



(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 I548925 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：103103874

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 11 月 25 日

(51)Int. Cl. : G02F1/1368 (2006.01)

G02F1/167 (2006.01)

H01L29/786 (2006.01)

(30)優先權：2009/12/04 日本

2009-276454

(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：

TW 200534367A

JP 2006-302860A

審查人員：林聖傑

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：26 共 82 頁

(54)名稱

顯示裝置

DISPLAY DEVICE

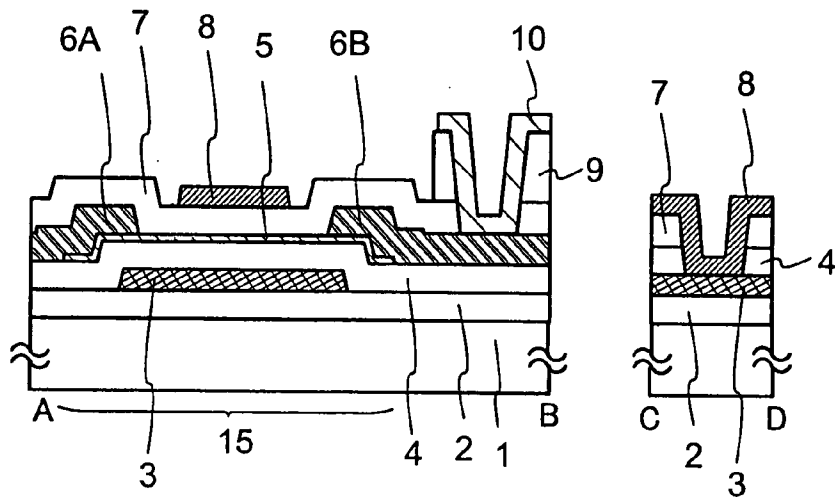
(57)摘要

本發明的一個目的在於提供包括氧化物半導體膜之電晶體，此氧化物半導體膜被使用於顯示裝置的像素部且具有高的可靠性。顯示裝置具有第一閘極電極；第一閘極絕緣膜，其在該第一閘極電極之上；氧化物半導體膜，其在該第一閘極絕緣膜之上；源極電極和汲極電極，其在該氧化物半導體膜之上；第二閘極絕緣膜，其在該源極電極、該汲極電極、和該氧化物半導體膜之上；第二閘極電極，其在該第二閘極絕緣膜之上；具有平坦性的有機樹脂膜，其在該第二閘極絕緣膜之上；像素電極，其在具有平坦性的該有機樹脂膜上，其中，該氧化物半導體膜中所含有及藉由二次離子質譜儀所測量到的氫原子之濃度係低於 $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 。

One object is to provide a transistor including an oxide semiconductor film which is used for the pixel portion of a display device and has high reliability. A display device has a first gate electrode; a first gate insulating film over the first gate electrode; an oxide semiconductor film over the first gate insulating film; a source electrode and a drain electrode over the oxide semiconductor film; a second gate insulating film over the source electrode, the drain electrode and the oxide semiconductor film; a second gate electrode over the second gate insulating film; an organic resin film having flatness over the second gate insulating film; a pixel electrode over the organic resin film having flatness, wherein the concentration of hydrogen atoms contained in the oxide semiconductor film and measured by secondary ion mass spectrometry is less than $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$.

指定代表圖：

符號簡單說明：



- 1 . . . 基板
- 2 . . . 絕緣膜
- 3 . . . 第一閘極電極
- 4 . . . 第一閘極絕緣膜
- 5 . . . 氧化物半導體膜
- 6A . . . 電極
- 6B . . . 電極
- 7 . . . 第二閘極絕緣膜
- 8 . . . 第二閘極電極
- 9 . . . 有機樹脂膜
- 10 . . . 像素電極
- 15 . . . 電晶體

發明摘要

※申請案號：103103874 (由 99140829 分案)

※申請日：99.11.25

※IPC 分類：G02F 1/1368 (2006.01)

G02F 1/167 (2006.01)

H01L 29/286 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

顯示裝置

Display device

【中文】

本發明的一個目的在於提供包括氧化物半導體膜之電晶體，此氧化物半導體膜被使用於顯示裝置的像素部且具有高的可靠性。顯示裝置具有第一閘極電極；第一閘極絕緣膜，其在該第一閘極電極之上；氧化物半導體膜，其在該第一閘極絕緣膜之上；源極電極和汲極電極，其在該氧化物半導體膜之上；第二閘極絕緣膜，其在該源極電極、該汲極電極、和該氧化物半導體膜之上；第二閘極電極，其在該第二閘極絕緣膜之上；具有平坦性的有機樹脂膜，其在該第二閘極絕緣膜之上；像素電極，其在具有平坦性的該有機樹脂膜上，其中，該氧化物半導體膜中所含有及藉由二次離子質譜儀所測量到的氫原子之濃度係低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

【 英文 】

One object is to provide a transistor including an oxide semiconductor film which is used for the pixel portion of a display device and has high reliability. A display device has a first gate electrode; a first gate insulating film over the first gate electrode; an oxide semiconductor film over the first gate insulating film; a source electrode and a drain electrode over the oxide semiconductor film; a second gate insulating film over the source electrode, the drain electrode and the oxide semiconductor film; a second gate electrode over the second gate insulating film; an organic resin film having flatness over the second gate insulating film; a pixel electrode over the organic resin film having flatness, wherein the concentration of hydrogen atoms contained in the oxide semiconductor film and measured by secondary ion mass spectrometry is less than $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(5B)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1：基板
- 2：絕緣膜
- 3：第一閘極電極
- 4：第一閘極絕緣膜
- 5：氧化物半導體膜
- 6A：電極
- 6B：電極
- 7：第二閘極絕緣膜
- 8：第二閘極電極
- 9：有機樹脂膜
- 10：像素電極
- 15：電晶體

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

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)

顯示裝置

Display device

【技術領域】

本發明係有關具有電晶體的顯示裝置，且該電晶體的通道包括氧化物半導體膜。

【先前技術】

專利文件 1 揭示薄膜電晶體，其中，第一閘極電極係形成在基板之上；第一閘極絕緣層被形成以便覆蓋第一閘極電極；使用氧化物半導體所形成之半導體層係形成在第一閘極絕緣層之上；第二閘極絕緣層係形成在半導體層之上；第二閘極電極係形成在第二閘極絕緣層之上；及形成連接到半導體層之汲極電極和源極電極，其中，第二閘極電極的厚度等於或大於第一閘極電極的厚度（申請專利範圍第 1 項）。在專利文件 1 中，上述薄膜電晶體可被使用於液晶顯示器或有機 EL 顯示器的驅動場效電晶體（第 144 段）。

[參考文件]

[專利文件 1]日本公告專利申請案第 2009-176865 號

【發明內容】

在專利文件 1 中，可抑制薄膜電晶體的導通特性之峰值的產生。

然而，爲了提高電晶體的特性，上述結構並不足夠。鑑於上述，本發明的實施例之目的在於提供包括氧化物半導體膜的薄膜電晶體，此氧化物半導體膜被使用於諸如液晶顯示器或有機 EL 顯示器等顯示裝置的像素部且具有高的可靠性。

在下面實驗中，氫對包括氧化物半導體膜的電晶體之影響被檢驗。因此，本發明人發現，可藉由去除氫來提高電晶體的特性且可解決上述問題。

<實驗。氫和電晶體特性>

圖 1A 及 1B 圖示包括氧化物半導體膜（非晶 In-Ga-Zn-O 膜、在此實驗中，又稱作 a-IGZO）之實驗電晶體的概要圖和電晶體的特性。圖 1A 圖示由電漿 CVD 法所形成的 SiO_x （又稱作 PECVD- SiO_x ）被使用於層間膜之情況，而圖 1B 圖示由濺鍍法所形成的 SiO_x （又稱作被濺鍍的- SiO_x 或濺鍍的- SiO_x ）被使用於層間膜之情況。除了上述以外的其他製造方法在每一個電晶體中都相同。當使用由電漿 CVD 法所形成之 SiO_x 時，獲得正常開電晶體特性。此外，視測量溫度而變之電晶體特性的變化大。另一方面，當使用由濺鍍法所形成之 SiO_x 時，獲得正常關電晶

體特性，且視測量溫度而變之電晶體特性的變化小。當由二次離子質譜儀測量這兩個電晶體的每一個之氫濃度時，發現使用由電漿 CVD 法所形成之 SiO_x 的電晶體包括大量的氫；然而，使用使用由濺鍍法所形成之 SiO_x 的電晶體包括少量的氫（圖 2）。

另外，爲了闡明 a-IGZO 的電特性，藉由第一原理計算來實施其分析。假設（A）滿足化學計量比例之 a-IGZO 以及（B）添加氫之 a-IGZO，及計算電子狀態。假設單位晶胞 84 原子、組成比 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} : \text{O} = 1 : 1 : 1 : 4$ 、及密度 5.9 g/cm^3 ，以及由古典分子動力法再生非晶結構，另外，由量子分子動力法執行結構的最佳化。然後，計算電子狀態。

圖 3A 及 3B 圖示計算結果。圖 3A 及 3B 圖示 a-IGZO 的 DOS（能態密度，能態的電子密度）。能量顯示 0（零）的點爲 Fermi（費米）能階。吾人發現，在（A）滿足化學計量比例之 a-IGZO 中，費米能階存在於價電子帶；然而，在（B）添加氫之 a-IGZO 中，電子亦存在於導電帶中。亦即，吾人發現在 a-IGZO 中，氫原子形成施體能階且供應電子。

去除氫係去除氧化物半導體膜中的施體。氧化物半導體膜可以是藉由去除施體而使其成爲本徵或實質上爲本徵。

當在室溫（ 25°C ）中測量通道具有氫濃度降低的氧化物半導體膜之電晶體的關閉狀態電流（通道長度（ L ）=

10.0 μm ，通道寬度 (W) = 1 μm) 時，關閉狀態電流等於或低於 1×10^{-12} A (圖 4)。當 W 變換成 1 μm 時，關閉狀態電流等於或低於 1×10^{-18} A。

氧化物半導體膜可以是藉由最小化氧化物半導體膜所含有的氫原子數目而使其成為本徵或實質上為本徵。因此，可提高電晶體的特性，及可解決上述問題。

本發明的實施例為顯示裝置，具有：第一閘極電極；第一閘極絕緣膜，在第一閘極電極之上；氧化物半導體膜，在第一閘極絕緣膜之上；源極電極和汲極電極，在氧化物半導體膜之上，且其中，源極電極和汲極電極係電連接到氧化物半導體膜；第二閘極絕緣膜，在源極電極、汲極電極、和氧化物半導體膜之上；第二閘極電極，在第二閘極絕緣膜之上，且其中，第二閘極電極係電連接到第一閘極電極；具有平坦性的有機樹脂膜，在第二閘極絕緣膜之上；像素電極，在具有平坦性的有機樹脂膜之上，且其中，像素電極不是被電連接到源極電極就是被電連接到汲極電極；第一對準膜，在第二閘極電極和像素電極之上且與第二閘極電極和像素電極相接觸；液晶層，在第一對準膜之上；第二對準膜，在液晶層之上；對置電極，在第二對準膜之上；以及對置基板，在對置電極之上，其中，氧化物半導體膜中所含有及藉由二次離子質譜儀所測量到的氫原子之濃度係低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

本發明的實施例為顯示裝置，具有：第一閘極電極；第一閘極絕緣膜，在第一閘極電極之上；氧化物半導體

膜，在第一閘極絕緣膜之上；源極電極和汲極電極，在氧化物半導體膜之上，且其中，源極電極和汲極電極係電連接到氧化物半導體膜；第二閘極絕緣膜，在源極電極、汲極電極、和氧化物半導體膜之上；第二閘極電極，在第二閘極絕緣膜之上，且其中，第二閘極電極係電連接到第一閘極電極；具有平坦性的有機樹脂膜，在第二閘極絕緣膜之上；像素電極，在具有平坦性的有機樹脂膜之上，且其中，像素電極不是被電連接到源極電極就是被電連接到汲極電極；EL 層（電致發光層），在像素電極之上；對置電極，在 EL 層之上；密封材料，在第二閘極電極和對置電極之上且與第二閘極電極和對置電極相接觸；以及對置基板，在密封材料之上，其中，氧化物半導體膜中所含有及藉由二次離子質譜儀所測量到的氫原子之濃度係低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

本發明的實施例為顯示裝置，具有：第一閘極電極；第一閘極絕緣膜，在第一閘極電極之上；氧化物半導體膜，在第一閘極絕緣膜之上；源極電極和汲極電極，在氧化物半導體膜之上，且其中，源極電極和汲極電極係電連接到氧化物半導體膜；第二閘極絕緣膜，在源極電極、汲極電極、和氧化物半導體膜之上；第二閘極電極，在第二閘極絕緣膜之上，且其中，第二閘極電極係電連接到第一閘極電極；具有平坦性的有機樹脂膜，在第二閘極絕緣膜之上；像素電極，在具有平坦性的有機樹脂膜之上，其中，像素電極不是被電連接到源極電極就是被電連接到汲

極電極；以及填料，在第二閘極電極和像素電極之上且與第二閘極電極和像素電極相接觸，其中，包括空腔之球狀粒子係設置在填料中，空腔含有黑色區和白色區，且空腔四周的空間係充填有液體，其中，氧化物半導體膜中所含有及藉由二次離子質譜儀所測量到的氫原子之濃度係低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

本發明的實施例為顯示裝置，具有：第一閘極電極；第一閘極絕緣膜，在第一閘極電極之上；氧化物半導體膜，在第一閘極絕緣膜之上；源極電極和汲極電極，在氧化物半導體膜之上，且其中，源極電極和汲極電極係電連接到氧化物半導體膜；第二閘極絕緣膜，在源極電極、汲極電極、和氧化物半導體膜之上；第二閘極電極，在第二閘極絕緣膜之上，且其中，第二閘極電極係電連接到第一閘極電極；具有平坦性的有機樹脂膜，在第二閘極絕緣膜之上；像素電極，在具有平坦性的有機樹脂膜之上，其中，像素電極不是被電連接到源極電極就是被電連接到汲極電極；以及電子墨水層，在第二閘極電極和像素電極之上且與第二閘極電極和像素電極相接觸，其中，電子墨水層包含微膠囊，而在微膠囊中封入帶正電的白色微粒和帶負電的黑色微粒，其中，氧化物半導體膜中所含有及藉由二次離子質譜儀所測量到的氫原子之濃度係低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

根據本發明的實施例，二次離子質譜儀對形成通道的氧化物半導體膜所測量之氫原子的濃度低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

因此，氧化物半導體膜是變成本徵或實質上為本徵之半導體。大幅降低氧化物半導體膜的載子密度，大幅減少電晶體的關閉狀態電流。另外，不易產生突崩崩潰。

而且，作為有關氫原子的濃度之專利文件，指定日本公告專利申請案第 2007-103918 號。在日本公告專利申請案第 2007-103918 號中，說明具有由包括 In（銦）或 Zn（鋅）的非晶氧化物膜所形成之通道層的場效電晶體，其中，非晶氧化物膜包括等於或大於 10^{16} cm^{-3} 及等於或小於 10^{20} cm^{-3} 之氫原子或重氫原子。然而，無疑地添加氫原子，此為上述文件的技術概念。另一方面，將氫原子的數目最小化，此為本發明的實施例之技術概念。因此，這些技術概念相反及彼此完全不同。根據本發明的實施例，氧化物半導體膜所含有之氫原子的濃度低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ，藉以氧化物半導體膜可以是變成本徵或實質上為本徵之半導體。而且，大幅降低氧化物半導體膜的載子密度。大幅減少電晶體的關閉狀態電流。

根據本發明的實施例，電連接到像素電極之電晶體並未覆蓋有具有平坦性的有機樹脂膜和像素電極。有機樹脂膜的氫原子並未對電晶體產生不利影響。施加到像素電極之電位並未對電晶體產生不利影響。

根據本發明的實施例，第二閘極絕緣膜係形成在源極電極和汲極電極之上。因此，源極電極和汲極電極受到第二閘極絕緣膜保護。

【圖式簡單說明】

圖 1A 及 1B 為電晶體的概要圖及其特性圖。

圖 2 為電晶體的氫濃度之數據圖表。

圖 3A 及 3B 為計算結果圖。

圖 4 為電晶體特性圖。

圖 5A 及 5B 為顯示裝置圖。

圖 6A 及 6B 為顯示裝置圖。

圖 7 為電晶體的橫剖面圖。

圖 8A 及 8B 為電晶體的能帶圖。

圖 9A 及 9B 為電晶體的能帶圖。

圖 10 為電晶體的能帶圖。

圖 11A 至 11C 為顯示裝置的製造方法圖。

圖 12A 及 12B 為顯示裝置的製造方法圖。

圖 13 為製造顯示裝置的方法圖。

圖 14A 及 14B 各字為顯示裝置圖。

圖 15A 及 15B 各自為顯示裝置圖。

圖 16A 及 16B 各自為顯示裝置圖。

圖 17 為 C-V 測量圖。

圖 18A 及 18B 為 C-V 測量圖。

圖 19A 及 19B 各自為橫剖面時之 TEM 影像圖。

圖 20A 及 20B 各自為橫剖面時之 TEM 影像圖。

圖 21A 為樣本 A 的表面部之放大圖，而圖 21B 至 21F 各為結晶區的電子繞射圖。

圖 22A 及 22B 各自為顯示裝置圖。

圖 23A 及 23B 分別為行動電話和可攜式資訊終端圖。

圖 24A 及 24B 分別為電視機和數位相框圖。

圖 25 為可攜式遊戲機圖。

圖 26 為電子書圖。

【實施方式】

下面將說明本發明的實施例。然而，可以不同模式實行本發明，及精於本技藝之人士應容易明白，在不違背本發明的目的和範圍之下，可以各種方式修改本發明的模式和細節。因此，本發明不被闡釋作侷限於實施例的說明。需注意的是，相同參考號碼共同指定給不同圖式中相同的部位或具有相同功能的部位，及在一些情況中將省略重複說明。

[實施例 1]

此實施例揭示顯示裝置，其包括：第一閘極電極；第一閘極絕緣膜，形成在第一閘極電極之上；氧化物半導體膜，形成在第一閘極絕緣膜之上；以及源極電極和汲極電極，形成在氧化物半導體膜之上。源極電極和汲極電極係電連接到氧化物半導體膜。形成在源極電極、汲極電極、和氧化物半導體膜之上的第二閘極絕緣膜；及形成在第二閘極絕緣膜之上的第二閘極電極被設置。第二閘極電極係電連接到第一閘極電極。形成在第二閘極絕緣膜之上的具

有平坦性之有機樹脂膜以及形成在具有平坦性的有機樹脂膜之上的像素電極被設置。像素電極不是被電連接到源極電極就是被電連接到汲極電極，及顯示媒體係形成在第二閘極電極和像素電極之上且與第二閘極電極和像素電極相接觸。

如圖 5A 及 5B 所示，顯示裝置包括像素 20。顯示裝置可包括複數個像素 20。像素 20 包括電晶體 15。電晶體 15 包括第一閘極電極 3、第一閘極絕緣膜 4、氧化物半導體膜 5、電極 6A（源極電極和汲極電極的其中之一）、電極 6B（源極電極和汲極電極的另一個）、第二閘極絕緣膜 7、和第二閘極電極 8。像素 20 包括具有平坦性的有機樹脂膜 9 和像素電極 10。圖 5A 為像素 20 的俯視圖，而圖 5B 圖解圖 5A 的橫剖面 A-B 和橫剖面 C-D。

電晶體 15 係形成在基板 1 之上。用作為基膜之絕緣膜 2 係形成在基板 1 之上。第一閘極電極 3 係形成在絕緣膜 2 之上。第一閘極絕緣膜 4 係形成在第一閘極電極 3 之上，以覆蓋第一閘極電極 3。氧化物半導體膜 5 係形成在第一閘極絕緣膜 4 之上。電極 6A 和電極 6B 係形成在氧化物半導體膜 5 之上。第二閘極絕緣膜 7 係形成在電極 6A、電極 6B、和氧化物半導體膜 5 之上。第二閘極絕緣膜 7 覆蓋電極 6A、電極 6B、和氧化物半導體膜 5。第二閘極電極 8 係形成在第二閘極絕緣膜 7 之上。

在圖 5A 中，第二閘極電極 8 係電連接到第一閘極電極 3；然而，第二閘極電極 8 不一定被電連接到第一閘極

電極 3（圖 6A 及 6B）。當第二閘極電極 8 係電連接到第一閘極電極 3 時，第二閘極電極 8 具有與第一閘極電極 3 相同的電位。另一方面，當第二閘極電極 8 未被電連接到第一閘極電極 3 時，第二閘極電極 8 並非總是具有與第一閘極電極 3 相同的電位。

第一閘極電極 3 係電連接到掃描線驅動器電路（未圖示）。來自掃描線驅動器電路的選擇信號被施加於第一閘極電極 3。當第一閘極電極 3 係電連接到第二閘極電極 8 時，同一選擇信號亦被施加於第二閘極電極 8。當第一閘極電極 3 未被電連接到第二閘極電極 8 時，第二閘極電極 8 係電連接到另一掃描線驅動器電路，及來自另一掃描線驅動器電路的選擇信號被施加於此。

電極 6A 係電連接到信號線驅動器電路（未圖示出）。來自信號線驅動器電路的影像信號被施加於電極 6A。

具有平坦性之有機樹脂膜 9 係形成在第二閘極絕緣膜 7 之上。有機樹脂膜 9 未被形成在第二閘極電極 8 之上。像素電極 10 係形成在有機樹脂膜 9 之上。顯示媒體係形成在第二閘極電極 8、第二閘極絕緣膜 7、和像素電極 10 之上（圖 14A、14B、15A、15B、16A、16B、22A、及 22B）。

在此實施例並未提供儲存電容器給顯示裝置。因為電晶體 15 的關閉狀態電流極低，所以施加到電極 6B 和像素電極 10 的電位被保持而未減少。因此，不需要儲存電容

器。然而，無須說，可設置儲存電容器。

在不是未形成電極 6A 就是未形成電極 6B 之區域中，第一閘極絕緣膜 4 和第二閘極絕緣膜 7 彼此相接觸（圖 5B、6B、及 7）。當第一閘極絕緣膜 4 和第二閘極絕緣膜 7 彼此相接觸時，氧化物半導體膜 5 被覆蓋有第一閘極絕緣膜 4 和第二閘極絕緣膜 7，藉以可防止雜質進入氧化物半導體膜 5。

下面說明顯示裝置的特徵。形成通道的氧化物半導體膜 5 所含有之氫原子的濃度低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。因此，氧化物半導體膜 5 為本徵或實質上為本徵之半導體。稍後將進行其說明。

電極 6A 和電極 6B 係覆蓋有第二閘極絕緣膜 7。電極 6A 和電極 6B 係受到第二閘極絕緣膜 7 所保護。

如圖 5B 和圖 6B 所示，有機樹脂膜 9 和像素電極 10 未被形成在電晶體 15 之上。有機樹脂膜 9 所含有的氫原子並未影響電晶體 15。施加到像素電極 10 之電位並未影響電晶體 15。

接著，下面將說明顯示裝置的各個組件。

首先，說明氧化物半導體膜 5。通道係形成在氧化物半導體膜 5 中。氧化物半導體膜 5 係可形成而具有厚度 2 nm 至 200 nm。

（組成）

作為氧化物半導體膜 5，可使用下面氧化物半導體

的任一者：四成分金屬氧化物，諸如 In-Sn-Ga-Zn-O 等；三成分金屬氧化物，諸如 In-Ga-Zn-O、In-Sn-Zn-O、In-Al-Zn-O、Sn-Ga-Zn-O、Al-Ga-Zn-O、或 Sn-Al-Zn-O 等；兩成分金屬氧化物，諸如 In-Zn-O、Sn-Zn-O、Al-Zn-O、Zn-Mg-O、Sn-Mg-O、或 In-Mg-O 等；In-O、Sn-O、Zn-O 等等。另外，上述氧化物半導體可含有 SiO₂。

作為氧化物半導體膜 5，可使用以 InMO₃(ZnO)_m (*m* > 0) 表示的薄膜。此處，M 表示選自 Ga (鎵)、Al (鋁)、Mn (錳)、及 Co (鈷) 中的一或多個金屬元素。例如，M 可以是 Ga、Ga 及 Al、Ga 及 Mn、Ga 及 Co 等等。在以 InMO₃(ZnO)_m (*m* > 0) 表示的氧化物半導體膜 5 中，包括 Ga 作為 M 之氧化物半導體被稱作 In-Ga-Zn-O 氧化物半導體，及稱作 In-Ga-Zn-O 氧化物半導體的薄膜亦被稱作 In-Ga-Zn-O 膜。

(氫濃度)

以二次離子質譜儀所測量之氧化物半導體膜 5 的氫濃度較佳低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 。如上所述，具有降低氫濃度的氧化物半導體 5 為使其成為本徵或實質上為本徵之半導體。另外，較佳的是氧化物半導體 5 未包括形成施體能階或受體能階之雜質元素。

已知原則上藉由二次離子質譜儀難以獲得樣本表面附近中或者使用不同材料所形成之堆疊膜之間的介面附近中之資料。因此，在藉由二次離子質譜儀分析厚度方向上之

膜的氫濃度之分佈的情況中，可利用設置膜、值不大改變，及可獲得幾乎相同的強度之區域中的平均值作為氫濃度。另外，在膜的厚度小之情況中，在某些例子中無法發現可獲得幾乎相同強度之區域，因為鄰接於此區域之膜的氫濃度之影響。在此情況中，設置膜之區域的氫濃度之最大值或最小值被利用作為膜的氫濃度。而且，在具有最大值之山型峰值及/或具有最小值之谷型峰值未存在設置膜的區域中，利用回折點的值作為氫濃度。

氧化物半導體膜 5 所含有之氫原子的數目較佳為零。氫原子的濃度等於或大於 0 cm^{-3} 及小於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。然而，難以藉由二次離子質譜儀偵測到氫原子的數目為零。因此，較佳的是氫原子的濃度至少等於或低於二次離子質譜儀的偵測限制。

（載子密度）

具有如上述氫原子的濃度之氧化物半導體膜 5 的載子密度低於在 300 K 時低於 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 。氧化物半導體膜 5 的載子密度可在 300 K 時低於 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 。較佳的是氧化物半導體膜 5 的載子密度可在 300 K 時低於 $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 。可藉由 Hall（霍爾）測量估算載子密度等等。在例子中，說明此處所使用的測量法。

此處，說明氧化物半導體的本徵載子密度。本徵載子密度意指本徵半導體的載子密度。

可利用波爾茲曼分佈的公式，根據費米-狄拉克統計

來近似費米-狄拉克分佈，而獲得半導體所含有的本徵載子密度 n_i （見公式 1）

[公式 1]

$$n_i = \sqrt{N_c N_v} \exp\left(\frac{E_g}{2kT}\right)$$

可藉由近似公式而獲得本徵載子密度 n_i ，此近似公式是導電帶中之有效態的密度 N_c 、價電子帶的有效態之密度 N_v 、和能帶隙 E_g 之關係式。根據上述公式，矽的本徵載子密度 n_i 為 $1.4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ，而氧化物半導體（此處為 In-Ga-Zn-O 膜）的本徵載子密度 n_i 為 $1.2 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-3}$ 。發現到氧化物半導體的本徵載子密度遠低於矽的本徵載子密度。

具有如上述氫原子的濃度之氧化物半導體 5 的載子密度極低，及包括氧化物半導體膜 5 之電晶體 15 的關閉狀態電流極低。

接著，說明除了氧化物半導體膜 5 以外的結構。

基板 1 具有足夠承受稍後欲執行的熱處理之耐熱性。作為基板 1，使用鋇硼矽酸玻璃、鋁硼矽酸玻璃等等的玻璃基板。另一選擇是，可使用諸如陶瓷基板、石英基板、藍寶石基板、或結晶玻璃基板等由絕緣體所形成的基板作為基板 1。另一選擇是，只要具有足夠高到可承受稍後欲執行的熱處理之耐熱性，可使用使用聚對苯二甲酸乙二酯、聚醯亞胺、丙烯酸樹脂、聚碳酸酯、聚丙烯、聚酯、

聚氯乙烯等等所形成的塑膠膜等等。

關於絕緣膜 2，使用氧化矽膜、氮化矽膜、氮氧化矽膜等等。較佳的是絕緣膜 2 未含有諸如氫、氫氧根等包括氫原子或濕氣之物質。絕緣膜 2 可被形成而具有厚度 10 nm 至 200 nm。絕緣膜 2 防止基板 1 所含有的雜質進入第一閘極絕緣膜 4 和氧化物半導體膜 5。需注意的是，若不必考慮基板 1 所含有的雜質，則不一定要形成絕緣膜 2。

以使用諸如鉬、鈦、鉻、鉭、鎢、鋁、銅、釹、或銦等金屬材料、或包括這些材料的任一者作為主要成分之合金材料的單層或疊層來形成第一閘極電極 3。第一閘極電極 3 未含有諸如氫、氫氧根等包括氫原子或濕氣之物質係較佳的。第一閘極電極 3 可被形成而具有厚度 10 nm 至 200 nm。

以使用氧化矽膜、氮化矽膜、氮氧化矽膜、氧氮化矽膜、氧化鋁膜、鈣矽酸鹽 (HfSiO_x) 膜、添加 N 之 HfSiO_x 膜、添加氮之鈣鋁酸鹽 (HfAlO_x) 膜、氧化鈣膜、及/或氧化鈮膜的單層或疊層來形成第一閘極絕緣膜 4。藉由使用諸如鈣矽酸鹽 (HfSiO_x) 膜、添加 N 之 HfSiO_x 膜、添加氮之鈣鋁酸鹽 (HfAlO_x) 膜、氧化鈣膜、或氧化鈮膜等高 k 材料，可降低閘極漏洩。較佳的是第一閘極絕緣膜 4 未含有諸如氫、氫氧根等包括氫原子或濕氣之物質。第一閘極絕緣膜 4 可被形成而具有厚度 10 nm 至 500 nm。

可在第一閘極絕緣膜 4 中含有濃度約 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 至 1

$\times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 之諸如氟或氯等鹵素元素。可藉由此種鹵素元素來去除氧化物半導體膜 5 或第一閘極絕緣膜 4 和氧化物半導體膜 5 之間的介面所含有之包括諸如氫、濕氣、氫氧根、或氫化物等氫原子的物質。當作爲第一閘極絕緣膜 4，例如，形成氮化矽膜和氧化矽膜的疊層時，較佳的是氧化矽膜含有上述濃度的鹵素元素且配置在與氧化物半導體膜 5 相接觸之側邊上。氮化矽膜防止諸如氫、濕氣、氫氧根、或氫化物等雜質（亦稱作氫化合物）進入氧化矽膜。

以使用諸如鉬、鈦、鉭、鎢、鋁、銅、鈳、銦、或釷等金屬材料；包括這些材料的任一者作爲主要成分之合金材料；諸如氧化銦錫、含氧化鎢之氧化銦、含氧化鎢之氧化銦鋅、含氧化鈦之氧化銦、含氧化鈦之氧化銦錫、氧化銦鋅、或添加氧化矽之氧化銦錫等透光導電材料的單層或疊層來形成電極 6A（源極電極和汲極電極的其中之一）和電極 6B（源極電極和汲極電極的另一個）。電極 6A 和電極 6B 未含有氫、氫氧根、或濕氣係較佳的。電極 6A 和電極 6B 可被形成而具有厚度 10 nm 至 500 nm。

第二閘極絕緣膜 7 係可使用與第一閘極絕緣膜 4 相同的材料來予以形成。例如，使用氧化矽膜。較佳的是第二閘極絕緣膜 7 中未含有諸如氫、氫氧根等包括氫原子或濕氣之物質。第二閘極絕緣膜 7 可被形成而具有厚度 10 nm 至 200 nm。需注意的是，可使用但氧化矽膜、氧化鋁膜、氮氧化鋁膜等等來取代氧化矽膜。

另外，第二閘極絕緣膜 7 可包括缺陷。缺陷可捕獲氧化物半導體膜 5 所含有的氫原子。因此，可進一步降低氧化物半導體膜 5 所含有的氫原子之數目。

可在第二閘極絕緣膜 7 中含有濃度約 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 至 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 之諸如氟或氯等鹵素元素。可藉由此種鹵素元素來去除氧化物半導體膜 5 或第二閘極絕緣膜 7 和氧化物半導體膜 5 之間的介面所含有之包括諸如氫、濕氣、氫氧根、或氫化物等氫原子的物質。

第二閘極電極 8 被形成為使用諸如鉬、鈦、鉻、鋇、鎢、鋁、銅、鈐、或釷等金屬材料、或包括這些材料的任一者作為主要成分之合金材料的單層或疊層。較佳的是第二閘極電極 8 中未含有諸如氫、氫氧根等包括氫原子或濕氣之物質。第二閘極電極 8 可被形成而具有厚度 10 nm 至 200 nm。第二閘極電極 8 可被形成厚於第一閘極電極 3。第二閘極電極 8 係可使用與第一閘極電極 3 相同的材料來予以形成。

有機樹脂膜 9 係使用具有平坦性之丙烯酸樹脂膜、具有平坦性的聚醯亞胺樹脂膜等等所形成。有機樹脂膜 9 可被形成而具有厚度 $1.0 \mu\text{m}$ 至 $2.0 \mu\text{m}$ 。

關於像素電極 10，典型上，可使用具有反射比或阻光特性之導電材料，諸如使用選自鋁、銅、鈦、鋇、鎢、鉬、鉻、鈐、或釷中的元素之單一材料；含這些元素的任一者之合金；含這些元素的任一者之化合物（例如、氧化物或氮化物）等等。另一選擇是，作為具有透光特性之導

電材料，可使用諸如氧化銦錫、包括氧化鎢之氧化銦、包括氧化鎢之氧化銦鋅、包括氧化鈦之氧化銦、包括氧化鈦之氧化銦錫、氧化銦鋅、或添加氧化矽之氧化銦錫等透光導電材料。亦可使用含這些材料的任一者之堆疊結構。像素電極 10 可被形成而具有厚度 50 nm 至 500 nm。

接著，將參考能帶圖說明具有氧化物半導體膜 5 之電晶體 15 的操作。

圖 7 為使用氧化物半導體膜之共同反轉堆疊式薄膜電晶體的橫剖面圖。氧化物半導體膜 (OS) 係形成在閘極電極 (GE) 之上，且第一閘極絕緣膜 (GI) 係插置於其間。源極電極 (S) 和汲極電極 (D) 係形成在氧化物半導體膜和第一閘極絕緣膜之上。鈍化膜 (PI) 係形成在源極電極和汲極電極之上。在既非源極電極亦非汲極電極未被形成之區域中，第一閘極絕緣膜和鈍化膜彼此相接觸。

圖 8A 及 8B 為沿著圖 7 的線 A-A' 所取出之橫剖面的能帶圖 (概要圖)。圖 8A 圖解施加到源極之電壓的電位等於施加到汲極之電壓的電位 ($V_D = 0$ V) 之情況，而圖 8B 為正電位係施加到相對於源極的汲極 ($V_D > 0$) 之情況。

圖 9A 及 9B 為沿著圖 7 的線 B-B' 所取之橫剖面的能帶圖 (概要圖)。圖 9A 圖解正電位 ($+V_G$) 施加到閘極電極 (GE) 的狀態以及載子 (電子) 流動在源極電極和汲極電極之間的開啓狀態。圖 9B 圖解負電位 ($-V_G$) 施加到閘極電極 (GE) 的狀態以及關閉狀態 (少數載子不流

動)。

圖 10 圖解真空位準和金屬的功函數 (ϕ_M) 和氧化物半導體的電子親和力 (χ) 之間的關係。

因為金屬劣化，所以導電帶和費米能階彼此對應。另一方面，習知氧化物半導體典型上為 n 型半導體，其中，費米能階 (E_f) 遠離位在能帶隙的中間之本徵費米能階 (E_i)，及被定位較接近導電帶。需注意的是，已知氫是氧化物半導體中的施體及使氧化物半導體成為 n 型半導體的一個因素。

反之，使此實施例中的氧化物半導體膜成為本徵 (i 型) 或實質上為本徵氧化物半導體膜係藉由從氧化物半導體膜去除產生 n 型雜質之氫原子，以增加純度，使得盡可能少地包括除了氧化物半導體膜的主要成分以外之雜質所獲得。換言之，特徵即為高度純化的 i 型 (本徵半導體) 或接近本徵之半導體非藉由添加雜質而是藉由盡可能去除氫原子所獲得。以此方式，費米能階 (E_f) 可與本徵費米能階 (E_i) 為相同位準。

在氧化物半導體的能帶隙 (E_g) 為 3.15 eV 之情況中，電子親和力 (χ) 指明為 4.3 eV。當源極電極和汲極電極係使用鈦所形成時，例如，鈦的功函數實質上等於氧化物半導體的電子親和力 (χ)。在該情況中，用於電子的 Schottky (肖特基) 障壁未被形成在金屬和氧化物半導體之間的介面中。

換言之，在金屬的功函數 (ϕ_M) 和氧化物半導體的電

子親和力 (χ) 彼此相等以及金屬和氧化物半導體彼此接觸之情況中，獲得如圖 8A 所示之能帶圖（概要圖）。

在圖 8B 中，黑圈 (●) 表示電子，及當正電位被施加到汲極時，電子被注射到障壁 (h) 之上的氧化物半導體膜內及朝汲極流動。在該情況中，障壁 (h) 的高度視閘極電壓和汲極電壓而改變。當施加正汲極電壓時，在未施加電壓之下障壁 (h) 的高度小於圖 8A 的障壁高度，亦即、能帶隙 (E_g) 的 $1/2$ 。

在此時，如圖 9A 所示，在閘極絕緣膜和高度純化的氧化物半導體膜之間的介面中之氧化物半導體膜上，電子在底部移動，此為積極穩定。

在圖 9B 中，當負電位（反向偏壓）被施加到閘極電極 (GE) 時，少數載子的電洞實質上為零；因此，電流實質上接近零。

另外，在氧化物半導體的能帶隙 (E_g) 為 3.15 eV 之情況中，氧化物半導體的能帶隙 (E_g) 大於矽的能帶隙約三倍。具有此種 E_g 之氧化物半導體可抵抗突崩崩潰。在使用氫原子的數目被降低之氧化物半導體膜的電晶體中，施加到汲極電極之電壓可大於使用氫原子的數目未被降低之氧化物半導體膜之電晶體或使用矽的電晶體之電壓。

如上所述，藉由氫原子的數目被降低之氧化物半導體膜 5，電晶體 15 的操作可令人滿意。

接著，說明製造顯示裝置之方法。

藉由電漿 CVD 法、濺鍍法等等（圖 11A），用作為

基膜之絕緣膜 2 係形成在基板 1 之上。需注意的是，爲了不包括大量的氫，絕緣膜 2 較佳係藉由濺鍍法來予以形成。

說明形成氧化矽膜之例子。引進去除水、氫氧根、或氫化物（亦稱作氫化合物）等等之含高純度氧的濺鍍氣體，及使用矽半導體靶材，藉以氧化矽膜係形成在基板 1 之上。基板 1 的溫度可以是室溫，或者可加熱基板 1。

另一選擇是，氧化矽膜被形成如下：使用石英（較佳爲合成石英）作爲靶材；基板溫度爲 108°C ；靶材和基板之間的距離爲 60 mm；壓力爲 0.4 Pa；高頻功率爲 1.5 kW；氛圍爲氧和氫（氧對氫的流率比爲 25 sccm：25 sccm = 1：1）；及使用 RF 濺鍍法。作爲濺鍍氣體，使用氧和氫的混合氣體。

較佳的是在去除沉積室所剩餘的濕氣同時形成絕緣膜 2。這是爲了防止氫、水、氫氧根、氫化物等等包含在絕緣膜 2 中。

爲了從處理室去除剩餘濕氣，較佳使用吸附型真空泵。例如，較佳使用離子泵、或鈦昇華泵。抽空單元可以是設置有冷凝阱之渦輪泵。在藉由使用低溫泵執行排出之沉積室中，排出氫、水、氫氧根、氫化物等等。因此，可降低沉積室中所形成之絕緣膜 2 所含有的雜質濃度。

較佳的是使用諸如氫、水、氫氧根、或氫化物等雜質被去除到十億分之幾或百萬分之幾的位準之高純度氣體作爲濺鍍氣體。

濺鍍法的例子包括 RF 濺鍍法，其中，高頻電源被使用於濺鍍電力供應；DC 濺鍍法；及脈衝式 DC 濺鍍法，其中，以脈衝方式來施加偏壓。RF 濺鍍法主要被使用於形成絕緣膜的情況中，而 DC 濺鍍法主要被使用於形成金屬膜的情況中。

此外，亦具有多源濺鍍設備，其中，可設定複數個不同材料的靶材。利用多源濺鍍設備，可將不同材料的膜以堆疊的方式形成於同一室中，或可在同一室中同時藉由放電來形成複數種材料的膜。

另一選擇是，使用設置有磁性系統在室內及被使用於磁電管濺鍍法之濺鍍設備；或使用於 ECR 濺鍍法之濺鍍設備，ECR 濺鍍法係在未使用輝光放電之下使用藉由使用微波所產生的電漿。

而且，作為使用濺鍍法之沉積法，亦具有反應性濺鍍法，其中，在沈積期間靶材物質和濺鍍氣體成分彼此起化學反應，以形成其薄的化合物膜；以及偏壓濺鍍法，其中，在沈積期間亦施加電壓到基板。

作為此說明書中的濺鍍，可適當利用上述濺鍍裝置和濺鍍法。

在堆疊氮化矽膜和氧化矽膜以形成絕緣膜 2 之情況中，藉由使用共同矽靶材，在同一沉積室中形成氮化矽膜和氧化矽膜。首先，引進包括氮之濺鍍氣體，及使用在沉積室所提供之矽靶材，藉以形成氮化矽膜。然後，將濺鍍氣體轉換成包括氧之濺鍍氣體，及使用同一矽靶材，藉以

形成氧化矽膜。可在未暴露於空氣之下連續形成氮化矽膜和氧化矽膜；因此，可防止諸如氫、水、氫氧根、或氫化物等雜質吸附至氮化矽膜的表面上。

導電膜係形成在絕緣膜 2 之上，然後藉由使用微影製程所形成之抗蝕劑遮罩在導電膜上執行蝕刻，使得第一閘極電極 3 被形成（圖 11A）。需注意的是，爲了防止氫、氫氧根、或濕氣包含在導電膜中，較佳藉由濺鍍法來形成導電膜。較佳的是第一閘極電極 3 的端部具有錐形形狀，這是因爲可提高與稍後堆疊之第一閘極絕緣膜 4 的覆蓋性（coverage）。

第一閘極絕緣膜 4 係形成在第一閘極電極 3 之上。需注意的是，爲了防止氫、氫氧根、或濕氣被包含在導電膜中，第一閘極絕緣膜 4 係較佳藉由濺鍍法來予以形成。因此，作爲沉積用的預處理，較佳的是設置有第一閘極電極 3 之基板 1 在濺鍍設備的預熱室中預熱，及去除和抽空吸附於基板 1 上之諸如氫、水、氫氧根、或氫化物等雜質。預熱溫度等於或大於 100℃ 及等於或低於 400℃，較佳等於或大於 150℃ 及等於或低於 300℃。需注意的是，作爲抽空機構，較佳低溫泵係設置在預熱室中。需注意的是，可省略此預熱室。

例如，在形成氧化矽膜作爲第一閘極絕緣膜 4 之情況中，使用矽靶材或石英靶材作爲靶材，及使用氧或氧和氫的混合氣體作爲濺鍍氣體。

藉由濺鍍法，將氧化物半導體膜形成在第一閘極絕緣

膜 4 之上。需注意的是，在藉由濺鍍法來形成氧化物半導體膜之前，藉由引進氬氣和產生電漿之反向濺鍍以去除附著於第一閘極絕緣膜 4 的表面上之粉末物質（亦稱作粒子或灰塵）。反向濺鍍意指在未施加電壓到靶材側之下，在氬氛圍中將高頻電源使用於施加電壓到基板側，以便在基板附近產生電漿來修改表面之方法。需注意的是，可使用氮氛圍、氮氛圍、氧氛圍等等來取代氬氛圍。

使用包括氧化物半導體的靶材。例如，使用含氧化鋅作為主要成分之金屬氧化物的靶材。作為金屬氧化物靶材的另一例子，可使用含 In（銦）、Ga（鎵）、及 Zn（鋅）的氧化物半導體靶材（組成比 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} = 1 : 1 : 1$ [mol%（莫耳百分比）]，即、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1 : 1 : 0.5$ [atom%（原子百分比）]）。此外，作為含 In（銦）、Ga（鎵）、及 Zn（鋅）的氧化物半導體靶材，可使用具有組成比 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1 : 1 : 1$ [atom%] 或 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1 : 1 : 2$ [atom%] 之靶材。氧化物半導體靶材的充填率等於或大於 90% 及等於或小於 100%，較佳等於或大於 95% 及等於或小於 99.9%。藉由使用具有高充填率之氧化物半導體靶材，以形成緻密的氧化物半導體膜。可使用含 2 wt% 或更多及 10 wt% 或更少的 SiO_2 之靶材。

在稀有氣體（典型上為氬）氛圍、氧氛圍、或含稀有氣體（典型上為氬）和氧之氛圍中沉積氧化物半導體膜。

較佳的是使用諸如氬、水、氫氧根、或氫化物等雜質被去除到十億分之幾或百萬分之幾的位準之高純度氣體作

為濺鍍氣體。

基板 1 被支撐在保持於降壓之下的沉積室中，在去除沉積室中的剩餘濕氣同時引進去除諸如氫、水、氫氧根、或氫化物等雜質之濺鍍氣體，及使用上述靶材，藉以形成氧化物半導體膜。為了從沉積室去除剩餘濕氣，較佳使用吸附型真空泵。例如，較佳使用離子泵、或鈦昇華泵。抽空單元可以係設置有冷凝阱之渦輪泵。在藉由使用低溫泵執行抽空之沉積室中，例如，排出氫原子、諸如水（ H_2O ）等包括原子之化合物（亦包括碳原子之化合物更好）等等；因此，可降低沉積室中所沉積之氧化物半導體膜所含有的雜質濃度。當形成氧化物半導體膜時，可將基板 1 加熱至溫度低於 400°C 。

沉積條件的例子如下：基板 1 的溫度是室溫；基板與靶材之間的距離為 110 mm；壓力為 0.4 Pa；直流（DC）功率為 0.5 kW；及氛圍為含氧和氫之氛圍（氧對氫的流率為 15 sccm : 30 sccm）。需注意的是，脈衝直流（DC）功率係較佳的，因為可降低粒子及可使膜厚度均勻。氧化物半導體膜的較佳厚度為等於或大於 2 nm 及等於或小於 200 nm。需注意的是，適當厚度視氧化物半導體材料而不同，且可依據材料而適當地設定厚度。

然後，利用以微影製程所形成之抗蝕劑遮罩來蝕刻氧化物半導體膜，使得氧化物半導體膜 5 被形成（圖 11A）。需注意的是，氧化物半導體膜的蝕刻可以是乾式蝕刻、濕式蝕刻、或乾式蝕刻和濕式蝕刻二者。

作為乾式蝕刻用的蝕刻氣體，較佳使用含氯氣體（以氯為基礎之氣體，諸如氯（ Cl_2 ）、氯化硼（ BCl_3 ）、氯化矽（ SiCl_4 ）、或四氯化碳（ CCl_4 ）等）。

另一選擇是，可使用含氟氣體（以氟為基礎之氣體，諸如四氟化碳（ CF_4 ）、氟化硫（ SF_6 ）、氟化氮（ NF_3 ）、或三氟甲烷（ CHF_3 ）等）；溴化氫（ HBr ）；氧（ O_2 ）；添加諸如氦（ He ）或氬（ Ar ）等稀有氣體之這些氣體的任一者等等。

作為乾式蝕刻法，可使用平行板 RIE（反應性離子蝕刻）法或 ICP（電感式耦合電漿）蝕刻法。

作為用於濕式蝕刻的蝕刻劑，可使用藉由混合磷酸、乙酸、硝酸所獲得的溶液、過氧化氫氨混合物（31 wt%的過氧化氫水：28 wt%的氨水：水=5：2：2）等等。此外，亦可使用 ITO07N（由 KANTO 化學股份有限公司所製造）。

可在氧化物半導體膜 5 上執行熱處理（亦稱作第一熱處理）。熱處理的溫度等於或大於 400°C 及低於或等於 750°C 、等於或大於 400°C 及低於基板的應變點係較佳的。熱處理時間可以是 0.5 小時至 5 小時。藉由此熱處理，可去除氧化物半導體膜 5 所含有的氫原子。例如，在電爐中，以 450°C 在氮氛圍中，於氧化物半導體膜 5 上執行熱處理達一小時，或以 650°C 達一小時，然後，氧化物半導體膜未暴露至空氣，藉以可防止氫原子進入氧化物半導體膜 5。需注意的是，在一些情況中，經由第一熱處理而將

氧化物半導體膜 5 結晶。例子 2 顯示以 650°C 執行熱處理達一小時之例子的 TEM 分析。

熱處理用的設備並不侷限於電爐，而可以設置有使用來自諸如電阻加熱元件等加熱元件的熱傳導或熱輻射來加熱氧化物半導體膜 5 之裝置。例如，可使用諸如 GRTA（氣體快速熱退火）設備或 LRTA（燈快速熱退火）設備等 RTA（快速熱退火）設備。LRTA 設備為用以藉由從諸如鹵素燈、金屬鹵化物燈、氬弧光燈、碳弧光燈、高壓鈉燈、或高壓水銀燈等燈所發出的光之輻射（電磁波）來加熱氧化物半導體膜 5 之設備。GRTA 設備為使用高溫氣體的熱處理之設備。作為氣體，使用不由於熱處理而與氧化物半導體膜 5 起反應之鈍氣，諸如氮或諸如氬等稀有氣體等。

以如 650°C 至 700°C 一般高的溫度，在鈍氣氛圍中，GRTA 加熱氧化物半導體膜 5 達 2 分鐘至 5 分鐘。利用 GRTA，可達成短時間週期的高溫熱處理。

需注意的是，在熱處理中，氫、水、氫氧根、或氫化物等等未被包含在氮或諸如氮、氬、或氬等稀有氣體中係較佳的。引進到熱處理設備之氮或諸如氮、氬、或氬等稀有氣體的純度被設定為 6N（99.9999%）或更高，較佳為 7N（99.99999%）或更高（亦即、雜質濃度為 1 ppm 或更低，較佳為 0.1 ppm 或更低）。

如上所述，依據熱處理的條件或氧化物半導體膜的材料，可將氧化物半導體膜結晶成微晶膜或多晶膜。例如，

可將氧化物半導體膜結晶，以變成具有結晶程度 90%或更大、或者 80%或更大之微晶氧化物半導體膜。此外，依據第一熱處理的條件或氧化物半導體膜的材料，氧化物半導體膜可變成其中不含結晶成分之非晶氧化物半導體膜。再者，氧化物半導體膜可變成其中微晶部（具有晶粒直徑等於或大於 1 nm 且等於或小於 20 nm（典型上，等於或大於 2 nm 且等於或小於 4 nm））被混合在非晶氧化物半導體中之氧化物半導體膜。

而且，在執行上述熱處理之後，可在未含有氫、水、氫氧根、氫化物等等之氧的氛圍中，或在為含有氫、水、氫氧根、氫化物等等之氮和氧的氛圍中，執行第二熱處理。因為在一些情況中經由上述第一熱處理以去除氧化物半導體膜 5 中的氧，所以可經由第二熱處理而將氧引進氧化物半導體膜 5 中。

需注意的是，在下面步驟形成導電膜之前執行反向濺鍍，使得可去除附著於氧化物半導體膜 5 和第一閘極絕緣膜 4 的表面之抗蝕劑剩餘物係較佳的。

在氧化物半導體膜 5 和第一閘極絕緣膜 4 之上以濺鍍法而形成導電膜。在膜形成之前執行上述預處理，使得導電膜中含有盡可能少的氫、氫氧根、或濕氣係較佳的。利用以微影步驟所形成之抗蝕劑遮罩來蝕刻導電膜，使得電極 6A（源極電極和汲極電極的其中之一）和電極 6B（源極電極和汲極電極的另一個）被形成（圖 11B）。

接著，執行使用諸如 N_2O 、 N_2 、或 Ar 等氣體的電漿

處理，以去除吸附於露出的氧化物半導體膜 5 之表面上的水等等。另一選擇是，使用氧和氬的混合氣體來執行電漿處理。

在執行電漿處理之後，在未暴露於空氣之下，第二閘極絕緣膜 7 係形成在氧化物半導體膜 5、電極 6A、及電極 6B 之上（圖 11C）。在氧化物半導體膜 5 未與電極 6A 及電極 6B 的任一者相接觸之區域中，氧化物半導體膜 5 與第二閘極絕緣膜 7 相接觸。另外，第二閘極絕緣膜 7 覆蓋電極 6A 及電極 6B。

作為第二閘極絕緣膜 7，具有缺陷之氧化矽膜例如被形成如下：以室溫或溫度低於 100°C 加熱基板 1 的同時引進含去除氬和濕氣之高純度氧的濺鍍氣體，及使用矽半導體靶材。

例如，藉由使用具有純度為 6N（電阻率為 0.01Ω ）之摻雜硼的矽靶材，以脈衝式 DC 濺鍍法來形成氧化矽膜，其中，基板與靶材之間的距離為 89 mm；壓力為 0.4 Pa、直流（DC）功率為 6 kW；及氛圍為氧氛圍（氧流的比例為 100%）。需注意的是，可使用石英（較佳為合成石英）作為當形成氧化矽膜時所使用的靶材，以取代矽靶材。作為濺鍍氣體，使用氧或氧和氬的混合氣體。

在此情況中，在去除處理室中的剩餘濕氣的同時形成第二閘極絕緣膜 7 係較佳的。這是為了防止氬、氬氧根、或濕氣被包含在氧化物半導體膜 5 和第二閘極絕緣膜 7 中。為了從處理室去除剩餘濕氣，較佳使用吸附型真空

泵。

在氧化物半導體膜 5 和第二閘極絕緣膜 7 彼此相接觸同時以 100℃至 400℃執行熱處理。第二閘極絕緣膜 7 具有許多缺陷。藉由此熱處理，可將包括在氧化物半導體膜 5 中之諸如氫、濕氣、氫氧根、或氫化物等雜質擴散到第二閘極絕緣膜 7 內，及可進一步降低氧化物半導體膜 5 所含有的氫原子之數目。

導電膜係形成在第二閘極絕緣膜 7 之上。利用以微影步驟所形成之抗蝕劑遮罩來蝕刻導電膜，使得第二閘極電極 8 被形成（圖 11C）。需注意的是，為了防止氫、氫氧根、或濕氣被包含在導電膜中，較佳藉由濺鍍法來形成導電膜。在第二閘極電極 8 係電連接到第一閘極電極 3 之情況中，在形成導電膜之前，將接觸孔形成在第二閘極絕緣膜 7 和第一閘極絕緣膜 4 中。接觸孔到達第一閘極電極 3。在形成接觸孔之後形成導電膜。第二閘極電極 8 係由導電膜所形成。

有機樹脂膜被形成在第二閘極絕緣膜 7 之上作為平坦化膜。有機樹脂膜係藉由旋轉塗佈法等等來予以形成。有機樹脂膜被選擇性地蝕刻，以形成有機樹脂膜 9（圖 12A）。

到達電極 6B 之開口係形成在有機樹脂膜 9 和第二閘極絕緣膜 7 中。像素電極 10 係形成在開口中（圖 12B）。像素電極 10 係電連接到電極 6B。

顯示媒體係設置在像素電極 10、第二閘極電極 8、和

第二閘極絕緣膜 7 之上（圖 14A、15A、16A、及 22A）。

可在第二閘極電極 8 和第二閘極絕緣膜 7 之上，將用作為鈍化膜之絕緣膜 21 形成而具有厚度 10 nm 至 200 nm（圖 13）。氧化矽膜、氮化矽膜等等可被使用於絕緣膜 21。作為絕緣膜 21，氧化矽膜、氮化矽膜等等被形成如下：以室溫或溫度低於 100°C 加熱基板 1 的同時引進含去除氫和濕氣之高純度氧的濺鍍氣體，且使用矽半導體靶材。

有機樹脂膜 9 係形成在作為平坦化膜的絕緣膜 21 之上。到達電極 6B 之開口係形成在有機樹脂膜 9、絕緣膜 21、和第二閘極絕緣膜 7 中。像素電極 10 係形成在開口中（圖 13）。顯示媒體係設置在像素電極 10 和絕緣膜 21 之上（圖 14B、15B、16B、及 22B）。

下面，作為顯示媒體，說明液晶、EL 和電子紙。需注意的是，顯示媒體並不侷限於液晶、EL 和電子紙。

<液晶>

圖 14A 圖解顯示媒體是液晶之情況。第一對準膜 22 係形成在像素電極 10 之上。第一對準膜 22 亦係形成在第二閘極電極 8 和第二閘極絕緣膜 7 之上且與在第二閘極電極 8 和第二閘極絕緣膜 7 相接觸。液晶層 23 係形成在第一對準膜 22 之上。第二對準膜 24 係形成在液晶層 23 之上。液晶層 23 係設置在第一對準膜 22 和第二對準膜 24 之間。用作為對置電極之電極 25 係形成在第二對準膜 24

之上，而用作爲對置基板之基板 26 係形成在電極 25 之上。只要使液晶層 23 對準，不一定要形成第一對準膜 22 和第二對準膜 24。爲了保持單元間隙而可設置間隔物。

關於液晶顯示器中所使用之模式，可利用扭轉向列（TN）模式、平面內轉換（IPS）模式、邊界電場轉換（FFS）模式、多域垂直對準（MVA）模式、圖案化垂直對準（PVA）模式、軸向對稱對準微胞（ASM）模式、光學補償雙折射（OCB）模式、鐵電液晶（FLC）模式、反鐵電液晶（AFLC）模式等等。另一選擇是，可使用藍相模式。

第一對準膜 22、第二對準膜 24、電極 25、及基板 26 係使用已知材料所形成。

第一對準膜 22、液晶層 23、第二對準膜 24、電極 25 係使用已知方法所形成。

如上所述，可形成用作爲鈍化膜之絕緣膜 21（圖 14B）。第一對準膜 22 係形成在絕緣膜 21 和像素電極 10 之上且與絕緣膜 21 和像素電極 10 相接觸。

<EL（電致發光）>

圖 15A 圖解顯示媒體是 EL 之情況。EL 層 31 係形成在像素電極 10 之上。用作爲對置電極之電極 32 係形成在 EL 層 31 之上。EL 層 31 和電極 32 不需要形成在第二閘極電極 8 和第二閘極絕緣膜 7 之上。密封材料 33 係形成在第二閘極電極 8、第二閘極絕緣膜 7、和電極 32 之上且

與第二閘極電極 8、第二閘極絕緣膜 7、和電極 32 相接觸。用作爲密封基板之基板 34 係形成在密封材料 33 之上。

EL 層被分類成有機 EL 層和無機 EL 層。另外，無機 EL 層被分類成分散型無機 EL 和薄膜型無機 EL。

在有機 EL 層之情況中，EL 層 31 包括例如電洞注射層、電洞運送層、發光層、電子運送層、和電子注射層。在發光層中，摻雜劑材料被添加到主體材料中。關於摻雜劑材料，使用磷光發光材料或螢光發光材料。

在分散型無機 EL 之例子中，EL 層 31 包括發光材料的粒子分散在結合劑（binder）中之發光層。在薄膜型無機 EL 之情況中，EL 層 31 具有其中發光層係設置在介電層之間的結構。

關於密封材料 33，不但可使用紫外線可固化樹脂或熱固性樹脂，而且可使用諸如氮或氫等鈍氣。例如，可使用 PVC（聚氯乙烯）、丙烯酸、聚醯亞胺、環氧樹脂、矽氧樹脂、PVB（聚乙烯縮丁醛）、或 EVA（乙烯醋酸乙烯酯）。

EL 層 31、電極 32、密封材料 33、和基板 34 係使用已知材料所形成。此外，EL 層 31、電極 32、密封材料 33 係使用已知方法所形成。

如上所述，可形成用作爲鈍化膜之絕緣膜 21（圖 15B）。密封材料 33 係形成在絕緣膜 21 和電極 32 之上且與絕緣膜 21 和電極 32 相接觸。

<電子紙>

圖 16A 圖解顯示媒體是電子紙之情況。在圖 16A 中，使用扭轉球顯示系統。扭轉球顯示系統意指各排列在像素電極 10 和電極 44 之間的以黑和白著色之球狀粒子被使用於顯示元件，且在像素電極 10 和電極 44 之間產生電位差，以控制球狀粒子的取向，而使得顯示被執行之方法。

諸如樹脂等填料 43 係形成在像素電極 10、第二閘極電極 8、和第二閘極絕緣膜 7 之上且與像素電極 10、第二閘極電極 8、和第二閘極絕緣膜 7 相接觸。在填料 43 中，設置包括空腔 42 之球狀粒子的每一個。空腔 42 包括黑色區 41 和白色區 40。用作為對置電極之電極 44 係形成在填料 43 之上。用作為對置基板之基板 45 係設置在電極 44 之上。

可使用電泳顯示系統來取代扭轉球顯示系統（圖 22A）。電子墨水層 51 係形成在像素電極 10、第二閘極電極 8、和第二閘極絕緣膜 7 之上且與像素電極 10、第二閘極電極 8、和第二閘極絕緣膜 7 相接觸。在電子墨水層 51 中，設置將帶正電的白色微粒和帶負電的黑色微粒封入之具有直徑約 10 μm 至 200 μm 的微膠囊 52。用作為對置電極之電極 53 係形成在電子墨水層 51 之上，及用作為對置基板之基板 54 係設置在電極 53 之上。

填料 43、空腔 42、電極 44、基板 45、電子墨水層

51、微膠囊 52、電極 53、和基板 54 係使用已知材料所形成。此外，填料 43、空腔 42、電極 44、電子墨水層 51、微膠囊 52、電極 53 係使用已知方法所形成。

如上所述，可形成用作爲鈍化膜之絕緣膜 21（圖 22B）。填料 43 或電子墨水層 51 係形成在絕緣膜 21 和像素電極 10 之上且與絕緣膜 21 和像素電極 10 相接觸。

根據本發明的顯示裝置係可應用到各種電子裝置（包括遊戲機）。電子裝置的例子爲電視機（亦稱作電視或電視接收器）、電腦等等的監視器、數位相機、數位視頻相機、數位相框、行動電話（亦稱作可攜式電話或行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、聲頻再生裝置、諸如柏青哥機等大型遊戲機等等。

圖 23A 圖解行動電話的例子。行動電話 1100 係設置有結合在外殼 1101 中之顯示部 1102、操作按鈕 1103、外部連接埠 1104、揚聲器 1105、麥克風 1106 等等。上述顯示裝置係提供給顯示部 1102。

圖 23B 圖解可攜式資訊終端之例子。可攜式資訊終端包括外殼 2800 和外殼 2801。外殼 2800 包括顯示面板 2802、揚聲器 2803、麥克風 2804、指向裝置 2806、相機透鏡 2807、外部連接終端 2808 等等。外殼 2801 包括鍵盤 2810、外部記憶體插槽 2811 等等。另外，天線係結合在外殼 2801 中。上述顯示裝置係提供給顯示面板 2802。

圖 24A 圖解電視機的例子。在電視機 9600 中，顯示部 9603 係結合在外殼 9601 中。顯示部 9603 可顯示影

像。此處，外殼 9601 係由機座 9605 來予以支撐。

可利用外殼 9601 的操作開關或分開的遙控器 9610 來操作電視機 9600。可利用遙控器 9610 的操作鍵 9609 來控制頻道和音量，使得可控制顯示在顯示部 9603 上的影像。而且，遙控器 9610 係可設置有用以顯示從遙控器 9610 輸出的資料之顯示部 9607。上述顯示裝置係提供給顯示部 9603 和顯示部 9607。

圖 24B 圖解數位相框的例子。例如，在數位相框 9700 中，顯示部 9703 係結合在外殼 9701 中。顯示部 9703 可顯示各種影像。例如，顯示部 9703 可顯示利用數位相機等等所拍攝之影像的資料，及用作為一般相框。上述顯示裝置係提供給顯示部 9703。

圖 25 圖解可攜式遊戲機，其包括以連接器 9893 而接合以便能夠打開和關閉之外殼 9881 和外殼 9891。顯示部 9882 和顯示部 9883 係分別結合在外殼 9881 和外殼 9891 中。上述顯示裝置係提供給顯示部 9883。

圖 26 圖解電子書之例子。例如，電子書 2700 包括外殼 2701 和外殼 2703。外殼 2701 和外殼 2703 係與鉸鏈 2711 組合，使得電子書 2700 可以鉸鏈 2711 作為軸來開關。利用此種結構，電子書 2700 能夠像紙張書本一樣地操作。

顯示部 2705 和顯示部 2707 係分別結合在外殼 2701 和外殼 2703 中。顯示部 2705 和顯示部 2707 可顯示同一影像或不同影像。在顯示部 2705 和顯示部 2707 顯示不同

影像之情況中，例如，在右側上的顯示部（圖 26 中的顯示部 2705）可顯示正文，而左側上的顯示部（圖 26 中的顯示部 2707）可顯示圖形。

圖 26 圖解其中外殼 2701 係設置有操作部等等之例子。例如，外殼 2701 係設置有電力開關 2721、操作鍵 2723、揚聲器 2725 等等。利用操作鍵 2723，可翻動頁面。需注意的是，鍵盤、指向裝置等等亦可被設置在與外殼的顯示部同一表面上。而且，外部連接終端（耳機終端、USB 終端、或可連接到諸如 AC 配接器和 USB 纜線等各種纜線之終端等等）、記錄媒體插入部等等可被設置在外殼的背表面或側表面上。而且，電子書 2700 可具有電子字典的功能。

上述顯示裝置係提供給顯示部 2705 和顯示部 2707。

[例子 1]

在此例中，參考圖 17、18A、及 18B 來說明計算氧化物半導體膜之載子密度的方法。

首先，參考圖 17 說明 C-V（電容-電壓）測量中所使用的樣本之結構。

在玻璃基板 501 之上以濺鍍法而形成具有厚度為 300 nm 之鈦膜 503，及在其之上以濺鍍法而形成具有厚度為 100 nm 之氮化鈦膜 505。

作為氫原子的數目被降低之氧化物半導體膜 507，在氮化鈦膜 505 之上以濺鍍法而形成具有厚度為 2000 nm 之

In-Ga-Zn-O 膜。此時之沉積條件如下：作為濺鍍氣體，使用流率為 30 sccm 之 Ar（氬）和流率為 15 sccm 之氧；靶材與基板之間的距離為 60 mm；直流（DC）功率為 0.5 kW；及沉積氛圍溫度為室溫。

接著，以 CVD 法來形成具有厚度為 300 nm 之氮氧化矽膜 509，及在其之上形成具有厚度為 300 nm 之銀膜 511。

接著，圖 18A 圖示在 300 K 時之樣本的 C-V 測量結果。根據圖 18A 所示之測量結果，圖 18B 圖示相對於電壓之 C^{-2} 的曲線。此處，可藉由將樣本的弱反向（inversion）狀態中之 C^{-2} 的曲線之梯度替換到公式 2 以獲得載子密度。此外，在圖 18B 中，由實線指示 C^{-2} 的曲線，而以虛線指示弱反向狀態中之 C^{-2} 的梯度。曲線的梯度為 $-1.96 \times 10^{18} \text{ F}^{-2} \text{ V}^{-1}$ 。

[公式 2]

$$Nd = -\left(\frac{2}{e\epsilon_0\epsilon}\right) / \frac{d(1/C)^2}{dV}$$

需注意的是， e 為每一個電子的電荷量， ϵ 為相對電容率、 ϵ_0 為真空的電容率、及 N_d 為載子密度。

根據公式 2，此例中之氧化物半導體的載子密度為 $6 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 。因此，發現到此例中之氧化物半導體的載子密度極低。

在此例中，有關藉由熱處理以降低氫原子的數目之氧

化物半導體膜，說明 TEM 分析的結果。

首先，說明製造樣本之方法。

在基板 601 之上以濺鍍法而形成氧化物半導體膜。

此處，作為基板 601，使用 EAGLE XG 基板（由 Corning 公司所製造）。作為氧化物半導體膜，藉由使用 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} = 1 : 1 : 1$ 之氧化物半導體靶材來沉積 In-Ga-Zn-O 膜 603。樣本被稱作樣本 B，是比較例子。在樣本 B 中未降低氫原子的數目。

接著，藉由使用電爐在鈍氣氛圍中以 650°C ，於 In-Ga-Zn-O 膜 603 上執行熱處理達一小時，藉以降低氫原子的數目。執行熱處理之 In-Ga-Zn-O 膜被稱作氧化物半導體膜 605。樣本被稱作樣本 A。

在加速電壓為 300 kV 中，以高解析度透射式電子顯微鏡（TEM：由 Hitachi 公司所製造的”H9000-NAR）來觀察各樣本的橫剖面，以檢視結晶狀態。圖 19A 及 19B 圖示樣本 A 的橫剖面照片，而圖 20A 及 20B 圖示樣本 B 的橫剖面照片。需注意的是，圖 19A 和圖 20A 為低放大倍數照片（兩百萬倍放大），而 19B 和圖 20B 為高放大倍數照片（四百萬倍放大）。

在電爐中以 650°C 執行熱處理一小時之樣本 A 的橫剖面之表面部中觀察到連續晶格影像，如圖 19A 及 19B 所示。尤其是，在圖 19B 的高放大倍數照片中，在由白框所圍住的區域中觀察到清楚的晶格影像，及指出存在晶軸被對準之晶體。因此，發現藉由在電爐中以 650°C 執行熱處

理一小時，而使 In-Ga-Zn-O 類的非單晶膜的表面部結晶，及提供結晶區。需注意的是，除了表面部之外的區域中並未觀察到清楚的連續晶格影像，及發現在非晶區中到處存在微晶粒子之狀態。微晶體的粒子尺寸為等於或大於 2 nm 且等於或小於 4 nm。

另一方面，在圖 20A 及 20B 的橫剖面照片（樣本 B）之厚度方向上的任何區域中並未觀察到清楚的晶格影像，且發現到樣本 B 為非晶的。

接著，圖 21A 圖示在電爐中以 650°C 執行熱處理一小時之樣本 A 的表面部之放大照片，而圖 21B 圖示結晶區的電子繞射圖案。指示晶格影像對準之方向的方向箭頭 1 至 5 係圖解在表面部的放大照片中（圖 21A），及在垂直膜的表面之方向上生長針狀晶體。分別在由箭頭 1、2、3、4、及 5 所指示之位置中觀察圖 21B、21C、21D、21E、及 21F 所示之電子繞射圖案，且發現到 c 軸取向。

從分析的結果，發現在電爐中以 650°C 執行熱處理一小時之樣本具有晶體區。

此申請案係依據日本專利局於 2009 年 12 月 4 日所提出之日本專利申請案序號 2009-276454，藉以併入其全文做為參考。

【符號說明】

1：基板

2：絕緣膜

- 3：第一閘極電極
- 4：第一閘極絕緣膜
- 5：氧化物半導體膜
- 6A：電極
- 6B：電極
- 7：第二閘極絕緣膜
- 8：第二閘極電極
- 9：有機樹脂膜
- 10：像素電極
- 15：電晶體
- 20：像素
- 21：絕緣膜
- 22：第一對準膜
- 23：液晶層
- 24：第二對準膜
- 25：電極
- 26：基板
- 31：電致發光層
- 32：電極
- 33：密封材料
- 34：基板
- 40：白色區
- 41：黑色區
- 42：空腔

43：填料
 44：電極
 45：基板
 51：電子墨水層
 52：微粒
 53：電極
 54：基板
 55：玻璃基板
 503：鈦膜
 505：氮化鈦膜
 507：氧化物半導體膜
 509：氮氧化矽膜
 511：銀膜
 601：基板
 603：In-Ga-Zn-O 膜
 605：氧化物半導體膜
 1100：行動電話
 1101：外殼
 1102：顯示部
 1103：操作按鈕
 1104：外部連接埠
 1105：揚聲器
 1106：麥克風
 2700：電子書

2701 : 外殼
2703 : 外殼
2705 : 顯示部
2707 : 顯示部
2711 : 鉸鏈
2721 : 電力
2723 : 操作鍵
2725 : 揚聲器
2800 : 外殼
2801 : 外殼
2802 : 顯示面板
2803 : 揚聲器
2804 : 麥克風
2806 : 指向裝置
2807 : 相機透鏡
2808 : 外部連接終端
2810 : 鍵盤
2811 : 外部記憶體插槽
9600 : 電視機
9601 : 外殼
9603 : 顯示部
9605 : 機座
9607 : 顯示部
9609 : 操作鍵

9610：遙控器

9700：數位相框

9701：外殼

9703：顯示部

9881：外殼

9891：外殼

9893：連接器

9882：顯示部

9883：顯示部

申請專利範圍

1. 一種顯示裝置，包含：

電晶體，該電晶體包含：

第一閘極電極；

第一閘極絕緣膜，在該第一閘極電極之上；

氧化物半導體膜，在該第一閘極絕緣膜之上；

源極電極和汲極電極，係電連接至該氧化物半導體膜；

第二閘極絕緣膜，在該源極電極、該汲極電極、和該氧化物半導體膜之上；及

第二閘極電極，在該第二閘極絕緣膜之上；

有機樹脂膜，在該第二閘極絕緣膜之上；以及

像素電極，在該有機樹脂膜之上，

其中，該第二閘極絕緣膜和該有機樹脂膜包括開口，

其中，該像素電極經由該開口而被電連接至該源極電極和該汲極電極的其中之一，

其中，該像素電極並未與該氧化物半導體膜重疊，並且

其中，該有機樹脂膜並未與該第二閘極電極重疊。

2. 一種顯示裝置，包含：

電晶體，該電晶體包含：

第一閘極電極；

第一閘極絕緣膜，在該第一閘極電極之上；

氧化物半導體膜，在該第一閘極絕緣膜之上，該

氧化物半導體膜包含通道區，該通道區包括銦、鋅、及鎵；

源極電極和汲極電極，係電連接至該氧化物半導體膜；

第二閘極絕緣膜，在該源極電極、該汲極電極及該氧化物半導體膜之上；以及

第二閘極電極，在該第二閘極絕緣膜之上，其中該第二閘極電極與該第一閘極電極重疊，且具有該氧化物半導體膜插置於其間，

有機樹脂膜，在該第二閘極絕緣膜之上；以及

像素電極，在該有機樹脂膜之上，

其中，該有機樹脂膜並未與該第二閘極電極重疊，

其中，該第二閘極絕緣膜和該有機樹脂膜包括開口，

其中，該像素電極經由該開口而被電連接至該源極電極和該汲極電極的其中之一，

其中，該像素電極並未與該氧化物半導體膜重疊，並且

其中，該通道區包含結晶區，該結晶區為沿一般垂直於該氧化物半導體膜的表面之方向 c 軸取向。

3. 一種顯示裝置，包含：

電晶體，該電晶體包含：

第一閘極電極；

第一閘極絕緣膜，在該第一閘極電極之上；

氧化物半導體膜，在該第一閘極絕緣膜之上，該

氧化物半導體膜包含通道區，該通道區包括銦、鋅、及鎵；

源極電極和汲極電極，在該氧化物半導體膜之上，其中，該源極電極和該汲極電極係電連接至該氧化物半導體膜；

第二閘極絕緣膜，在該氧化物半導體膜之上；及

第二閘極電極，在該第二閘極絕緣膜之上，其中該第二閘極電極與該第一閘極電極重疊，且具有該氧化物半導體膜插置於其間，

有機樹脂膜，在該第二閘極絕緣膜之上，其中，該有機樹脂膜並未與該第二閘極電極重疊；以及

像素電極，在該有機樹脂膜之上，

其中，該第二閘極絕緣膜和該有機樹脂膜包括開口，

其中，該像素電極經由該開口而被電連接至該源極電極和該汲極電極的其中之一，

其中，該像素電極並未與該氧化物半導體膜重疊，並且

其中，該通道區包含結晶區，該結晶區為沿一般垂直於該氧化物半導體膜的表面之方向 c 軸取向。

4.一種顯示裝置，包含：

電晶體，該電晶體包含：

第一閘極電極；

第一閘極絕緣膜，在該第一閘極電極之上；

氧化物半導體膜，在該第一閘極絕緣膜之上，該

氧化物半導體膜包含通道區，該通道區包括銦、鋅、及鎵；

源極電極和汲極電極，係電連接至該氧化物半導體膜；

第二閘極絕緣膜，在該氧化物半導體膜之上；及

第二閘極電極，在該第二閘極絕緣膜之上，其中該第二閘極電極與該第一閘極電極重疊，且具有該氧化物半導體膜插置於其間；

有機樹脂膜，在該第二閘極絕緣膜之上；以及

像素電極，在該有機樹脂膜之上，

其中，該第二閘極絕緣膜和該有機樹脂膜包括開口，

其中，該像素電極經由該開口而被電連接至該源極電極和該汲極電極的其中之一，

其中，該有機樹脂膜並未與該第二閘極電極重疊，

其中，該像素電極並未與該氧化物半導體膜重疊，並且

其中，該通道區包含微晶體，並且該微晶體的粒子尺寸為等於或小於 4nm。

5.根據申請專利範圍第 4 項之顯示裝置，其中，該微晶體的該粒子尺寸為等於或大於 2nm。

6.根據申請專利範圍第 4 項之顯示裝置，另外包含在該像素電極之上的發光層。

7.根據申請專利範圍第 4 項之顯示裝置，另外包含在該像素電極之上的液晶層。

8.一種顯示裝置，包含：

電晶體，該電晶體包含：

第一閘極電極；

第一閘極絕緣膜，在該第一閘極電極之上；

本質或實質上本質的氧化物半導體膜，在該第一閘極絕緣膜之上；

源極電極和汲極電極，係電連接至該氧化物半導體膜；

第二閘極絕緣膜，在該源極電極、該汲極電極、和該氧化物半導體膜之上；及

第二閘極電極，在該第二閘極絕緣膜之上；

有機樹脂膜，在該第二閘極絕緣膜之上，其中，該有機樹脂膜並未與該第二閘極電極重疊；以及

像素電極，在該有機樹脂膜之上，

其中，該第二閘極絕緣膜和該有機樹脂膜包括開口，

其中，該像素電極經由該開口而被電連接至該源極電極和該汲極電極的其中之一，

其中，該像素電極並未與該氧化物半導體膜重疊，並且

其中，滿足 $E_c - E_f < E_g/2$ 之關係，其中， E_g 為該氧化物半導體膜的能帶隙， E_c 為在該氧化物半導體膜的傳導帶的底部的能量，以及 E_f 為該氧化物半導體膜的費米能量。

9.根據申請專利範圍第 1、2、3、4 及 8 項中任一項之顯示裝置，其中，該有機樹脂膜包含丙烯酸樹脂膜或聚

醯亞胺樹脂膜。

10.一種顯示裝置，包含：

電晶體，該電晶體包含：

第一閘極電極；

第一閘極絕緣膜，在該第一閘極電極之上；

本質或實質上本質的氧化物半導體膜，在該第一閘極絕緣膜之上，其中，該氧化物半導體膜包含包括銦、鋅、及鎵的通道區；

源極電極和汲極電極，係電連接至該氧化物半導體膜；

第二閘極絕緣膜，在該源極電極、該汲極電極及該氧化物半導體膜之上；以及

第二閘極電極，在該第二閘極絕緣膜之上；

有機樹脂膜，在該第二閘極絕緣膜之上，以及

像素電極，在該有機樹脂膜之上，

其中，該有機樹脂膜並未與該第二閘極電極重疊，

其中，該第二閘極絕緣膜和該有機樹脂膜包括開口，

其中，該像素電極經由該開口而被電連接至該源極電極和該汲極電極的其中之一，

其中，該像素電極並未與該氧化物半導體膜重疊，

其中，該通道區包含結晶區，該結晶區為沿一般垂直於該氧化物半導體膜的表面之方向 c 軸取向，並且

其中，滿足 $E_c - E_f < E_g/2$ 之關係，其中， E_g 為該氧化物半導體膜的能帶隙， E_c 為在該氧化物半導體膜的傳導帶的

底部的能量，以及 E_f 為該氧化物半導體膜的費米能量。

11.一種顯示裝置，包含：

電晶體，該電晶體包含：

第一閘極電極；

第一閘極絕緣膜，在該第一閘極電極之上；

本質或實質上本質的氧化物半導體膜，在該第一閘極絕緣膜之上，其中，該氧化物半導體膜包含包括銦、鋅、及鎵的通道區；

源極電極和汲極電極，係電連接至該氧化物半導體膜；

第二閘極絕緣膜，在該氧化物半導體膜之上；以及

第二閘極電極，在該第二閘極絕緣膜之上，

有機樹脂膜，在該第二閘極絕緣膜之上；以及

像素電極，在該有機樹脂膜之上，

其中，該有機樹脂膜並未與該第二閘極電極重疊，

其中，該第二閘極絕緣膜和該有機樹脂膜包括開口，

其中，該像素電極經由該開口而被電連接至該源極電極和該汲極電極的其中之一，

其中，該像素電極並未與該氧化物半導體膜重疊，

其中，該通道區包含微晶體，並且

其中，滿足 $E_c - E_f < E_g/2$ 之關係，其中， E_g 為該氧化物半導體膜的能帶隙， E_c 為在該氧化物半導體膜的傳導帶的底部的能量，以及 E_f 為該氧化物半導體膜的費米能量。

12.根據申請專利範圍第 1 至 4、8、10 及 11 項中任

一項之顯示裝置，其中，該氧化物半導體膜的氫濃度係低於 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

13.根據申請專利範圍第 1 至 4、8、10 及 11 項中任一項之顯示裝置，其中，該氧化物半導體膜的載子密度係低於 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 。

14.根據申請專利範圍第 1 至 4、8、10 及 11 項中任一項之顯示裝置，另外包含在該第二閘極電極和該第二閘極絕緣膜上的鈍化膜。

15.根據申請專利範圍第 11 項之顯示裝置，其中，該微晶體的粒子尺寸為等於或大於 2nm 且等於或小於 4nm。

16.一種電視機，包括根據申請專利範圍第 4 項之顯示裝置。

17.一種電子裝置，包括根據申請專利範圍第 1 至 4、8、10 及 11 項中任一項之顯示裝置。

圖式

圖 1A

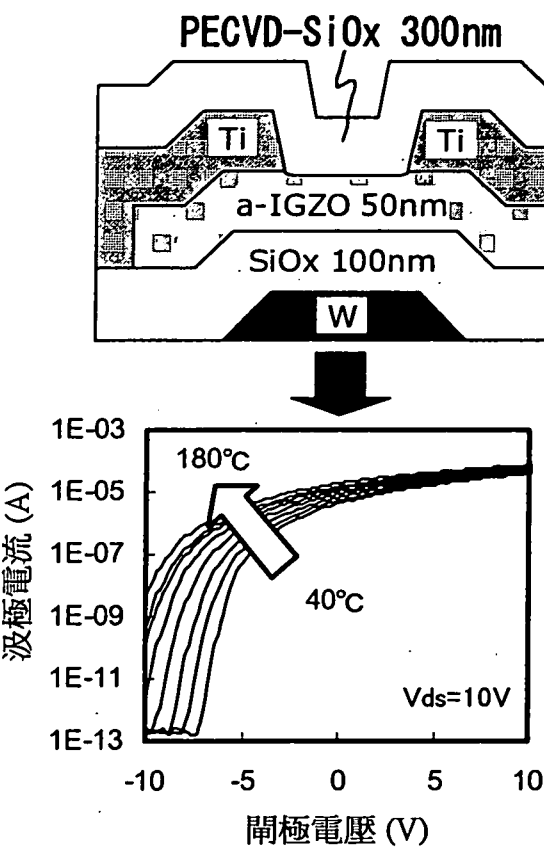


圖 1B

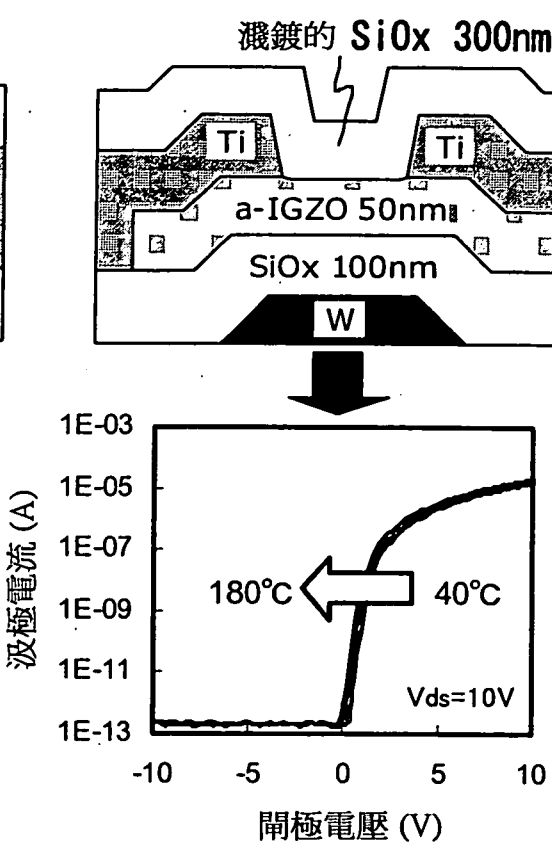


圖 2

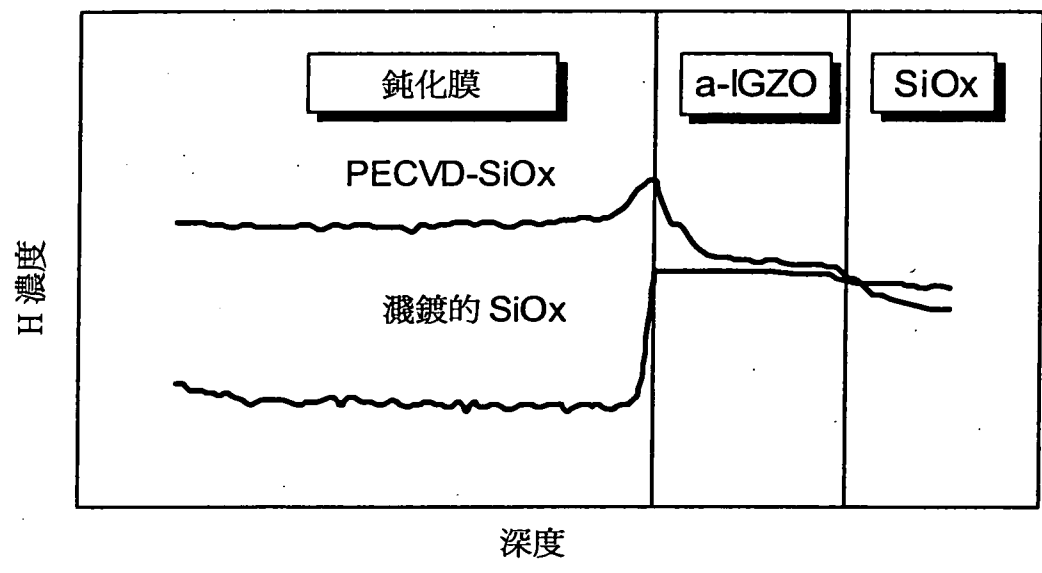


圖 3A

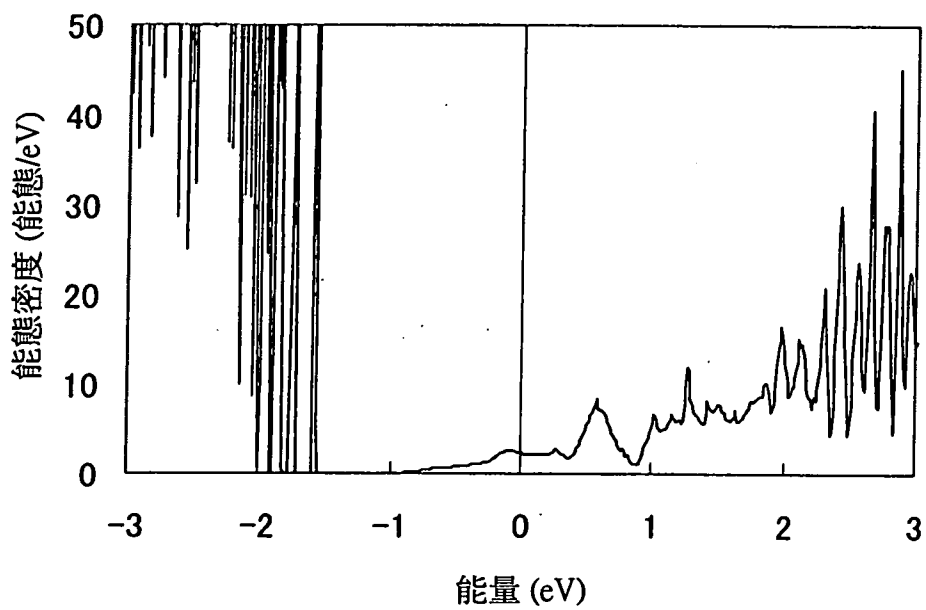


圖 3B

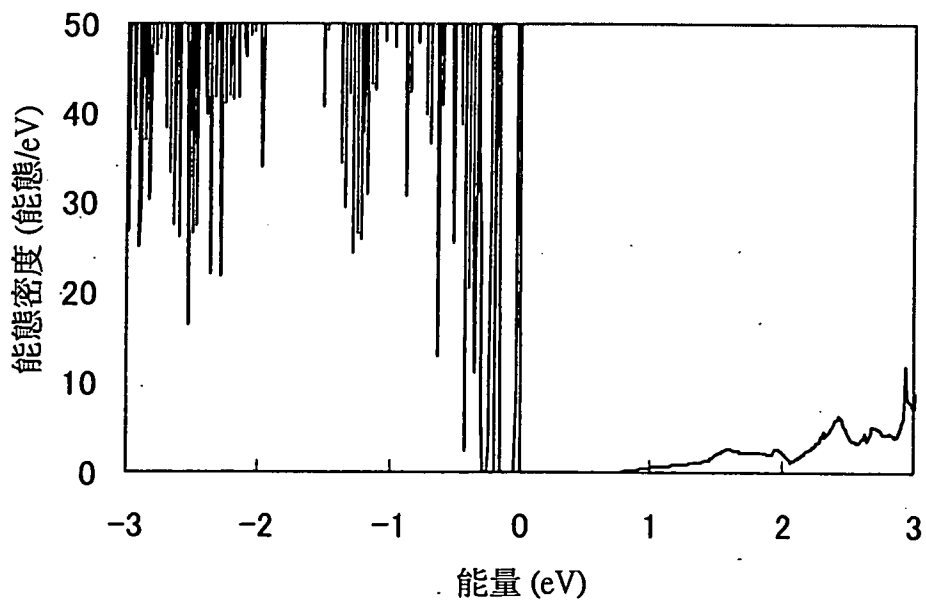


圖 4

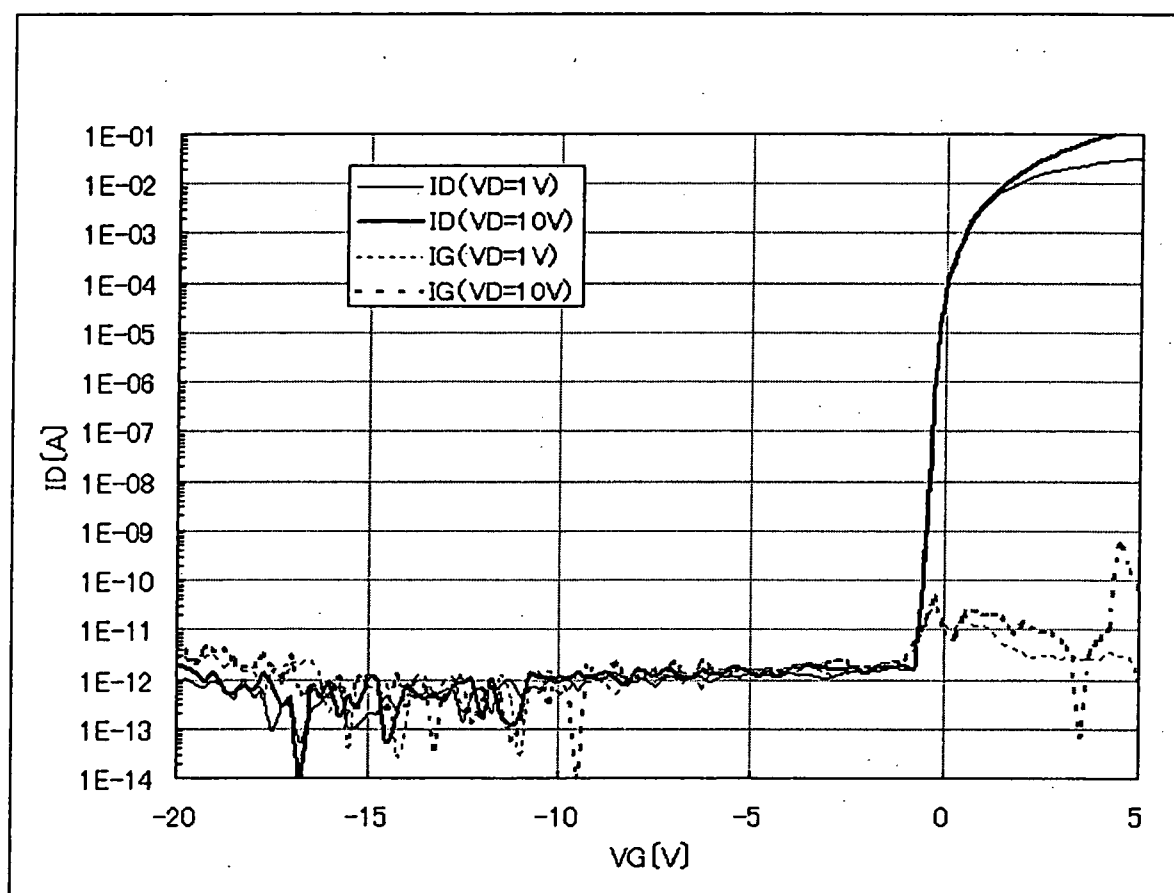


圖 5A

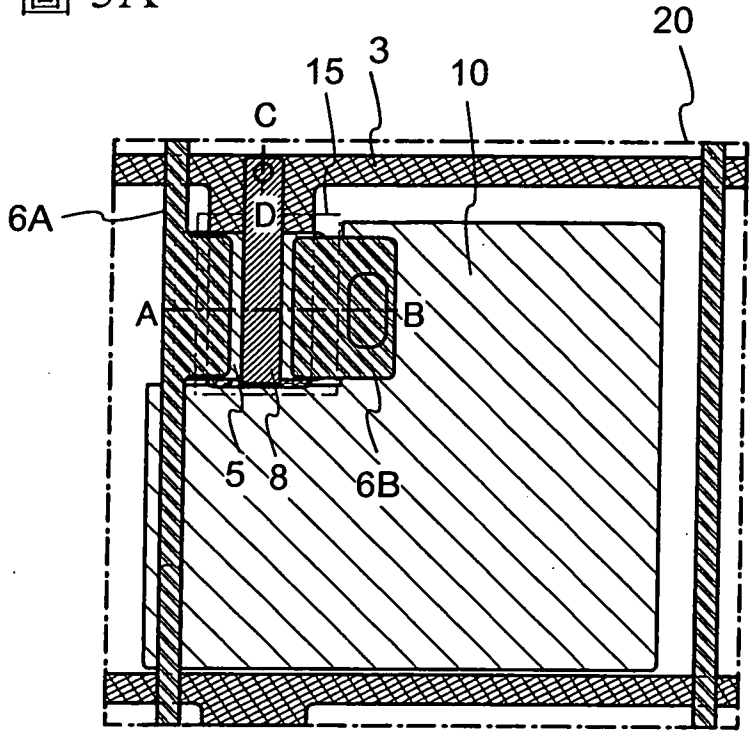


圖 5B

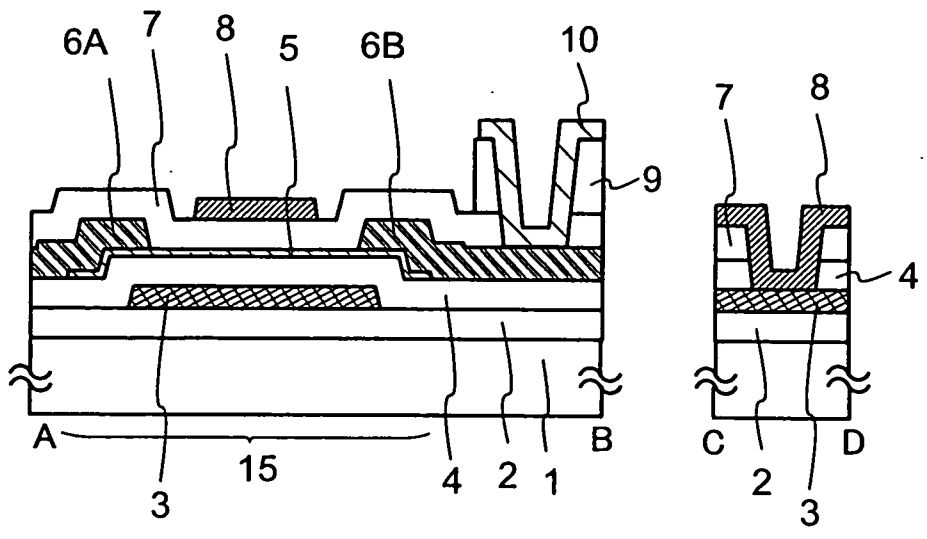


圖 6A

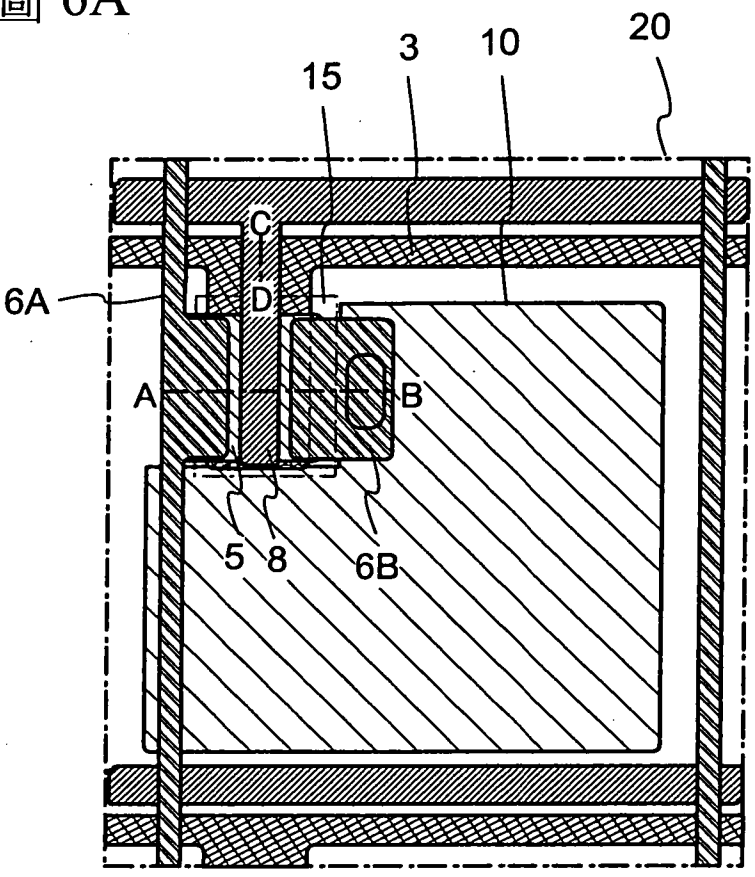


圖 6B

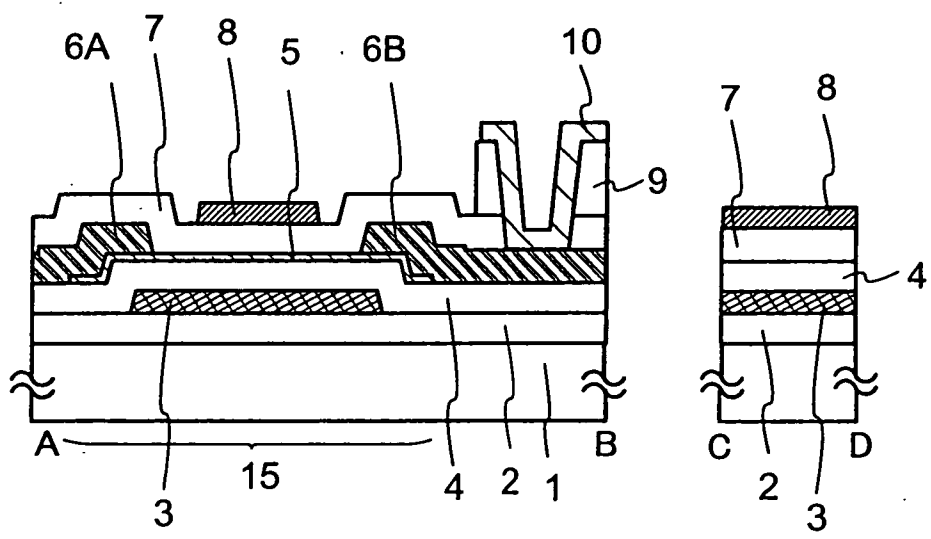


圖 7

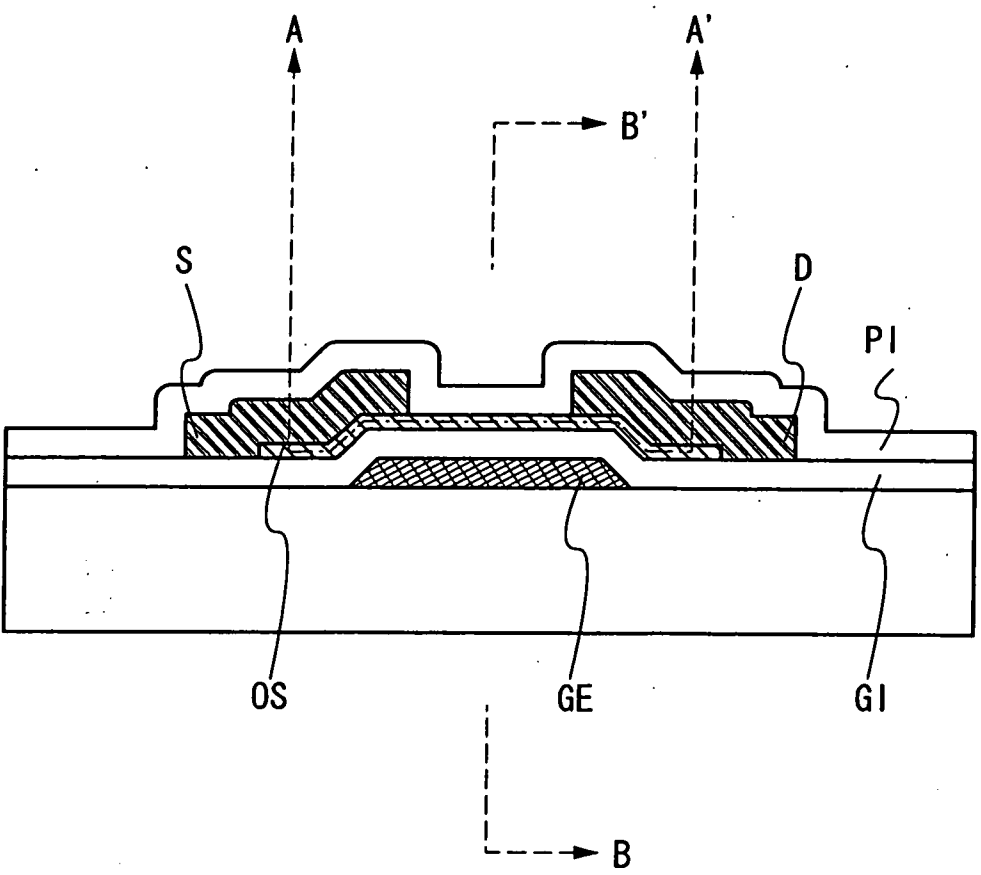


圖 8A

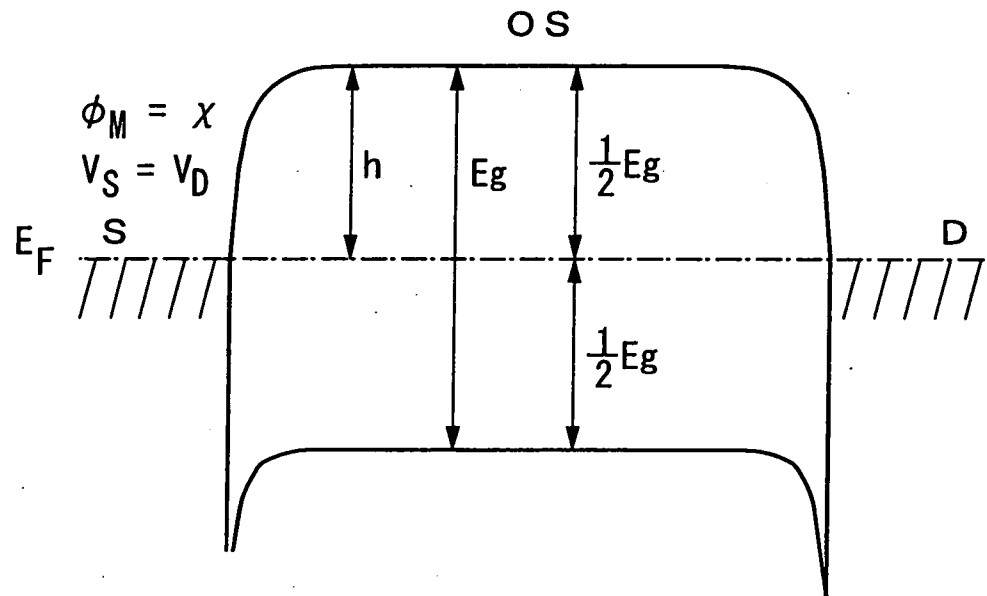
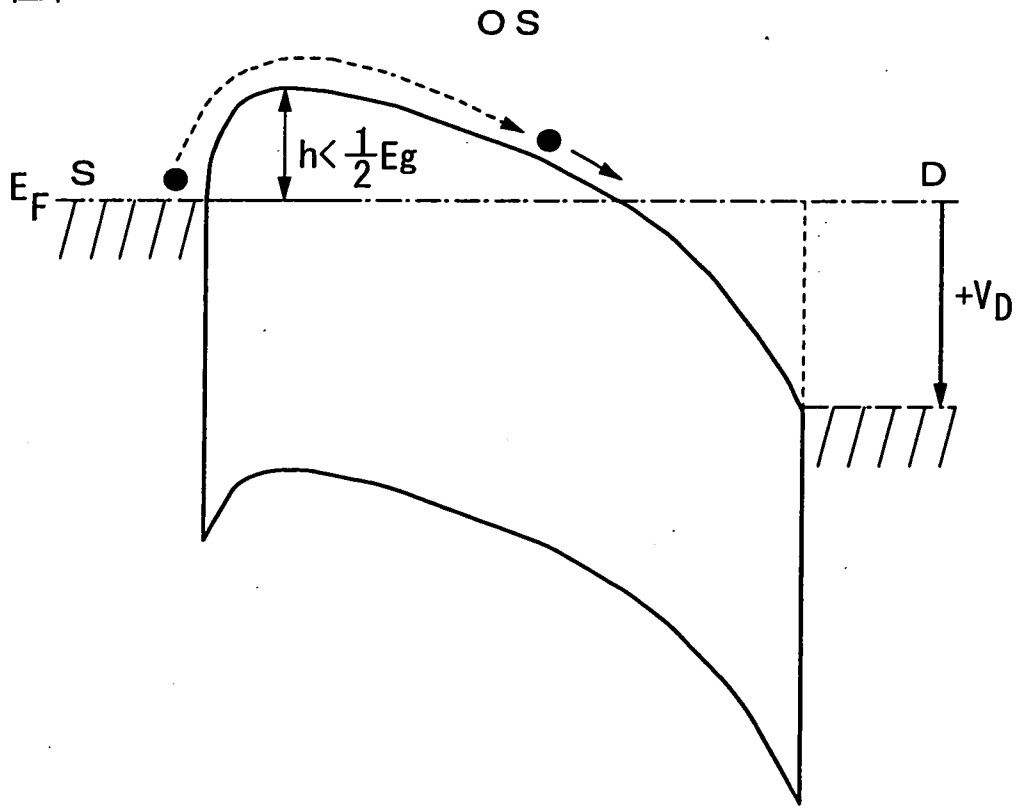


圖 8B.



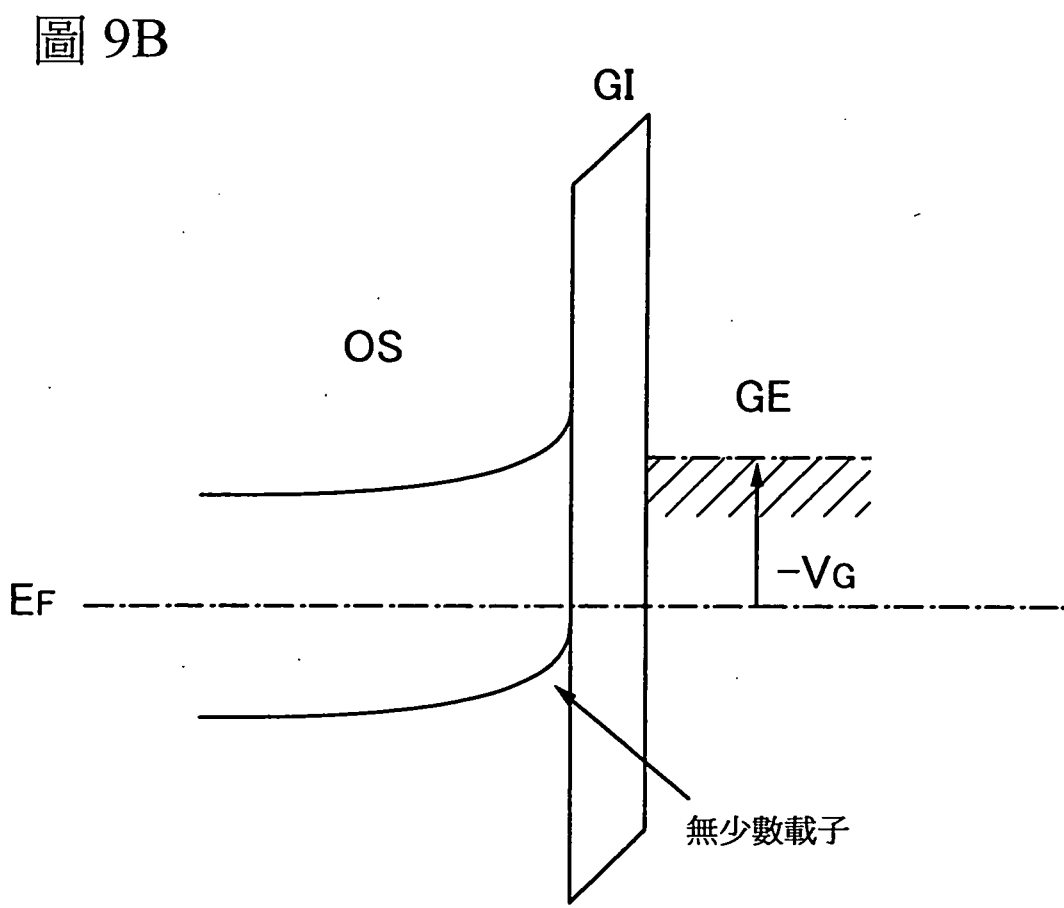
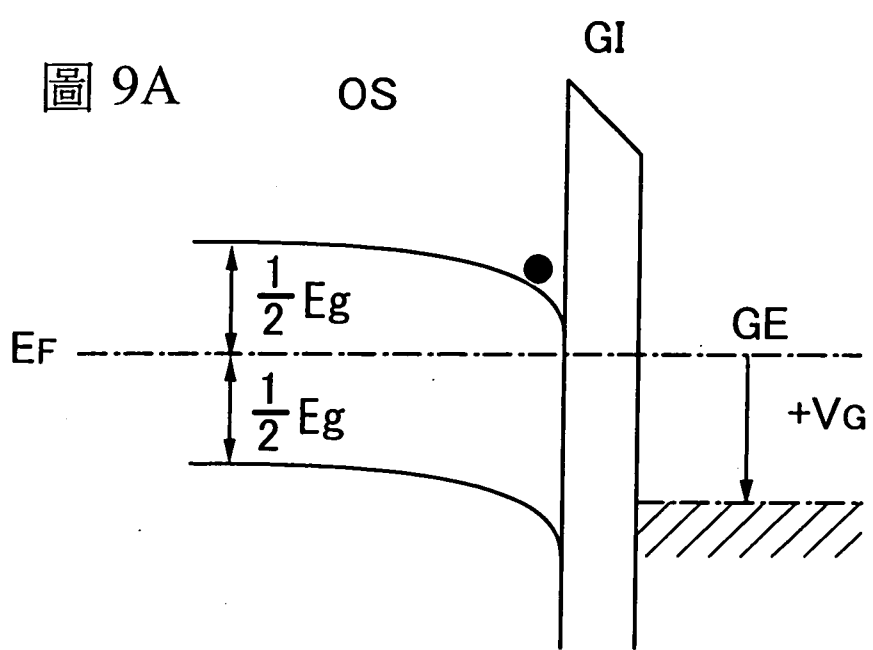


圖 10

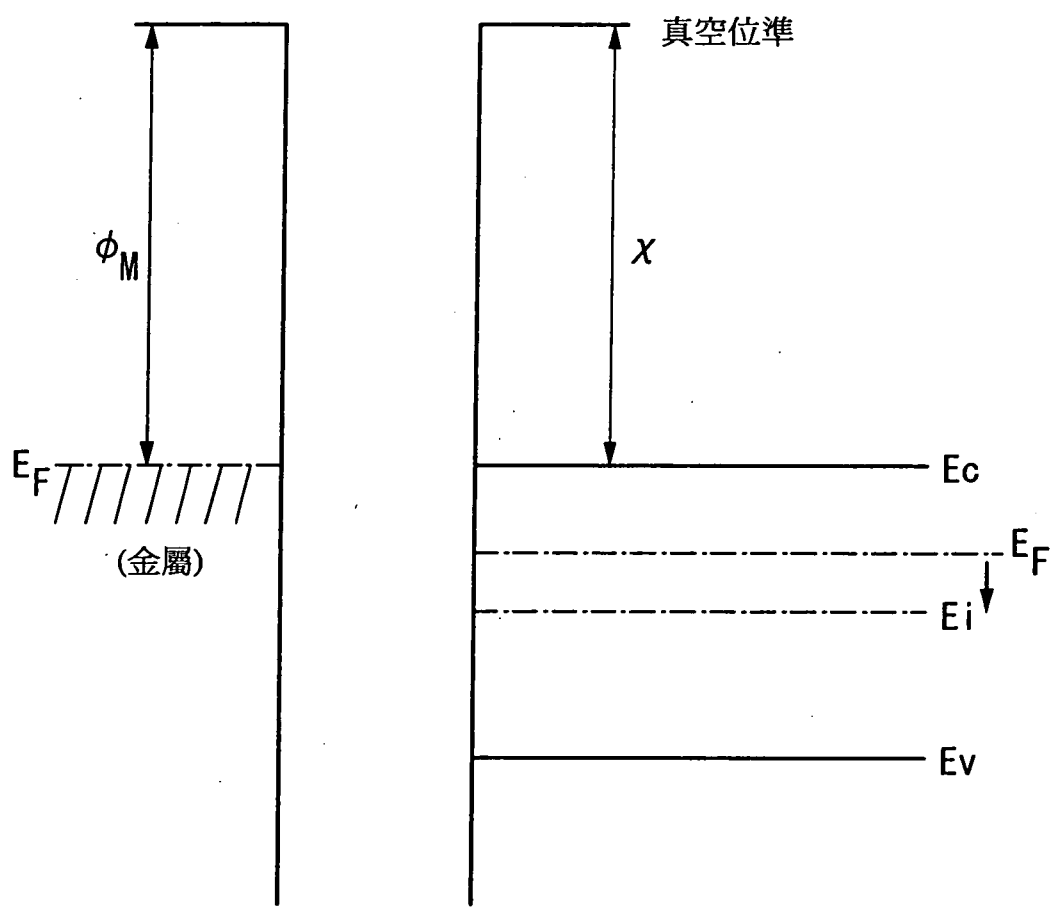


圖 11A

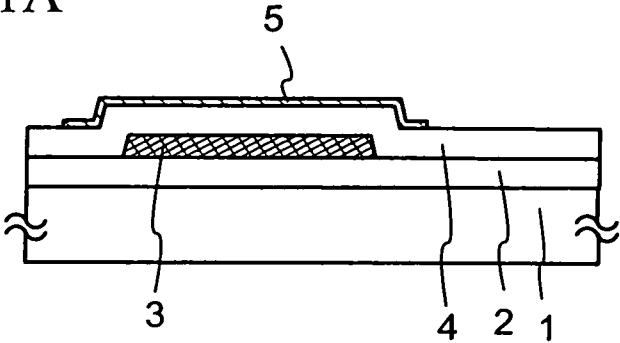


圖 11B

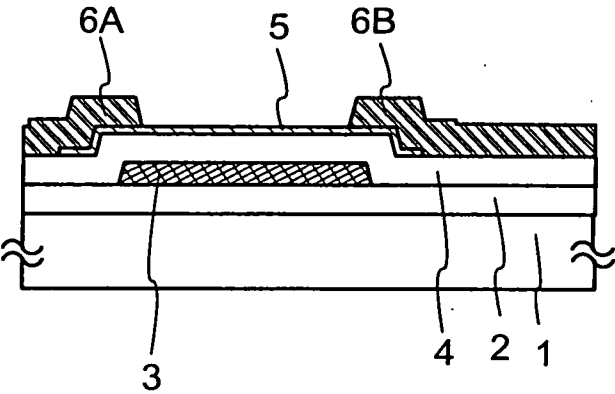


圖 11C

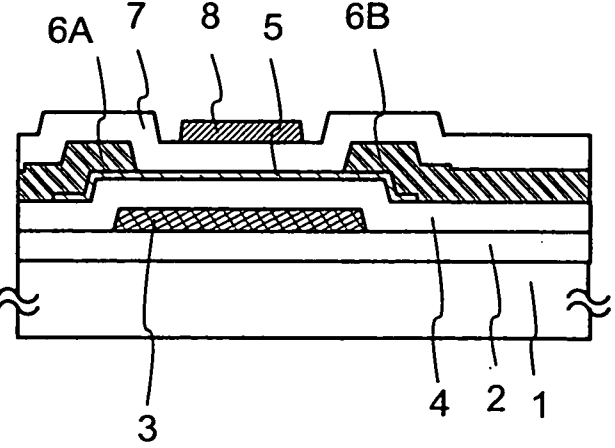


圖 12A

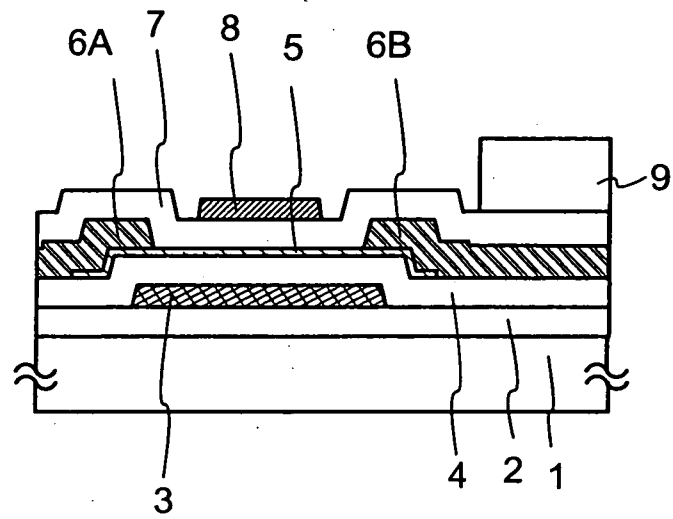


圖 12B

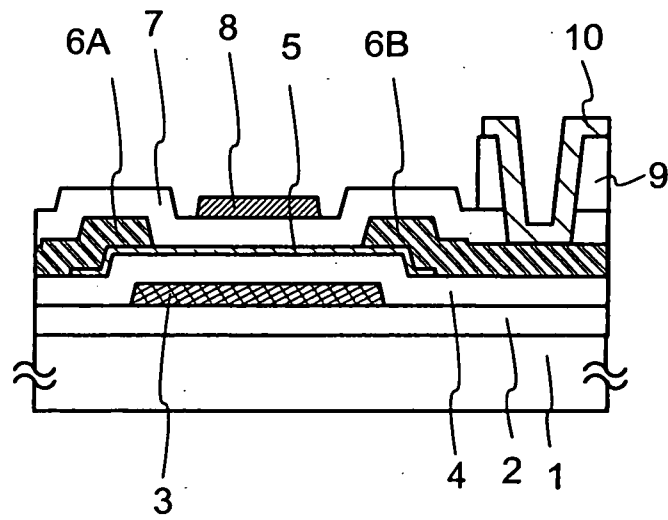


圖 13

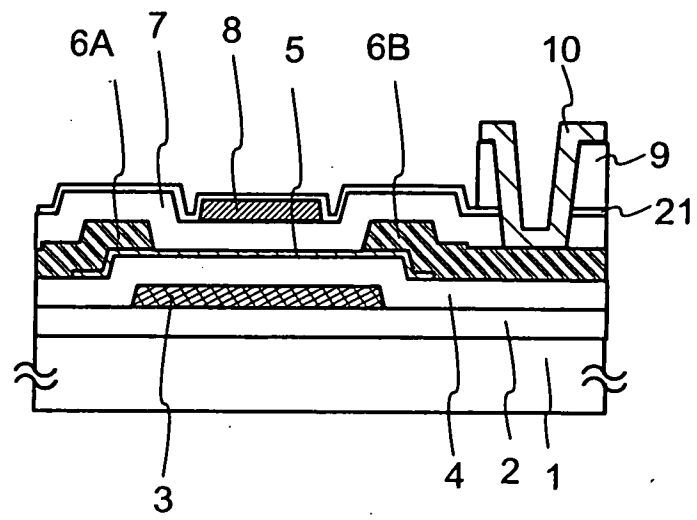


圖 14A

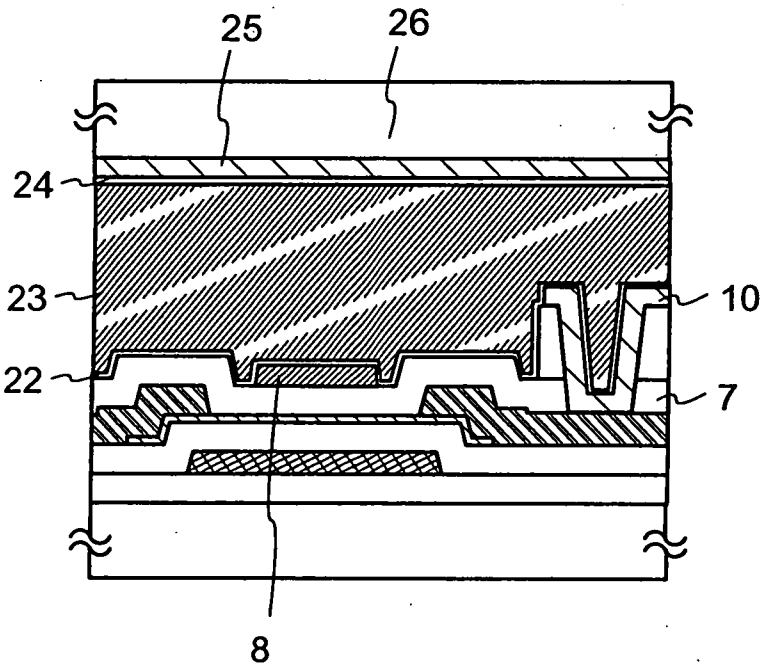


圖 14B

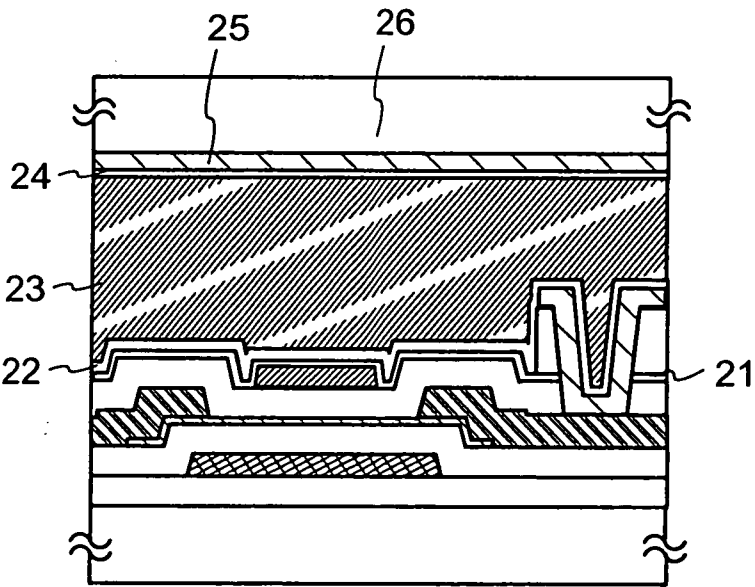


圖 15A

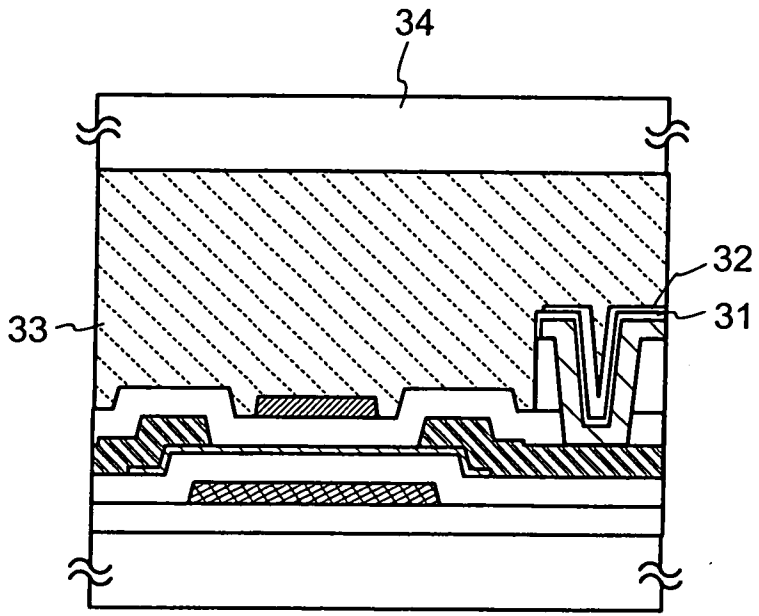


圖 15B

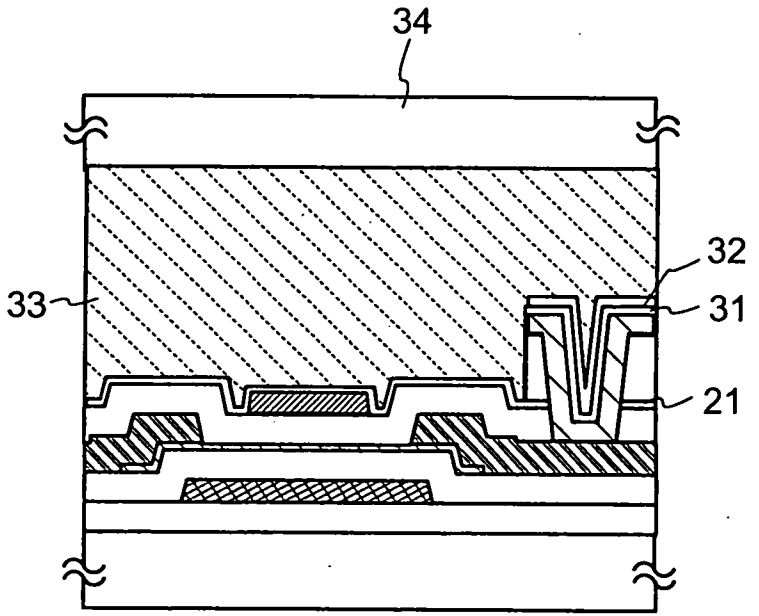


圖 16A

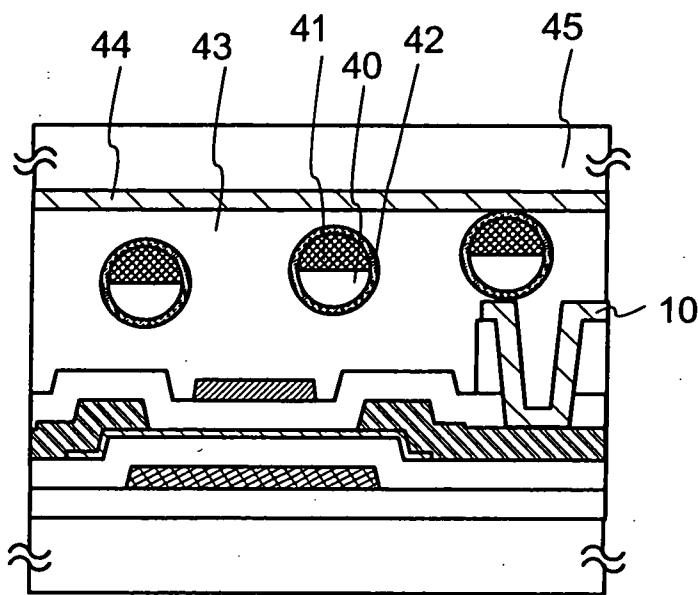


圖 16B

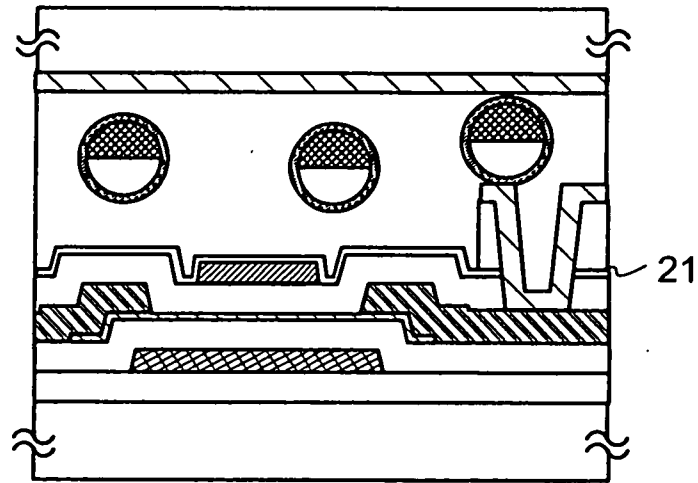


圖 17

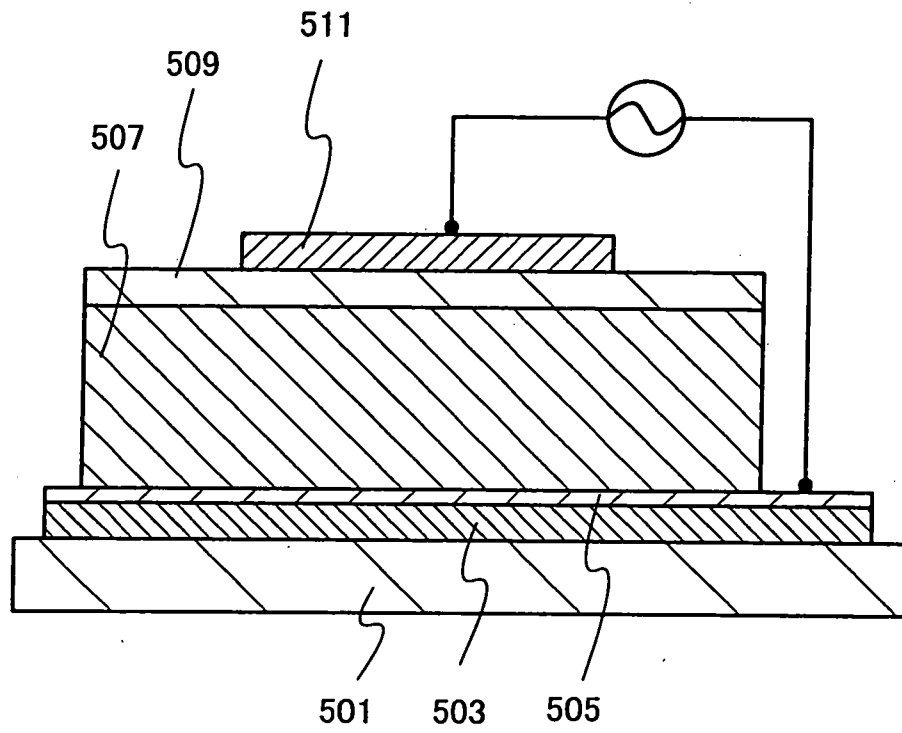


圖 18A

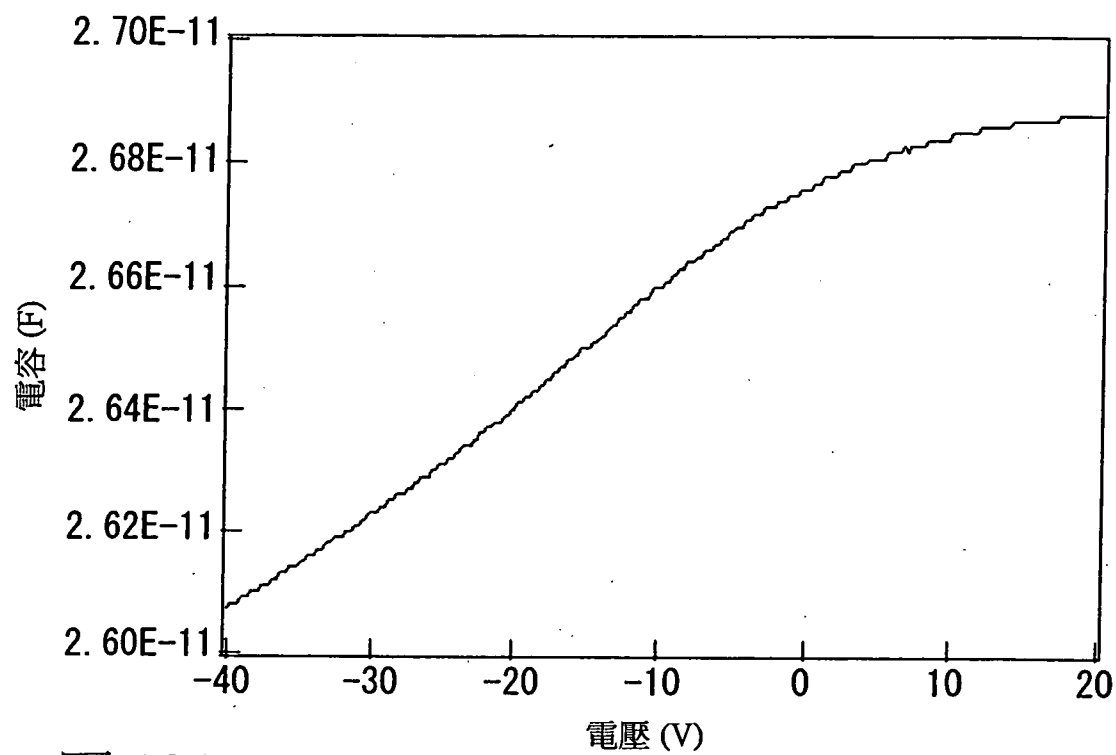


圖 18B

