

公 告 本

396532

申請日期	87. 8. 5
案 號	87112869
類 別	H01L 21/168

A4
C4

396532

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 新 型 名 稱	中 文	半導體元件中形成接觸窗的方法
	英 文	
二、發明 人 創 作	姓 名	1 金正錫 2 朴柱昱
	國 籍	大韓民國
	住、居所	1 大韓民國京畿道城南市盆唐區野塔洞詹彌鎮 東富 APT 112-802 2 大韓民國漢城市永登浦區汝矣島洞銀河 APT D-1210
三、申請人	姓 名 (名稱)	三星電子股份有限公司
	國 籍	大韓民國
	住、居所 (事務所)	大韓民國京畿道水原市八達區梅灘洞 416 番地
	代 表 人 姓 名	尹鍾龍

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C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
韓國 1997/11/25 97-62866

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

五、發明說明()

本發明係有關於製造半導體元件的方法，特別係在其中使用阻障金屬(barrier metal)的接觸窗形成方法，以增進阻障金屬的階梯覆蓋率(step coverage)以及擴散阻障特性(diffusion barrier characteristics)。

由於近來積體電路的集積度(degree of integration)增加，使外形尺寸的物理特徵逐漸的變小。例如近來所提到的金屬接觸窗，接觸窗的寬度逐漸地變短，而深度變的更深，因此增加了接觸窗的縱橫比(aspect ratio)。而且，隨著金屬佈線之間的間距的減少，填塞接觸窗的金屬沒有重疊的容忍度邊緣(overlap margins)，或可忽略的容忍度邊緣。

因此，必須注意頂部開口尺寸最好相等於接觸窗的底部尺寸，或只略大至一可忽略的程度。

因此，接觸窗最好具有如第 2 圖所繪示的垂直外型而非如第 1 圖所繪式的傾斜外形，其中編號 1 是指半導體基底，而編號 2 則是指介層絕緣膜(interlayer insulating film)。

然而，如果接觸窗具有高縱橫比的垂直外形，在隨後沉積阻障金屬層的步驟中將產生嚴重的問題。

根據傳統的方法，阻障金屬層大致上係由雙層所組成。

第 3 圖係根據習知方法繪示一阻障金屬層 16 的剖面示圖。

請參照第 3 圖，在形成於下傳導層 10 上的介層絕緣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (2)

膜(interlayer insulating film)12 中開一接觸窗 14，下傳導層 10 例如是一半導體基底 10。在包括介層絕緣膜 12 的接觸窗 14 形成一鈦層(titanium layer)，並且在鈦層上形成做為黏著層(glue layer)或濕潤層(wetting layer)的氮化鈦層(titanium nitride layer)，因此形成一阻障層 16。

具有良好填塞特性的鎢金屬層(tungsten metal layer)通常被用來填塞具有高縱橫比的接觸窗。然而，在鎢金屬層的例子中，形成鎢金屬層(也就是氟化鎢(WF₆))的氣體源(source gas)會與下面的鈦層或矽化鈦層(titanium silicide, TiSi_x layer)發生反應，因此形成如鈦氟層(TiF_x layer)的非傳導層。

鈦氟層增加接觸窗的電阻值，並將由體積擴張所造成的應力加到在下面的半導體基底，因此造成缺陷(defect)以及接面遺漏電流(junction leakage current)。

因此必須加強阻障金屬層，也就是氮化鈦層的特性。然而，在具有高縱橫比的垂直接觸窗 14 的例子中，藉由傳統濺鍍方法(conventional sputtering method)所成的阻障金屬層之階梯覆蓋率很差。

與接觸窗 14 的其他部分相比，接觸窗 14 的底部角落部分 17 所形成的阻障金屬層(也就是鈦層或氮化鈦層)特別薄。由習知的濺鍍方法所形成的平行氮化鈦層(collimated TiN layer)具有柱狀晶體(columnar crystals)，因此形成柱狀晶粒邊界。因為這些柱狀邊界，導致原子的相互粒狀擴散(intergranular diffusion)，而很容易通過氮化鈦

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

層，因此降低阻障金屬層的特性。

近來爲了克服上面的問題，有利用化學氣相沉積法 (chemical vapor deposition, CVD method) 來形成氮化鈦層。雖然可提供良好的階梯覆蓋率，化學氣相沉積氮化鈦層卻具有較鬆的密度，因此降低阻障金屬層的特性。另外，若是使用氯化鈦層 (TiCl_x layer) 爲形成氮化鈦層的氣體源，氯化鈦層將造成氯對下面的半導體基底 10 的侵襲。

既然不能透過化學氣相沉積法獲得鈦層的可靠性，鈦層必須由例如濺鍍的物理氣相沉積法 (physical vapor deposition, PVD method) 來形成。如此，在隨後形成 CVD 氮化鈦層的製程中，氧化鈦層 (TiO_x layer) 將不當地曝露在氧氣中以形成鈦層。

因此若氮化鈦層係由 CVD 法所形成，將減低阻障金屬層的可靠性，並增加接觸窗電阻值。

本發明的目的係要解決上述問題，而提供使用阻障金屬形成接觸窗的方法。

本發明的另一個目的係要提供形成接觸窗的方法，此方法提供阻障金屬層的良好階梯覆蓋率以及增進其擴散阻障特性。

本發明的上述及其他目的可藉由下述的方法達成，在下傳導層上形成一介層絕緣膜，該傳導層例如是半導體基底。在介層絕緣膜中開接觸窗以曝露下傳導層的一部分。在包括介層絕緣膜的接觸窗之底部與側壁上形成傳導薄層 (即鈦層)。在傳導薄層上形成黏著層，也就是阻障金屬

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

層。

依照本發明的特點，阻障金屬層是當作上面的傳導層(也就是鎢層)與下面的傳導層(也就是鈦層)之間的反應阻障層(reactive barrier layer)，以及黏著層。阻障金屬層係利用化學氣相沉積以及物理氣相沉積法所形成的多層氮化鈦層(也就是三層氮化鈦)。另外，一第一擴散阻障層可形成在一第一氮化鈦層上，且一第二擴散阻障層形成在一第二氮化鈦層上。鈦層、第一與第三氮化鈦層係由物理氣相沉積法所形成。第二氮化鈦層係由化學氣相沉積法所形成。

根據本發明，利用化學氣相沉積以及物理氣相沉積法形成具有多層的阻障金屬層，可增進階梯覆蓋率以及其特性。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之簡單說明：

第 1 圖係根據習知方法繪示傾斜接觸窗之外形的剖面示圖；

第 2 圖係根據習知方法繪示垂直接觸窗之外形的剖面示圖；

第 3 圖係根據習知方法繪示阻障金屬層的剖面示圖；
以及

第 4 圖到第 6 圖係根據新方法繪示本發明實施例之阻

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

統

五、發明說明(5)

障金屬層的流程圖。

實施例

以下將參照圖示，特別是第 4 圖到第 6 圖，描述本發明之較佳實施例。

第 4 圖到第 6 圖係根據新方法繪示本發明實施例之阻障金屬層的流程圖。

請參照第 4 圖，在如半導體基底 100 的一下傳導層 100 上形成一介層絕緣膜 102。透過介層絕緣膜 102 開接觸窗 104 以曝露半導體基底 100 的一部分。形成具有垂直外型的接觸窗 104，以增加金屬佈線的間距以及金屬重疊設計準則(metal overlap design rule)的容忍度邊緣(margins)。對接觸窗 104 進行原地乾性潔淨製程(In-situ dry cleaning process)。

接下來的程序對本發明相當重要。

在包括介層絕緣膜 102 的接觸窗 104 中，也就是底部以及側壁，形成阻障薄層 106，也就是原地(in-situ)物理氣相沉積(PVD)鈦/氮化鈦層 106。鈦層能由鈷層(Co layer)或鋯層(Zr layer)取代，且厚度在 30 埃(Å)到 70 埃之間。鈦層與下面的半導體基底 100 發生作用，因此提供歐姆式接觸(ohmic contact)的矽化鈦(TiSi_x)層。

氮化鈦層當作黏著層以及避免矽化鈦層與隨後金屬佈線之間起作用的阻障層。氮化鎢層能取代矽化鈦層。氮化鈦層在接觸窗 104 的底部具有大約 20 埃到 100 埃的厚度。

五、發明說明(6)

在第 5 圖中，在物理氣相沉積鈦/氮化鈦層 106 上形成化學氣相沉積(CVD)氮化鈦薄層 107。化學氣相沉積法增進在接觸窗 104 底部之氮化鈦層 107 的階梯覆蓋率，特別是在邊緣部分。在接觸窗 104 底部的化學氣相沉積氮化鈦層 107 具有大約 20 埃到 100 埃的厚度。

在化學氣相沉積氮化鈦層 107 上形成物理氣相沉積(PVD)氮化鈦層 108，因此形成多層氮化鈦層 110。在接觸窗 104 底部的物理氣相沉積氮化鈦層 108 具有大約 20 埃到 100 埃的厚度。

在 PVD 鈦/氮化鈦層 106 與 PVD 氮化鈦層 108 之間，CVD 氮化鈦層 107 的形成係使晶粒重疊在 PVD 鈦/氮化鈦層 106/PVD 氮化鈦層 108 的上/下晶粒邊界 (grain boundaries)。

在此實施例中，關鍵特徵係利用物理氣相沉積以及化學氣相沉積法相互堆疊複數個氮化鈦層，這樣就能提供良好階梯覆蓋率以及其可靠性。

當氣體穿透晶粒邊界時，多層的氮化鈦層 110 可當作氣體擴散的阻障層。

而且，當氮化鈦層曝露在空氣時，會形成原生氧化層 (natural oxide layer；未繪示於圖中)，將氮化鈦層的晶粒邊界填塞，因此阻塞空氣的擴散路徑。

另外可再形成擴散阻障層，例如是氮化物層，以強化填塞功能，也就是強化氣體擴散的阻塞。氮化物層係藉由快速熱氮化法 (rapid thermal nitridation, RTN method) 形

(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)

成，也就是將鈦氮化。

在隨後的製程中，沉積足夠的上傳導層，例如錫層、鋁層(Al layer)、以及銅層(copper layer)，以填滿接觸窗104，並回蝕刻。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(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：半導體元件中形成接觸窗的方法)

一種形成具有高縱橫比之接觸窗的方法，其使用物理氣相沉積法以及化學氣相沉積法，以形成當作阻障金屬層的多層氮化鈦層。此方法包括在介層絕緣膜中形成接觸窗。在接觸窗中形成物理氣相沉積鈦/氮化鈦層。在物理氣相沉積鈦/氮化鈦層上形成化學氣相沉積氮化鈦層。在化學氣相沉積氮化鈦層上形成物理氣相沉積氮化鈦層。接著在接觸窗中沉積並回蝕傳導層。結果可增進阻障金屬層的階梯覆蓋率以及可靠性。

英文發明摘要(發明之名稱：)

(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. 一種在一半導體元件中形成接觸窗的方法，該半導體元件具有一下傳導層形成在一半導體基底上，該方法包括：

在包括該半導體基底的該下傳導層上形成一介層絕緣膜；

藉由蝕刻該介層絕緣膜，形成一接觸窗，以曝露該下傳導層的部分；

在包括該介層絕緣膜的該接觸窗之底部與側壁上形成一傳導薄層；以及

在該傳導薄層上形成一黏著層，其中該黏著層係藉著化學氣相沉積以及物理氣相沉積法形成多層黏著層結構。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該傳導薄層係鈦層、鈷層、以及銳層的其中之一。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該傳導薄層係由物理氣相沉積法所形成。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該傳導薄層具有 30 埃到 70 埃的一厚度範圍。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該黏著層係氮化鈦層以及氮化鎢層的其中之一。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的方法，其中形成該黏著層的多層結構的步驟包括：

藉由物理氣相沉積法在該傳導薄層上形成一第一黏著層；

藉由化學氣相沉積法在該第一黏著層上形成一第二

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂



六、申請專利範圍

黏著層；以及

藉由物理氣相沉積法在該第二黏著層上形成一第三黏著層。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的方法，其中該第一與第二黏著層的晶粒邊界係被原生氧化層所填塞。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述的方法，其中每一該黏著層在該接觸窗的底部具有 20 埃到 100 埃的一厚度範圍。

9. 如申請專利範圍第 6 項所述的方法，更包括：
在該第一黏著層上形成一第一擴散阻障層；以及
在該第二黏著層上形成一第二擴散阻障層。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的方法，其中該第一與第二擴散層係氮化矽層。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的方法，其中該氮化物層係藉由快速熱氮化法所形成。

12. 一種在一半導體元件中形成接觸窗的方法，該半導體元件具有一下傳導層形成在一半導體基底上，該方法包括：

在包括該半導體基底的該下傳導層上形成一介層絕緣膜；

藉由蝕刻該介層絕緣膜，形成一接觸窗，以曝露該下傳導層的部分；

在包括該介層絕緣膜的該接觸窗之底部與側壁上形成一傳導薄層；

(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

在該傳導薄層上形成一第一黏著層；

在該第一黏著層上形成一第二黏著層；以及

在該第二黏著層上形成一第三黏著層。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中該傳導薄層係鈦層、鈷層、以及鉻層的其中之一。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中該傳導薄層具有 30 埃到 70 埃的一厚度範圍。

15. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中該黏著層係氮化鈦層以及氮化鎢層的其中之一。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中該傳導薄層、該第一黏著層、以及該第三黏著層係由物理氣相沉積法所形成。

17. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中該第二黏著層係由化學氣相沉積法所形成。

18. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中該第一與第二黏著層的晶粒邊界係被原生氧化層所填塞。

19. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中每一該黏著層在該接觸窗的底部具有 20 埃到 100 埃的一厚度範圍。

20. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，更包括：

在該第一黏著層上形成一第一擴散阻障層；以及

在該第二黏著層上形成一第二擴散阻障層。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述的方法，其中該第一與第二擴散層係氮化矽層。

(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

22. 如申請專利範圍第 21 項所述的方法，其中該氮化物層係藉由快速熱氮化法所形成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

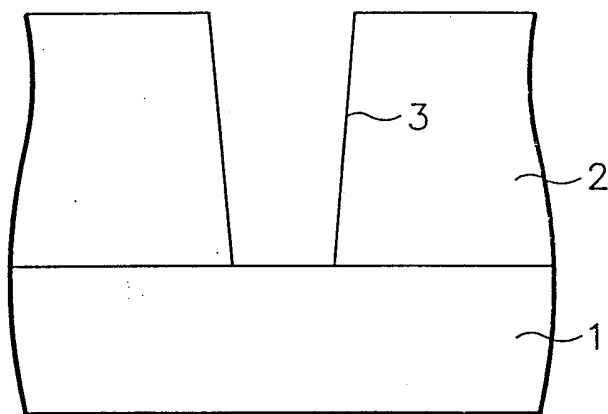
訂

線

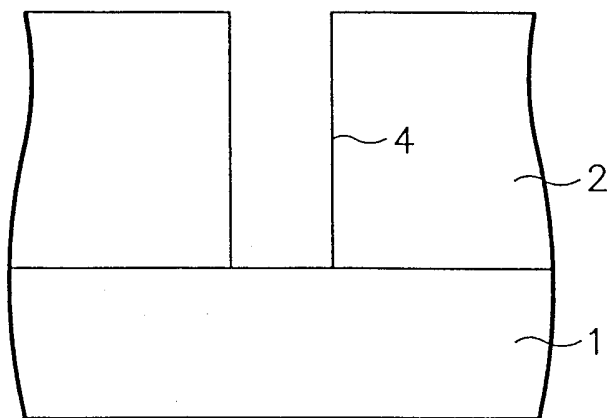
87112869

396532

公告本

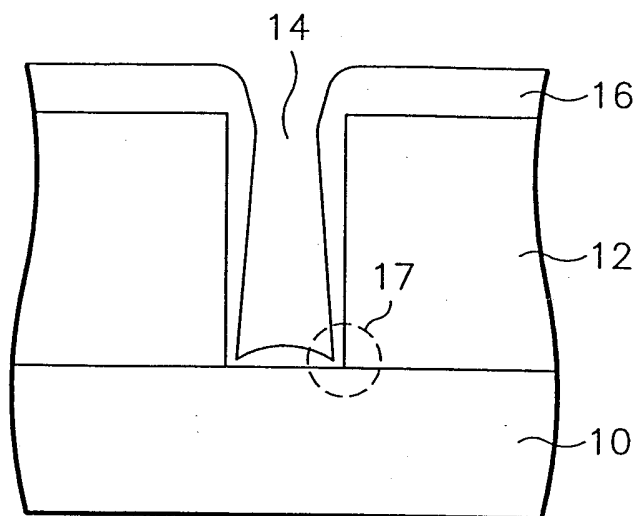


第 1 圖

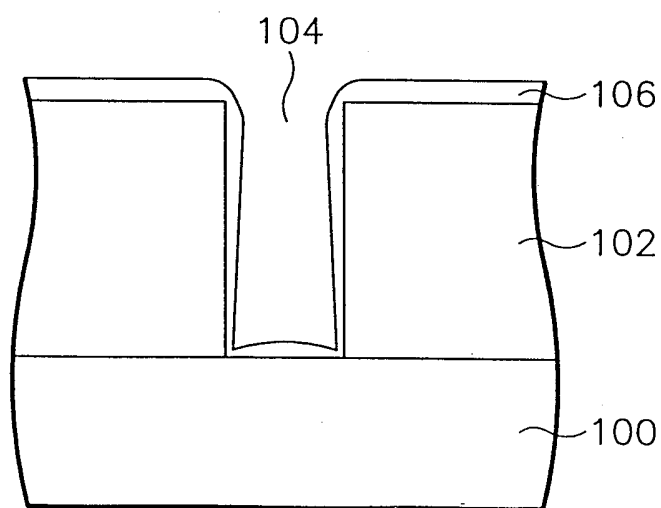


第 2 圖

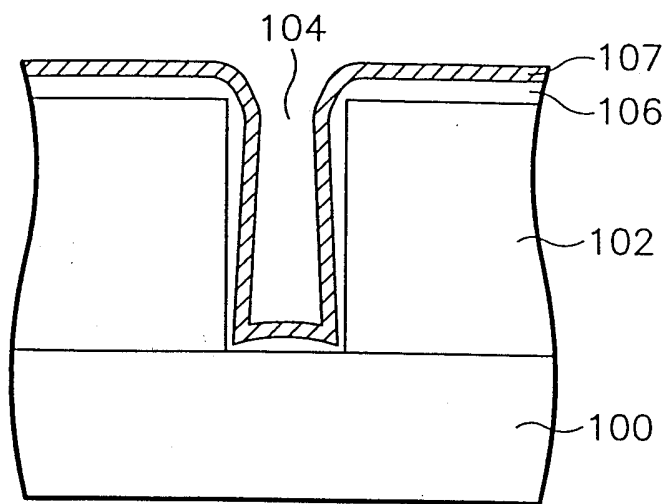
396532



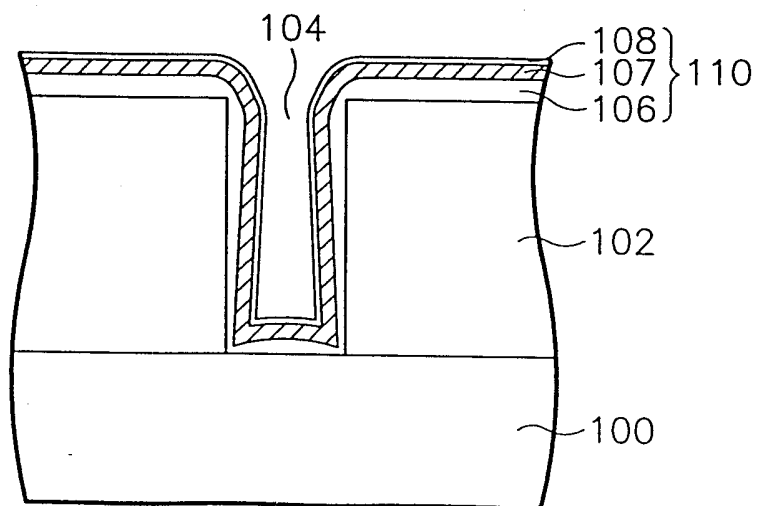
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖