



(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 I617036 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：106117665

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 24 日

(51)Int. Cl. : H01L29/78 (2006.01)

H01L21/28 (2006.01)

(30)優先權：2011/12/27 日本

2011-285446

2011/12/27 日本

2011-285518

(71)申請人：半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：山崎舜平 YAMAZAKI, SHUNPEI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 2007/0187760A1

US 2009/0008639A1

審查人員：修宇鋒

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：14 共 115 頁

(54)名稱

半導體裝置及半導體裝置的製造方法

SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

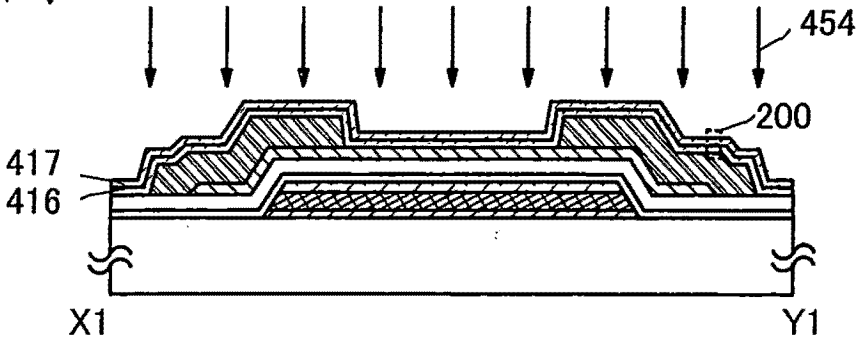
(57)摘要

本發明的課題之一是提供一種具有使用氧化物半導體的電晶體且可靠性高的半導體裝置。在具有包括氧化物半導體層的底閘極結構的電晶體的半導體裝置中，以接觸於氧化物半導體層的方式層疊絕緣層和金屬膜。藉由從金屬膜的表面上對絕緣層及金屬膜進行氧摻雜處理，在絕緣層中形成具有包含超過化學計量組成的氧的區域，並使金屬膜氧化而形成金屬氧化物膜。另外，金屬氧化物膜的電阻率為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下。

A highly reliable semiconductor device which includes a transistor including an oxide semiconductor is provided. In a semiconductor device including a bottom-gate transistor including an oxide semiconductor layer, a stacked layer of an insulating layer and a metal film is provided in contact with the oxide semiconductor layer. Oxygen doping treatment is performed in a manner such that oxygen is introduced into the insulating layer and the metal film from a position above the metal film. Thus, a region containing oxygen in excess of the stoichiometric composition is formed in the insulating layer, and the metal film is oxidized to form a metal oxide film. Further, resistivity of the metal oxide film is greater than or equal to $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ and less than or equal to $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$.

指定代表圖：

圖 2D



符號簡單說明：

- 200 . . . 區域
- 405b . . . 汲極電極層
- 416 . . . 絕緣層
- 416a . . . 區域
- 417 . . . 金屬氧化物膜
- 454 . . . 氧

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

半導體裝置及半導體裝置的製造方法

Semiconductor device and method for manufacturing the same

【技術領域】

所公開的發明係關於一種半導體裝置及半導體裝置的製造方法。

注意，本說明書等中的半導體裝置是指藉由利用半導體特性而能夠工作的所有裝置，因此電光裝置、發光顯示裝置、半導體電路以及電子裝置都是半導體裝置。

【先前技術】

使用形成在具有絕緣表面的基板上的半導體薄膜構成電晶體的技術受到關注。該電晶體被廣泛地應用於如積體電路（IC）及影像顯示裝置（有時簡稱為顯示裝置）等的半導體電子裝置。作為可以應用於電晶體的半導體薄膜，矽類半導體材料被廣泛地周知。作為其他材料，氧化物半導體受到關注。

例如，公開了作為氧化物半導體使用氧化鋅或 In-Ga-Zn 類氧化物來製造電晶體的技術（參照專利文獻 1 及專利文獻 2）。

另外，已經指出，因在氧化物半導體中包含氫而在離

傳導帶淺的能階產生施體以使它 n 型化。因此，需要採取某些措施來防止在形成氧化物半導體時氫混入氧化物半導體中。此外，公開了如下技術：不僅減少包含在氧化物半導體中的氫量，而且還減少接觸於氧化物半導體的閘極絕緣膜中的氫量來抑制臨界電壓的變化（參照專利文獻 3）。

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2007-123861 號公報

[專利文獻 2] 日本專利申請公開第 2007-96055 號公報

[專利文獻 3] 日本專利申請公開第 2009-224479 號公報

另外，在氧化物半導體中，氧缺陷成為施體，而在氧化物半導體中產生載流子的電子。當在包括電晶體的通道形成區域的氧化物半導體中存在多個氧缺陷時，在通道形成區域中產生電子，從而因其導致使電晶體的臨界電壓向負方向變動。

【發明內容】

鑒於上述問題，本發明的一個方式的目的之一是提供一種使用氧化物半導體的半導體裝置的製造方法，該半導體裝置可以被賦予穩定的電特性來實現高可靠性。

在具有包括氧化物半導體層的底閘極結構的電晶體的半導體裝置的製造方法中，以接觸於氧化物半導體層的方式層疊絕緣層和金屬膜。藉由從金屬膜的表面上對絕緣層及金屬膜進行氧摻雜處理，使金屬膜氧化而形成金屬氧化物膜。

藉由氧摻雜處理形成的金屬氧化物膜較佳為具有 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下，更佳為具有 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{18} \Omega\text{m}$ 以下，進一步佳為具有 $1 \times 10^{11} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{15} \Omega\text{m}$ 以下的電阻率 ρ 。藉由金屬氧化物具有上述電阻率，可以防止電晶體的靜電損壞。

作為金屬氧化物膜使用如下膜：其不使氫、水分等雜質和氧的兩者透過膜的遮斷效果（阻擋效果）高，且具有阻隔性。例如，作為金屬氧化物膜，可以較佳為使用氧化鋁膜。或者，也可以在氧化鋁膜上層疊氧化鈦膜或氧化鎂膜。藉由在氧化物半導體層上設置具有阻隔性的金屬氧化物膜，在電晶體的製程中及製造之後，可以防止導致電晶體的電特性變動的原因的氫、水分等雜質混入到氧化物半導體層，並防止從氧化物半導體層釋放（脫離）作為構成氧化物半導體的主要成分材料的氧。因此，可以提高電晶體的可靠性。

另外，在作為金屬氧化物膜使用氧化鋁膜和氧化鈦膜的疊層膜時；藉由在鋁膜上層疊鈦膜而從鈦膜的表面上進行氧摻雜處理，可以形成設置在氧化鋁膜上的氧化鈦膜。與上述同樣，在作為金屬氧化物膜使用氧化鋁膜和氧化鎂

膜的疊層膜時，藉由在鋁膜上層疊鎂膜而從鎂膜的表面上進行氧摻雜處理，可以形成設置在氧化鋁膜上的氧化鎂膜。

另外，在氧化鋁膜的組成由 Al_2O_x 表示時，較佳為使用 x 為 1 以上且 3.5 以下的氧化鋁膜。

另外，藉由對金屬膜的氧摻雜處理，可以對以接觸於金屬膜的方式設置的絕緣層添加氧。添加了氧的絕緣層至少在其一部分中具有包含超過化學計量組成的氧的區域（以下，也稱為氧過剩區域）。藉由與氧化物半導體層接觸的絕緣層具有氧過剩區域，可以向氧化物半導體層供應氧，由此可以防止氧從氧化物半導體層脫離並填補膜中的氧缺陷。

與氧化物半導體層接觸的絕緣層（例如，絕緣層或閘極絕緣層）較佳為盡可能地不包含水、氫等雜質。這是因為如下緣故：當與氧化物半導體層接觸的絕緣層包含氫時，該氫有可能侵入到氧化物半導體層中或者抽出氧化物半導體層中的氧。由此，與氧化物半導體層接觸的絕緣層較佳為進行了用來脫水化或脫氫化的熱處理的膜。

本發明的一個方式是一種半導體裝置，該半導體裝置包括：閘極電極層；設置在閘極電極層上的閘極絕緣層；隔著閘極絕緣層與閘極電極層重疊的氧化物半導體層；與氧化物半導體層電連接的源極電極層及汲極電極層；設置在源極電極層及汲極電極層上且與氧化物半導體層接觸的絕緣層；以及以接觸於絕緣層的上表面的方式設置的金屬

氧化物膜，其中金屬氧化物膜的電阻率為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下。

另外，本發明的一個方式是一種半導體裝置，該半導體裝置包括：閘極電極層；設置在閘極電極層上的閘極絕緣層；隔著閘極絕緣層與閘極電極層重疊的氧化物半導體層；與氧化物半導體層電連接的源極電極層及汲極電極層；設置在源極電極層及汲極電極層上且與氧化物半導體層接觸的絕緣層；以及以接觸於絕緣層的上表面的方式設置的金屬氧化物膜，其中金屬氧化物膜的電阻率為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下，並且絕緣層具有包含超過化學計量組成的氧的區域。

在上述半導體裝置中，作為金屬氧化物膜較佳為具有氧化鋁膜。

另外，本發明的一個方式是一種半導體裝置，該半導體裝置包括：絕緣表面上的閘極電極層；閘極電極層上的閘極絕緣層；閘極絕緣層上的氧化物半導體層；在與閘極電極層重疊的氧化物半導體層上與氧化物半導體層接觸的絕緣層和設置在絕緣層上的氧化鋁膜的島狀的疊層；以及氧化物半導體層、絕緣層以及氧化鋁膜上且與氧化物半導體層電連接的源極電極層及汲極電極層。

另外，本發明的一個方式是一種半導體裝置，該半導體裝置包括：絕緣表面上的閘極電極層；閘極電極層上的閘極絕緣層；閘極絕緣層上的氧化物半導體層；在與閘極電極層重疊的氧化物半導體層上與氧化物半導體層接觸的

絕緣層和設置在絕緣層上的氧化鋁膜的疊層；以及與氧化物半導體層電連接的源極電極層及汲極電極層，其中源極電極層及汲極電極層設置在絕緣層及氧化鋁膜具有且到達氧化物半導體層的開口中，並且氧化物半導體層的周邊部被絕緣層及氧化鋁膜覆蓋。

另外，本發明的另一個方式的半導體裝置的製造方法，該製造方法包括如下步驟：形成閘極電極層；在閘極電極層上形成閘極絕緣層；在隔著閘極絕緣層與閘極電極層重疊的區域中形成氧化物半導體層；形成與氧化物半導體層電連接的源極電極層及汲極電極層；在源極電極層及汲極電極層上形成與氧化物半導體層接觸的絕緣層；形成與絕緣層接觸的金屬膜；以及藉由對金屬膜及絕緣層進行氧摻雜處理，對絕緣層添加氧，且使金屬膜氧化而形成具有 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下的電阻率的金屬氧化物膜。

另外，在上述半導體裝置的製造方法中，較佳為在形成金屬膜之前對絕緣層進行熱處理而減少絕緣層中的水或氫。

另外，在上述半導體裝置的製造方法中，較佳的是作為金屬膜形成鋁膜，並且藉由氧摻雜處理使鋁膜氧化而形成氧化鋁膜。

在本發明的一個方式的半導體裝置的製造方法中，層疊在絕緣層上的氧化鋁膜是在形成鋁膜之後藉由對該鋁膜進行氧摻雜處理使該膜氧化而形成的膜。與藉由濺射法形

成氧化鋁膜的情況相比，藉由使鋁膜氧化形成氧化鋁膜，可以提高生產率。另外，可以對鋁膜的氧摻雜處理藉由與對絕緣層的氧摻雜處理相同的製程進行。由此，可以不追加用來進行鋁膜的氧化處理的製程而形成氧化鋁膜。

注意，上述“氧摻雜”是指將氧（至少包含氧自由基、氧原子、氧分子、臭氧、氧離子（氧分子離子）及/或氧離子簇中的任一種）添加到塊中的處理。注意，“塊”這一用語是爲了表明不僅將氧添加到薄膜的表面還將氧添加到薄膜的內部。另外，“氧摻雜”包括將電漿化的氧添加到塊中的“氧電漿摻雜”。

作爲氧摻雜處理，可以使用包含氧的氣體。作爲包含氧的氣體，可以使用氧、一氧化二氮、二氧化氮、二氧化碳、一氧化碳等。另外，在氧摻雜處理中，也可以對上述包含氧的氣體添加稀有氣體。

藉由上述氧摻雜處理，可以使金屬膜氧化而形成用作電晶體的障壁膜的金屬氧化物膜。另外，在金屬氧化物膜與絕緣層之間的介面或絕緣層的塊中可以形成至少一個以上的具有超過該膜的化學計量組成的氧的氧過剩區域。

另外，本發明的一個方式是一種半導體裝置的製造方法，該製造方法包括如下步驟：形成閘極電極層；在閘極電極層上形成閘極絕緣層；在隔著閘極絕緣層與閘極電極層重疊的區域中形成氧化物半導體層；形成接觸於與閘極電極層重疊的氧化物半導體層的上表面的絕緣層；形成與絕緣層接觸的鋁膜；藉由對鋁膜及絕緣層進行氧摻雜處理

對絕緣層添加氧且使鋁膜氧化而形成氧化鋁膜；在進行了氧摻雜處理的絕緣層及氧化鋁膜中形成到達氧化物半導體層的開口；以及在開口中形成與氧化物半導體層電連接的源極電極層及汲極電極層。

另外，本發明的一個方式是一種半導體裝置的製造方法，該製造方法包括如下步驟：形成閘極電極層；在閘極電極層上形成閘極絕緣層；在隔著閘極絕緣層與閘極電極層重疊的區域中形成氧化物半導體層；形成接觸於與閘極電極層重疊的氧化物半導體層的上表面的絕緣層；對絕緣層進行熱處理而去除絕緣層中的水或氫；形成與去除了水或氫的絕緣層接觸的鋁膜；藉由對鋁膜及絕緣層進行氧摻雜處理對絕緣層添加氧且使鋁膜氧化而形成氧化鋁膜；在進行了氧摻雜處理的絕緣層及氧化鋁膜中形成到達氧化物半導體層的開口；以及在開口中形成與氧化物半導體層電連接的源極電極層及汲極電極層。

在上述半導體裝置的製造方法中，較佳為在氧摻雜處理之後進行熱處理而從絕緣層向氧化物半導體層供應氧。

本發明的一個方式關於一種半導體裝置，該半導體裝置具有電晶體或包含電晶體的電路。例如，本發明的一個方式關於一種半導體裝置，該半導體裝置具有通道形成區域由氧化物半導體形成的電晶體或包含該電晶體的電路。例如，本發明關於：LSI；CPU；安裝在電源電路中的功率裝置；包括記憶體、閘流體、轉換器以及影像感測器等的半導體積體電路；以液晶顯示面板為代表的電光學裝

置；具有發光元件的發光顯示裝置；以及作為部件安裝有上述電路或裝置的電子裝置。

根據本發明的一個方式，可以提供被賦予穩定的電特性的實現高可靠性的使用氧化物半導體的半導體裝置。

【圖式簡單說明】

在圖式中：

圖 1A 至 1C 是說明半導體裝置的一個方式的平面圖及剖面圖；

圖 2A 至 2F 是說明半導體裝置的製造方法的一個方式的剖面圖；

圖 3A 至 3C 是說明半導體裝置的製造方法的一個方式的平面圖及剖面圖；

圖 4A 至 4C 是說明半導體裝置的一個方式的平面圖；

圖 5A 和 5B 是說明半導體裝置的一個方式的平面圖及剖面圖；

圖 6A 和 6B 是示出半導體裝置的一個方式的剖面圖；

圖 7A 和 7B 是示出半導體裝置的一個方式的電路圖及剖面圖；

圖 8A 至 8C 是示出電子裝置的圖；

圖 9A 至 9C 是示出電子裝置的圖；

圖 10A 至 10C 是說明半導體裝置的一個方式的平面

圖及剖面圖；

圖 11A 至 11E 是說明半導體裝置的製造方法的一個方式的剖面圖；

圖 12A 和 12B 是說明半導體裝置的一個方式的平面圖及剖面圖；

圖 13 是說明半導體裝置的一個方式的剖面圖；

圖 14 是說明半導體裝置的一個方式的剖面圖。

【實施方式】

下面，參照圖式詳細地說明本說明書所公開的發明的實施方式。但是，所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解一個事實，就是本說明書所公開的發明的方式及詳細內容可以被變換為各種各樣的形式而不侷限於以下說明。並且，本說明書所公開的發明不應被看作僅限定於以下實施方式的描述內容。另外，在以下說明的本發明的結構中，在不同圖式之間共同使用同一符號表示同一部分或具有同樣功能的部分而省略其重複說明。此外，當表示具有相同功能的部分時有時使用相同的陰影線，而不特別附加元件符號。

另外，本說明書中的“第一”、“第二”等的序數詞是爲了避免構成要素的混淆而附記的，而不是用於在數目方面上進行限制。

實施方式 1

在本實施方式中，參照圖 1A 至圖 2F 說明半導體裝置及半導體裝置的製造方法的一個方式。在本實施方式中，作為半導體裝置的一個例子示出具有氧化物半導體層的電晶體。

圖 1A 至 1C 示出電晶體 420 的結構例子。圖 1A 是電晶體 420 的平面圖，圖 1B 是沿著圖 1A 的 X1-Y1 的剖面圖，圖 1C 是沿著圖 1A 的 V1-W1 的剖面圖。注意，在圖 1A 中，為了簡化起見，省略電晶體 420 的構成要素的一部分（例如，金屬氧化物半導體膜 417 等）。

圖 1A 至 1C 所示的電晶體 420 包括：設置在基板 400 上的閘極電極層 401；設置在閘極電極層 401 上的閘極絕緣層 402；隔著閘極絕緣層 402 與閘極電極層 401 重疊的氧化物半導體層 403；與氧化物半導體層 403 電連接的源極電極層 405a 及汲極電極層 405b；覆蓋源極電極層 405a 及汲極電極層 405b 且與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層 416；設置在絕緣層 416 上的金屬氧化物膜 417。

作為金屬氧化物膜 417 使用如下膜：不使氫、水分等雜質和氧的兩者透過膜的遮斷效果（阻擋效果）高，且具有阻隔性。例如，作為金屬氧化物膜，可以使用氧化鋁膜、添加了鎂的氧化鋁膜、添加了鈦的氧化鋁膜。另外，金屬氧化物膜也可以是疊層結構，例如可以採用氧化鋁膜和氧化鈦膜的疊層結構、氧化鋁膜和氧化鎂膜的疊層結構、氧化鋁膜和氧化鎳膜的疊層結構、氧化鋁膜和氧化鉬膜的疊層結構或氧化鋁膜和氧化鎢膜的疊層結構等。另

外，當作爲金屬氧化物膜設置包含氧化鋁膜的疊層結構時，對其層疊順序沒有特別限制。

藉由在氧化物半導體層上設置具有阻隔性的金屬氧化物膜 417，在電晶體的製程中及製造之後，可以防止導致電晶體的電特性變動的原因的氫、水分等雜質混入到氧化物半導體層，並防止從氧化物半導體層釋放(脫離)作爲構成氧化物半導體的主要成分材料的氧。因此，可以提高電晶體的可靠性。另外，在電晶體 420 中，氧化物半導體層 403 的側壁被由導電層形成的源極電極層 405a 或汲極電極層 405b 或者具有氧過剩區域的絕緣層 416 和金屬氧化物膜 417 的疊層膜覆蓋。因此，在氧化物半導體層 403 的側壁也可以防止脫離氧。

另外，金屬氧化物膜 417 較佳爲具有 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下，更佳爲具有 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{18} \Omega\text{m}$ 以下，進一步佳爲具有 $1 \times 10^{11} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{15} \Omega\text{m}$ 以下的電阻率 ρ 。藉由金屬氧化物膜 417 具有上述電阻率，可以防止電晶體 420 的靜電損壞。尤其是，在使用氧化物半導體層的電晶體中，電晶體的電特性受到靜電的影響而有可能顯著地變動而超出設計範圍。由此，在電晶體 420 中，設置具有上述範圍內的電阻率 ρ 的金屬氧化物膜是有效的。

在本實施方式中，以作爲金屬氧化物膜 417 包含氧化鋁膜的情況爲例子進行說明。

另外，作爲電晶體 420 的結構要素也可以包括設置在

金屬氧化物膜 417 上的絕緣層 422 和設置在絕緣層 422 上的平坦化絕緣層 424。

另外，本實施方式所示的電晶體 420 包括從基板 400 一側依次層疊有閘極電極層 401a、閘極電極層 401b 和閘極電極層 401c 的閘極電極層 401。但是，本發明的實施方式不侷限於此，閘極電極層既可以是單層結構，又可以是三層以外的疊層結構。

另外，本實施方式所示的電晶體 420 包括從閘極電極層 401 一側依次層疊有閘極絕緣層 402a 以及閘極絕緣層 402b 的閘極絕緣層 402。但是，本發明的實施方式不侷限於此，閘極絕緣層既可以是單層結構，又可以是三層以上的疊層結構。

在本實施方式所示的電晶體 420 中，與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層 416 是被進行氧摻雜處理而具有包含超過化學計量組成的氧的區域的單層結構或疊層結構的絕緣層。

另外，在本實施方式中，接觸於絕緣層 416 的上表面設置的金屬氧化物膜的氧化鋁膜是使金屬膜（在本實施方式中是鋁膜）氧化而形成的膜。與藉由濺射法形成金屬氧化物膜 417 的情況相比，藉由使金屬膜氧化而形成金屬氧化物膜 417，可以提高生產率。另外，藉由與對絕緣層 416 的氧摻雜處理相同的製程，可以使金屬膜氧化，所以不需要追加用來使金屬膜氧化的製程而可以實現製程的簡化。由此，可以降低半導體裝置的製造成本。

氧化鋁膜的不使氫、水分等雜質和氧的兩者透過膜的遮斷效果（阻擋效果）高。因此，藉由作為覆蓋電晶體的絕緣層使用包括氧化鋁膜的金屬氧化物膜，可以防止從氧化物半導體層 403 及接觸於其的絕緣層 416 的氧脫離，並且可以防止水及氫混入到氧化物半導體層 403。

藉由將氧化鋁膜的膜密度設定為高密度（膜密度為 3.2g/cm^3 以上，較佳為 3.6g/cm^3 以上），可以對電晶體 420 賦予穩定的電特性，所以是更佳的。膜密度可以利用盧瑟福背散射分析（RBS：Rutherford Backscattering Spectrometry）或 X 射線反射（XRR：X-Ray Reflection）測定。

另外，氧化物半導體層 403 較佳為幾乎不包含銅、鋁、氯等雜質而被高度純化。在電晶體的製程中，較佳為適當地選擇如下製程：上述雜質沒有可能混入到氧化物半導體層中或附著到氧化物半導體層的表面上。當上述雜質附著到氧化物半導體層的表面上時，較佳為藉由暴露於草酸或稀氫氟酸等或者進行電漿處理（ N_2O 電漿處理等），去除氧化物半導體層的表面上的雜質。明確而言，將氧化物半導體層的銅濃度設定為 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下，較佳為設定為 $1 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。另外，將氧化物半導體層的鋁濃度設定為 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下。另外，將氧化物半導體層的氯濃度設定為 $2 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

另外，在氧化物半導體層 403 中，較佳為盡可能地去除水或氫等雜質。例如，在電晶體 420 中，將氧化物半導體

體層 403 所包含的氫濃度設定為 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 以下，較佳為設定為 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下，更佳為設定為 $2 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

下面，參照圖 2A 至 2F 說明圖 1A 至 1C 所示的電晶體 420 的製造方法的一個例子。

首先，在具有絕緣表面的基板 400 上形成閘極電極層 401，然後在閘極電極層 401 上依次層疊閘極絕緣層 402a 及閘極絕緣層 402b 來形成閘極絕緣層 402（參照圖 2A）。

對可用作具有絕緣表面的基板 400 的基板沒有特別的限制，但是基板 400 需要至少具有能夠承受後面進行的熱處理的程度的耐熱性。例如可以使用鋇硼矽酸鹽玻璃基板或鋁硼矽酸鹽玻璃基板之類的用於電子工業的各種玻璃基板。另外，作為基板，較佳為使用熱膨脹係數為 $25 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以上且 $50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下（較佳為 $30 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以上且 $40 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下）且應變點為 650°C 以上且 750°C 以下（較佳為 700°C 以上且 740°C 以下）的基板。

當使用第 5 代（ $1000\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 或 $1300\text{mm} \times 1500\text{mm}$ ）、第 6 代（ $1500\text{mm} \times 1800\text{mm}$ ）、第 7 代（ $1870\text{mm} \times 2200\text{mm}$ ）、第 8 代（ $2200\text{mm} \times 2500\text{mm}$ ）、第 9 代（ $2400\text{mm} \times 2800\text{mm}$ ）及第 10 代（ $2880\text{mm} \times 3130\text{mm}$ ）等大型玻璃基板，由於半導體裝置的製程中的熱處理等而發生基板的收縮，從而有時難以微細加工。所以，當作為基板使用上述大型玻璃基板時，較佳為使用收縮少的玻璃

基板。例如作為基板，可以使用如下大型玻璃基板：較佳為以 450℃、更佳為以 500℃ 進行 1 小時的熱處理之後的收縮量為 20ppm 以下，較佳為 10ppm 以下，更佳為 5ppm 以下。

或者，作為基板 400，可以使用陶瓷基板、石英基板、藍寶石基板等。另外，也可以應用由矽或碳化矽等構成的單晶半導體基板或多晶半導體基板、由矽鍺等構成的化合物半導體基板、SOI 基板等。還可以使用在上述基板上設置有半導體元件的基板。

另外，作為基板 400 也可以使用撓性基板來製造半導體裝置。在製造具有撓性的半導體裝置時，既可以在撓性基板上直接形成包括氧化物半導體層 403 的電晶體 420，也可以在其他製造基板上形成包括氧化物半導體層 403 的電晶體 420 並然後將其從製造基板剝離、轉置到撓性基板上。另外，為了將其從製造基板剝離、轉置到撓性基板上，較佳為在製造基板與包括氧化物半導體層的電晶體 420 之間設置剝離層。

也可以在基板 400 上設置基底絕緣層。藉由電漿 CVD 法或濺射法等使用氧化矽、氧氮化矽、氧化鋁、氧氮化鋁、氧化鉛、氧化鎵等氧化絕緣膜、氮化矽、氮氧化矽、氮化鋁、氮氧化鋁等氮化物絕緣膜、或它們的混合材料，可以形成基底絕緣層。

也可以對基板 400（或者基板 400 及基底絕緣層）進行熱處理。例如，可以使用利用高溫氣體進行熱處理的

GRTA (Gas Rapid Thermal Anneal ; 氣體快速熱退火) 裝置以 650°C 進行 1 分鐘至 5 分鐘的熱處理。另外，作為 GRTA 中使用的高溫氣體，使用如氬等的稀有氣體或氮那樣的即使進行熱處理也不與被處理物產生反應的惰性氣體。此外，也可以使用電爐以 500°C 進行 30 分鐘至 1 小時的熱處理。

作為閘極電極層 401 的材料，可以使用鉬、鈦、鉭、鎢、鋁、銅、鉻、釹、銦等的金屬材料或以這些材料為主要成分的合金材料形成。另外，作為閘極電極層 401，也可以使用以摻雜磷等雜質元素的多晶矽膜為代表的半導體膜、鎢矽化物等矽化物膜。閘極電極層 401 既可以採用單層結構又可以採用疊層結構。

另外，作為閘極電極層 401 的材料，可以使用氧化銦、氧化錫、包含氧化鎢的銦氧化物、包含氧化鎢的銦鋅氧化物、包含氧化鈦的銦氧化物、包含氧化鈦的銦錫氧化物、氧化銦氧化鋅以及添加有氧化矽的銦錫氧化物等導電材料。此外，也可以採用上述導電材料與上述金屬材料的疊層結構。例如，可以採用從基板 400 一側依次層疊氮化鈦膜、銅薄膜和鉬膜的疊層結構或者鈦膜和銅薄膜的疊層結構。

另外，作為閘極電極層 401 可以使用包含氮的金屬氧化物，明確地說，可以使用包含氮的 In-Ga-Zn-O 膜、包含氮的 In-Sn-O 膜、包含氮的 In-Ga-O 膜、包含氮的 In-Zn-O 膜、包含氮的 Sn-O 膜、包含氮的 In-O 膜以及金屬

氮化膜（InN、SnN 等）。這些膜具有 5eV（電子伏特）以上的功函數，較佳為具有 5.5eV（電子伏特）以上的功函數。當將這些膜用作閘極電極層時，可以使電晶體的電特性的臨界電壓成為正值，而可以實現所謂的常關閉型（normally off）的切換元件。

在本實施方式中，作為閘極電極層 401b 形成厚度為 100nm 以上且 400nm 以下的銅層。另外，形成與閘極電極層 401b 的上層或下層接觸且用作防止擴散銅的阻擋金屬的閘極電極層 401a 及閘極電極層 401c。作為閘極電極層 401a，例如可以形成厚度為 20nm 以上且 50nm 以下的氮化鉬層。此外，作為閘極電極層 401c，例如可以形成厚度為 50nm 以上且 200nm 以下的鉬層。

另外，在形成閘極電極層 401 之後，也可以對基板 400 及閘極電極層 401 進行熱處理。例如，可以利用 GRTA 裝置以 650℃ 進行 1 分鐘至 5 分鐘的熱處理。此外，也可以使用電爐以 500℃ 進行 30 分鐘至 1 小時的熱處理。

另外，為了提高閘極絕緣層 402 的覆蓋性，也可以對閘極電極層 401 表面進行平坦化處理。尤其是，當作為閘極絕緣層 402 使用較薄的絕緣層時，較佳為閘極電極層 401 的表面具有良好的平坦性。

作為閘極絕緣層 402a，可以較佳為使用藉由電漿 CVD 法或濺射法等形成的厚度為 10nm 以上且 100nm 以下、典型為 20nm 以上且 50nm 以下的氮化物絕緣層。例

如，可以舉出氮化矽膜、氮氧化矽膜等。藉由作為閘極電極層 401 及與基板 400 接觸的閘極絕緣層 402a 使用氮化物絕緣層，可以得到防止來自閘極電極層 401 或基板 400 的雜質擴散的效果。

或者，作為閘極絕緣層 402a，可以使用包含選自鋁（Al）、鈦（Ti）、鉬（Mo）、鎢（W）、鈪（Hf）、鉭（Ta）、釧（La）、鋯（Zr）、鎳（Ni）、鎂（Mg）和鋇（Ba）的金屬元素中的任何一種以上的金屬氧化物絕緣膜（例如，氧化鋁膜、氧氮化鋁膜、氧化鈪膜、氧化鎂膜、氧化鋯膜、氧化釧膜、氧化鋇膜）或金屬氮化物絕緣膜（氮化鋁膜、氮氧化鋁膜）。另外，作為閘極絕緣層 402a，也可以使用氧化鎵膜、In-Zr-Zn 類氧化物膜、In-Fe-Zn 類氧化物膜、In-Ce-Zn 類氧化物膜等。

在本實施方式中，作為閘極絕緣層 402a，使用利用電漿 CVD 法形成的厚度為 30nm 的氮化矽膜。作為氮化矽膜的成膜氣體，例如可以使用矽烷（ SiH_4 ）和氮的混合氣體或者矽烷、氮和氨（ NH_3 ）的混合氣體等。

可以其材料使用氧化矽膜、氧化鎵膜、氧化鋁膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氧氮化鋁膜或氮氧化矽膜，來形成閘極絕緣層 402b。另外，閘極絕緣層 402b 的厚度可以為 100nm 以上且 350nm 以下。

此外，藉由作為閘極絕緣層 402b 的材料使用氧化鈪、氧化釧、矽酸鈪（ HfSi_xO_y （ $x>0$ ， $y>0$ ））、添加有氮的矽酸鈪（ HfSiO_xN_y （ $x>0$ ， $y>0$ ））、鋁酸鈪

(HfAl_xO_y ($x>0$, $y>0$)) 以及氧化鋁等 high-k 材料，可以降低閘極漏電流。

在本實施方式中，藉由電漿 CVD 法形成厚度為 200nm 的氧氮化矽膜。與濺射法相比，當使用 CVD 法時可以縮短成膜時間。另外，與藉由濺射法形成的情況相比，藉由 CVD 法形成的表面的膜品質的不均勻小並不容易產生微粒的混入。因此，尤其是在使基板大面積化時，使用 CVD 法形成閘極絕緣層 402 是有效的。

另外，閘極絕緣層 402b 是與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層，所以較佳為形成為包含氧的絕緣層，盡可能地不包含水、氫等雜質。但是，與濺射法相比，在使用電漿 CVD 法時難以降低膜中的氫濃度。因此，在本實施方式中，對成膜後的閘極絕緣層 402 進行用來減少氫原子、更佳為去除氫原子的熱處理（脫水化處理或脫氫化處理）。

將熱處理的溫度設定為 250℃ 以上且 650℃ 以下，較佳為設定為 450℃ 以上且 600℃ 以下或低於基板的應變點。例如，將基板引入到熱處理裝置之一的電爐中，在真空（減壓）氛圍下以 650℃ 對閘極絕緣層 402 進行 1 小時的熱處理。

注意，熱處理裝置不侷限於電爐，也可以使用利用電阻發熱體等的發熱體所產生的熱傳導或熱輻射對被處理物進行加熱的裝置。例如，可以使用 GRTA（Gas Rapid Thermal Anneal：氣體快速熱退火）裝置、LRTA（Lamp

Rapid Thermal Anneal：燈快速熱退火）裝置等的 RTA（Rapid Thermal Anneal：快速熱退火）裝置。LRTA 裝置是利用從燈如鹵素燈、金屬鹵化物燈、氙弧燈、碳弧燈、高壓鈉燈或高壓汞燈等發出的光（電磁波）的輻射加熱被處理物的裝置。GRTA 裝置是利用高溫氣體進行熱處理的裝置。作為高溫氣體，使用如氬等的稀有氣體或如氮那樣的即使進行熱處理也不與被處理物產生反應的惰性氣體。注意，當作為熱處理裝置使用 GRTA 裝置時，其熱處理時間很短，所以也可以在加熱到 650℃ 至 700℃ 的高溫的惰性氣體中加熱基板。

熱處理在氮、氧、超乾燥空氣（水的含量為 20ppm 以下，較佳為 1ppm 以下，更佳為 10ppb 以下的空氣）或稀有氣體（氬、氮等）氛圍下進行即可。但是，上述氮、氧、超乾燥空氣或稀有氣體等的氛圍較佳為不包含水、氬等。另外，較佳為將引入到熱處理裝置中的氮、氧或稀有氣體的純度設定為 6N（99.9999%）以上，較佳為設定為 7N（99.99999%）以上（即，將雜質濃度設定為 1ppm 以下，較佳為設定為 0.1ppm 以下）。

藉由熱處理可以使閘極絕緣層 402 脫水化或脫氫化，而可以形成去除了引起電晶體的特性變動的氫或水等雜質的閘極絕緣層 402。

在進行脫水化處理或脫氫化處理的熱處理中，較佳為使閘極絕緣層 402 處於露出其表面的狀態，而不使閘極絕緣層 402 的表面處於妨礙釋放氫或水的狀態（例如設置不

使氫及水等透過（阻擋）的膜等）。

另外，既可以進行多次的用來脫水化或脫氫化的熱處理，又可以將用來脫水化或脫氫化的熱處理兼作其他熱處理。

接著，在閘極絕緣層 402 上形成氧化物半導體層，將該氧化物半導體層加工為島狀而形成氧化物半導體層 403（參照圖 2B）。

另外，較佳為以不使閘極絕緣層 402 暴露於大氣的方式連續形成閘極絕緣層 402 和氧化物半導體層。藉由以不使閘極絕緣層 402 暴露於大氣的方式連續形成閘極絕緣層 402 和氧化物半導體層，可以防止氫及水分等雜質附著到閘極絕緣層 402 表面上。

另外，較佳為在形成氧化物半導體層之後，對其進行用來減少或去除（脫水化或脫氫化）該氧化物半導體層所包含的過剩的氫（包括水及羥基）的熱處理。將熱處理的溫度設定為 300℃ 以上且 700℃ 以下，或低於基板的應變點。可以在減壓下或氮氛圍下等進行熱處理。

藉由上述熱處理，可以減少氧化物半導體層中的氫，更佳為可以從氧化物半導體層去除氫，該氫是賦予 n 型的導電性的雜質。另外，當作為閘極絕緣層 402 使用包含氧的絕緣層時，藉由該熱處理閘極絕緣層 402 所包含的氧可能會供應到氧化物半導體層。藉由從閘極絕緣層 402 供應在進行對氧化物半導體層的脫水化處理或脫氫化處理同時脫離的氧，可以填補氧化物半導體層的氧缺陷。

另外，當作爲閘極絕緣層 402 使用包含氧的絕緣層時，藉由在對島狀的氧化物半導體層 403 進行加工之前進行用來使氧化物半導體層脫水化或脫氫化的熱處理，可以防止因熱處理而釋放閘極絕緣層 402 所包含的氧，所以是較佳的。

用來脫水化或脫氫化的熱處理也可以兼作電晶體 420 的製程的其他熱處理。

在熱處理中，氮或氮、氦、氬等稀有氣體較佳爲不包含水、氫等。另外，較佳爲將引入到熱處理裝置中的氮或氮、氦、氬等稀有氣體的純度設定爲 6N（99.9999%）以上，較佳爲設定爲 7N（99.99999%）以上（即，將雜質濃度設定爲 1ppm 以下，較佳爲設定爲 0.1ppm 以下）。

另外，可以在藉由熱處理對氧化物半導體層進行加熱之後，在維持其加熱溫度的狀態下或在從其加熱溫度降溫的過程中，對相同爐內引入高純度的氧氣體、高純度的一氧化二氮氣體或超乾燥空氣（使用 CRDS（Cavity Ring Down laser Spectroscopy：光腔衰蕩光譜法）方式的露點計進行測定時的水分量是 20ppm（露點換算爲 -55℃）以下，較佳的是 1ppm 以下，更佳的是 10ppb 以下的空氣）。較佳爲不使氧氣體或一氧化二氮氣體包含水、氫等。或者，較佳爲將引入到熱處理裝置中的氧氣體或一氧化二氮氣體的純度設定爲 6N 以上，較佳爲 7N 以上（也就是說，將氧氣體或一氧化二氮氣體中的雜質濃度設定爲 1ppm 以下，較佳爲設定爲 0.1ppm 以下）。藉由利用氧氣

體或一氧化二氮氣體來供給由於脫水化或脫氫化處理中的雜質排出製程而同時被減少的構成氧化物半導體的主要成分材料的氧，可以來使氧化物半導體層高度純化並電性 i 型（本質）化。

氧化物半導體層 403 既可以是單層結構又可以是層疊結構。另外，既可以是非晶結構又可以是結晶結構。在氧化物半導體層 403 採用非晶結構時，藉由在後面的製程中對氧化物半導體層 403 進行熱處理，也可以得到結晶氧化物半導體層。將使非晶氧化物半導體層晶化的熱處理的溫度設定為 250℃ 以上且 700℃ 以下，較佳為 400℃ 以上，更佳為 500℃ 以上，進一步佳為 550℃ 以上。另外，該熱處理也可以兼作製程中的其他熱處理。

作為氧化物半導體層的成膜方法，可以適當地利用濺射法、MBE（Molecular Beam Epitaxy：分子束磊晶）法、CVD 法、脈衝雷射沉積法、ALD（Atomic Layer Deposition：原子層沉積）法等。另外，也可以使用在以大致垂直於濺射靶材表面的方式設置有多個基板表面的狀態下進行成膜的濺射裝置形成氧化物半導體層。

當形成氧化物半導體層時，較佳為盡可能地降低氧化物半導體層所包含的氫濃度。為了降低氫濃度，例如，在藉由濺射法進行成膜時，作為供應到濺射裝置的沉積室內的氛圍氣體適當地使用：如氫、水、羥基或者氫化物等雜質被去除的高純度的稀有氣體（典型的有氬）、氧、稀有氣體和氧的混合氣體。

另外，藉由邊去除殘留在沉積室內的水分邊引入去除了氫及水分的濺射氣體來進行成膜，可以降低形成的氧化物半導體層的氫濃度。爲了去除殘留在沉積室內的水分，較佳爲使用吸附型真空泵，例如，低溫泵、離子泵、鈦昇華泵。此外，也可以使用具備冷阱的渦輪泵。由於在利用低溫泵進行了排氣的沉積室中，對如氫分子、水（ H_2O ）等包含氫原子的化合物（較佳爲還包括包含碳原子的化合物）等進行排出的能力較高，所以可以降低該沉積室中形成的氧化物半導體層所包含的雜質濃度。

另外，在藉由濺射法形成氧化物半導體層的情況下，用於成膜的金屬氧化物靶材的相對密度（填充率）爲 90% 以上且 100% 以下，較佳爲 95% 以上且 99.9% 以下。藉由使用高相對密度的金屬氧化物靶材，可以使所形成的氧化物半導體層成爲緻密的膜。

另外，藉由在將基板 400 保持爲高溫的狀態下形成氧化物半導體層，對降低有可能包含在氧化物半導體層中的雜質的濃度也有效。作爲加熱基板 400 的溫度，設定爲 150°C 以上且 450°C 以下即可，較佳爲將基板溫度設定爲 200°C 以上且 350°C 以下。另外，藉由在進行成膜時在高溫下加熱基板，可以形成結晶氧化物半導體層。

作爲用於氧化物半導體層 403 的氧化物半導體，較佳爲至少包含銦（In）或鋅（Zn）。尤其是，較佳爲包含 In 和 Zn 的兩者。此外，作爲用來減小使用該氧化物半導體的電晶體的電特性的不均勻的穩定劑（stabilizer），較佳

爲除了上述元素以外還具有鎵（Ga）。此外，作爲穩定劑較佳爲具有錫（Sn）。另外，作爲穩定劑較佳爲具有鉛（Pb）。此外，作爲穩定劑較佳爲具有鋁（Al）。此外，作爲穩定劑較佳爲具有銦（In）。

另外，作爲其他穩定劑，也可以具有鑷系元素的鑷（La）、鈾（Ce）、鐳（Pr）、釷（Nd）、釷（Sm）、鈾（Eu）、釷（Gd）、鐳（Tb）、鐳（Dy）、釷（Ho）、鈾（Er）、鐳（Tm）、鐳（Yb）、鐳（Lu）中的一種或多種。

例如，作爲氧化物半導體，可以使用：氧化銦、氧化錫、氧化鋅；二元金屬氧化物的 In-Zn 類氧化物、Sn-Zn 類氧化物、Al-Zn 類氧化物、Zn-Mg 類氧化物、Sn-Mg 類氧化物、In-Mg 類氧化物、In-Ga 類氧化物；三元金屬氧化物的 In-Ga-Zn 類氧化物（也稱爲 IGZO）、In-Al-Zn 類氧化物、In-Sn-Zn 類氧化物、Sn-Ga-Zn 類氧化物、Al-Ga-Zn 類氧化物、Sn-Al-Zn 類氧化物、In-Hf-Zn 類氧化物、In-La-Zn 類氧化物、In-Ce-Zn 類氧化物、In-Pr-Zn 類氧化物、In-Nd-Zn 類氧化物、In-Sm-Zn 類氧化物、In-Eu-Zn 類氧化物、In-Gd-Zn 類氧化物、In-Tb-Zn 類氧化物、In-Dy-Zn 類氧化物、In-Ho-Zn 類氧化物、In-Er-Zn 類氧化物、In-Tm-Zn 類氧化物、In-Yb-Zn 類氧化物、In-Lu-Zn 類氧化物；以及四元金屬氧化物的 In-Sn-Ga-Zn 類氧化物、In-Hf-Ga-Zn 類氧化物、In-Al-Ga-Zn 類氧化物、In-Sn-Al-Zn 類氧化物、In-Sn-Hf-Zn 類氧化物、In-Hf-Al-Zn

類氧化物。

在此，例如，In-Ga-Zn 類氧化物是指作為主要成分具有 In、Ga、Zn 的氧化物，對 In、Ga、Zn 的比率沒有限制。此外，也可以包含 In、Ga、Zn 以外的金屬元素。

另外，作為氧化物半導體，也可以使用以 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m>0$ ，且 m 不是整數) 表示的材料。注意，M 表示選自 Ga、Fe、Mn 和 Co 中的一種金屬元素或多種金屬元素。另外，作為氧化物半導體，也可以使用以 $\text{In}_2\text{SnO}_5(\text{ZnO})_n$ ($n>0$ ，且 n 是整數) 表示的材料。

例如，可以使用其原子數比為 In:Ga:Zn=1:1:1 ($=1/3:1/3:1/3$)、In:Ga:Zn=2:2:1 ($=2/5:2/5:1/5$) 或 In:Ga:Zn=3:1:2 ($=1/2:1/6:1/3$) 的 In-Ga-Zn 類氧化物或與其相似的組成的氧化物。或者，較佳為使用其原子數比為 In:Sn:Zn=1:1:1 ($=1/3:1/3:1/3$)、In:Sn:Zn=2:1:3 ($=1/3:1/6:1/2$) 或 In:Sn:Zn=2:1:5 ($=1/4:1/8:5/8$) 的 In-Sn-Zn 類氧化物或與其相似的組成的氧化物。

但是，不侷限於此，可以根據所需要的半導體特性（遷移率、臨界值、不均勻性等）而使用適當的組成的氧化物半導體。另外，較佳為採用適當的載流子濃度、雜質濃度、缺陷密度、金屬元素和氧之間的原子數比、原子間距離、密度等，以得到所需要的半導體特性。

例如，使用 In-Sn-Zn 類氧化物可以較容易獲得較高的遷移率。但是，當使用 In-Ga-Zn 類氧化物時也可以藉由降低塊內缺陷密度提高遷移率。

另外，例如 In、Ga、Zn 的原子數比為 $\text{In:Ga:Zn}=a:b:c$ ($a+b+c=1$) 的氧化物的組成與原子數比為 $\text{In:Ga:Zn}=A:B:C$ ($A+B+C=1$) 的氧化物的組成相似是指 $a、b、c$ 滿足如下算式： $(a-A)^2+(b-B)^2+(c-C)^2 \leq r^2$ 。r 例如可以為 0.05。其他氧化物也是同樣的。

另外，作為形成氧化物半導體層時使用的濺射氣體，較佳為使用去除了氫、水、羥基或氫化物等雜質的高純度氣體。

另外，氧化物半導體層 403 較佳為 CAAC-OS (C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor: c 軸配向結晶氧化物半導體) 膜。

CAAC-OS 膜不是完全的單晶，也不是完全的非晶。CAAC-OS 膜是在非晶相中具有結晶部及非晶部的結晶-非晶混合相結構的氧化物半導體層。另外，在很多情況下，該結晶部的尺寸為能夠容納在一個邊短於 100nm 的立方體內的尺寸。另外，在利用透射電子顯微鏡 (TEM: Transmission Electron Microscope) 觀察到的影像中，包括在 CAAC-OS 膜中的非晶部與結晶部的邊界不明確。此外，利用 TEM 在 CAAC-OS 膜中觀察不到晶界 (grain boundary)。因此，在 CAAC-OS 膜中，起因於晶界的電子遷移率的降低得到抑制。

包括在 CAAC-OS 膜中的結晶部的 c 軸在平行於 CAAC-OS 膜的被形成面的法線向量或表面的法線向量的方向上一致，在從垂直於 ab 面的方向看時具有三角形或

六角形的原子排列，且在從垂直於 c 軸的方向看時，金屬原子排列為層狀或者金屬原子和氧原子排列為層狀。另外，不同結晶部的 a 軸及 b 軸的方向也可以彼此不同。在本說明書中，在只記載“垂直”時，包括 85° 以上且 95° 以下的範圍。另外，在只記載“平行”時，包括 -5° 以上且 5° 以下的範圍。

另外，在 CAAC-OS 膜中，結晶部的分佈也可以不均勻。例如，在 CAAC-OS 膜的形成過程中，在從氧化物半導體膜的表面一側進行結晶生長時，有時與被形成面附近相比，在表面附近結晶部所占的比例高。另外，藉由對 CAAC-OS 膜添加雜質，有時在該雜質添加區中使結晶部非晶化。

因為包括在 CAAC-OS 膜中的結晶部的 c 軸在平行於 CAAC-OS 膜的被形成面的法線向量或表面的法線向量的方向上一致，所以有時根據 CAAC-OS 膜的形狀（被形成面的剖面形狀或表面的剖面形狀）朝向彼此不同的方向。另外，結晶部的 c 軸方向是平行於形成 CAAC-OS 膜時的被形成面的法線向量或表面的法線向量的方向。藉由成膜或在成膜之後進行熱處理等的晶化處理形成結晶部。

在使用 CAAC-OS 膜的電晶體中，因可見光或紫外光的照射而產生的電特性變動小。因此，該電晶體的可靠性高。

當作為氧化物半導體層 403 使用 CAAC-OS 膜時，作為獲得該 CAAC-OS 膜的方法，例如可以將成膜溫度設定

為 200°C 以上且 450°C 以下形成氧化物半導體層，而實現大致垂直於其表面的 c 軸配向。或者，也可以形成厚度薄的氧化物半導體層之後，進行 200°C 以上且 700°C 以下的熱處理，而實現大致垂直於其表面的 c 軸配向。或者，也可以在形成厚度薄的第一層之後，進行 200°C 以上且 700°C 以下的熱處理形成第二層，而實現大致垂直於其表面的 c 軸配向。

另外，CAAC-OS 膜，例如使用多晶的氧化物半導體濺射用靶材，且藉由濺射法形成。當離子碰撞到該濺射用靶材時，有時包含在濺射用靶材中的結晶區域從 a - b 面劈開，即具有平行於 a - b 面的面的平板狀或顆粒狀的濺射粒子剝離。此時，藉由該平板狀的濺射粒子保持結晶狀態到達基板，可以形成 CAAC-OS 膜。

另外，為了形成 CAAC-OS 膜，較佳為應用如下條件。

藉由減少成膜時的雜質的混入，可以抑制因雜質導致的結晶狀態的損壞。例如，降低存在於沉積室內的雜質（氫、水、二氧化碳及氮等）的濃度即可。另外，降低成膜氣體中的雜質濃度即可。明確而言，使用露點為 -80°C 以下，較佳為 -100°C 以下的成膜氣體。

另外，藉由增高成膜時的基板加熱溫度，在濺射粒子到達基板之後發生濺射粒子的遷移。明確而言，在將基板加熱溫度設定為 100°C 以上且 740°C 以下，較佳為 200°C 以上且 500°C 以下的狀態下進行成膜。藉由增高成膜時的基

板加熱溫度，當平板狀的濺射粒子到達基板時，在基板上發生遷移，濺射粒子的平坦的面附著到基板。

另外，較佳的是，藉由提高成膜氣體中的氧比例並對電力進行最優化，減輕成膜時的電漿損傷。將成膜氣體中的氧比例設定為 30vol.% 以上，較佳為 100vol.%。

以下，作為濺射用靶材的一個例子示出 In-Ga-Zn-O 化合物靶材。

將 InO_x 粉末、 GaO_y 粉末及 ZnO_z 粉末以規定的莫耳數比混合，進行加壓處理之後，在 1000°C 以上且 1500°C 以下的溫度下進行熱處理，由此得到作為多晶的 In-Ga-Zn-O 化合物靶材。另外， x 、 y 及 z 為任意正數。在此， InO_x 粉末、 GaO_y 粉末及 ZnO_z 粉末的規定的莫耳數比例如為 2:2:1、8:4:3、3:1:1、1:1:1、4:2:3 或 3:1:2。另外，粉末的種類及其混合的莫耳數比可以根據所製造的濺射用靶材適當地改變。

也可以在形成氧化物半導體層之前對其被成膜面進行平坦化處理。對平坦化處理沒有特別的限制，可以使用拋光處理（例如，化學機械拋光法（Chemical Mechanical Polishing：CMP））、乾蝕刻處理、電漿處理。

作為電漿處理，例如可以進行導入氬氣體來產生電漿的反濺射。反濺射是指使用 RF 電源在氬氣氛圍下對基板一側施加電壓來在基板附近形成電漿以進行表面改性的方法。另外，也可以使用氮、氦、氧等代替氬。藉由進行反濺射，可以去除附著到氧化物半導體層的被成膜面上的粉

狀物質（也稱為微粒、塵屑）。

作為平坦化處理，既可以進行多次的拋光處理、乾蝕處理以及電漿處理，又可以組合上述處理而進行平坦化處理。另外，當組合上述處理而進行平坦化處理時，對製程順序也沒有特別的限制，可以根據氧化物半導體層的被成膜面的凹凸狀態適當地設定。

接著，在閘極絕緣層 401、閘極絕緣層 402 及氧化物半導體層 403 上形成用作源極電極層及汲極電極層（包括由與它們相同的層形成的佈線）的導電膜。導電膜的厚度例如可以為 20nm 以上且 50nm 以下。

作為導電膜，可以使用能夠承受後面進行的熱處理的材料且採用單層結構或疊層結構。作為用於源極電極層及汲極電極層的導電膜，例如可以使用包括選自 Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo、W 中的元素的金屬膜、以上述元素為成分的金屬氮化物膜（氮化鈦膜、氮化鉬膜、氮化鎢膜）等。另外，還可以在 Al、Cu 等的金屬膜的下側和上側中的一者或兩者上層疊 Ti、Mo、W 等的高熔點金屬膜或它們的金屬氮化物膜（氮化鈦膜、氮化鉬膜、氮化鎢膜）。此外，作為用於源極電極層及汲極電極層的導電膜，也可以由導電金屬氧化物而形成。作為導電金屬氧化物，也可以使用氧化銦（ In_2O_3 ）、氧化錫（ SnO_2 ）、氧化鋅（ ZnO ）、氧化銦氧化錫（ $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ ，簡稱為 ITO）、氧化銦氧化鋅（ $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ ）或者使這些金屬氧化物材料包含氧化矽的材料。

藉由光微影製程在導電膜上形成光阻掩模，並且選擇性地進行蝕刻來形成源極電極層 405a 及汲極電極層 405b。

另外，較佳的是，當導電膜的蝕刻製程時，使蝕刻條件最適化以防止氧化物半導體層 403 被蝕刻而被分離。但是，很難僅蝕刻導電膜而完全不對氧化物半導體層 403 進行蝕刻，所以有時當對導電膜進行蝕刻時氧化物半導體層 403 的一部分也被蝕刻，而成爲具有槽部（凹部）的氧化物半導體層。

接著，在源極電極層 405a 及汲極電極層 405b 上形成與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層 426。

作爲與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層 426，可以利用等離子 CVD 法或濺射法形成，並可以使用氧化矽膜、氧化鎵膜、氧化鋁膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氧氮化鋁膜或氮氧化矽膜形成。另外，絕緣層 426 的厚度較佳爲 50nm 以上且 100nm 以下。

另外，作爲絕緣層 426，可以使用包含氮的氧化物絕緣膜（例如，包含氮的氧化矽膜、包含氮的氧化鋁膜）等。包含於氧化物絕緣膜的氮濃度爲 0.01at.% 以上即可，較佳爲 0.1at.% 以上且 50at.% 以下，更佳爲 0.5at.% 以上且 15at.% 以下。在氧化矽膜中以上述濃度包含氮的膜也稱爲氧氮化矽膜。藉由使氧化物絕緣膜包含適量的氮，可以使該膜中包含多於化學計量組成的氧。

在本實施方式中，作爲絕緣層 426，藉由電漿 CVD

法以接觸於氧化物半導體層 403 的上表面的方式形成氧氮化矽膜。關於絕緣層 426 的成膜條件，例如可以為如下條件： SiH_4 和 N_2O 的氣體流量比為 $\text{SiH}_4 : \text{N}_2\text{O} = 30\text{sccm} : 4000\text{sccm}$ ；壓力為 200Pa ；RF 電源功率（電源輸出）為 150W ；基板溫度為 $220^\circ\text{C} \pm 15^\circ\text{C}$ 。

另外，由於絕緣層 426 是與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層，較佳為與閘極絕緣層 402b 同樣盡可能地不包含水、氫等雜質。因此，在本實施方式中，對成膜後的絕緣層 426 進行用來去除氫原子的熱處理（脫水化處理或脫氫化處理）。另外，氧化鋁膜具有不使氫或水等透過的阻擋功能，所以較佳為在形成絕緣層 426 之後且形成鋁膜之前對絕緣層 426 進行用來脫水化或脫氫化的熱處理。

將熱處理的溫度設定為 250°C 以上且 650°C 以下，較佳為設定為 450°C 以上且 600°C 以下或低於基板的應變點。用來脫水化或脫氫化的熱處理的詳細內容與對閘極絕緣層 402b 進行的熱處理相同。

接著，在絕緣層 426 上形成金屬膜 427。在本實施方式中，作為金屬膜 427 形成鋁膜（參照圖 2C）。

金屬膜 427 較佳為利用濺射法、蒸鍍法、CVD 法等形成。另外，金屬膜 427 的厚度較佳為 3nm 以上且 10nm 以下。在本實施方式中，形成厚度為 5nm 的鋁膜。

另外，形成在絕緣層 426 上的金屬膜 427 由於氧摻雜處理而成為金屬氧化物膜 417，該膜用作電晶體的障壁膜。作為該金屬氧化物膜 417 使用如下膜：不使氫、水分

等雜質和氧的兩者透過膜的遮斷效果（阻擋效果）高，且具有阻隔性。另外，作為用作金屬氧化物膜的金屬膜 427，除了鋁膜以外，還可以使用添加了鎂的鋁膜、添加了鈦的鋁膜、鋁膜和鎂膜的疊層膜、鋁膜和鈦膜的疊層膜、鋁膜和鎳膜的疊層膜、鋁膜和鉬膜的疊層膜、鋁膜和錳膜的疊層膜等。

接著，對被進行了脫水化處理或脫氫化處理的絕緣層 426 及金屬膜 427 進行導入氧 454 的處理（也稱為氧摻雜處理或氧注入處理）。藉由上述處理形成具有氧過剩區域的絕緣層 416 及金屬膜 427 的氧化物的金屬氧化物膜 417（參照圖 2D）。

另外，藉由氧摻雜處理形成的金屬氧化物膜 417 不需要含有與化學計量組成一致的氧，也可以具有較小的導電性。例如，當其組成由 Al_2O_x 表示的氧化鋁膜時， x 較佳為 1 以上且 3.5 以下。當金屬氧化物膜 417 具有導電性時，較佳為將其電阻率 ρ 設定為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下，更佳為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{18} \Omega\text{m}$ 以下，進一步佳為 $1 \times 10^{11} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{15} \Omega\text{m}$ 以下。藉由金屬氧化物膜 417 具有上述電阻率，可以防止電晶體 420 的靜電損壞。

另外，絕緣層 416 也可以在膜厚方向上的整個面不具有氧過剩區域。圖 2E 示出圖 2D 中的區域 200 的放大圖。圖 2E 所示的具有氧過剩區域的絕緣層 416 在與金屬氧化物膜 417 的介面附近具有導入氧 454 的區域 416a。

藉由在絕緣層 416 的至少一部分具有氧過剩區域，因電晶體的製程中的熱處理而發生固相擴散（solid phase diffusion），可以向氧化物半導體層供應氧。

氧 454 至少包含氧自由基、臭氧、氧原子、氧離子（包括分子離子、簇離子）中的任一種。藉由對被進行了脫水化處理或脫氫化處理的絕緣層進行氧摻雜處理，可以使氧含有在絕緣層中，也可以填補因上述熱處理而可能會脫離的氧，並且可以形成氧過剩區域。

作為對絕緣層 426 及金屬膜 427 導入氧 454 的方法，例如可以使用離子植入法、離子摻雜法、電漿浸沒式離子植入法、電漿處理等。另外，作為離子植入法，也可以使用氣體簇離子束（GCIB：Gas Cluster Ion Beam）。另外，當氧 454 的導入時，可以一次對基板 400 的整個面進行處理，例如可以使用線狀離子束。當使用線狀離子束時，藉由使基板或離子束相對地移動（掃描），可以將氧 454 導入到絕緣層 426 及金屬膜 427 的整個面。

作為供應氧 454 的氣體，可以使用含有 O 的氣體，例如可以使用 O₂ 氣體、N₂O 氣體、CO₂ 氣體、CO 氣體、NO₂ 氣體等。另外，也可以使供應氧的氣體含有稀有氣體（例如 Ar）。

另外，例如當藉由離子植入法進行引入氧時，將氧 454 的劑量較佳為設定為 $1 \times 10^{13} \text{ ions/cm}^2$ 以上且 $5 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 以下，氧摻雜處理之後的絕緣層 416 中的氧的含量較佳為超過絕緣層 416 的化學計量組成。另外，

在金屬氧化物膜 417 中也可能會形成含有超過化學計量組成的氧的區域。另外，氧含量比上述化學計量組成多得多的區域存在於絕緣層 416 的一部分中，即可。另外，適當地設定注入條件來控制氧的注入深度，即可。

另外，當作爲絕緣層 416 使用氧化物絕緣層（例如，氧化矽膜或氧氮化矽膜）時，在該氧化物絕緣層中，氧是主要成分材料中之一。因此，難以藉由 SIMS（Secondary Ion Mass Spectrometry：二次離子質譜分析法）等的方法準確地估計氧化物絕緣層中的氧濃度。就是說，難以判斷是否有意地對氧化物絕緣層中添加氧。另外，當在之後的製程中包含於絕緣層 416 中的過剩的氧被供應到氧化物半導體層時也是同樣。

此外，氧有 ^{17}O 和 ^{18}O 等同位素，並且，一般認爲在自然界的 ^{17}O 和 ^{18}O 的存在比率分別占氧原子整體中的 0.038%、0.2% 左右。也就是說，接觸於氧化物半導體層的絕緣層中或氧化物半導體層中的上述同位素的濃度爲藉由 SIMS 等的方法可估計的程度，因此藉由測量這些濃度，有時可以更準確地估計接觸於氧化物半導體層的絕緣層中或氧化物半導體層中的氧濃度。由此，也可以藉由測量這些濃度判斷是否有意地對接觸於氧化物半導體層的絕緣層中添加氧。

另外，在對絕緣層 426 及金屬膜 427 添加氧 454 之後，也可以進行熱處理。藉由該熱處理，也可以將包含於絕緣層 416 中的氧供應到氧化物半導體層 403 而填補氧化

物半導體層 403 的氧缺陷。例如將熱處理的溫度可以設定為 250℃ 以上且 600℃ 以下，較佳為 300℃ 以上且 600℃ 以下。

藉由上述製程，形成本實施方式的電晶體 420（參照圖 2F）。

另外，在電晶體 420 上作為保護絕緣層也可以形成絕緣層 422 及平坦化絕緣層 424。本實施方式所示的電晶體 420 包含薄膜的金屬氧化物膜，由此，藉由在該金屬氧化物膜上形成保護絕緣層，可以緩和向金屬氧化物膜的應力。因此，在電晶體 420 中可以抑制金屬氧化物膜 417 發生損壞或變形，所以可以提高電晶體 420 的可靠性。

絕緣層 422 可以使用與絕緣層 416 相同的材料而形成。作為平坦化絕緣層 424，可以使用具有耐熱性的有機材料如聚醯亞胺樹脂、丙烯酸樹脂、聚醯亞胺醯胺樹脂、苯並環丁烯類樹脂、聚醯胺樹脂、環氧樹脂等。另外，除了上述有機材料之外，還可以使用低介電常數材料（low-k 材料）、矽氧烷類樹脂、PSG（磷矽玻璃）、BPSG（硼磷矽玻璃）等。另外，也可以層疊多個由上述材料形成的絕緣層來形成平坦化絕緣層。

在使用氧化物半導體的電晶體中，藉由從絕緣層向氧化物半導體層供應氧，可以降低氧化物半導體層與絕緣層之間的介面能階密度。其結果，可以抑制起因於電晶體的工作等在氧化物半導體層與絕緣層之間的介面載流子被俘獲，從而可以獲得可靠性高的電晶體。

再者，有時起因於氧化物半導體層的氧缺陷而產生電荷。一般來說，氧化物半導體層中的氧缺陷的一部分成為施體，而釋放作為載流子的電子。其結果，電晶體的臨界電壓漂移到負方向。因此，藉由從絕緣層向氧化物半導體層供應充分的氧，較佳的是使氧化物半導體層含有過剩的氧，可以降低臨界電壓向負方向漂移的原因的氧化物半導體層的氧缺陷密度。

藉由電晶體的製程中的熱處理，包含於絕緣層 416 中的過剩的氧被供應到接觸於絕緣層 416 的氧化物半導體層 403 中。因此，在電晶體 420 中，在絕緣層 416 與氧化物半導體層 403 之間的介面或氧化物半導體層 403 中（塊中）的至少一部分中形成氧過剩區域。另外，也可以進行用來從絕緣層 416 向氧化物半導體層 403 供應氧的熱處理的製程。

另外，也可以多次進行對絕緣層的脫水化處理或脫氫化處理及／或氧摻雜處理。

另外，接觸於絕緣層 416 的上表面設置的金屬氧化物膜 417 是使金屬膜氧化來形成的膜。與藉由濺射法形成金屬氧化物膜的情況相比，藉由使金屬膜 427 氧化形成金屬氧化物膜 417，可以提高生產率。另外，藉由與對絕緣層 416 的氧摻雜處理相同的製程，可以使金屬膜氧化，所以可以實現製程的簡化。由此，可以降低半導體裝置的製造成本。

另外，在形成電晶體 420 之後，還可以在大氣中進行

100℃ 以上且 400℃ 以下的熱處理。在上述熱處理中，既可以保持一定的加熱溫度地進行加熱，又可以反復多次進行從室溫到 100℃ 以上且 400℃ 以下的加熱溫度的升溫和從加熱溫度到室溫的降溫。此外，也可以在減壓下進行上述熱處理。藉由在減壓下進行熱處理，可以縮短加熱時間。藉由上述熱處理，可以向氧化物半導體層 403 供應包含於絕緣層 416 的氧，所以可以提高半導體裝置的可靠性。

圖 13 示出電晶體 420 的閘佈線和源佈線（或汲極佈線）的連接部（或設置在與上述相同的層中的佈線的連接部）。在圖 13 中，形成在與閘極電極層 401 相同的層中的電極層 491（包括電極層 491a、電極層 491b 及電極層 491c）和形成在與源極電極層 405a 或汲極電極層 405b 相同的層中的電極層 405c 藉由形成在閘極絕緣層 402 中的接觸孔電連接。該接觸孔在形成氧化物半導體層 403 之後且在形成用作源極電極層 405a 或汲極電極層 405b 的導電膜之前形成，即可。

另外，圖 3A 至 3C 示出本實施方式的電晶體的另一個結構例子。

圖 3A 是電晶體 440 的平面圖，圖 3B 是沿著圖 3A 的 X2-Y2 的剖面圖，圖 3C 是沿著圖 3A 的 V2-W2 的剖面圖。注意，在圖 3A 中，爲了簡化起見，省略電晶體 440 的構成要素的一部分（例如，金屬氧化物膜 417 等）。

圖 3A 至 3C 所示的電晶體 440 包括：設置在基板 400

上的閘極電極層 401；設置在閘極電極層 401 上的閘極絕緣層 412；隔著閘極絕緣層 412 與閘極電極層 401 重疊的氧化物半導體層 403；與氧化物半導體層 403 電連接的源極電極層 405a 及汲極電極層 405b；覆蓋源極電極層 405a 及汲極電極層 405b 且與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層 416；設置在絕緣層 416 上的金屬氧化物膜 417。

在電晶體 440 中，與氧化物半導體層 403 接觸的閘極絕緣層 412 是藉由進行氧摻雜處理具有包含超過化學計量組成的氧的區域的絕緣層。更明確而言，在形成閘極絕緣層 412 的疊層結構中，至少與氧化物半導體層 403 接觸的閘極絕緣層 412b 為具有包含超過化學計量組成的氧的區域的絕緣層。另外，閘極絕緣層 412a 也可以不一定具有氧過剩區域。但是，藉由對閘極絕緣層 412b 進行氧摻雜處理，與閘極絕緣層 412b 同樣，閘極絕緣層 412a 也可以成為具有氧過剩區域的膜。或者，可以另行進行用來向閘極絕緣層 412a 的氧摻雜處理的製程。

向閘極絕緣層 412 的氧摻雜處理的詳細內容與上述所示的氧 454 的導入製程同樣。另外，向閘極絕緣層 412 的氧摻雜處理較佳為在進行用來去除閘極絕緣層 412 中的氫原子的熱處理之後進行。藉由在熱處理之後導入氧，可以填補因熱處理而同時可能會從膜中脫離的氧。

另外，也可以多次進行對閘極絕緣層 412 的熱處理及/或氧摻雜處理。

包含於閘極絕緣層 412 中的過剩的氧由於電晶體的製

程中的熱處理（例如，形成氧化物半導體層時的基板 400 的加熱、形成絕緣層時的成膜溫度等）而被供應到接觸於閘極絕緣層 412 的氧化物半導體層 403。因此，在電晶體 440 中，在閘極絕緣層 412 與氧化物半導體層 403 之間的介面或氧化物半導體層 403 中（塊中）的至少一部分中，形成氧過剩區域。另外，也可以進行用來從閘極絕緣層 412 向氧化物半導體層 403 供應氧的熱處理製程。

作為電晶體 440 的其他構成及其製造方法的詳細內容可以參考關於電晶體 420 的記載。

在本實施方式所示的半導體裝置包括：作為以與氧化物半導體層 403 的上層或下層接觸的方式設置的絕緣層，藉由進行氧摻雜處理具有氧過剩區域的絕緣層。另外，該絕緣層是藉由脫水化處理或脫氫化處理盡可能地去除水、氫等雜質的膜。藉由形成接觸於氧化物半導體層 403 的減少水及氫的含量且增加了氧的含量的絕緣層，可以邊抑制水及氫混入到氧化物半導體層 403 中邊向氧化物半導體層 403 供應氧。

因此，在氧化物半導體層 403 中及/或氧化物半導體層 403 與絕緣層之間的介面，可以形成氧過剩區域。由此，可以降低臨界電壓向負方向漂移的原因的氧化物半導體層的氧缺陷密度，所以不但可以降低電晶體的臨界電壓的不均勻，而且可以實現常關閉型的電晶體。另外，還可以降低電晶體的次臨界值（S 值）。

另外，與對氧化物半導體層 403 直接進行氧摻雜處理

的情況相比，由於在本實施方式所示的半導體裝置中對接觸於氧化物半導體層 403 的絕緣層進行氧摻雜處理，所以可以提高氧化物半導體層 403 的膜品質及/或結晶性。尤其是，在氧化物半導體層 403 是 CAAC-OS 膜的情況下，在對該 CAAC-OS 膜進行氧摻雜處理時有時使其結晶性降低，所以應用本實施方式所示的半導體裝置的製造方法是有效的。

以上，本實施方式所示的結構、方法等可以與其他實施方式所示的結構、方法等適當地組合而使用。

實施方式 2

在本實施方式中，參照圖 10A 至圖 12B 說明半導體裝置及半導體裝置的製造方法的另一個方式。在本實施方式中，作為半導體裝置的一個例子示出具有氧化物半導體層的電晶體。

圖 10A 至 10C 示出電晶體 460 的結構例子。圖 10A 是電晶體 460 的平面圖，圖 10B 是沿著圖 10A 的 X3-Y3 的剖面圖，圖 10C 是沿著圖 10A 的 V3-W3 的剖面圖。注意，在圖 10A 中，為了簡化起見，省略電晶體 460 的構成要素的一部分。

圖 10 所示的電晶體 460 是被稱為通道保護型（也稱為通道停止型）的底閘極結構的一種，也是被稱為反交錯型電晶體的電晶體的一個例子。

如通道長度方向上的剖面圖的圖 10B 所示那樣，包含

電晶體 460 的半導體裝置在基板 400 上包括閘極電極層 401，在閘極電極層 401 上包括閘極絕緣層 402a、402b、氧化物半導體層 403、絕緣層 413、金屬氧化物膜 447、源極電極層 405a 以及汲極電極層 405b。

本實施方式所示的電晶體 460 包括從閘極電極層 401 一側依次層疊有閘極絕緣層 402a 以及閘極絕緣層 402b 的閘極絕緣層 402。但是，本發明的實施方式不侷限於此，閘極絕緣層既可以是單層結構，又可以是三層以上的疊層結構。

絕緣層 413 及金屬氧化物膜 447 設置在至少與閘極電極層 401 重疊的包含通道形成區域的氧化物半導體層 403 的區域上，且用作通道保護膜。再者，絕緣層 413 及金屬氧化物膜 447 具有到達氧化物半導體層 403 且以源極電極層 405a 或汲極電極層 405b 覆蓋內壁的方式設置的開口 425a、425b。因此，氧化物半導體層 403 的周邊部被絕緣層 413 及金屬氧化物膜 447 覆蓋，從而絕緣層 413 及金屬氧化物膜 447 也用作層間絕緣膜。在閘佈線與源佈線的交叉部中，藉由作為層間絕緣層除了閘極絕緣層 402 以外還配置絕緣層 413 及金屬氧化物膜 447，可以降低寄生電容。

絕緣層 413 可以對藉由電漿 CVD 法、濺射法形成的絕緣膜進行蝕刻加工而形成。此外，絕緣層 413 的開口 425a、425b 的內壁具有錐形形狀。

藉由調節重疊於通道形成區域上的絕緣層 413 的剖面

形狀，明確地說藉由調節端部的剖面形狀（錐形角及膜厚度等），可以緩和在汲極電極層 405b 的端部附近有可能產生的電場集中，而可以抑制電晶體 460 的開關特性的劣化。

明確地說，重疊於通道形成區域上的絕緣層 413 的剖面形狀為梯形或三角形，並且將剖面形狀的下端部的錐形角設定為 60° 以下，較佳為 45° 以下，更佳為 30° 以下。藉由採用上述角度範圍，在對閘極電極層 401 施加較高的閘極電壓的情況下，可以緩和在汲極電極層 405b 的端部附近有可能產生的電場集中。

另外，重疊於通道形成區域上的絕緣層 413 的厚度為 $0.3\mu\text{m}$ 以下，較佳為 5nm 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下。藉由採用上述厚度範圍，可以使電場強度的峰值小，或者電場集中分散而電場集中的部分成為多個，結果可以緩和在汲極電極層 405b 的端部附近有可能產生的電場集中。

在本實施方式中所示的電晶體 460 中，與氧化物半導體層 403 接觸的絕緣層 413 是藉由進行氧摻雜處理具有包含超過化學計量組成的氧的區域的單層或疊層的絕緣層。在絕緣層 413 採用疊層結構時，在至少與氧化物半導體層 403 重疊的區域中較佳為具有包含過剩的氧的區域。

在本實施方式中，作為絕緣層 413 使用具有氧過剩區域的氧氮化矽膜。另外，作為金屬氧化物膜 447 使用氧化鋁膜。

接觸於絕緣層 413 的上表面設置的金屬氧化物膜 447

是使金屬膜（在本實施方式中是鋁膜）氧化而形成的膜。與藉由濺射法形成金屬氧化物膜的情況相比，藉由使金屬膜氧化形成金屬氧化物膜 447，可以提高生產率。另外，藉由與對絕緣層 413 的氧摻雜處理相同的製程，可以使金屬膜氧化，所以可以實現製程的簡化。由此，可以降低半導體裝置的製造成本。

氧化鋁膜的不使氫、水分等雜質和氧的兩者透過膜的遮斷效果（阻擋效果）效果高。因此，藉由覆蓋電晶體設置氧化鋁膜，可以防止從氧化物半導體層 403 及接觸於其的絕緣層 413 的氧的脫離，並且可以防止水及氫混入到氧化物半導體層 403。

尤其是，在電晶體 460 中，氧化物半導體層 403 的周邊部被絕緣層 413 及金屬氧化物膜 447 的氧化鋁膜覆蓋。藉由具有氧過剩區域的絕緣層 413 及阻隔性高的氧化鋁膜覆蓋氧化物半導體層 403 的周邊部，從具有氧過剩區域的絕緣層 413 供應氧而可以防止該由氧化鋁膜供應的氧從氧化物半導體層 403 的周邊部脫離。

另外，較佳為將金屬氧化物膜 447 的電阻率設定為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下（更佳為具有 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{18} \Omega\text{m}$ 以下，進一步佳為具有 $1 \times 10^{11} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{15} \Omega\text{m}$ 以下）。或者，在氧化鋁膜上層疊氧化鈦膜、氧化鎂膜、氧化鎳膜、氧化鉬膜以及氧化鎢膜，將該氧化鈦膜、氧化鎂膜、氧化鎳膜、氧化鉬膜以及氧化鎢膜的電阻率較佳為設定為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下

(更佳為設定為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{18} \Omega\text{m}$ 以下，進一步佳為設定為 $1 \times 10^{11} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{15} \Omega\text{m}$ 以下)。或者，也可以互換疊層順序。藉由作為金屬氧化物膜 447 設置具有上述電阻率的導電性的膜，可以防止半導體裝置的靜電損壞。

藉由將氧化鋁膜的膜密度設定為高密度（膜密度為 3.2g/cm^3 以上，較佳為 3.6g/cm^3 以上），可以對電晶體 460 賦予穩定的電特性，所以是更佳的。

另外，在氧化鋁膜的組成由 Al_2O_x 表示時，較佳為使用 x 為 1 以上且 3.5 以下的氧化鋁膜。

下面，參照圖 11A 至 11E 說明圖 10A 至 10C 所示的電晶體 460 的製造方法的一個例子。

首先，與實施方式 1 所示的製程同樣，在具有絕緣表面的基板 400 上形成閘極電極層 401，然後在閘極電極層 401 上依次層疊閘極絕緣層 402a 及閘極絕緣層 402b 來形成閘極絕緣層 402。

在本實施方式中，藉由濺射法形成厚度為 100nm 的鎢膜來形成閘極電極層 401。

此外，在本實施方式中，作為閘極絕緣層 402a，使用利用電漿 CVD 法形成的厚度為 10nm 以上且 100nm 以下（較佳為 20nm 以上且 60nm 以下）的氮化矽膜。另外，作為成膜氣體，可以使用包含 SiH_4 及 N_2 的氣體或者包含 SiH_4 、 N_2 及 NH_3 的氣體。

閘極絕緣層 402b 的厚度為 100nm 以上且 350nm 以

下，可以適當地利用濺射法、MBE 法、CVD 法、脈衝雷射沉積法、ALD 法等而形成。另外，閘極絕緣層 402b 也可以使用在以大致垂直於濺射靶材表面的方式設置有多個基板表面的狀態下進行成膜的濺射裝置形成。

另外，在本實施方式中，作為閘極絕緣層 402b，藉由電漿 CVD 法形成厚度為 200nm 的氧氮化矽膜，對成膜之後的閘極絕緣層 402 進行用來減少氫原子，較佳為用來去除氫原子的熱處理（脫水化處理或脫氫化處理）。

另外，既可以進行多次用來脫水化或脫氫化的熱處理，又可以將用來脫水化或脫氫化的熱處理兼作其他熱處理。

接著，在閘極絕緣層 402 上形成氧化物半導體層，將該氧化物半導體層加工為島狀而形成氧化物半導體層 403（參照圖 11A）。作為其詳細內容可以參考實施方式 1。

另外，較佳為以不使閘極絕緣層 402 暴露於大氣的方式連續形成閘極絕緣層 402 和氧化物半導體層。另外，較佳為在形成氧化物半導體層之後，對其進行用來減少或去除（脫水化或脫氫化）該氧化物半導體層所包含的過剩的氫（包括水及羥基）的熱處理。

另外，在本實施方式中，作為氧化物半導體層 403，藉由利用裝有 AC 電源裝置的濺射裝置的濺射法形成厚度為 35nm 的 In-Ga-Zn 類氧化物膜（IGZO 膜）。

接著，在閘極電極層 401、閘極絕緣層 402 及氧化物半導體層 403 上形成絕緣層 423。

絕緣層 423 藉由電漿 CVD 法、濺射法可以形成。典型地，可以使用氧化矽膜、氧化鎵膜、氧化鋁膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氧氮化鋁膜或氮氧化矽膜，來形成絕緣層 423。

另外，作為絕緣層 423，可以使用包含氮的氧化物絕緣膜（例如，包含氮的氧化矽膜、包含氮的氧化鋁膜）等。包含於氧化物絕緣膜的氮濃度為 0.01at.%以上即可，較佳為 0.1at.%以上且 50at.%以下，更佳為 0.5at.%以上且 15at.%以下。在氧化矽膜中以上述濃度包含氮的膜也稱為氧氮化矽膜。藉由使氧化物絕緣膜包含適量的氮，可以使該膜中包含多於化學計量組成的氧。

在本實施方式中，作為接觸於氧化物半導體層 403 的上表面的絕緣層 423，藉由電漿 CVD 法形成氧氮化矽膜。關於絕緣層 423 的成膜條件，例如可以為如下條件：SiH₄ 和 N₂O 的氣體流量比為 SiH₄ : N₂O=30sccm : 4000sccm；壓力為 200Pa；RF 電源功率（電源輸出）為 150W；基板溫度為 220℃±15℃。另外，絕緣層 423 的厚度為 50nm 以上且 100nm 以下即可。

較佳為藉由熱處理對絕緣層 423 進行脫水化處理或脫氫化處理。

在本實施方式中，即使作為絕緣層 423 的成膜氣體使用包含氫的氣體也對絕緣層 423 進行脫氫化處理，所以可以去除絕緣層 423 中的氫。由此，較佳為利用電漿 CVD 法。關於電漿 CVD 法，除了當成膜時塵屑不容易附著膜

上或混入到膜中，還可以以比較快的沉積速度成膜，所以可以厚膜化，在生產率的方面上有優勢。

將熱處理的溫度設定為 300°C 以上且 700°C 以下，或低於基板的應變點。在熱處理的溫度比形成絕緣層 423 時的溫度高時，可以得到脫水化或脫氫化的高效果，所以是較佳的。例如，將基板引入到熱處理裝置之一的電爐中，在氮氛圍下以 450°C 對絕緣層 423 進行 1 小時的熱處理。

藉由熱處理可以使絕緣層 423 脫水化或脫氫化，而可以形成去除了氫或水等雜質的絕緣膜。

藉由進行用來脫氫化或脫水化的熱處理，可以去除或減少包含於絕緣層 423 中的水及氫等雜質。藉由將絕緣層 423 成為盡可能地不包含氫的膜，可以抑制電晶體 460 的特性變動而使電晶體 460 具有穩定的電特性。

另外，金屬氧化物膜具有不使氫或水等透過的阻擋功能，所以較佳為在形成絕緣層 423 之後且形成金屬膜 457 之前對絕緣層 423 進行用來脫水化或脫氫化的熱處理。

接著，在絕緣層 423 上形成金屬膜 457（參照圖 11B）。

金屬膜 457 較佳為利用濺射法、蒸鍍法、CVD 法等形式形成。另外，金屬膜 457 的厚度較佳為 3nm 以上且 20nm 以下（更佳為 3nm 以上且 10nm 以下，進一步佳為 4nm 以上且 5nm 以下）。

在本實施方式中，作為金屬膜 457 形成鋁膜。另外，作為鋁膜，可以使用添加了鈦或鎂的鋁膜。另外，作為金

屬膜 457，也可以使用鋁膜和鈦膜、鎂膜、鎳膜、鉬膜或錳膜的疊層。

接著，對絕緣層 423 及金屬膜 457 進行導入氧 454 的處理（也稱為氧摻雜處理、氧注入處理）。藉由上述處理，形成具有氧過剩區域的絕緣層 413 及金屬膜 457（在本實施方式中是鋁膜）的氧化物的金屬氧化物膜 447（在本實施方式中是氧化鋁膜）（參照圖 11C）。

導入氧 454 的處理與實施方式 1 同樣進行。作為其詳細內容可以參考實施方式 1。

本實施方式是一種如下例子：藉由氧摻雜處理氧被導入到絕緣層 413，與與氧化物半導體層 403 接觸的區域 413a 相比，與金屬氧化物膜 447 接觸的區域 413b 具有更多量的氧。藉由被導入到絕緣層 413b 的氧向氧化物半導體層 403 固相擴散，使該氧供應到氧化物半導體層 403。與對露出的氧化物半導體層 403 直接進行氧摻雜的電漿處理等方法相比，如上述那樣藉由從絕緣層 413 的固相擴散向氧化物半導體層 403 供應氧，得到氧化物半導體層 403 不受到電漿所導致的損傷的效果。

另外，在對絕緣層 423 及金屬氧化物膜 447 添加氧 454 之後，也可以進行熱處理。在本實施方式中，藉由該熱處理，也可以將包含於絕緣層 413 中的氧供應到氧化物半導體層 403 而填補氧化物半導體層 403 的氧缺陷。熱處理以 250℃ 以上且 600℃ 以下，例如以 300℃ 進行即可。藉由熱處理，從絕緣層 413 向氧化物半導體層 403 摻雜氧

而可以填補氧化物半導體層 403 中的氧缺陷。

在使用氧化物半導體的電晶體中，藉由從絕緣層向氧化物半導體層供應氧，可以降低氧化物半導體層與絕緣層之間的介面能階密度。其結果，可以抑制起因於電晶體的工作等在氧化物半導體層與絕緣層之間的介面載流子被俘獲，從而可以獲得可靠性高的電晶體。

再者，有時起因於氧化物半導體層的氧缺陷而產生電荷。一般來說，氧化物半導體層中的氧缺陷的一部分成為施體，而釋放作為載流子的電子。其結果，電晶體的臨界電壓漂移到負方向。因此，藉由從絕緣層向氧化物半導體層供應充分的氧，較佳的是使氧化物半導體層含有過剩的氧，可以降低臨界電壓向負方向漂移的原因的氧化物半導體層的氧缺陷密度。

藉由電晶體的製程中的熱處理，包含於絕緣層 413 中的過剩的氧被供應到接觸於絕緣層 413 的氧化物半導體層 403 中。因此，在電晶體 460 中，在絕緣層 413 與氧化物半導體層 403 之間的介面或氧化物半導體層 403 中（塊中）的至少一部分中形成氧過剩區域。

另外，也可以多次進行對絕緣層的脫水化處理或脫氫化處理及／或氧摻雜處理。

另外，接觸於絕緣層 413 的上表面設置的金屬氧化物膜 447 是使金屬膜氧化來形成的膜。與藉由濺射法形成金屬氧化物膜的情況相比，藉由使金屬膜氧化形成金屬氧化物膜 447，可以提高生產率。另外，藉由與對絕緣層 413

的氧摻雜處理相同的製程，可以使金屬膜氧化，所以可以實現製程的簡化。由此，可以降低半導體裝置的製造成本。

接著，對絕緣層 413 及金屬氧化物膜 447 進行選擇性地蝕刻而形成到達氧化物半導體層 403 的開口 425a、425b（參照圖 11D）。

接著，在閘極絕緣層 401、閘極絕緣層 402a、402b、氧化物半導體層 403、絕緣層 413 以及金屬氧化物膜 447 上形成用作源極電極層及汲極電極層的導電膜。

作為導電膜，使用能夠承受後面進行的熱處理的材料。作為用於源極電極層及汲極電極層的導電膜，例如可以使用包括選自 Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo、W 中的元素的金屬膜、以上述元素為成分的金屬氮化物膜（氮化鈦膜、氮化鉬膜、氮化鎢膜）等。另外，還可以在 Al、Cu 等的金屬膜的下側和上側中的一者或兩者上層疊 Ti、Mo、W 等的高熔點金屬膜或它們的金屬氮化物膜（氮化鈦膜、氮化鉬膜、氮化鎢膜）。此外，作為用於源極電極層及汲極電極層的導電膜，也可以由導電金屬氧化物而形成。作為導電金屬氧化物，也可以使用氧化銦（ In_2O_3 ）、氧化錫（ SnO_2 ）、氧化鋅（ ZnO ）、氧化銦氧化錫（ $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ ）、氧化銦氧化鋅（ $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ ）或者使這些金屬氧化物材料包含氧化矽的材料。

藉由光微影製程在導電膜上形成光阻掩模，並且選擇性地進行蝕刻來形成源極電極層 405a 及汲極電極層

405b。在形成源極電極層 405a 及汲極電極層 405b 之後去除光阻掩模。

作為形成該光阻掩模時的曝光，較佳為使用紫外線、KrF 雷射、ArF 雷射。在後面形成的電晶體 460 的通道長度 L 取決於在氧化物半導體層 403 上相鄰的源極電極層 405a 的下端部與汲極電極層 405b 的下端部之間的間隔寬度。另外，在當通道長度 L 短於 25nm 時進行曝光的情況下，較佳為利用波長極短，即幾 nm 至幾十 nm 的超紫外線（Extreme Ultraviolet）進行形成光阻掩模時的曝光。利用超紫外線的曝光的解析度高且聚焦深度大。因此，也可以將後面形成的電晶體的通道長度 L 設定為 10nm 以上且 1000nm 以下，這樣可以實現電路的工作速度的高速化。

此外，為了縮減用於光微影製程的光掩模數及製程數，也可以使用藉由透過的光成為多種強度的曝光掩模的多色調掩模形成的光阻掩模進行蝕刻製程。由於使用多色調掩模形成的光阻掩模成為具有多種厚度的形狀，且藉由進行蝕刻進一步改變形狀，因此可以用於加工為不同圖案的多個蝕刻製程。由此，可以使用一個多色調掩模形成至少對應於兩種以上的不同圖案的光阻掩模。因此，可以縮減曝光掩模數，並還可以縮減對應於其的光微影製程，所以可以實現製程的簡化。

在本實施方式中，當對導電膜進行蝕刻時，可以使用含有氯的氣體，例如含有氯（ Cl_2 ）、三氯化硼

(BCl_3)、四氯化矽(SiCl_4)、四氯化碳(CCl_4)等的氣體。另外，可以使用包含氟的氣體，例如，包含四氟化碳(CF_4)、六氟化硫(SF_6)、三氟化氮(NF_3)或三氟甲烷(CHF_3)等的氣體。此外，可以使用對上述氣體添加了氦(He)、氬(Ar)等稀有氣體的氣體等。

作為蝕刻法，可以使用平行平板型 RIE (Reactive Ion Etching：反應性離子蝕刻) 法或 ICP (Inductively Coupled Plasma：感應耦合電漿) 蝕刻法。適當地調節蝕刻條件(施加到線圈型電極的電力量、施加到基板一側的電極的電力量、基板一側的電極溫度等)，以便可以蝕刻為所希望的加工形狀。

在本實施方式中，作為導電膜，使用藉由濺射法形成的厚度為 20nm 以上且 50nm 以下的鎢膜。作為導電膜的蝕刻利用乾蝕刻法，對鎢膜進行蝕刻來形成源極電極層 405a 及汲極電極層 405b。

藉由上述製程製造本實施方式的電晶體 460 (參照圖 11E)。

在源極電極層 405a、汲極電極層 405b 上也可以形成用作層間絕緣層(保護絕緣膜、平坦化絕緣膜)的絕緣膜。藉由設置層間絕緣層(保護絕緣膜、平坦化絕緣膜)，可以緩和向薄膜的金屬氧化物膜 447 的應力。由此，可以防止金屬氧化物膜 447 的損壞。

保護絕緣膜可以使用與絕緣層 413 同樣的材料及方法而形成。例如，藉由濺射法形成厚度為 400nm 的氧化矽

膜。另外，在形成保護絕緣膜之後也可以進行熱處理。例如，在氮氛圍下以 300℃ 進行 1 小時的熱處理。

另外，爲了減少起因於電晶體 460 的表面凹凸，也可以形成平坦化絕緣膜。作爲平坦化絕緣膜，可以使用聚醯亞胺、丙烯酸、苯並環丁烯類樹脂等有機材料。此外，除了上述有機材料以外，還可以使用低介電常數材料（low-k 材料）等。另外，也可以層疊多個由上述材料形成的絕緣膜來形成平坦化絕緣膜。

例如，作爲平坦化絕緣膜，可以形成厚度爲 1500nm 的丙烯酸樹脂膜。丙烯酸樹脂膜可以在藉由塗敷法塗敷之後，進行烤成（例如在氮氛圍下以 250℃ 進行 1 小時）而形成。

在形成平坦化絕緣膜之後，也可以進行熱處理。例如，在氮氛圍下以 250℃ 進行 1 小時的熱處理。

如上述那樣，在形成電晶體 460 之後，也可以進行熱處理。另外，熱處理也可以進行多次。

圖 14 示出電晶體 460 的閘佈線和源佈線（或汲極佈線）的連接部（或設置在與上述相同的層中的佈線的連接部）。在圖 14 中，形成在與閘極電極層 401 相同的層中的電極層 491 和形成在與源極電極層 405a 或汲極電極層 405b 相同的層中的電極層 405c 藉由形成在閘極絕緣層 402、絕緣層 413 以及金屬氧化物膜 447 中的接觸孔電連接。

在此，當在形成金屬膜 457 之後且在進行氧摻雜處理

之前形成用來使電極層 491 與電極層 405c 連接的接觸孔時，因為閘佈線及金屬膜 457 的導電率高，所以在形成接觸孔時可能會產生靜電損壞。由此，該接觸孔需要在對金屬膜 457 進行氧摻雜處理之後（即，在形成金屬氧化物膜 447 之後）且在形成用作源極電極層 405a 或汲極電極層 405b 的導電膜之前形成。另外，為了防止氧被導入到用作源極電極層 405a 或汲極電極層 405b 的導電膜中，氧摻雜處理需要在形成該導電膜之前進行。

圖 12A 和 12B 示出本實施方式的電晶體的另一個結構例子。

圖 12A 是電晶體 480 的平面圖，圖 12B 是沿著圖 12A 的 X4-Y4 的剖面圖。注意，在圖 12A 中，為了簡化起見，省略電晶體 480 的構成要素的一部分。

圖 12 所示的電晶體 480 既是被稱為通道保護型（也稱為通道停止型）的底閘極結構的一種，也是被稱為反交錯型電晶體的電晶體的一個例子。

如通道長度方向上的剖面圖的圖 12B 所示那樣，包含電晶體 480 的半導體裝置包括基板 400 上的閘極電極層 401，閘極電極層 401 的閘極絕緣層 402a、402b、氧化物半導體層 403、絕緣層 433、金屬氧化物膜 437、源極電極層 405a 以及汲極電極層 405b。

島狀的絕緣層 433 及金屬氧化物膜 437 設置在至少與閘極電極層 401 重疊的包含通道形成區域的氧化物半導體層 403 的區域上，且用作通道保護膜。電晶體 480 的絕緣

層 433 及金屬氧化物膜 437 加工為島狀，其是不覆蓋氧化物半導體層 403 的周邊部的形狀的例子。

作為電晶體 480 的其他構成及其製造方法的詳細內容可以參考關於電晶體 460 的記載。

在本實施方式所示的半導體裝置包括：作為以與氧化物半導體層 403 接觸的方式設置的絕緣層，藉由被進行氧摻雜處理具有氧過剩區域的絕緣層。另外，該絕緣層是藉由脫水化處理或脫氫化處理盡可能地去除水、氫等雜質的膜。藉由形成接觸於氧化物半導體層 403 的減少水及氫的含量且增加了氧的含量的絕緣層，可以邊抑制水及氫混入到氧化物半導體層 403 中邊向氧化物半導體層 403 供應氧。

因此，在氧化物半導體層 403 中及/或氧化物半導體層 403 與絕緣層之間的介面，可以形成氧過剩區域。由此，可以降低臨界電壓向負方向漂移的原因的氧化物半導體層的氧缺陷密度，所以不但可以降低電晶體的臨界電壓的不均勻，而且可以實現常關閉型的電晶體。另外，還可以降低電晶體的次臨界值（S 值）。

另外，與對氧化物半導體層 403 直接進行氧摻雜處理的情況相比，由於在本實施方式所示的半導體裝置中對接觸於氧化物半導體層 403 的絕緣層進行氧摻雜處理，所以可以提高氧化物半導體層 403 的膜品質及/或結晶性。尤其是，在氧化物半導體層 403 是 CAAC-OS 膜的情況下，在對該 CAAC-OS 膜進行氧摻雜處理時有時使其結晶性降

低，所以應用本實施方式所示的半導體裝置的製造方法是有效的。

以上，本實施方式所示的結構、方法等可以與其他實施方式所示的結構、方法等適當地組合而使用。

實施方式 3

藉由使用實施方式 1 或 2 所示的電晶體可以製造具有顯示功能的半導體裝置（也稱為顯示裝置）。此外，藉由將包括電晶體的驅動電路的一部分或全部與像素部一體地形成在相同的基板上，可以形成系統整合型面板（system-on-panel）。

在圖 4A 中，以圍繞設置在基板 4001 上的像素部 4002 的方式設置密封材料 4005，使用基板 4006 進行密封。在圖 4A 中，在基板 4001 上的與由密封材料 4005 圍繞的區域不同的區域中安裝有使用單晶半導體膜或多晶半導體膜形成在 IC 晶片或另行準備的基板上的掃描線驅動電路 4004、信號線驅動電路 4003。此外，供應到另行形成的信號線驅動電路 4003、掃描線驅動電路 4004 以及像素部 4002 的各種信號及電位由 FPC（Flexible printed circuit：撓性印刷電路）4018a、4018b 供應。

在圖 4B 和 4C 中，以圍繞設置在基板 4001 上的像素部 4002 和掃描線驅動電路 4004 的方式設置有密封材料 4005。此外，在像素部 4002 和掃描線驅動電路 4004 上設置有基板 4006。因此，像素部 4002、掃描線驅動電路

4004 與顯示元件一起由基板 4001、密封材料 4005 以及基板 4006 密封。在圖 4B 和圖 4C 中，在基板 4001 上的與由密封材料 4005 圍繞的區域不同的區域中安裝有使用單晶半導體膜或多晶半導體膜形成在 IC 晶片或另行準備的基板上的信號線驅動電路 4003。在圖 4B 和圖 4C 中，供應到另行形成的信號線驅動電路 4003、掃描線驅動電路 4004 以及像素部 4002 的各種信號及電位由 FPC4018 供應。

此外，圖 4B 和圖 4C 示出另行形成信號線驅動電路 4003 並且將該信號線驅動電路 4003 安裝到基板 4001 的例子，但是不侷限於該結構。既可以另行形成掃描線驅動電路並進行安裝，又可以僅另行形成信號線驅動電路的一部分或者掃描線驅動電路的一部分並進行安裝。

另外，對另行形成的驅動電路的連接方法沒有特別的限制，而可以採用 COG（Chip On Glass：玻璃上晶片）方法、打線接合方法、TCP（Tape Carrier Package：帶載封裝）方法等。圖 4A 是藉由 COG 方法安裝信號線驅動電路 4003、掃描線驅動電路 4004 的例子，圖 4B 是藉由 COG 方法安裝信號線驅動電路 4003 的例子，圖 4C 是藉由 TCP 方法安裝信號線驅動電路 4003 的例子。

此外，顯示裝置包括顯示元件處於密封狀態的面板和在該面板中安裝有包括控制器的 IC 等狀態的模組。

注意，本說明書中的顯示裝置是指影像顯示裝置、顯示裝置或光源（包括照明設備）。另外，顯示裝置還包

括：安裝有諸如 FPC 或 TCP 的連接器的模組；在 TCP 的端部設置有印刷線路板的模組；或者藉由 COG 方法將 IC（積體電路）直接安裝到顯示元件的模組。

此外，設置在基板上的像素部及掃描線驅動電路具有多個電晶體，可以應用實施方式 1 或 2 所示的電晶體。

作為設置在顯示裝置中的顯示元件，可以使用液晶元件（也稱為液晶顯示元件）、發光元件（也稱為發光顯示元件）。發光元件包括由電流或電壓控制亮度的元件，明確而言，包括無機 EL（Electro Luminescence：電致發光）、有機 EL 等。此外，也可以應用電子墨水等的對比度因電作用而發生變化的顯示媒介。

此外，使用圖 4A 至圖 6B 對半導體裝置的一個方式進行說明。圖 6A 和 6B 相當於沿著圖 4B 的線 M-N 的剖面圖。

如圖 4A 至 4C、圖 6A 和 6B 所示那樣，半導體裝置包括連接端子電極 4015 及端子電極 4016，連接端子電極 4015 及端子電極 4016 藉由各向異性導電層 4019 電連接到 FPC4018 所具有的端子。

連接端子電極 4015 由與第一電極層 4034 相同的導電層形成，並且，端子電極 4016 由與電晶體 4011,4010 的源極電極層及汲極電極層相同的導電層形成。

此外，設置在基板 4001 上的像素部 4002、掃描線驅動電路 4004 具有多個電晶體，在圖 6A 和 6B 中例示出像素部 4002 所包括的電晶體 4010 以及掃描線驅動電路

4004 所包括的電晶體 4011。在圖 6A 中，在電晶體 4010、4011 上設置有絕緣層 4030、4032，在圖 6B 中還設置有絕緣層 4021。

作為電晶體 4010、4011，可以使用實施方式 1 或 2 所示的電晶體。在本實施方式中示出應用具有與實施方式 1 所示的電晶體 420 相同的結構的電晶體的例子。電晶體 4010、4011 是底閘極結構的電晶體。

在電晶體 4010、4011 中，作為與氧化物半導體層接觸的絕緣層的絕緣層 4030，使用藉由氧摻雜處理形成氧過剩區域的絕緣層，並且作為以與絕緣層 4030 的上表面接觸的方式設置的絕緣層 4032，具有藉由上述氧摻雜處理使金屬膜氧化而形成的金屬氧化物膜。因此，引起電晶體 4010、4011 的特性變動的氫或水等雜質不混入到氧化物半導體層中，並且填補氧缺陷的氧被供應到氧化物半導體層中。因此，電晶體 4010、4011 的電特性變動得到抑制。另外，在電晶體 4010、4011 中，藉由形成金屬膜之後的氧摻雜處理形成金屬氧化物膜，所以該電晶體是高生產率地製造的電晶體。

因此，作為包括使用本實施方式的氧化物半導體層且具有穩定的電特性的電晶體 4010、4011 的圖 4A 至 4C、圖 6A 和 6B 所示的半導體裝置，可以提供可靠性高的半導體裝置。

此外，可以在與驅動電路用的電晶體 4011 的氧化物半導體層的通道形成區域重疊的位置還設置導電層。藉由

將導電層設置在與氧化物半導體層的通道形成區域重疊的位置，可以進一步降低偏壓-熱壓力試驗（BT 試驗）前後的電晶體 4011 的臨界電壓的變化量。此外，導電層的電位可以與電晶體 4011 的閘極電極層的電位相同或不同，並且，還可以用作第二閘極電極層。

此外，該導電層還具有遮蔽外部的電場，即不使外部的電場作用到內部（包括電晶體的電路部）的功能（尤其是，遮蔽靜電的靜電遮蔽功能）。藉由利用導電層的遮蔽功能，可以防止由於靜電等外部的電場的影響而使電晶體的電特性變動。

設置在像素部 4002 中的電晶體 4010 與顯示元件電連接，而構成顯示面板。顯示元件只要能夠進行顯示就沒有特別的限制，而可以使用各種各樣的顯示元件。

圖 6A 示出作為顯示元件使用液晶元件的液晶顯示裝置的例子。在圖 6A 中，作為顯示元件的液晶元件 4013 包括第一電極層 4034、第二電極層 4031 以及液晶層 4008。另外，以夾持液晶層 4008 的方式設置有用作配向膜的絕緣層 4038、4033。第二電極層 4031 設置在基板 4006 一側，第一電極層 4034 和第二電極層 4031 隔著液晶層 4008 而層疊。

此外，間隔物 4035 是藉由對絕緣層進行選擇性地蝕刻而獲得的柱狀間隔物，並且它是為了控制液晶層 4008 的厚度（單元間隙（cell gap））而設置的。另外，也可以使用球狀間隔物。

當作爲顯示元件使用液晶元件時，可以使用熱致液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶、鐵電液晶、反鐵電液晶等。上述液晶材料（液晶組成物）根據條件而呈現膽固醇相、近晶相、立方相、手性向列相、各向同性相等。

另外，也可以作爲液晶層 4008 使用不使用配向膜的呈現藍相的液晶組成物。此時，液晶層 4008 與第一電極層 4034 和第二電極層 4031 接觸。藍相是液晶相的一種，是指當使膽固醇相液晶的溫度上升時即將從膽固醇相轉變到均質相之前出現的相。使用混合了液晶及手性試劑的液晶組成物可以呈現藍相。此外，爲了擴大呈現藍相的溫度範圍，對呈現藍相的液晶組成物添加聚合性單體及聚合引發劑等，可以進行高分子穩定化的處理來形成液晶層。由於呈現藍相的液晶組成物的回應時間短，並且其具有光學各向同性，所以不需要配向處理，且視角依賴性小。另外，由於不需要設置配向膜而不需要摩擦處理，因此可以防止由於摩擦處理而引起的靜電損壞，並可以降低製程中的液晶顯示裝置的故障、破損。因此，可以提高液晶顯示裝置的生產率。在使用氧化物半導體層的電晶體中，電晶體的電特性因靜電的影響而有可能顯著地變動而超出設計範圍。因此，將呈現藍相的液晶組成物用於具有使用氧化物半導體層的電晶體的液晶顯示裝置是更有效的。

此外，液晶材料的固有電阻爲 $1 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以上，較佳爲 $1 \times 10^{11} \Omega \text{cm}$ 以上，更佳爲 $1 \times 10^{12} \Omega \text{cm}$ 以上。另外，本

說明書中的固有電阻值為在 20℃ 下測量的值。

考慮到配置在像素部中的電晶體的洩漏電流等而以能夠在所定的期間中保持電荷的方式設定設置在液晶顯示裝置中的儲存電容器的大小。根據電晶體的截止電流(off-state current)等設定儲存電容器的大小即可。藉由使用具有本說明書所公開的氧化物半導體層的電晶體，設置具有各像素中的液晶電容的 $1/3$ 以下，較佳為 $1/5$ 以下的電容的儲存電容器，就足夠了。

使用本說明書所公開的氧化物半導體層的電晶體可以控制截止狀態下的電流值（截止電流值）。因此，可以延長影像信號等電信號的保持時間，在電源的導通狀態下也可以延長寫入間隔。因此，可以降低更新工作的頻率，所以可以發揮抑制耗電量的效果。

此外，使用本說明書所公開的氧化物半導體層的電晶體可以得到較高的場效應遷移率，所以能夠進行高速驅動。例如，藉由將這種能夠進行高速驅動的電晶體用於液晶顯示裝置，可以在同一基板上形成像素部的開關電晶體及用於驅動電路部的驅動電晶體。也就是說，因為作為驅動電路不需要另行使用由矽晶片等形成的半導體裝置，所以可以縮減半導體裝置的部件數。另外，在像素部中也藉由使用能夠進行高速驅動的電晶體，可以提供高品質的影像。

液晶顯示裝置可以採用 TN（Twisted Nematic：扭曲向列）模式、IPS（In-Plane-Switching：平面內轉換）模

式、FFS (Fringe Field Switching：邊緣電場轉換) 模式、ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell：軸對稱排列微單元) 模式、OCB (Optical Compensated Birefringence：光學補償彎曲) 模式、FLC (Ferroelectric Liquid Crystal：鐵電性液晶) 模式、AFLC (Anti Ferroelectric Liquid Crystal：反鐵電性液晶) 模式等。

此外，也可以使用常黑型液晶顯示裝置，例如採用垂直配向 (VA) 模式的透過型液晶顯示裝置。作為垂直配向模式，可以舉出幾個例子，例如可以使用 MVA (Multi-Domain Vertical Alignment：多象限垂直配向) 模式、PVA (Patterned Vertical Alignment：垂直配向構型) 模式、ASV (Advanced Super View：高級超視覺) 模式等。另外，也可以用於 VA 型液晶顯示裝置。VA 型液晶顯示裝置是一種控制液晶顯示面板的液晶分子的排列的方式。VA 型液晶顯示裝置是在不被施加電壓時液晶分子朝向垂直於面板的方向的方式。此外，也可以使用將像素 (pixel) 分成幾個區域 (子像素) 且使分子分別倒向不同方向的被稱為多疇化或多域設計的方法。

此外，在顯示裝置中，適當地設置黑矩陣 (遮光層)、偏振構件、相位差構件、抗反射構件等的光學構件 (光學基板) 等。例如，也可以使用利用偏振基板以及相位差基板的圓偏振。此外，作為光源，也可以使用背光、側光燈等。

此外，作為像素部中的顯示方式，可以採用逐行掃描

方式或隔行掃描方式等。此外，作為當進行彩色顯示時在像素中控制的顏色因素，不侷限於 RGB（R 表示紅色，G 表示綠色，B 表示藍色）這三種顏色。例如，也可以採用 RGBW（W 表示白色）或對 RGB 追加黃色（yellow）、青色（cyan）、洋紅色（magenta）等中的一種顏色以上的顏色。另外，也可以按每個顏色因素的點使其顯示區域的大小不同。但是，所公開的發明不侷限於彩色顯示的顯示裝置，而也可以應用於單色顯示的顯示裝置。

此外，作為顯示裝置所包括的顯示元件，可以應用利用電致發光的發光元件。利用電致發光的發光元件根據發光材料是有機化合物還是無機化合物被區分，一般地，前者被稱為有機 EL 元件，而後者被稱為無機 EL 元件。

在有機 EL 元件中，藉由對發光元件施加電壓，電子及電洞分別從一對電極注入到包括具有發光性的有機化合物的層，以使電流流過。並且，藉由這些載流子（電子及電洞）重新結合，具有發光性的有機化合物形成激發態，當從該激發態回到基態時發光。由於這種機制，這種發光元件被稱為電流激發型發光元件。在本實施方式中，示出作為發光元件使用有機 EL 元件的例子。

無機 EL 元件根據其元件結構而分類為分散型無機 EL 元件和薄膜型無機 EL 元件。分散型無機 EL 元件具有發光材料的粒子分散在黏合劑中的發光層，其發光機制是利用施體能階和受體能階的施體-受體重新結合型發光。薄膜型無機 EL 元件具有一種結構，該結構是發光層夾在介

電層之間且該隔著發光層的介電層由電極夾住，其發光機制是利用金屬離子的內殼層電子躍遷的定域型發光（localized type light emission）。在此，作為發光元件使用有機 EL 元件進行說明。

為了取出發光，使發光元件的一對電極中的至少一個具有透光性即可。並且，在基板上形成電晶體及發光元件，作為發光元件，有：從與基板相反一側的表面取出發光的頂部發射結構的發光元件；從基板一側的表面取出發光的底部發射結構的發光元件；以及從基板一側及與基板相反一側的表面取出發光的雙面發射結構的發光元件，可以應用上述任一種發射結構的發光元件。

圖 5A 和 5B 及圖 6B 示出作為顯示元件使用發光元件的發光裝置的例子。

圖 5A 是發光裝置的剖面圖，圖 5A 中的以點劃線 S1-T1、S2-T2 及 S3-T3 切斷的剖面相當於圖 5B。另外，在圖 5A 的平面圖中，省略電致發光層 542 及第二電極層 543 而未圖示。

圖 5A 和 5B 所示的發光裝置在基板 500 上具有電晶體 510、電容元件 520、佈線層交叉部 530，電晶體 510 與發光元件 540 電連接。另外，圖 5A 和 5B 示出經過基板 500 從發光元件 540 取光的下面發射型結構的發光裝置。

作為電晶體 510，可以使用實施方式 1 或 2 所示的電晶體。在本實施方式中示出應用具有與實施方式 1 所示的

電晶體 420 相同的結構的電晶體的例子。電晶體 510 是底閘極結構的電晶體。

電晶體 510 包括閘極電極層 511a、511b、閘極絕緣層 502、氧化物半導體層 512、用作源極電極層或汲極電極層的導電層 513a、513b。

在電晶體 510 中，作為與氧化物半導體層 512 接觸的絕緣層的絕緣層 524，使用藉由氧摻雜處理形成氧過剩區域的絕緣層，並且，作為以與絕緣層 524 的上表面接觸的方式設置的絕緣層 525，具有藉由上述氧摻雜處理使鋁膜氧化而形成的氧化鋁膜。因此，引起電晶體 510 的特性變動的氫或水等雜質不混入到氧化物半導體層 512 中，並且填補氧缺陷的氧被供應到氧化物半導體層 512 中。因此，電晶體 510 的電特性變動得到抑制。另外，在電晶體 510 中，藉由形成鋁膜之後的氧摻雜處理形成氧化鋁膜，所以該電晶體是高生產率地製造的電晶體。

因此，作為圖 5A 和 5B 所示的半導體裝置，該半導體裝置使用本實施方式的氧化物半導體層 512 且包括具有穩定的電特性的電晶體 510，可以提供可靠性高的半導體裝置。另外，可以高良率地製造可靠性高的半導體裝置，由此可以實現高生產化。

電容元件 520 包括導電層 521a、521b、閘極絕緣層 502、氧化物半導體層 522 以及導電層 523，並且由導電層 521a、521b 以及導電層 523 夾著閘極絕緣層 502 及氧化物半導體層 522 來形成電容器。

佈線層交叉部 530 是閘極電極層 511a、511b 和導電層 533 的交叉部，並且閘極電極層 511a、511b 和導電層 533 隔著閘極絕緣層 502 交叉。

在本實施方式中，作為閘極電極層 511a 及導電層 521a 使用 30nm 厚的鈦膜，作為閘極電極層 511b 及導電層 521b 使用 200nm 厚的銅薄膜。因此，閘極電極層具有鈦膜和銅薄膜的疊層結構。

作為氧化物半導體層 512、522 使用 25nm 厚的 IGZO 膜。

在電晶體 510、電容元件 520、佈線層交叉部 530 上形成有層間絕緣層 504，並且在層間絕緣層 504 上的與發光元件 540 重疊的區域設置有彩色濾光層 505。在層間絕緣層 504 及彩色濾光層 505 上設置有用作平坦化絕緣層的絕緣層 506。

在絕緣層 506 上設置有包含依次層疊第一電極層 541、電致發光層 542、第二電極層 543 的疊層結構的發光元件 540。藉由在到達導電層 513a 且形成在絕緣層 506 及層間絕緣層 504 中的開口中第一電極層 541 與導電層 513a 接觸，發光元件 540 與電晶體 510 電連接。此外，以覆蓋第一電極層 541 的一部分及該開口的方式設置有隔壁 507。

作為絕緣層 506 可以使用 1500nm 厚的感光性丙烯酸膜，作為隔壁 507 可以使用 1500nm 厚的感光性聚醯亞胺膜。

作為彩色濾光層 505，例如可以使用彩色的透光樹脂。作為彩色透光樹脂，可以使用感光性有機樹脂、非感光性有機樹脂。當使用感光性有機樹脂層時，可以減少光阻掩模數量而簡化製程，所以是較佳的。

彩色是指如黑色、灰色和白色等無彩色以外的顏色。彩色濾光層由只使彩色的光透過的材料形成。至於彩色，可以使用紅色、綠色、藍色等。另外，還可以使用青色（cyan）、洋紅色（magenta）、黃色（yellow）等。只使彩色的光透過意味著：透過彩色濾光層的光在其彩色的光的波長中具有峰值。彩色濾光層可以根據考慮所包含的著色材料的濃度與光的透過率的關係適當地控制最適合的膜厚度即可。例如，將彩色濾光層 505 的厚度設定為 1500nm 以上且 2000nm 以下，即可。

在圖 6B 所示的發光裝置中，顯示元件的發光元件 4513 與設置在像素部 4002 中的電晶體 4010 電連接。另外，發光元件 4513 的結構是第一電極層 4034、電致發光層 4511、第二電極層 4031 的疊層結構，但是，不侷限於所示的結構。根據從發光元件 4513 取出的光的方向等，可以適當地改變發光元件 4513 的結構。

隔壁 4510、507 使用有機絕緣材料或無機絕緣材料形成。尤其是，較佳為使用感光樹脂材料，在第一電極層 4034、541 上形成開口部，並且將該開口部的側壁形成為具有連續曲率的傾斜面。

電致發光層 4511、542 可以使用一個層構成，也可以

使用多個層的疊層構成。

爲了防止氧、氫、水分、二氧化碳等侵入到發光元件 4513、540 中，也可以在第二電極層 4031、543 及隔壁 4510、507 上形成保護膜。作爲保護膜，可以形成氮化矽膜、氮氧化矽膜、DLC 膜等。

另外，爲了不使氧、氫、水分、二氧化碳等侵入到發光元件 4513、540，也可以藉由蒸鍍法形成覆蓋發光元件 4513、540 的包含有機化合物的層。

此外，在由基板 4001、4006 以及密封材料 4005 密封的空間中設置有填充材料 4514 並被密封。如此，爲了不暴露於外部氣體，較佳爲使用氣密性高且脫氣少的保護薄膜（黏合薄膜、紫外線固化樹脂薄膜等）、覆蓋材料封裝（封入）。

作爲填充材料 4514，除了氮或氫等惰性氣體以外，也可以使用紫外線固化樹脂、熱固性樹脂，例如可以使用 PVC（聚氯乙烯）、丙烯酸樹脂、聚醯亞胺樹脂、環氧樹脂、矽酮樹脂、PVB（聚乙烯醇縮丁醛）或 EVA（乙烯-醋酸乙烯酯）。例如，作爲填充材料可以使用氮。

另外，如果需要，也可以在發光元件的射出表面上適當地設置諸如偏光板或者圓偏光板（包括橢圓偏光板）、相位差板（ $\lambda/4$ 板， $\lambda/2$ 板）、彩色濾光片等的光學薄膜。此外，也可以在偏光板或圓偏光板上設置防反射膜。例如，可以進行抗眩光處理，該處理是利用表面的凹凸來擴散反射光而可以降低眩光的處理。

此外，作為顯示裝置，也可以提供驅動電子墨水的電子紙。電子紙也稱為電泳顯示裝置（電泳顯示器），並具有如下優點：與紙同樣的易讀性；其耗電量比其他顯示裝置的耗電量低；形狀薄且輕。

作為電泳顯示裝置，可以想到各種各樣的形式，但是它是包括具有正電荷的第一粒子和具有負電荷的第二粒子的多個微膠囊分散在溶劑或溶質中，並且，藉由對微膠囊施加電場，使微膠囊中的粒子向相互相反的方向移動，以只顯示集合在一側的粒子的顏色的裝置。另外，第一粒子或第二粒子包括染料，當沒有電場時不移動。此外，第一粒子的顏色和第二粒子的顏色不同（包括無色）。

如此，電泳顯示裝置是利用介電常數高的物質移動到高電場區域，即所謂的介電泳效應（dielectrophoretic effect）的顯示器。

分散有上述微囊的溶劑被稱為電子墨水，並且該電子墨水可以印刷到玻璃、塑膠、布、紙等的表面上。另外，還可以藉由使用彩色濾光片、具有色素的粒子來進行彩色顯示。

此外，作為微囊中的第一粒子及第二粒子可以使用選自導電材料、絕緣材料、半導體材料、磁性材料、液晶材料、鐵電性材料、電致發光材料、電致變色材料、磁泳材料中的一種材料或這些材料的複合材料。

此外，作為電子紙，也可以應用使用旋轉球（twisting ball）顯示方式的顯示裝置。旋轉球顯示方式

是如下方法，即將分別塗為白色和黑色的球形粒子配置在作為用於顯示元件的電極層的第一電極層與第二電極層之間，使第一電極層與第二電極層之間產生電位差來控制球形粒子的方向，以進行顯示。

另外，在圖 4A 至圖 6B 中，作為基板 4001、500、4006，除了玻璃基板以外，也可以使用撓性的基板。例如，可以使用具有透光性的塑膠基板等。作為塑膠，可以使用 FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠）板、PVF（聚氟乙烯）薄膜、聚酯薄膜或丙烯酸樹脂薄膜。此外，若不需要透光性，也可以使用鋁或不鏽鋼等的金屬基板（金屬薄膜）。例如，也可以使用具有由 PVF 薄膜或聚酯薄膜夾住鋁箔的結構的薄片。

在本實施方式中，作為閘極絕緣層 4020a 使用氮化矽膜。另外，作為與氧化物半導體層接觸的閘極絕緣層 4020b 及絕緣層 4030，使用藉由電漿 CVD 法形成的氧氮化矽膜，對該膜進行用來脫水化或脫氫化的熱處理及氧摻雜處理。另外，在絕緣層 4030 上具有絕緣層 4032。在本實施方式中，作為絕緣層 4032 使用藉由氧摻雜處理使鋁膜氧化的氧化鋁膜。

氧化鋁膜具有的不使氫、水分等雜質和氧的兩者透過膜的遮斷效果（阻擋效果）高。

因此，氧化鋁膜用作保護膜，即防止在製程中及製造之後導致電晶體的電特性的變動原因的氫、水分等雜質混入到進行了用來脫水化或脫氫化的熱處理及氧摻雜處理的

氮化膜，並防止從氧化物半導體層釋放氧。

另外，作為用作平坦化絕緣層的絕緣層 4021、506，可以使用丙烯酸樹脂、聚醯亞胺樹脂、苯並環丁烯類樹脂、聚醯胺樹脂、環氧樹脂等具有耐熱性的有機材料。此外，除了上述有機材料以外，還可以使用低介電常數材料（low-k 材料）、矽氧烷類樹脂、PSG（磷矽玻璃）、BPSG（硼磷矽玻璃）等。另外，也可以藉由層疊多個由上述材料形成的絕緣層形成絕緣層。

對絕緣層 4021、506 的形成方法沒有特別的限制，可以根據其材料利用濺射法、旋塗法、浸漬法、噴塗法、液滴噴射法（噴墨法等）、印刷法（絲網印刷、膠版印刷等）等方法以及刮刀、輥塗機、幕式塗布機、刮刀式塗布機等工具（設備）來形成。

顯示裝置藉由使來自光源或顯示元件的光透過來進行顯示。因此，設置在光透過的像素部中的基板、絕緣層、導電層等薄膜全都對可見光的波長區域的光具有透光性。

關於對顯示元件施加電壓的第一電極層及第二電極層（也稱為像素電極層、共用電極層、反電極層等），可以根據取出光的方向、設置電極層的位置以及電極層的圖案結構選擇透光性、反射性。

作為第一電極層 4034、541、第二電極層 4031、543，可以使用含有氧化錫的銦氧化物、含有氧化錫的銦鋅氧化物、含有氧化鈦的銦氧化物、含有氧化鈦的銦錫氧化物、銦錫氧化物（以下，表示為 ITO）、銦鋅氧化物、

添加了氧化矽的銦錫氧化物、石墨烯等具有透光性的導電材料。

此外，第一電極層 4034、541、第二電極層 4031、543 可以使用鎢（W）、鉬（Mo）、鋯（Zr）、鈦（Hf）、釩（V）、鈮（Nb）、鉭（Ta）、鉻（Cr）、鈷（Co）、鎳（Ni）、鈦（Ti）、鉑（Pt）、鋁（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）等金屬、其合金或者其金屬氮化物中的一種或多種來形成。

在本實施方式中，圖 5A 和 5B 所示的發光裝置是底部發射型，所以第一電極層 541 具有透光性，第二電極層 543 具有反射性。因此，當作爲第一電極層 541 使用金屬膜時，可以形成得薄以使其具有透光性的程度。當作爲第二電極層 543 使用具有透過性的導電層時，可以層疊具有反射性的導電層。

此外，第一電極層 4034、541、第二電極層 4031、543 可以使用包括導電高分子（也稱爲導電聚合體）的導電組成物來形成。作爲導電高分子，可以使用所謂的 π 電子共軛類導電高分子。例如，可以舉出聚苯胺或其衍生物、聚吡咯或其衍生物、聚噻吩或其衍生物或者由苯胺、吡咯和噻吩中的兩種以上構成的共聚物或其衍生物等。

此外，由於電晶體容易受到靜電等的破壞，所以較佳爲設置驅動電路保護用的保護電路。保護電路較佳爲使用非線性元件構成。

如上所述，藉由應用實施方式 1 或 2 所示的電晶體，

可以提供具有各種各樣的功能的半導體裝置。

本實施方式所示的結構、方法等可以與其他實施方式所示的結構、方法等適當地組合而實施。

實施方式 4

藉由使用實施方式 1 或 2 所示的電晶體，可以製造具有讀取目標物的資訊的影像感測器功能的半導體裝置。

圖 7A 示出具有影像感測器功能的半導體裝置的一個例子。圖 7A 是光電感測器的等效電路，而圖 7B 是示出光電感測器的一部分的剖面圖。

光電二極體 602 的一個電極電連接到光電二極體重設信號線 658，而光電二極體 602 的另一個電極電連接到電晶體 640 的閘極。電晶體 640 的源極和汲極中的一個電連接到光電感測器基準信號線 672，而電晶體 640 的源極和汲極中的另一個電連接到電晶體 656 的源極和汲極中的一個。電晶體 656 的閘極電連接到閘極信號線 659，電晶體 656 的源極和汲極中的另一個電連接到光電感測器輸出信號線 671。

注意，在本說明書的電路圖中，爲了使使用氧化物半導體層的電晶體一目了然，將使用氧化物半導體層的電晶體的符號表示爲“OS”。在圖 7A 中，電晶體 640、656 可以應用實施方式 1 或 2 所示的電晶體，且是使用氧化物半導體層的電晶體。在本實施方式中示出應用具有與實施方式 1 所示的電晶體 420 相同的結構的電晶體的例子。電

晶體 640 是底閘極結構的電晶體。

圖 7B 是示出光電感測器中的光電二極體 602 和電晶體 640 的剖面圖，其中在具有絕緣表面的基板 601（元件基板）上設置有用作感測器的光電二極體 602 和電晶體 640。藉由使用黏合層 608，在光電二極體 602 和電晶體 640 上設置有基板 613。

在電晶體 640 上設置有絕緣層 631、絕緣層 632、層間絕緣層 633 以及層間絕緣層 634。光電二極體 602 具有：形成在層間絕緣層 633 上的電極層 641b；在電極層 641b 上依次層疊的第一半導體膜 606a、第二半導體膜 606b、第三半導體膜 606c；設置在層間絕緣層 634 上的隔著第一半導體膜至第三半導體膜且與電極層 641b 電連接的電極層 642；設置在與電極層 641b 同樣的層中的與電極層 642 電連接的電極層 641a。

電極層 641b 與形成在層間絕緣層 634 中的導電層 643 電連接，並且電極層 642 藉由電極層 641a 與導電層 645 電連接。導電層 645 與電晶體 640 的閘極電極層電連接，並且光電二極體 602 與電晶體 640 電連接。

在此，例示出一種 pin 型光電二極體，其中層疊用作第一半導體膜 606a 的具有 p 型導電型的半導體膜、用作第二半導體膜 606b 的高電阻的半導體膜（i 型半導體膜）、用作第三半導體膜 606c 的具有 n 型導電型的半導體膜。

第一半導體膜 606a 是 p 型半導體膜，而可以由包含

賦予 p 型的雜質元素的非晶矽膜形成。使用包含屬於週期表中的第 13 族的雜質元素（例如，硼（B））的半導體材料氣體藉由電漿 CVD 法來形成第一半導體膜 606a。作為半導體材料氣體，可以使用矽烷（ SiH_4 ）。另外，也可以使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 等。另外，也可以使用如下方法：在形成不包含雜質元素的非晶矽膜之後，使用擴散法或離子植入法將雜質元素導入到該非晶矽膜。較佳為在使用離子植入法等導入雜質元素之後進行加熱等來使雜質元素擴散。在此情況下，作為形成非晶矽膜的方法，可以使用 LPCVD 法、氣相生長法或濺射法等。較佳為將第一半導體膜 606a 的厚度設定為 10nm 以上且 50nm 以下。

第二半導體膜 606b 是 i 型半導體膜（本質半導體膜），而由非晶矽膜形成。為了形成第二半導體膜 606b，藉由電漿 CVD 法使用半導體材料氣體來形成非晶矽膜。作為半導體材料氣體，可以使用矽烷（ SiH_4 ）。或者，也可以使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 或 SiF_4 等。也可以藉由 LPCVD 法、氣相生長法、濺射法等形成第二半導體膜 606b。較佳為將第二半導體膜 606b 的厚度設定為 200nm 以上且 1000nm 以下。

第三半導體膜 606c 是 n 型半導體膜，而由包含賦予 n 型的雜質元素的非晶矽膜形成。使用包含屬於週期表中的第 15 族的雜質元素（例如，磷（P））的半導體材料氣體藉由電漿 CVD 法形成第三半導體膜 606c。作為半導體

材料氣體，可以使用矽烷（ SiH_4 ）。或者，也可以使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 或 SiF_4 等。另外，也可以使用如下方法：在形成不包含雜質元素的非晶矽膜之後，使用擴散法或離子植入法將雜質元素導入到該非晶矽膜。較佳為在使用離子植入法等導入雜質元素之後進行加熱等來使雜質元素擴散。在此情況下，作為形成非晶矽膜的方法，可以使用 LPCVD 法、氣相生長法或濺射法等。較佳為將第三半導體膜 606c 的厚度設定為 20nm 以上且 200nm 以下。

此外，第一半導體膜 606a、第二半導體膜 606b 以及第三半導體膜 606c 也可以不使用非晶半導體形成，而使用多晶半導體或微晶半導體（Semi Amorphous Semiconductor：SAS）形成。

此外，由於光電效應生成的電洞的遷移率低於電子的遷移率，因此當 p 型半導體膜側的表面用作光接收面時，pin 型光電二極體具有較好的特性。在此示出將光電二極體 602 從形成有 pin 型光電二極體的基板 601 的面接收的光轉換為電信號的例子。此外，來自其導電型與用作光接收面的半導體膜一側相反的半導體膜一側的光是干擾光，因此，電極層較佳為使用具有遮光性的導電層。另外，也可以將 n 型半導體膜一側的表面用作光接收面。

藉由使用絕緣材料且根據其材料使用濺射法、電漿 CVD 法、旋塗法、浸漬法、噴塗法、液滴噴射法（噴墨法等）、印刷法（絲網印刷、膠版印刷）等，來可以形成

絕緣層 631、632、層間絕緣層 633、634。

作為絕緣層 631，可以使用無機絕緣材料，例如氧氮化矽層或者氮氧化矽層等的單層或疊層。

在本實施方式中，作為絕緣層 631 使用藉由等離子 CVD 法形成的氧氮化矽膜，進行用來脫水化或脫氫化的熱處理。

再者，在進行了用來脫水化或脫氫化的熱處理的氧氮化矽膜上形成金屬膜，對氧氮化矽膜及金屬膜進行氧摻雜處理。藉由上述氧摻雜處理，形成具有氧過剩區域的氧化矽膜、使金屬膜氧化的金屬氧化物膜。在本實施方式中，在絕緣層 631 上設置絕緣層 632，作為該絕緣層 632 使用氧化鋁膜。

氧化鋁膜的不使氫、水分等雜質和氧的兩者透過膜的遮斷效果（阻擋效果）高。

因此，氧化鋁膜用作保護膜，即防止在製程中及製造之後導致電晶體的電特性變動的原因的氫、水分等雜質混入到進行了用來脫水化或脫氫化的熱處理及氧摻雜處理的氧氮化矽膜，並防止從氧化物半導體層釋放氧。

作為層間絕緣層 633、634，較佳為採用用作減少表面凹凸的平坦化絕緣層的絕緣層。作為層間絕緣層 633、634，例如可以使用聚醯亞胺樹脂、丙烯酸樹脂、苯並環丁烯類樹脂、聚醯胺樹脂、環氧樹脂等具有耐熱性的有機絕緣材料。此外，除了上述有機絕緣材料以外，還可以使用低介電常數材料（low-k 材料）、矽氧烷類樹脂、PSG

（磷矽玻璃）、BPSG（硼磷矽玻璃）等的單層或疊層。

藉由檢測入射到光電二極體 602 的光，可以讀取檢測目標的資訊。另外，在讀取檢測目標的資訊時，可以使用背光等的光源。

電晶體 640 包括：作為接觸於氧化物半導體層的絕緣層 631 具有藉由氧摻雜處理形成的氧過剩區域的絕緣層。由此，填補電晶體 640 的氧缺陷的氧被供應到氧化物半導體層。因此，電晶體 640 的電特性變動得到抑制。

因此，作為包括使用本實施方式的氧化物半導體層且具有穩定的電特性的電晶體 640 的半導體裝置，可以提供可靠性高的半導體裝置。此外，也可以以高良率製造可靠性高的半導體裝置，而可以實現高生產率。

本實施方式所示的結構、方法等可以與其他實施方式所示的結構、方法等適當地組合而實施。

實施方式 5

本說明書所公開的半導體裝置可以應用於各種電子裝置（也包括遊戲機）。作為電子裝置，可以舉出電視機（也稱為電視或電視接收機）、用於電腦等的監視器、數位相機、數位攝像機、數位相框、行動電話機、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、遊戲機（彈珠機（pachinko machine）或投幣機（slot machine）等）、外殼遊戲機。圖 8A 至圖 9C 示出上述電子裝置的具體例子。

圖 8A 示出具有顯示部的桌子 9000。在桌子 9000 中，外殼 9001 組裝有顯示部 9003，並且利用顯示部 9003 可以顯示影像。另外，示出利用四個腿部 9002 支撐外殼 9001 的結構。另外，外殼 9001 具有用於供應電力的電源供應線 9005。

可以將上述實施方式中任一個所示的半導體裝置用於顯示部 9003，並且該半導體裝置可以賦予電子裝置高可靠性。

顯示部 9003 具有觸屏輸入功能，而藉由用手指等接觸顯示於桌子 9000 的顯示部 9003 中的顯示按鈕 9004 來可以進行屏面操作或資訊輸入，並且顯示部 9003 也可以用作如下控制裝置，即藉由使其具有能夠與其他家電產品進行通信的功能或能夠控制其他家電產品的功能，而藉由屏面操作控制其他家電產品。例如，藉由使用實施方式 4 所示的具有影像感測器功能的半導體裝置，可以使顯示部 9003 具有觸屏輸入功能。

另外，利用設置於外殼 9001 的鉸鏈也可以將顯示部 9003 的屏面以垂直於地板的方式立起來，從而也可以將桌子用作電視機。雖然當在小房間裏設置大屏面的電視機時自由使用的空間變小，但是若在桌子內安裝有顯示部則可以有效地利用房間的空間。

圖 8B 示出電視機 9100 的一個例子。在電視機 9100 中，外殼 9101 組裝有顯示部 9103，並且利用顯示部 9103 可以顯示影像。此外，在此示出利用支架 9105 支撐外殼

9101 的結構。

藉由利用外殼 9101 所具備的操作開關、另外提供的遙控器 9110，可以進行電視機 9100 的操作。藉由利用遙控器 9110 所具備的操作鍵 9109，可以進行頻道及音量的操作，並可以對在顯示部 9103 上顯示的影像進行操作。此外，也可以採用在遙控器 9110 中設置顯示從該遙控器 9110 輸出的資訊的顯示部 9107 的結構。

圖 8B 所示的電視機 9100 具備接收機及數據機等。電視機 9100 可以利用接收機接收一般的電視廣播。再者，電視機 9100 藉由數據機連接到有線或無線方式的通信網路，也可以進行單向（從發送者到接收者）或雙向（在發送者和接收者之間或在接收者之間等）的資訊通信。

可以將上述實施方式中任一個所示的半導體裝置用於顯示部 9103、9107，並且該半導體裝置能夠賦予電視機及遙控器高可靠性。

圖 8C 示出電腦，該電腦包括主體 9201、外殼 9202、顯示部 9203、鍵盤 9204、外部連接埠 9205、指向裝置 9206 等。

可以將上述實施方式中任一個所示的半導體裝置用於顯示部 9203，並且該半導體裝置能夠給電腦賦予高可靠性。

圖 9A 和 9B 是能夠折疊的平板終端。圖 9A 是打開的狀態，並且平板終端包括外殼 9630、顯示部 9631a、顯示部 9631b、顯示模式切換開關 9034、電源開關 9035、省

電模式切換開關 9036、卡子 9033 以及操作開關 9038。

可以將上述實施方式中任一個所示的半導體裝置用於顯示部 9631a、9631b，並且該半導體裝置能夠實現可靠性高的平板終端。

在顯示部 9631a 中，可以將其一部分用作觸摸屏的區域 9632a，並且可以藉由按觸所顯示的操作鍵 9638 來輸入資料。此外，作為一個例子，顯示部 9631a 的一半只具有顯示的功能，並且另一半具有觸摸屏的功能，但是不侷限於該結構。也可以採用顯示部 9631a 的整個區域具有觸摸屏的功能的結構。例如，可以使顯示部 9631a 的整個面顯示鍵盤按鈕來將其用作觸摸屏，並且將顯示部 9631b 用作顯示畫面。

此外，顯示部 9631b 與顯示部 9631a 同樣，可以將其一部分用作觸摸屏的區域 9632b。此外，藉由使用手指或觸控筆等按觸觸摸屏的顯示鍵盤顯示切換按鈕 9639 的位置，可以在顯示部 9631b 顯示鍵盤按鈕。

此外，也可以對觸摸屏的區域 9632a 和觸摸屏的區域 9632b 同時進行按觸輸入。

另外，顯示模式切換開關 9034 能夠進行豎屏顯示和橫屏顯示等顯示的方向的切換以及黑白顯示或彩色顯示等的切換等。根據內置於平板終端中的光感測器所檢測的使用時的外光的光量，省電模式切換開關 9036 可以將顯示的亮度設定為最適合的亮度。平板終端除了光感測器以外還可以內置陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器

等的其他檢測裝置。

此外，圖 9A 示出顯示部 9631b 的顯示面積與顯示部 9631a 的顯示面積相同的例子，但是不侷限於此，一方的尺寸和另一方的尺寸可以不同，並且它們的顯示品質也可以不同。例如顯示部 9631a 和顯示部 9631b 中的一方與另一方相比可以進行高精細的顯示。

圖 9B 是合上的狀態，並且平板終端包括外殼 9630、太陽能電池 9633、充放電控制電路 9634。此外，在圖 9B 中，作為充放電控制電路 9634 的一個例子示出具有電池 9635 和 DCDC 轉換器 9636 的結構。

此外，平板終端可以折疊，因此不使用時可以合上外殼 9630。因此，可以保護顯示部 9631a 和顯示部 9631b，而可以提供一種具有良好的耐久性且從長期使用的觀點來看具有良好的可靠性的平板終端。

此外，圖 9A 和 9B 所示的平板終端還可以具有如下功能：顯示各種各樣的資訊（靜態影像、動態影像、文字影像等）；將日曆、日期或時刻等顯示在顯示部上；對顯示在顯示部上的資訊進行操作或編輯的觸摸輸入；藉由各種各樣的軟體（程式）控制處理等。

藉由利用安裝在平板終端的表面上的太陽能電池 9633，可以將電力供應到觸摸屏、顯示部或影像信號處理部等。注意，太陽能電池 9633 可以設置在外殼 9630 的一面或兩面，因此可以進行高效的電池 9635 充電。另外，當作電池 9635 使用鋰離子電池時，有可以實現小型化

等的優點。

另外，參照圖 9C 所示的方塊圖對圖 9B 所示的充放電控制電路 9634 的結構和工作進行說明。圖 9C 示出太陽能電池 9633、電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9637、開關 SW1 至 SW3 以及顯示部 9631，電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9637、開關 SW1 至 SW3 對應於圖 9B 所示的充放電控制電路 9634。

首先，說明在利用外光使太陽能電池 9633 發電時的工作的例子。使用 DCDC 轉換器 9636 對太陽能電池 9633 所產生的電力進行升壓或降壓以使它成為用來對電池 9635 進行充電的電壓。並且，當利用來自太陽能電池 9633 的電力使顯示部 9631 工作時使開關 SW1 導通，並且，利用轉換器 9637 將其升壓或降壓到顯示部 9631 所需要的電壓。另外，當不進行顯示部 9631 中的顯示時，可以採用使 SW1 截止且使 SW2 導通來對電池 9635 進行充電的結構。

注意，作為發電單元的一個例子示出太陽能電池 9633，但是不侷限於此，也可以使用壓電元件（piezoelectric element）或熱電轉換元件（珀耳帖元件（Peltier element））等其他發電單元進行電池 9635 的充電。例如，也可以使用以無線（不接觸）的方式能夠收發電力來進行充電的無線電力傳輸模組或組合其他充電方法進行充電。

本實施方式所示的結構、方法等可以與其他實施方式

所示的結構、方法等適當地組合而實施。

【符號說明】

200：區域

400：基板

401：閘極電極層

401a：閘極電極層

401b：閘極電極層

401c：閘極電極層

402：閘極絕緣層

402a：閘極絕緣層

402b：閘極絕緣層

403：氧化物半導體層

405a：源極電極層

405b：汲極電極層

405c：電極層

412：閘極絕緣層

412a：閘極絕緣層

412b：閘極絕緣層

413：絕緣層

413a：區域

413b：區域

416：絕緣層

416a：區域

417：金屬氧化物膜

420：電晶體

422：絕緣層

423：絕緣層

424：平坦化絕緣層

425a：開口

425b：開口

426：絕緣層

427：金屬膜

433：絕緣層

437：金屬氧化物膜

440：電晶體

447：金屬氧化物膜

454：氧

457：金屬膜

460：電晶體

480：電晶體

491：電極層

491a：電極層

491b：電極層

491c：電極層

500：基板

502：閘極絕緣層

504：層間絕緣層

505：彩色濾光層
506：絕緣層
507：隔壁
510：電晶體
511a：閘極電極層
511b：閘極電極層
512：氧化物半導體層
513a：導電層
513b：導電層
520：電容元件
521a：導電層
521b：導電層
522：氧化物半導體層
523：導電層
524：絕緣層
525：絕緣層
530：佈線層交叉部
533：導電層
540：發光元件
541：電極層
542：電致發光層
543：電極層
601：基板
602：光電二極體

606a：半導體膜
606b：半導體膜
606c：半導體膜
608：黏合層
613：基板
631：絕緣層
632：絕緣層
633：層間絕緣層
634：層間絕緣層
640：電晶體
641a：電極層
641b：電極層
642：電極層
643：導電層
645：導電層
656：電晶體
658：光電二極體重設信號線
659：閘極信號線
671：光電感測器輸出信號線
672：光電感測器基準信號線
4001：基板
4002：像素部
4003：信號線驅動電路
4004：掃描線驅動電路

4005：密封材料
4006：基板
4008：液晶層
4010：電晶體
4011：電晶體
4013：液晶元件
4015：連接端子電極
4016：端子電極
4018：FPC
4019：各向異性導電層
4020a：閘極絕緣層
4020b：閘極絕緣層
4021：絕緣層
4030：絕緣層
4031：電極層
4032：絕緣層
4033：絕緣層
4034：電極層
4035：間隔物
4038：絕緣層
4510：隔壁
4511：電致發光層
4513：發光元件
4514：填充材料

9000：桌子
9001：外殼
9002：腿部
9003：顯示部
9004：顯示按鈕
9005：電源供應線
9033：卡子
9034：開關
9035：電源開關
9036：開關
9038：操作開關
9100：電視機
9101：外殼
9103：顯示部
9105：支架
9107：顯示部
9109：操作鍵
9110：遙控器
9201：主體
9202：外殼
9203：顯示部
9204：鍵盤
9205：外部連接埠
9206：指向裝置

9630 : 外殼

9631 : 顯示部

9631a : 顯示部

9631b : 顯示部

9632a : 區域

9632b : 區域

9633 : 太陽能電池

9634 : 充放電控制電路

9635 : 電池

9636 : DCDC 轉換器

9637 : 轉換器

9638 : 操作鍵

9639 : 按鈕

發明摘要

※申請案號：106117665 (由101149564分割)

※申請日：101年12月24日

※IPC分類：*H01L 29/78* (2006.01)
H01L 21/28 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

半導體裝置及半導體裝置的製造方法

Semiconductor device and method for manufacturing the same

【中文】

本發明的課題之一是提供一種具有使用氧化物半導體的電晶體且可靠性高的半導體裝置。在具有包括氧化物半導體層的底閘極結構的電晶體的半導體裝置中，以接觸於氧化物半導體層的方式層疊絕緣層和金屬膜。藉由從金屬膜的表面上對絕緣層及金屬膜進行氧摻雜處理，在絕緣層中形成具有包含超過化學計量組成的氧的區域，並使金屬膜氧化而形成金屬氧化物膜。另外，金屬氧化物膜的電阻率為 $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ 以上且 $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$ 以下。

【 英文 】

A highly reliable semiconductor device which includes a transistor including an oxide semiconductor is provided. In a semiconductor device including a bottom-gate transistor including an oxide semiconductor layer, a stacked layer of an insulating layer and a metal film is provided in contact with the oxide semiconductor layer. Oxygen doping treatment is performed in a manner such that oxygen is introduced into the insulating layer and the metal film from a position above the metal film. Thus, a region containing oxygen in excess of the stoichiometric composition is formed in the insulating layer, and the metal film is oxidized to form a metal oxide film. Further, resistivity of the metal oxide film is greater than or equal to $1 \times 10^{10} \Omega\text{m}$ and less than or equal to $1 \times 10^{19} \Omega\text{m}$.

圖式

圖 1A

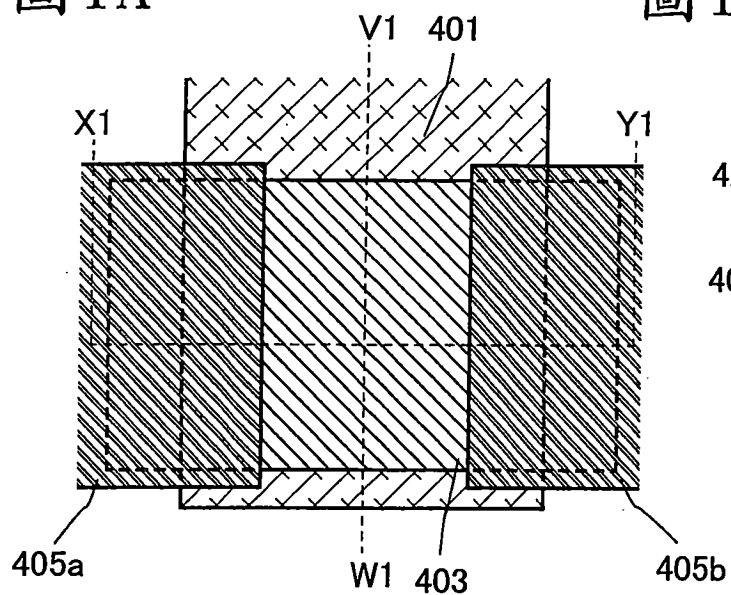


圖 1C

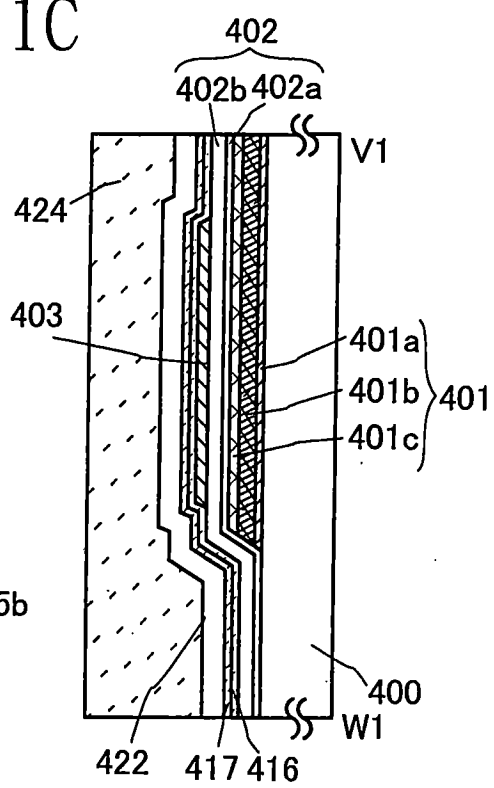


圖 1B

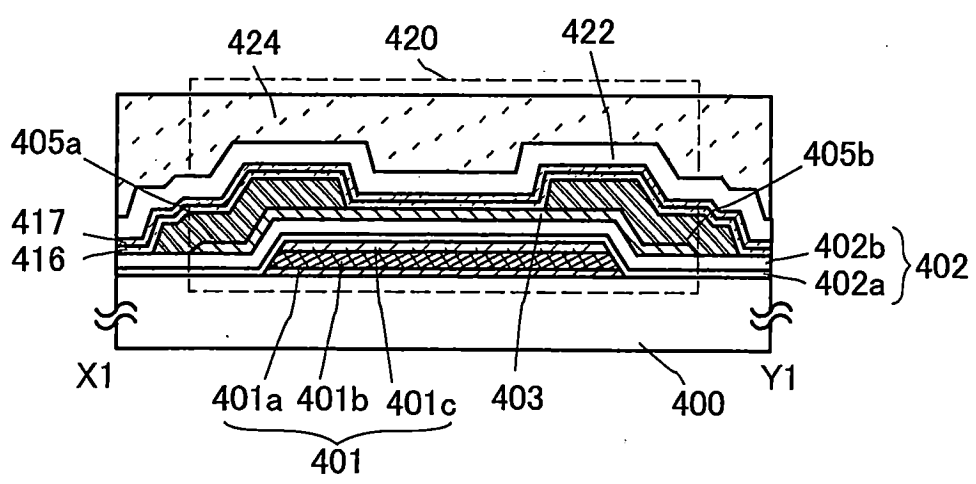


圖 2A

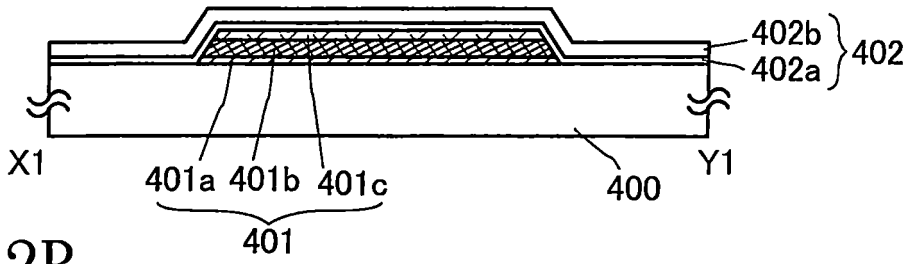


圖 2B

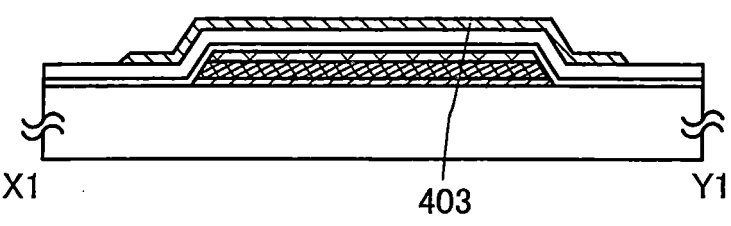


圖 2C

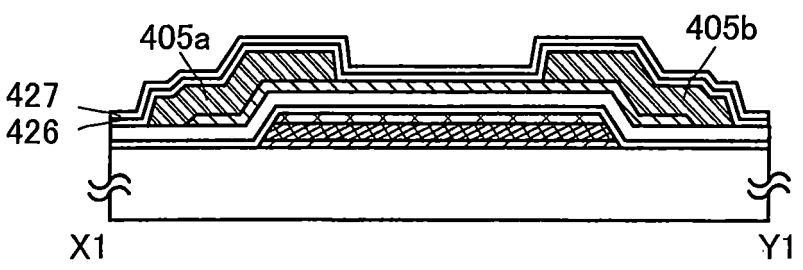


圖 2D

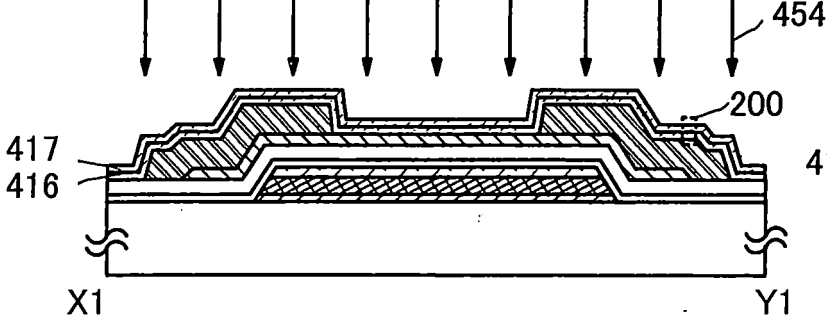


圖 2E

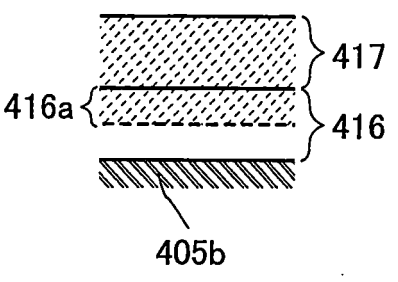


圖 2F

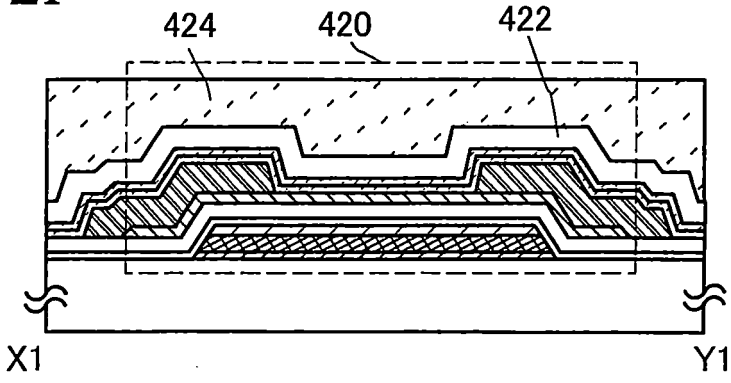


圖 3A

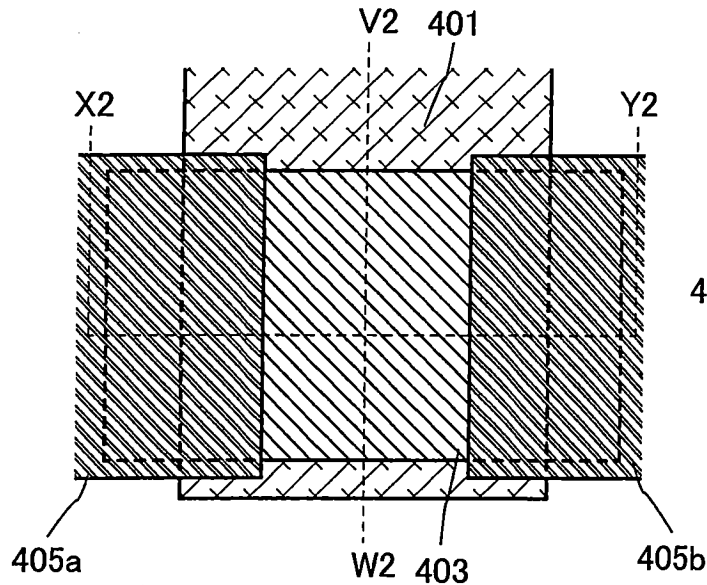


圖 3C

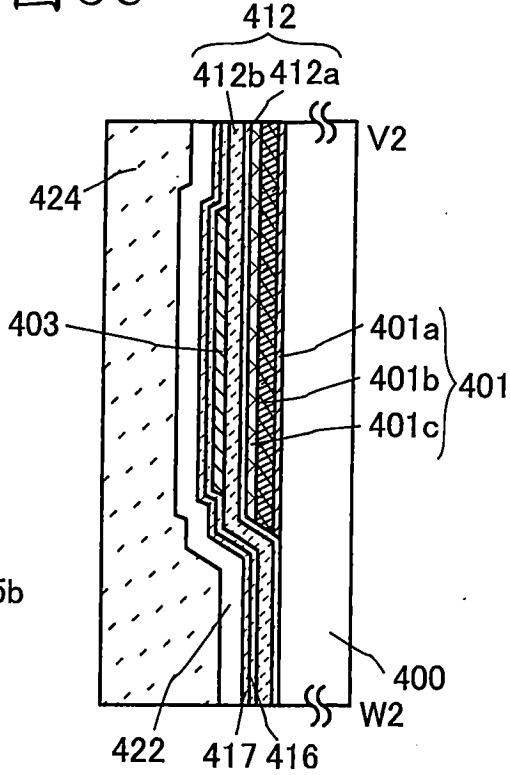


圖 3B

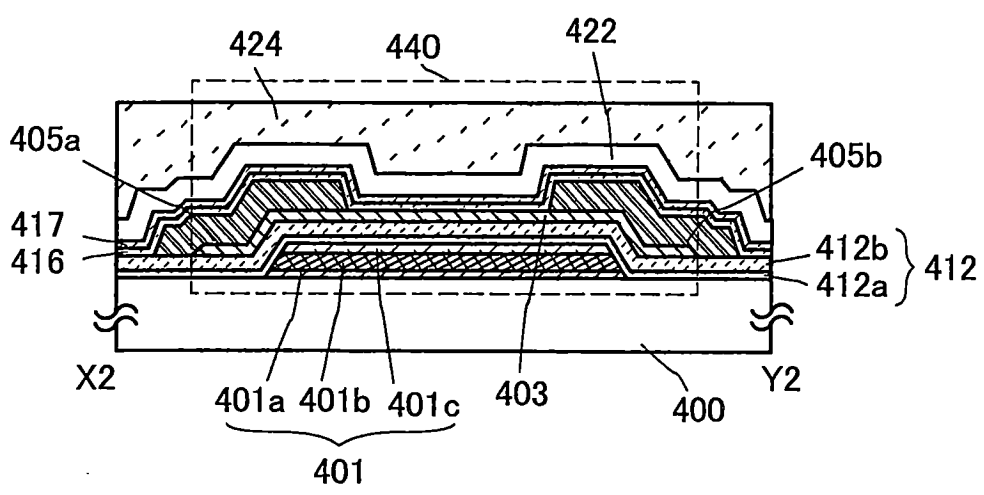


圖 4A

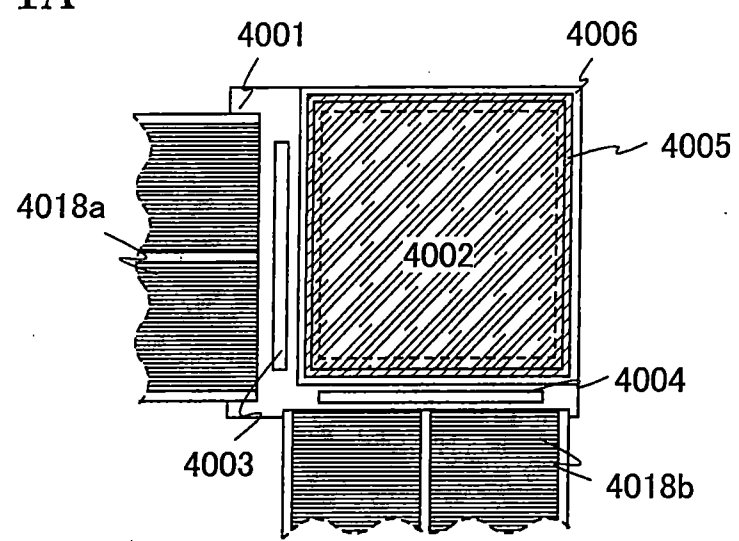


圖 4B

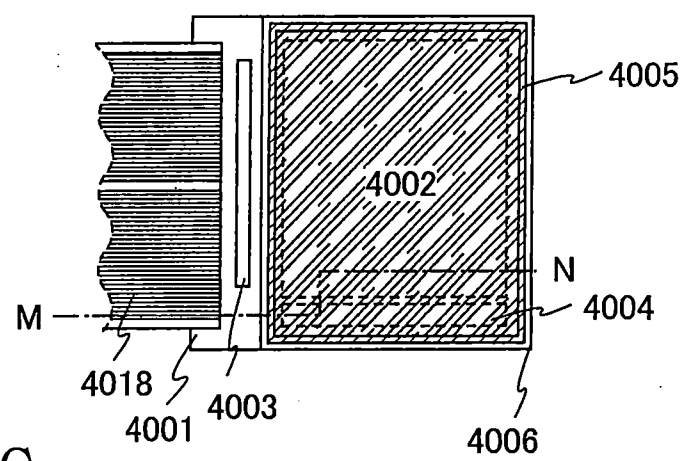


圖 4C

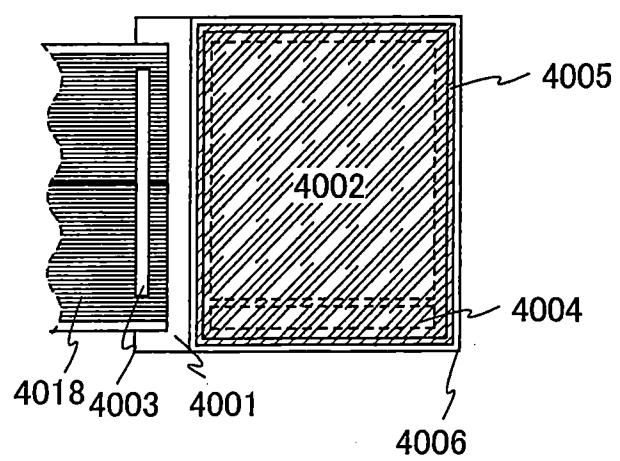


圖5A

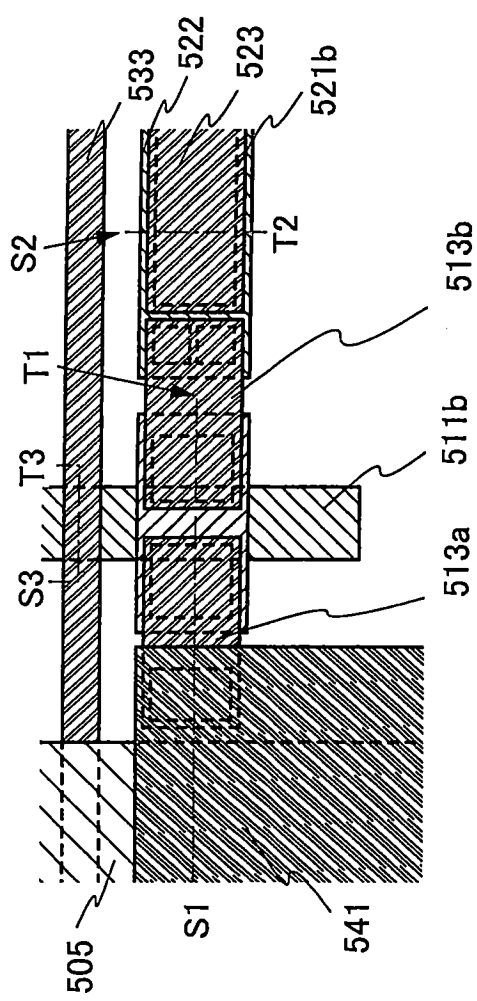


圖5B

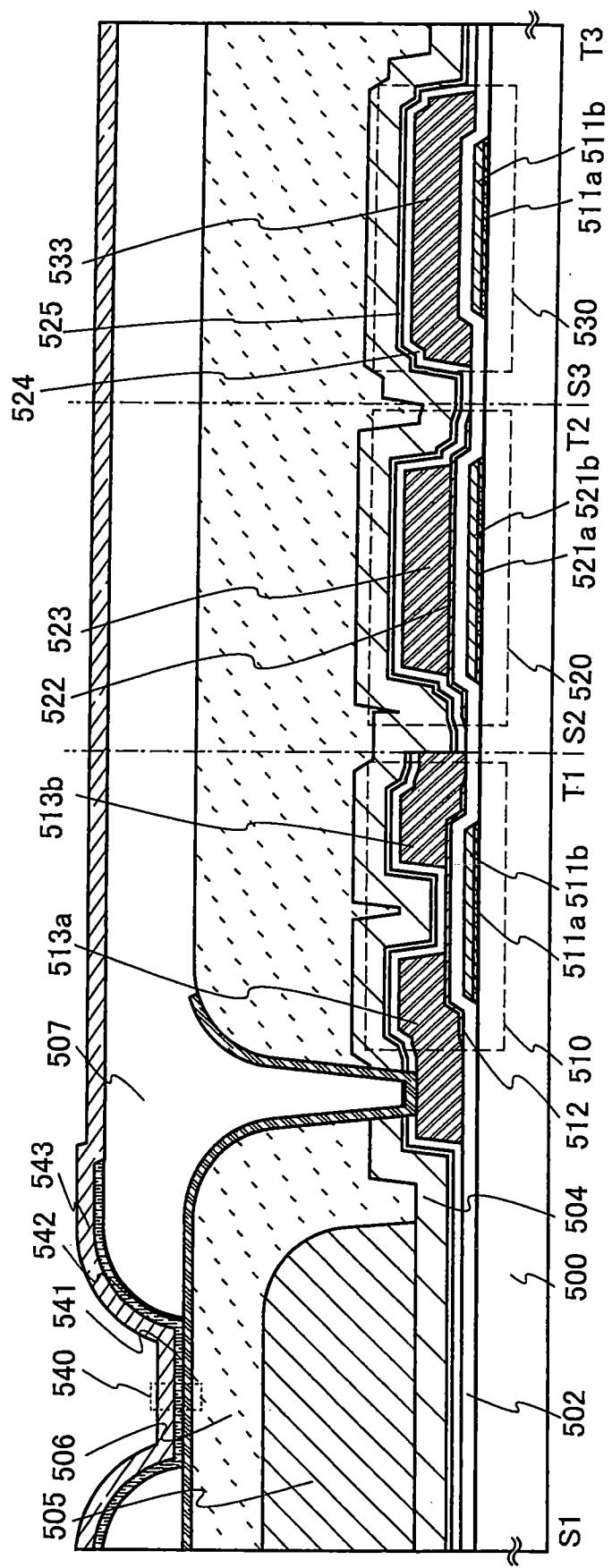


圖 6A

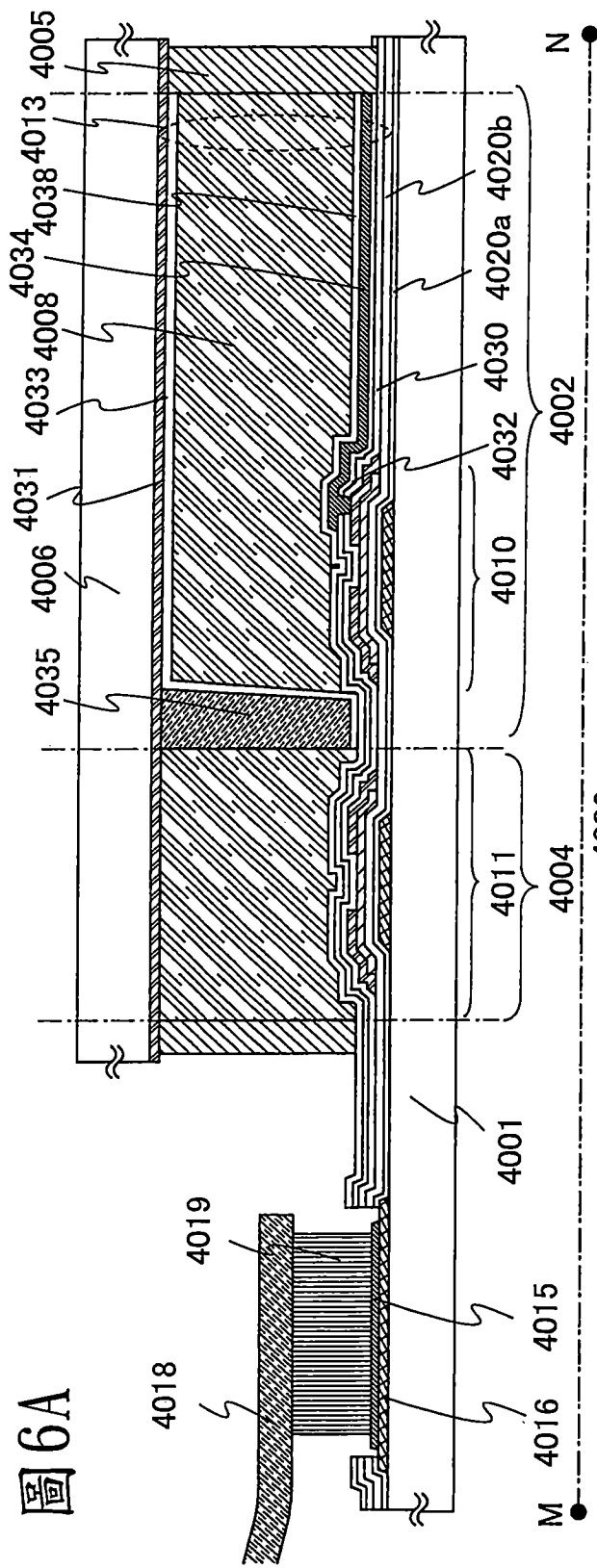


圖 6B

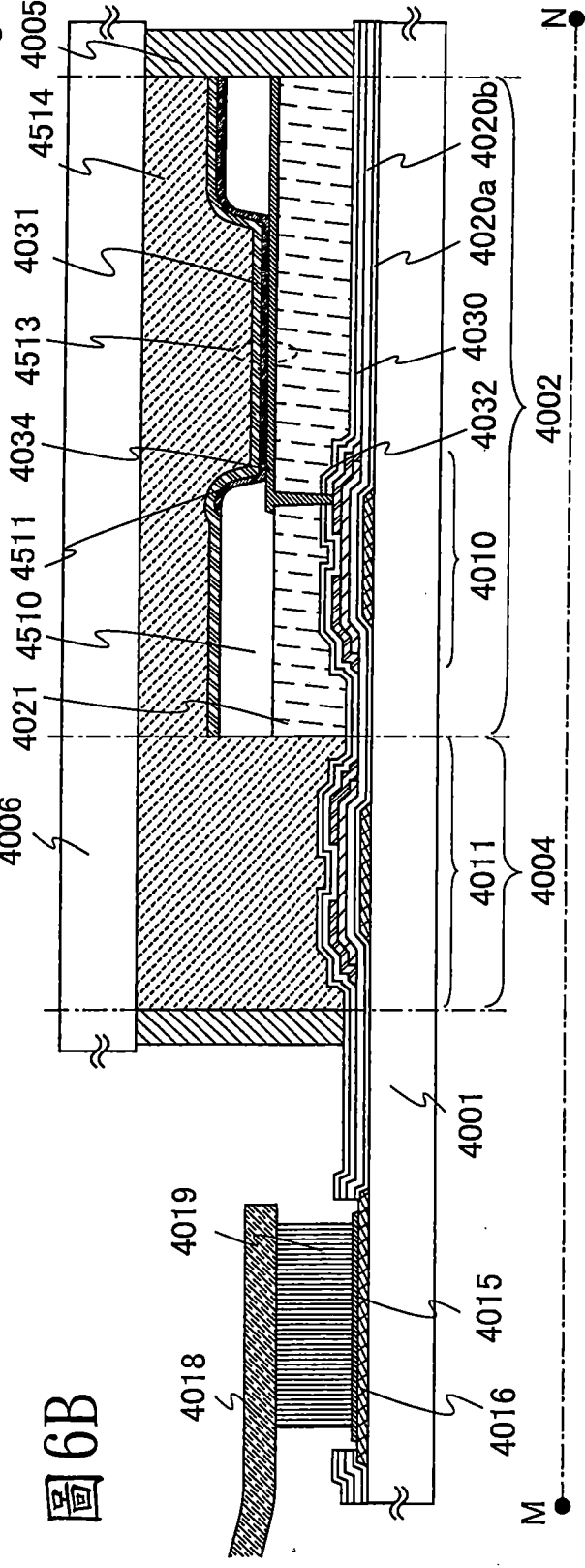


圖7A

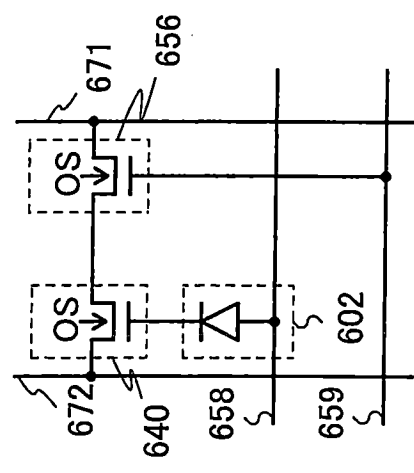


圖7B

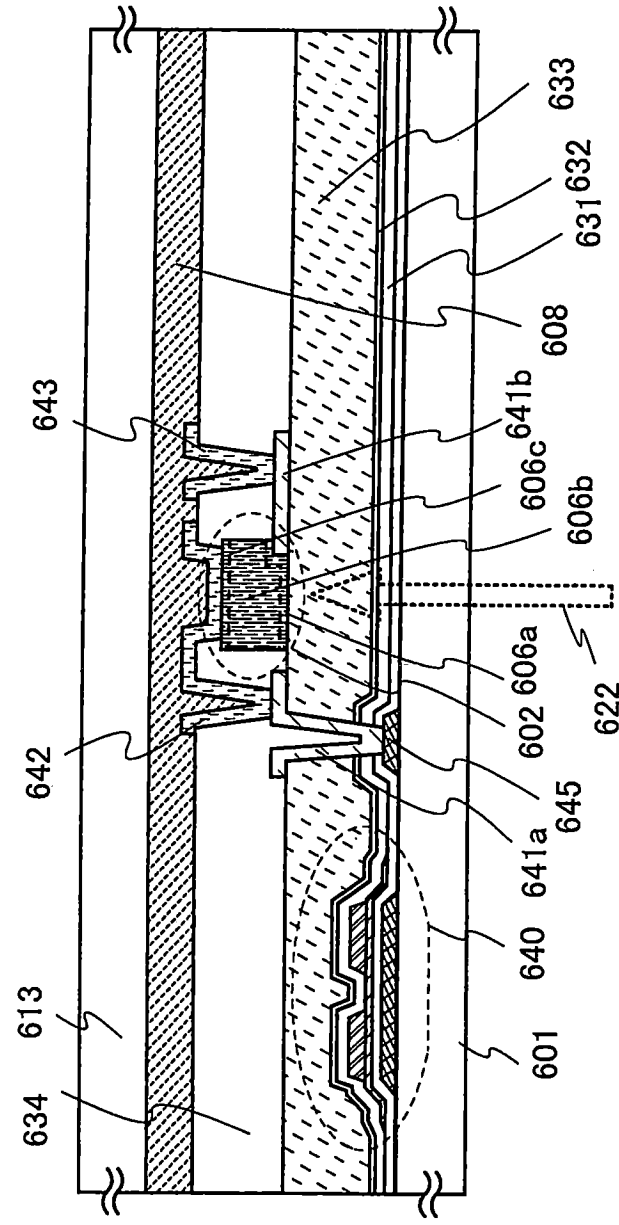


圖 8A

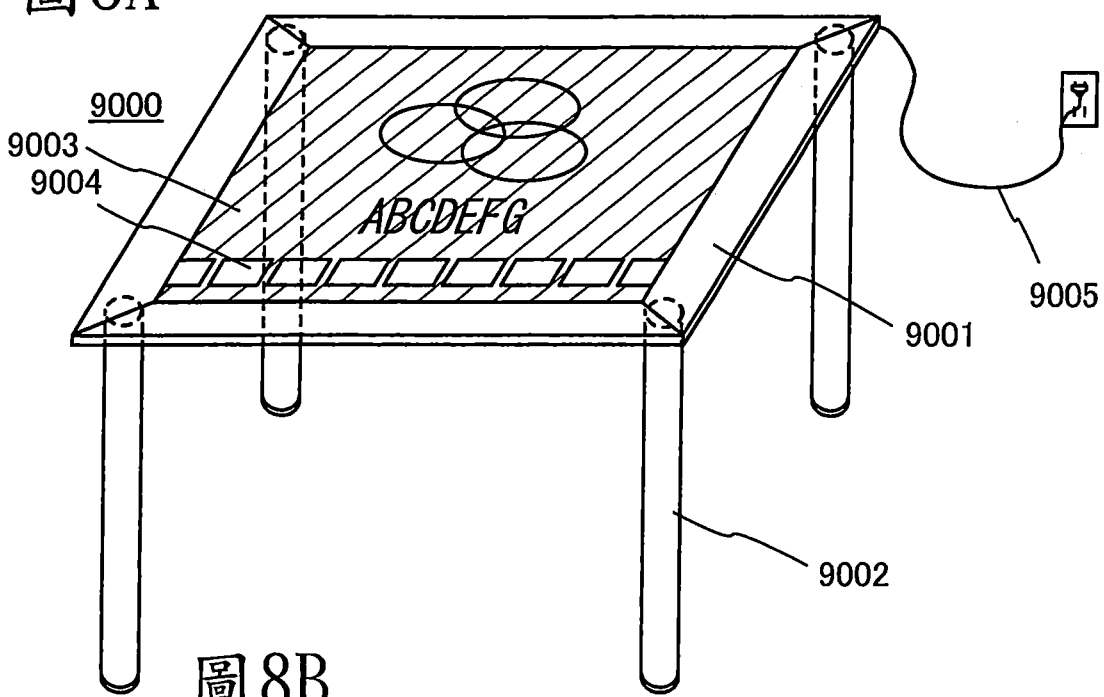


圖 8B

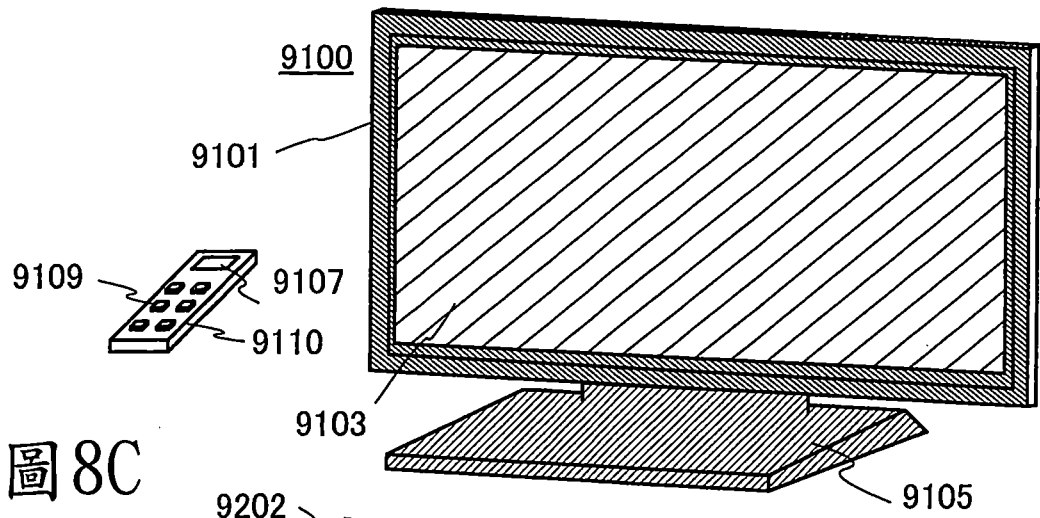


圖 8C

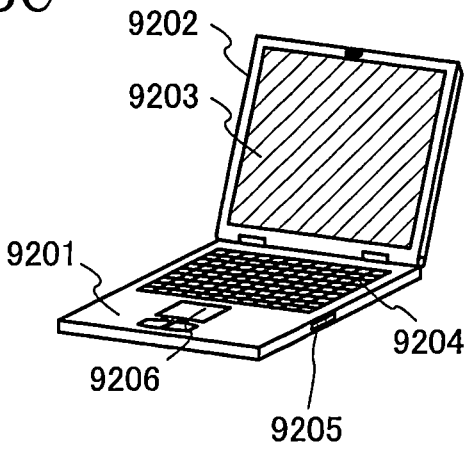


圖 9A

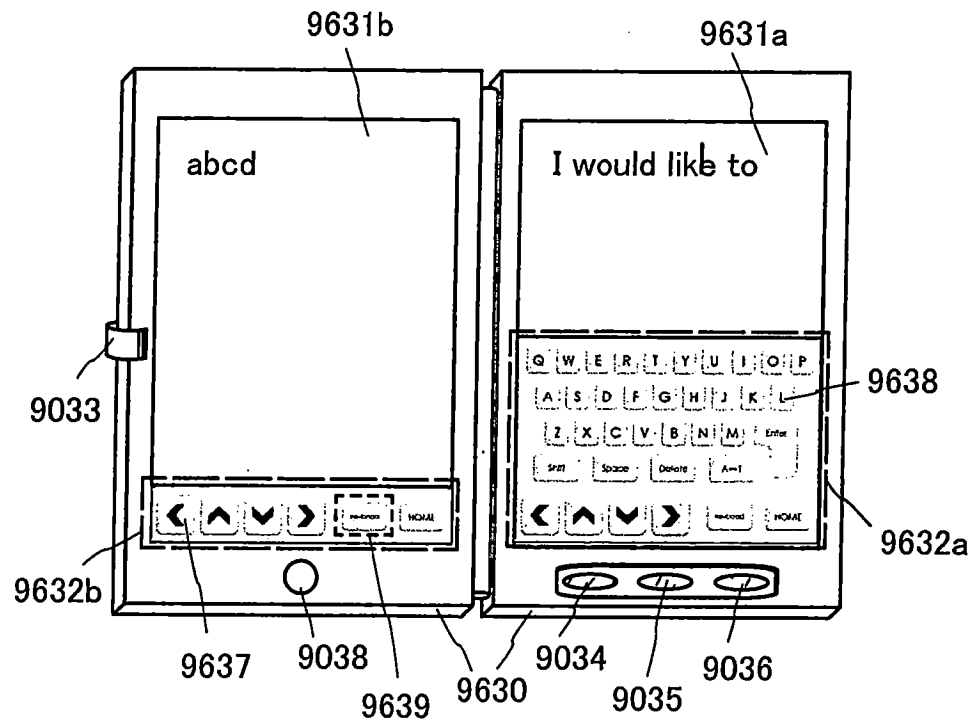


圖 9B

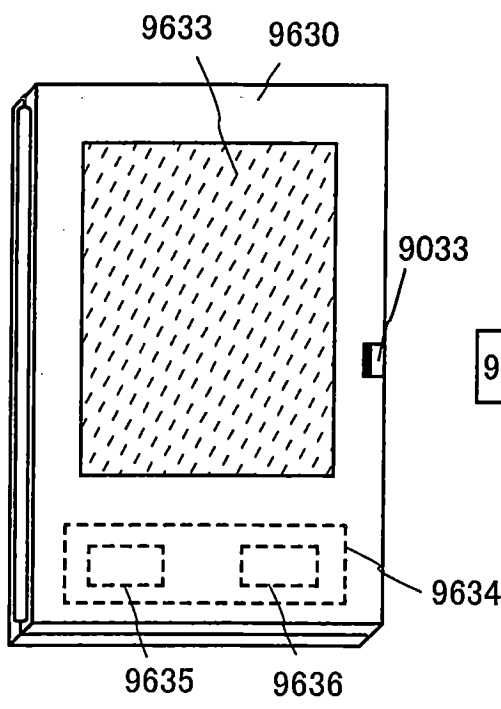


圖 9C

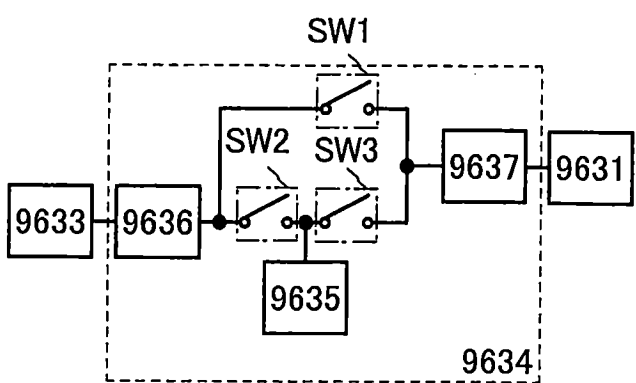


圖10A

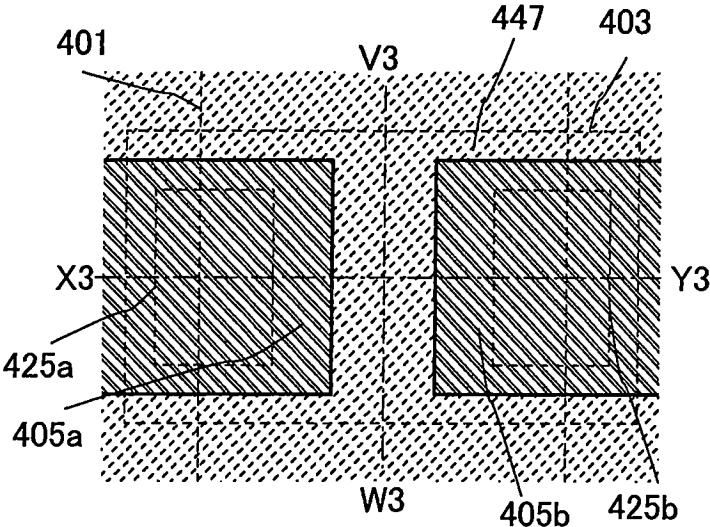


圖10C

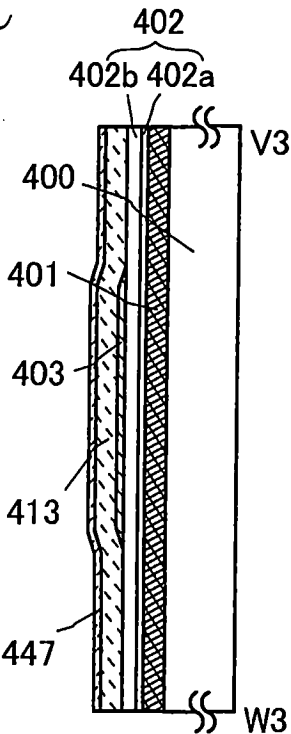


圖10B

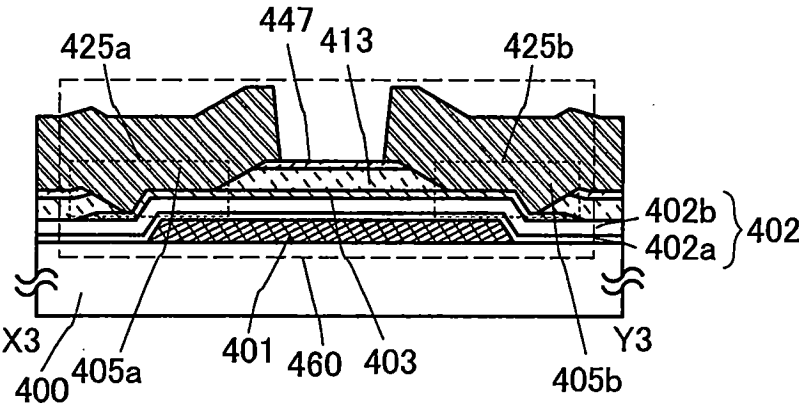


圖11A

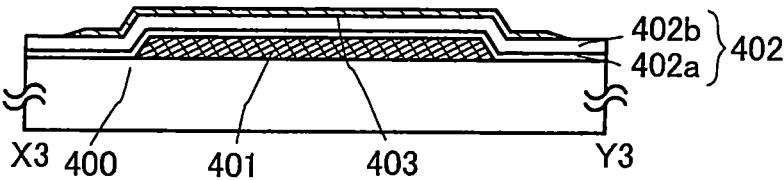


圖11B

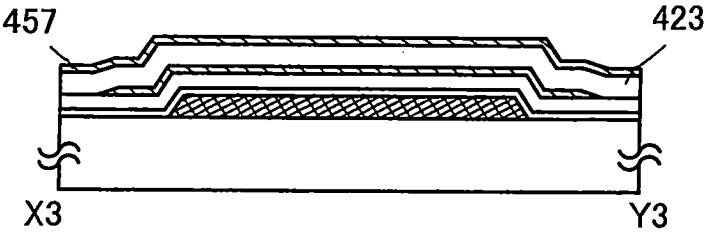


圖11C

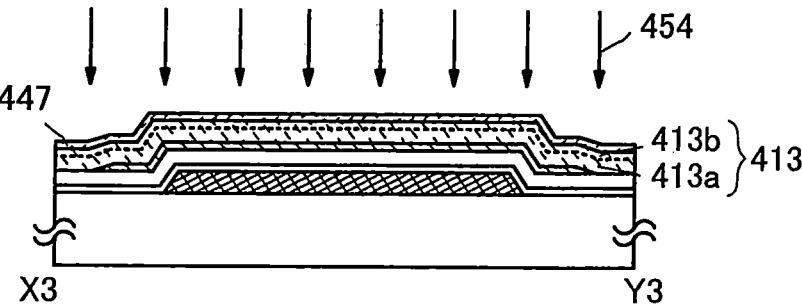


圖11D

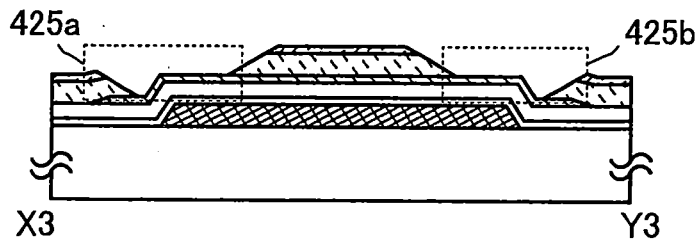


圖11E

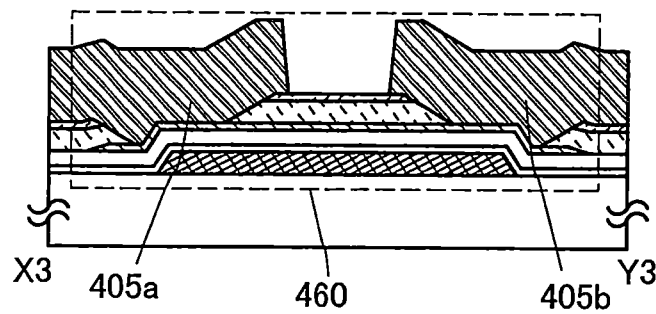


圖 12A

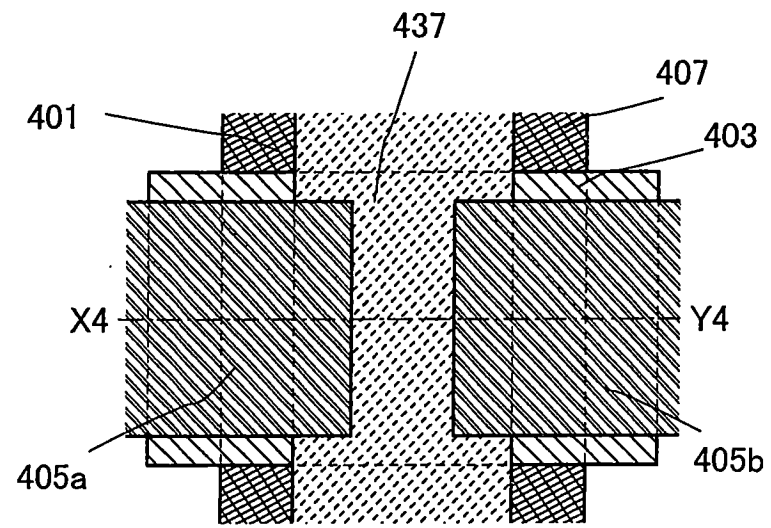


圖 12B

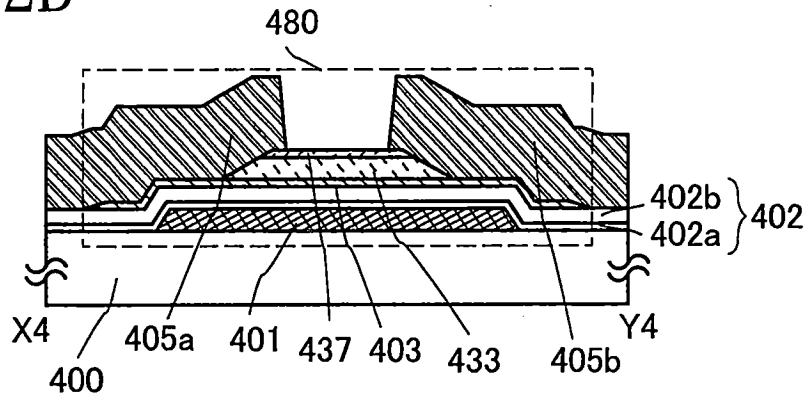


圖 13

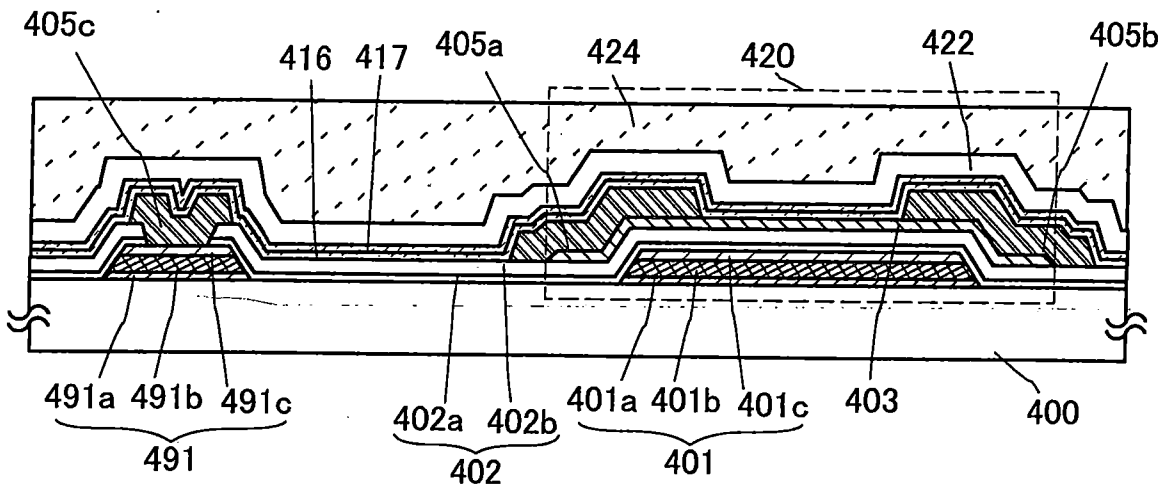
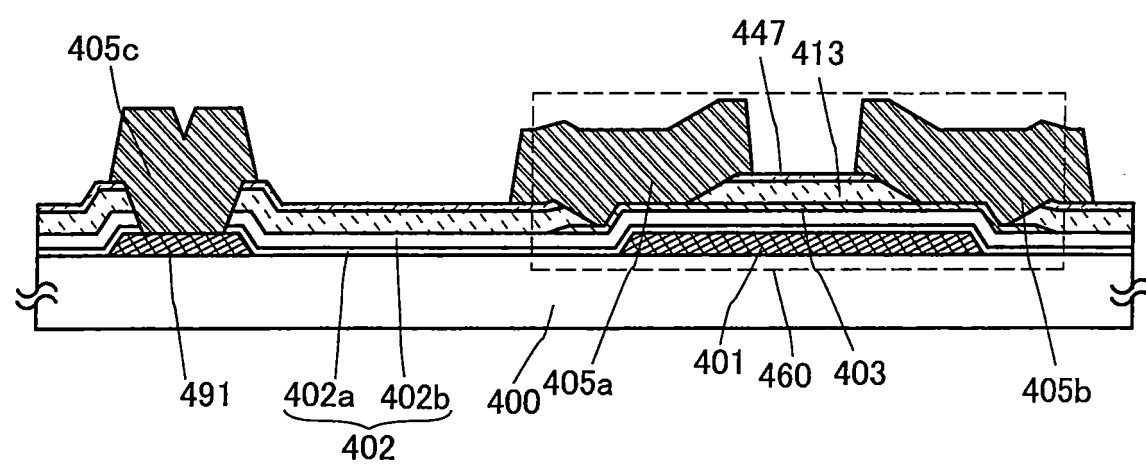


圖 14



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2D)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

200：區域

405b：汲極電極層

416：絕緣層

416a：區域

417：金屬氧化物膜

454：氧

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：
無

申請專利範圍

1. 一種半導體裝置，包括：

閘極電極層；

該閘極電極層上的閘極絕緣層；

該閘極絕緣層上的與該閘極電極層重疊的氧化物半導體層；

該氧化物半導體層上的與該氧化物半導體層電連接的源極電極層；

該氧化物半導體層上的與該氧化物半導體層電連接的汲極電極層；

位於該氧化物半導體層上且與其接觸的絕緣層；以及

位於該絕緣層上且與其接觸的金屬氧化物膜，

其中，該金屬氧化物膜的厚度為 3nm 以上且 10nm 以下，

其中，該閘極電極層包括銅，並且

其中，該氧化物半導體層包括銻。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之半導體裝置，其中，該金屬氧化物膜是氧化鋁膜。

3. 根據申請專利範圍第 2 項之半導體裝置，其中，該氧化鋁膜包括鎂或鈦。

4. 根據申請專利範圍第 1 項之半導體裝置，

其中，該絕緣層位在該源極電極層及該汲極電極層上，並且

其中，該源極電極層和該汲極電極層之間的該絕緣層

與該氧化物半導體層接觸。

5. 根據申請專利範圍第 1 項之半導體裝置，
其中，該源極電極層位在該絕緣層上，
其中，該汲極電極層位在該絕緣層上，
其中，該絕緣層具有第一開口和第二開口，
其中，藉由該第一開口該源極電極層與該氧化物半導體層接觸，並且
其中，藉由該第二開口該汲極電極層與該氧化物半導體層接觸。

6. 根據申請專利範圍第 1 項之半導體裝置，其中，
該絕緣層包括包含超過化學計量組成的氧的區域。

7. 根據申請專利範圍第 1 項之半導體裝置，其中，
該絕緣層是包含氮的氧化矽膜。

8. 一種顯示裝置，包括：
閘極電極層；
該閘極電極層上的閘極絕緣層；
該閘極絕緣層上的與該閘極電極層重疊的氧化物半導體層；

該氧化物半導體層上的與該氧化物半導體層電連接的
源極電極層；

該氧化物半導體層上的與該氧化物半導體層電連接的
汲極電極層；

位於該氧化物半導體層上且與其接觸的包括氧化矽之
絕緣層；

位於該絕緣層上且與其接觸的金屬氧化物膜；
位於該金屬氧化物膜上的層間絕緣層；以及
位於該層間絕緣層上的發光元件，
其中，該金屬氧化物膜的厚度為 3nm 以上且 10nm 以下，

其中，該閘極電極層包括銅，並且
其中，該氧化物半導體層包括銻。

9. 根據申請專利範圍第 8 項之顯示裝置，其中，該金屬氧化物膜是氧化鋁膜。

10. 根據申請專利範圍第 9 項之顯示裝置，其中，該氧化鋁膜包括鎂或鈦。

11. 根據申請專利範圍第 8 項之顯示裝置，
其中，該絕緣層位在該源極電極層及該汲極電極層上，
並且

其中，該源極電極層和該汲極電極層之間的該絕緣層與該氧化物半導體層接觸。

12. 根據申請專利範圍第 8 項之顯示裝置，
其中，該源極電極層位在該絕緣層上，
其中，該汲極電極層位在該絕緣層上，
其中，該絕緣層具有第一開口和第二開口，
其中，藉由該第一開口該源極電極層與該氧化物半導體層接觸，並且

其中，藉由該第二開口該汲極電極層與該氧化物半導體層接觸。

13. 根據申請專利範圍第 8 項之顯示裝置，其中，該絕緣層包括包含超過化學計量組成的氧的區域。

14. 根據申請專利範圍第 8 項之顯示裝置，其中，該絕緣層是包含氮的氧化矽膜。