



(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 I413252 B

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：098113003

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 20 日

(51)Int. Cl. : *H01L29/40 (2006.01)**H01L29/786 (2006.01)**H01L21/336 (2006.01)*

(30)優先權：2008/04/18 日本

2008-109618

2008/09/30 日本

2008-253840

(71)申請人：神戶製鋼所股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (JP)

日本

(72)發明人：福間信也 FUKUMA, SHINYA (JP)；川上信之 KAWAKAMI, NOBUYUKI (JP)；

越智元隆 OCHI, MOTOTAKA (JP)；森田晉也 MORITA, SHINYA (JP)；三木綾

MIKI, AYA (JP)；後藤裕史 GOTO, HIROSHI (JP)；橫田嘉宏 YOKOTA,

YOSHIHIRO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 64-82673A

JP 2003-60210A

US 2007/0040172A1

審查人員：李宗衛

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：15 共 0 頁

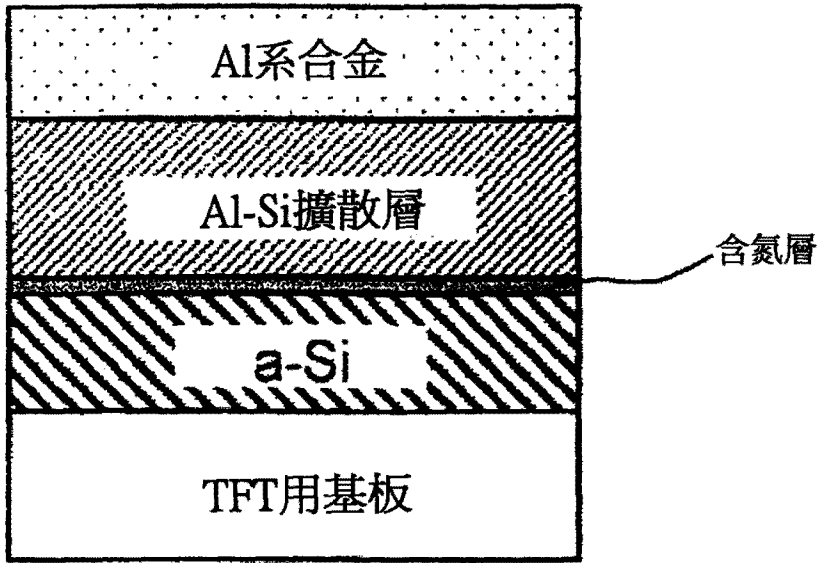
(54)名稱

配線構造、薄膜電晶體基板及其製造方法、以及顯示裝置

(57)摘要

提供可以省略純鋁或鋁合金之鋁系合金配線與半導體層之間之障壁金屬層之直接接觸技術，且係具有寬廣的製程裕度(process margin)之範圍，可以對半導體層直接而且確實地連接鋁系合金配線之技術。本發明係關於一種配線構造，係於基板上，由基板側依序具備半導體層，與純鋁或鋁合金之鋁系合金膜之配線構造，於前述半導體層與前述鋁系合金膜之間，包含有由基板側起依序為含有氮、碳以及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之(N、C、F)層，及包含鋁與矽之鋁-矽擴散層之層積構造，且被包含於前述(N、C、F)層的氮、碳及氟之至少一種之元素，與包含於前述半導體層之矽結合。

圖 1A



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98113003

※申請日：98年04月20日

※IPC分類：

H01L 29/40 (2006.01)

H01L 29/786 (2006.01)

H01L 21/336 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

配線構造、薄膜電晶體基板及其製造方法、以及顯示裝置

二、中文發明摘要：

提供可以省略純鋁或鋁合金之鋁系合金配線與半導體層之間之障壁金屬層之直接接觸技術，且係具有寬廣的製程裕度(process margin)之範圍，可以對半導體層直接而且確實地連接鋁系合金配線之技術。本發明係關於一種配線構造，係於基板上，由基板側依序具備半導體層，與純鋁或鋁合金之鋁系合金膜之配線構造，於前述半導體層與前述鋁系合金膜之間，包含有由基板側起依序為含有氮、碳以及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之(N、C、F)層，及包含鋁與矽之鋁-矽擴散層之層積構造，且被包含於前述(N、C、F)層的氮、碳及氟之至少一種之元素，與包含於前述半導體層之矽結合。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 1A 圖。

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明

102年4月26日修正 正替換頁

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於液晶顯示器、有機 EL（電致發光）等平面面板顯示器（顯示裝置）；可以適用於 ULSI（超大規模積體電路）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit，特殊用途積體電路）、FET（場效應電晶體）、二極體等半導體裝置之配線構造；薄膜電晶體基板及其製造方法以及顯示裝置，特別是關於把純鋁或鋁合金之鋁系合金膜包含作為配線材料之新穎的配線構造。

【先前技術】

液晶顯示器等主動矩陣型液晶顯示裝置，把薄膜電晶體（Thin Film Transistor，以下稱為 TFT）作為開關元件，其係由透明畫素電極、閘極配線以及源極/汲極配線等之配線部、具備非晶矽（a-Si）或多晶矽（p-Si）等半導體層之 TFT 基板、具備對 TFT 基板隔著特定的間隔而被對向配置的共通電極之對向基板、以及被填充於 TFT 基板與對向基板之間的液晶層等所構成。

TFT 基板，於閘極配線或源極/汲極配線等配線材料，由於比電阻很低，容易加工等理由，廣泛使用純鋁或者鋁-釹（Nd）等鋁合金（以下將此統稱為鋁系合金）。在鋁系合金配線（鋁系合金膜）與 TFT 之半導體層之間，如具有代表性的專利文獻 1 所示，通常設有由鉬、鉻、鈦、鎢等高熔點金屬所構成之障壁金屬層。不中介著障壁

金屬層而使鋁系合金配線與 TFT 之半導體層直接接觸的話，會由於其後之製程（例如，形成於 TFT 上的絕緣層之成膜製程，或是燒結(sintering)或退火(annealing)等熱製程）之熱履歷而使鋁系合金配線中的鋁擴散至半導體層中，使得 TFT 特性降低。具體而言，受到流過 TFT 之電流（開關關閉時之關閉電流，以及開關打開時之打開電流）等之不良影響，除了招致關閉電流的增加或是打開電流的降低以外，開關速度（對打開開關之電氣訊號之回應性）也降低。此外，亦會有鋁系合金配線與半導體層之接觸電阻也上升的情形。

如此般障壁金屬層，對於抑制鋁系合金膜與半導體層之界面之鋁與矽之相互擴散是有效的，但是爲了形成障壁金屬層，除了鋁系合金配線形成用之成膜裝置以外，另外還需要障壁金屬形成用之成膜裝置。具體而言，不得不要使用分別多裝設了障壁金屬形成用之成膜真空室之成膜裝置（代表性的是複數之成膜真空室被連接於移送真空室之簇集工具(cluster tool)），招致製造成本的上升與生產性的降低。此外，作爲障壁金屬層使用的金屬，與鋁系合金，在使用藥液進行濕式蝕刻等之加工製程裡加工速度不同，所以要控制加工製程之橫方向的加工尺寸是極爲困難的。亦即，障壁層的形成，不只是從成膜的觀點來看，從加工的观点來看也是招致製程的複雜化，帶來製造成本的上升或生產性的降低。

在前面，作爲顯示裝置之代表例，係舉液晶顯示裝置

爲例來進行說明，但前述之起因於鋁系合金膜與半導體層之界面之鋁與矽的相互擴散的問題，不限於顯示裝置，在LSI或FET等半導體裝置也會遇到。例如在製造半導體裝置之代表例之LSI時，爲了防止半導體層與鋁系合金膜之界面產生釘尖(spike)，在半導體層之上形成鉻或鉬等之障壁金屬層之後再形成鋁系合金膜，但在半導體裝置的領域也要求著製程的簡化或是成本的降低。

因而，在顯示裝置或半導體裝置所產生的起因於鋁與矽之相互擴散的問題，一直期待著不需如從前那樣設置障壁金屬層也可以避免之技術。

有鑑於這種情況，例如在專利文獻 2~4 提出了可以省略障壁金屬層的形成，可以讓被使用於源極—汲極電極等之鋁系合金配線與半導體層直接接觸的直接接觸(direct contact)技術。其中，專利文獻 4，係由本案發明人所揭示的，內容是由含氮層與鋁系合金膜所構成的材料，揭示了含氮層的N(氮)與半導體層之矽結合的配線構造。此含氮層被認爲發揮了供防止鋁與矽之相互擴散的障壁層的作用，實證了即使不像從前那樣形成鉻等之障壁金屬層也可以得到優異的TFT特性。此外，此含氮層在形成半導體層後形成鋁系合金膜之前，可以藉由電漿氮化等氮化處理來容易地製作，所以也具有不需要障壁金屬形成用之特別的成膜裝置之優點。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]日本專利特開 2000-199912 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開 2003-273109 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開 2008-3319 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開 2008-10801 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

本發明之目的在於提供可以省略純鋁或鋁合金之鋁系合金配線與半導體層之間之障壁金屬層之直接接觸技術，且係具有寬廣的製程裕度 (process margin) 之範圍，可以對半導體層直接而且確實地連接鋁系合金配線之技術。

【實施方式】

本發明之要旨如下所示。

(1) 一種配線構造，係於基板上，由基板側依序具備半導體層，與純鋁或鋁合金之鋁系合金膜之配線構造，其特徵為：於前述半導體層與前述鋁系合金膜之間，包含有由基板側起依序為含有氮、碳以及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之 (N、C、F) 層，及包含鋁與矽之鋁-矽擴散層之層積構造，且被包含於前述 (N、C、F) 層的氮、碳及氟之至少一種之元素，與包含於前述半導體層之矽結合。

又，作為前述 (1) 之配線構造之較佳的態樣，可以舉出於基板上，由基板側依序具備半導體層，與純鋁或鋁

合金之鋁系合金膜之配線構造，於前述半導體層與前述鋁系合金膜之間，包含有由基板側起依序為含有氮、碳以及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之（N、C、F）層，及包含鋁與矽之鋁-矽擴散層之層積構造，且構成前述（N、C、F）層的氮、碳及氟之至少一種之元素，與包含於前述半導體層之矽結合。

（2）如（1）之配線構造，其中前述（N、C、F）層與前述鋁-矽擴散層之間，包含實質上僅由矽所構成的半導體。

（3）如（1）或（2）之配線構造，其中前述鋁-矽擴散層，係藉由使前述（N、C、F）層、前述半導體層及前述鋁系合金膜以此順序形成後，加上熱履歷而得者。

（4）如（1）～（3）之任一之配線構造，其中前述半導體層包含非晶矽或多晶矽。

又，前述（4）之配線構造之較佳的態樣，可以與出前述半導體層係由非晶矽或多晶矽所構成的配線構造。

（5）一種薄膜電晶體基板，係具備（1）～（4）之任一之配線構造。

（6）一種顯示裝置，為具備（5）之薄膜電晶體基板。

（7）如（1）～（4）之任一之配線構造，其係構成顯示裝置或半導體裝置之配線構造。

（8）一種製造方法，係製造（5）之薄膜電晶體基板之製造方法，其依序包含在薄膜電晶體之半導體層上，形

成含有由氮、碳及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之 (N、C、F) 層的第 1 步驟，接著，形成半導體層之第 2 步驟。

(9) 如 (8) 之製造方法，其中前述第 1 步驟，係在半導體層形成裝置之中進行處理。

(10) 如 (9) 之製造方法，其中前述第 1 步驟與前述第 2 步驟，係在同樣的半導體層形成用真空室內連續進行的。

(11) 如 (8) ~ (10) 之任一之製造方法，其中前述第 1 步驟，係包含藉由含有氮、碳及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之氣體所生成的電漿蝕刻而形成 (N、C、F) 層之步驟。

(12) 如 (8) ~ (10) 之任一之製造方法，其中前述第 1 步驟，係包含藉由含有氮、碳及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之氣體，與使用於半導體層形成之原料氣體之混合氣體所生成的電漿蝕刻而形成 (N、C、F) 層之步驟。

[發明之效果]

根據本發明，因為是可以使純鋁或鋁合金之鋁系合金膜與半導體層直接接觸之直接接觸技術，所以不僅 TFT 特性，或鋁系合金膜與半導體層之接觸電阻很優異，生產性也良好，可以提供製程極限 (process margin) 更為擴大的技術。具體而言，可以提供不易受到各種製程條件的差

異（裝置性能的差異、不安定性、未預期的污染、不易控制的污染等）的影響，此外也不需要極端嚴格的管理條件，不容易受到製程條件的限制之技術。

[供實施發明之最佳型態]

本發明係把專利文獻 4 之直接接觸技術，朝向製程極限 (process margin) 擴大的方向進而改良發展。詳言之，本發明係以專利文獻 4 所揭示之含氮層所構成的鋁與矽之相互擴散防止作用為基礎，特徵為包含在該含氮層之上，被層積把此一含氮層作為保護隔絕大氣之覆蓋層之功能之含有鋁與矽之鋁-矽擴散層之層積構造。此鋁-矽擴散層，係將 (N、C、F) 含有層、半導體層、及鋁系合金膜依序形成之後，在 TFT 之製造步驟加上約 150°C 以上之熱履歷而形成者，係藉由前述鋁系合金膜之鋁與前述半導體層之矽而構成的。

首先，說明本發明之緣起。

本案發明人，在揭示前述專利文獻 4 之後，主要由提高生產性的觀點來進一步進行探討。如前所述專利文獻 4 之直接接觸技術，係中介著含氮層而直接接觸半導體層與鋁系合金膜之構成，此含氮層被認為作為發揮可防止矽與鋁之相互擴散之障壁層之功能。為了得到前述構造，首先，在電漿 CVD 裝置（真空下）等之半導體層形成用真空室內形成半導體層及含氮層，接著，移至供使用濺鍍法等形成鋁系合金膜之專用的真空室（真空下）接著實施處

理。根據本案發明人的檢討結果，前述之移送時，含氮層的表面會接觸到大氣而過度污染，對於電氣特性有不良影響，會使 TFT 特性降低以及半導體層與鋁合金膜之接觸電阻上升，此外還會招致這些問題的混雜等問題。在此，反覆檢討避免這些問題的結果，達到了下列 (I) ~ (IV) 之構成，而完成了本發明。

(I) 本發明之製造方法，不是如專利文獻 4 那樣在含氮層上直接形成鋁系合金膜，而使如圖 5 之概略步驟圖所示，形成以含氮層為帶保之 (N、C、F) 層後，在同一真空室內接著連續在該 (N、C、F) 層上進而形成半導體層為其特徵。進行此方法之後，接著與專利文獻 4 同樣移至鋁合金膜專用真空室形成鋁系合金膜，其後以公知的方法製造 TFT，前述半導體層，藉由之後的熱履歷變化為鋁-矽擴散層 (在後述之 (II) 會詳述之)，解決了 (N、C、F) 層被污染而導致 TFT 特性的降低與接觸電阻的上升，或者這些問題的混雜等問題，結果，可以使 TFT 之半導體層與鋁系合金膜直接且確實地連接，可知可以提供具有良好電氣特性之直接接觸技術 (參照後述之實施例)。

於本發明使用半導體層，主要是考慮到成膜步驟的簡化。藉此，於 TFT 用基板之上形成半導體層 (不是變化為鋁-矽擴散層之半導體層，而是被形成於 TFT 用基板上之半導體層)、(N、C、F) 層、半導體層等一連串的步驟，全部可以在同一個真空室內連續進行，所以沒有暴露

於大氣之虞。

(II) 藉由前述方法所得到的本發明之配線構造，與專利文獻 4 之構造不同，例如圖 1A 等所示，於 (N、C、F) 層之上，具有包含鋁及矽之鋁-矽擴散層被層積之層積構造。此鋁-矽擴散層，係將 (N、C、F) 層、半導體層、及鋁系合金膜依序形成之後，在 TFT 之製造步驟加上熱履歷而形成者，大致上係藉由 150°C (較佳者為 180°C 以上) 之熱處理而使鋁系合金膜中的鋁擴散至半導體層中之矽而得者。如此得到的鋁-矽擴散層，係由鋁系合金膜之鋁與前述半導體層之矽所構成，具有保護 (N、C、F) 層不受大氣影響之覆蓋層之功能。此鋁-矽擴散層，如後述之實施例 1 以及圖 1A 所示，於 (N、C、F) 層之上直接形成亦可，但不以此為限。例如，後述之實施例 2 以及圖 2 所示，(N、C、F) 層與鋁-矽擴散層之間，亦可具有不實質含有鋁的半導體層 (實質上僅由矽所構成的半導體層)。後者之態樣，係在半導體層之矽與鋁系合金膜之鋁之相互擴散未充分進行的條件下製造時所產生者。具體而言，例如藉由在 (N、C、F) 層之上形成的半導體層之成膜條件的控制 (例如，使成膜時間增長而形成厚的半導體層)、被形成於半導體層上之鋁系合金膜之組成的調整 (例如，使用使鋁與矽之相互擴散變成不易之過渡金屬) 等而得到。

爲了參考，藉由本發明之方法所得之鋁-矽擴散層之概要顯示於圖 9。圖 9 係後述之實施例 (本實施例) 之剖

面 TEM 照片 (30 萬倍)，在半導體層 (a-Si) 與鋁系合金膜之間，連續被形成鋁 - 矽擴散層之薄層 (在此處約 10nm)。根據本實施例，對半導體層中之鋁原子的擴散可以有效抑制，所以在半導體層中未檢測出鋁原子。因而，根據本發明之方法，與專利文獻 4 同樣，確認了可以防止前述界面之鋁與矽之相互擴散。

(III) 在本發明，揭示了具有鋁與矽之相互擴散防止作用之障壁層之 (N、C、F) 層。在前述專利文獻 4，作為防止鋁與矽之相互擴散之障壁層揭示了僅含氮層而已，但根據此後之本案發明人的研究，確認了前述作用不限於含氮層，含碳以及含氟之層也可以發揮同樣的作用，更詳言之，含有由氮、碳以及氟所構成的群中選擇的至少一種元素之 (N、C、F) 層藉由實驗確認了其全部可得到與含氮層實質上相同的結果。如此般在本發明，把 (N、C、F) 層作為障壁層使用這一點，係將專利文獻 4 之技術更為發展而得者。

(IV) 本發明之技術，對於鋁系合金膜與半導體層之界面之鋁與矽之相互擴散防止技術而言極為有用，可知其不限於液晶顯示裝置等之顯示裝置，對於 LSI 或 FET 等半導體層裝置也可以適用 (參照後述之實施例)。

以下，詳細說明本發明。如前所述，本發明係專利文獻 4 之改良技術，因此層積構造之一部分或是製造方法之一部分與其重複。在本說明書，特別對於與專利文獻 4 之不同點進行重點說明，對於重複部分可能會不進行詳細的

說明（例如，含氮層之形成方法等）而僅述其概要。重複部分之詳細內容，只要參照專利文獻 4 即可。

首先，參照圖 1A~圖 1C、圖 2~圖 4 說明本發明之配線構造及其製造方法。本發明之配線構造，係於基板上，由基板側依序具備半導體層，與純鋁或鋁合金之鋁系合金膜之配線構造，於半導體層與鋁系合金膜之間，包含有由基板側起依序為含有氮、碳以及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之（N、C、F）層，及包含鋁與矽之鋁-矽擴散層之層積構造。這樣的層積構造，只要在半導體層與鋁系合金膜之間至少有被設置即可，例如，圖 1~圖 1C、以及圖 2 所示在半導體層上直接具有前述之層積構造亦可。亦即，於本發明之配線構造，亦可具有複數前述（N、C、F）層。但是，不以此為限，例如圖 3 及圖 4 所示，由基板側起依序具有半導體層、（N、C、F）層、半導體層，於其上具有前述之層積構造之實施型態亦包含於本發明之範圍。本發明並不以這些實施型態為限。又，在前述之圖以及後述之圖，替代（N、C、F）層以記載其代表層之「含氮層」，但此僅係較佳之態樣，並不意味著以含氮層為限。

接著如反覆說明的，與專利文獻 4 對比之本發明的特徵部分，係於（N、C、F）層之上具有鋁-矽擴散層。此鋁-矽擴散層亦可於（N、C、F）層之上直接（正上方）具有（參照實施例 1 及圖 1A），亦可中介著不實質含有鋁的半導體層（亦即，實質上僅由矽所構成的半導體層）

而形成（參照實施例 2 及圖 2）。任一實施型態均被包含於本發明之範圍。這樣的鋁-矽擴散層，係藉由使（N、C、F）層、半導體層及鋁系合金膜以此順序形成後，加上約 150°C 之熱履歷而得者。

以下參照圖面同時詳細說明相關於本發明之配線構造之第 1~第 5 實施型態。以下，作為本發明之層積構造被適用之顯示裝置之代表例使用 TFT 之實施型態 1~4 來說明，作為半導體層之代表例使用 MOSFET 之實施型態 5 來進行說明，但是均非以這些例示為限定。此外，半導體層之種類，亦可為非晶矽以及多晶矽之任一。

又，說明配線構造之製造步驟時，雖然反覆使用「半導體層」之用語，但因為在（N、C、F）層之上成膜之半導體層且藉由其後之熱履歷最終變化為其可以保護該（N、C、F）層不接觸大氣之鋁-矽擴散層之半導體層，與直接被形成於 TFT 用基板上之半導體層而不具有（N、C、F）層的保護作用之半導體，在作用效果上有所不同，所以為了說明上的方便，亦有將前者之可作為保護層發揮作用的半導體層稱為「第 2 半導體層」，把後者之半導體層稱為「第 1 半導體層」之場合。如後述之實施例 2 以及圖 2 所示，隨著 TFT 之製造條件不同，第 2 半導體層亦有未全部變化為鋁-矽擴散層而殘存者。

（本發明之第 1 實施型態）

相關於本發明之 TFT 之第 1 實施型態如圖 1A 所示。

圖 1A 係於 TFT 用基板之上具有第 1 半導體層，於其上直接具有 (N、C、F) 層與鋁-矽擴散層所構成的 2 層之層積構造，具有於其上直接被形成鋁系合金層的構造。圖 1A 之構造，係藉由在形成 (N、C、F) 層之後，形成第 2 半導體層，其後藉由施加約 150°C 以上之熱履歷而得，例如藉由後述之實施例 1 之方法而得。

於第 1 實施型態，構成配線構造之 (N、C、F) 層，含有氮、碳以及氟之任一之元素。此 (N、C、F) 層，因為是以幾乎覆蓋半導體層的表面全體的方式形成，所以作為防止鋁系合金與半導體層之界面之鋁與矽之相互擴散之障壁而有效作用。較佳者為含氮層。詳言之，構成前述層之氮、碳、氟係與半導體層之矽結合，主要含有矽之氮化物、矽之碳化物、矽之氟化物。除了這些以外，也可能包含含有氧之矽之氧氮化物之化合物。矽之氧氮化物等，例如係與在含氮層之形成過程等無可避免地被導入之氧 (O) 結合而得的。

此處，包含於 (N、C、F) 層的氮原子、碳原子、氟原子之面密度之合計，最好是與半導體層材料 (代表性者為矽) 之有效鍵結面密度相同，或是具有比該有效鍵結的面密度更高的面密度。如專利文獻 4 所詳述的，為了防止金屬配線材料與半導體材料之相互擴散，有必要將半導體層之表面以含氮層等 (N、C、F) 層覆蓋。在此場合，存在於半導體層表面之未鍵結電子對 (dangling bond) 最好是與構成前述層之各元素結合。所謂「有效鍵結」意味著

考慮到氮原子、碳原子或氟原子之立體障礙之後，可以配置於半導體層表面之結合電子對，「有效鍵結之面密度」意味著以 (N、C、F) 層覆蓋半導體層的表面全體時之面密度。有效鍵結之面密度，隨著半導體材料的種類等而不同，例如矽的場合，隨著結晶的面方位有若干不同，大致上在 $10^{14}\text{cm}^{-2} \sim 2 \times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ 之範圍內。

具體而言，例如含氮層主要含有矽之氮化物的場合，以及主要含有矽之氮化物進而含有矽的氧氮化物的場合，都是最好含氮層的氮，於與半導體層接觸的界面具有 10^{14}cm^{-2} 以上 $2 \times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ 以下之面密度 (N1) 較佳。爲了確保所要的 TFT 特性，含氮層的氮之面密度的下限以 $2 \times 10^{14}\text{cm}^{-2}$ 較佳，進而以 $4 \times 10^{14}\text{cm}^{-2}$ 更佳。同樣地含碳層之碳，於與半導體層接觸之界面以具有 10^{14}cm^{-2} 以上 $2 \times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ 以下之面密度 (C1) 較佳，以 $2 \times 10^{14}\text{cm}^{-2}$ 以上更佳， $4 \times 10^{14}\text{cm}^{-2}$ 以上又更佳。同樣地含氟層之氟也與前述同樣，於與半導體層接觸之界面以具有 10^{14}cm^{-2} 以上 $2 \times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ 以下之面密度 (F1) 較佳，以 $2 \times 10^{14}\text{cm}^{-2}$ 以上更佳， $4 \times 10^{14}\text{cm}^{-2}$ 以上又更佳。

(N、C、F) 層，只要具有一層以上至少包含矽-氮結合、矽-碳結合、矽-氧結合之層即可。此處，矽-氮結合之矽與氮之距離 (原子間隔) 約 0.18nm，含氮層實質上以 0.2nm 以上較佳，0.3nm 以上尤佳。但是，含氮層的氮之面密度 (N1) 太高的話，含氮層所包含的絕緣性之矽的氮化物變多，電阻上升，TFT 性能會劣化。含氮層之

氮的面密度之上限以 $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ 更佳。由相同的觀點來看，矽-碳結合之矽與碳之距離（原子間隔）約 0.19nm ，含碳層實質上以 0.2nm 以上較佳， 0.3nm 以上尤佳。此外，含碳層之碳的面密度之上限以 $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ 更佳。由相同的觀點來看，矽-氟結合之矽與氟之距離（原子間隔）約 0.16nm ，含氟層實質上以 0.18nm 以上較佳， 0.25nm 以上尤佳。此外，含氟層之氟的面密度之上限以 $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ 更佳。

又，（N、C、F）層，如矽的氧氮化物等那樣包含含氧化合物的場合（例如，除了矽之氮化物以外進而含有矽之氧化物的場合），構成前述層之各元素之面密度的合計滿足前述要件，同時各元素之面密度（N1、C1、F1）與氧之面密度（O1）之比的合計 $[(N1+C1+F1)/O1]$ 以 1.0 以上較佳，藉此可以更進一步提高 TFT 特性。矽之氮化物等含氮化合物，或矽之氧氮化物等之含氧化合物，原本是絕緣物，但是（N、C、F）層之後度，如受述般，大致在 0.18nm 以上 5nm 以下非常地薄，所以可把電阻抑制為很低之值。

根據本案發明人的實驗結果，辨明了 TFT 特性隨著 $[(N1+C1+F1)/O1]$ 之比而受到影響，爲了得到更優異的 TFT 特性，只要使 $[(N1+C1+F1)/O1]$ 之比大於 1.0 以上即可。這應該是 $[(N1+C1+F1)/O1]$ 之比越大，（N、C、F）層中的電阻成分就變得越少，所以可得到良好的電晶體特性。 $[(N1+C1+F1)/O1]$ 之比越大，例如在 1.05 以上的話更

佳，以 1.1 以上更佳。

$[(N1+C1+F1)/O1]$ 之比，例如在使用電漿氮化法形成含氮層時，可以藉由適當控制電漿的氣體壓力或氣體組成、處理溫度等電漿產生條件而進行調節。

前述之 (N、C、F) 層之氮的面密度 (N1)、碳之面密度 (C1)、氟之面密度 (F1)、氧之面密度 (O1) 例如可以使用 RBS (Rutherford Backscattering Spectrometry, 拉塞福後方散射分光) 法來算出。

(N、C、F) 層的厚度，大致在 0.18nm 以上 5nm 以下之範圍內較佳。如前所述，(N、C、F) 層，作為供防止鋁系合金層與半導體層之界面之鋁與矽之相互擴散之障壁層是有用的，但是 (N、C、F) 層容易變成絕緣體，所以太厚的話電阻會極度變高，而且 TFT 性能也會劣化。藉由把 (N、C、F) 層的厚度控制於前述範圍內，可以使 (N、C、F) 層之形成所導致的電阻上升，抑制於不會對 TFT 性能造成不良影響的範圍內。(N、C、F) 層的厚度，大致在 3nm 以下較佳，2nm 以下更佳，1nm 以下又更佳。(N、C、F) 層的厚度，可以藉由種種物理分析手法來求得，例如除了前述 RBS 法以外，還可以利用 XPS (X 線電子分光分析) 法、SIMS (二次離子質量分析) 法、GD-OES (高頻電暈放電發光分光分析) 法等。

構成 (N、C、F) 層的各元素的原子數與矽原子數之比之最大值，以在 0.5 以上 1.5 以下之範圍內較佳。藉此，TFT 特性不會劣化，可以使 (N、C、F) 層導致之障

壁作用有效地發揮。前述比之最大值最好為 0.6 以上，較佳者為 0.7 以上。前述之比，例如可以在電漿照射時間從大約 5 秒鐘至 10 分鐘的範圍內進行控制而調節之。前述之比，可以藉由 RBS 法分析 (N、C、F) 層的深度方向之元素 (N、C、F 以及矽) 而算出。

爲了形成前述之 (N、C、F) 層，只要在形成半導體層後，將氮、碳、氟之至少任一對半導體表面供給即可。具體而言，可以利用含有這些之任一之電漿而形成前述之層。或者是，如專利文獻 4 所記載的，使用熱氮化法或氨基化法形成含氮層亦可。熱氮化法或氨基化法之詳細內容，只要參照專利文獻 4 即可。

以下，針對利用電漿的方法詳細說明。電漿可以使用含有氮、碳、氟之至少任一之氣體。作爲可以利用的氣體，可以舉出 N_2 、 NH_3 、 N_2O 、 NO 等含氮氣體； NF_3 等含氮/氟氣體； CO 、 CO_2 、碳氫系氣體 (例如 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等) 等之含碳氣體；碳化氟系氣體 (例如 CF_4 、 C_4F_8 等)、 CHF_3 等之含碳/氟氣體等。這些氣體可以單獨或者作爲混合氣體利用。

此外，作爲由含有前述氣體之電漿源將氮、碳、氟之至少任一供給至半導體層表面之方法，例如可以舉出在電漿源的附近設置半導體層而進行之方法。此處，電漿源與半導體層之距離，只要因應於電漿種、電漿產生的電力、壓力、溫度等各種參數而適當設定即可，一般而言可以利用由接觸於電漿的狀態至數 $cm \sim 10cm$ 之距離。如此般在

電漿附近，具有高能量的原子存在著，藉由此高能量而對半導體層表面供給氮、碳、氟等，可以在半導體表面形成氮化物、碳化物、氟化物等。

除了前述方法以外，例如利用離子注入法亦可。根據此方法，藉由電場使離子加速而可以長距離移動，所以電漿源與半導體層之距離可以任意設定。此方法，可以藉由使用專用的離子注入裝置而實現，但最好使用電漿離子注入法。電漿離子注入法，係對設置於電漿附近的半導體層施加負的高電壓脈衝而使離子注入均勻地進行之技術。

形成（N、C、F）層時，由製造步驟的簡化獲處理時間的縮短等觀點來看，前述層之形成所用的裝置或真空室、溫度或氣體組成，以如下述般地進行控制較佳。

首先，裝置爲了要使製造步驟簡化，最好使用與半導體層形成裝置相同的裝置來進行較佳，使用同一裝置之同一真空室來進行更佳。藉此，在裝置間或裝置內，處理對象之工件沒有必要進行多餘的移動。關於溫度，以與半導體層之成膜溫度實質相同的溫度（可包含約 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 之範圍）來進行較佳，藉此，可以節省伴隨著溫度變動之調節時間。

此外，關於氣體組成，（I）使用含有由氮、碳、及氟所構成的群中選擇的至少一種元素之氣體（前述含氮氣體、含碳氣體、含氟氣體等）形成（N、C、F）層亦可，或者（II）使用含有由氮、碳、及氟所構成的群中選擇的至少一種元素之氣體，與使用於半導體層形成之原料氣體

之混合氣體形成 (N、C、F) 層亦可，或者 (III) 使用含有由氮、碳、及氟所構成的群中選擇的至少一種元素之氣體，與還原性氣體之混合氣體形成 (N、C、F) 層亦可。例如，形成含氮層的場合，以如前述 (I) 那樣僅使用至少含有氮的含氮氣體 (N₂、NH₃、NF₃ 等) 來進行亦可，或者如前述 (II) 那樣，使用含氮氣體，與使用於半導體層形成之原料氣體 (SiH₄) 之混合氣體較佳。僅使用含氮氣體形成含氮層的話，半導體層之形成後，爲了破壞真空 (沖洗，purge) 真空室內，有必要將使用的半導體層形成用氣體全部先暫時排除，但是如前所述在混合氣體的條件下進行的話，沒有必要排除氣體，所以可以縮短處理時間。

於前述 (II)，含有由碳、氮、及氟所構成的群中選擇之至少一種元素之氣體 (以下簡稱爲「(N、C、F) 氣體」，特別是會簡稱爲含氮氣體)，及使用於半導體層形成之原料氣體 (以下簡稱爲「半導體原料氣體」) 之流量比 ((N、C、F) 氣體 / 半導體原料氣體)，較佳者爲控制在 0.1 以上 15 以下，藉此，除了有效發揮前述處理時間短縮的效果，而且可以防止 TFT 特性 (打開電流，關閉電流) 之降低或接觸電阻的上升。(N、C、F) 氣體太少的話無法有效發揮鋁-矽之相互擴散防止效果，相反地 (N、C、F) 氣體太多的話該薄膜層內的結合變得安定。(N、C、F) 氣體 / 半導體原料氣體) 之更佳的流量比，爲 0.3 以上 10 以下，更佳之流量比爲 0.5 以上 7

102年4月26日修正 正替換頁

以下。

或者是，氣體組成，如前述（III）那樣，為前述之含氮氣體與含有還原性元素之氣體之混合氣體較佳，藉此，半導體層之氧化可更進一步有效抑制。作為還原性元素例如可以舉出 NH_3 或 H_2 等。其中， NH_3 不僅具有還原作用亦作為含氮氣體而發揮作用，所以亦可單獨使用，亦可與 H_2 混合使用。

其次，說明使用於本發明之鋁系合金。鋁系合金，例如藉由濺鍍法形成即可。在本發明，可以使用單一之濺鍍靶以及單一之濺鍍氣體來形成。

使用於本發明之鋁系合金之種類沒有特別限定，只要對 TFT 特性等電氣特性不會造成不良影響的，可以使用通常作為源極/汲極配線等配線材料使用者，例如純鋁、或作為合金成分，例如含有矽、銅、稀土類元素（作為代表性者如 Nd 或 Y 等）之鋁合金等，從前汎用的鋁材料。

此外，在本發明，如專利文獻 4 所記載的，使鎳最好在 6 原子百分比以下（更佳者為 5 原子百分比以下）之範圍之鋁-鎳合金：鋁-鎳合金中進而含有以下記載之第三成份（屬於 X1 群或 X2 群之元素）之鋁-鎳-X1 合金/鋁-鎳-X2 合金/鋁-鎳-X1-X2 合金亦可。使用後者之鋁-鎳-X1 合金等的場合，鎳的下限為 0.05 原子百分比（較佳者為 0.1 原子百分比）較佳。此處，「X1 群」係由 Ti, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, 及 W 所構成的群中選擇之至少一種元素，較佳者為包含 0.1 原子百分比以上 1.0 原子百分比

以下之範圍內，更佳者為包含 0.2 原子百分比以上 0.8 原子百分比以下之範圍內。這些元素可以單獨添加，也可以併用 2 種以上。添加 2 種以上元素時，各元素的合計含量只要以滿足前述範圍即可。此外，「X2 群」係由 Mg, Cr, Mn, Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, La, Gd, Tb, Dy, Nd, Y, Co, 及 Fe 所構成的群中選擇之至少一種元素，較佳者為包含 0.1 原子百分比以上 2.0 原子百分比以下之範圍內，更佳者亦可包含 0.3 原子百分比以上 1.8 原子百分比以下之範圍內。這些元素可以單獨添加，也可以併用 2 種以上。添加 2 種以上元素時，各元素的合計含量只要以滿足前述範圍即可。在本發明，包含屬於 X1 群與 X2 群之元素雙方的 Al-Ni-X1-X2 合金。

如此般，屬於前述 X1 群、X2 群的元素，任一均由耐熱性與 Al-Ni-X1 合金薄膜 / Al-Ni-X2 合金薄膜之電阻率的觀點來選擇者，對耐熱性之機制，在所述 X1 群與 X2 群之間，有若干不同。亦即，屬於 X1 群的元素，與屬於前述 X2 群的元素相比，金屬間化合物的析出較慢但是提高耐熱性的效果更高，因而添加量相對抑制為較少即可得到充分的耐熱性改善效果。

作為使用於本發明之鋁系合金，除了前述以外，亦可含有由 Ni, Ag, Zn, Co 之 X3 群所選擇之至少一種，與可以與前述 X3 形成金屬間化合物的 X4 群 (Cu, Ge, Si, Mg, In, Sn, B) 所選擇之至少一種。此鋁系合金，形成最大直徑 150nm 以下之 X3-X4 或者 Al-X3-X4 所

示之金屬間化合物。較佳者為 Al-(Ni,Co)-(Cu、Ge)合金。進而，前述鋁系合金，亦可含有由 La,Nd,Gd,Dy 之 X5 群所選擇之至少 1 種以上提高耐熱性之元素。

前述鋁系合金層的厚度，可以因應必要的 TFT 特性而適當調整，大致上以 10nm~1 μ m 較佳，更佳者為 30nm~800nm，更佳者為 50nm~600nm。

此外，鋁-矽擴散層的厚度，與前述同樣，可以因應於必要的 TFT 特性而適當調整，大致上在 0.2nm 以上 200nm 以下之範圍內較佳。詳言之，只要比相當於鋁-矽原子 1 層份的厚度（約 0.2nm 程度）更厚的話即可，由 TFT 製造的觀點來看以儘可能越薄越好的要旨，將其上限設為約 200nm 程度。

使用於本發明之半導體層，最好是非晶矽或多晶矽。又，半導體層含有 P、As、Sb、B 等半導體領域汎用的不純物（摻雜物）的場合，其原子濃度合計在 10^{19}cm^{-3} 以上較佳，藉此，可以使接觸電阻更為減低。此外，前述原子濃度約為 10^{15}cm^{-3} 以下而不含摻雜物的場合，也不會大幅增加接觸電阻，可以得到良好的 TFT 特性。在此場合，因為不使用摻雜氣體，所以可得到節省成本或製造步驟之優點。

前述半導體層之較佳的厚度，係幾乎相當於矽原子層之 0.2nm~1 μ m。更佳之半導體層的厚度為 0.5nm~500nm，更佳者為 1nm~300nm。

以上，針對圖 1A 之實施型態進行了詳細說明。

又，圖 1A 之實施型態，藉由被形成於 TFT 用基板上的第 1 半導體層之構成可以包含圖 1B 及圖 1C 之雙方。其中圖 1B 之第 1 半導體層，由基板側起，依序由不含有 P、As、Sb、B 等不純物之未摻雜非晶矽膜 (a-Si-H)、與含有前述不純物之摻雜的低電阻之非晶矽膜 ($n^+a\text{-Si-H}$) 所構成，例如可藉由後述之實施例 1 之方法而得到。另一方面，圖 1C 之第 1 半導體層，不含有低電阻非晶矽膜 ($n^+a\text{-Si-H}$)，僅由未摻雜非晶矽膜 (a-Si-H) 所構成。如圖 1C 所示，即使在不具有低電阻非晶矽膜 ($n^+a\text{-Si-H}$) 之第 1 半導體層上直接依序形成含氮層、第 2 半導體層、鋁系合金層，亦可得到所要的鋁-矽擴散層亦已藉由實驗確認了 (參照後述之實施例)。根據本發明之方法的話，從不需要特地形成摻雜磷等不純物之低電阻的非晶矽膜 ($n^+a\text{-Si-H}$) 亦可這一點，具有可以使成膜步驟簡化的優點。

又，雖未圖示，但被形成於含氮層上的第 2 半導體層，如後述之實施例 1 所示，亦可僅由含有磷等不純物之低電阻非晶矽膜來構成，或者亦可由未摻雜非晶矽膜與前述之低電阻非晶矽膜所構成，任一態樣均可包含。低電阻非晶矽膜，例如以 SiH_4 、 PH_3 為原料藉由進行電漿 CVD 而形成。

(本發明之第 2 實施型態)

相關於本發明之 TFT 的第 2 實施型態，係前述之第 1

實施型態之鋁-矽擴散層之變形例，係如圖 2 所示具有 3 層層積構造之例。詳言之，爲了以鋁與矽之相互擴散不進行到含氮層之條件來製造 TFT，而具有由實質上不含鋁之第 2 半導體層（亦即，實質上僅由矽所構成的半導體層）、（N、C、F）層、與鋁-矽擴散層所構成之 3 層層積構造，這樣的型態也包含於本發明的範圍。此處，所謂「實質上不含鋁」，意味著藉由後述之測定方法進行鋁之元素分析時，鋁的濃度大致在 0.01 原子百分比以下。

圖 2 之構造，例如可藉由後述之實施例 2 的方法而得到。在實施例 2，爲了得到前述 3 層構造，在（N、C、F）層之上形成第 2 半導體層之時間拉長而使該第 2 半導體層之厚度增加，但該第 2 半導體層的厚度，只要以對半導體層之鋁原子的擴散距離之關係來控制成比鋁原子的擴散距離更厚的範圍即可。得到前述 3 層構造的方法不以此爲限，例如使用含有 Ta、Nb、Hf、Ti、V 等過渡金屬之鋁系合金亦可，藉此，鋁與矽之相互擴散被抑制。又，其他條件、特性等，與前述第 1 實施型態所記載者相同。

（本發明之第 3 實施型態）

相關於本發明之 TFT 之第 3 實施型態，係構成前述第 1 實施型態之 2 層層積構造的含氮層，與 TFT 用基板之間，具有第 1 半導體層、（N、C、F）層、第 1 半導體層之例。詳言之，如圖 3 所示，於 TFT 用基板之上具有第 1 半導體層，（N、C、F）層、第 1 半導體層，於其上

直接具有由 (N、C、F) 層與鋁-矽擴散層所構成的 2 層之層積構造，於其上直接具有被形成鋁系合金層的構造。圖 3 之構造，例如可藉由後述之實施例 3 的方法而得到。又，其他條件、特性等，與前述第 1 實施型態所記載者相同。

(本發明之第 4 實施型態)

相關於本發明之 TFT 之第 4 實施型態，係構成前述第 2 實施型態之 3 層層積構造的含氮層，與 TFT 用基板之間，具有第 1 半導體層、(N、C、F) 層、第 1 半導體層之例。詳言之，如圖 4 所示，於 TFT 用基板之上具有第 1 半導體層，(N、C、F) 層、第 1 半導體層，於其上直接具有由實質上不含有鋁的第 2 半導體層與 (N、C、F) 層與鋁-矽擴散層所構成的 3 層之層積構造，於其上直接具有被形成鋁系合金層的構造。圖 4 之構造，例如可藉由後述之實施例 4 的方法而得到。又，其他條件、特性等，與前述第 1 實施型態所記載者相同。

(本發明之第 5 實施型態)

相關於本發明之 MOSFET 之第 1 實施型態如圖 5 所示。圖 5 係於單晶矽之上直接具有由 (N、C、F) 層與鋁-矽擴散層所構成的 2 層之層積構造，於其上直接具有被形成鋁系合金層的構造。這樣的構造藉由圖 8 所示之步驟而被形成。亦即，藉由離子注入法等把 (N、C、F) 氣

體打入單晶矽基板中。此時，被注入的（N、C、F）氣體以某種深度（稱為「飛程」）為中心呈現幾乎高斯分佈之深度方向分佈。被注入的（N、C、F）氣體之損傷導致矽之一部分非晶化。接著藉由濺鍍與電鍍形成鋁系合金膜，其後藉由施加退火等熱處理而形成鋁系合金層/鋁-矽擴散層/（N、C、F）層/單晶矽之構造。圖 5 之構造，例如可藉由後述之實施例 5 的方法而得到。又，其他條件、特性等，與前述第 1 實施型態所記載者相同。

前述之實施型態，具有與前述之 TFT 之第 1 實施型態相同的配線構造。MOSFET 之實施型態不限於前述，例如，可以採用與前述之 TFT 之第 2～第 4 實施型態實質同樣的構造。

[實施例]

以下，舉出實施例更具體說明本發明，但本發明並不受限於以下之實施例，在適合下述的要旨之範圍加上變更而實施，這些也都包含於本發明的技術範圍。

以下之實施例 1～14、比較例 1 以及從前例等，爲了要簡易測定 TFT 特性，對依照圖 6 之各步驟圖來製作之圖 61 之 TFT，在 300℃進行了 30 分鐘的退火。此退火條件，在 TFT 基板之製造步驟，係假設而設定在熱履歷爲最大之矽之氮化膜（保護膜）之成膜步驟的加熱處理者。供本實施例之 TFT 並不是現實的 TFT 基板那樣被施以種種成膜步驟而完成者，但是進行了前述退火之 TFT，可以

認為幾乎反映了實際的 TFT 基板之 TFT 特性。

(實施例 1)

實施例 1，係具有前述之實施型態 1 之配線構造（參照圖 1A）之實施例，構成源極/汲極電極之配線材料使用了鋁-0.6 原子百分比之鎳-0.5 原子百分比之銅-0.3 原子百分比之鏷。

參照圖 6 之各步驟圖同時說明實施例 1 之製造方法。

首先，於玻璃基板上，以濺鍍法形成膜厚 200nm 程度的鋁合金薄膜（Al-2.0 原子百分比之 Nd）（圖 6a）。濺鍍之成膜溫度為室溫。於此鋁合金薄膜上藉由光蝕刻將光阻圖案化（圖 6b）後，以光阻為遮罩藉由蝕刻鋁合金薄膜，形成閘極電極（圖 6c）。

接著，藉由電漿 CVD 法，形成膜厚約 200nm 的氮化矽膜（SiN），作為閘極絕緣膜（圖 6d）。電漿 CVD 法之成膜溫度為約 350°C。進而，使用電漿 CVD 法，依序形成膜厚約 200nm 的未摻雜非晶矽膜[a-Si(i)]、以及膜厚約 40nm 的摻雜不純物（P）之低電阻非晶矽膜[a-Si(n)]（圖 6e、6f）。此低電阻非晶矽膜[a-Si(n)]，例如以 SiH₄、PH₃ 為原料藉由進行電漿 CVD 而形成。

接著，在同一電漿 CVD 裝置之同一真空室內，僅供給氮氣氣體使產生電漿，以氮電漿將前述低電阻非晶矽膜的表面處理 30 秒鐘，形成含氮層（圖 6g）。對此電漿施加之高頻（RF）功率密度約為 0.3W/cm²，成膜溫度為 20

°C，氣體壓力為 133Pa。以 RBS 法及 XPS 法分析表面的結果，確認了形成厚度約 5nm 的含氮層。

其後，不由 CVD 裝置取出而連續摻雜不純物 (P) 再度形成低電阻非晶矽膜 [a-Si(n)]。此時，低電阻非晶矽膜的膜厚為約 10nm (圖 6h)。

接著，於其上，使用濺鍍法形成膜厚約 300nm 的鋁系合金膜 (鋁 -0.6 原子百分比之鎳 -0.5 原子百分比之銅 -0.3 原子百分比之鏽) (圖 6i)。濺鍍之成膜溫度為室溫。其次，藉由光蝕刻圖案化光阻後，藉由以光阻為遮罩蝕刻前述鋁系合金膜，形成圖 6j 所示的模樣之源極電極與汲極電極。進而，以源極電極與汲極電極為遮罩，藉由乾蝕刻將低電阻之非晶矽膜 [a-Si(n)] 全部除去，形成在含氮層與鋁系合金膜之間具有鋁-矽擴散層之 TFT (圖 6k、6l)。鋁-矽擴散層之厚度約 10nm。

(TFT 特性的評估)

使用前述 TFT，調查 TFT 之汲極電流-閘極電壓之開關特性。藉此，也可以間接評估矽與鋁之相互擴散。在此，以如下之方式測定 TFT 之開關之關閉時流動的洩漏電流 (對閘極電壓施加負電壓時之汲極電流值、關閉電流)、與 TFT 之開關之打開時流動的打開電流。

使用閘極長 (L) 10 μ m、閘極寬幅 (W) 100 μ m，W/L 之比為 10 之 TFT，測定其汲極電流及閘極電壓。測定時之汲極電壓為 10V。關閉電流定義為施加閘極電壓 (-3V

) 時之電流，打開電流定義為閘極電壓成爲 20V 時之電流。

詳言之，對實施例 1 之 TFT，在 300°C 進行 30 分鐘的退火之後，測定關閉電流及打開電流的結果，關閉電流爲 3.4×10^{-13} A，打開電流爲 1.7×10^{-6} A。爲了比較，使用由純鋁之薄膜與鉬之障壁金屬層所構成的從前例之源極-汲極電極與前述同樣製作 TFT，測定 TFT 特性。結果，從前例之關閉電流爲 4.0×10^{-13} A，打開電流爲 1.6×10^{-6} A。這些結果顯示於表 1。

藉由以上的結果，實施例 1 之 TFT，可以得到與中介著障壁金屬之從前例之 TFT 同程度之優異的 TFT 特性，顯示了非晶矽與鋁系合金膜 1 之相互擴散未發生。

(矽與鋁之相互擴散之評估)

退火後之非晶矽與鋁系合金膜之界面進行剖面 TEM 觀察 (倍率 30 萬倍)，評估矽與鋁之相互擴散之舉動。前述界面之剖面 TEM 像顯示於圖 9。如圖 9 所示，藉由 300°C 之熱處理鋁擴散至存在於其下的低電阻非晶矽膜中形成鋁-矽擴散層，於與鋁系合金膜之間觀察到明顯的界面層。因而，根據實施例 1，確認了在非晶矽膜上被形成由含氮層與鋁-矽擴散層所構成的層積構造。進而，以 EDX 法進行半定量分析的結果，在低電阻非晶矽膜中幾乎未檢測出鋁元素，可知鋁之擴散爲低電阻非晶矽膜之上層所阻止。

(接觸電阻的測定)

供調查鋁系合金膜與半導體層 (非晶矽) 之接觸電阻，依照圖 10 之各步驟圖藉由 TLM 法 (Transfer Length Method) 形成 TLM 元件。

首先，使用圖 10 說明 TLM 元件之製作方法，接著使用圖 11 及圖 12 說明 TLM 法之測定原理。

首先，於玻璃基板上，藉由電漿 CVD 法，形成膜厚約 200nm 之摻雜不純物 (P) 之低電阻的非晶矽膜 1。接著，在同一電漿 CVD 裝置內，僅供給氮氣氣體使產生電漿，以氮電漿將低電阻非晶矽膜 1 的表面處理 30 秒鐘，形成含氮層 (圖 10a)。對此電漿施加之高頻 (RF) 功率密度約為 0.3 W/cm^2 。

其後，不由 CVD 裝置取出而連續形成再度摻雜不純物 (P) 形成低電阻之非晶矽膜 2 (圖 10a)。低電阻之非晶矽膜 2 的膜厚為 10nm。於其上形成膜厚約 300nm 的鋁系合金膜 (鋁 -0.6 原子百分比之鎳 -0.5 原子百分比之銅 -0.3 原子百分比之鏷) (圖 10b)。藉由光蝕刻圖案化光阻後 (圖 10c)，藉由以光阻為遮罩蝕刻鋁系合金膜，形成圖 10d 所示的模樣之複數電極。此處，使各電極間之距離進行種種改變。進而，再度進行乾蝕刻，藉由光蝕刻將光阻圖案化。此時，如圖 10e 所示之模樣將所有的電極圖案以光阻覆蓋。將此做為遮罩除去電極圖案之外周部之低電阻非晶矽膜 (圖 10f)。最後在 300°C 進行 30 分鐘的熱處

理，形成鋁-矽擴散層（圖 10g）。

其次，參照圖 11 及圖 12 說明根據 TLM 法之接觸電阻的測定原理。圖 12(a)係模式顯示前述之圖 10g 的配線構造之剖面圖，圖 12(b)係圖 10g 之俯視圖。在圖 12(a)省略鋁-矽擴散層。

首先，於前述之圖 10g 的配線構造，測定複數電極間之電流電壓特性，求出各電極間之電阻值。如此得到之各電極間之電阻值為縱軸，電極間距離（移轉長、L）為橫軸繪圖可得圖 11。於圖 11，y 切片之值相當於接觸電阻 R_c 之 2 倍之值（ $2R_c$ ），x 切片之值，相當於實效之接觸長（ L_T :transfer length、移轉長）。由以上，接觸電阻率 ρ_c 以下式表示。

$$\rho_c = R_c * L_T * Z$$

前式中，Z 如圖 12(b)所示顯示電極寬幅。

這些結果顯示於表 1。由表 1 可知實施例 1 之 TFT 具有良好的接觸電阻。

（半導體層與鋁系合金膜之界面的元素面密度之測定）

針對實施例 1 以及從前例，使用神戶製鋼所高分解能 RBS 分析裝置「HRSB500」測定氮原子之面密度（N1）以及氧原子之面密度（O1）。結果，相對於從前例之氮原子面密度（N1）在檢出界限以下，氧原子面密度（O1）為 $4.1 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ ，實施例 1 之氮原子面密度（1）為

$6.3 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ ，而氧原子面密度 (O1) 在檢測界限以下，確認了具有良好的 TFT 特性。

(實施例 2)

實施例 2，係具有前述之實施型態 2 之配線構造 (參照圖 2) 之實施例，構成源極 / 汲極電極之配線材料與實施例 1 同樣使用了鋁 -0.6 原子百分比之鎳 -0.5 原子百分比之銅 -0.3 原子百分比之鍍。

於前述之實施例 1，除了使圖 6h 之低電阻非晶矽膜的膜厚為 200nm 以外與實施例 1 同樣地製作了實施例 2 之 TFT。含氮層之厚度與實施例 1 同樣約 5nm。

對於如此得到之實施例 2 之 TFT，與實施例 1 同樣在 300°C 施以 30 分鐘退火，進行退火後之非晶矽與鋁系合金之界面的剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析。結果，鋁元素擴散至非晶矽膜的上層約 80~100nm 為止 (亦即，鋁 - 矽擴散層的厚度約 80~100nm)，但比其更深的區域擴散的鋁原子極少，幾乎比 100nm 更深之處判斷其維持著初期的非晶矽膜的狀態 (未圖示)。

此外，與實施例 1 同樣進行而測定實施例 2 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $3.8 \times 10^{-13} \text{A}$ ，打開電流為 $1.7 \times 10^{-6} \text{A}$ (參照表 1)。因而，可知實施例 2 之 TFT，可以得到與比較例 1 之 TFT 同等良好的 TFT 特性。

進而，為了調查實施例 2 之接觸電阻，於前述之實施例 1 除了形成低電阻非晶矽膜 200nm 以外與實施例 1 同

樣進行而測定接觸電阻。其結果顯示於表 1，可知實施例 2 之 TFT 具有良好的接觸電阻。

(實施例 3)

實施例 3，係具有前述之實施型態 3 之配線構造（參照圖 3）之實施例，構成源極/汲極電極之配線材料與實施例 1 同樣使用了鋁-0.6 原子百分比之鎳-0.5 原子百分比之銅-0.3 原子百分比之鏷。

於前述之實施例 1，形成圖 6h 之低電阻非晶矽膜之後，不由 CVD 裝置取出而連續再度以氮電漿處理 30 秒鐘，追加形成摻雜不純物（P）之低電阻非晶矽膜 10nm 之步驟以外，與實施例 1 同樣進行而製作實施例 3 之 TFT。含氮層之厚度與實施例 1 同樣約 5nm。

對於如此得到之實施例 3 之 TFT，與實施例 1 同樣在 300°C 施以 30 分鐘退火，進行退火後之非晶矽與鋁系合金之界面的剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析。結果，鋁元素在非晶矽膜中幾乎未被檢測出，可知與實施例 1 同樣，鋁之擴散為非晶矽膜之上層所阻止（未圖示）。又，鋁-矽擴散層之厚度約 10nm。

此外，與實施例 1 同樣進行而測定實施例 3 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 3.2×10^{-13} A，打開電流為 1.7×10^{-6} A。因而，可知實施例 3 之 TFT，可以得到與比較例 1 之 TFT 同等良好的 TFT 特性。

進而，於前述之實施例 1，除了形成低電阻非晶矽膜

10nm 後再度進行氮電漿處理，形成低電阻非晶矽膜 10nm 以外與實施例 1 同樣進行而測定接觸電阻。其結果顯示於表 1，確認實施例 3 之 TFT 具有良好的接觸電阻。

(實施例 4)

實施例 4，係具有前述之實施型態 4 之配線構造（參照圖 4）之實施例，構成源極/汲極電極之配線材料與實施例 1 同樣使用了鋁 -0.6 原子百分比之鎳 -0.5 原子百分比之銅 -0.3 原子百分比之鏷。

於前述之實施例 1，形成圖 6h 之低電阻非晶矽膜之後，不由 CVD 裝置取出而連續再度以氮電漿處理 30 秒鐘，追加形成摻雜不純物（P）之低電阻非晶矽膜 200nm 之步驟以外，與實施例 1 同樣進行而製作實施例 4 之 TFT。含氮層之厚度與實施例 1 同樣約 5nm。

對於如此得到之實施例 4 之 TFT，與實施例 1 同樣在 300°C 施以 30 分鐘退火，進行退火後之非晶矽與鋁系合金之界面的剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析。結果，鋁元素擴散至非晶矽膜的上層約 80~100nm 為止（亦即，鋁-矽擴散層的厚度約 80~100nm），擴散至比幾乎 100nm 更深的區域擴散的鋁原子極少，幾乎比 100nm 更深之處被判斷其維持著初期的非晶矽膜 3 的狀態（未圖示）。

此外，與實施例 1 同樣進行而測定實施例 4 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $3.3 \times 10^{-13} \text{A}$ ，打開電流為 $1.6 \times 10^{-6} \text{A}$ （參照表 1）。因而，可知實施例 4 之

TFT，可以得到與從前例之 TFT 同等良好的 TFT 特性。

進而，於前述之實施例 1，除了接著低電阻非晶矽膜 10nm 再度進行氮電漿處理，形成低電阻非晶矽膜 200nm 與鋁系合金膜 300nm 以外與實施例 1 同樣進行而測定接觸電阻。結果顯示於表 1。如表 1 所示實施例 4 之 TFT 具有良好的接觸電阻。

(實施例 5)

實施例 5，係具有前述之實施型態 5 之配線構造（參照圖 7）之實施例，構成源極/汲極電極之配線材料與實施例 1 同樣使用了鋁 -0.6 原子百分比之鎳 -0.5 原子百分比之銅 -0.3 原子百分比之鏷。

於前述之實施例 1，形成圖 6e 所示之未摻雜非晶矽膜後，不由 CVD 裝置取出而連續再度以氮電漿進行 30 秒鐘的處理。接著，不由 CVD 裝置取出而連續摻雜不純物 (P) 形成低電阻非晶矽膜 [a-Si(n)]。此時，低電阻非晶矽膜的膜厚為約 10nm。以後，與實施例 1 同樣製作實施例 5 之 TFT。含氮層之厚度與實施例 1 同樣約 5nm。

對於如此得到之實施例 5 之 TFT，與實施例 1 同樣在 300°C 施以 30 分鐘退火，進行退火後之未摻雜非晶矽與鋁系合金之界面的剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析。結果，鋁元素在未摻雜非晶矽膜中幾乎未被檢測出，可知與實施例 1 同樣，鋁之擴散為未摻雜非晶矽膜之上層所阻止（未圖示）。又，鋁-矽擴散層之厚度約 10nm。

此外，與實施例 1 同樣進行而測定實施例 5 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $3.3 \times 10^{-13} \text{ A}$ ，打開電流為 $1.6 \times 10^{-6} \text{ A}$ （參照表 1）。因而，可知實施例 5 之 TFT，可以得到與從前例之 TFT 同等良好的 TFT 特性。

（實施例 6）

實施例 6，係具有前述之實施型態 1 之配線構造（參照圖 1A）之實施例，於前述之實施例 1，構成源極/汲極電極之配線材料使用了純鋁以外，與實施例 1 同樣條件製作實施例 6 之 TFT。

對於如此得到的實施例 6 之 TFT，與實施例 1 同樣測定關閉電流及打開電流，以及接觸電阻。這些結果顯示於表 1。

（實施例 7）

實施例 7，係具有前述之實施型態 1 之配線構造（參照圖 1A）之實施例，於前述之實施例 1，構成源極/汲極電極之配線材料使用了鋁-0.2 原子百分比之鎳-0.35 原子百分比之鐳以外，與實施例 1 同樣條件製作實施例 7 之 TFT。

對於如此得到的實施例 7 之 TFT，與實施例 1 同樣測定關閉電流及打開電流，以及接觸電阻。這些結果顯示於表 1。

(實施例 8)

實施例 8，係具有前述之實施型態 1 之配線構造（參照圖 1A）之實施例，於前述之實施例 1，構成源極/汲極電極之配線材料使用了鋁-2 原子百分比之鎳-0.35 原子百分比之鐳以外，與實施例 1 同樣條件製作實施例 8 之 TFT。

對於如此得到的實施例 8 之 TFT，與實施例 1 同樣測定關閉電流及打開電流，以及接觸電阻。這些結果顯示於表 1。

(實施例 9)

實施例 9，係具有前述之實施型態 1 之配線構造（參照圖 1A）之實施例，於前述之實施例 1，構成源極/汲極電極之配線材料使用了鋁-3 原子百分比之鎳-0.6 原子百分比之鈹以外，與實施例 1 同樣條件製作實施例 9 之 TFT。

對於如此得到的實施例 9 之 TFT，與實施例 1 同樣測定關閉電流及打開電流，以及接觸電阻。這些結果顯示於表 1。

由表 1，可知實施例 6~9 之 TFT，均可以得到與從前例之 TFT 同等良好的 TFT 特性以及接觸電阻。

前述之實施例 1~9 係僅使用氮氣體形成含氮層，但在以下之實施例 10~14 則使用氮氣體與半導體原料氣體之混合氣體形成含氮層。在這些實施例，改變前述混合氣體的流量比而進行實驗。

(實施例 10)

實施例 10 係具有參照圖 1A 之配線構造之實施例，構成源極/汲極電極之配線材料與實施例 1 同樣使用了鋁-0.6 原子百分比之鎳-0.5 原子百分比之銅-0.3 原子百分比之鑷。

首先，與實施例 1 同樣於玻璃基板上，形成鋁合金薄膜（鋁-2.0 原子百分比鈹）之閘極電極後，依序形成氮化矽膜 (SiN) 之閘極絕緣膜、未摻雜非晶矽膜 [a-Si(i)]、以及摻雜不純物之低電阻非晶矽膜 [a-Si(n)，以下亦有稱為第 1 低電阻 a-Si(n) 的場合]。

接著，在同一電漿 CVD 裝置之同一真空室內，供給半導體層形成氣體之 $\text{SiH}_4:30\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:0.2\text{sccm}$ 、 $\text{N}_2:100\text{sccm}$ （氮氣體/半導體原料氣體之流量比 = 3.3）使電漿產生 10 秒鐘，形成含氮層。對此電漿施加之高頻（RF）功率密度約為 $0.06\text{W}/\text{cm}^2$ ，成膜溫度為 350°C ，氣體壓力為 67Pa 。此處，sccm 為 standard cubic cm per minute ($\text{cm}^3/\text{分}$)，表示於 0°C ，換算為 1013hPa 之場合的流量之單位。以 RBS 法及 XPS 法分析表面的結果，確認了形成厚度約 5nm 的含氮層。

其後，與實施例 1 同樣進行再度形成 10nm 之摻雜不純物 (P) 之低電阻非晶矽膜 [a-Si(n)，以下亦有稱為第 2 低電阻 a-Si(n) 的場合]。以後，與實施例 1 同樣製作實施例 10 之 TFT。

(TFT 特性的評估)

對如此得到之實施例 10 之 TFT，與實施例 1 同樣進行而測定實施例 10 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $3.2 \times 10^{-13} \text{A}$ ，打開電流為 $1.7 \times 10^{-6} \text{A}$ (參照表 1)。因而，可知實施例 10 之 TFT，可以得到與從前例之 TFT 同等良好的 TFT 特性。

(矽與鋁之相互擴散之評估)

對於實施例 10 之 TFT，與實施例 1 同樣進行，在 300°C 施以 30 分鐘退火處理後對非晶矽與鋁系合金之界面之剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析，評估矽與鋁之相互擴散。結果，鋁元素在非晶矽膜中幾乎未被檢測出，可知與實施例 1 同樣，鋁之擴散為非晶矽膜之上層所阻止。又，鋁-矽擴散層之厚度約 10nm。

(接觸電阻的測定)

進而，爲了調查實施例 10 之接觸電阻，與前述實施例 1 同樣，藉由 TLM 法形成 TLM 元件而調查。詳言之，於實施例 1，除了使圖 10 所示之 TLM 元件之含氮層形成條件 (組成氣體與氣體流量比) 調整爲半導體形成氣體之 $\text{SiH}_4:30\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:0.2\text{sccm}$ 、 $\text{N}_2:100\text{sccm}$ [氮氣體 (100sccm) / 半導體原料氣體 (30sccm+0.2sccm) 之流量比 = 3.3] 以外，與實施例 1 同樣進行測定接觸電阻。其結果顯示於表 1，

確認實施例 10 之 TFT 具有良好的接觸電阻。

(實施例 11)

實施例 11 係於前述之實施例 10 改變氮氣體/半導體原料氣體之流量比為 0.3 之例。

詳言之，於前述之實施例 10，除了含氮層形成條件之氣體流量，調整為半導體形成氣體之 $\text{SiH}_4:30\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:0.2\text{sccm}$ 、 $\text{N}_2:10\text{sccm}$ [氮氣體 (10sccm)/半導體原料氣體 (30sccm+0.2sccm) 之流量比 = 0.3] 以外，與實施例 10 同樣進行而製作實施例 11 之 TFT。含氮層之厚度與實施例 10 同樣約 5nm。

對於如此得到之實施例 11 之 TFT，與實施例 1 同樣進行，在 300°C 施以 30 分鐘退火處理後對非晶矽與鋁系合金之界面之剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析，評估矽與鋁之相互擴散。結果，鋁元素在非晶矽膜中幾乎未被檢測出，可知與實施例 1 同樣，鋁之擴散為非晶矽膜之上層所阻止。又，鋁-矽擴散層之厚度約 10nm。

此外，與實施例 10 同樣進行而測定實施例 11 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $3.2 \times 10^{-13}\text{A}$ ，打開電流為 $1.8 \times 10^{-6}\text{A}$ (參照表 1)。因而，可知實施例 11 之 TFT，可以得到與從前例之 TFT 同等良好的 TFT 特性。

進而，為了調查實施例 11 之接觸電阻，於前述之實施例 10，除了把含氮層形成條件之氣體流量，調整為半導體形成氣體之 $\text{SiH}_4:30\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:0.2\text{sccm}$ 、

$N_2:10\text{sccm}$ [氮氣體 (10sccm)/半導體原料氣體 (30sccm+0.2sccm)之流量比=0.3]以外，與實施例 10 同樣進行而測定接觸電阻。其結果顯示於表 1，確認實施例 11 之 TFT 具有良好的接觸電阻。

(實施例 12)

實施例 12 係於前述之實施例 10 改變氮氣體/半導體原料氣體之流量比為 9.9 之例。

詳言之，於前述之實施例 10，除了含氮層形成條件之氣體流量，調整為半導體形成氣體之 $SiH_4:30\text{sccm}$ 、 $PH_3:0.2\text{sccm}$ 、 $N_2:300\text{sccm}$ [氮氣體 (300sccm)/半導體原料氣體 (30sccm+0.2sccm)之流量比=9.9]以外，與實施例 10 同樣進行而製作實施例 12 之 TFT。含氮層之厚度與實施例 10 同樣約 5nm。

對於如此得到之實施例 12 之 TFT，與實施例 1 同樣進行，在 300°C 施以 30 分鐘退火處理後對非晶矽與鋁系合金之界面之剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析，評估矽與鋁之相互擴散。結果，鋁元素在非晶矽膜中幾乎未被檢測出，可知與實施例 1 同樣，鋁之擴散為非晶矽膜之上層所阻止。又，鋁-矽擴散層之厚度約 10nm。

此外，與實施例 10 同樣進行而測定實施例 12 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $3.4 \times 10^{-13}\text{A}$ ，打開電流為 $1.5 \times 10^{-6}\text{A}$ (參照表 1)。因而，可知實施例 12 之 TFT，可以得到與從前例之 TFT 同等良好的 TFT 特性。

進而，爲了調查實施例 12 之接觸電阻，於前述之實施例 10，除了把含氮層形成條件之氣體流量，調整爲半導體形成氣體之 $\text{SiH}_4:30\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:0.2\text{sccm}$ 、 $\text{N}_2:300\text{sccm}$ [氮氣體 (300sccm)/半導體原料氣體 (30sccm+0.2sccm) 之流量比 =9.9] 以外，與實施例 10 同樣進行而測定接觸電阻。其結果顯示於表 1，確認實施例 12 之 TFT 具有良好的接觸電阻。

(比較例 1)

比較例 1，係於前述之實施型態 1 之配線構造 (參照圖 1A)，不具有含氮層之比較例，構成源極/汲極電極之配線材料使用與前述實施例 1 同樣之鋁系合金。詳言之，於前述之實施例 1，不進行形成含氮層的步驟以外，與實施例 1 同樣進行而製作比較例 1 之 TFT。

對於如此得到之比較例 1 之 TFT，在比實施例 1 更低的 200°C 之溫度施以 30 分鐘退火，進行退火後之非晶矽與鋁系合金之界面的剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析。結果，即使進行在 200°C 之低溫處理也在鋁系合金或非晶矽中觀察到空孔 (void)，確認了發生顯著的相互擴散 (圖中未顯示)。此外，由 EDX 之半定量分析，亦確認了對非晶矽中之鋁的擴散或對鋁系合金中之矽的擴散。

此外，與實施例 1 同樣進行，測定比較例 1 之關閉電流以及打開電流。結果，關閉電流爲 $3.5 \times 5^{-9}\text{A}$ ，打開電流爲 $4.4 \times 10^{-7}\text{A}$ (參照表 1)。由以上結果，在沒有含氮層

的比較例 1，與從前例相比，TFT 特性顯著降低，可知不能作為 TFT 發揮功能。

此外，測定比較例 1 之接觸電阻時，如表 1 所示，接觸電阻降低。

(比較例 2)

比較例 2 係於前述之實施例 10，改變氮氣體/半導體原料氣體之流量比為 19.9 之例。

於前述之實施例 10，除了把含氮層形成條件之氣體流量，調整為半導體形成氣體之 $\text{SiH}_4:30\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:0.2\text{sccm}$ 、 $\text{N}_2:600\text{sccm}$ [氮氣體(600sccm)/半導體原料氣體(30sccm+0.2sccm)之流量比=19.9]以外，與實施例 10 同樣進行而製作比較例 2 之 TFT。含氮層之厚度約 5nm。

對於如此得到之比較例 2 之 TFT，與實施例 1 同樣在 300°C 施以 30 分鐘退火處理後對非晶矽與鋁系合金之界面之剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析，評估矽與鋁之相互擴散。結果，鋁元素在非晶矽膜中幾乎未被檢測出，可知與實施例 1 同樣，鋁之擴散為非晶矽膜之上層所阻止。又，鋁-矽擴散層之厚度約 10nm。

此外，與實施例 10 同樣進行而測定比較例 2 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $3.3 \times 10^{-13}\text{A}$ ，打開電流為 $4.0 \times 10^{-7}\text{A}$ (參照表 1)。因而，比較例 2 之 TFT 與從前相比，TFT 特性顯著降低，可知不能作為 TFT 發揮功能。

進而，爲了調查比較例 2 之接觸電阻，於前述之實施例 10，除了把含氮層形成條件之氣體流量，調整爲半導體形成氣體之 $\text{SiH}_4:30\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:0.2\text{sccm}$ 、 $\text{N}_2:600\text{sccm}$ [氮氣體/半導體原料氣體之流量比=19.9]以外，與實施例 10 同樣進行而測定接觸電阻。結果如表 1 所示，接觸電阻上升。

(比較例 3)

比較例 3 係具有參照圖 1A 之配線構造之實施例，構成源極/汲極電極之配線材料與實施例 10 同樣使用了鋁-0.6 原子百分比之鎳-0.5 原子百分比之銅-0.3 原子百分比之鐳。

於前述之實施例 10，除了把含氮層形成條件之氣體流量，調整爲半導體形成氣體之 $\text{SiH}_4:150\text{sccm}$ 、 $\text{PH}_3:1\text{sccm}$ 、 $\text{N}_2:10\text{sccm}$ [氮氣體(10sccm)/半導體原料氣體(150sccm+1sccm)之流量比=0.07]以外，與實施例 10 同樣進行而製作比較例 3 之 TFT。含氮層之厚度約 5nm。

對於如此得到之比較例 3 之 TFT，與實施例 1 同樣在 300°C 施以 30 分鐘退火處理後對非晶矽與鋁系合金之界面之剖面 TEM 觀察以及 EDX 分析，評估矽與鋁之相互擴散。結果，鋁系合金中或非晶矽中觀察到空孔(void)，確認了發生顯著的相互擴散。此外，由 EDX 之半定量分析，亦確認了對非晶矽膜中之鋁的擴散或對鋁系合金膜中之矽的擴散。

此外，與實施例 10 同樣進行而測定比較例 3 的關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為 $2.3 \times 10^{-11} \text{A}$ ，打開電流為 $1.3 \times 10^{-6} \text{A}$ （參照表 1）。因而，比較例 3 之 TFT 與從前相比，TFT 特性顯著降低，可知不能作為 TFT 發揮功能。

[表 1]

No.	備考	源極- 汲極電極	含氮層	含氮層形成時之氣體組成		配線構造	打開電流 (A)	關閉電流 (A)	接觸電阻 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)
				(1)僅氮氣	(2)氮氣氣體+半導體原料 氣體之混合氣體				
1	實施例 1	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(1)	圖 1A	1.7E-06	3.4E-13	0.10	
2	實施例 2	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(1)	圖 2	1.7E-06	3.8E-13	0.12	
3	實施例 3	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(1)	圖 3	1.7E-06	3.2 E-13	0.20	
4	實施例 4	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(1)	圖 4	1.6E-06	3.3 E-13	0.22	
5	實施例 5	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(1)	圖 7	1.6E-06	3.3 E-13	-	
6	比較例 1	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	無	-	圖 1A	4.4E-07	3.5 E-09	2.40	
7	實施例 6	純 Al	有	(1)	圖 1A	1.6E-06	3.5E-13	0.26	
8	實施例 7	Al-0.2Ni-0.35La	有	(1)	圖 1A	1.7E-06	2.8E-13	0.18	
9	實施例 8	Al-2Ni-0.35La	有	(1)	圖 1A	1.7E-06	3.8 E-13	0.16	
10	實施例 9	Al-3Ni-0.6Nd	有	(1)	圖 1A	1.6E-06	3.4 E-13	0.23	
11	實施例 10	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(2)流量比=3.3	圖 1A	1.7E-06	3.2 E-13	0.12	
12	實施例 11	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(2)流量比=0.3	圖 1A	1.8E-06	3.2 E-13	0.20	
13	實施例 12	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(2)流量比=9.9	圖 1A	1.5E-06	3.4 E-13	0.22	
14	比較例 2	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(2)流量比=19.9	圖 1A	4.0E-07	3.3 E-13	2.50	
15	比較例 3	Al-0.6Ni-0.5Cu-0.3La	有	(2)流量比=0.07	圖 1A	1.3E-06	2.3 E-11	-	
16	從前例	Mo+純 Al	無	-	圖 1A	1.6E-06	4.0E-13	0.30	

備考：表中所謂「E-x」係代表「 10^x 」。

(實施例 15)

實施例 15 係具有相關於實施型態 5 之 LSI 配線構造 (參照圖 7) 之實施例，使用純鋁作為配線材料。

參照圖 13 之各步驟圖同時說明實施例 15 之 MOSFET (金氧半導體場效應電晶體，Metal-oxide-semiconductor field effect transistor) 之製造方法。此處，單晶 p 型矽基板上藉由局部氧化法 (LCOS: Local oxydation of Si) 進行元件分離圖案之形成，在元件之活性區域 (未被局部氧化的區域) 製作 MOSFET。

首先，於單晶 p 型矽基板上藉由熱氧化形成閘極絕緣膜 (圖 13a)。閘極絕緣膜之膜厚為 5nm。接著，藉由熱 CVD 形成厚度 300nm 之 P 摻雜之多晶矽 (圖 13b)。其後藉由光蝕刻，將光阻圖案化 (圖 13c)。以此光阻作為遮罩藉由乾蝕刻將多晶矽蝕刻 (圖 13d)。接著藉由離子注入把砷打入基板，藉由施加活性化退火形成源極-汲極區域 (圖 13e)。接著，藉由 CVD 形成 600nm 之層間絕緣膜 (圖 13f)。藉由光蝕刻圖案化 (圖 13g)、藉由施加乾蝕刻於源極-汲極區域形成供連接金屬配線 (純鋁) 之用的接觸孔 (圖 13h)。接著藉由離子注入法等把砷打入基板，藉由施加活性化退火形成源極-汲極區域 (圖 13e)。接著，藉由 CVD 形成層間絕緣膜 (圖 13f)。藉由光蝕刻圖案化 (圖 13g)、藉由施加乾蝕刻於源極-汲極區域形成供連接金屬配線 (鋁系合金) 之用的接觸孔 (圖 13h)。接著，經過前述圖 8 所示之步驟形成鋁系合

金層 / 鋁 - 矽擴散層 / 含氮層 / 單晶矽之構造。亦即，藉由離子注入法等把氮打入基板。此時，注入的氮以某種深度（稱為「飛程」）為中心，呈現幾乎高斯分佈之深度方向分佈。在本實施例，以離子能量 10keV 進行打入，把其「飛程」調整為深度約 10nm。此外，由矽基板之表面起至約 15nm 的深度，藉由注入的氮造成的損傷使矽非晶化（圖 13i）。含氮層之厚度約 5nm。其次形成純鋁膜（圖 13j），藉由平板印刷 (lithography) 及蝕刻法 (etching) 加工為配線圖案。最後在 400°C 進行 30 分鐘的退火，形成鋁 - 矽擴散層（圖 13k）。鋁 - 矽擴散層之厚度約 10nm。

其次，針對如此進行所獲得的實施例 15 之 MOSFET，測定其汲極電流 - 閘極電壓之開關特性。具體而言，把關閉電流（對閘極電壓施加負電壓時之汲極電流）與 MOSFET 打開時之打開電流作為指標使用。對閘極長 $L=0.15\mu\text{m}$ 、閘極寬幅 $W=10\mu\text{m}$ 之 MOSFET 測定其汲極電流 - 閘極電壓特性。測定時之汲極電壓為 1.5V。關閉電流定義為閘極電壓為 -0.5V 時之電流值，打開電流定義為閘極電壓 1.5V 時之電流值。

關於前述 MOSFET 測定關閉電流及打開電流的結果，關閉電流為測定極限之 10~14A 以下，此外打開電流為 2.3mA。為了比較，也針對（1）不進行氮的離子注入而使前述源極 - 汲極之矽與純鋁直接接觸之比較例之 MOSFET，以及（2）矽與純鋁之間作為障壁金屬使 TiN 中介之從前的 MOSFET 與前述同樣地製作，進行這些的

特性評估。結果，前述（1）之關閉電流為 $2 \times 10^{-9} \text{A}$ ，打開電流為 1.3mA ，前述（2）之關閉電流為測定極限之 10^{-14}A 以下，打開電流為 2.2mA 。

藉由以上的結果，實施例 15 之 MOSFET，可以得到與中介著障壁金屬之從前的 MOSFET 同程度之優異的 TFT 特性，顯示了矽與鋁之相互擴散未發生。

以上參照特定的實施樣態詳細說明本發明，但對於熟悉該項技藝者而言明顯可以在不逸脫本發明的精神與範圍的情況下再施以種種變更或修正，此亦應是為落入本發明之範圍。

本申請案係根據於 2008 年 4 月 18 日提出申請之日本申請案（特願 2008-109618）、及於 2008 年 9 月 30 日提出申請之日本申請案（特願 2008-253840）而提出者，在本說明書參照其內容而將其納入。

[產業上利用可能性]

根據本發明，因為是可以使純鋁或鋁合金之鋁系合金膜與半導體層直接接觸之直接接觸技術，所以不僅 TFT 特性，或鋁系合金膜與半導體層之接觸電阻很優異，生產性也良好，可以提供製程極限 (process margin) 更為擴大的技術。具體而言，可以提供不易受到各種製程條件的差異（裝置性能的差異、不安定性、未預期的污染、不易控制的污染等）的影響，此外也不需要極端嚴格的管理條件，不容易受到製程條件的限制之技術。

【圖式簡單說明】

圖 1A 係顯示相關於本發明的第 1 實施型態之 TFT 的構成之概略剖面說明圖。

圖 1B 係顯示相關於本發明的第 1 實施型態之 TFT 的構成之概略剖面說明圖。

圖 1C 係顯示相關於本發明的第 1 實施型態之 TFT 的構成之概略剖面說明圖。

圖 2 係顯示相關於本發明的第 2 實施型態之 TFT 的構成之概略剖面說明圖。

圖 3 係顯示相關於本發明的第 3 實施型態之 TFT 的構成之概略剖面說明圖。

圖 4 係顯示相關於本發明的第 4 實施型態之 TFT 的構成之概略剖面說明圖。

圖 5 係說明本發明之配線構造的步驟之概略步驟圖。

圖 6 係說明本發明之配線構造的各步驟之步驟圖。

圖 7 係顯示相關於本發明的第 5 實施型態之 LSI 的構成之概略剖面說明圖。

圖 8 係顯示相關於本發明的第 5 實施型態之配線構造之各步驟之步驟圖。

圖 9 係於實施例 1 之非晶矽與鋁系合金膜之界面之剖面 TEM (穿透式電子顯微鏡) 照片。

圖 10 係供調查鋁系合金膜與半導體層 (非晶矽) 之接觸電阻所製作之 TLM 元件之步驟之步驟圖。

圖 11 係顯示電極間距離與電阻之關係之圖。

圖 12 係說明根據 TLM 元件進行接觸電阻的測定原理之圖。

圖 13 係說明製造實施例 15 的配線構造之步驟之步驟圖。

七、申請專利範圍

1. 一種配線構造，係於基板上，由基板側依序具備半導體層，與鋁系合金膜(由純鋁或鋁合金所構成)之配線構造，其特徵為：

於前述半導體層與前述鋁系合金膜之間，包含有由基板側起依序為含有氮、碳以及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之(N、C、F)層，及包含鋁與矽之鋁-矽擴散層之層積構造，且被包含於前述(N、C、F)層的氮、碳及氟之至少一種之元素，與包含於前述半導體層之矽結合。

2. 如申請專利範圍第 1 項之配線構造，其中前述(N、C、F)層與前述鋁-矽擴散層之間，包含實質上僅由矽所構成的半導體層。

3. 如申請專利範圍第 1 項之配線構造，其中前述鋁-矽擴散層，係藉由使前述(N、C、F)層、前述半導體層及前述鋁系合金膜以此順序形成後，加上熱履歷而得者。

4. 如申請專利範圍第 1 項之配線構造，其中前述半導體層包含非晶矽或多晶矽。

5. 一種薄膜電晶體基板，其特徵為具備申請專利範圍第 1~4 項之任一項之配線構造。

6. 一種顯示裝置，其特徵為具備申請專利範圍第 5 項之薄膜電晶體基板。

7. 如申請專利範圍第 1~4 項之任一項之配線構造，

其係構成顯示裝置或半導體裝置之配線構造。

8. 一種製造方法，係製造申請專利範圍第 5 項之薄膜電晶體基板之製造方法，其特徵為：

依序包含在薄膜電晶體之半導體層上，形成含有由氮、碳及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之（N、C、F）層的第 1 步驟，接著，形成半導體層之第 2 步驟。

9. 如申請專利範圍第 8 項之製造方法，其中前述第 1 步驟，係在半導體層形成裝置之中進行處理。

10. 如申請專利範圍第 9 項之製造方法，其中前述第 1 步驟與前述第 2 步驟，係在同樣的半導體層形成用真空室內連續進行的。

11. 如申請專利範圍第 8~10 項之任一項之製造方法，其中

前述第 1 步驟，係包含藉由含有氮、碳及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之氣體所生成的電漿蝕刻而形成（N、C、F）層之步驟。

12. 如申請專利範圍第 8~10 項之任一項之製造方法，其中

前述第 1 步驟，係包含藉由含有氮、碳及氟所構成的群所選擇之至少一種元素之氣體，與使用於半導體層形成之原料氣體之混合氣體所生成的電漿蝕刻而形成（N、C、F）層之步驟。

圖 1A

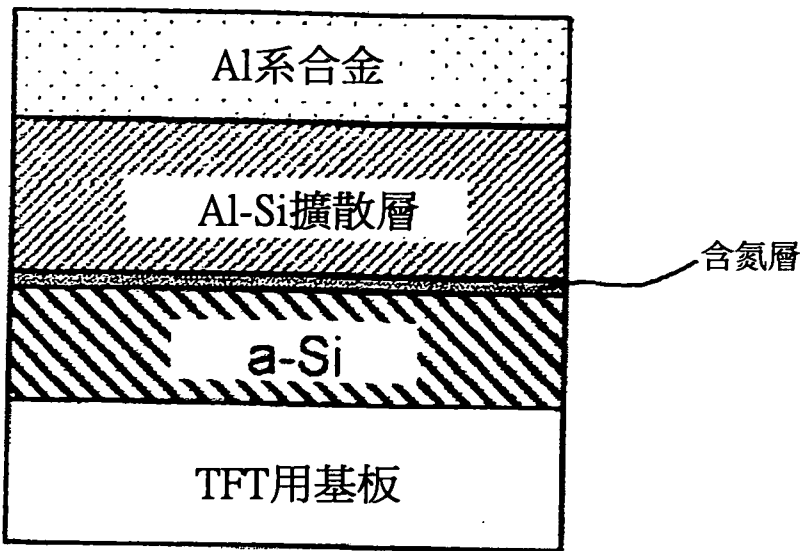


圖 1B

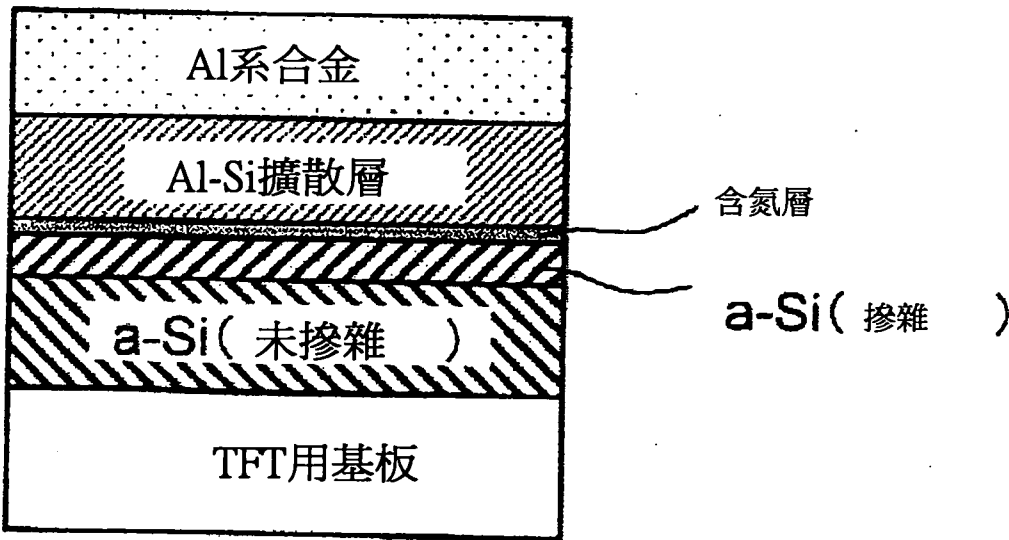


圖 1C

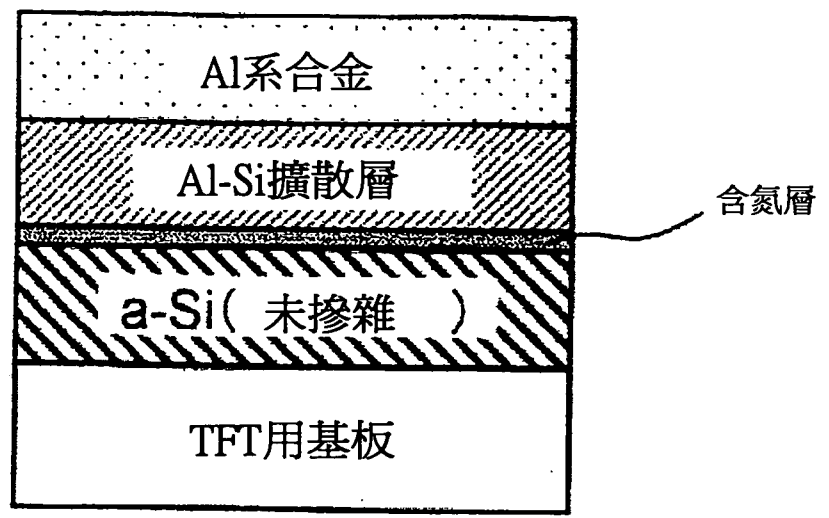


圖 2

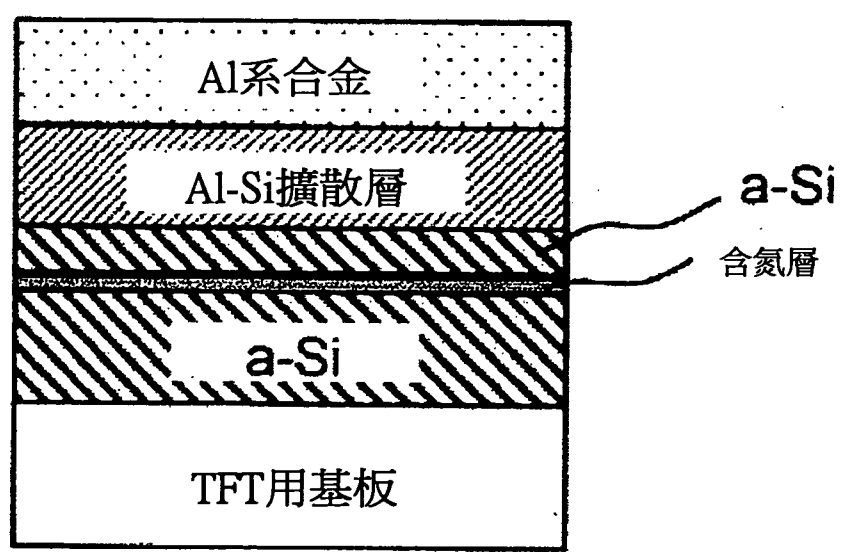


圖 3

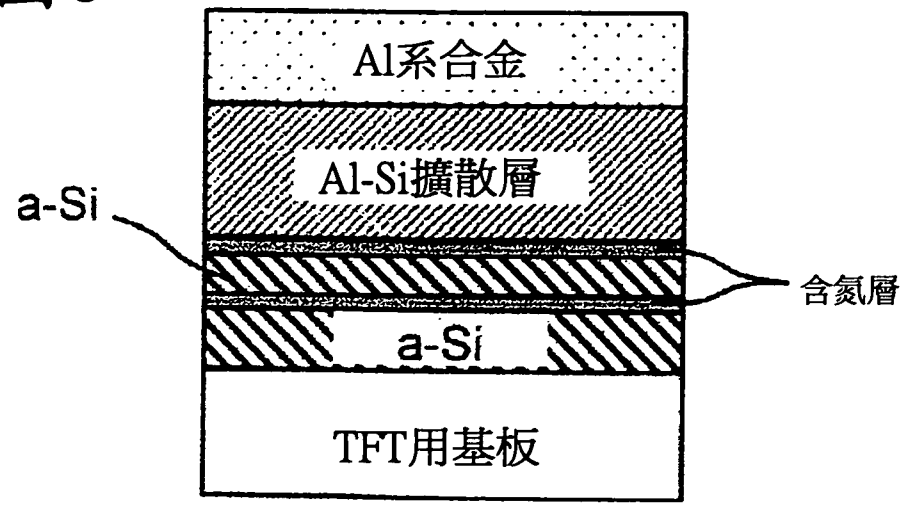


圖4

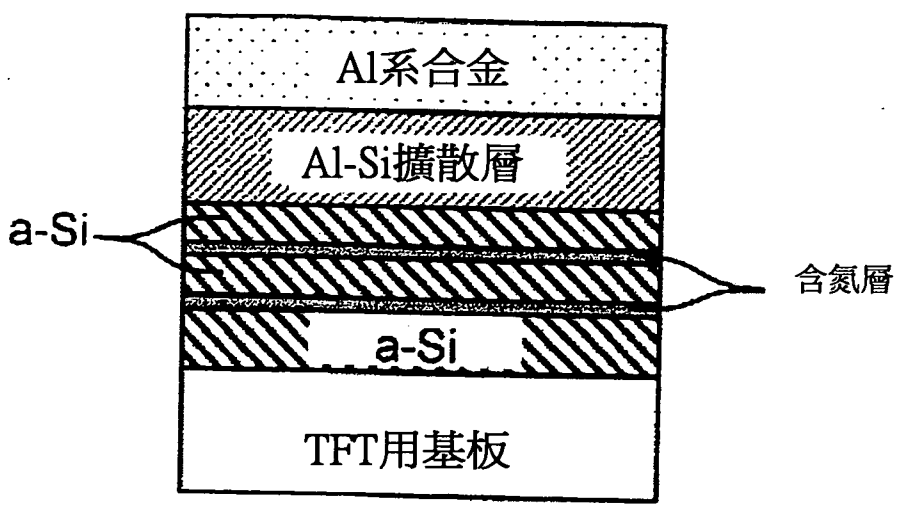


圖5

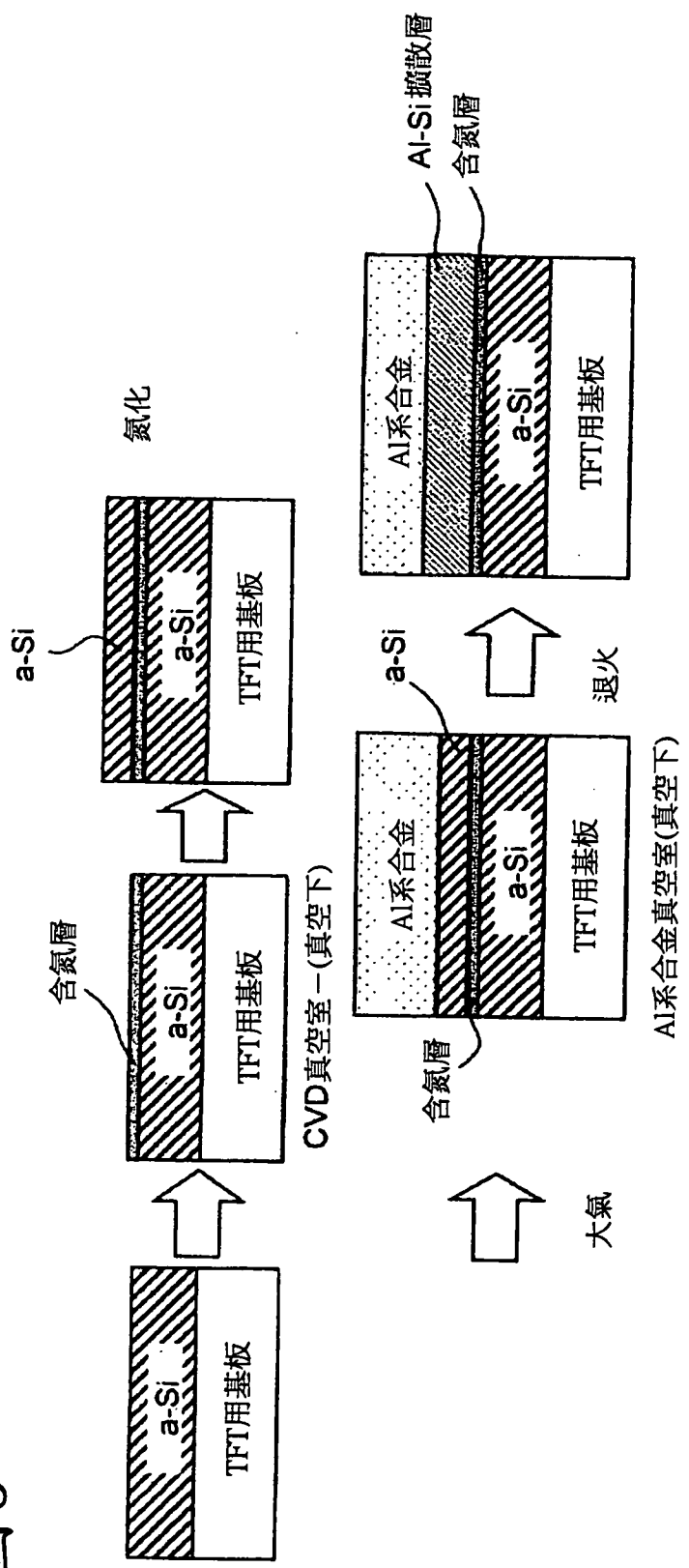


圖6

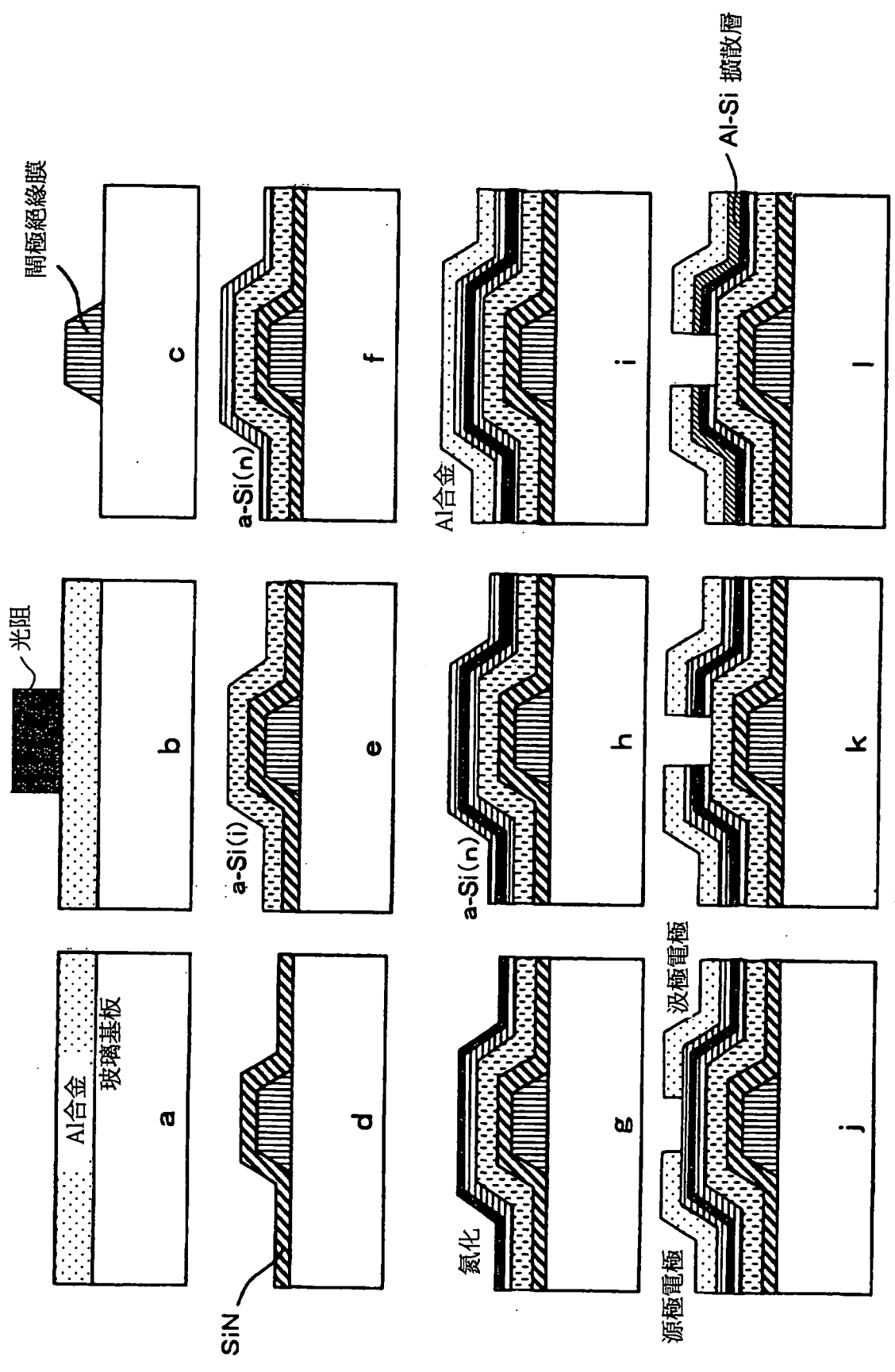


圖7

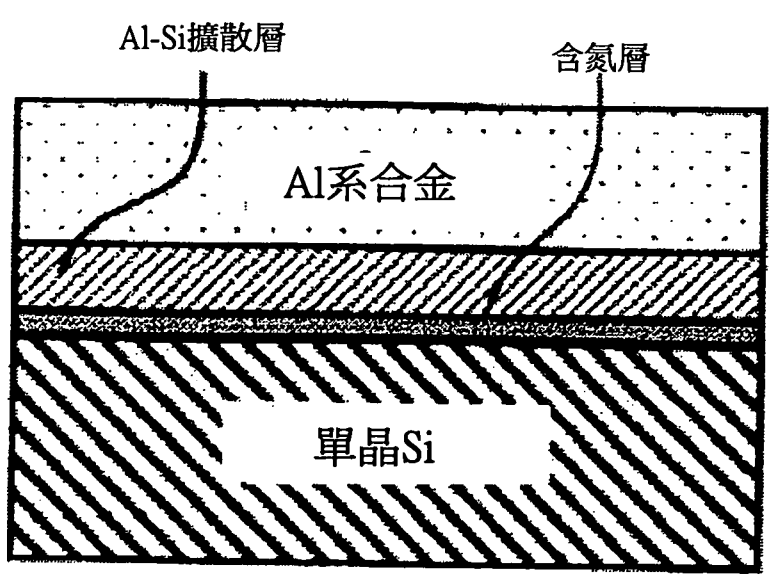


圖8

離子注入

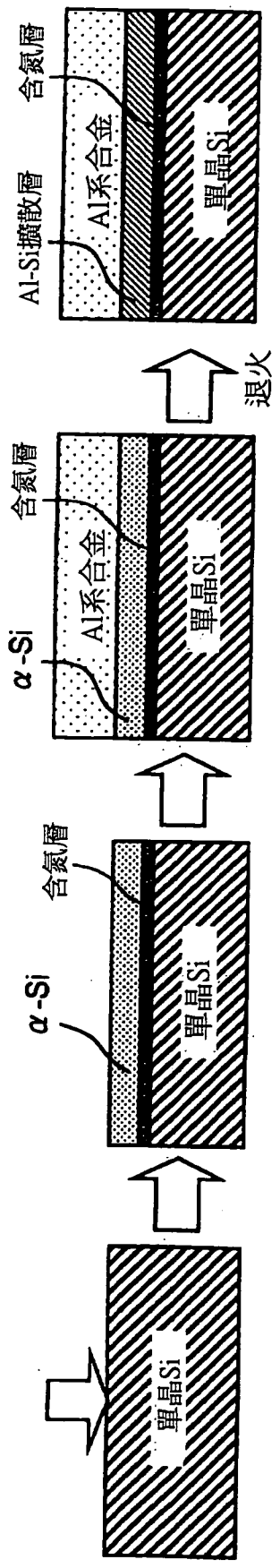


圖9

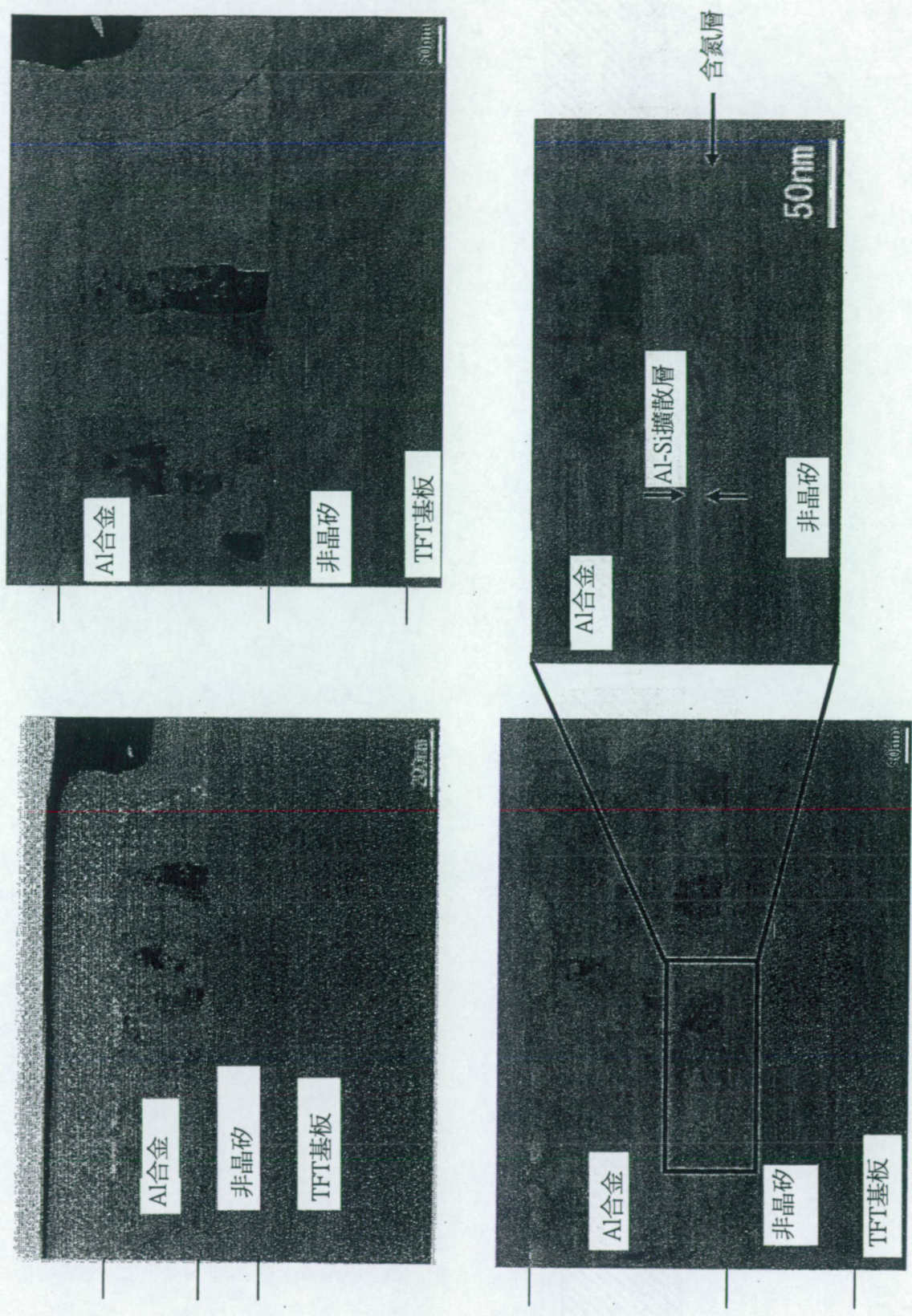


圖10

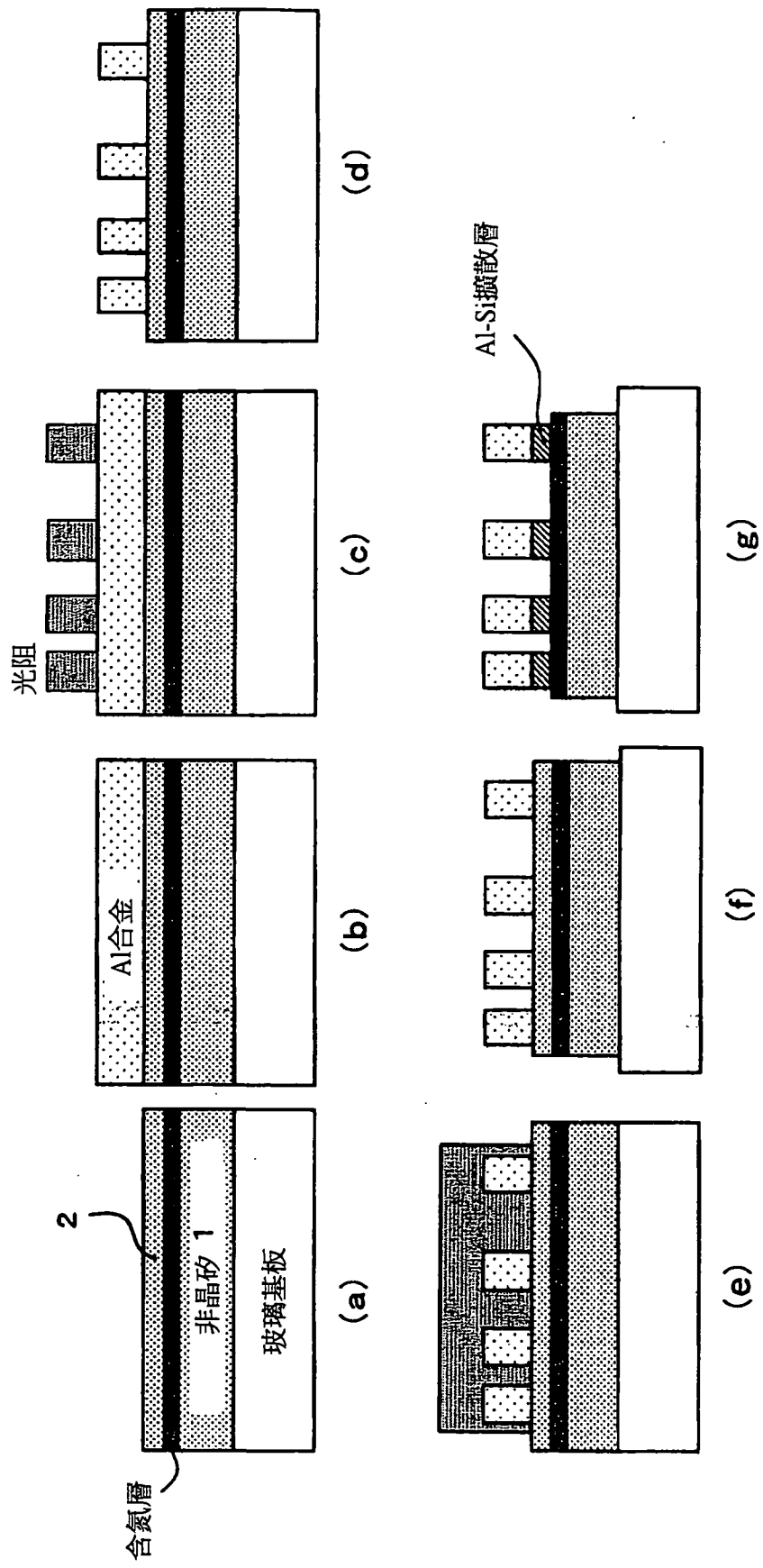


圖 11

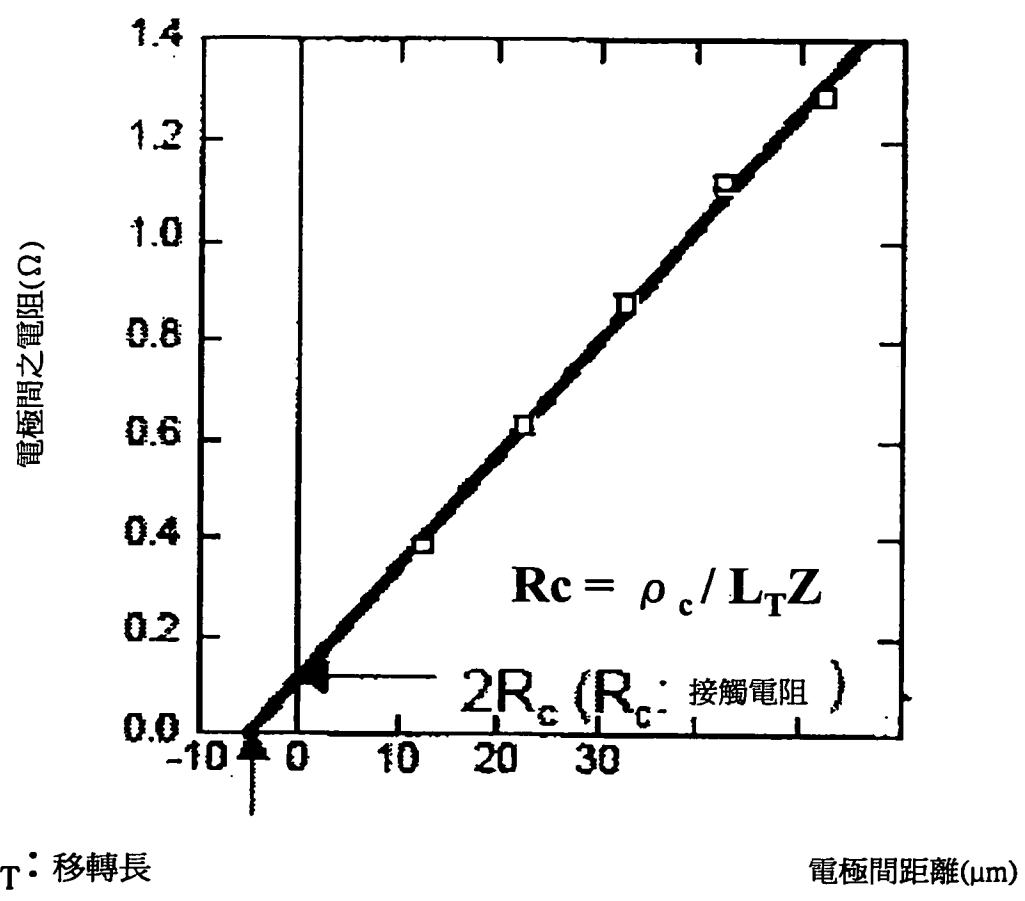
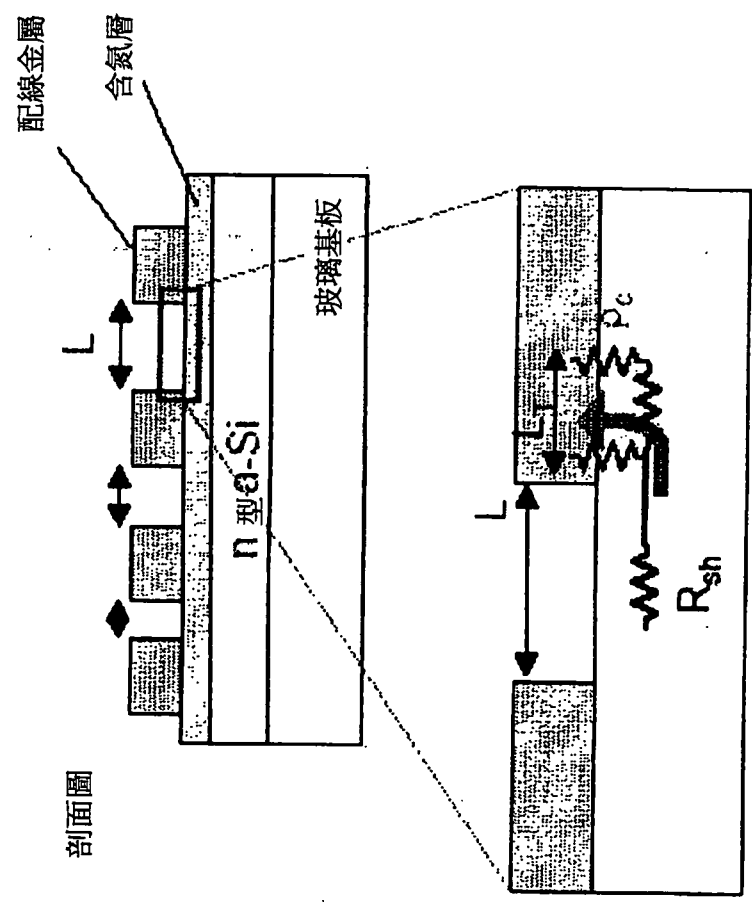


圖12

(a)



(b)

俯視圖

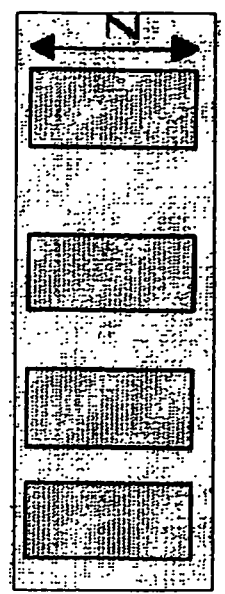


圖13

