



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I795789 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：110118925

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 25 日

(51)Int. Cl. : H05K3/40 (2006.01) H05K3/10 (2006.01)

(30)優先權：2020/06/04 世界智慧財產權組織 PCT/JP2020/022202

(71)申請人：國立大學法人東北大學(日本) TOHOKU UNIVERSITY (JP)

日本

(72)發明人：小池淳一 KOIKE, JUNICHI (JP)；矢作政隆 YAHAGI, MASATAKA (JP)；山田裕貴 YAMADA, YUKI (JP)

(74)代理人：廖鈺達

(56)參考文獻：

TW 201539689A

CN 1957487A

CN 110783271A

JP 2012-169480A

審查人員：林益平

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：3 共 25 頁

(54)名稱

半導體設備

(57)摘要

本發明提供一種具備配線結構的半導體設備，其中該配線結構具有兼具擴散阻擋功能以及襯底功能的單層擴散阻擋層。該半導體設備所具備的配線結構具有：絕緣層，導電性配線，在絕緣層以及導電性配線之間與絕緣層以及導電性配線雙方進行接觸地配置的擴散阻擋層，其中，擴散阻擋層由合計含有 90 質量%以上的第一金屬以及第二元素且具有非晶結構的合金構成，第一金屬是從 Co、Ru 以及 Mo 中選擇的任意一種；當第一金屬是 Co 時，第二元素是從 Zr、Al 以及 Nb 中選擇的一種或兩種以上；當第一金屬是 Ru 時，第二元素是 Zr；當第一金屬是 Mo 時，第二元素是從 Y 以及 B 中選擇的一種或兩種。

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:配線結構

11:絕緣層

12:配線槽

13:擴散阻擋層

15:導電性配線

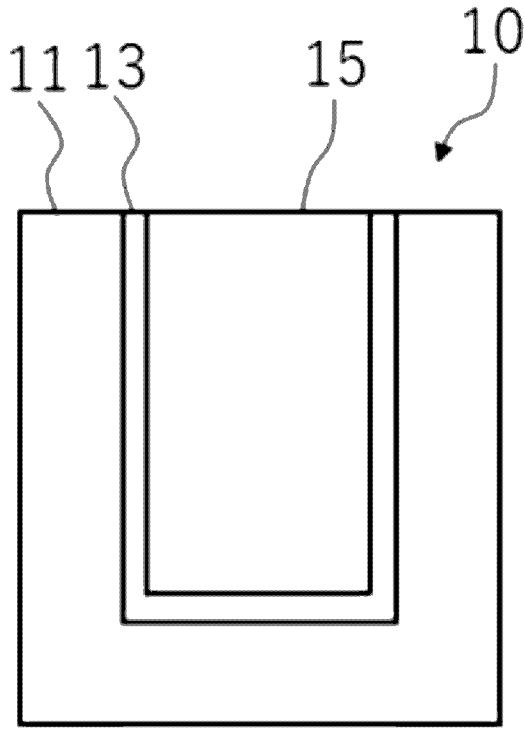


圖1A



I795789

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 半導體設備

## 【中文】

本發明提供一種具備配線結構的半導體設備，其中該配線結構具有兼具擴散阻擋功能以及襯底功能的單層擴散阻擋層。該半導體設備所具備的配線結構具有：絕緣層，導電性配線，在絕緣層以及導電性配線之間與絕緣層以及導電性配線雙方進行接觸地配置的擴散阻擋層，其中，擴散阻擋層由合計含有90質量%以上的第一金屬以及第二元素且具有非晶結構的合金構成，第一金屬是從Co、Ru以及Mo中選擇的任意一種；當第一金屬是Co時，第二元素是從Zr、Al以及Nb中選擇的一種或兩種以上；當第一金屬是Ru時，第二元素是Zr；當第一金屬是Mo時，第二元素是從Y以及B中選擇的一種或兩種。

【指定代表圖】圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

10:配線結構

11:絕緣層

12:配線槽

13:擴散阻擋層

15:導電性配線

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 半導體設備

### 【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種具有配線結構的半導體設備。

### 【先前技術】

【0002】 伴隨著LSI的細微化，與電晶體連接的多層配線的線寬也變窄。例如，由於LSI的工藝節點細微化到22nm、10nm、5nm，本地配線的線寬減少到40nm、18nm、10nm。多層配線，例如是在以SiO<sub>2</sub>為基礎的絕緣層中縱橫地配置有銅配線。由於銅與SiO<sub>2</sub>彼此擴散並發生配線間的電流洩漏，因此在銅與SiO<sub>2</sub>的介面處必須有擴散阻擋層。目前的擴散阻擋層通常使用非晶的Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>等。最近，已知擴散阻擋層使用Co-Ti合金、Co-Hf合金以及Co-Ta合金的示例（專利文獻1）。然而，擴散阻擋層與銅的浸潤性以及密合性不充分的情況很普遍。因此，為了提高與銅的浸潤性以及密合性，提出了在擴散阻擋層與銅之間層疊Ta或Co等構成的襯底層（專利文獻2、3）。

【0003】 圖2中，示出了用於說明現有的半導體設備中的配線結構20的形成過程的示意性的剖面圖。圖2（1）：在絕緣層21上形成配線槽22。圖2（2）：在配線槽22的內面上成膜Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>等擴散阻擋層23。圖2（3）：在擴散阻擋層23上成膜Ta或Co等的襯底層24。圖2（4）：在襯底層24上埋設銅配線25。埋設銅配線25，例如包括：在襯底層上形成銅種子層的成膜步驟，和之後的電解鍍銅步驟。

[現有技術文獻]

## 專利文獻

【0004】 專利文獻1：美國專利申請公開第2019/0164896號說明書

【0005】 專利文獻2：日本特表2005－510045號公報

【0006】 專利文獻3：日本特表2019－531604號公報

## 【發明內容】

【0007】 [發明要解決的技術問題]

【0008】 然而，在現有的半導體設備的配線結構20中，在形成於絕緣層21的配線槽22中，將單獨的擴散阻擋層23和襯底層24形成為兩層，因此銅配線25的佔有部分變狹窄，即，填充在配線槽22內的銅配線25的體積比率變小。特別地，在10nm以下的頂端工藝節點中，即使體積比率略微減少，伴隨著細微化的配線電阻的上升量也會達到無法忽視的程度。因此，為了應對LSI的工藝節點的細微化，期待提供一種能夠提高填充於配線槽22內的銅配線的體積比率的配線結構。

【0009】 本發明鑒於上述情況而創造，在一實施方式中，目的在於提供一種半導體設備，該半導體設備所具備的配線結構不是將單獨的擴散阻擋層和襯底層形成為兩層，而是具有兼具擴散阻擋功能和襯底功能的擴散阻擋層。

【0010】 [解決技術問題的方法]

【0011】 本發明人為了解決上述技術問題進行了深入研究，發現通過組合特定的元素，能夠得到兼具擴散阻擋功能和襯底功能的擴散阻擋層。基於上述發現而完成的本發明如下示例。

【0012】 一種半導體設備，具備配線結構，該配線結構具有絕緣層、導電性配線、在絕緣層以及導電性配線之間與絕緣層以及導電性配

線雙方接觸地配置的擴散阻擋層，其特徵在於，

絕緣層，含有矽氧化物，和/或，含有包含C、N以及H中的至少一種以上的元素的矽氧化物，

導電性配線，含有Cu和/或Co，

擴散阻擋層，由第一金屬以及第二元素合計含有90質量%以上且具有非晶結構的合金構成，

第一金屬是從Co、Ru以及Mo中選擇的任意一種，

當第一金屬是Co時，第二元素是從Zr、Al以及Nb中選擇的一種或兩種以上，

當第一金屬是Ru時，第二元素是Zr，

當第一金屬是Mo時，第二元素是從Y以及B中選擇的一種或兩種。

【0013】 其中，擴散阻擋層的厚度為5nm以下。

【0014】 其中，第一金屬是Co，第二元素是從Zr、Al以及Nb中選擇的一種或兩種以上。

【0015】 其中，第一金屬是Ru，第二元素是Zr。

【0016】 其中，第一金屬是Mo，第二元素是從Y以及B中選擇的一種或兩種。

【0017】 [發明的效果]

【0018】 本發明的一實施方式的半導體設備，具備配線結構，該配線結構具有兼具擴散阻擋功能和襯底功能的擴散阻擋層。在該配線結構中，無需將單獨的擴散阻擋層和襯底層形成為兩層，只要形成單層的擴散阻擋層就足夠了，因此能夠確保在配線槽中填充的銅等的導電性配線的佔有部分的體積比率較大，例如可得到使得與LSI的細微化伴隨的配線電阻上升程度減緩的特別效果。

**【圖式簡單說明】****【0019】**

圖1A是用於對本發明的一實施方式的半導體設備的配線結構進行說明的示意性的剖面圖。

圖1B是用於對本發明的一實施方式的半導體設備的配線結構的形成過程進行說明的示意性的剖面圖。

圖2是用於對現有例的半導體設備的配線結構的形成過程進行說明的示意性的剖面圖。

圖3是在實施例中製作的層疊體的層疊結構的示意性的剖面圖。

**【實施方式】**

**【0020】** 以下，參照附圖，對本發明的實施方式進行說明，但是對本發明的解釋不限於此，只要不脫離本發明的主旨，就能夠在本領域技術人員的知識的基礎上實施各種變更、修改、改進。

**【0021】** (1·配線結構)

**【0022】** 圖1A中，示出用於對本發明的一實施方式的半導體設備所具備的配線結構10進行說明的示意性的剖面圖。配線結構10具有：絕緣層11；導電性配線15；在絕緣層11以及導電性配線15之間，與絕緣層11以及導電性配線15雙方接觸地配置的擴散阻擋層13。

**【0023】** 絕緣層11在一實施方式中，包含矽氧化物，和/或，包含含有C、N以及H中的至少一種以上的元素的矽氧化物。絕緣層11在優選的實施方式中，矽氧化物，和/或，含有C、N以及H中的至少一種以上的元素的矽氧化物，可以合計含有90質量%以上，也可以含有95質量%

以上，還可以含有99質量%以上。構成絕緣層11的這些矽氧化物的具體例，不限於此，能夠列舉：二氧化矽（ $\text{SiO}_2$ ），碳氧化矽（ $\text{SiO}_x\text{C}_y$ ），氫化碳氧化矽（ $\text{SiO}_x\text{C}_y\text{H}_z$ ），以及氮氧化矽（ $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ）。

【0024】 導電性配線15在一實施方式中，含有Cu和/或Co。導電性配線15在優選的實施方式中，可以合計含有50質量%以上的Cu和/或Co，也可以含有90質量%以上，還可以含有99質量%以上。導電性配線15在另一實施方式中，可以含有90質量%以上的Cu，也可以含有99質量%以上的Cu。導電性配線15在又一實施方式中，可以含有90質量%以上的Co，也可以含有99質量%以上的Co。

【0025】 擴散阻擋層13在一實施方式中，由合計含有90質量%以上的第一金屬以及第二元素並且具有非晶結構的合金構成。擴散阻擋層13在另一實施方式中，由合計含有95質量%以上的第一金屬以及第二元素並且具有非晶結構的合金構成。擴散阻擋層13在又一實施方式中，由合計含有99質量%以上的第一金屬以及第二元素並且具有非晶結構的合金構成。在擴散阻擋層13中，可以不含有除了第一金屬以及第二元素以外的元素，也能夠含有不可避免的雜質，以及有意地添加的元素。作為有意地添加的元素，沒有限定，例如可列舉氮、磷等第15族元素。有意地添加的元素，可以單獨添加一種，也可以組合添加兩種以上。

【0026】 作為第一金屬，能夠列舉從Co、Ru以及Mo中選的任一種。這些金屬的電阻率低，與作為導電性配線15的構成材料的Cu和/或Co的浸潤性以及密合性好。因此，有利於揮發襯底的功能。但是，Co、Ru以及Mo容易形成多晶結構，無法阻止作為導電性配線15的構成材料的Cu和/或Co沿著晶粒晶界向絕緣層中擴散。進一步，還存在這些金屬與絕緣層的密合性不充分的技術問題。

【0027】 對此，本發明人，為了使得非晶結構穩定地存在，想到了在第一金屬中組合適當的第二元素。只要不具有晶界的非晶結構穩定地存在，就能夠有效地阻止上述擴散，能夠同時實現擴散阻擋功能和襯底功能。進一步，通過氧化物形成傾向強的元素，即，選擇氧化物標準生成吉布斯能量為較大的負值的元素作為第二元素，能夠確保與絕緣層11的密合性。

【0028】 在第一金屬為Co時，第二元素優選是從Zr、Al以及Nb中選擇的一種或兩種以上。基於Co-Zr合金能夠穩定地形成非晶結構的觀點，Co-Zr合金中的Co以及Zr的原子比，優選滿足 $0.1 \leq \text{Zr} / (\text{Co} + \text{Zr}) \leq 0.8$ ，基於還能夠確保良好的擴散阻擋功能和密合性的觀點，更優選滿足 $0.15 \leq \text{Zr} / (\text{Co} + \text{Zr}) \leq 0.5$ 。

【0029】 基於Co-Al合金能夠穩定地形成非晶結構的觀點，Co-Al合金中的Co以及Al的原子比，優選滿足 $0.4 \leq \text{Al} / (\text{Co} + \text{Al}) \leq 0.9$ ，基於還能夠確保良好的擴散阻擋功能和密合性的觀點，更優選滿足 $0.5 \leq \text{Al} / (\text{Co} + \text{Al}) \leq 0.8$ 。

【0030】 基於Co-Nb合金能夠穩定地形成非晶結構的觀點，Co-Nb合金中的Co以及Nb的原子比，優選滿足 $0.4 \leq \text{Nb} / (\text{Co} + \text{Nb}) \leq 0.9$ ，基於還能夠確保良好的擴散阻擋功能和密合性的觀點，更優選滿足 $0.5 \leq \text{Nb} / (\text{Co} + \text{Nb}) \leq 0.8$ 。

【0031】 當第一金屬為Ru時，第二元素優選為Zr。基於Ru-Zr合金能夠穩定地形成非晶結構的觀點，Ru-Zr合金中的Ru以及Zr的原子比，優選滿足 $0.1 \leq \text{Zr} / (\text{Ru} + \text{Zr}) \leq 0.8$ ，基於還能夠確保良好的擴散阻擋功能和密合性的觀點，更優選滿足 $0.3 \leq \text{Zr} / (\text{Ru} + \text{Zr}) \leq 0.6$ 。

【0032】 當第一金屬為Mo時，第二元素優選為從Y以及B中選擇的

第6頁，共17頁(發明說明書)

一種或兩種。

【0033】 基於Mo-Y合金能夠穩定地形成非晶結構的觀點，Mo-Y合金中的Mo以及Y的原子比，優選滿足 $0.5 \leq Y / (Mo + Y) \leq 0.9$ ，基於還能夠確保良好的擴散阻擋功能和密合性的觀點，更優選滿足 $0.6 \leq Y / (Mo + Y) \leq 0.8$ 。

【0034】 基於Mo-B合金能夠穩定地形成非晶結構的觀點，Mo-B合金中的Mo以及B的原子比，優選滿足 $0.2 \leq B / (Mo + B) \leq 0.8$ ，基於還能夠確保良好的擴散阻擋功能和密合性的觀點，更優選滿足 $0.3 \leq B / (Mo + B) \leq 0.7$ 。

【0035】 基於Mo-Y-B合金能夠穩定地形成非晶結構的觀點，Mo-Y-B合金中的Mo、Y以及B的原子比，優選滿足 $0.5 \leq (Y + B) / (Mo + Y + B) \leq 0.9$ ，基於還能夠確保良好的擴散阻擋功能和密合性的觀點，更優選滿足 $0.6 \leq (Y + B) / (Mo + Y + B) \leq 0.8$ 。

【0036】 合計含有90質量%以上的第一金屬以及第二元素且具有非晶結構的合金，基於兼具擴散阻擋功能和襯底功能的觀點，優選第一金屬的原子濃度大於或等於第二元素的原子濃度。

【0037】 基於適合用於半導體設備的細微的配線結構10的觀點，擴散阻擋層13的厚度在一實施方式中，能夠為5nm以下，還能夠是3nm以下，例如能夠是1nm~5nm。

【0038】 在本說明書中，擴散阻擋層13的厚度以及組成，按照以下的步驟確定。例如，對通過將各種元素的單質同時進行濺射並成膜從而形成由第一金屬和第二元素形成的擴散阻擋層13的合金薄膜的情況進行說明。首先，僅僅對第一金屬進行濺射成膜，測量成膜時間與膜厚的關係並由此確定成膜速度。膜厚能夠使用觸針式膜厚計進行測量。接

著，僅僅對第二元素進行濺射成膜並確定成膜速度。基於它們的成膜速度對成膜條件進行調節並得到具有所需的組合的合金薄膜。進一步，使用螢光X射線分析裝置（XRF）測量所得到的合金薄膜的組成，確認以所需組成與實際得到的組成的誤差在 $\pm 0.1$ 原子%以內的誤差內。

【0039】 作為另一種定性的測量方法，通過掃描型透射電子顯微鏡（STEM）對具有導電性配線15/擴散阻擋層13/絕緣層11/矽基板的層疊結構體的樣品的斷面進行觀察，在層疊結構體的厚度方向上進行組成元素的EDS（X射線能譜儀）的元素分析（STEM-EDS分析），得到顯示出各種組成元素特有的能量的特性X射線強度分佈圖。根據得到的強度分佈圖能夠定性地得到各層的組成元素的原子濃度分佈圖。在調查進行了高溫熱處理後各層之間是否有相互擴散時，該資訊是有用的。

【0040】 進行STEM-EDS分析時的測量條件是，加速電壓200kV，觀察倍率50萬倍，光束直徑0.2nm。如果光束直徑增大則強度分佈圖容易變寬，基於進行具有再現性的測量，優選光束直徑為1nm以下的一定值。

【0041】 作為本發明能夠適用的半導體設備，只要至少一部分具有上述實施方式的配線結構10，那麼沒有特別限制。作為半導體設備，例如，可列舉LSI之類的具有多層配線（典型地為10層以上的配線）的半導體積體電路。特別地，能夠合適地用於具有即使配線的體積比例稍微減少，伴隨著細微化的配線電阻的上升量也達到無法忽視的程度的、配線寬度為25nm以下、優選15nm以下的配線結構10的半導體設備。

【0042】 本發明的一實施方式的配線結構10，在半導體集成電路中，在半導體基板上形成晶體管的FEOL（Front End of Line：前道工序）步驟之後，能夠適用於在MOL（Middle of Line：中間工序）步驟

中形成的最下層的配線結構10。本發明的另一實施方式的配線結構10，在半導體集成電路中，能夠適用於在MOL步驟後的BEOL（Back End of Line：後道工序）步驟中形成的金屬層的配線結構10。

【0043】（2·配線結構的形成方法）

【0044】參照圖1B，說明本發明的一實施方式的配線結構10的形成過程的一個示例。

【0045】（1）首先，在絕緣層11上形成配線槽12。絕緣層11在一實施方式中，能夠構成配線間絕緣膜。絕緣層11在另一實施方式中，能夠構成層間絕緣膜。絕緣層11除了化學氣相生長法（CVD）之外，能夠通過旋塗法以及噴塗法等塗覆法形成。配線槽12的形成，能夠通過公知的光刻以及蝕刻技術實現。對於配線槽12，還可以設置導通孔（contact hole）以及通孔（via hole）。在本說明書中，配線槽12包含導通孔以及通孔的概念。

【0046】（2）接著，在配線槽12的內表面對擴散阻擋層13進行成膜。擴散阻擋層13，例如能夠通過濺射法、CVD法或原子層堆積法（ALD）形成。

【0047】（3）接著，使用導電性配線15埋設形成了擴散阻擋層13後的配線槽12。導電性配線15的埋設，例如包括在阻擋層上形成種子層的成膜步驟，和之後的電解鍍覆步驟。

【0048】實施例

【0049】以下，與比較例一起示出本發明的實施例，但是提供這些實施例僅僅是為了更好地理解本發明及其優點，並非意在限定發明。

【0050】（1·Co-Zr合金膜的晶體結構和組成評價）

【0051】在能夠在同一腔室內同時濺射Co靶和Zr靶的磁控濺射裝

置中，裝入p型矽晶片31，通過濺射法在真空條件（真空度：0.6Pa，Ar：15sccm）下，在SiO<sub>2</sub>膜32上形成100nm的厚度的Co-Zr合金膜33。在上述試驗中，通過改變安裝有Co靶以及Zr靶的濺射陰極的輸入功率，得到Co-Zr合金膜33的組成不同的各種層疊體30。得到的具有平面形狀的Co-Zr合金膜33的組成，能夠使用XRF在膜表面照射X射線，由此測量。

**【0052】** 接著，從得到的層疊體30中微量採樣出使用集中離子束裝置（FIB）進行薄膜化的斷面材料，從層疊體30中的合金膜的部分使用STEM（JEOL公司製造，型號JEM-2100F）得到衍射圖案。在合金膜是完全的無定形結構的情況下，衍射圖案顯示為光暈環。另一方面，在合金膜含有微小晶體的情況下，衍射圖案上會出現斑點。因此，將合金膜呈現為完全的光暈的情況記做A，將能看見部分衍射斑點的情況記做B，將只能看見斑點的情況記做C，對各種組成的合金膜的晶體結構進行評價。結果在表1中示出。進一步，使用STEM-EDS（JEOL公司製造，型號6700F）沿著層疊體30的厚度方向進行組成分析。其結果是，確認了合金膜中存在Co和Zr。

**【0053】** （2·Co-Zr擴散阻擋層與絕緣層的密合性評價）

**【0054】** 在能夠在同一腔室內同時濺射Co靶和Zr靶的磁控濺射裝置中，裝入帶20nm厚度的SiO<sub>2</sub>膜32的矽晶片，在SiO<sub>2</sub>膜32上在真空條件（真空度：0.6Pa，Ar：15sccm）下通過濺射法形成150nm的厚度的Co-Zr合金膜33。得到的層疊體30的層疊結構在圖3中示意性地示出。在上述試驗中，通過改變安裝有Co以及Zr靶的濺射陰極的輸入功率，得到Co-Zr合金膜33的組成不同的各種層疊體30。

**【0055】** 通過上述的試驗得到的層疊體30中的Co-Zr合金膜33

(Co-Zr擴散阻擋層)與SiO<sub>2</sub>膜32之間的密合性，遵照ASTM D3359-97(膠帶試驗)進行評價。具體地，在各試驗例的Co-Zr合金膜33上間隔1mm以11條×11條的切口形成棋盤格狀後，粘貼粘附力為4N/cm的玻璃紙粘貼膠帶，並按照ASTM D3359-97以0~5等級評價將膠帶剝離後時Co-Zr合金膜33的剝離部位的狀態。密合性越高則評價數值越大。除了在室溫(25°C)下進行膠帶試驗以外，在進行260°C×10分鐘的熱處理並冷卻到室溫後，以及，在進行400°C×10分鐘的熱處理並冷卻到室溫後，還另外進行膠帶試驗。根據這些結果，將任一個溫度條件下ASTM D3359-97的評價均為5的情況記做A，將任一個溫度條件下的評價為3~4的情況記做B，將任一個溫度條件下的評價為2以下的情況記做C，對各種組成的Co-Zr合金膜33進行評價。結果在表1中示出。

【0056】 (3·Cu薄膜與Co-Zr擴散阻擋層的密合性評價)

【0057】 在能夠在同一腔室內同時濺射Co靶和Zr靶的磁控濺射裝置中，裝入帶有20nm的厚度的SiO<sub>2</sub>膜32的矽晶片，在SiO<sub>2</sub>膜32上通過同時濺射法形成3nm的厚度的Co-Zr合金膜33。通過改變各個濺射陰極的輸入功率，使得Co-Zr合金膜33的組成發生變化。進一步在Co-Zr合金膜33上，形成厚度為150nm的Cu薄膜。能夠基於通過計測成膜時間和膜厚的關係從而預先確定的成膜速度，分別計算出SiO<sub>2</sub>膜32、Co-Zr合金膜33以及Cu薄膜的厚度。在計測成膜速度時，使用觸針式膜厚計(ブルカー公司製造，型號DektakXT)。

【0058】 通過上述的試驗得到的層疊體30中的Cu薄膜與Co-Zr合金膜33之間的密合性，遵照ASTM D3359-97(膠帶試驗)進行評價。膠帶試驗，除了在室溫(25°C)下進行以外，在進行260°C×10分鐘的熱處理並冷卻到室溫後，以及，在進行400°C×10分鐘的熱處理並冷卻到

室溫後，還另外進行膠帶試驗。根據這些結果，將任一個溫度條件的情況下ASTM D3359-97的評價均為5的情況記做A，將任一個溫度條件下的評價為3~4的情況記做B，將任一個溫度條件下的評價為2以下的情況記做C，從而對各種組成進行評價。結果在表1中示出。

【0059】 (4·Co-Zr合金膜的擴散阻擋性評價)

【0060】 如下所述製作在評價中使用的樣品。在p型矽晶片31上形成厚度為20nm的SiO<sub>2</sub>層，在其上形成抗蝕膜，通過光刻在抗蝕膜上形成電極形狀的孔。在此之上，形成厚度為3nm的Co-Zr合金膜33，進一步形成厚度為150nm的Cu膜。之後，使用丙酮進行抗蝕膜的剝離。此時，在抗蝕膜的孔的部分形成的Cu/Co-Zr殘留在晶片上，作為電極發揮作用。進一步，在晶片背面通過濺射製作400nm的鋁電極。在Ar+5體積%H<sub>2</sub>的氣氛中，在300°C×30分鐘的條件對得到的層疊體30進行預退火之後，進行CV (Capacitance-Voltage: 電容-電壓) 測量，並測量平帶電壓 (Flat Band Voltage) (V<sub>FB</sub>)。將該V<sub>FB</sub>記做初期狀態的值。之後，在Ar+5體積%H<sub>2</sub>的氣氛中在250°C下一邊加熱層疊體30，一邊進行BTS (Bias Temperature Stress: 偏置溫度應力)，即在以Cu為正極並以Al為負極的兩個電極之間施加3.0MV/cm的電場45分鐘。之後，進行CV測量，並進行V<sub>FB</sub>測量。期初BTS試驗後的V<sub>FB</sub> (BTS) 與初期狀態的V<sub>FB</sub> (initial) 之差，在滿足V<sub>FB</sub> (BTS) - V<sub>FB</sub> (initial) ≥ -0.3V的情況下，評價為具有擴散阻擋功能。將滿足標準的情況記做Y，將不滿足的情況記做N。結果在表1中示出。

【0061】 代替Co-Zr合金，使用Co-Al合金、Co-Nb合金、Ru-Zr合金、Mo-Y合金以及Mo-B合金形成擴散阻擋層13，並進行與上文同樣的結構評價、密合性評價以及阻擋性評價。結果在表2~6中分

第12頁，共17頁(發明說明書)

別示出。

【0062】〔表1〕

擴散阻擋層：Co-Zr合金

Zr/(Co+Zr)原子比	0.05	0.1	0.15	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.85	0.9
晶體結構	C	B	A	A	A	A	A	B	C	C
密合性 (Co - Zr/SiO <sub>2</sub> )	C	B	A	A	A	A	A	A	A	A
密合性(Cu/Co-Zr)	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C
阻擋功能	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N
綜合評價	×	○	◎	◎	◎	◎	○	○	×	×

【0063】〔表2〕

擴散阻擋層：Co-Al合金

Al/(Co+Al)原子比	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
晶體結構	C	C	B	A	A	A	A	B	C
密合性(Co-Al/SiO <sub>2</sub> )	B	B	B	A	A	A	A	A	A
密合性(Cu/Co-Al)	A	A	A	A	A	A	A	B	C
阻擋功能	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
綜合評價	×	×	○	◎	◎	◎	◎	○	×

【0064】〔表3〕

擴散阻擋層：Co-Nb合金

Nb/(Co+Nb)原子比	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
晶體結構	C	C	B	A	A	A	A	B	C
密合性(Co-Nb/SiO <sub>2</sub> )	C	C	B	A	A	A	A	A	A

密合性(Cu/Co-Nb)	B	B	A	A	A	A	A	B	C
阻擋功能	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
綜合評價	×	×	○	◎	◎	◎	◎	○	×

【0065】〔表4〕

擴散阻擋層：Ru-Zr合金

Zr/(Ru+Zr)原子比	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.85	0.9
晶體結構	C	B	B	A	A	A	A	A	C	C
密合性(Ru-Zr/SiO <sub>2</sub> )	C	B	B	A	A	A	A	A	A	A
密合性(Cu/Ru-Zr)	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C
阻擋功能	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N
綜合評價	×	○	○	◎	◎	◎	◎	○	×	×

【0066】〔表5〕

擴散阻擋層：Mo-Y合金

Y/(Mo+Y)原子比	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
晶體結構	C	C	C	A	A	A	A	B	C
密合性(Mo-Y/SiO <sub>2</sub> )	C	B	B	B	A	A	A	A	A
密合性(Cu/Mo-Y)	A	A	A	A	A	A	B	B	C
阻擋功能	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	N
綜合評價	×	×	×	○	◎	◎	◎	○	×

【0067】〔表6〕

擴散阻擋層：Mo-B合金

B/(Mo+B)原子比	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

晶體結構	C	B	A	A	A	A	A	B	C
密合性(Mo-B/SiO <sub>2</sub> )	C	B	A	A	A	A	A	A	A
密合性(Cu/Mo-B)	B	A	A	A	A	A	A	B	C
阻擋功能	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
綜合評價	×	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	×

【0068】 根據表1~6所示的結果，如下所述將綜合的評價區分為◎（優良）、○（良好）、×（不好）3個等級。首先，將晶體結構的評價中得到B以上的評價的樣品綜合評價記做○以上，將得到C的評價的樣品綜合評價記做×。接著，將滿足阻擋功能的標準，並且晶體結構以及密合性的評價中的任一項為A的情況記做◎。綜合評價的結果，在表1~6中一併示出。

【0069】 上述綜合評價的結果是，可以確認以下幾點。

【0070】 在Co-Zr合金中，優選滿足 $0.1 \leq Zr / (Co + Zr) \leq 0.8$ ，更優選滿足 $0.15 \leq Zr / (Co + Zr) \leq 0.5$ 。

【0071】 在Co-Al合金中，優選滿足 $0.4 \leq Al / (Co + Al) \leq 0.9$ ，更優選滿足 $0.5 \leq Al / (Co + Al) \leq 0.8$ 。

【0072】 在Co-Nb合金中，優選滿足 $0.4 \leq Nb / (Co + Nb) \leq 0.9$ ，更優選滿足 $0.5 \leq Nb / (Co + Nb) \leq 0.8$ 。

【0073】 在Ru-Zr合金中，優選滿足 $0.1 \leq Zr / (Ru + Zr) \leq 0.8$ ，更優選滿足 $0.3 \leq Zr / (Ru + Zr) \leq 0.6$ 。

【0074】 在Mo-Y合金中，優選滿足 $0.5 \leq Y / (Mo + Y) \leq 0.9$ ，更優選滿足 $0.6 \leq Y / (Mo + Y) \leq 0.8$ 。

【0075】 在Mo-B合金中，優選滿足 $0.2 \leq B / (Mo + B) \leq 0.8$ ，更

優選滿足 $0.3 \leq B / (Mo + B) \leq 0.7$ 。

【0076】 在 $Mo - Y - B$ 合金中，優選滿足 $0.5 \leq (Y + B) / (Mo + Y + B) \leq 0.9$ ，更優選滿足 $0.6 \leq (Y + B) / (Mo + Y + B) \leq 0.8$ 。

【0077】 舉凡應用本發明說明書及申請專利範圍所為之等效變化，理應包含在本發明之專利範圍內。

## 【符號說明】

## 【0078】

〔習知〕

20:配線結構

21:絕緣層

22:配線槽

23:擴散阻擋層

24:襯底層

25:銅配線

〔本發明〕

10:配線結構

11:絕緣層

12:配線槽

13:擴散阻擋層

15:導電性配線

30:層疊體

31:p 型矽晶片

32:SiO<sub>2</sub> 膜

33:Co-Zr 合金膜

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種半導體設備，具備配線結構，該配線結構具有：絕緣層、導電性配線、在該絕緣層以及該導電性配線之間與該絕緣層以及該導電性配線雙方接觸地配置的擴散阻擋層，其中，

該絕緣層，包含矽氧化物，和/或，包含含有C、N以及H中的至少一種以上的元素的矽氧化物，

該導電性配線，含有Cu和/或Co，

該擴散阻擋層，由合計含有90質量%以上的第一金屬以及第二元素並且具有非晶結構的合金構成，

其中，該第一金屬是Co，該第二元素是從Zr、Al以及Nb中選擇的一種或兩種以上。

【請求項2】 如請求項1所述之半導體設備，其中，該擴散阻擋層的厚度為5nm以下。

【請求項3】 一種半導體設備，具備配線結構，該配線結構具有：絕緣層、導電性配線、在該絕緣層以及該導電性配線之間與該絕緣層以及該導電性配線雙方接觸地配置的擴散阻擋層，其中，

該絕緣層，包含矽氧化物，和/或，包含含有C、N以及H中的至少一種以上的元素的矽氧化物，

該導電性配線，含有Cu和/或Co，

該擴散阻擋層，由合計含有90質量%以上的第一金屬以及第二元素並且具有非晶結構的合金構成，

其中，該第一金屬是Ru，該第二元素是Zr。

【請求項4】 如請求項3所述之半導體設備，其中，該擴散阻擋層的厚度為5nm以下。

【請求項5】 一種半導體設備，具備配線結構，該配線結構具有：絕緣層、導電性配線、在該絕緣層以及該導電性配線之間與該絕緣層以及該導電性配線雙方接觸地配置的擴散阻擋層，其中，

該絕緣層，包含矽氧化物，和/或，包含含有C、N以及H中的至少一種以上的元素的矽氧化物，

該導電性配線，含有Cu和/或Co，

該擴散阻擋層，由合計含有90質量%以上的第一金屬以及第二元素並且具有非晶結構的合金構成，

其中，該第一金屬是Mo，該第二元素是從Y以及B中選擇的一種或兩種。

【請求項6】 如請求項5所述之半導體設備，其中，該擴散阻擋層的厚度為5nm以下。

【發明圖式】

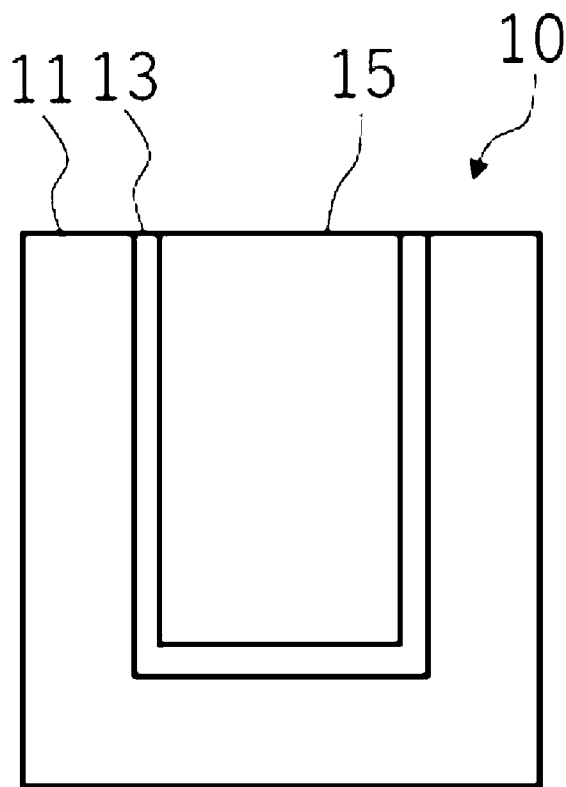


圖1A

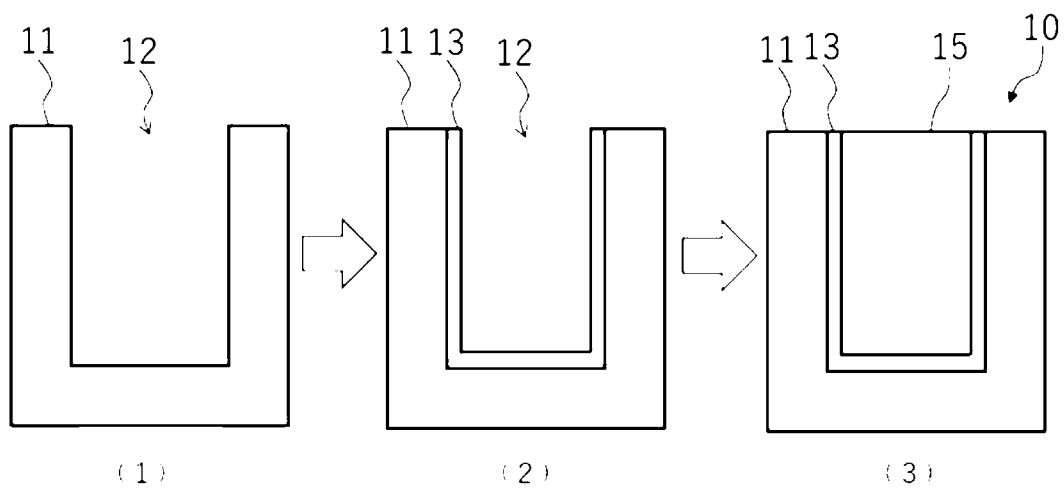


圖1B

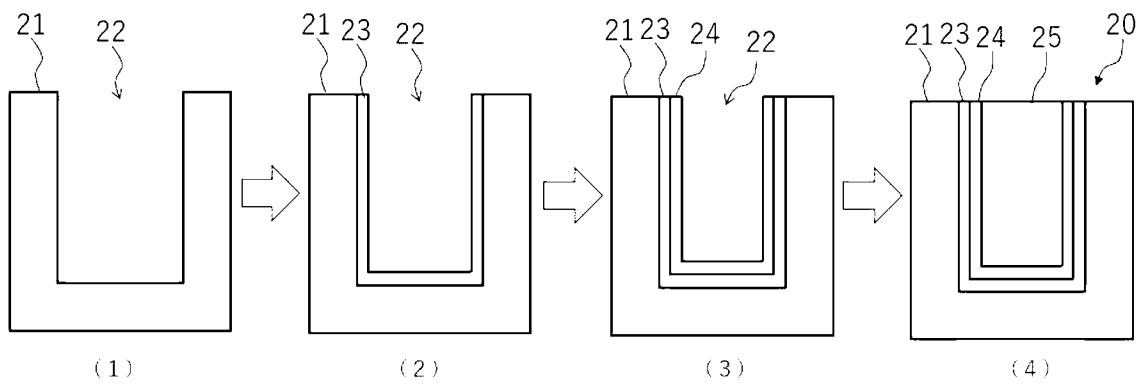


圖2

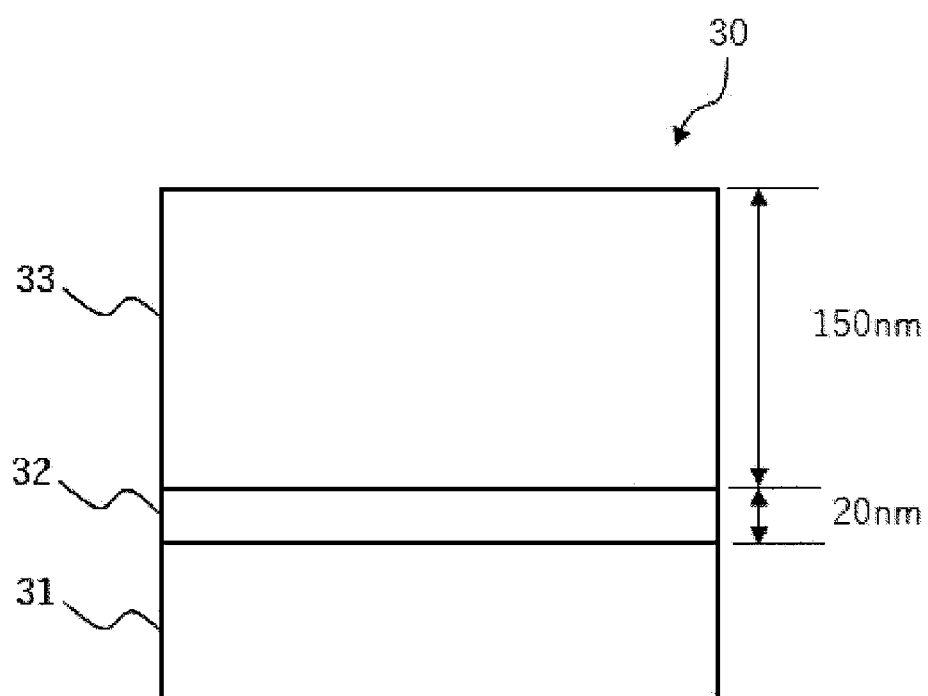


圖3