



(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 I559409 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：104129345

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 04 日

(51)Int. Cl. : H01L21/336 (2006.01)

H01L29/786 (2006.01)

H01L21/324 (2006.01)

(30)優先權：2010/08/16 日本

2010-181832

(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：野田耕生 NODA, KOSEI (JP) ; 佐佐木俊成 SASAKI, TOSHINARI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 特開 2006-344837A

JP 特開 2010-62229A

JP 特開 2010-199307A

US 2007/0272922A1

審查人員：黃鼎富

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：11 共 59 頁

(54)名稱

半導體裝置之製造方法

MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE

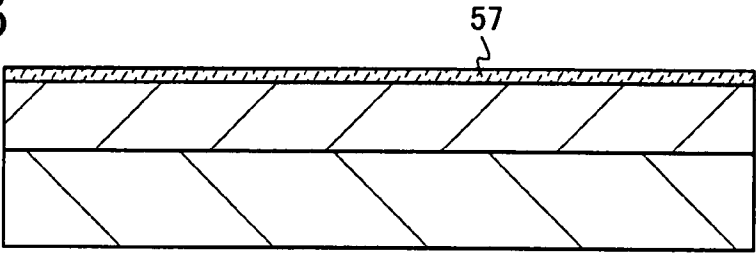
(57)摘要

本發明係關於半導體裝置的製造方法。製造具有優良的電特性的電晶體。在基板之上形成氧化物絕緣膜，在該氧化物絕緣膜之上形成氧化物半導體膜，然後在使氧化物半導體膜中所含有的氫脫附並且使氧化物絕緣膜中所含有的部分氧脫附的溫度下執行熱處理，然後將所加熱的氧化物半導體膜蝕刻成預定形狀以形成島形氧化物半導體膜，在該島形氧化物半導體膜之上形成電極對，在該電極對和島形氧化物半導體膜之上形成閘極絕緣膜，以及在閘極絕緣膜之上形成閘極電極。

A transistor with superior electric characteristics is manufactured. An oxide insulating film is formed over a substrate, an oxide semiconductor film is formed over the oxide insulating film, heat treatment is then conducted at a temperature at which hydrogen contained in the oxide semiconductor film is desorbed and part of oxygen contained in the oxide insulating film is desorbed, then the heated oxide semiconductor film is etched into a predetermined shape to form an island-shaped oxide semiconductor film, a pair of electrodes is formed over the island-shaped oxide semiconductor film, a gate insulating film is formed over the pair of electrodes and the island-shaped oxide semiconductor film, and a gate electrode is formed over the gate insulating film.

指定代表圖：

圖1B



符號簡單說明：
57 . . . 氧化物半導
體膜

發明摘要

※申請案號：104129345 (由100127750分割)

※申請日：100.8.4

※IPC 分類：H01L 21/336 (2006.01)

H01L 29/286 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

H01L 21/324 (2006.01)

半導體裝置之製造方法

Manufacturing method of semiconductor device

【中文】

本發明係關於半導體裝置的製造方法。製造具有優良的電特性的電晶體。在基板之上形成氧化物絕緣膜，在該氧化物絕緣膜之上形成氧化物半導體膜，然後在使氧化物半導體膜中所含有的氫脫附並且使氧化物絕緣膜中所含有的部分氧脫附的溫度下執行熱處理，然後將所加熱的氧化物半導體膜蝕刻成預定形狀以形成島形氧化物半導體膜，在該島形氧化物半導體膜之上形成電極對，在該電極對和島形氧化物半導體膜之上形成閘極絕緣膜，以及在閘極絕緣膜之上形成閘極電極。

【 英文 】

A transistor with superior electric characteristics is manufactured. An oxide insulating film is formed over a substrate, an oxide semiconductor film is formed over the oxide insulating film, heat treatment is then conducted at a temperature at which hydrogen contained in the oxide semiconductor film is desorbed and part of oxygen contained in the oxide insulating film is desorbed, then the heated oxide semiconductor film is etched into a predetermined shape to form an island-shaped oxide semiconductor film, a pair of electrodes is formed over the island-shaped oxide semiconductor film, a gate insulating film is formed over the pair of electrodes and the island-shaped oxide semiconductor film, and a gate electrode is formed over the gate insulating film.

• 【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1B)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

57：氧化物半導體膜

【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)

半導體裝置之製造方法

Manufacturing method of semiconductor device

【技術領域】

本發明的實施例關於包括具有至少一個半導體元件（例如，電晶體）的電路的半導體裝置及其製造方法。例如，本發明的實施例關於包括任意的以下裝置作為部件的電子裝置：安裝在電源電路中的功率裝置，具有記憶體、閘流體、轉換器、影像感測器等半導體積體電路，以液晶顯示裝置為代表的電光裝置，以及具有發光元件的發光顯示裝置。

【先前技術】

形成於玻璃基板等之上的電晶體使用非晶矽、多晶矽等製造，此類電晶體常見於液晶顯示裝置中。雖然含有非晶矽的電晶體具有低的場效應遷移率，但是它們能夠形成於較大的玻璃基板之上。另一方面，雖然含有多晶矽的電晶體具有高的場效應遷移率，但是它們不適合形成於較大的玻璃基板之上。

與含有矽的電晶體相比，使用氧化物半導體製造電晶體的技術已經引起了人們的注意，並且這種電晶體被應用

於電子裝置或光學裝置。例如，專利文獻 1 和專利文獻 2 揭示了一種技術，在該技術中經由將氧化鋅或 In-Ga-Zn-O 基氧化物用作氧化物半導體來製造電晶體並且該電晶體被用作顯示裝置的像素的開關元件等。

同時，已經指出，氫是載子源，特別是在氧化物半導體中更是如此。因此，需要採取某些措施來防止氫在氧化物半導體沈積時進入氧化物半導體。此外，還經由降低不僅包含在氧化物半導體中而且包含在與氧化物半導體接觸的閘極絕緣膜中的氫的量來抑制臨限電壓的變化（參見專利文獻 3）。

[參考文獻]

[專利文獻 1] 日本公開專利申請案 No. 2007-123861

[專利文獻 2] 日本公開專利申請案 No. 2007-96055

[專利文獻 3] 日本公開專利申請案 No. 2009-224479

【發明內容】

但是，含有氧化物半導體的習用電晶體具有低的通/斷比，並且作為在顯示裝置的像素中的開關元件提供不了足夠的性能。此外，含有氧化物半導體的習用電晶體是有問題的，因為它們的臨限電壓是負的並且它們具有正常導通特性。

本發明的一種實施例的目的是提供具有優良電特性的電晶體。

本發明的一種實施例如下：在基板之上形成氧化物絕

緣膜，在氧化物絕緣膜之上形成氧化物半導體膜，然後在使在氧化物半導體膜中所含有的氫脫附（desorbed）並且使在氧化物絕緣膜中所含有的部分氧脫附的溫度下執行熱處理，然後將所加熱的氧化物半導體膜蝕刻成預定的形狀以形成島形氧化物半導體膜，在島形氧化物半導體膜上形成電極對，在該電極對和島形氧化物半導體膜之上形成閘極絕緣膜，以及在閘極絕緣膜之上形成閘極電極。

本發明的一種實施例如下：在基板之上形成氧化物絕緣膜，在氧化物絕緣膜之上形成電極對，在該電極對和氧化物絕緣膜之上形成氧化物半導體膜，在使在氧化物半導體膜中所含有的氫被去除並且使在氧化物絕緣膜中所含有的部分氧脫附的溫度下執行熱處理，然後將所加熱的氧化物半導體膜蝕刻成預定的形狀以形成島形氧化物半導體膜，在該電極對和島形氧化物半導體膜之上形成閘極絕緣膜，以及在閘極絕緣膜之上形成閘極電極。

作為形成於基板之上的氧化物絕緣膜，使用經由熱處理使部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜。經由熱處理使部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜較佳是其中含有比例高於化學計量組成（stoichiometric composition）中的氧比例的氧的氧化物絕緣膜。經由熱處理使部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜的典型示例包括氧化矽、氧氮化矽、氮氧化矽、氧化鋁、氧氮化鋁、氧化鎵、氧化鉛、氧化鉍等的膜。

在 TDS（thermal desorption spectroscopy，熱脫附分

析儀) 分析中，從氧化物絕緣膜(部分氧經由熱處理從該氧化物絕緣膜中脫附)中脫附的氧量在變換成氧原子時(the oxygen atomic conversion)是 1.0×10^{18} 原子/cm³ 或更大，較佳地為 1.0×10^{20} 原子/cm³ 或更大，更佳地為 3.0×10^{20} 原子/cm³ 或更大。

在氫從氧化物半導體膜中脫附並且氧化物絕緣膜所含有的部分氧擴散到氧化物半導體膜之內的溫度是 150℃ 或更高並且低於所使用的基板的應變點，較佳為 250℃ 至 450℃。

氧化物半導體膜形成於氧化物絕緣膜之上，並且在使氧化物半導體膜內所含有的氫脫附並且使氧化物絕緣膜內所含有的部分氧脫附的溫度下執行熱處理，由此在氧化物絕緣膜中所含有的部分氧能夠擴散到氧化物半導體膜之內並且能夠使在氧化物半導體膜中所含有的氫脫附。注意，擴散到氧化物半導體膜之內的氧填補了氧化物半導體膜中的氧空位，從而減少了氧化物半導體膜中的氧空位。另外，氧化物半導體膜用作針對氧化物絕緣膜的氧脫附的阻擋膜，從而使氧沒有從氧化物絕緣膜中過度地脫附而是使氧保留在氧化物絕緣膜中。以這種方式，降低了用作載子源的氧空位的數量以及氫的濃度，並且能夠減少在氧化物半導體膜和氧化物絕緣膜之間的界面處的缺陷。

經由氧化物半導體中所含有的元素和氫的鍵結，一部分氫用作施子以生成作為載子的電子。另外，在氧化物半導體中的氧空位同樣用作施子以生成作為載子的電子。由

於這個原因，經由在氧化物半導體膜中降低氫的濃度和氧空位的數量，能夠抑制臨限電壓移位元至負側。

此外，還能夠經由使一部分氧擴散到氧化物半導體膜之內來減少在氧化物半導體膜和氧化物絕緣膜之間的界面處的缺陷，並且同時另一部分氧保留在氧化物絕緣膜中，從而能夠抑制臨限電壓移位元至負側。

注意，在本說明書中，臨限電壓為正的 n 通道電晶體被定義為常關電晶體（normally-off transistor），而臨限電壓為負的 p 通道電晶體被定義為常關電晶體。此外，臨限電壓為負的 n 通道電晶體被定義為正常導通電晶體（normally-on transistor），而臨限電壓為正的 p 通道電晶體被定義為正常導通電晶體。

電晶體按以下方式形成：在氧化物絕緣膜之上形成氧化物半導體膜，在使氧化物半導體膜中所含有的氫脫附並且使氧化物絕緣膜中所含有的部分氧脫附的溫度下執行熱處理，然後將氧化物半導體膜蝕刻成預定的形狀。以這種方式形成的電晶體能夠具有優良的電特性。

【圖式簡單說明】

在附圖中：

圖 1A 到 1E 是示出根據本發明的一種實施例的用於製造半導體裝置的處理的剖面圖；

圖 2 是示出根據本發明的一種實施例的用於製造半導體裝置的處理的頂視圖；

圖 3A 到 3D 是示出根據本發明的一種實施例的用於製造半導體裝置的處理的剖面圖；

圖 4 是示出根據本發明的一種實施例的用於製造半導體裝置的處理的頂視圖；

圖 5A 到 5E 是示出根據本發明的一種實施例的用於製造半導體裝置的處理的剖面圖；

圖 6A 到 6D 是示出根據本發明的一種實施例的用於製造半導體裝置的處理的剖面圖；

圖 7 是示出電子裝置的一種模式的圖形；

圖 8A 和 8B 分別是示出電子裝置的一種模式的圖形；

圖 9A 到 9C 是 TDS 分析的結果的圖表；

圖 10A 到 10C 是各自示出熱處理與脫附的氧量之間的關係的剖面圖；以及

圖 11A 到 11C 是示出薄膜電晶體的電特性的圖表。

【實施方式】

本發明的實施例將參照附圖詳細地描述。注意，本發明並不限定於下面的描述，並且本領域技術人員應當容易理解的是，在不脫離本發明的精神和範圍的情況下能夠進行各種改變和修改。因此，本發明不應當被看作僅限於以下實施例中的描述。注意，在以下所描述的本發明結構中，相同的部分或者具有相似功能的部分在不同的附圖中以相同的參考標號來指示，並且不再重復對其的描述。

注意，在本說明書所描述的每個附圖中，尺寸、層（膜）厚或者每個部件的區域在某些情況下出於清晰目的而放大。因此，本發明的實施例並不限定於附圖所示出的那些比例。

注意，在本說明書中爲了避免部件的混淆而使用諸如“第一”、“第二”和“第三”的詞語，並且此類詞語並不用數位方式來限定這些部件。因此，例如，詞語“第一”能夠適當地替換爲詞語“第二”、“第三”等。

（實施例 1）

圖 1A 到 1E 是示出作爲半導體裝置的結構的一種模式的電晶體的製造處理的剖面圖。沿著圖 2 中的點劃線 A-B 取得的剖面圖對應於圖 1E。

如圖 1A 所示，氧化物絕緣膜 53 形成於基板 51 之上，並且氧化物半導體膜 55 形成於氧化物絕緣膜 53 之上。

作爲基板 51，能夠適當地使用玻璃基板（也稱爲“無城玻璃基板”）、石英基板、陶瓷基板、塑膠基板等。此外，還能夠將軟性玻璃基板或軟性塑膠基板用作基板 51。作爲塑膠基板，較佳使用具有低的折射率各向異性的基板，並且通常能夠使用聚醚砜（PES）膜、聚酰亞胺膜、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）膜、聚氟乙烯（PVF）膜、聚酯膜、聚碳酸酯（PC）膜、丙烯酸樹脂膜、在部分固化的有機樹脂中含有纖維體的預浸料等。

氧化物絕緣膜 53 使用經由熱處理使部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜來形成。作為這種經由熱處理使部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜，較佳使用含有比例高於化學計量組成中的氧比例的氧的氧化物絕緣膜。經由熱處理使部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜能夠經由熱處理使氧擴散到氧化物半導體膜之內，這是因為氧經由熱處理從氧化物絕緣膜中脫附。氧化物絕緣膜 53 的典型示例包括氧化矽、氧氮化矽、氮氧化矽、氧化鋁、氧氮化鋁、氧化鎵、氧化鉛、氧化釷等的膜。

含有比例高於化學計量組成中的氧比例的氧的氧化物絕緣膜的一部分氧經由熱處理來脫附。經由 TDS 分析，脫附的氧量在變換成氧原子時為 1.0×10^{18} 原子/cm³ 或更大，較佳地為 1.0×10^{20} 原子/cm³ 或更大，更佳地為 3.0×10^{20} 原子/cm³ 或更大。

在此，在 TDS 分析中，脫附的氧量在變換成氧原子時的測量方法在下面描述。

氣體在 TDS 分析中的解吸量與譜的積分值成比例。因而，根據氧化物絕緣膜的譜的積分值與標準樣本的參考值之比，能夠計算出氣體的解吸量。標準樣本的參考值是分子密度與含有給定分子的樣本的譜的積分值之比。

例如，根據含有給定濃度的氫的矽晶圓（該矽晶圓是標準樣本）的 TDS 分析結果，以及氧化物絕緣膜的 TDS 分析結果，從氧化物絕緣膜中脫附的氧分子量（N_{O₂}）能夠經由公式 1 來獲得。

$$N_{O_2} = N_{H_2}/S_{H_2} \times S_{O_2} \times \alpha \quad (\text{公式 1})$$

N_{H_2} 是經由變換從具有給定濃度的標準樣本中脫附的氫分子數而獲得的值。 S_{H_2} 是經由 TDS 來分析的標準樣本的譜的積分值。換言之，標準樣本的參考值是 N_{H_2}/S_{H_2} 。 S_{O_2} 是在氧化物絕緣膜經由 TDS 來分析時的譜的積分值。 α 是影響 TDS 分析中的譜強度的係數。至於公式 1 的細節，請參考 JPH6-275697A。注意，從氧化物絕緣膜中脫附的氧量在將含有 1×10^{16} 原子/cm³ 的氫原子的矽晶圓用作標準樣本的情況下，使用由 ESCO 有限公司製造的熱解吸譜儀 EMD-WA1000S/W 來測量。

另外， N_{O_2} 是脫附的氧分子 (O_2) 的量。在氧化物絕緣膜中，脫附的氧以氧原子表示的量是脫附的氧以氧分子 (O_2) 表示的數量的兩倍。

氧化物絕緣膜 53 為 50 nm 厚的或更大，較佳為 200 nm 至 500 nm。經由使用厚的氧化物絕緣膜 53，能夠增加從氧化物絕緣膜 53 中脫附的氧量，並且能夠減少在氧化物絕緣膜 53 與稍後形成的氧化物半導體膜之間的界面處的缺陷。

氧化物絕緣膜 53 經由濺射法、CVD 法等來形成。較佳地，經由熱處理使一部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜經由濺射法容易形成。

當經由熱處理使一部分氧從其中脫附的氧化物絕緣膜

經由濺射法來形成時，在沈積氣體中所含有的氧量較佳是大的，並且能夠使用氧氣（ O_2 ）、氧氣（ O_2 ）和稀有氣體（例如 Ar）的混合氣體等。典型地，沈積氣體的氧氣濃度較佳為 6%至 100%。

能夠將氧化矽膜形成為這種氧化物絕緣膜的典型示例，從該氧化物絕緣膜中一部分氧經由熱處理來脫附。在這種情況下，氧化矽膜在以下條件下較佳經由 RF 濺射法來形成：將石英（較佳為合成石英）用作靶；基板溫度為 30°C 至 450°C （較佳為 70°C 至 200°C ）；基板和靶之間的距離（T-S 距離）為 20nm 至 400nm（較佳為 40mm 至 200mm）；壓力為 0.1Pa 至 4Pa（較佳為 0.2Pa 至 1.2Pa），高頻功率為 0.5kW 至 12kW（較佳為 1kW 至 5kW）；以及氧氣在沈積氣體中的比例（ $O_2/(O_2+Ar)$ ）為 1%至 100%（較佳為 6%至 100%）。注意，矽靶可以用作代替石英（較佳為合成石英）靶的靶。另外，氧氣可以單獨用作沈積氣體。

作為氧化物半導體膜 55，能夠使用四成分金屬氧化物，例如，In-Sn-Ga-Zn-O 基金屬氧化物；三成分金屬氧化物，例如，In-Ga-Zn-O 基金屬氧化物、In-Sn-Zn-O 基金屬氧化物、In-Al-Zn-O 基金屬氧化物、Sn-Ga-Zn-O 基金屬氧化物、Al-Ga-Zn-O 基金屬氧化物或 Sn-Al-Zn-O 基金屬氧化物；二成分金屬氧化物，例如，In-Zn-O 基金屬氧化物、Sn-Zn-O 基金屬氧化物、Al-Zn-O 基金屬氧化物、Zn-Mg-O 基金屬氧化物、Sn-Mg-O 基金屬氧化物或 In-

Mg-O 基金屬氧化物。在此， n 成分金屬氧化物經由 n 種金屬氧化物來構造。較佳地，能夠形成氧化物半導體膜 55 的金屬氧化物的能隙為 2eV 或更大，較佳為 2.5eV 或更大，更較佳地為 3eV 或更大。以這種方式，能夠經由使用具有寬帶隙的金屬氧化物來降低電晶體的斷態電流。

另外，作為氧化物半導體膜，能夠使用由化學運算式 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m>0$) 表示的材料的薄膜。在此， M 表示一種或多種選自 Zn 、 Ga 、 Al 、 Mn 和 Co 的組的金屬元素。例如， M 可以是 Ga 、 Ga 和 Al 、 Ga 和 Mn 、 Ga 和 Co 等。

在將 In-Zn-O 基材料用作氧化物半導體的情況下，所使用的靶具有 $\text{In}:\text{Zn}=50:1$ 至 $1:2$ 的原子組成比（摩爾比為 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{ZnO}=25:1$ 至 $1:4$ ），較佳地，原子比為 $\text{In}:\text{Zn}=20:1$ 至 $1:1$ （摩爾比為 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{ZnO}=10:1$ 至 $1:2$ ），更佳地，原子比為 $\text{In}:\text{Zn}=15:1$ 至 $1.5:1$ （摩爾比為 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{ZnO}=15:2$ 至 $3:4$ ）。例如，在用於形成具有 $\text{In}:\text{Zn}:\text{O}=X:Y:Z$ 的原子比的 In-Zn-O 基氧化物半導體的靶中，滿足關係 $Z>1.5X+Y$ 。

注意，氧化物半導體膜 55 含有氫。注意，除了氫原子之外，在氧化物半導體膜 55 中於某些情況下還可以含有形式為氫分子、水、羥基或氫化物的氫。

在氧化物半導體膜 55 中所含有的鹼金屬或鹼土金屬的濃度較佳為 2×10^{16} 原子/ cm^3 或更少，或者 1×10^{18} 原子/ cm^3 或更少。

氧化物半導體膜 55 的厚度較佳為 3nm 至 50nm 。

氧化物半導體膜 55 能夠經由濺射法形成，塗布法、印刷法、脈衝鐳射沈積法等也可以使用。

在本實施例中，氧化物半導體膜 55 經由使用 In-Ga-Zn-O 基氧化物靶的濺射法形成。作為選擇，氧化物半導體膜 55 能夠經由濺射法在稀有氣體（典型為氬）氛圍、氧氣氛圍或者稀有氣體和氧的混合氛圍中形成。

作為用於形成氧化物半導體膜 55 的濺射氣體，較佳的是使用高純度的氣體，在該氣體中去除了諸如氫、水、羥基或氫化物的雜質。當氧化物半導體膜 55 在基板溫度為 100℃ 至 600℃（較佳為 200℃ 至 400℃）的情況下形成時，能夠降低在氧化物半導體膜 55 中的雜質濃度。

然後，在基板 51 上執行熱處理以從氧化物半導體膜 55 中去除氫，並且使氧化物絕緣膜 53 中所含的一部分氧擴散到氧化物半導體膜 55 中以及擴散到氧化物絕緣膜 53 在氧化物絕緣膜 53 和氧化物半導體膜 55 之間的界面附近的區域中。

以這種方式，氧化物半導體膜的沈積在執行熱處理的同時執行，或者在氧化物半導體膜沈積之後執行熱處理，並且由此氧化物半導體膜能夠具有其中晶體沿著 C 軸配向的區域。

用於熱處理的熱處理設備並不限定於特定的設備，並且可以給該設備提供用於經由加熱元件（例如，電阻加熱元件）的熱輻射或熱傳導加熱要被處理的物體的器件。例如，能夠使用電爐或迅速熱退火（RTA）設備（例如，氣

體迅速熱退火（GRTA）設備或燈迅速熱退火（LRTA）設備）。LRTA 設備是用於經由從諸如鹵素燈、金屬鹵化物燈、氙弧燈、碳弧燈、高壓鈉燈或高壓汞燈的燈中發射出的光（電磁波）的輻射加熱要被處理的物體的設備。GRTA 設備是用於使用高溫氣體來熱處理的設備。

熱處理的溫度較佳為使氫從氧化物半導體膜 55 中去除以及使在氧化物絕緣膜 53 中所含有的一部分氧脫附並且擴散到氧化物半導體膜 55 之內的溫度。該溫度典型為 150°C 或更高並且低於基板 51 的應變點，較佳為 250°C 至 450°C。

熱處理較佳在惰性氣體氛圍中執行；典型地，熱處理較佳在稀有氣體（例如氦、氖、氬、氙或氪）氛圍或氮氛圍中執行。作為選擇，熱處理可以在氧化性氛圍中執行。

該熱處理能夠將氫從氧化物半導體膜 55 中去除並且能夠使在氧化物絕緣膜 53 中所含的一部分氧擴散到氧化物半導體膜 55 之內以及擴散到氧化物絕緣膜 53 在氧化物絕緣膜 53 和氧化物半導體膜 55 之間的界面附近的區域之內。在這種程序中，在氧化物半導體膜 55 中的氧空位能夠得以減少並且氧擴散到氧化物絕緣膜 53 在氧化物絕緣膜 53 和氧化物半導體膜 55 的界面附近的區域之內，由此減少在氧化物半導體膜與氧化物絕緣膜之間的界面處的缺陷。結果，如圖 1B 所示，具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜 57 能夠得以形成。

在氧化物絕緣膜 53 以氧化物半導體膜 55 覆蓋時執行

熱處理，使得在氧化物絕緣膜 53 中的一部分氧擴散到氧化物半導體膜 55 之內。因而，能夠減少氧化物半導體膜 55 的氧空位。另外，由於氧化物絕緣膜 53 以氧化物半導體膜 55 覆蓋並且氧化物絕緣膜 53 的表面沒有露出，因而減少了從氧化物絕緣膜 53 中出來的氧量，從而能夠有效地減少在氧化物絕緣膜 53 和氧化物半導體膜 55 之間的界面處的缺陷。

然後，在掩模形成於氧化物半導體膜 57 上之後，氧化物半導體膜 57 利用該掩模來蝕刻以形成島形氧化物半導體膜 59。之後，去除掩模（參見圖 1C）。

在氧化物半導體膜 57 的蝕刻中所使用的掩模能夠經由光刻程序、噴墨法、印刷法等適當地形成。可以適當地採用濕蝕刻或乾蝕刻來蝕刻氧化物半導體膜 57。

然後，如圖 1D 所示，形成與氧化物半導體膜 59 接觸的電極對 61。

此時，電極對 61 起著源電極和汲極電極的作用。

電極對 61 能夠使用選自鋁、鉻、銅、鈹、鈦、鋁和鎢的組的金屬元素，含有這些金屬元素中的任一種作為成分的合金，含有這些金屬元素的組合的合金等來形成。此外，還可以使用選自錳、鎂、鋅、和鈹的組的一種或多種金屬元素。另外，電極對 61 能夠具有單層結構或者包括兩個或更多的層的疊層結構。例如，能夠給出含有矽的鋁膜的單層結構，其中鈦膜堆疊於鋁膜之上的雙層結構，其中鈦膜堆疊於氮化鈦膜之上的雙層結構，其中鎢膜堆疊於

氮化鈦膜之上的雙層結構，其中鎢膜堆疊於氮化鉬膜之上的雙層結構，其中鈦膜、鋁膜和鈦膜按這種順序來堆疊的三層結構等。

電極對 61 能夠使用光透射導電材料形成，該光透射導電材料例如氧化銦錫、含有氧化鎢的氧化銦、含有氧化鎢的氧化銦鋅、含有氧化鈦的氧化銦、含有氧化鈦的氧化銦錫、氧化銦鋅，或其中添加了氧化矽的氧化銦錫。採用使用任意的以上光透射導電材料以及任意的以上金屬元素形成的疊層結構同樣是可能的。

電極對 61 經由印刷法或噴墨法形成。作為選擇，在導電膜經由濺射法、CVD 法、蒸發法等形成之後，將掩模形成於導電膜之上並且蝕刻導電膜，由此形成電極對 61。形成於導電膜之上的掩模能夠經由噴墨法、印刷法、光刻法等適當地形成。

此時，導電膜形成於氧化物半導體膜 59 和氧化物絕緣膜 53 之上，並且被蝕刻成預定的圖形以形成電極對 61。

注意，導電膜形成於氧化物半導體膜 57 之上，凹凸形狀的掩模經由多色調光掩模來形成，氧化物半導體膜 57 和導電膜利用該掩模來蝕刻，並且然後凹凸形狀的掩模經由灰化來分離，導電膜利用分離的掩模來蝕刻以形成島形氧化物半導體膜 59 和電極對 61。在這種程序中，能夠減少所使用光掩模的數量以及該光刻程序的步驟數。

然後，閘極絕緣膜 63 形成於氧化物半導體膜 59 和電

極對 61 之上。

然後，閘極電極 65 形成於在閘極絕緣膜 63 之上並且與氧化物半導體膜 59 重疊的區域內。

之後，可以將絕緣膜 69 形成爲保護膜（圖 1E）。另外，在接觸孔形成於閘極絕緣膜 63 和絕緣膜 69 中後，可以形成連接至電極對 61 的佈線。

閘極絕緣膜 63 能夠形成爲具有氧化矽、氧氮化矽、氮化矽、氮氧化矽、氧化鋁、氧氮化鋁或氧化鎵的單層或疊層。閘極絕緣膜 63 中與氧化物半導體膜 59 接觸的部分較佳含有氧，特別地，閘極絕緣膜 63 較佳由氧化矽膜形成。經由使用氧化矽膜，有可能使氧擴散到氧化物半導體膜 59，從而能夠提高該氧化物半導體膜 59 的特性。

當將諸如矽酸鈣（ HfSiO_x ）、添加氮的矽酸鈣（ $\text{HfSi}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ）、添加氮的鋁酸鈣（ $\text{HfAl}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ）、氧化鈣或氧化鈮的高 k 值材料用作閘極絕緣膜 63 時，能夠增加閘極絕緣膜的物理厚度，從而能夠降低閘極漏電流。此外，還能夠使用其中堆疊了高 k 值材料以及氧化矽、氮化矽、氧氮化矽、氮氧化矽、氧化鋁、氧氮化鋁和氧化鎵中的一種或多種的疊層結構。例如，閘極絕緣膜 63 的厚度較佳爲 1nm 至 300nm，並且更較佳地爲 5nm 至 50nm。相反，當閘極絕緣膜 63 的厚度爲 5nm 或更大時，能夠降低閘極漏電流。

在閘極絕緣膜 63 形成之前，島形氧化物半導體膜 59 的表面可以暴露于諸如氧氣、臭氧或一氧化二氮的氧化性

氣體的等離子體，以便被氧化，由此減少氧空位。

閘極電極 65 能夠使用選自鋁、鉻、銅、鈮、鈦、鉬和鎢的組的金屬元素，含有這些金屬元素中的任一種作為成分的合金，含有這些金屬元素的組合的合金等來形成。此外，還可以使用選自錳、鎂、鋯和鈹的組中的一種或多種金屬元素。此外，閘極電極 65 可以具有單層結構或者兩個或更多的層的疊層結構。例如，能夠給出含有矽的鋁膜的單層結構，其中鈦膜堆疊於鋁膜之上的雙層結構，其中鈦膜堆疊於氮化鈦膜之上的雙層結構，其中鎢膜堆疊於氮化鈦膜之上的雙層結構，其中鎢膜堆疊於氮化鈮膜之上的雙層結構，其中鈦膜、鋁膜和鈦膜依次堆疊的三層結構等。

閘極電極 65 能夠使用光透射導電材料形成，該光透射導電材料例如，氧化銦錫、含有氧化鎢的氧化銦、含有氧化鎢的氧化銦鋅、含有氧化鈦的氧化銦、含有氧化鈦的氧化銦錫、氧化銦鋅或者添加了氧化矽的氧化銦錫。還可以採用使用任意的以上光透射導電材料以及任意的以上金屬元素形成的疊層結構。

絕緣膜 69 能夠以針對閘極絕緣膜 63 列出的任意絕緣膜來適當地形成。

之後，可以執行熱處理。

經由以上步驟，能夠形成在通道形成區中具有氧化物半導體膜的電晶體。

在本實施例中，在氧化物絕緣膜的表面以氧化物半導

體膜覆蓋時執行熱處理，並且然後將氧化物半導體膜蝕刻成預定的形狀以使一部分氧化物絕緣膜露出。因此，能夠抑制從氧化物絕緣膜中出來的氧量，能夠使一部分氧擴散到氧化物半導體膜中以減少氧化物半導體膜中的氧空位，並且氫能夠從氧化物半導體膜中脫附。結果，除了氫和氧空位的減少之外（該氫和氧空位是氧化物半導體膜的載子源），還能夠實現在氧化物半導體膜和氧化物絕緣膜之間的界面處的缺陷的減少。因此，能夠防止電晶體的臨限電壓移位元至負側。

（實施例 2）

在實施例 2 中，具有與在實施例 1 中所描述的電晶體的結構不同的結構的電晶體的製造方法將參照圖 3A 到 3D 和圖 4 來描述。實施例 2 與實施例 1 的不同之處在於，電極對被設置於氧化物絕緣膜和氧化物半導體膜之間。注意，沿著圖 4 中的點劃線 A-B 取得的剖面圖對應於圖 3D。

如圖 3A 所示，氧化物絕緣膜 53 像在實施例 1 中那樣形成於基板 51 之上。電極對 71 形成於氧化物絕緣膜 53 之上。氧化物半導體膜 73 形成於電極對 71 與氧化物絕緣膜 53 之上。

電極對 71 能夠經由使用與實施例 1 中所描述的電極對 61 的材料和形成方法類似的材料和形成方法適當地形成。

氧化物半導體膜 73 能夠經由使用與實施例 1 中所描述的氧化物半導體膜 55 的材料和形成方法類似的材料和形成方法適當地形成。

然後，像在實施例 1 中那樣，基板 51 被加熱，從而形成具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜。之後，掩模形成於具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜之上並且在具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜上執行蝕刻以形成島形氧化物半導體膜 75。然後，去除掩模（參見圖 3B）。

如圖 3C 所示，閘極絕緣膜 77 形成於電極對 71 和氧化物半導體膜 75 之上。然後，閘極電極 79 形成於在閘極絕緣膜 77 之上並且與氧化物半導體膜 75 重疊的區域內。然後，絕緣膜 81 可以形成於閘極絕緣膜 77 和閘極電極 79 之上，作為保護膜。

閘極絕緣膜 77 可以經由使用與實施例 1 中所描述的閘極絕緣膜 63 的材料和形成方法類似的材料和形成方法適當地形成。

閘極電極 79 能夠經由使用與實施例 1 中所描述的閘極電極 65 的材料和形成方法類似的材料和形成方法適當地形成。

絕緣膜 81 能夠經由使用與實施例 1 中所描述的絕緣膜 69 的材料和形成方法類似的材料和形成方法適當地形成。

然後，在掩模形成於絕緣膜 81 之上後，部分蝕刻閘

極絕緣膜 77 和絕緣膜 81 以形成接觸孔。形成佈線 83，以便經由接觸孔與電極對 71 連接。

佈線 83 能夠經由使用與電極對 71 的材料和形成方法類似的材料和形成方法適當地形成。

經由以上步驟，能夠形成在通道形成區中具有氧化物半導體膜的電晶體。

在本實施例中，除了氫和氧空位的減少之外（該氫和氧空位是氧化物半導體膜的載子源），還能夠實現在氧化物半導體膜和氧化物絕緣膜之間的界面處的缺陷的減少。因此，能夠防止電晶體的臨限電壓移位元到負側。

（實施例 3）

在實施例 3 中，其中與實施例 1 和實施例 2 中所描述的電晶體相比在氧化物半導體膜和佈線對之間的接觸電阻能夠減小得更多的電晶體的製造方法將參照圖 1A 到 1E 和圖 5A 到 5E 來描述。

如在實施例 1 中那樣，在圖 1A 和 1B 所示的步驟中，氧化物半導體膜 55 形成於氧化物絕緣膜 53 之上並且被加熱以形成具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜 57。然後，如圖 5A 所示，具有 n 型導電性的緩衝層（buffer）84 形成於具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜 57 之上。

對於具有 n 型導電性的緩衝層 84，能夠使用選自氧化銦、氧化銦錫、氧化銦鋅、氧化錫、氧化鋅和氧化錫鋅

的組的金屬氧化物，或者含有選自鋁、鎵和矽的組的一種或多種元素的金屬氧化物材料。以這種結構，能夠減小在氧化物半導體膜與稍後形成的用作源電極和汲極電極的電極對之間的接觸電阻。

在這種情況下，當加熱氧化物半導體膜以使氫從氧化物半導體膜中去除時，氧同時從氧化物絕緣膜擴散到了氧化物半導體膜中。之後，具有 n 型導電性的緩衝層 84 形成於氧化物半導體膜之上，由此使氫從氧化物半導體膜中充分地脫附。結果，能夠減少在氧化物半導體膜中的氫濃度和氧空位，並從而能夠防止電晶體的臨限電壓移位元至負側。

然後，在掩模形成於具有 n 型導電性的緩衝層 84 之上後，具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜 57 以及具有 n 型導電性的緩衝層 84 被蝕刻以形成島形氧化物半導體膜 59 以及具有 n 型導電性的島形緩衝層 85。之後，去除掩模（參見圖 5B）。

如圖 5C 所示，電極對 61 形成於島形氧化物半導體膜 59 以及具有 n 型導電性的緩衝層 85 之上。在這種情況下，爲了保持閘極絕緣膜的膜質量，較佳地將不從閘極絕緣膜中提取出氧的材料用作電極對 61。電極對 61 的材料示例包括鎢、鉬等。但是，遺憾的是，鎢或鉬在與氧化物半導體膜和閘極絕緣膜接觸的區域中變成了高電阻的金屬氧化物。由於該原因，具有 n 型導電性的緩衝層被設置於島形氧化物半導體膜 59 與電極對 61 之間，從而能夠減

小在島形氧化物半導體膜 59 和電極對 61 之間的接觸電阻。

然後，經由使用形成於電極對 61 之上的掩模（沒有示出），具有 n 型導電性的緩衝層 85 的暴露部分被蝕刻以形成一對具有 n 型導電性的緩衝層 87。

注意，在去除了形成於電極對 61 之上的掩模後，可以將電極對 61 用作掩模並且蝕刻具有 n 型導電性的緩衝層 85 的暴露部分，從而形成這對具有 n 型導電性的緩衝層 87。

在蝕刻具有 n 型導電性的緩衝層 85 時，較佳採用其中島形氧化物半導體膜 59 不被蝕刻並且具有 n 型導電性的緩衝層 85 被選擇性地蝕刻（具有高蝕刻選擇性的條件）的條件。另外，如果在島形氧化物半導體膜 59 與具有 n 型導電性的緩衝層 85 之間的蝕刻選擇性是低的，島形氧化物半導體膜 59 被部分地蝕刻成具有凹槽（凹陷部分）的形狀，具有 n 型導電性的緩衝層 85 也是如此。

在本實施例中，因為這對具有 n 型導電性的緩衝層 87 被設置於島形氧化物半導體膜 59 與電極對 61 之間，所以能夠降低在島形氧化物半導體膜 59 和電極對 61 之間的接觸電阻。結果，能夠防止電晶體的通態電流降低。

然後，像在實施例 1 中那樣，形成閘極絕緣膜 63、閘極電極 65 和絕緣膜 69。另外，在接觸孔形成於閘極絕緣膜 63 和絕緣膜 69 中後，可以形成佈線，以便連接至電極對 61。

經由以上步驟，能夠形成在通道形成區中具有氧化物半導體膜的電晶體。

在本實施例中，因為形成了具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜並且爲了降低在氧化物半導體膜與佈線對之間的接觸電阻而形成了具有 n 型導電性的緩衝層，所以能夠防止電晶體的臨限電壓移位元至負側並且能夠防止電晶體的通態電流降低。

（實施例 4）

在實施例 4 中，通態電流量大且場效應遷移率高的電晶體或者具有受控的臨限電壓的電晶體將參照圖 6A 到 6D 來描述。

如圖 6A 所示，氧化物絕緣膜 53 形成於基板 51 之上。第一閘極電極 91 形成於氧化物絕緣膜 53 之上。第一閘極絕緣膜 93 形成於氧化物絕緣膜 53 和第一閘極電極 91 之上。氧化物半導體膜 95 形成於第一閘極絕緣膜 93 之上。

第一閘極電極 91 能夠按照與實施例 1 中的閘極電極 65 類似的方式形成。

第一閘極絕緣膜 93 能夠按照與實施例 1 中的閘極絕緣膜 63 類似的方式形成。

氧化物半導體膜 95 能夠按照與實施例 1 中的氧化物半導體膜 55 類似的方式形成。

然後，如圖 6B 所示，像在實施例 1 中那樣，氧化物

半導體膜 95 被加熱以形成具有降低的氫濃度和減少的氧空位的氧化物半導體膜 97。

然後，掩模形成於氧化物半導體膜 97 之上並且氧化物半導體膜 97 被蝕刻形成島形氧化物半導體膜 99。之後，去除掩模（參見圖 6C）。

然後，如圖 6D 所示，電極對 101 形成於島形氧化物半導體膜 99 之上。然後，第二閘極絕緣膜 103 形成於島形氧化物半導體膜 99 和該電極對 101 之上。第二閘極電極 105 形成於在第二閘極絕緣膜 103 之上並與島形氧化物半導體膜 99 重疊的區域內。絕緣膜 109 可以形成於第二閘極絕緣膜 103 和第二閘極電極 105 之上，作為保護膜。

電極對 101 能夠按照與實施例 1 中所描述的電極對 61 類似的方式形成。

第二閘極絕緣膜 103 能夠按照與實施例 1 中的閘極絕緣膜 63 類似的方式形成。

第二閘極電極 105 能夠按照與實施例 1 中所描述的閘極電極 65 類似的方式形成。

絕緣膜 109 能夠按照與實施例 1 中所描述的絕緣膜 69 類似的方式形成。

第一閘極電極 91 和第二閘極電極 105 可以連接。在這種情況下，第一閘極電極 91 和第二閘極電極 105 具有相同的電位並且通道形成區形成於氧化物半導體膜 99 的第一閘極絕緣膜 93 一側上以及在氧化物半導體膜 99 的第二閘極絕緣膜 103 一側上，並且由此能夠增加電晶體的通

態電流和場效應遷移率。

作為選擇，第一閘極電極 91 和第二閘極電極 105 不連接並且具有不同的施加電位同樣是可能的。在這種情況下，能夠控制電晶體的臨限電壓。

在本實施例中，電極對形成於島形氧化物半導體膜 99 和第二閘極絕緣膜 103 之間，但是該電極對可以形成於第一閘極絕緣膜 93 與島形氧化物半導體膜 99 之間。

經由上述步驟，能夠形成具有多個閘極電極的電晶體。

（實施例 5）

在實施例 5 中，將描述一種與實施例 1 到 4 中所描述的方法相比能夠更大地降低氧化物半導體膜的氫濃度的方法。注意，實施例 5 的描述參考實施例 1 來進行；但是，實施例 5 能夠適當地應用於實施例 2 到 4。

在圖 1A 中，基板 51 在氧化物絕緣膜 53 形成於基板 51 之上前加熱。氧化物絕緣膜 53 和氧化半導體膜 55 形成於基板 51 之上。

基板 51 的加熱溫度較佳為能夠使吸附于或包含於基板 51 內的氫脫附的溫度。典型地，該溫度為 100°C 或更高並且低於基板的應變點。另外，對基板 51 的熱處理較佳在氫含量低的氛圍中執行。較佳地，該熱處理在 1×10^{-4} Pa 或更小的高真空中執行。結果，能夠減少吸附在基板表面上的氫、氫分子、水、羥基、氫化物等。

此外，從對基板 51 的熱處理到氧化物半導體膜 55 的形成的一系列步驟在真空中連續執行，沒有暴露於空氣。因此，氫、氫分子、水、羥基、氫化物等沒有吸附於基板 51、氧化物絕緣膜 53 和氧化物半導體膜 55 上，並且在對氧化物半導體膜 55 的熱處理中，能夠抑制氫從基板 51 和氧化物絕緣膜 53 擴散到氧化物半導體膜 55 中，從而能夠降低被加熱的氧化物半導體膜 57（示出於圖 1B 中）的氫濃度。結果，能夠防止電晶體的臨限電壓移位元至負側。

（實施例 6）

形成在實施例 1 到 5 的任一實施例中所描述的電晶體，並且能夠經由將該晶體管用於像素部分並進一步用於驅動電路來製造具有顯示功能的半導體裝置（也稱為顯示裝置）。此外，包含電晶體的驅動電路的一部分或整體能夠形成於基板之上，在該基板上形成了像素部分；因而，能夠獲得系統面板（system-on-panel）。

顯示裝置包括顯示元件。作為顯示元件，能夠使用液晶元件（也稱為液晶顯示元件）或發光元件（也稱為發光顯示元件）。發光元件在其類別中包括其亮度由電流或電壓控制的元件，並且在其類別中具體包括無機電致發光（EL）元件、有機 EL 元件等。而且，還能夠使用其對比度經由電場改變的顯示媒體，例如電子墨水。

另外，顯示裝置包括顯示元件密封於其中的面板，以及其中包含控制器的 IC 等安裝於該面板上的模組。而

且，與一種在顯示裝置的製造程序中完成顯示元件之前的模式對應的元件基板被設置有用於給每個像素中的顯示元件供應電流的設備。具體而言，元件基板可以具有其中僅設置了顯示元件的像素電極的模式，在將要成為像素電極的導電膜形成之後且在像素電極經由蝕刻導電膜形成之前的模式，或者任意其他狀態。

注意，顯示裝置在本說明書中意指影像顯示裝置、顯示裝置或光源（包括照明裝置）。此外，顯示裝置在其類別中還包括下列模組：包括諸如軟性印刷電路（FPC）、帶式自動鍵結（TAB）帶或載帶封裝（TCP）附接的連接器的模組；具有在其端部設置有印刷線路板的 TAB 帶或 TCP 的模組；以及具有經由玻璃上晶片（COG）方法直接安裝於顯示元件之上的積體電路（IC）的模組。

（實施例 7）

在本說明書中揭示的半導體裝置能夠應用於電子紙。電子紙可用於各種領域的能夠顯示資料電子裝置。例如，電子紙能夠應用于電子書閱讀器（e-book）、海報、數位標牌、公共資訊顯示（PID）、在諸如火車的交通工具中的廣告、各種卡（例如，信用卡）的顯示等。在圖 7 中示出了電子裝置的示例。

圖 7 示出了電子書閱讀器 2700，作為此類電子設備的一個示例。例如，電子書閱讀器 2700 包括兩個外殼，外殼 2701 和外殼 2703。外殼 2701 和外殼 2703 以鉸鏈

2711 結合，使得電子書閱讀器 2700 能夠以鉸鏈 2711 為軸來打開和合上。以這種結構，電子書閱讀器 2700 能夠像紙質書一樣操作。

顯示部分 2705 和光電轉換裝置 2706 被結合到外殼 2701 中。顯示部分 2707 和光電轉換裝置 2708 被外殼 2703 中。顯示部分 2705 和顯示部分 2707 可以顯示一個影像或不同的影像。例如，在顯示部分 2705 和顯示部分 2707 顯示不同的影像的情況下，文本數位能夠顯示於右側的顯示部分（圖 7 中的顯示部分 2705）上，而影像資料能夠顯示於左側的顯示部分（圖 7 中的顯示部分 2707）上。

圖 7 示出了其中外殼 2701 設置有操作部分等的示例。例如，外殼 2701 設置有電源開關 2721、操作鍵 2723、揚聲器 2725 等。頁面能夠經由操作鍵 2723 來翻轉。注意，還可以將鍵盤、定點裝置等設置於其上設置有顯示部分的外殼的表面上。而且，在外殼背面或側面上可以設置外部連接端子（耳機端子、USB 端子、能夠與 AC 適配器或諸如 USB 纜線的各種纜線連接的端子等），記錄媒體插入部分等。而且，電子書閱讀器 2700 可以具有電子詞典的功能。

電子書閱讀器 2700 可以具有能夠無線發送和接收資料的結構。經由無線通信，能夠從電子書伺服器購買並下載所想要的圖書資料等。

（實施例 8）

在本說明書中所揭示的半導體裝置能夠應用於多種電子裝置（包括遊戲機）。電子裝置的示例是電視機（也稱為電視或電視接收器）、計算器等的監視器、諸如數位相機或數位攝像機的攝像機、數位相框、行動電話（也稱為手機或行動電話裝置）、攜帶型遊戲機、攜帶型資訊終端、音頻再現裝置、大型遊戲機（例如，彈球遊戲機）等。

圖 8A 示出了電視機 9600，作為此類電子裝置的一個示例。在電視機 9600 中，顯示部分 9603 被結合到外殼 9601 中。顯示部分 9603 能夠顯示影像。在此，外殼 9601 由底座 9605 支撐。

電視機 9600 能夠用外殼 9601 的操作開關或分離的遙控器 9610 來操作。頻道和音量能夠經由遙控器 9610 的操作鍵 9609 來控制，從而能夠控制顯示於顯示部分 9603 上的影像。而且，可以給遙控器 9610 設置顯示部分 9607，用於顯示從遙控器 9610 中輸出的資料。

注意，電視機 9600 設置有接收器、數據機等。經由使用接收器，能夠接收一般的電視廣播。而且，當顯示裝置經由數據機有線地或無線地連接至通信網路時，能夠執行單向（從發送器到接收器）或雙向（在發送器和接收器之間或者在接收器之間）的資訊通信。

圖 8B 示出了數位相框 9700，作為此類電子裝置的一個示例。例如，在數位相框 9700 中，顯示部分被結合到

外殼 9701 中。顯示部分 9703 能夠顯示多種影像。例如，顯示部分 9703 能夠顯示以數位相機等拍攝的影像的資料並且起著普通相框的作用。

注意，數位相框 9700 設置有操作部分、外部連接端子（USB 端子、能夠與諸如 USB 纜線的各種纜線連接的端子等）、記錄媒體插入部分等。雖然這些部件可以設置於其上設置有顯示部分的表面上，但是對數位相框 9700 的設計而言，較佳的是，將它們設置於側面或背面上。例如，存儲數位相機所拍攝的影像的資料的記憶體被插入數位相框的記錄媒體插入部分中，由此能夠傳輸影像資料，然後將其顯示於顯示部分 9703 上。

數位相框 9700 可以被配置用於無線地發送和接收資料。可以使用其中所需的影像資料被無線傳輸以進行顯示的結構。

[示例 1]

在示例 1 中，氧化物絕緣膜和氧化物半導體膜的形成程序，以及在熱處理的時刻與從氧化物絕緣膜中脫附的氧量之間的關係將參照圖 9A 到 9C、圖 10A 到 10C 及圖 11A 到 11C 來描述。

首先，將描述形成各個樣本的方法。在示例 1 中，執行下面的步驟 1 到 4 中的至少一個步驟以形成樣本。

（步驟 1）將氧化物絕緣膜形成於基板之上。此時，300 nm 厚的氧化矽膜被形成為氧化物絕緣膜。

氧化物絕緣膜經由 RF 濺射法在以下條件下形成：使用石英靶，將流率為 25 sccm 的氬和流率為 25 sccm 的氧用作濺射氣體，頻率為 13.56 MHz 的高頻電源的功率為 1.5kW，壓力是 0.4Pa，在基板和靶之間距離是 60 mm，以及基板溫度是 100℃。

（步驟 2）將氧化物半導體膜形成於氧化物絕緣膜之上。此時，30 nm 厚的 In-Ga-Zn-O 膜被形成為氧化物半導體膜。

氧化物半導體膜經由 DC 濺射法在以下條件下形成：使用 In-Ga-Zn-O ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{ZnO}=1:1:2$ [摩爾比]) 靶，將流率為 30sccm 的氬和流率為 15 sccm 的氧用作濺射氣體，電源的功率是 0.5kW，壓力是 0.4Pa，在基板和靶之間的距離是 60 mm，以及基板溫度是 200℃。

（步驟 3）掩模經由光刻程序形成於氧化物半導體膜之上，並且然後部分蝕刻氧化物半導體膜以形成島形氧化物半導體膜。

（步驟 4）執行熱處理。

熱處理按以下方式執行。樣本在具有氮氛圍的電爐中在 450℃ 加熱並且保持 1 小時。

樣本 1、樣本 3 和樣本 5 沒有受到熱處理而樣本 2、樣本 4 和樣本 6 受到了熱處理。此外，樣本 2、樣本 4 和樣本 6 在不同的時刻受到熱處理。

在樣本 1 中，在步驟 1 和步驟 2 之後去除氧化物半導體膜。在樣本 2 中，在執行了在步驟 1 和步驟 2 之後的步

驟 4（熱處理）之後去除氧化物半導體膜。

至於樣本 3，執行步驟 1。至於樣本 4，在步驟 1 之後執行步驟 4（熱處理）。

在樣本 5 中，島形氧化物半導體膜在步驟 1 到 3 之後去除。在樣本 6 中，在執行了在步驟 1 到 3 之後的步驟 4（熱處理）之後去除島形氧化物半導體膜。

然後，樣本 1 到 6 的脫氣產量經由 TDS 分析來測量。將由 ESCO 有限公司製造的熱解吸譜儀 EMD-WA1000S/W 用於該 TDS 分析。注意，TDS 分析是其中樣本在真空情況下加熱以及當樣本的溫度增高時由樣本產生的氣體成分由四極質量分析器來檢測的分析方法。所測得的氣體成分經由 m/z （質量/電荷）值相互區分開。這裏示出了 m/z 為 32 的 TDS 譜。注意，存在作為 m/z 為 32 的成分的氧分子（ O_2 ）等。

樣本 1（沒有加熱的）的和樣本 2（加熱的）的 TDS 譜在圖 9A 中分別由虛線 201 和實線 203 示出。

樣本 3（沒有加熱的）的和樣本 4（加熱的）的 TDS 譜在圖 9B 中分別由虛線 205 和實線 207 示出。

樣本 5（沒有加熱的）的和樣本 6（加熱的）的 TDS 譜在圖 9C 中分別由虛線 209 和實線 211 示出。

圖 10A、10B 和 10C 是分別示出在樣本 2、4 和 6 的熱處理時從氧化物絕緣膜 113 中釋放出的氧的模型的視圖。

如圖 10A 所示，堆疊於基板 111 之上的氧化物絕緣膜

113 和氧化物半導體膜 115 被加熱，使得氧化物半導體膜 115 用作保護膜，以抑制從氧化物絕緣膜 113 中釋放出氧。出於該原因，如圖 9A 所示，在樣本 1 和樣本 2 的 TDS 分析中有或沒有熱處理的氧釋放量幾乎沒有差別，樣本 1 和樣本 2 中的每一個都去除了氧化物半導體膜。這是因為在氧化物絕緣膜中所含的能夠通過熱處理脫附的氧量並沒有減少那麼多。

另一方面，如圖 10B 所示，熱處理在沒有形成覆蓋形成於基板 111 之上的氧化物絕緣膜 113 的表面的氧化物半導體膜時執行，從氧化物絕緣膜 113 中釋放出氧。出於該原因，如圖 9B 中的實線 207 所示，被加熱的樣本 4 的氧釋放量在 TDS 分析中小於樣本 3 的氧釋放量。這是因為一部分氧經由熱處理從氧化物絕緣膜中釋放出，並且減少了在氧化物絕緣膜中所含有的能夠經由熱處理脫附的氧量。

此外，如圖 10C 所示，熱處理在形成了覆蓋形成於基板 111 之上的氧化物絕緣膜 113 的部分表面的島形氧化物半導體膜 117 時執行，使得從氧化物絕緣膜 113 的暴露部分釋放出氧。另外，還使得在與島形氧化物半導體膜 117 接觸的氧化物絕緣膜 113 中所含有的氧擴散並從氧化物絕緣膜 113 的暴露部分釋放出。這是因為氧在氧化物絕緣膜 113 中的擴散係數大於氧從氧化物絕緣膜 113 到氧化物半導體膜之內的擴散係數，並且從而在氧絕緣膜之內的擴散速度快於氧從氧化物絕緣膜到氧化物半導體膜之內的擴散

速度，使得氧擴散於島形氧化物半導體膜的週邊內。具體而言，經由分析確定的是，氧在 450°C 的熱處理中在氧化物絕緣膜 113 中的擴散係數為大約 $1 \times 10^{-10} \text{cm}^2/\text{sec}$ ，而氧在 450°C 的熱處理中在氧化物半導體膜 117 中的擴散係數為大約 $1 \times 10^{-17} \text{cm}^2/\text{sec}$ 。至於氧在氧化物半導體膜 117 中的擴散係數，圖中示出了以 In-Ga-Zn-O 膜作為氧化物半導體膜的值並且其他氧化物半導體示出了類似的趨勢。例如，氧在 In-Sn-O 膜中的擴散係數為大約 $6 \times 10^{-16} \text{cm}^2/\text{sec}$ ，並且遠小於氧在氧化物絕緣膜 113 中的擴散係數。因而，如圖 9C 中的實線 211 所示，在被加熱的樣本 6 的 TDS 分析中的氧釋放量小於樣本 5 的氧釋放量。這是因為一部分氧從氧化物絕緣膜中釋放出，並且在氧化物絕緣膜中所含有的能夠經由熱處理脫附的氧量被減少了。

如上所述，熱處理在氧化物半導體膜 115 形成於氧化物絕緣膜 113 之上並且還沒有形成島形氧化物半導體膜 117 的階段執行，並且由此在氧化物絕緣膜 113 中所含有的氧能夠有效地擴散到氧化物半導體膜 115 中。

[示例 2]

在示例 2 中，電晶體的形成方法和電特性將參照圖 1A 到 1E 和圖 11A 到 11C 來描述。

在示例 2 中，相似於示例 1，樣本 7 到 9 在不同時刻執行的熱處理步驟中形成。樣本 7 在氧化物半導體膜形成於氧化物絕緣膜之上後受到熱處理。樣本 8 在形成氧化物

絕緣膜之後受到熱處理。樣本 9 在氧化物半導體膜形成於氧化物絕緣膜之上後受到熱處理，以及氧化物半導體膜的一部分被蝕刻以形成島形氧化物半導體膜。

首先，描述用於形成每個樣本 7 到 9 的方法。

如圖 1A 所示，氧化物絕緣膜 53 形成於基板 51 之上。氧化物半導體膜 55 形成於氧化物絕緣膜 53 之上。注意，樣本 8 在氧化物絕緣膜 53 形成之後並且在氧化物半導體膜 55 形成之前受到熱處理。另外，樣本 7 在氧化物半導體膜 55 形成之後並且在圖 1C 所示的氧化物半導體膜 59 形成之前受到熱處理。

將玻璃基板 AN100（由 Asahi Glass 有限公司製造）用作基板 51。

氧化物絕緣膜 53 的沈積條件是在示例 1 的步驟 1 中所描述的氧化物絕緣膜的沈積條件，並且形成了厚度為 300 nm 的氧化矽膜。

氧化物半導體膜 55 的沈積條件是在示例 1 的步驟 2 中所描述的氧化物半導體膜的沈積條件，並且形成了厚度為 30 nm 的 In-Ga-Zn-O 膜。

樣本 7 和 8 的熱處理經由示例 1 的步驟 4 所描述的熱處理條件執行。

然後，在經由光刻程序將掩模形成於氧化物半導體膜之上後，氧化物半導體膜利用該掩模來蝕刻。注意，樣本 9 在氧化物半導體膜被蝕刻之後進行熱處理。經由以上步驟，形成了氧化物半導體膜 59，如圖 1C 所示。

此時，使用濕蝕刻來蝕刻氧化物半導體膜。

對樣本 9 的熱處理經由示例 1 的步驟 4 所描述的熱處理條件執行。

然後，電極對 61 形成於氧化物半導體膜 59 之上（圖 1D）。

在這種情況下，經由濺射法將 100nm 厚的鎢膜形成爲導電膜。然後，經由光刻程序在導電膜之上形成掩模，並且利用該掩模對導電膜進行乾蝕刻以形成電極對 61。之後，去除該掩模。

然後，閘極絕緣膜 63 形成於氧化物半導體膜 59 和電極對 61 之上。閘極電極 65 形成於閘極絕緣膜 63 之上。用作保護膜的絕緣膜 69 被形成（圖 1E）。

作爲閘極絕緣膜 63，氧氮化矽膜經由等離子體 CVD 法來形成。在樣本 7 和樣本 8 中，閘極絕緣膜具有 30 nm 的厚度，而在樣本 9 中，閘極絕緣膜具有 15 nm 的厚度。

此外，在閘極絕緣膜 63 之上，經由濺射法形成了 15 nm 厚的氮化鉬膜，並且然後經由濺射法形成了 135 nm 厚的鎢膜。然後，經由光刻程序來形成掩模，然後利用該掩模對鎢膜和氮化鉬膜進行乾蝕刻以形成閘極電極 65，並且然後去除該掩模。

在這種情況下，作爲絕緣膜 69，厚度爲 300 nm 的氧氮化矽膜經由等離子體 CVD 法來形成。

然後，雖然沒有示出，但是經由光刻程序在絕緣膜 69 之上形成掩模並且利用該掩模來蝕刻絕緣膜 69 的一部

分以形成接觸孔。此時，對閘極絕緣膜 63 和絕緣膜 69 進行乾蝕刻以形成接觸孔，在該接觸孔中露出了電極對 61 和閘極電極 65。

然後，形成與電極對 61 和閘極電極 65 連接的佈線。

在此，50 nm 厚的鈦膜、100 nm 厚的鋁膜以及 5 nm 厚的鈦膜經由濺射法依次形成於絕緣膜 69 之上。然後，經由光刻程序來形成掩模並且利用該掩模對鈦膜、鋁膜和鈦膜進行乾蝕刻以形成佈線，然後去除該掩模。

然後，在具有氮氣氛圍的電爐中於 250°C 加熱樣本並且保持 1 小時。

經由上述步驟，形成了電晶體。然後，測量在樣本 7 到 9 中形成的電晶體的電特性。25 個點的測量結果全部被示出。通道長度 L 是 3 μm ，而通道寬度 W 是 10 μm 。

圖 11A、11B 和 11C 分別示出了在樣本 7、樣本 8 和樣本 9 中形成的電晶體的電特性。曲線 221、225 和 229 是在將 0.1V 的漏電壓施加于每個電晶體時的電流-電壓曲線，而曲線 223、227 和 231 是在將 3V 的漏電壓施加于每個電晶體時的電流-電壓曲線。

圖 11A 所示的電流-電壓曲線展現出了高的通/斷比並且獲得了開關特性，然而圖 11B 和 11C 所示的電流-電壓曲線沒有展現出通/斷比並且沒有獲得開關特性。

根據示例 1 中的 TDS 分析結果，如針對樣本 2 所示出的，即使當熱處理在其中氧化物絕緣膜的表面以氧化物半導體膜覆蓋的情況下執行時，能夠經由熱處理脫附的在

氧化物絕緣膜中所含有的氧量也並沒有減少那麼多，並且因而幾乎不發生氧釋放。另一方面，對於樣本 4 和樣本 6，熱處理在氧化物絕緣膜暴露的情況下執行，並且因而氧被釋放出來。

基於以上描述，在與樣本 2 的熱處理時刻相同的時刻受到熱處理的示例 2 的樣本 7 中，在氧化物絕緣膜中所含有的一部分氧經由熱處理擴散到氧化物半導體膜中，並且抑制了氧向外釋放，從而減少了在氧化物半導體膜中的氧空位的數量。因此，使用氧化物半導體膜的電晶體具有開關特性。

另一方面，對於在與樣本 4 和樣本 6 的熱處理時刻相同的時刻受到熱處理的示例 2 的樣本 8 和樣本 9，在氧化物絕緣膜中所含有的一部分氧經由熱處理釋放出來，從而擴散到氧化物半導體膜中的氧量是小的，並且存在許多用作載子源的氧空位。因此，氧化物半導體膜具有 n 型導電性，並且因而使用該氧化物半導體膜的電晶體不具有開關特性。

基於以上描述，熱處理在一部分氧經由熱處理從其中脫附的氧化物絕緣膜的表面覆蓋有氧化物半導體膜的情況下執行，然後執行使氧化物半導體膜成為預定的形狀的蝕刻，並且形成閘極絕緣膜和閘極電極，由此能夠提供具有足夠高的通/斷比、並且臨限電壓幾乎不移位元至負側的電晶體。

本申請案基於在 2010 年 8 月 16 日提交給日本專利局

的日本專利申請案 No. 2010-181832，該申請案的全部內容經由引用，包含於此。

【符號說明】

- 51：基板
- 53：氧化物絕緣膜
- 55：氧化物半導體膜
- 57：氧化物半導體膜
- 59：島形氧化物半導體膜
- 61：電極對
- 63：閘極絕緣膜
- 65：閘極電極
- 69：絕緣膜
- 71：電極對
- 73：氧化物半導體膜
- 75：島形氧化物半導體膜
- 77：閘極絕緣膜
- 79：閘極電極
- 81：絕緣膜
- 83：佈線
- 84：緩衝層
- 85：島形緩衝層
- 87：緩衝層
- 91：閘極電極

- 93：閘極絕緣膜
- 95：氧化物半導體膜
- 97：氧化物半導體膜
- 99：島形氧化物半導體膜
- 101：電極對
- 103：第二閘極絕緣膜
- 105：第二閘極電極
- 111：基板
- 113：氧化物絕緣膜
- 115：氧化物半導體膜
- 117：島形氧化物半導體膜
- 201：虛線
- 203：實線
- 205：虛線
- 207：實線
- 209：虛線
- 211：實線
- 221：曲線
- 223：曲線
- 225：曲線
- 227：曲線
- 229：曲線
- 231：曲線
- 2700：電子書閱讀器

2701：外殼

2703：外殼

2705：顯示部分

2706：光電轉換裝置

2707：顯示部分

2708：光電轉換裝置

2711：鉸鏈

2721：電源開關

2723：操作鍵

2725：揚聲器

9600：電視機

9601：外殼

9603：顯示部分

9605：底座

9607：顯示部分

9609：操作鍵

9610：遙控器

9700：數位相框

9701：外殼

9703：顯示部分

申請專利範圍

1. 一種半導體裝置之製造方法，包括以下步驟：

在基板之上形成氧化物絕緣膜，其中，該氧化物絕緣膜含有比例高於化學計量組成中的氧比例的氧；

在該氧化物絕緣膜上形成與該氧化物絕緣膜相接觸的氧化物半導體膜；

藉由執行熱處理降低該氧化物半導體膜中氫的濃度和氧空位的數量；

在執行該熱處理之後，在該氧化物半導體膜上形成緩衝層；

蝕刻該氧化物半導體膜的一部分及該緩衝層以形成島形氧化物半導體膜以及該島形氧化物半導體膜上的島形緩衝層；

在該島形氧化物半導體膜及該島形緩衝層之上形成電極對；

蝕刻該島形緩衝層以在該島形氧化物半導體膜上形成緩衝層對；

在該島形氧化物半導體膜、該緩衝層對及該電極對之上形成閘極絕緣膜；以及

形成與該島形氧化物半導體膜重疊的閘極電極，該閘極絕緣膜係介於該閘極電極和該島形氧化物半導體膜之間。

2. 一種半導體裝置之製造方法，包括以下步驟：

在基板之上形成氧化物絕緣膜，其中，該氧化物絕緣

膜含有比例高於化學計量組成中的氧比例的氧；

在該氧化物絕緣膜上形成與該氧化物絕緣膜相接觸的氧化物半導體膜；

藉由執行熱處理降低該氧化物半導體膜中氫的濃度以及使在該氧化物絕緣膜中所含的氧擴散到該氧化物半導體膜內；

在執行該熱處理之後，在該氧化物半導體膜上形成緩衝層；

藉由蝕刻該氧化物半導體膜及該緩衝層形成島形氧化物半導體膜以及該島形氧化物半導體膜上的島形緩衝層；

在該島形氧化物半導體膜及該島形緩衝層之上形成電極對；

藉由蝕刻該島形緩衝層在該島形氧化物半導體膜上形成緩衝層對，從而暴露該島形氧化物半導體膜的一區域；

在該島形氧化物半導體膜、該緩衝層對及該電極對之上形成閘極絕緣膜；以及

形成與該島形氧化物半導體膜的該區域重疊的閘極電極，該閘極絕緣膜係介於該閘極電極和該島形氧化物半導體膜的該區域之間。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之半導體裝置之製造方法，其中，該緩衝層具有 n 型導電性。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之半導體裝置之製造方法，其中，在該氧化物絕緣膜中，該島形氧化物半導體膜下方的一區域的下表面直接與該基板相接觸。

5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之半導體裝置之製造方法，其中，該閘極絕緣膜包含氧化矽。

6. 一種半導體裝置之製造方法，包括以下步驟：

在基板之上形成氧化物絕緣膜，其中該氧化物絕緣膜含有比例高於化學計量組成中的氧比例的氧；

在該氧化物絕緣膜之上形成第一閘極電極；

在該第一閘極電極及該氧化物絕緣膜之上形成第一閘極絕緣膜；

在該第一閘極絕緣膜之上形成氧化物半導體膜；

藉由執行熱處理降低該氧化物半導體膜中氫的濃度和氧空位的數量；

在執行該熱處理之後，蝕刻部分的該氧化物半導體膜以形成島形氧化物半導體膜；

在該島形氧化物半導體膜的上表面上形成電極對；

在該島形氧化物半導體膜以及該電極對之上形成第二閘極絕緣膜；以及

形成與該島形氧化物半導體膜、該第一閘極絕緣膜及該第一閘極電極重疊的第二閘極電極，該第二閘極絕緣膜係介於該第二閘極電極和該島形氧化物半導體膜、該第一閘極絕緣膜及該第一閘極電極之間。

7. 如申請專利範圍第 6 項之半導體裝置之製造方法，其中，該第一閘極絕緣膜包含氧化矽。

8. 如申請專利範圍第 6 項之半導體裝置之製造方法，其中，該第二閘極絕緣膜包含氧化矽。

9. 如申請專利範圍第 1、2 及 6 項其中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，該熱處理在高於或等於 150°C 且低於該基板的應變點的溫度下執行。

10. 如申請專利範圍第 1、2 及 6 項其中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，藉由該熱處理從該氧化物絕緣膜中脫附的該氧量高於或等於 1.0×10^{20} 原子/ cm^3 。

11. 如申請專利範圍第 1、2 及 6 項其中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，該半導體裝置被結合到電腦的監視器、數位相框、電子書閱讀器、行動電話、數位相機和電視機中的其中一個之中。

圖式

圖 1A

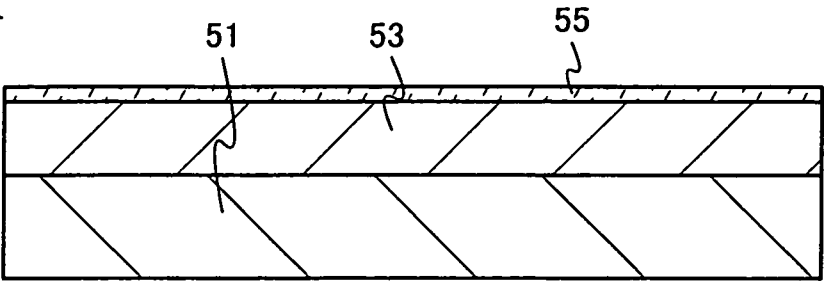


圖 1B

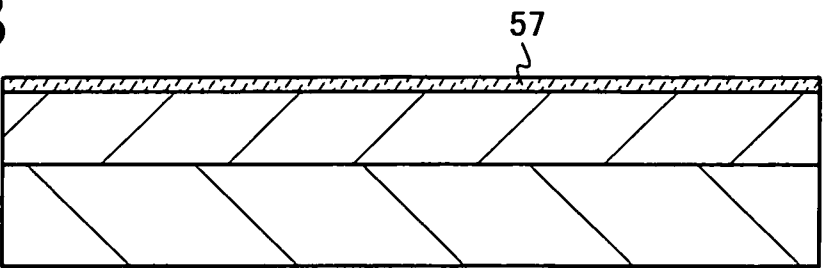


圖 1C

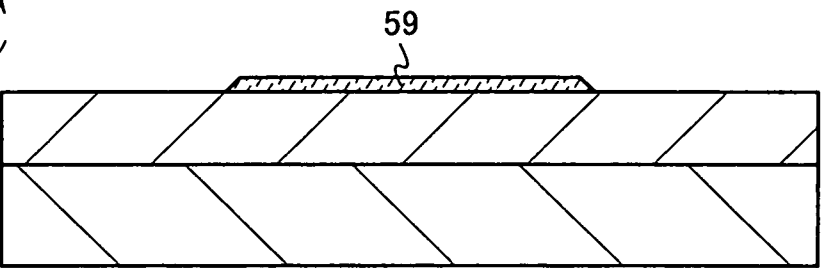


圖 1D

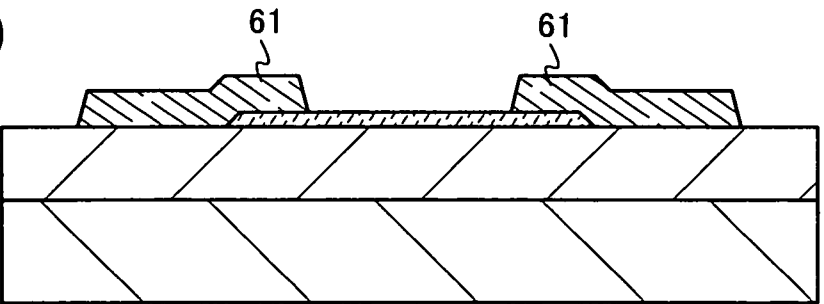


圖 1E

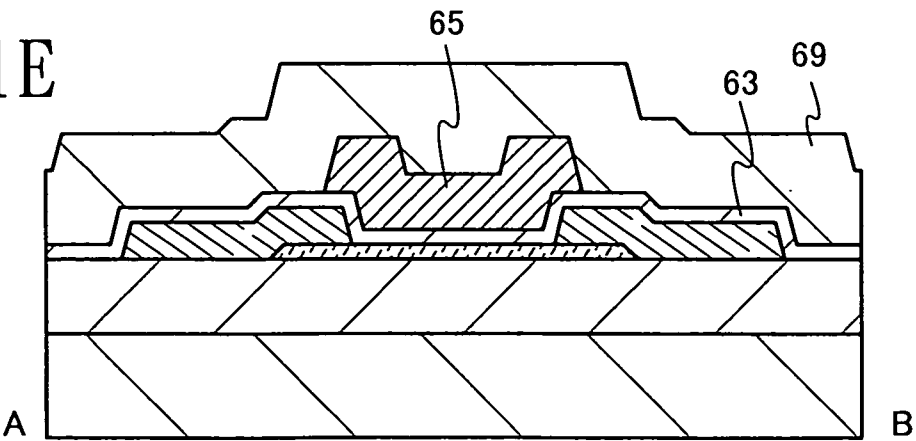


圖2

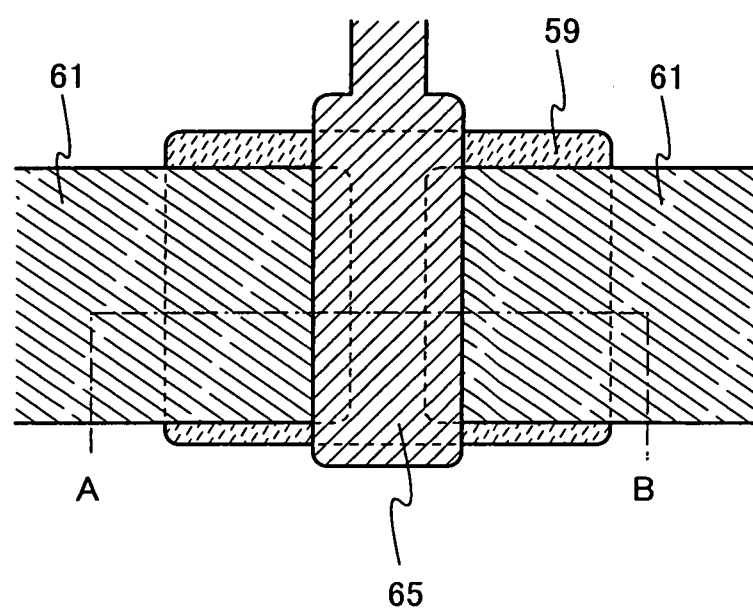


圖 3A

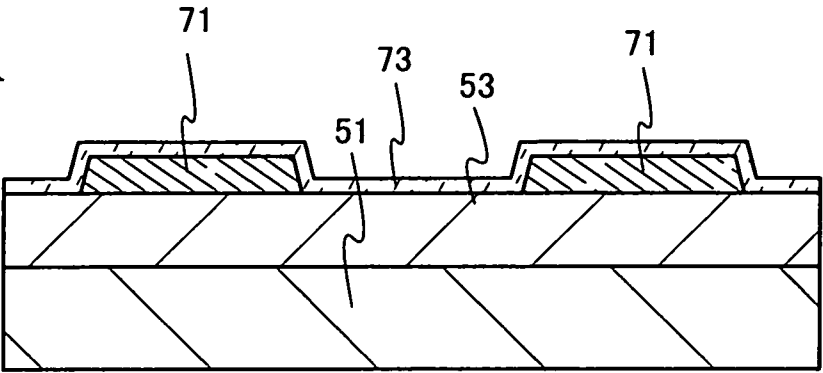


圖 3B

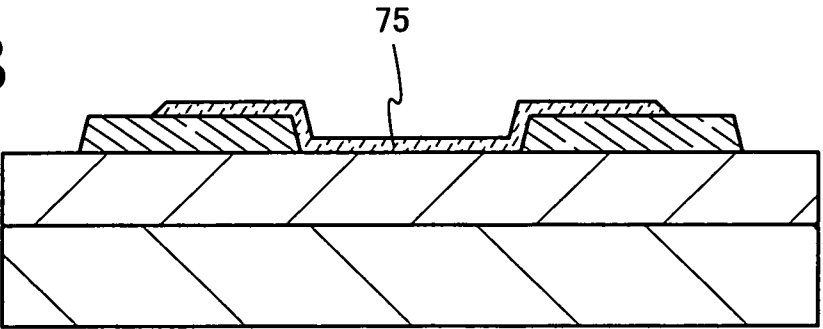


圖 3C

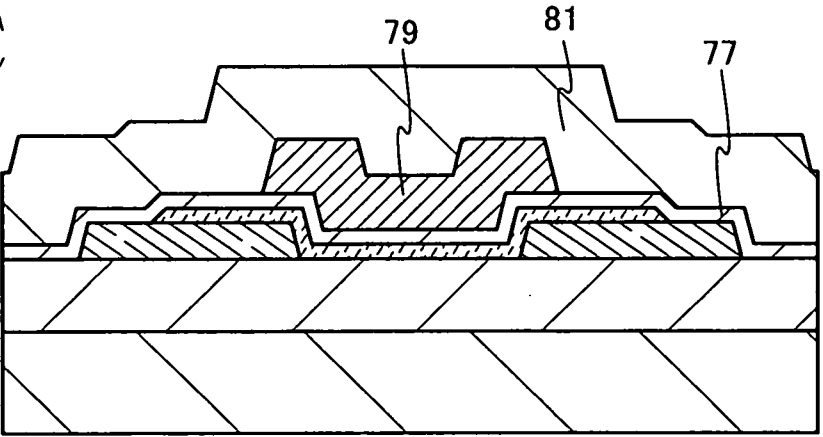


圖 3D

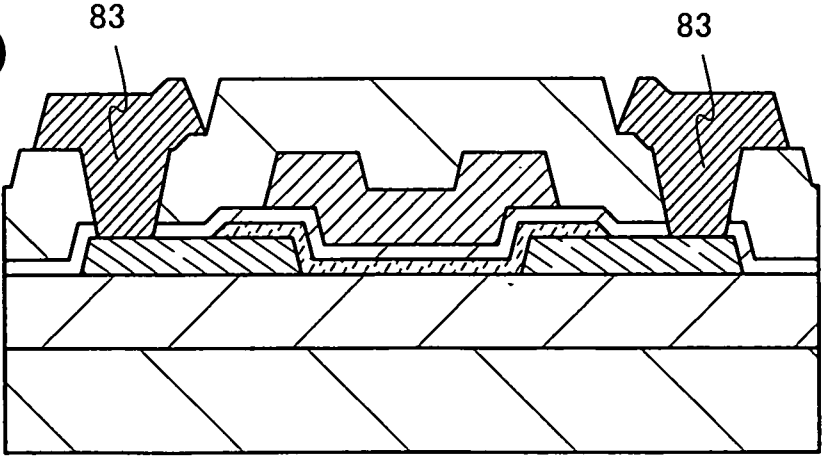


圖 4

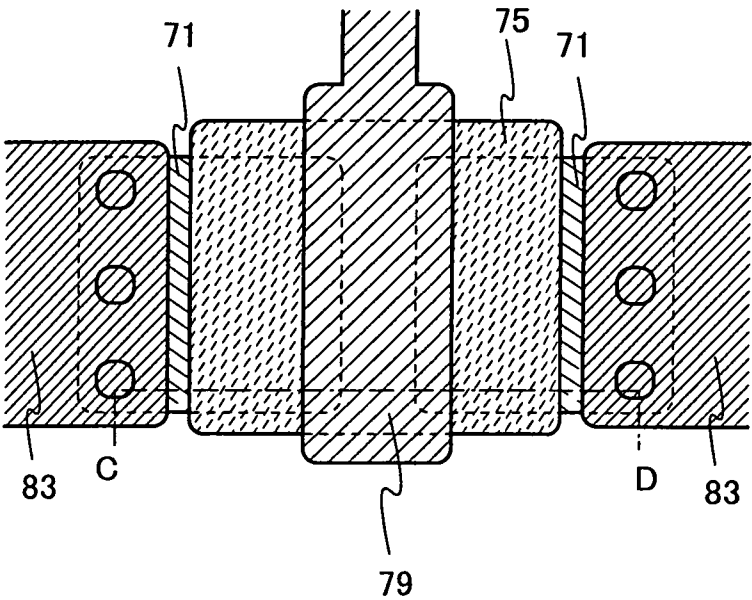


圖 5A

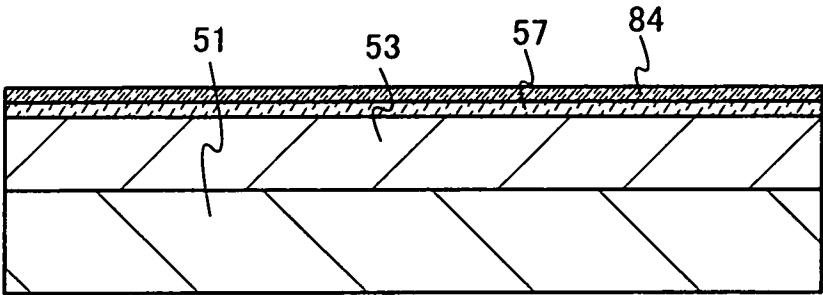


圖 5B

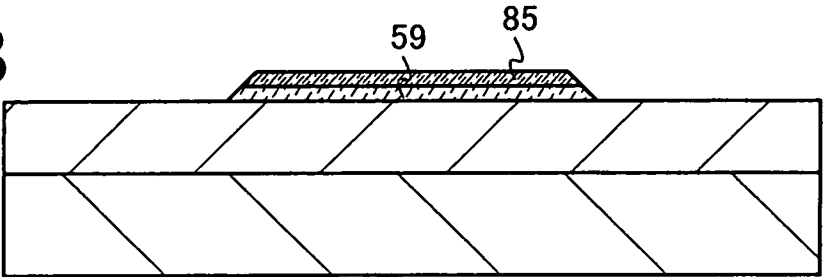


圖 5C

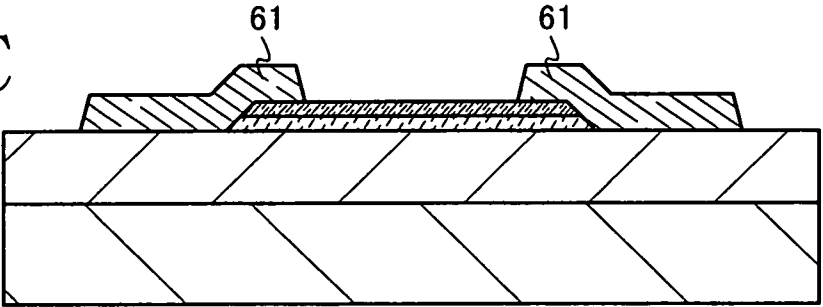


圖 5D

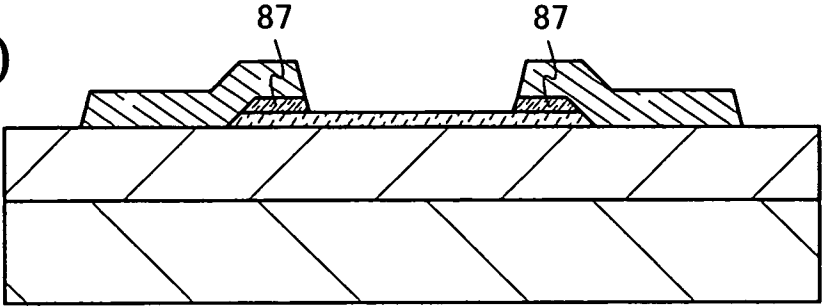


圖 5E

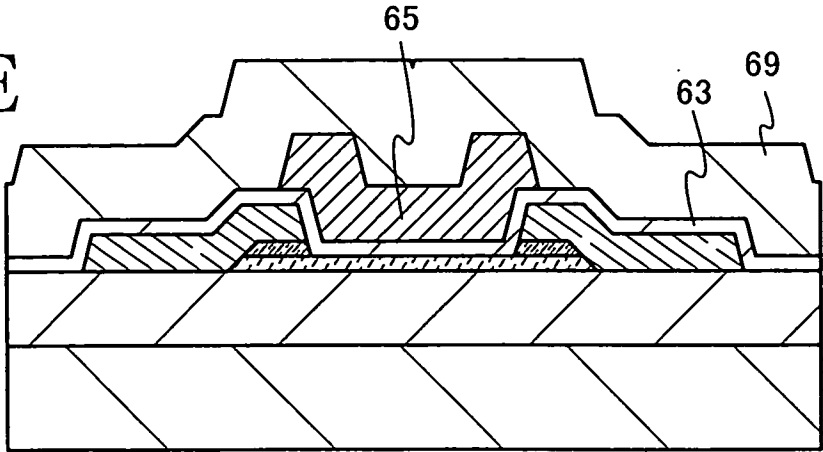


圖 6A

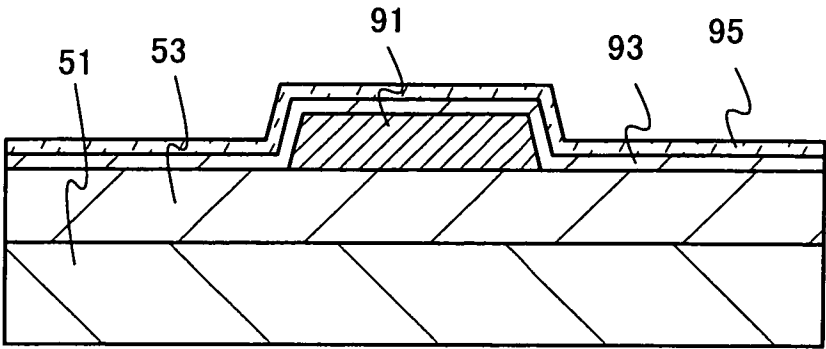


圖 6B

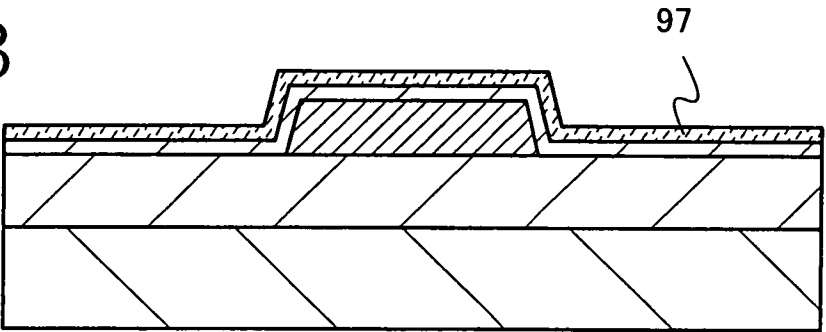


圖 6C

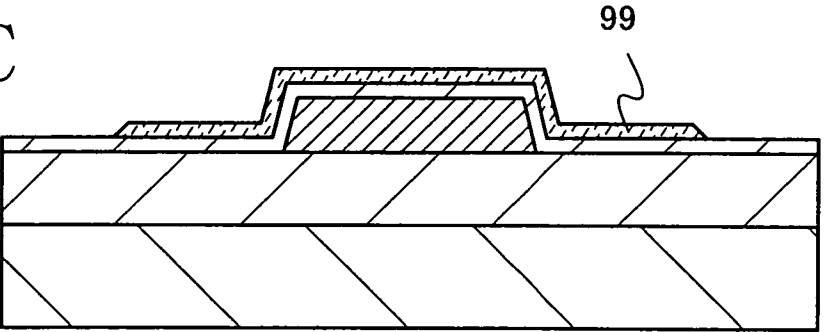


圖 6D

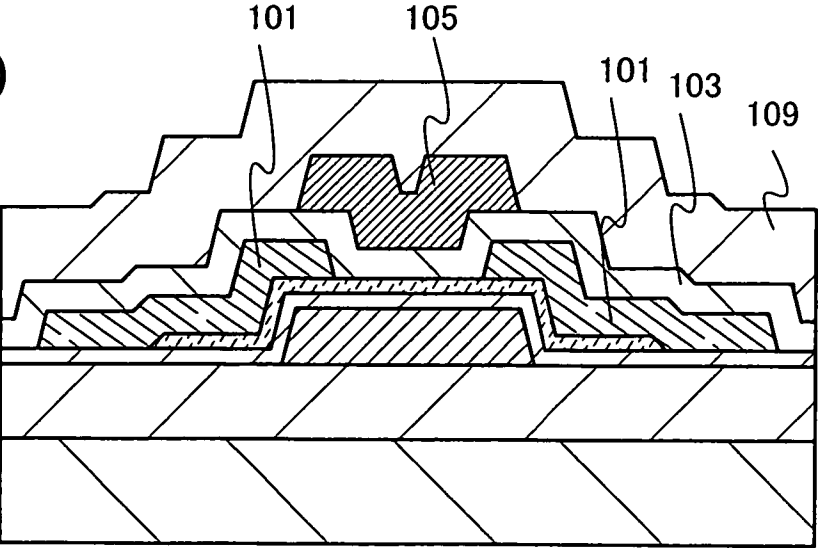


圖 7

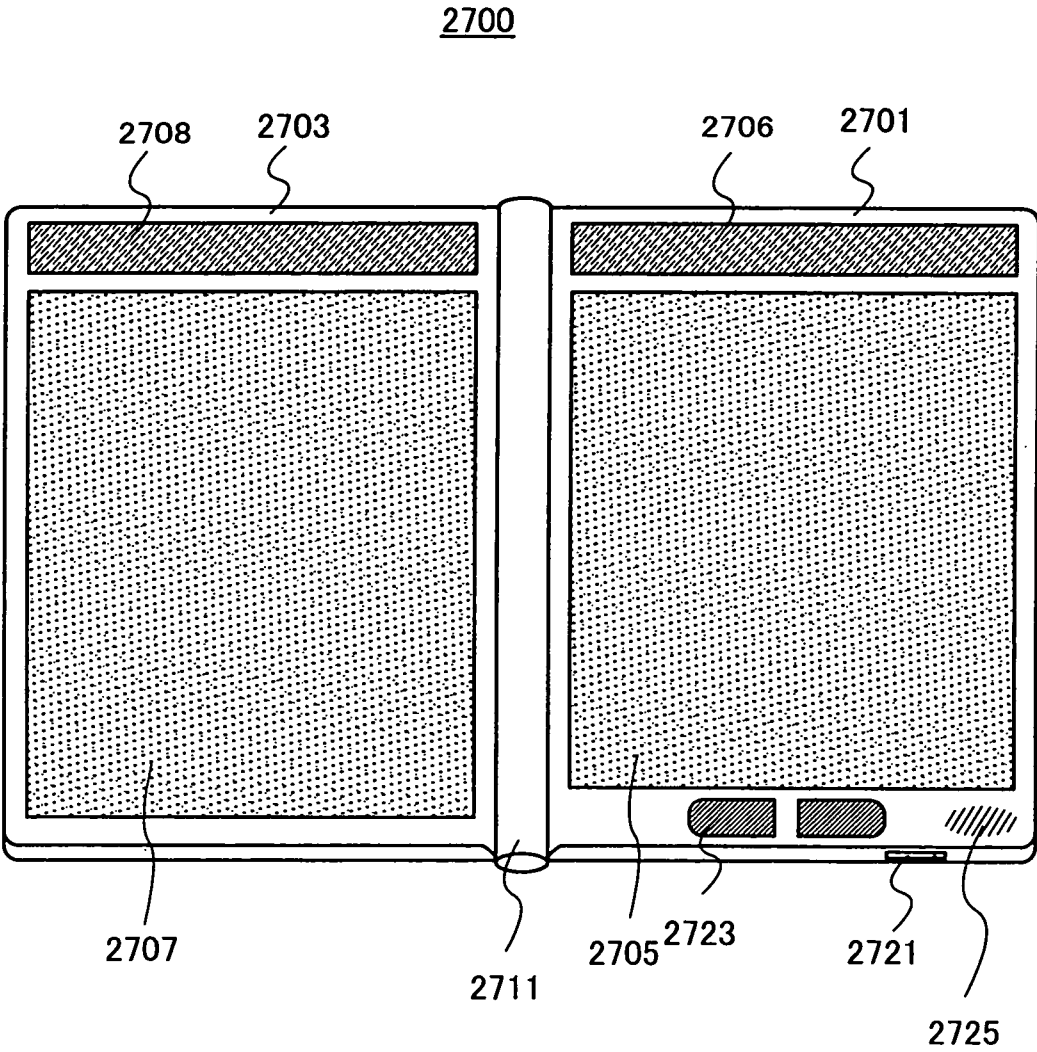


圖 8A

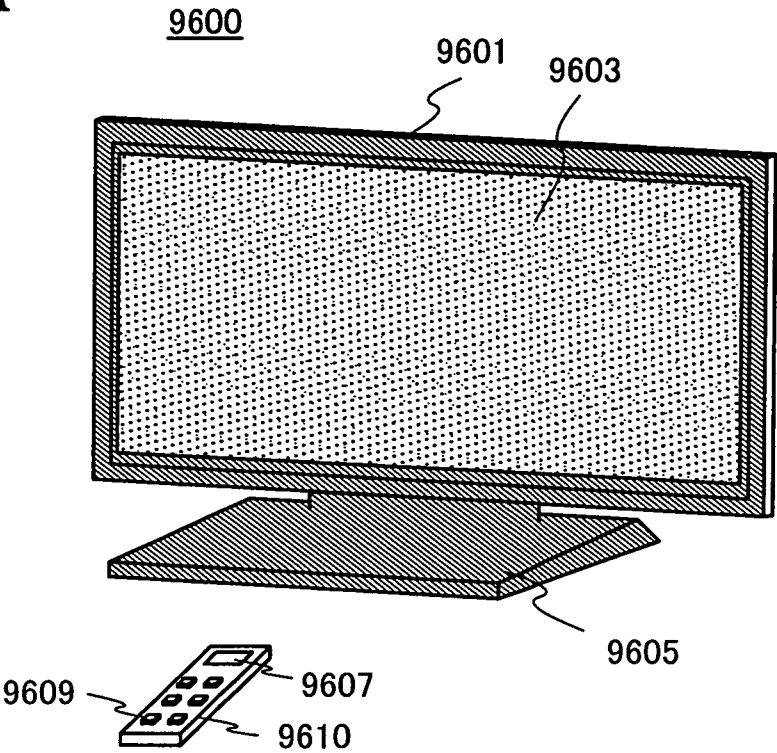


圖 8B

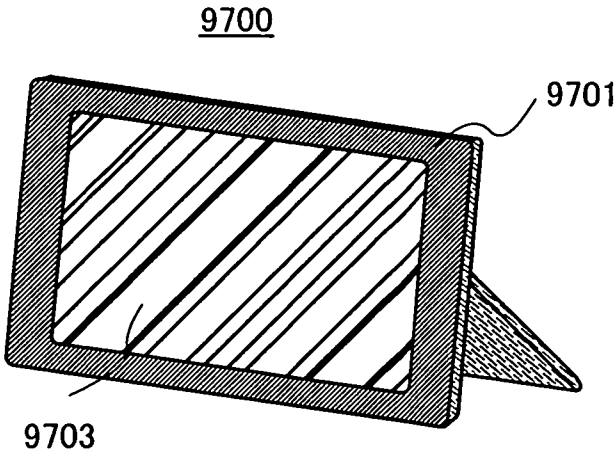


圖 9A

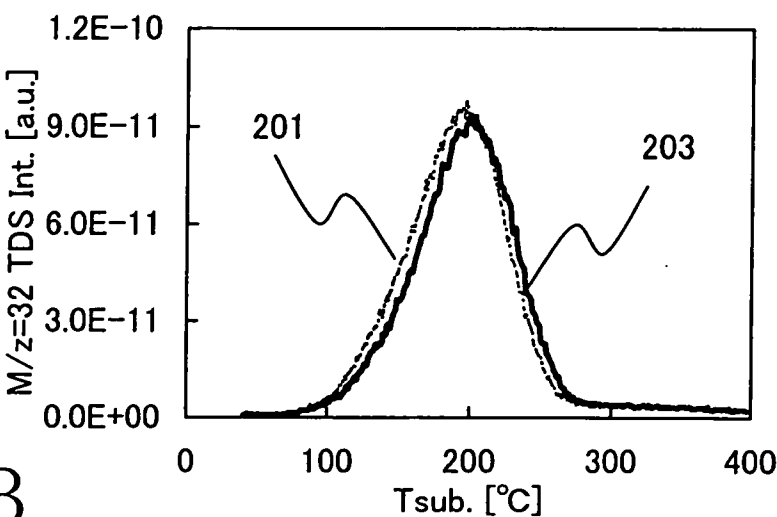


圖 9B

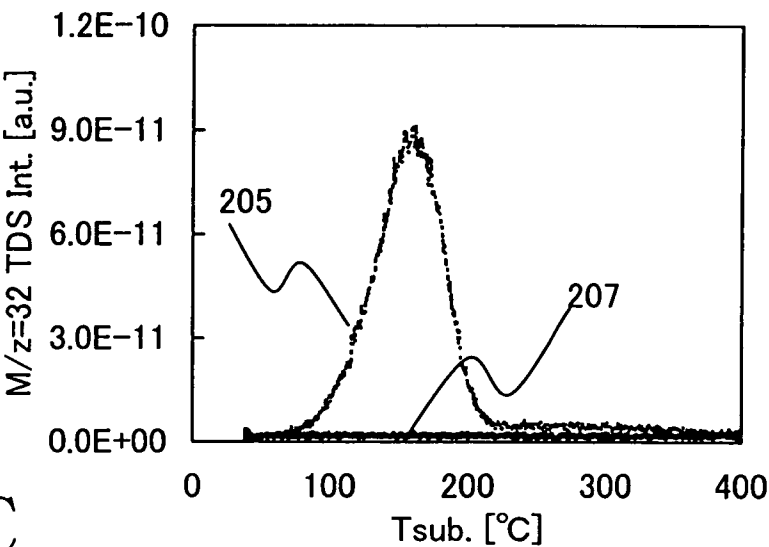


圖 9C

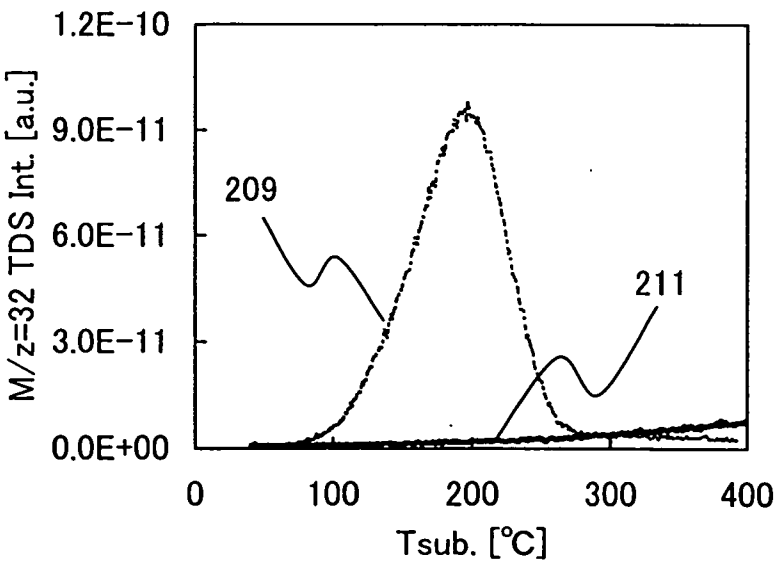


圖 10A

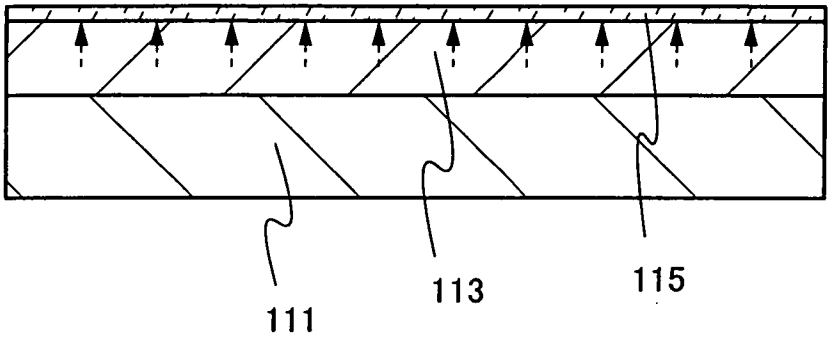


圖 10B

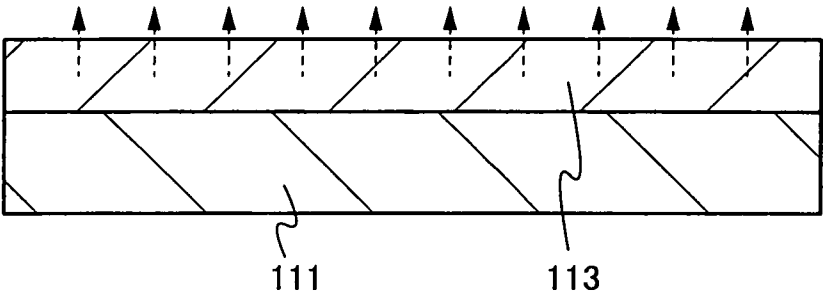


圖 10C

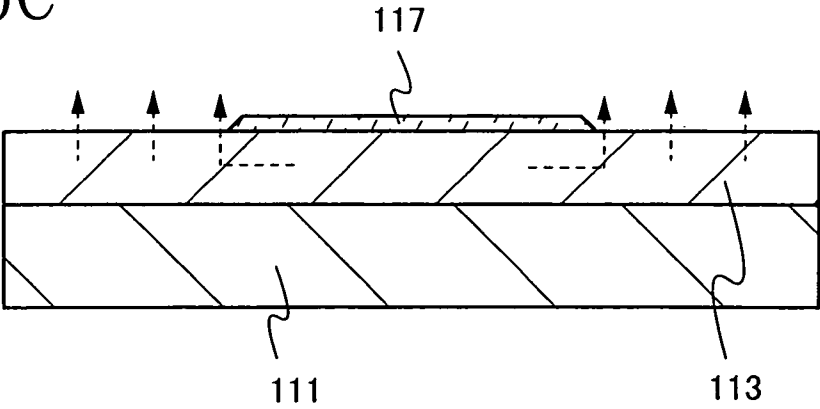


圖 11A

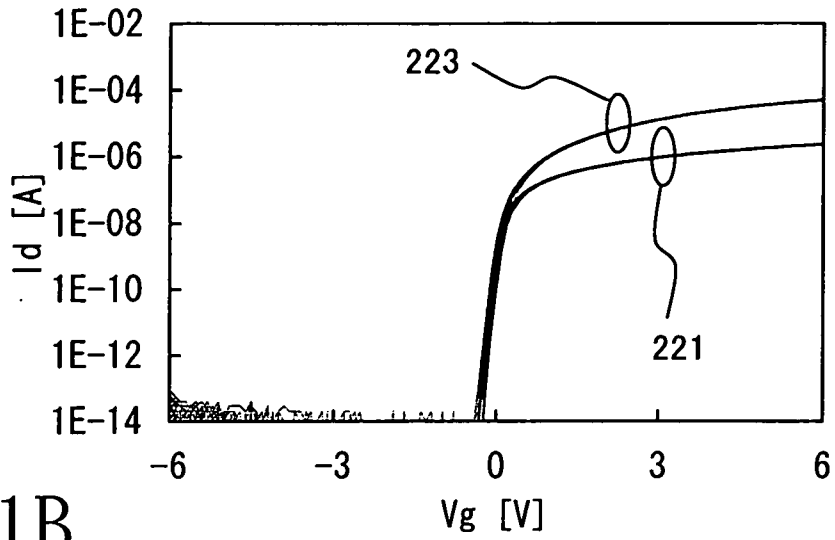


圖 11B

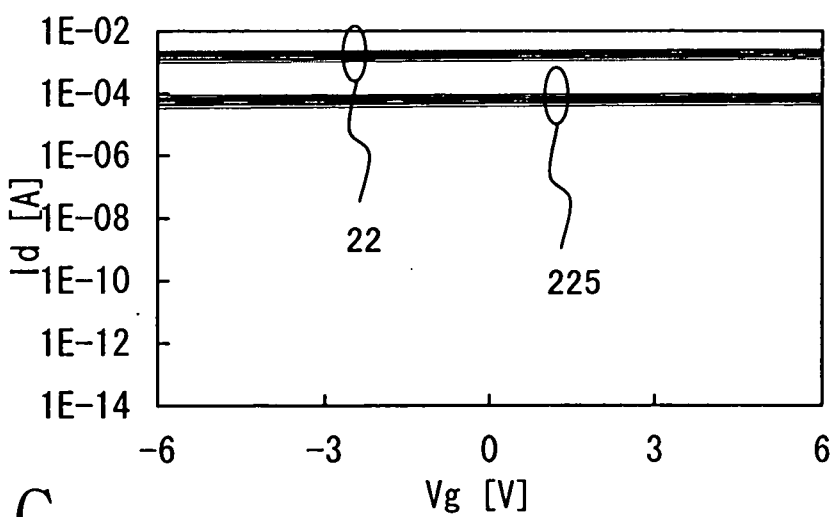


圖 11C

