，即使當蝕刻阻止層在第一層間絕緣層與第二層間絕緣層之間形成，整體層間絕緣層的有效介電常數不會突然上升，介電常數會變得低於習用技術的結構，其中用無機材料層所構成的中間層是在層間絕緣層內。

再者，如果接線凹槽已經在第二層間絕緣層內形成，而接觸孔還沒完成時可以利用蝕刻阻止層當作光罩層，對接觸孔進行蝕刻。既然在此時，完成接觸孔的蝕刻時間很短，所以蝕刻阻止層的厚度並不需要達到如習用技術中間層的厚度。

而且，如果在形成無機材料層內的第一開口圖案以及形成第二開口圖案的每個步驟中都使用光阻層，是可以進行到未露出層間絕緣層。更特別的是，可以完成每個光阻製程的再生，因為在光阻製程中，無機材料層會覆蓋住層間絕緣層，形成無機材料層內的第一開口圖案，而且因為在光阻製程中，光阻層是在無機材料層底下，形成無機材料

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

## 五、發明說明(7)

層內的第二開口圖案19。

### 圖式的簡單說明

圖1A到圖1D是解釋習用技術中製造步驟的剖示圖；

圖2A到圖2F的剖示圖顯示出，依據本發明製造半導體元件的方法，其第一實施例的處理步驟；

圖3A到圖3F的剖示圖顯示出，依據本發明製造半導體元件的方法，其第二實施例的處理步驟；以及

圖4A到圖4F的剖示圖顯示出，依據本發明製造半導體元件的方法，其第三實施例的處理步驟。

### 發明的較佳實施例

依據本發明製造半導體元件方法的第一實施例，將結合圖2A到圖2F所示的處理步驟來做說明。

如圖2A所示，在基板11內，電晶體(未顯示)是在基材51上形成，接線53是在覆蓋住基材51的層間絕緣層52內形成。擴散阻止層54會阻止構成接線53的銅擴散出去，是用層間絕緣層52上的氮化矽構成。

基板11是利用一般稱作"聚多芳基醚"的任何有機高分子，被層間絕緣層12所覆蓋，厚度達800 [nm]。該聚多芳基醚包括由AlliedSignal公司所製造的"FLARE"，由Dow Chemical公司所製造的"SiLK"，由Schuhmacher GmbH公司所製造的"VELOX"。另外，BCB(雙苯基環丁烯)層，聚乙醯胺，非晶質碳層，或類似材料，都可以用來當作接線之間的絕緣層。

例如，利用旋轉塗佈方式，接著在300[°C]~450[°C]下熟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(8)

化，形成深入基板11上薄層的先驅層，進而形成有機高分子的有機材料層12。

接著，用來形成無機光罩層的無機材料層13，在厚度300 [nm]的二氧化矽層外層間絕緣層12上形成。例如，無機材料層13的形成是利用傳統CVD(化學氣相沉積)設備，以矽烷( $\text{SiH}_4$ )與一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )為起始氣體，將最後的基板溫度以及薄膜成形壓力分別被設定為350[°C]與1 [kPa]。也有可能在氧化氮化矽層或氮化矽層外形成無機材料層13。

接著，利用一般的光阻技術(例如旋轉塗佈)，在無機材料層13上形成光阻層14。此時，利用微影製程對光阻層14定義出圖案，以便形成開口15，用來形成接線凹槽。例如，微影定義圖案的方法利用到KrF投影對準器，且最小線寬與最小接線間距分別被設定為0.34 [ $\mu\text{m}$ ]與0.40 [ $\mu\text{m}$ ]。偶而，可以利用ArF投影對準器，形成具有0.18 [ $\mu\text{m}$ ]最小線寬以及0.18 [ $\mu\text{m}$ ]最小接線間距的圖案。此外，可以利用電子束曝光技術，得到最小線寬與最小接線間距都等於或小於0.10 [ $\mu\text{m}$ ]的圖案。

在下個步驟中，利用光阻層14當光罩層，將無機材料層13蝕刻到深度為250 [nm]，進而形成第一開口圖案16，用來形成接線凹槽。因此，第一開口圖案16底下的無機材料層13厚度仍為50 [nm]。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用四氟化碳( $\text{CF}_4$ )與氬(Ar)當作蝕刻氣體，RF(無線電)功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(9)

10 [Pa]。此外，在蝕刻該無機材料層13時，藉控制蝕刻時間來控制蝕刻深度。這樣的第一開口圖案16深度需要考慮到晶圓表面內蝕刻速率的均一性，使得當作接線與之間絕緣層用的層間絕緣層12頂部，可以避免在整個晶圓表面上露出來。

此時，利用灰化法移除掉光阻層14。例如，利用傳統的灰化設備，以氧氣(O<sub>2</sub>)與氦氣(He)為灰化氣體，而基板溫度為250[°C]。偶而在灰化處理中，層間絕緣層12都被無機材料層13所覆蓋。因此，即使層間絕緣層12是用有機材料構成的，灰化處理也不會損害到該層間絕緣層12。

接著，如圖2B所示，利用一般的光阻製程技術(如旋轉塗佈)，在無機材料層13上形成光阻層17。此時，利用微影技術對光阻層17定義出圖案，進而形成用來形成接觸孔用的開口18，當光阻層17以側視來看時，該開口18是被局限在第一開口圖案16內。例如，該微影定義圖案的方法類似於上述方法，利用KrF投影對準器，且最小線寬與最小接線間距分別被設定為0.34 [μm]與0.40 [μm]。偶而，可以利用ArF投影對準器，形成具有0.18 [μm]最小線寬以及0.18 [μm]最小接線間距的圖案。此外，可以利用電子束曝光技術，得到最小線寬與最小接線間距都等於或小於0.10 [μm]的圖案。此外，開口18的形狀是比第一開口圖案16還大的輻射狀。

在下個步驟中，利用光阻層17當光罩層，對無機材料層13進行蝕刻，進而形成第二開口圖案19，用來形成層間

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(10)

絕緣層12內的接觸孔。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用八氟化四碳( $C_4F_8$ )，氬(Ar)與一氧化碳(CO)當作蝕刻氣體，RF(無線電)功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與6 [Pa]。以這種方式，在無機材料層13上，形成給接線凹槽用的第一開口圖案16，以及給接觸孔用的第二開口圖案19，而且用這種結構之無機材料層13所構成的蝕刻遮蔽層21是在有機材料層的層間絕緣層12上形成。

在下個步驟中，如圖2C所示，利用蝕刻遮蔽層21，以非等方向性蝕刻製程對層間絕緣層12進行蝕刻處理，進而提供接觸孔22。例如，該非等方向性蝕刻是利用傳統的ECR(電子迴旋共振)電漿蝕刻設備，以氮氣( $N_2$ )與氦氣(He)為蝕刻氣體，蝕刻氣體壓力，微波功率以及偏壓RF功率分別被設定為1 [Pa]，1 [kW]與300 [W]。既然擴散阻止層54是在氮化矽層的層間絕緣層12底下，所以蝕刻作用會擴散阻止層54上停止。此外，同時對層間絕緣層12進行蝕刻，也對光阻層17(參閱圖2B)進行蝕刻，並完全從蝕刻遮蔽層21上移除掉。因不需要灰化處理來移除掉光阻層17。

接著，如圖2D所示，蝕刻遮蔽層21的整個表面被回蝕，以移除掉圍繞第二開口圖案19(參閱圖2B)的部分蝕刻遮蔽層21，並轉移送第一開口圖案16(參閱圖2A)的形狀到蝕刻遮蔽層21的下部。所以，用來形成接線凹槽用的第三開口圖案23，在蝕刻遮蔽層21中的每個相對應部分

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(11)

上形成。利用蝕刻技術移除掉蝕刻遮蔽層21的上部，使得蝕刻遮蔽層21的下部的厚度變為200 [nm]。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用八氟化四碳(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)，氬(Ar)與一氧化碳(CO)當作蝕刻氣體，RF(無線電)功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與6 [Pa]。

接著，如圖2E所示，利用蝕刻遮蔽層21，以非等方向性蝕刻製程對層間絕緣層12進行蝕刻處理，進而提供深度為300 [nm]的接線凹槽24。例如，該非等方向性蝕刻是利用傳統的ECR(電子迴旋共振)電漿蝕刻設備，以氮氣(N<sub>2</sub>)與氦氣(He)為蝕刻氣體，蝕刻氣體壓力，微波功率以及偏壓RF功率分別被設定為1 [Pa]，1 [kW]與300 [W]。層間絕緣層12在蝕刻時，其蝕刻深度是由蝕刻時間所控制。

對接觸孔22底下的擴散阻止層54部分進行蝕刻，讓接觸孔22底下的接線53露出來。此時，蝕刻遮蔽層21的上部有時會依據蝕刻條件進行蝕刻處理。

接著，如圖2F所示，由氮化鈮構成的阻障金屬層31，是以濺鍍法，蒸鍍法或CVD，在接線凹槽24與接觸孔22的側壁上形成，厚度為50 [nm]。此時，阻障金屬層31也可以在蝕刻遮蔽層21上延伸。例如，如果利用濺鍍法形成阻障金屬層31，可以利用鈮目標靶並加入氮氣到薄膜成形氣體內，來形成氮化鈮。

接著，種晶層(未顯示)是利用離子濺鍍法，在接線凹槽24與穿過阻障金屬層31之後接觸孔22的側壁上形成，其中利用電鍍法沉積出接線材料(金屬)，比如銅。金屬銅以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(12)

及蝕刻遮蔽層21上阻障金屬層31中多餘的部分，以CMP進行研磨並去除掉。因此，金屬銅的接線32會在穿過阻障金屬層31的接線凹槽24內形成。此時，蝕刻遮蔽層21當作研磨阻止層，且在某些情形下會被完全去除掉，視其厚度而定。偶而，雖然上述實例中是埋植金屬銅，但是也可以使用另一種如鋁的金屬材料，當作接線材料。

雖然沒有做解釋，但是可以利用重複執行形成層間絕緣層12到形成接線32與栓塞33的一連串處理步驟，而形成多層接線。而且，可以利用上述類似的處理步驟，以有機材料形成接線53之間的層間絕緣層52部分。

此外，雖然在上述的說明中，在用半導體材料所形成的基板11上形成層間絕緣層12，但是該製造方法也可以應用到不是用半導體材料所形成的基板11上形成層間絕緣層12，接觸孔22，接線凹槽24，接線32，栓塞33等。

利用上述製造半導體元件的方法，在層間絕緣層12上，形成無機材料層13，在無機材料層13的上部內形成接線凹槽用的第一開口圖案16，而在無機材料層13內形成接觸孔用的第二開口圖案19，使得蝕刻遮蔽層能利用單層的無機材料層13構成。所以，不需要習用技術中的中間層，來當作形成接觸孔時的蝕刻遮蔽層，因可以省略掉形成中間層的處理步驟。

此外，當接線凹槽24的深度是用形成接線凹槽24時的蝕刻時間來控制時，更是一點也不需要中間層。因此與習用技術作比較，第一實施例的方法具有的優點為，接線結

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(13)

構的有效介電常數可以很低。

此外，如果形成第一開口圖案16與第二開口圖案19的步驟中都利用到光阻製程時，是可以進行到不讓層間絕緣層12露出來。更特別的是，可以達到光阻製程的再生，因為在無機材料層13內形成第一開口圖案16的光阻製程中，無機材料層13覆蓋住層間絕緣層12，而且在無機材料層13內形成第二開口圖案19的光阻製程中，光阻層17是在無機材料層13內。

現在，依據本發明第二實施例的製造半導體元件方法，將結合圖3A到圖3F中剖示圖所示的處理步驟來做說明。在圖3A到圖3F中，與圖2A到圖2F所示的相同參考數號代表相類似的構造單元。

如圖3A所示，基板11是類似於圖2A中的基板11，在基底51內形成電晶體(未顯示)，而且在基底51內，接線53是在覆蓋住基底51的層間絕緣層52內形成。阻止構成接線53的銅發生擴散作用的擴散阻止層54是利用層間絕緣層52上的氮化矽所構成。基板11用第一層間絕緣層41覆蓋，當作層間絕緣層12的連接層，由低介電常數的有機材料層所構成，厚度500 [nm]。例如，任何一般稱為“聚多芳基醚”的有機高分子，都可以用來構成第一層間絕緣層41。該聚多芳基醚包括由AlliedSignal公司所製造的“FLARE”，由Dow Chemical公司所製造的“SiLK”，由Schuhmacher GmbH公司所製造的“VELOX”。另外，BCB(雙苯基環丁烯)層，聚乙醯胺，非晶質碳層，或類似材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(14)

料，都可以用來當作接線之間的絕緣層。

例如，利用旋轉塗佈方式，接著在 $300[^\circ\text{C}] \sim 450[^\circ\text{C}]$ 下熟化，形成深入基板11上薄層的先驅層，進而形成有機高分子的有機材料層12。

接著，沉積出厚度 $25[\text{nm}]$ 的氧化矽層，而在第一層間絕緣層41上形成蝕刻阻止層42。既然蝕刻阻止層42只是當作稍後用蝕刻來形成接線凹槽時的蝕刻阻止物，至少厚度要夠大，讓該蝕刻阻止物起作用，如果要蝕刻掉以下所解釋的第二層間絕緣層43，厚度低於 $50[\text{nm}]$ 。因此，所形成的蝕刻阻止層42，其厚度會小於習用技術中間層的厚度( $50[\text{nm}]$ )。例如，氧化矽層所構成的蝕刻阻止層42，是以傳統CVD設備來進行，以矽烷( $\text{SiH}_4$ )與一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )為起始氣體，將最後的基板溫度以及薄膜成形壓力分別被設定為 $350[^\circ\text{C}]$ 與 $1[\text{kPa}]$ 。雖然蝕刻阻止層42是用氧化矽層所構成，但是也可以用氮化矽層，氧化氮化矽層或無機SOG(玻璃矽)層。

接著，用當作層間絕緣層12之接線層的第二層間絕緣層43，覆蓋住蝕刻阻止層42，該第二層間絕緣層43是用低介電常數的有機層來構成，厚度 $300[\text{nm}]$ 。例如，任何稱作"聚多芳基醚"的有機高分子，都可以用來當作第二層間絕緣層43。由AlliedSignal公司所製造的"FLARE"，由Dow Chemical公司所製造的"SiLK"，由Schuhmacher GmbH公司所製造的"VELOX"。另外，BCB(雙苯基環丁烯)層，聚乙醯胺，非晶質碳層，或類似材料，都可以用來當作接線之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(15)

間的絕緣層。

此時，在基板11上形成由第一層間絕緣層41，蝕刻阻止層42以及第二層間絕緣層43所構成的層間絕緣層12。

接著，用來形成無機光罩層的無機材料層13是在層間絕緣層12上形成，比如300 [nm]厚的氧化矽層。例如，是以傳統CVD設備來進行，以矽烷( $\text{SiH}_4$ )與一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )為起始氣體，將最後的基板溫度以及薄膜成形壓力分別被設定為350[°C]與1 [kPa]。雖然無機材料層13是用氧化矽層所構成，但是也可以用氮化矽層，氧化氮化矽層或無機SOG(玻璃矽)層。

接著，利用一般的光阻技術(例如旋轉塗佈)，在無機材料層13上形成光阻層14。此時，利用微影製程對光阻層14定義出圖案，以便形成開口15，用來形成接線凹槽。例如，微影定義圖案的方法利用到KrF投影對準器，且最小線寬與最小接線間距分別被設定為0.34 [ $\mu\text{m}$ ]與0.4 [ $\mu\text{m}$ ]。偶而，可以利用ArF投影對準器，形成具有0.18 [ $\mu\text{m}$ ]最小線寬以及0.18 [ $\mu\text{m}$ ]最小接線間距的圖案。此外，可以利用電子束曝光技術，得到最小線寬與最小接線間距都等於或小於0.10 [ $\mu\text{m}$ ]的圖案。

在下個步驟中，利用光阻層14當光罩層，將無機材料層13蝕刻到深度為250 [nm]，進而形成第一開口圖案16，用來形成接線凹槽。因此，第一開口圖案16底下的無機材料層13厚度仍為50 [nm]。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用四氟化碳( $\text{CF}_4$ )與氬(Ar)當作蝕刻氣體，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(16)

RF功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與10 [Pa]。此外，在蝕刻該無機材料層13時，藉控制蝕刻時間來控制蝕刻深度。這樣的第一開口圖案16深度需要考慮到晶圓表面內蝕刻速率的均一性，使得當作接線與之間絕緣層用的層間絕緣層12頂部，可以避免在整個晶圓表面上露出來。

此時，利用灰化法移除掉光阻層14。例如，利用傳統的灰化設備，以氧氣(O<sub>2</sub>)與氦氣(He)為灰化氣體，而基板溫度為250[°C]。偶而在灰化處理中，層間絕緣層12都被無機材料層13所覆蓋。因此，即使層間絕緣層12是用有機材料構成的，灰化處理也不會損害到該層間絕緣層12。

接著，如圖3B所示，利用一般的光阻製程技術(如旋轉塗佈)，在無機材料層13上形成光阻層17。此時，利用微影技術對光阻層17定義出圖案，進而形成用來形成接觸孔用的開口18，當光阻層17以側視來看時，該開口18是被局限在第一開口圖案16內。例如，該微影定義圖案的方法類似於上述方法，利用KrF投影對準器，且最小線寬與最小接線間距分別被設定為0.34[μm]與0.40[μm]。偶而，可以利用ArF投影對準器，形成具有0.18[μm]最小線寬以及0.18[μm]最小接線間距的圖案。此外，可以利用電子束曝光技術，得到最小線寬與最小接線間距都等於或小於0.10[μm]的圖案。此外，開口18的形狀是比第一開口圖案16還大的輻射狀。

在下個步驟中，利用光阻層17當光罩層，對無機材料層13進行蝕刻，進而形成第二開口圖案19，用來形成第一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明（17）

層間絕緣層41內的接觸孔。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用氟化四碳(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)，氬(Ar)與一氧化碳(CO)當作蝕刻氣體，RF功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與6 [Pa]。以這種方式，在無機材料層13上，形成給接線凹槽用的第一開口圖案16，以及給接觸孔用的第二開口圖案19，而且用這種結構之無機材料層13所構成的蝕刻遮蔽層21是在有機材料層的第二層間絕緣層43上形成。

在下個步驟中，如圖3C所示，利用蝕刻遮蔽層21，以非等方向性蝕刻製程對第二層間絕緣層43進行蝕刻處理，進而在要形成接觸孔的區域上提供孔徑44。例如，該非等方向性蝕刻是利用傳統的ECR電漿蝕刻設備，以氮氣(N<sub>2</sub>)與氦氣(He)為蝕刻氣體，蝕刻氣體壓力，微波功率以及偏壓RF功率分別被設定為1 [Pa]，1 [kW]與300 [W]。既然第二層間絕緣層43是在氧化矽層的蝕刻阻止層42底下，所以蝕刻作用會蝕刻阻止層42上停止。此外，同時對第二層間絕緣層43進行蝕刻，也對光阻層17(參閱圖3B)進行蝕刻，並完全從蝕刻遮蔽層21上移除掉。因不需要灰化處理來移除掉光阻層17。

接著，如圖3D所示，蝕刻遮蔽層21的整個表面被回蝕，以移除掉圍繞第二開口圖案19(參閱圖3B)的部分蝕刻遮蔽層21，並轉移送第一開口圖案16(參閱圖3A)的形狀到蝕刻遮蔽層21的下部。所以，用來形成接線凹槽用的第三開口圖案23，在蝕刻遮蔽層21中的每個相對應部分

## 五、發明說明 ( 18 )

上形成。利用蝕刻技術移除掉蝕刻遮蔽層21的上部，使得蝕刻遮蔽層21的下部的厚度變為200 [nm]。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用八氟化四碳(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)，氬(Ar)與一氧化碳(CO)當作蝕刻氣體，RF功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與6 [Pa]。在蝕刻時，以第二層間絕緣層43當作蝕刻遮蔽層，蝕刻阻止層42也會被非等方向性的蝕刻掉，並且藉轉移孔徑44而得到開口圖案45會在蝕刻阻止層42上形成。

以這種方式，同時進行蝕刻處理，以形成蝕刻遮蔽層21內的第三開口圖案23，以及蝕刻阻止層42內的開口圖案45。因此，當作蝕刻遮蔽層21用的蝕刻阻止層42(參閱圖3A)以及無機材料層13(參閱圖3A)，必須用相同的材料構成。另外，這些也必須用相同的蝕刻處理所蝕刻掉的材料來構成。

接著，如圖3E所示，利用蝕刻遮蔽層21，以非等方向性蝕刻製程對第二層間絕緣層43進行蝕刻處理，並利用第二層間絕緣層43當作蝕刻遮蔽層，以非等方向性蝕刻製程對第一層間絕緣層41進行蝕刻處理，進而提供第二層間絕緣層43內的接線凹槽24，並提供第一層間絕緣層41內的接觸孔22。例如，該非等方向性蝕刻是利用傳統的ECR電漿蝕刻設備，以氮氣(N<sub>2</sub>)與氦氣(He)為蝕刻氣體，蝕刻氣體壓力，微波功率以及偏壓RF功率分別被設定為1 [Pa]，1 [kW]與300 [W]。

接著，當第二層間絕緣層43內的接線凹槽24形成時，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(19)

如果接觸孔22還未完成，則利用蝕刻阻止層42當作蝕刻遮蔽層，對進行接觸孔22的蝕刻處理。既然完成接觸孔22所需的蝕刻時間很短，蝕刻阻止層42不需要像習用技術的中間層那樣厚，而可以比習用技術的中間層還薄。

在第二實施例中，第一層間絕緣層41與第二層間絕緣層43都是用相同的絕緣材料構成。然而，第一層間絕緣層41與第二層間絕緣層43也可以用不同的絕緣材料，只要是在相同蝕刻條件下進行處理即可。

因此，擴散阻止層54中位於接觸孔22底部的部分被蝕刻掉，以便露出接觸孔22底部上的接線53。

接著，如圖3F所示，由氮化鈮構成的阻障金屬層31，是以濺鍍法，蒸鍍法或CVD，在接線凹槽24與接觸孔22的側壁上形成，厚度為50 [nm]。此時，阻障金屬層31也可以在蝕刻遮蔽層21上延伸。例如，如果利用濺鍍法形成阻障金屬層31，可以利用鈮目標靶並加入氮氣到薄膜成膜氣體內，來形成氮化鈮。

接著，種晶層(未顯示)是利用離子濺鍍法，在接線凹槽24與穿過阻障金屬層31之後接觸孔22的側壁上形成，其中利用電鍍法沉積出接線材料(金屬)，比如銅。金屬銅以及蝕刻遮蔽層21上阻障金屬層31中多餘的部分，以CMP進行研磨並去除掉。因此，金屬銅的接線32會在穿過阻障金屬層31的接線凹槽24內形成，而銅所構成的栓塞33會在穿過阻障金屬層31的接觸孔22內形成。此時，蝕刻遮蔽層21當作研磨阻止層，且在某些情形下會被完全去除

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明（20）

掉，視其厚度而定。偶而，雖然上述實例中是埋植金屬銅，但是也可以使用另一種如鋁的金屬材料，當作接線材料。

雖然沒有做解釋，但是可以利用重複執行形成層間絕緣層12到形成接線32與栓塞33的一連串處理步驟，而形成多層接線。而且，可以利用上述類似的處理步驟，以有機材料形成接線53之間的層間絕緣層52部分。

此外，雖然在上述的說明中，在用半導體材料所形成的基板11上形成層間絕緣層12，但是該製造方法也可以應用到不是用半導體材料所形成的基板11上形成層間絕緣層12，接觸孔22，接線凹槽24，接線32，栓塞33等。

依據圖3A到圖3F中所示的製造方法，將第一開口圖案16與第二開口圖案19上形成的無機材料層13當作蝕刻遮蔽層21，而對第二層間絕緣層43進行蝕刻，以便先在會形成接觸孔22的地方上形成孔徑44。而且利用無機材料層13當作蝕刻遮蔽層21，形成第一層間絕緣層41與第二層間絕緣層43，其中只有藉轉移第一開口圖案16所得到第三開口圖案23，已經利用蝕刻處理而形成。因此，接線凹槽24是在第二層間絕緣層43內形成，而同時利用具有孔徑44的第二層間絕緣層43當作蝕刻遮蔽層接觸孔22，而在第一層間絕緣層41內形成。

在上述的蝕刻處理中，當藉蝕刻掉第二層間絕緣層43而形成孔徑44時，蝕刻阻止層42只具有阻止蝕刻作用的功能，因此厚度至少可達到足夠阻止蝕刻作用，如果是要蝕

## 五、發明說明(21)

刻第二層間絕緣層43的話，而且厚度小於50 [nm]。因此，即使在第一層間絕緣層41與第二層間絕緣層43之間形成蝕刻阻止層42，整體層間絕緣層12的有效介電常數也不會突然上升，且會變成低於習用技術結構的介電常數，其中無機材料的中間層是在層間絕緣層內。

所以，當接線凹槽24是在第二層間絕緣層43內形成，而接觸孔22還未完成時，會利用蝕刻阻止層42當作蝕刻阻止層，對接觸孔22進行蝕刻處理。既然完成接觸孔22所需的蝕刻時間很短，所以，蝕刻阻止層42不需要像習用技術的中間層那樣厚，而可以比習用技術的中間層還薄。因此，有效介電常數會低於習用技術中具有中間層之層間絕緣層結構的介電常數。

此外，如果形成第一開口圖案16與第二開口圖案19的步驟中都利用到光阻製程時，是可以進行到不讓層間絕緣層12露出來。更特別的是，可以達到光阻製程的再生，因為無機材料層13覆蓋住層間絕緣層12，而且在形成無機材料層13內第二開口圖案19的光阻製程中，光阻層17是在無機材料層13內。

現在，依據本發明第三實施例的製造半導體元件方法，將結合圖4A到圖4F中剖示圖所示的處理步驟來做說明。在圖4A到圖4F中，與圖3A到圖3F所示的相同參考數號代表相類似的構造單元。

如圖4A所示，基板11是類似於圖2A中的基板11，在基底51內形成電晶體(未顯示)，而且在基底51內，接線53

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明（22）

是在覆蓋住基底51的層間絕緣層52內形成。阻止構成接線的銅發生擴散作用的擴散阻止層54是利用層間絕緣層52上的氮化矽所構成。基板11用第一層間絕緣層41覆蓋，當作層間絕緣層12的连接層，由低介電常數的有機材料層所構成，厚度500 [nm]。在此，構成第一層間絕緣層41的材料與上述第二實施例中構成第一層間絕緣層41的材料相同。

接著，沉積出厚度25 [nm]的氧化矽層，而在第一層間絕緣層41上形成蝕刻阻止層42。既然蝕刻阻止層42只是當作稍後用蝕刻來形成接線凹槽時的蝕刻阻止物，至少厚度要夠大，讓該蝕刻阻止物起作用，如果要蝕刻掉以下所解釋的第二層間絕緣層43，厚度低於50 [nm]。因此，所形成的蝕刻阻止層42，其厚度會小於習用技術中間層的厚度（50 [nm]）。例如，氧化矽層所構成的蝕刻阻止層42，是以傳統CVD設備來進行，以矽烷(SiH<sub>4</sub>)與一氧化二氮(N<sub>2</sub>O)為起始氣體，將最後的基板溫度以及薄膜成形壓力分別被設定為350[°C]與1 [kPa]。雖然蝕刻阻止層42是用氧化矽層所構成，但是也可以用氮化矽層，氧化氮化矽層或無機SOG(玻璃矽)層。

接著，用當作層間絕緣層12之接線層的第二層間絕緣層43，覆蓋住蝕刻阻止層42，該第二層間絕緣層43是用低介電常數的有機層來構成，厚度300 [nm]。在此，構成第二層間絕緣層43的材料與上述第二實施例中構成第二層間絕緣層43的材料相同。

## 五、發明說明(23)

此時，在基板11上形成由第一層間絕緣層41，蝕刻阻止層42以及第二層間絕緣層43所構成的層間絕緣層12。

接著，用來形成無機光罩層的無機材料層13是在層間絕緣層12上形成，比如300 [nm]厚的氧化矽層。例如，是以傳統CVD設備來進行，以矽烷( $\text{SiH}_4$ )與一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )為起始氣體，將最後的基板溫度以及薄膜成形壓力分別被設定為350[°C]與1 [kPa]。雖然無機材料層13是用氧化矽層所構成，但是也可以用矽型的無機材料絕緣層，比如氧化氮化矽層或氮化矽層。

接著，利用一般的光阻技術(例如旋轉塗佈)，在無機材料層13上形成光阻層14。此時，利用微影製程對光阻層14定義出圖案，以便形成開口15，用來形成接線凹槽。對於開口15的最小寬度，如第二實施例中所述，可以選取投影對準器以及曝光光源，得到0.10 [ $\mu\text{m}$ ]或更小的圖案。

在下個步驟中，利用光阻層14當光罩層，將無機材料層13蝕刻到深度為250 [nm]，進而形成第一開口圖案16，用來形成接線凹槽。因此，第一開口圖案16底下的無機材料層13厚度仍為50 [nm]。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用四氟化碳( $\text{CF}_4$ )與氬(Ar)當作蝕刻氣體，RF功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與10 [Pa]。此外，在蝕刻該無機材料層13時，藉控制蝕刻時間來控制蝕刻深度。這樣的第一開口圖案16深度需要考慮到晶圓表面內蝕刻速率的均一性，使得當作接線與之間絕緣層用的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

## 五、發明說明（24）

層間絕緣層12頂部，可以避免在整個晶圓表面上露出來。

此時，利用傳統的光阻去除技術，比如使用氧電漿的灰化法，以移除掉光阻層14。如果是用灰化法來移除掉光阻層14，層間絕緣層12都被無機材料層13所覆蓋。因此，即使層間絕緣層12是用有機材料構成的，灰化處理也不會損害到該層間絕緣層12。

接著，如圖4B所示，利用一般的光阻製程技術（如旋轉塗佈），在無機材料層13上形成光阻層17。此時，利用微影技術對光阻層17定義出圖案，進而形成用來形成接觸孔用的開口18，當光阻層17以側視來看時，該開口18是被局限在第一開口圖案16內。對於開口15的最小寬度，如第二實施例中所述，可以選取投影對準器以及曝光光源，得到0.10 [ $\mu\text{m}$ ]或更小的圖案。藉此，所形成的開口18，可以部分凸出到第一開口圖案16外。

在下個步驟中，利用光阻層17當光罩層，對無機材料層13進行蝕刻，進而形成第二開口圖案19，用來形成第一層間絕緣層41內的接觸孔，比如上述第二實施例的方法。以這種方式，在無機材料層13上，形成給接線凹槽用的第一開口圖案16，以及給接觸孔用的第二開口圖案19，而且用這種結構之無機材料層13所構成的蝕刻遮蔽層21是在有機材料層的第二層間絕緣層43上形成。

在下個步驟中，如圖4C所示，利用蝕刻遮蔽層21，以非等方向性蝕刻製程，對第一層間絕緣層41，蝕刻阻止層42以及第二層間絕緣層43進行蝕刻處理，進而在要形成

## 五、發明說明(25)

接觸22。

例如，該非等方向性蝕刻是利用傳統的ECR電漿蝕刻設備，以氮氣( $N_2$ )與氦氣(He)為蝕刻氣體，蝕刻氣體壓力，微波功率以及偏壓RF功率分別被設定為1 [Pa]，1 [kW]與300 [W]。接著，對蝕刻阻止層42進行蝕刻，以便利用傳統的電漿蝕刻技術，用八氟化四碳( $C_4F_8$ )，氬(Ar)與一氧化碳(CO)當作蝕刻氣體，RF功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與6 [Pa]。第二層間絕緣層43的蝕刻作用一旦被蝕刻阻止層42阻止時，藉改變上述蝕刻條件，來蝕刻掉第二層間絕緣層43。此外，利用傳統的ECR電漿蝕刻設備，在與第二層間絕緣層43相同的蝕刻條件下，對第一層間絕緣層41進行蝕刻。而且，在第二層間絕緣層43與第一層間絕緣層41蝕刻時，也對光阻層17(參閱圖3B)進行蝕刻，並完全從蝕刻遮蔽層21上移除掉。因不需要灰化處理來移除掉光阻層17。

偶而，利用單一蝕刻設備，並選取適合要做蝕刻的材料之蝕刻氣體，也接著進行形成接觸孔22的蝕刻步驟。

此外，雖然第一層間絕緣層41與第二層間絕緣層43在第三實施例中，都是用相同的材料構成，但是也可以使用不同的材料，只要是在相同的蝕刻條件下即可。

而且，當在蝕刻第二層間絕緣層，而將光阻層17蝕刻並去除掉時，會變成蝕刻遮蔽層21的無機材料層13，先形成厚度約350 [nm]，增加約50 [nm]。

接著，如圖4D所示，蝕刻遮蔽層21的整個表面被回

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(26)

蝕，以移除掉圍繞第二開口圖案19(參閱圖4B)的部分蝕刻遮蔽層21，並轉移送第一開口圖案16(參閱圖4A)的形狀到蝕刻遮蔽層21的下部。所以，用來形成接線凹槽用的第三開口圖案23，在蝕刻遮蔽層21中的每個相對應部分上形成。利用蝕刻技術移除掉蝕刻遮蔽層21的上部，使得蝕刻遮蔽層21的下部的厚度變為200 [nm]。例如，該蝕刻處理是利用傳統的電漿蝕刻技術，用八氟化四碳( $C_4F_8$ )，氬(Ar)與一氧化碳(CO)當作蝕刻氣體，RF功率與蝕刻氣體壓力分別被設定為1.5 [kW]與6 [Pa]。

接著，如圖4E所示，利用蝕刻遮蔽層21，以非等方向性蝕刻製程對第二層間絕緣層43進行蝕刻處理，進而提供第二層間絕緣層43內的接線凹槽24。例如，該非等方向性蝕刻是利用傳統的ECR電漿蝕刻設備，以氮氣( $N_2$ )與氦氣(He)為蝕刻氣體，蝕刻氣體壓力，微波功率以及偏壓RF功率分別被設定為1 [Pa]，1 [kW]與300 [W]。

因此，擴散阻止層54中位於接觸孔22底部的部分被蝕刻掉，以便露出接觸孔22底部上的接線53。

接著，如圖4F所示，由氮化鈮構成的阻障金屬層31，是以濺鍍法，蒸鍍法或CVD，在接線凹槽24與接觸孔22的側壁上形成，厚度為50 [nm]。此時，阻障金屬層31也可以在蝕刻遮蔽層21上延伸。例如，如果利用濺鍍法形成阻障金屬層31，可以利用鈮目標靶並加入氮氣到薄膜成形氣體內，來形成氮化鈮。

接著，種晶層(未顯示)是利用離子濺鍍法，在接線凹槽

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明（27）

24與穿過阻障金屬層31之後接觸孔22的側壁上形成，其中利用電鍍法沉積出接線材料（金屬），比如銅。金屬銅以及蝕刻遮蔽層21上阻障金屬層31中多餘的部分，以CMP進行研磨並去除掉。因此，金屬銅的接線32會在穿過阻障金屬層31的接線凹槽24內形成，而銅所構成的栓塞33會在穿過阻障金屬層31的接觸孔22內形成。此時，蝕刻遮蔽層21當作研磨阻止層，且在某些情形下會被完全去除掉，視其厚度而定。偶而，雖然上述實例中是埋植金屬銅，但是也可以使用另一種如鋁的金屬材料，當作接線材料。

雖然沒有做解釋，但是可以利用重複執行形成層間絕緣層12到形成接線32與栓塞33的一連串處理步驟，而形成多層接線。而且，可以利用上述類似的處理步驟，以有機材料形成接線53之間的層間絕緣層52部分。

此外，雖然在上述的說明中，在用半導體材料所形成的基板11上形成層間絕緣層12，但是該製造方法也可以應用到不是用半導體材料所形成的基板11上形成層間絕緣層12，接觸孔22，接線凹槽24，接線32，栓塞33等。

依據圖4A到圖4F中所示的製造方法，將第一開口圖案16與第二開口圖案19上形成的無機材料層13當作蝕刻遮蔽層21，而對第二層間絕緣層43進行蝕刻，以便先形成接觸孔22。而且利用無機材料層13當作蝕刻遮蔽層21，對第二層間絕緣層43進行蝕刻，其中只有藉轉移第一開口圖案16所得到第三開口圖案23，已經利用蝕刻處理而形

## 五、發明說明(28)

成，進而形成接線凹槽24。在上述的蝕刻處理中，當藉蝕刻掉第二層間絕緣層43而形成接線凹槽24時，蝕刻阻止層42只具有阻止蝕刻作用的功能，因此厚度至少可達到足夠阻止蝕刻作用，如果是要蝕刻第二層間絕緣層43的話，而且厚度小於50 [nm]。因此，即使在第一層間絕緣層41與第二層間絕緣層43之間形成蝕刻阻止層42，整體層間絕緣層12的有效介電常數也不會突然上升，且會變成低於習用技術結構的介電常數，其中無機材料的中間層是在層間絕緣層內。

而且，如果形成第一開口圖案16與第二開口圖案19的步驟中都利用到光阻製程時，是可以進行到不讓層間絕緣層12露出來。更特別的是，可以達到光阻製程的再生，因為無機材料層13覆蓋住層間絕緣層12，而且在形成無機材料層13內第二開口圖案19的光阻製程中，光阻層17是在無機材料層13內。

上述實施例中所解釋的層間絕緣層12，第一層間絕緣層41以及第二層間絕緣層43，可以使用氟碳樹脂或乾凝膠。可用的氟碳樹脂有氟碳化物(如環狀氟碳樹脂)，鐵氟隆(PTFE)，非晶質鐵氟隆(如杜邦公司所製造商品明為"Teflon AF"的產品)，聚多芳基醚以及聚氟化乙醯銨。乾凝膠的實例為多孔性矽土。

利用旋轉塗佈設備，接著在300[°C]~450[°C]下熟化，形成先驅層，進而形成氟碳樹脂層。偶而，可以利用電漿CVD，在薄層內形成氟化多孔碳，其中乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)與氟碳

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

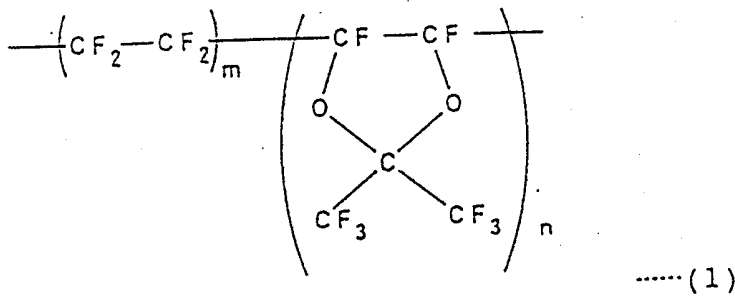
裝

訂

線

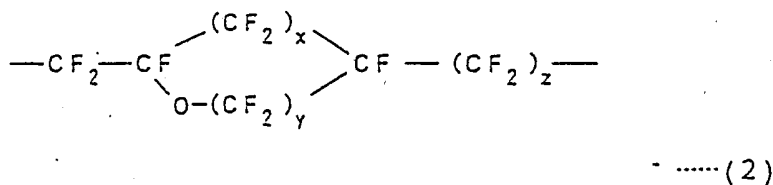
## 五、發明說明(29)

氣體(比如八氟化四碳(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>))是當作蝕刻氣體。而且在300[°C]~450[°C]下熟化,形成薄層。此外,非晶質鐵氟隆並不限於"Teflon AF"的產品,而可以是具有下列結構(1)的任何化合物:



(本方程式中的m與n代表正整數)

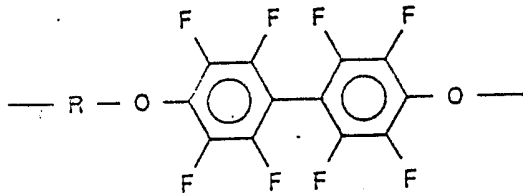
也可以利用環狀聚合的氟化高分子型樹脂(比如Asahi Glass公司所製造產品明為"SITOP"的產品),給第二層間絕緣層43用。氟化環狀聚合的氟化高分子型樹脂並不限於"SITOP"的產品,而可以是具有下列結構(2)的任何化合物:



(本方程式中的x, y與z代表正整數)

也可以利用氟化聚多芳基醚型樹脂(比如由AlliedSignal公司所製造商品明為"FLARE"的產品),給第二層間絕緣層43用。氟化聚多芳基醚型樹脂並不限於"FLARE"的產品,而可以是具有下列結構(3)的任何化合物:

## 五、發明說明(30)



.....(3)

(本方程式中的R代表烷基)

此外，如果使用乾凝膠當作第二層間絕緣層43用，則可以利用AllieSignal公司所研發的旋轉塗佈設備，在薄膜內形成奈米級多孔矽土(由AllieSignal公司所研發商品明為"Nanoglass"的材料)。奈米級多孔矽土是一種多孔矽土，而本發明所使用的乾凝膠並不限於奈米級多孔矽土。具體的說，可以使用任何的乾凝膠，只要，基底被塗佈上一層具有高分子烷基的矽醇樹脂，比如芳香基，使該塗佈層變成凝膠，並利用矽甲烷偶合劑或氫化作用，將該膠體變成疏水性。

如果依據本發明製造方法來形成多層接線，可以將第一至第三實施例製造方法合中的至少二種方法結合起來，以形成多層接線。

如上所述，依據本發明，形成接線凹槽的第一開口圖案以及形成接觸孔的第二開口圖案，都會在單層的無機材料層內形成，而接線凹槽與接觸孔是利用無機材料層當作蝕刻遮蔽層，而在層間絕緣層內形成，所以不需要習用技術中，形成接觸孔時中間層來當作蝕刻遮蔽層。因此，形成中間層的步驟可以省略掉。此外，既然不需要在層間絕緣

## 五、發明說明(31)

層內形成中間層，所以層間絕緣層的有效介電常數可以低於習用技術。

另外，依據利用第一與第二層監絕緣層所構成層監絕緣層的製造方法，其中蝕刻阻止層是被夾在中間，可以在預設的深度上很可靠的形成接線凹槽。此外，既然蝕刻阻止層只是用來阻止蝕刻，所以厚度可以比習用技術中具有蝕刻遮蔽層功能的中間層還薄。

另外，如果在形成第一開口圖案以及第二開口圖案時，都有使用光阻製程的話，則在進行光阻製程時，要用層間絕緣層塗佈到無機材料上，因此達到每個光阻製程的再生。結果，加強可利用的百分比。

因此，只使用比習用技術還少的處理步驟，便能形成高可用率以及低成本的雙波浪狀紋結構，且降低層間絕緣層的有效介電常數。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 四、中文發明摘要(發明之名稱：用以製造半導體裝置的方法)

一種形成雙波狀花紋結構的製造方法，能降低層間絕緣層的有效介電常數，而不需利用蝕刻光罩，在層間絕緣層內形成接觸孔而是在層間絕緣層中形成。該製造方法包括在層間絕緣層上，形成當作蝕刻層用的無機材料層；在無機材料層的上部部分，形成第一開口圖案，並形成接線凹槽；形成第二開口圖案，並形成接觸孔，至少有一部分與第一開口圖案一致。此外，該接觸孔是在層間絕緣膜內利用由無機材料層所構成的蝕刻絕緣層而形成，將無機材料層蝕刻成，只得到藉轉移該第一開口圖案而形成的第三開口圖案，而且接線凹槽是利用最後的無機材料層，當作蝕刻層來用，而在層間絕緣層內形成。

## 英文發明摘要(發明之名稱："METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE")

A manufacturing method for forming a dual damascene structure in which the effective permittivity of an inter-layer insulating film is lowered without an etching mask for forming a contact hole, which is otherwise formed in the inter-layer insulating film. The manufacturing method comprises the step of forming an inorganic film to serve as an etching mask, on the inter-layer insulating film; the step of forming a first opening pattern for forming a wiring groove, in an upper part of the inorganic film; and the step of forming a second opening pattern for forming a contact hole, so as to coincide with the first opening pattern at least partially. Further, the contact

四、中文發明摘要(發明之名稱: )

英文發明摘要(發明之名稱: )

hole is formed in the inter-layer insulating film by employing an etching mask made of the inorganic film, the inorganic film is etched into a state where only a third opening pattern obtained by transferring the first opening pattern is formed, and a wiring groove is formed in the inter-layer insulating film by employing the resulting inorganic film as the etching mask.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

1. 一種製造具有層間絕緣之半導體元件的方法，包括：

在該層間絕緣層上，形成無機材料層的步驟，該無機材料層是在蝕刻該層間絕緣層時，被當作蝕刻遮蔽層；

在該無機材料層的上部，形成第一開口圖案的步驟，該第一開口圖案被用來形成層間絕緣層內的接線凹槽；以及

在該無機材料層內，形成第二開口圖案的步驟，該第二開口圖案被用來形成層間絕緣層內的接觸孔，並至少有一部分要配合該第一開口圖案。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

利用具有第一開口圖案與第二開口圖案的無機材料層當作蝕刻遮蔽層，在該層間絕緣層內形成接觸孔的步驟；

將該無機材料層蝕刻成只具有第三開口圖案，而該第三開口圖案是藉轉移第一開口圖案所得到的步驟；以及

利用具有第三開口圖案的無機材料層當作蝕刻遮蔽層，在層間絕緣層內形成接線凹槽的步驟。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該層間絕緣層是由有機材料與乾凝膠所構成的群組中所選取出來的成份形成。

4. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該層間絕緣層是由有機材料與乾凝膠所構成的群組中所選取出來的成份形成。

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該層間絕緣層的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

形成是包括：

形成第一層間絕緣層的步驟；

在該第一層間絕緣層上，形成由絕緣材料所構成的蝕刻阻止層的步驟；以及

在該蝕刻阻止層上，形成第二層間絕緣層的步驟；

該蝕刻阻止層所構成的材料與當作蝕刻阻止層之無機材料層的材料相同。

6. 如申請專利範圍第5項之方法，進一步包括：

利用由第一開口圖案與第二開口圖案所構成的無機材料層，當作蝕刻阻止層，而在該第二層間絕緣層內，形成一孔徑的步驟；

將該無機材料層蝕刻成只具有第三開口圖案，而該第三開口圖案是藉轉移第一開口圖案所得到的，同時蝕刻掉一部分該孔徑底下的蝕刻阻止層，進而形成一開口的步驟；以及

利用只具有第三開口圖案的無機材料層當作蝕刻阻止層，而在第二層間絕緣層內形成接線凹槽，並在一層間絕緣層內形成接觸孔的步驟。

7. 如申請專利範圍第5項之方法，進一步包括：

利用由第一開口圖案與第二開口圖案所構成的無機材料層，當作蝕刻阻止層，而形成接觸孔，從第二層間絕緣層延伸到第一層間絕緣層的步驟；

將該無機材料層蝕刻成只具有第三開口圖案，而該第三開口圖案是藉轉移第一開口圖案所得到的的步驟；以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

利用只具有第三開口圖案的無機材料層當作蝕刻阻止層，而在第二層間絕緣層內形成接線凹槽的步驟。

8. 如申請專利範圍第5項之方法，其中該蝕刻阻阻層的厚度至少在蝕刻第二層間絕緣層時，要有能足以阻止蝕刻進行的作用，其厚度小於50 [nm]。
9. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該蝕刻阻阻層的厚度至少在蝕刻第二層間絕緣層時，要有能足以阻止蝕刻進行的作用，其厚度小於50 [nm]。
10. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該蝕刻阻阻層的厚度至少在蝕刻第二層間絕緣層時，要有能足以阻止蝕刻進行的作用，其厚度小於50 [nm]。
11. 如申請專利範圍第5項之方法，其中該第一層間絕緣層與第二層間絕緣層由有機材料與乾凝膠所構成的群組中所選取出來的成份形成。
12. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該第一層間絕緣層與第二層間絕緣層由有機材料與乾凝膠所構成的群組中所選取出來的成份形成。
13. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一層間絕緣層與第二層間絕緣層由有機材料與乾凝膠所構成的群組中所選取出來的成份形成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

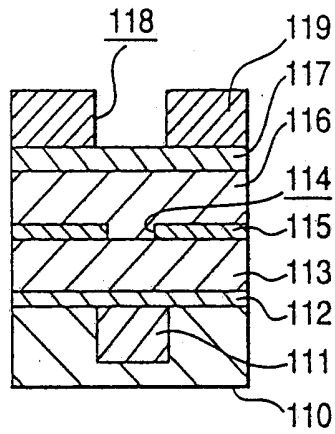


圖 1 A

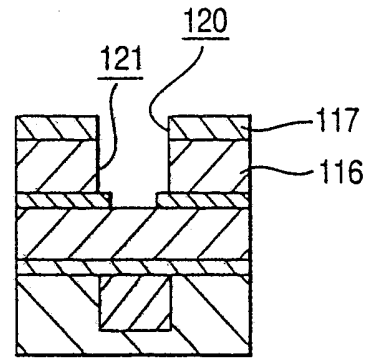


圖 1 B

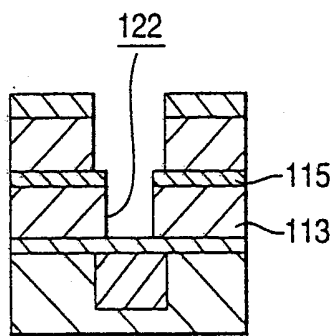


圖 1 C

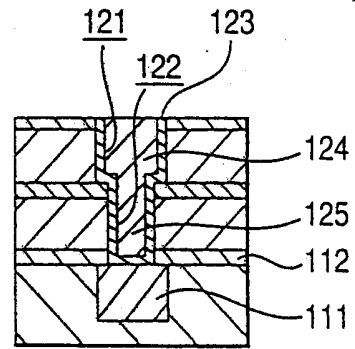


圖 1 D

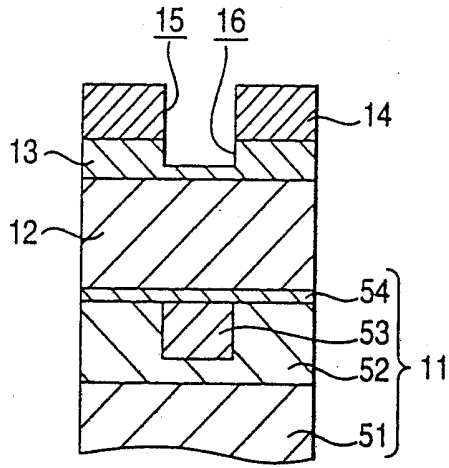


圖 2 A

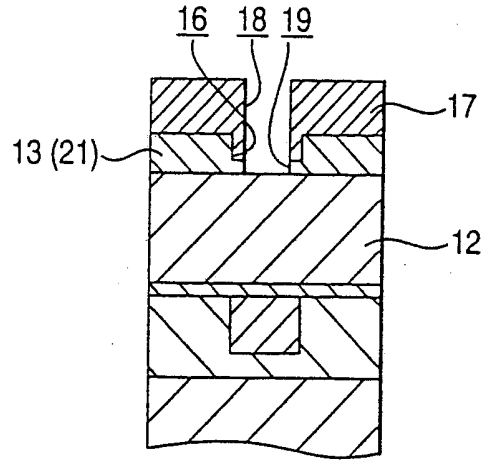


圖 2 B

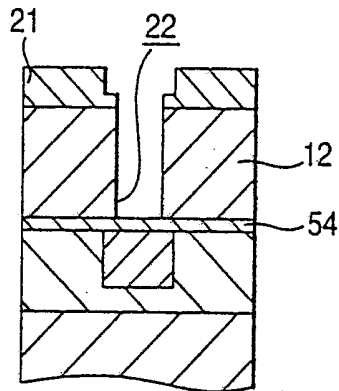


圖 2 C

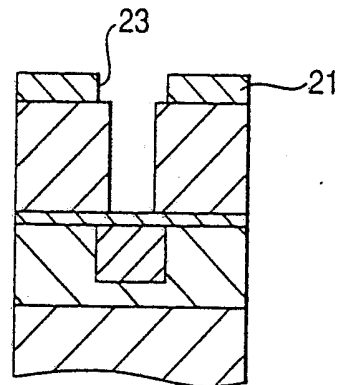


圖 2 D

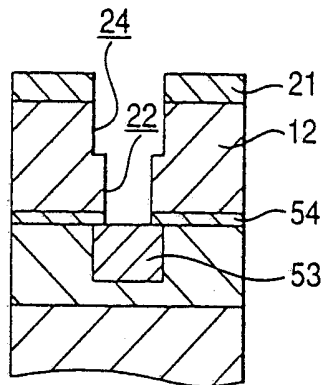


圖 2 E

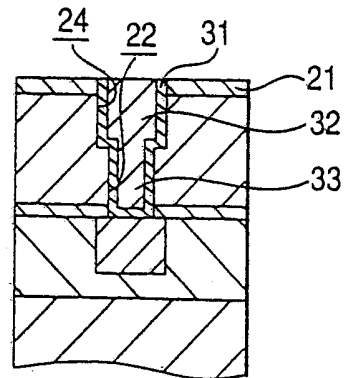


圖 2 F

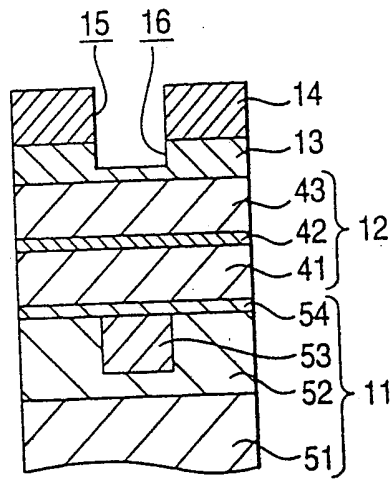


圖 3 A

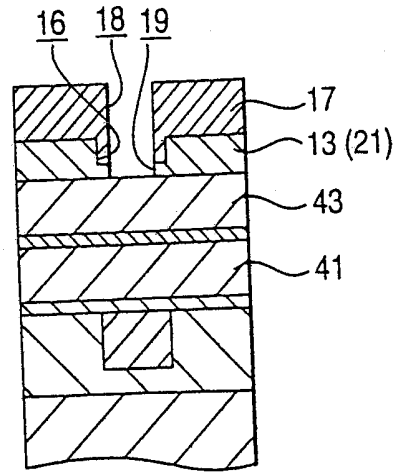


圖 3 B

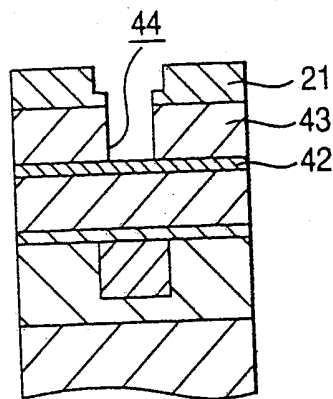


圖 3 C

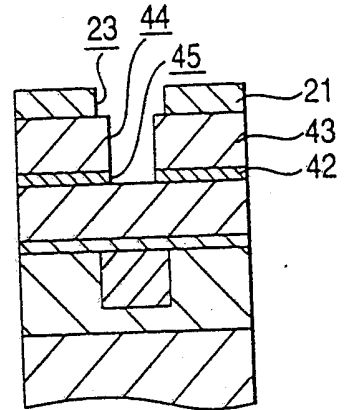


圖 3 D

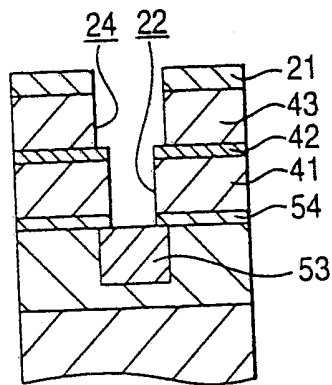


圖 3 E

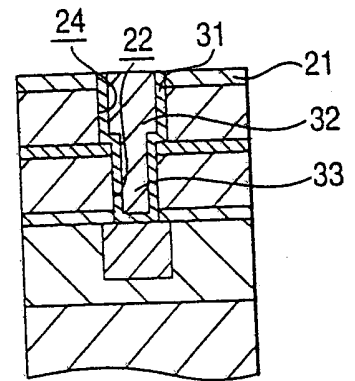


圖 3 F

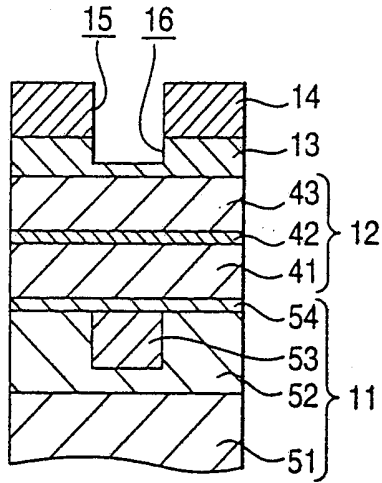


圖 4 A

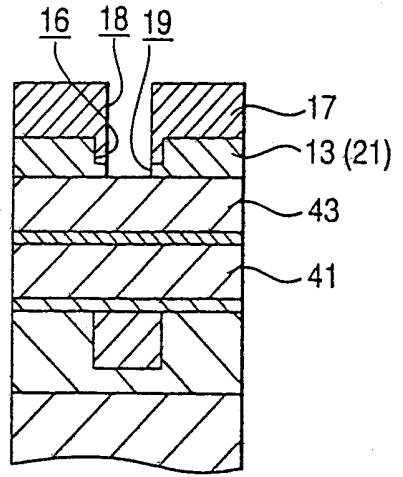


圖 4 B

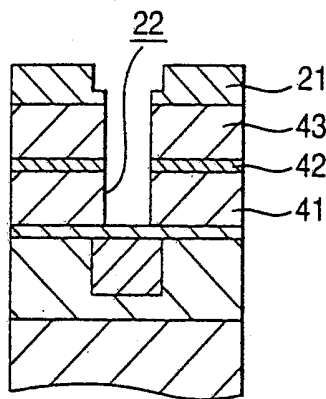


圖 4 C

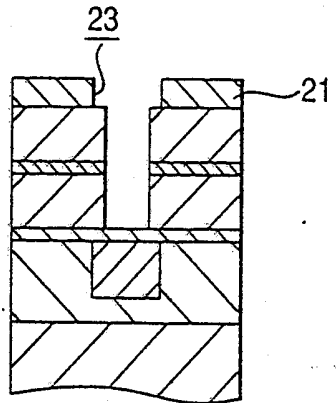


圖 4 D

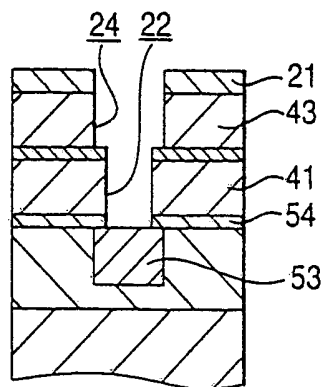


圖 4 E

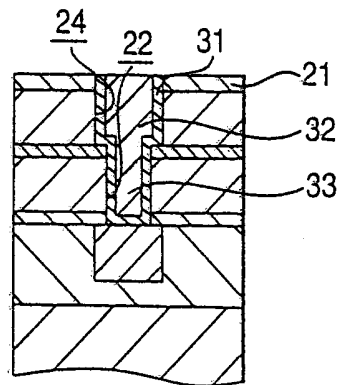


圖 4 F