I605500

(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 I605500 B**

(45)公告日： 中華民國 106 (2017) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：102139303 (22)申請日： 中華民國 102 (2013) 年 10 月 30 日

(51)Int. Cl.： ***H01L21/28 (2006.01)*** ***H01L21/336 (2006.01)***

(30)優先權：2012/11/08 日本 2012-245992

2013/01/30 日本 2013-016242

2013/03/19 日本 2013-056768

(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：高橋正弘 TAKAHASHI, MASAHIRO (JP) ；廣橋拓也 HIROHASHI, TAKUYA (JP) ；津吹將志 TSUBUKU, MASASHI (JP) ；石原典隆 ISHIHARA, NORITAKA (JP) ；太田將志 OOTA, MASASHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP	2006-261483A	JP	2012-144431A
US	2010/0105164A1	US	2010/0193782A1
US	2011/0062436A1	US	2012/0138922A1
US	2012/0211745A1		

審查人員：林士淵

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：24 共 92 頁

(54)名稱

金屬氧化物膜及形成金屬氧化物膜的方法

METAL OXIDE FILM AND METHOD FOR FORMING METAL OXIDE FILM

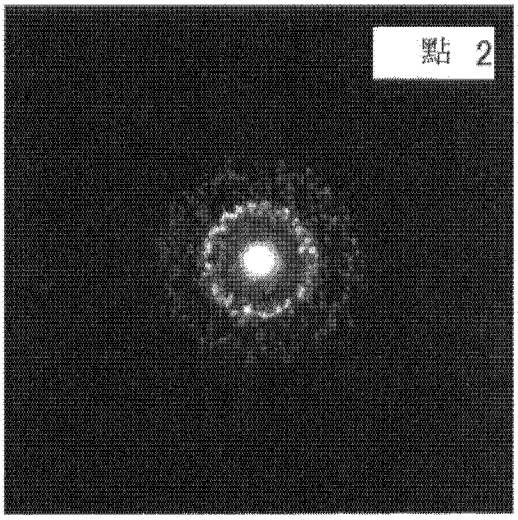
(57)摘要

提供包含晶體部件及具有高度穩定物理性質的金屬氧化物膜。晶體部件的尺寸係小於或等於 10 奈米(nm)，其允許當測量區域係大於或等於 5 奈米(nm)ϕ且小於或等於 10 奈米(nm)ϕ時，在金屬氧化物膜之橫剖面的奈米射束電子繞射圖案中之周圍配置光點的觀察。

A metal oxide film including a crystal part and having highly stable physical properties is provided. The size of the crystal part is less than or equal to 10 nm, which allows the observation of circumferentially arranged spots in a nanobeam electron diffraction pattern of the cross section of the metal oxide film when the measurement area is greater than or equal to 5 nmφ and less than or equal to 10 nmφ.

指定代表圖：

第 1C 圖



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)

金屬氧化物膜及形成金屬氧化物膜的方法

Metal oxide film and method for forming metal oxide film

【技術領域】

本發明之一實施例有關例如，半導體裝置、顯示裝置、發光裝置、其驅動方法、或其製造方法。特別地，本發明之一實施例有關金屬氧化物膜及用以形成金屬氧化物膜的方法。進一步地，本發明之一實施例有關包含金屬氧化物膜的半導體裝置。

請注意的是，在此說明書中之半導體裝置及其類似物意指可藉由利用半導體特徵而作用的任何裝置，且例如，電光裝置、半導體電路、及電子裝置均係半導體裝置。

【先前技術】

其中電晶體係使用形成在具有絕緣表面之基板上的半導體薄膜而予以形成之技術已引起注意。該電晶體係施加至諸如積體電路（IC）及影像顯示裝置（亦簡稱作顯示裝置）之寬廣範圍的電子裝置。做爲可應用至電晶體的半導體膜，以矽爲基之半導體材料係廣泛地已知；此外，顯現半導體特徵而做爲另一材料的金屬氧化物（氧化物半導體）亦引起注意。

例如專利文獻 1 揭示其中電晶體係使用包含 In、Zn、Ga、Sn、及其類似物之非晶氧化物做爲氧化物半導體，而予以製造的技術。

〔參考文件〕

〔專利文獻〕

[專利文獻 1] 日本公開專利申請案第 2006-165529 號

【發明內容】

本發明之一實施例的一目的在於提供包含晶體部件的金屬氧化物膜。

本發明之一實施例的另一目的在於提供具有高度穩定之物理性質的金屬氧化物膜。

本發明之一實施例的又一目的在於提供包含上述金屬氧化物膜之高度可靠的半導體裝置。

本發明之一實施例的再一目的在於提供新穎的半導體裝置。請注意的是，該等目的之說明不會干擾到其他目的的存在。請注意的是，在本發明之一實施例中，無需一定要達成所有的目的。請注意的是，其他目的將從說明書之說明、圖式、申請專利範圍、及其類似者而呈明顯，且其他目的可從說明書之說明、圖式、申請專利範圍、及其類似者而予以衍生。

本發明之一實施例係金屬氧化物膜，包含微小的晶體部件，其中週期性的原子配置並不會被巨視地觀察到，或在原子配置中之長距離的有序不會被巨視地觀察到。本發

明之一實施例的金屬氧化物膜包含其中指示非晶狀態的暈圈圖案係在平面之所選擇區域的電子繞射圖案中被觀察出的區域。另一方面，在橫剖面的奈米射束電子繞射圖案中，並不會觀察到暈圈圖案，以及可觀察到不具方向性的光點，其係與具有規律性之光點不同，而該規律性顯示以特定平面配向之晶體部件。特別地，本發明之一實施例係例如，具有以下結構之任一者的金屬氧化物膜。

本發明之一實施例係金屬氧化物膜，包含其中複數個周圍分佈的光點係在橫剖面之奈米射束電子繞射圖案中被觀察出的區域。

本發明之另一實施例係金屬氧化物膜，包含其中複數個周圍分佈的光點係在橫剖面之奈米射束電子繞射圖案中被觀察出，具暈圈圖案係在平面之所選擇區域的電子繞射圖案中被觀察出的區域。

在上文中，所選擇區域的電子繞射之測量區域係較佳地大於或等於 300 奈米（nm）ϕ（直徑）。

在上文中，奈米射束電子繞射之測量區域係較佳地大於或等於 5 奈米（nm）ϕ 且小於或等於 10 奈米（nm）ϕ。請注意的是，透過其中射束直徑係收斂至 1 奈米 ϕ 之電子射束的輻照，可給定具有大於或等於 5 奈米（nm）ϕ 且小於或等於 10 奈米（nm）ϕ 之測量區域的奈米射束電子繞射圖案。

在上文中，較佳的是，奈米射束電子繞射圖案係變薄至大於 10 奈米（nm）且小於或等於 50 奈米（nm）的取

樣之橫剖面的該者。

在上文中，金屬氧化物膜較佳地包含晶體部件，且晶體部件的尺寸係較佳地小於或等於 10 奈米（nm）。選擇性地，晶體部件的尺寸係較佳地大於或等於 1 奈米（nm）且小於或等於 10 奈米（nm）。

本發明之一實施例係包含晶體部件的金屬氧化物膜，其包含具有以下特性的區域：具有大於或等於 5 奈米（nm）ϕ 且小於或等於 10 奈米（nm）ϕ 之測量區域的奈米射束電子繞射允許自變薄至大於 10 奈米（nm）且小於或等於 50 奈米（nm）之金屬氧化物膜的橫剖面之複數個周圍分佈光點的觀察，而具有顯示以特定平面配向之晶體部件的規律性之光點係自變薄至小於或等於 10 奈米（nm）之金屬氧化物膜的橫剖面予以觀察。

上述金屬氧化物膜的任一者較佳地至少包含銦、鎵、或鋅。

本發明之另一實施例係金屬氧化物膜的形成方法，該金屬氧化物膜包含其中複數個周圍分佈的光點係在橫剖面的奈米射束電子繞射圖案中被觀察出的區域。該金屬氧化物膜係在室溫，藉由使用氧化物靶極的濺鍍法，而被形成於包含氧的氛圍中。

在上述之金屬氧化物膜的形成方法中，於氛圍中之氧的分壓係較佳地大於或等於 33%。

本發明之一實施例可提供包含晶體部件的金屬氧化物膜。

進一步地，本發明之一實施例可提供具有高度穩定之物理性質的金屬氧化物膜。而且，透過半導體裝置中之金屬氧化物膜的使用，該半導體裝置可具有高的可靠度。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖係本發明一實施例之金屬氧化物膜的橫剖面 TEM 影像，及第 1B 至 1D 圖係其奈米射束電子繞射圖案；

第 2A 圖係本發明一實施例之金屬氧化物膜的平面 TEM 影像，及第 2B 圖係其所選擇區域的電子繞射圖案；

第 3A 至 3C 圖係電子繞射強度分佈的概念圖式；

第 4 圖係石英玻璃基板的奈米射束電子繞射圖案；

第 5A 及 5B 圖係本發明一實施例之金屬氧化物膜的橫剖面 TEM 影像；

第 6 圖顯示本發明一實施例之金屬氧化物膜的 X 射線繞射分析之結果；

第 7 圖係本發明一實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射圖案；

第 8 圖係本發明一實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射圖案；

第 9A 至 9C 圖各描繪一實施例中之電晶體的結構實例；

第 10A 至 10D 圖描繪一實施例中之用以形成電晶體之方法的實例；

第 11A 至 11C 圖各描繪一實施例中之電晶體的結構實例；

第 12A 至 12C 圖各描繪一實施例中之顯示面板的結構；

第 13 圖係一實施例中之電子裝置的方塊圖；

第 14A 至 14D 圖各係一實施例中之電子裝置的外視圖；

第 15A 圖係本發明一實施例之金屬氧化物膜的橫剖面 TEM 影像，及第 15B 至 15E 圖係其奈米射束電子繞射圖案；

第 16 圖係概念圖式，用以描繪藉由離子研磨法而使取樣變薄的方法；

第 17A 至 17D 圖各係本發明一實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射圖案；

第 18A 及 18B 圖顯示比較實例及一實施例中之金屬氧化物膜的 SIMS 分析結果；

第 19A 至 19D 圖各顯示藉由液相法所製備之取樣的 X 射線繞射分析之結果；

第 20A 至 20C 圖係比較實例中之取樣的橫剖面 TEM 影像；

第 21A 至 21C 圖係比較實例中之取樣的奈米射束電子繞射圖案，及第 21D 圖係本發明一實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射圖案；

第 22 圖描繪使用於計算之氧化物半導體層的晶體結

構；

第 23A 至 23D 圖顯示晶體狀態上的氫添加之影響的計算結果；以及

第 24A 至 24D 圖顯示藉由 XPS 之本發明一實施例的金屬氧化物膜及比較實例中的取樣中之鍵合能的測量結果。

【實施方式】

在下文中，將參照附圖而詳細敘述本發明之實施例。請注意的是，本發明並未受限於下文之說明，且熟習本項技藝之該等人士將易於瞭解的是，模式及觀點可以以各種方式予以改變。因此，本發明不應被解讀爲受限於以下之實施例中的說明。

（實施例 1）

在此實施例中，本發明之一實施例的金屬氧化物膜將參照第 1A 至 1D 圖、第 2A 及 2B 圖、第 3A 至 3C 圖、第 4 圖、第 5A 及 5B 圖、第 6 圖、第 7 圖、第 15A 至 15E 圖、第 16 圖、第 17A 至 17D 圖、第 18A 及 18B 圖、第 19A 至 19D 圖、第 20A 至 20C 圖、及第 21A 至 21D 圖，而予以敘述。

<在金屬氧化物膜中的晶體部件>

此實施例之金屬氧化物膜包含微小的晶體部件，其中

周期性的原子配置並不會被巨視地觀察到，或在原子配置中之長距離的有序不會被巨視地觀察到。因爲，當測量區域係此包含於其中的晶體部件更大（更寬）時，在某些情況中，具有顯示晶體狀態之規律性的光點並不會由電子繞射所觀察出。

<<橫剖面之 TEM 影像及奈米射束電子繞射圖案>>

第 1A 圖係此實施例之金屬氧化物膜的橫剖面之透射電子顯微術（TEM）影像。第 1B，1C，及 1D 圖係藉由奈米射束電子繞射而在第 1A 圖中之點 1，2，及 3 處所分別觀察到的電子繞射圖案。

做爲金屬氧化物膜的實例，50 奈米（nm）厚之以 In-Ga-Zn 爲基的氧化物膜係形成於石英玻璃基板上。該金屬氧化物膜係在以下情形下予以形成；使用氧化物靶極，該氧化物靶極包含 1：1：1 之原子比的 In，Ga，及 Zn；使用氧氛圍（45sccm 之流動速率）；壓力係 0.4 帕（Pa）；直流（DC）電源供應器係 0.5 千瓦（kW）；以及基板溫度係室溫。然後，使所形成之金屬氧化物膜變薄至大約 50 奈米（nm）（例如，40 奈米±10 奈米），且觀察橫剖面之 TEM 影像及奈米射束電子繞射圖案。

金屬氧化物膜之橫剖面的 TEM 影像係以在 300 千伏（kV）的加速電壓及 2000000 倍的放大率之透射電子顯微鏡（Hitacti High-Technologies Corporation 所製造之“H-9000 NAR”），予以觀察。奈米射束電子繞射係以在 200

千伏（kV）的加速電壓及大約 1 奈米（nm）ϕ 的射束直徑之透射電子顯微鏡（Hitachi High-Technologies Corporation 所製造之"HF-2000"），予以執行。請注意的是，奈米射束電子繞射的測量區域係大於或等於 5 奈米（nm）ϕ 且小於或等於 10 奈米（nm）ϕ。

如第 1B 圖中所示，在此實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射中，周圍排列的點（光點）被觀察到。此意指的是，在此實施例之金屬氧化物膜的情況中，複數個周圍分佈的光點被觀察出。而且，可說的是，複數個同心圓係由複數個周圍分佈的光點所形成。

進一步地，亦在以厚度方向顯示金屬氧化物膜的中央部分之第 1C 圖中及在顯示與石英玻璃基板之介面的附近處之第 1D 圖中，複數個周圍分佈的光點係與第 1B 圖中相似地觀察到。在第 1C 圖中，第一圓的半徑（自主光點至周邊之距離）係在 3.88/奈米至 4.93/奈米，或當被轉換成爲平面間之間距時，在 0.203 奈米至 0.257 奈米的範圍中。

除了指示非晶狀態的暈圈圖案之外，複數個光點係在第 1B 至 1D 圖中所示的奈米射束電子繞射圖案中觀察出。此確定的是，此實施例之金屬氧化物膜包含晶體部件。然而，不具有顯示出以特定平面配向的晶體部件之規律性，亦即，不具有方向性的光點係在第 1B 至 1D 圖中所示的奈米射束電子繞射圖案中被觀察出。因而，可臆測的是，此實施例之金屬氧化物膜包含其表面取向係隨機

的，且其尺寸係彼此互相不同的複數個晶體部件。

第 5A 及 5B 圖係第 1A 圖之橫剖面 TEM 影像的部分放大視圖。第 5A 圖係第 1A 圖中之點 1 附近處的橫剖面 TEM 影像（金屬氧化物之表面）的橫剖面 TEM 影像，其係以 8000000 倍之觀察放大率予以觀察。第 5B 圖係第 1A 圖中之點 2 附近處（在厚度方向中之金屬氧化物膜的中央部分），其係以 8000000 倍之觀察放大率予以觀察。

在第 5A 及 5B 圖中所示之此實施例的金屬氧化物膜之橫剖面 TEM 影像中，晶體結構無法被清楚地觀察出。

<<平面 TEM 影像及選擇之區域的電子繞射圖案>>

第 2A 圖係此實施例之金屬氧化物膜的平面 TEM 影像。第 2B 圖顯示由第 2A 圖中之圓所包圍的區域之電子繞射圖案，其係藉由選擇之區域的電子繞射而予以觀察。

做爲金屬氧化物膜之實例，50 奈米（nm）厚之以 In-Ga-Zn 爲基的氧化物膜係形成於石英玻璃基板上。該金屬氧化物膜係在以下情形下予以形成：使用氧化物靶極，該氧化物靶極包含 1：1：1 之原子比的 In，Ga，及 Zn；使用氧氛圍（45sccm 之流動速率）；壓力係 0.4 帕（Pa）；直流（DC）電源供應器係 0.5 千瓦（kW）；以及基板溫度係室溫。然後，使所形成之金屬氧化物膜變薄至大約 50 奈米（nm）（例如，40 奈米±10 奈米），且觀察平面 TEM 影像及選擇之區域的電子繞射圖案。

在第 2A 及 2B 圖中之影像係以在 300 千伏（kV）的

加速電壓之透射電子顯微鏡（Hitachi High-Technologies Corporation 所製造之“H-9000NAR”），予以獲得。爲了要獲得第 2A 圖中之影像，金屬氧化物膜的平面係以在 500000 倍的觀察放大率予以觀察。第 2B 圖顯示藉由選擇之區域的電子繞射所獲得之第 2A 圖中的圓中之區域的繞射結果。第 2B 圖中之圖案係以 300 奈米（nm）ϕ 之選擇區域，藉由電子繞射而予以獲得。顧及電子射束擴展（約數奈米），測量區域係大於或等於 300 奈米（nm）ϕ。

如第 2B 圖中所示，在此實施例之金屬氧化物膜的情況中，藉由奈米射束電子繞射而加以觀察之複數個光點並未被觀察到，以及暈圈圖案係在藉由其測量區域寬於奈米射束電子繞射之該者的選擇區域電子繞射而予以觀察的電子繞射圖案中觀察到。因此，可將此實施例之金屬氧化物膜視爲包含微小晶體部件之金屬氧化物膜，其中周期性的原子配置並不會被巨視地觀察到（例如，在其中測量區域係大於或等於 300 奈米（nm）ϕ 的情況中），或在原子配置中之長距離的有序不會被巨視地觀察到。

<<電子繞射強度分佈的概念圖>>

第 3A 至 3C 圖概念地描繪第 1B 至 1D 圖以及第 2A 及 2B 圖中之電子繞射圖案中的繞射強度分佈。第 3A 圖係第 1B 至 1D 圖中之奈米射束電子繞射圖案中的繞射強度分佈之概念圖。第 3B 圖係第 2B 圖中之選擇區域電子繞射圖案中的繞射強度分佈之概念圖。第 3C 圖係理想多

晶結構之電子繞射圖案中的繞射強度分佈之概念圖。

在第 3A 至 3C 圖的各者中，垂直軸表示電子繞射強度（任意單位）以及水平軸表示距離主光點之距離。

在用於理想多晶結構的第 3C 圖中，峰值係根據晶體部件所配向之平面的平面間之間距（d 值），而在距離主光點的特定距離處被觀察出。在該情況中，於電子繞射圖案中，具有小的線寬之環形係在距離主光點的特定距離處被觀察到。

另一方面，如第 1B 至 1D 圖中所示，其係以在此實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射圖案中所觀察到之複數個光點予以形成的周圍區域，具有相對大的線寬。因而，其電子射束繞射強度係離散地分佈，且包含其中峰值被分佈之複數個區（峰值區），如第 3A 圖中所示。請注意的是，少數光點係在奈米射束電子繞射圖案中之複數個周圍配置的區域間被觀察到。此意指的是，如第 3A 圖中所示，繞射峰值存在於兩個峰值區之間。

再一方面，在此實施例的金屬氧化物膜之選擇區域的電子繞射圖案中之電子射束繞射強度分佈係如第 3B 圖中所示地連續的。因爲第 3B 圖可近似於在寬域中藉由觀察第 3A 圖中所示之電子射束繞射強度分佈所獲得的結果，所以可認爲第 3A 圖中之峰值區係集積的，且連續的強度分佈可被獲得。

第 3A 至 3C 圖指出此實施例之金屬氧化物膜包含複數個晶體部件，其表面取向係隨機的，且其尺寸係彼此互

相不同，以及該等晶體部件係微小的，以致使光點不在選擇區域的電子繞射圖案中被觀察出。

在如第 1B 至 1D 圖中所示的奈米射束電子繞射圖案中給定複數個光點的金屬氧化物膜係變薄至大約 50 奈米（nm）。進一步地，因爲電子射束的射束直徑係收斂至 1 奈米（nm）ϕ，所以測量區域係大於或等於 5 奈米（nm）且小於或等於 10 奈米（nm）。從而，可假定的是，包含於此實施例的金屬氧化物膜中之晶體部件的尺寸係至少小於或等於 50 奈米（nm），例如，小於或等於 10 奈米（nm）或小於或等於 5 奈米（nm）。

<<極薄取樣的奈米射束電子繞射圖案>>

在其中包含於此實施例的金屬氧化物膜中之晶體部件的尺寸係小於或等於 10 奈米（nm）或小於或等於 5 奈米（nm）的情況中，以深度方向之測量區域係大於其中使金屬氧化物膜變薄至大約 50 奈米（nm）的取樣中之晶體部件的尺寸；因而在某些情況中，複數個晶體部件係在測量區域中被觀察。所以，形成變薄至小於或等於 10 奈米（nm）的金屬氧化物膜，且藉由奈米射束電子繞射而觀察其橫剖面。

用以形成該取樣的方法係如下。50 奈米（nm）厚之以 In-Ga-Zn 爲基的氧化物膜係形成於石英玻璃基板上。該膜係在以下情形下予以形成：使用氧化物靶極，該氧化物靶極包含 1：1：1 之原子比的 In，Ga，及 Zn；使用氧

氛圍（45sccm之流動速率）；壓力係0.4帕（Pa）；直流（DC）電源供應器係0.5千瓦（kW）；以及基板溫度係室溫。在形成金屬氧化物膜之後，第一熱處理係在氮氛圍中執行於450℃，1小時，以及第二熱處理係在包含氮及氧的氛圍中執行於450℃，1小時。

其中第二熱處理被執行於其上之金屬氧化物膜係藉由使用Ar離子的離子研磨法，而予以使進一步變薄。首先，其中金屬氧化物膜係形成於其上之石英玻璃基板被附著至用於強化的虛擬基板。然後，藉由切除及研磨而使該膜變薄至大約50微米（μm）。之後，如第16圖中所描繪地，設置至石英玻璃基板200及虛擬基板202的金屬氧化物膜204係透過氬離子而以斜角（約3度）予以輻照，以致使離子研磨被執行，而形成變薄至大約50奈米（nm）（40奈米（nm）±10奈米（nm））的區域210a，及變薄至小於或等於10奈米（nm），例如，5奈米（nm）至10奈米（nm）的區域210b。然後，觀察各區域的橫剖面。

第15A圖係變薄至大約50奈米（nm）之取樣的橫剖面TEM影像，其對應區域210a。第15B至15E圖顯示藉由第15A圖中所示之橫剖面的奈米射束電子繞射而被觀察到的電子繞射圖案。第15B圖顯示使用其中射束直徑係收斂至1奈米（nm）ϕ之電子射束而被觀察到的電子繞射圖案。第15C圖案示使用其中射束直徑係收斂至10奈米（nm）ϕ之電子射束而被觀察到的電子繞射圖案。第

15D 圖顯示使用其中射束直徑係收斂至 20 奈米（nm）ϕ 之電子射束而被觀察到的電子繞射圖案。第 15E 圖顯示使用其中射束直徑係收劍至 30 奈米（nm）ϕ 之電子射束而被觀察到的電子繞射圖案。

如第 15B 圖中所示，與第 1B 至 1D 圖中之該等者相似的複數個周圍分佈的點（光點）亦係在其中執行熱處理於其上的金屬氧化物膜中被觀察出。進一步地，如第 15C 至 15E 圖中所示，當電子射束的射束直徑係增大以觀察更寬廣的測量區域時，則該等光點係逐漸地模糊。

第 17A 至 17D 圖顯示變薄至小於或等於 10 奈米（nm）的取樣中之四個給定點處的奈米射束電子繞射圖案，其對應區域 210b。該等奈米射束電子繞射圖案係使用其中射束直徑被收斂至 1 奈米（nm）ϕ 的電子射束，而予以觀察出。

在第 17A 及 17B 圖中，係觀察到具有規律性的光點，該規律性顯示出以持定平面配向之晶體部件。此指出此實施例的金屬氧化物膜的確包含晶體部件。另一方面，在第 17C 及 17D 圖中，係觀察到複數個周圍分佈的點（光點）。

如上述，包含於此實施例的金屬氧化物膜中之晶體部件的尺寸係微小的，且係至少小於或等於 50 奈米（nm），例如，小於或等於 10 奈米（nm）或小於或等於 5 奈米（nm）。因此，在其中取樣係變薄至小於或等於 10 奈米且電子射束的直徑係收斂至 1 奈米（nm）ϕ，以

做成小於例如，一晶體部件尺寸之測量區域的情況中，可根據測量區域而觀察到具有顯示出以特定平面配向的晶體部件之規律性的光點。在其中複數個晶體部件係包含於所觀察的區域之中的情況中，透射過晶體部件的電子射束進一步輻照位於深度方向中之另一晶體部件，其將導致複數個奈米射束電子繞射圖案之觀察。

<<石英基板的奈米射束電子繞射圖案>>

第 4 圖顯示石英玻璃基板的奈米射束電子繞射圖案。測量情形係與用於第 1B 至 1D 圖中所示之氧化物半導體膜的該等者相同。

如第 4 圖中所示，其中特定光點並非由繞射所給定且其光亮度係自主光點而逐漸改變的暈圈圖案係在具有非晶結構之石英玻璃基板的情況中，被觀察到。因此，即使當電子繞射係執行於微小區域之上時，與在此實施例之金屬氧化物膜中所觀察到的該等者相似之周圍配置的光點並未在具有非晶結構的膜中被觀察出。此確定的是，在第 1B 至 1D 圖中所觀察到之周圍配置的光點係此實施例之金屬氧化物膜特有的。

<<在以奈米射束之輻照後的電子繞射圖案>>

第 8 圖顯示在第 1A 圖中的點 2 係以其中射束直徑被收斂至大約 1 奈米（nm）ϕ 之電子射束予以輻照一分鐘後所觀察的電子繞射圖案。

與第 1C 圖中所示之電子繞射圖案相似地，複數個周圍分佈的光點係在第 8 圖中所示的電子繞射圖案中被觀察到，且在第 1C 圖及第 8 圖中的電子繞射圖案之間並無重大的差異。此意指的是，由第 1C 圖所辨識出之晶體部件係當形成此實施例之金屬氧化物膜時被形成，且並非由收斂之電子射束的輻照所造成。

<<藉由 X 射線繞射之分析>>

其係使用於第 1A 至 1D 圖以及第 2A 及 2B 圖之形成於石英玻璃基板上的此實施例之金屬氧化物膜的取樣係藉由 X 射線繞射（XRD），而予以分析。第 6 圖顯示由離面法所測量出的 XRD 光譜。

在第 6 圖中，垂直軸顯示 X 射線繞射強度（任意單位）以及水平軸顯示繞射角度 2θ（度）。請注意的是，該 XRD 光譜係以 Bruker AXS 所製造之 X 射線繞射計 D8 ADVANCE 予以測量出。

如第 6 圖中所示，對應石英的峰值出現在大約 2θ =20 度至 23 度處；然而，對應金屬氧化物膜中所包含之晶體部件的峰值無法被發現。

在第 6 圖中的結果指出此實施例的金屬氧化物膜中所包含之晶體部件係微小的。

依據上述結果，可臆測的是，此實施例的金屬氧化物膜係其中結合晶體部件的膜，而該等晶體部件的表面取向係隨機的。

此外，可臆測的是，包含於此實施例的金屬氧化物膜中之晶體部件的尺寸係例如，小於或等於 10 奈米（nm）或小於或等於 5 奈米（nm）。此實施例的金屬氧化物膜包含晶體部件（奈米晶體（nc）），例如，其尺寸係大於或等於 1 奈米（nm）且小於或等於 10 奈米（nm）。

<用以形成金屬氧化物膜的方法>

用以形成此實施例之金屬氧化物膜的方法係敘述於下文。如下述，此實施例之金屬氧化物膜係在室溫，藉由濺鍍法而被形成於包含氧的氛圍中。透過包含氧之氛圍的使用，可降低金屬氧化物膜中的氧空缺，以及可形成包含金屬部件的膜。

<<氧空缺的降低>>

在此實施例的金屬氧化物膜中之氧空缺的降低允許具有穩定物理性質之膜的形成。特別地，在其中半導體裝置係使用氧化物半導體膜做爲此實施例之金屬氧化物膜而予以形成的情況中，氧化物半導體膜中的氧空缺致使載子被產生；結果，半導體裝置的電性特徵變化。因而，使用其中氧空缺被降低之氧化物半導體膜所形成的半導體裝置可係高度可靠的。

請注意的是，在沉積氛圍中增加氧分壓係較佳的，因爲可進一步降低此實施例之金屬氧化物膜中的氧空缺。例如，在沉積氛圍中之氧分壓係較佳地大於或等於 33%。

第 7 圖顯示形成於 33%之氧分壓的此實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射圖案。除了使用氬及氧的混合物（Ar 及 O_2 之流動速率分別係 30sccm 及 15sccm）做爲沉積氛圍之外，第 7 圖中所示之此實施例的金屬氧化物膜係在與第 1A 至 1D 圖中所示的金屬氧化物膜之該等者相似的情形下被形成。奈米射束電子繞射係以與用於第 1B 至 1D 圖所解說之該者相似的方式予以執行。

在其係以 33%之氧分壓形成的此實施例之金屬氧化物膜中，周圍配置的光點亦在第 7 圖中所示的奈米射束電子繞射圖案中被觀察出。此確定的是，包含晶體部件的金屬氧化物膜被形成。

<<藉由濺鍍法的沉積>>

可使用以形成此實施例之金屬氧化物膜的氧化物靶極並未受限於以 In-Ga-Zn 爲基的氧化物；例如，可使用以 In-M-Zn 爲基的氧化物（M 係 Al、Ti、Ga、Y、Zr、La、Ce、Nd、或 Hf）。

其包含晶體部件之此實施例的金屬氧化物膜係較佳地使用包含多晶氧化物的濺鍍靶極而予以形成，該多晶氧化物包含複數個晶粒。理由如下。在其中濺鍍靶極包含複數個晶粒且因爲複數個晶粒間之薄弱的接合而具有可能致使晶粒裂開之介面的情況中，當離子與濺鍍靶極碰撞時，晶粒係沿著該等介面裂開，而在某些情況中，可藉以獲得似平板狀之濺鍍粒子。所獲得的似平板狀之濺鍍粒子係沉積

在基板上；從而，在某些情況中形成包含奈米晶體區的金屬氧化物膜。請注意的是，用以形成此實施例之金屬氧化物膜的上述機制係一考慮因素。

此實施例之上述金屬氧化物膜包含複數個晶體部件，其表面取向係隨機的，且其尺寸係彼此互相不同，以及該等晶體部件係微小的，以致使光點不在選擇區域的電子繞射圖案中被觀察出。

進一步地，此實施例之金屬氧化物膜包含具有晶體部件的區域，且具有穩定的物理性質。因而，透過半導體裝置中的此實施例之金屬氧化物膜的使用，該半導體裝置可具有高的可靠度。

（比較實例）

在此比較實例中，將參照附圖而敘述由液相法所形成之金屬氧化物膜的晶體度。

將敘述用以形成此比較實例之金屬氧化物膜的方法於下文。

首先，將 In_2O_3（5wt%）、Ga_2O_3（3wt%）、ZnO（5wt%）、及塗佈劑混合，使得混合物包含 1：1：1 之組成比的 In、Ga、及 Zn，且藉由旋塗法而將該混合物施加至玻璃基板。用於該旋塗法的情形係如下：使用旋轉器；以及自 900rpm 至 2000rpm 逐步地改變旋轉速率。

隨後，在大氣氛圍中使用熱板而執行 150℃之第一加熱處理兩分鐘。

接著，在大氣氛圍中執行 450℃之第二加熱處理一小時。接受第二加熱處理的此比較實例之金屬氧化物膜（由液相法所形成）的接合狀態，及在與第 7 圖中所示的金屬氧化物膜之該等者相同的情形下所形成之金屬氧化物膜（由濺鍍法所形成）的接合狀態，係藉由 X 射線光電子光譜儀（XPS）而予以分析。第 24A 至 24D 圖顯示該等分析之結果。

該 XPS 分析係以 Physical Electronics, Inc.所製造的 Quantera SXM 做爲分析設備，而予以執行。第 24A 至 24D 圖顯示該等金屬氧化物膜的各者之對應 In 之 3d（5/2）軌函數（第 24A 圖），Ga 之 3d 軌函數（第 24B 圖），Zn 之 3p 軌函數（第 24C 圖），及 O 之 1s 軌函數（第 24D 圖）的區域中之光譜。在第 24A 至 24D 圖中之實心線對應由液相法所形成的此比較實例之 In-Ga-Zn 氧化物膜的分析結果。在第 24A 至 24D 圖中之點虛線對應由濺鍍法（濺鍍）所形成的此實施例之 In-Ga-Zn 氧化物膜的分析結果。

在第 24A 至 24D 圖中，雖然在接合能之間具有細微的差異，但由液相法所形成之此比較實例的金屬氧化物膜以及由濺鍍法所形成之此實施例的金屬氧化物膜具有實質相同的光譜形狀。因此，其係由液相法所形成之此比較實例的金屬氧化物膜被辨識爲 In-Ga-Zn 氧化物膜。

其次，藉由 XRD 而分析該比較實例之所形成的取樣。第 19A 至 19D 圖顯示藉由離面法之分析的結果。

在 XRD 分析中係使用 In-Ga-Zn 氧化物膜的取樣，其係在第一加熱處理之後，於大氣氛圍中接受 350℃、450℃、或 550℃之第二加熱處理一小時。

在第 19A 至 19D 圖中，垂直軸顯示 X 射線繞射強度（任意單位）以及水平軸顯示繞射角 2θ（度）。XRD 測量係以 Bruker AXS 所製造之 X 射線繞射計 D8 ADVANCE 予以執行。

第 19A 圖顯示由液相法所形成的此比較實例之取樣的測量結果。並未接受加熱處理之取樣的 XRD 圖案係藉由〝as-depo〞而予以表示之圖案。請注意的是，第 19B 至 19D 圖顯示其係由液相法所形成且在大氣氛圍中接受 350℃、450℃、或 550℃之熱處理一小時之氧化銦膜、氧化鎵膜、及氧化鋅膜的測量結果。

如第 19A 至 19D 圖中所示，對應 In_2O_3 晶體峰值的峰值係在加熱處理後之氧化銦膜的 XRD 圖案中發現。此外，對應 ZnO 晶體峰值的峰值係在加熱處理後之氧化鋅的 XRD 圖案中發現。另一方面，在接受任一溫度之加熱處理的此比較實例之取樣中，與氧化銦膜及氧化鋅膜不一樣地，晶體峰值並未被發現。

然後，其係在大氣氛圍中接受 450℃之第二加熱處理一小時的該等取樣之各者的膜密度係藉由 X 射線反射計（XRR）而予以測量。

請注意的是，XRR 係用以測量沉積的薄膜之密度的測量方法，其中 X 射線係入射在測量取樣上，以測量入射之

X 射線的臨界角及振幅波形中的改變，且理論上的分析係使用該等臨界角及該等振幅波形而予以執行。

第 1 表顯示所測量之膜密度。

[第1表]

取樣	晶體度	膜密度 (g/cm^3)	
		所觀察的	理論上的
In-Ga-Zn 氧化物膜 (In:Ga:Zn = 1:1:1)	無峰值	3.27	6.35
氧化銦膜	可認定爲 In_2O_3 之峰值	4.26	7.12
氧化鎵膜	無峰值	3.61	5.94
氧化鋅膜	可認定爲 ZnO 之峰值	4.06	5.67

如第 1 表中所示，當與根據它們的單一晶體結構所計算之理論上的值相較時，則由液相法所形成之膜具有極低的密度。請注意的是，因爲由液相法所形成之膜具有大的粗糙度，所以不容易高準確度地測量出膜密度。

接著，在此比較實例的金屬氧化物膜及此實施例的金屬氧化物膜中所包含之雜質的濃度係藉由 SIMS 而予以測量。

第 18A 圖顯示比較實例的金屬氧化物膜及此實施例的金屬氧化物膜中之氫（^1H）的濃度輪廓。第 18B 圖顯示比較實例的金屬氧化物膜及此實施例的金屬氧化物膜中之碳（^{12}C）的濃度輪廓。在第 18A 及 18B 圖中，水平軸顯示深度（奈米）以及垂直軸顯示氫或氧的濃度（原子 $/cm^3$）。

在與上述該等者相似的情形下，由液相法所形成的取樣係使用做爲用於第 18A 及 18B 圖之比較實例的金屬氧化物膜。請注意的是，在旋塗之前，使用膜片濾器（0.2微米）的過濾係執行於材料上。此外，第二加熱處理係在大氣氛圍中執行於 450℃、500℃、或 550℃，一小時。其他的情形係與由液相法所形成之上述金屬氧化物膜的該等者相同。在與第 7 圖中所示之金屬氧化物膜的該等者相同的情形下，由濺鍍法所形成的取樣係使用於此實施例的金屬氧化物膜。

如第 18A 及 18B 圖中所示，當與此實施例之金屬氧化物膜相較時，大量的氫及碳均勻地存在於比較實例的金屬氧化物膜之中。

在第 18B 圖中所示的此實施例之金屬氧化物膜的碳濃度係自其表面至膜內部而逐漸地減少。此暗示的是，在此實施例之金屬氧化物膜中的碳主要係由於表面污染之故。

對照地，在比較實例之任何情形下所形成的金屬氧化物膜均勻地包含如 1×10^{22}（原子/cm^3）一樣高或更高之密度的氫，以及如 4×10^{21}（原子/cm^3）一樣高或更高之密度的碳。可臆測的是，在比較實例之金屬氧化物膜中的碳係由於有機酸鹽之故，其係旋塗材料的原料。

接著，其係在大氣氛圍中接受 450℃之第二加熱處理一小時的此比較實例之取樣的橫剖面 TEM 影像係顯示於第 20A 至 20C 圖中。該橫剖面係以在 300 千伏（kV）之加速電壓的透射電子顯微鏡（由 Hitachi High-

Technologies Corporation 所製造之〝H-9000NAR〞），予以觀察。第 20A 圖係 500000 之放大率的橫剖面影像。第 20B 圖係 2000000 之放大率的橫剖面影像。第 20C 圖係 8000000 之放大率的橫剖面影像。

如第 20A 及 20B 圖中所示，由液相法所形成的此比較實例之實例的大部分係由非晶區所占有。此外，可看到由於膜密度中的差異所導致之灰色陰影（亮度中的變化）。

在第 20C 圖中之橫剖面 TEM 影像中的區域 a 中，亮度高，其意指區域 a 具有低的膜密度。在第 20C 圖中之橫剖面 TEM 影像中的區域 b 中，亮度低，其意指區域 b 具有高的密度。

在第 20C 圖中之區域 a 及 b 係藉由奈米射束電子繞射而予以觀察。第 21A 至 21C 圖顯示奈米射束電子繞射圖案。

該奈米射束電子繞射係以在 200 千伏（kV）之加速電壓的透射電子顯微鏡（由 Hitachi High-Technologies Corporation 所製造之“HF-2000”）及大約 1 奈米（nm）ϕ 的射束直徑，予以執行。第 21A 圖顯示第 20C 圖中之區域 a 的奈米射束電子繞射圖案。第 21B 及 21C 圖顯示第 20C 圖中之區域 b 中的兩個不同的部分（由 b1 及 b2 所表示）之奈米射束電子繞射圖案。

第 21D 圖顯示本發明一實施例之金屬氧化物膜的奈米射束電子繞射圖案，其係在與第 7 圖中所示的金屬氧化物

膜之該等者相同的情形下，予以形成及觀察。

如第 21A 至 21C 圖中所示，其係與第 21D 圖中所示的本發明一實施例之金屬氧化物膜中所觀察的周圍配置之點（光點）不同的圖案，係在由液相法所形成的此比較實例之金屬氧化物膜中的各區域中，被觀察到。

在第 21A 圖中所示之區域 a 的奈米射束電子繞射圖案係與指示非晶狀態之暈圈圖案相似。具有該低晶體度之區域的存在可係由於膜之低的密度及高的雜質濃度。

如第 21B 及 21C 圖中所示，具有顯示以特定平面配向的晶體部件之規律性的光點（由第 21B 及 21C 圖中之 1 至 3 所表示）係在區域 b 的奈米射束電子繞射圖案之中被觀察到。該等光點之繞射圖案的分析結果係顯示於下文的第 2 表中。

[第2表]

區域	光點	h	k	l	d 值 (毫米)	
					理論上的	所觀察的
b1	1	1	0	4	0.261	0.263
	2	2	2	4	0.139	0.138
	3	1	2	0	0.165	0.165
b2	1	0	0	9	0.290	0.288
	2	1	0	14	0.156	0.155
	3	1	0	5	0.250	0.250

依據第 2 表，由第 21B 圖或第 21C 圖中的光點所估計之所觀察的 d 值係與 $InGaZnO_4$ 中的複數個平面取向之理論上的 d 值幾乎相同，其意指的是，由液相法所形成之此比較實例的 In-Ga-Zn 氧化物膜包含由於 $InZnGaO_4$ 的晶

體區。

因此，儘管雜質的存在，但包含由於 $InZnGaO_4$ 之週期性原子配置的區域以及其具有極低晶體度且係接近非晶狀態的區域共存於由液相法所形成的 $InZnGaO_4$ 膜之中。

其次，於比較實例的金屬氧化物膜中之諸如氫及碳的雜質在該金屬氧化物膜之晶體度上的影響係藉由計算而予以評估。

在下文之計算中，於該金屬氧化物膜的結晶上之氫的功效係藉由第一原理計算而予以檢驗。特別地，在非晶狀態與晶體狀態之間的能量差異係在其中 $InGaZnO_4$ 不包含氫的情況及其中 $InGaZnO_4$ 包含 6.67 原子百分比之氫的情況二者之中被測量。8.54×10^{22} 原子/cm^3 的 In-Ga-Zn-O 晶體之原子密度及第 18A 及 18B 圖中所示之 SIMS 分析結果指出此氫濃度係與此比較實例之金屬氧化物膜的氫濃度相同。請注意的是，包含 1：1：1 的原子比之 In、Ga、及 Zn 的 In-Ga-Zn 氧化物膜係使用做爲用於該計算之金屬氧化物膜。

第 22 圖描繪所使用於該計算之包含 112 原子之 In-Ga-Zn-O 晶體的晶格結構。

用於計算，係做成第 22 圖中所描繪之其中未添加氫原子至該結構的結構，及第 22 圖中所描繪之其中添加八個氫原子至該結構的結構，且使該等結構最佳化。然後，計算能量。此外，非晶結構係透過以下步驟而根據最佳化的結構予以形成。

（1）以在 3000K 之 NVT 系綜的分子動力學計算。

（2）用於 2psec 之以在 1000K 之 NVT 系綜的分子動力學計算。

（3）該等結構的最佳化。

請注意的是，三個結構係藉由用於 5psec、5.5psec、或 6psec 之上述計算（1）而予以獲得，且接著，使接受計算（2）及最佳化（3）以形成用於該三個結構之各者的三個非晶結構。然後，獲得平均值。在該計算中，係使用第一原理計算軟體〝Vienna Ab initio〞模擬封包（VASP）。計算情形係顯示於第 3 表中。

[第3表]

步驟	泛函數	截止能量 (eV)	K 點
(1)	GGA-PBE	500	1×1×1
(2)	GGA-PBE	300	1×1×1
(3)	GGA-PBE	500	2×2×3

第 23A 至 23D 圖描繪由計算所獲得之各結構的一部分。第 4 表顯示能量差異的計算結果。第 23A 圖描繪其中並未添加 H 原子（0 原子百分比）至單晶 In-Ga-Zn 氧化物膜的結構。第 23B 圖顯示其中添加八個 H 原子（6.67 原子百分比）至單晶 In-Ga-Zn 氧化物膜的結構。第 23C 圖描繪其中並未添加 H 原子（0 原子百分比）至非晶 In-Ga-Zn 氧化物膜的結構。第 23D 圖描繪其中添加八個 H 原子（6.67 原子百分比）至非晶 In-Ga-Zn 氧化物膜的結構。

[第4表]

氫濃度 (原子百分比)	密度 (g/cm^3)	能量差異 (非晶 - 單晶)
0	6.12	1.23
6.67	5.82	0.54

依據第 4 表，當膜係結晶時，In-Ga-Zn 氧化物膜的能量逐漸減少。進一步地，當 H 原子被添加至該膜時，則由於結晶之穩定能量減少。因而，可臆測的是，除了指示由液相法所形成的此比較實例之金屬氧化物膜中的周期性原子配置之包含光點的圖案之外，與暈圈圖案相似之奈米射束電子繞射圖案的觀察係由於氫所導致之晶體結構的去穩定之緣故。

如上述，當金屬氧化物膜包含氫做爲雜質時，則將減少晶體的穩定。該等計算結果符合比較實例的金屬氧化物膜中之諸如氫及碳的雜質之高濃度，而當與此實施例之金屬氧化物膜相較時，顯示出與暈圈圖案相似之奈米射束電子繞射圖案。

此實施例可與此說明書中所敘述之實施例適當地結合而予以實施。

（實施例 2）

在此實施例，將參照圖式而敘述包含金屬氧化物膜之電晶體的結構實例，該金屬氧化物膜係敘述爲實施例 1 中之實例且顯現半導體特徵（氧化物半導體膜）。

<電晶體的結構實例>

第 9A 圖係在下文被敘述爲實例之電晶體 100 的示意橫剖面視圖。該電晶體 100 係底部閘極電晶體。

電晶體 100 包含設置在基板 101 上之閘極電極 102、設置在基板 101 及閘極電極 102 上之絕緣層 103、設置在絕緣層 103 上而與閘極電極 102 重疊之氧化物半導體層 104、以及與氧化物半導體層 104 的頂部表面接觸一對電極 105a 及 105b。進一步地，絕緣層 106 係設置以覆蓋絕緣層 103、氧化物半導體層 104、及該對電極 105a 及 105b，以及絕緣層 107 係設置於絕緣層 106 上。

本發明之一實施例的氧化物半導體膜可被施加至電晶體 100 中的氧化物半導體層 104。

<<基板 101>>

在基板 101 之材料及其類似物的性質上並無特殊的限制，只要該材料具有至少足以耐受稍後將被執行之加熱處理的熱阻。例如，可使用玻璃基板、陶質基板、石英基板、藍寶石基板、或氧化釔穩定氧化鋯（YSZ）基板做爲基板 101。選擇性地，可使用由矽、碳化矽、或其類似物所製成之單晶半導體基板或多晶半導體基板，由鍺化矽或其類似物所製成之化合物半導體基板，SOI 基板，或其類似物做爲基板 101。仍選擇性地，可使用設置有半導體元件之該等基板的任一者做爲基板 101。

仍選擇性地，可使用諸如塑膠基板之撓性基板做爲基

板 101，且可將電晶體 100 直接設置在撓性基板上。進一步選擇性地，可在基板 101 與電晶體 100 之間設置分離層。該分離層可被使用於當所形成在該分離層上之電晶體的一部分或全部被形成，且自基板 101 而予以分離，並轉移至另一基板時。因此，可將電晶體 100 轉移至具有低的熱阻之基板或撓性基板。

<<閘極電極 102>>

閘極電極 102 可使用選自鋁，鉻，銅，鉭，鈦，鉬，及鎢之金屬；包含該等金屬的任何者做爲成分之合金；組合地包含任何該等金屬之合金；或其類似者，而予以形成。進一步地，可使用選自錳及鋯之一或多個金屬。再者，閘極電極 102 可具有單層結構，或二或多層的堆疊層結構。例如，可給定包含矽之鋁膜的單層結構，其中鈦膜係堆疊在鋁膜之上的雙層結構，其中鈦膜係堆疊在氮化鈦膜之上的雙層結構，其中鎢膜係堆疊在氮化鈦膜之上的雙層結構，其中鎢膜係堆疊在氮化鉭膜或氮化鎢膜之上的雙層結構，其中鈦膜、鋁膜、及鈦膜係以此順序予以堆疊的三層結構。選擇性地，可使用包含鋁以及選自鈦、鉭、鎢、鉬、鉻、釹、及銃之一或多個金屬的合金膜；或該合金膜的氮化物膜。

閘極電極 102 亦可使用諸如銦錫氧化物，包含氧化鎢的氧化銦，包含氧化鎢的銦鋅氧化物，包含氧化鈦的氧化銦，包含氧化鈦的銦錫氧化物，銦鋅氧化物，或添加氧化

矽的銦錫氧化物之透光導電材料，而予以形成。且，可具有使用上述透光導電材料及上述金屬所形成之堆疊層結構。

進一步地，可將 In-Ga-Zn 爲基的氮氧化物半導體膜、In-Sn 爲基的氮氧化物半導體膜、In-Ga 爲基的氮氧化物半導體膜、In-Zn 爲基的氮氧化物半導體膜、Sn 爲基的氮氧化物半導體膜、In 爲基的氮氧化物半導體膜、金屬氮化物（諸如 InN 或 ZnN）的膜、或其類似者設置在閘極電極 102 與絕緣層 103 之間。該等膜各具有高於或等於 5eV，或高於或等於 5.5eV 之高於或等於氧化物半導體的電子親合力的功函數。因此，包含氧化物半導體之電晶體的臨限電壓可被以正的方向偏移，且可獲得所謂常態截止開關元件。例如，可使用至少具有比氧化物半導體層 104 更高的氮濃度之 In-Ga-Zn 爲基的氮氧化物半導體膜，特定地，具有 7 原子百分比或更高的氮濃度之 In-Ga-Zn 爲基的氮氧化物半導體膜。

<<絕緣層 103>>

絕緣層 103 作用爲閘極絕緣膜。與氧化物半導體層 104 的底部表面接觸的絕緣層 103 較佳地係非晶膜。

絕緣層 103 可使用例如，一或多個氧化矽、氮氧化矽、氧化氮化矽、氮化矽、氧化鋁、氧化鉿、氧化鎵、Ga-Zn 爲基金屬氧化物、氮化矽、及其類似者，而被形成爲具有單層結構或堆疊層結構。

絕緣層 103 可使用諸如鉿矽酸鹽（$HfSiO_x$）、添加氮之鉿矽酸鹽（$HfSi_xO_yN_z$）、添加氮之鉿鋁酸鹽（$HfAl_xO_yN_z$）、氧化鉿、或氧化釔的高 k 材料而予以形成，以致使電晶體的閘極漏電流可被降低。

<<電極 105a 及 105b 之對>>

電極 105a 及 105b 之對作用爲電晶體的源極電極及汲極電極。

電極 105a 及 105b 之對可使用諸如鋁、鈦、鉻、鎳、銅、釔、鋯、鉬、銀、鉭、及鎢之金屬的任一者，或包含該等金屬之任一者的合金做爲導電材料，而被形成爲具有單層結構或堆疊層結構。例如，可給定包含矽之鋁膜的單層結構，其中鈦膜係堆疊在鋁膜之上的雙層結構，其中鈦膜係堆疊在鎢膜之上的雙層結構，其中銅膜係堆疊在銅鎂鋁合金膜之上的雙層結構，其中鈦膜或氮化鈦膜、鋁膜或銅膜、及鈦膜或氮化鈦膜係以此順序予以堆疊的三層結構，其中鉬膜或氮化鉬膜、鋁膜或銅膜、鉬膜或氮化鉬膜係以此順序予以堆疊的三層結構，及其類似者。請注意的是，可使用氧化銦、氧化錫、或氧化鋅之透明導電材料。

<<絕緣層 106，107>>

較佳地，絕緣層 106 係使用包含比化學計量組成中之氧更高比例的氧之氧化物絕緣膜，而予以形成。該氧化物絕緣膜係在加熱時釋放出氧。例如，當該氧化物絕緣膜係

在相等於或高於電晶體的製造處理中之加熱處理溫度的溫度處被加熱時，則在熱解吸光譜儀（TDS）分析中，所轉換成氧原子之所釋放出的氧數量係大於或等於 1.0×10^{18} 原子/cm^3，較佳地大於或等於 3.0×10^{20} 原子/cm^3。

做爲絕緣層 106，可形成氧化矽膜、氮氧化矽膜、或其類似物。

請注意的是，絕緣層 106 亦在稍後形成絕緣層 107 時，作用爲可對氧化物半導體層 104 緩和傷害的膜。

傳輸氧的氧化物膜可被設置在絕緣層 106 與氧化物半導體層 104 之間。

做爲傳輸氧的氧化物膜，可形成氧化矽膜、氮氧化矽膜、或其類似物。請注意的是，在此說明書中，〝氮氧化矽膜〞意指包含氧比氮更高比例的膜，以及〝氧化氮化矽膜〞意指包含氮比氧更高比例的膜。

絕緣層 107 可使用對氧、氫、水、及其類似物具有阻隔功效的絕緣膜，而予以形成。藉由提供絕緣層 107 於絕緣層 106 之上，可防止來自氧化物半導體層 104 之氧的對外擴散及來自外部之氫、水、或其類似物進到氧化物半導體層 104 之內。關於該絕緣膜，例如，可給定氮化矽膜、氧化氮化矽膜、氧化鋁膜、氮氧化鋁膜、氧化鎵膜、氮氧化鎵膜、氧化鈀膜、氮氧化鈀膜、氧化鉿膜、及氮氧化鉿膜。

<電晶體之製造方法的實例>

其次，將敘述第 9A 至 9C 圖中所描繪的電晶體 100 之製造方法的實例。

首先，如第 10A 圖中所描繪地，閘極電極 102 係形成於基板 101 之上，以及絕緣層 103 係形成於閘極電極 102 之上。

在此，玻璃基板係使用做爲基板 101。

<<閘極電極的形成>>

閘極電極 102 的形成方法係敘述於下文。首先，導電膜係藉由濺鍍法、CVD 法、蒸鍍法、或其類似方法而予以形成，且然後，阻體遮罩係使用第一光罩，藉由光微影術處理，而被形成於該導電膜之上。接著，一部分的導電膜係使用該阻體遮罩而予以蝕刻，以形成閘極電極 102。之後，將阻體遮罩去除。

請注意的是，取代上述之形成方法，閘極電極 102 可藉由電解電鍍法、印刷法、噴墨法、或其類似方法，而予以形成。

<<閘極絕緣層的形成>>

絕緣層 103 係藉由濺鍍法、CVD 法、蒸鍍法、或其類似方法，而予以形成。

在其中絕緣層 103 係使用氧化矽膜、氮氧化矽膜、或氧化氮化矽膜而予以形成的情況中，較佳地，使用包含矽之沉積氣體以及氧化氣體做爲源氣體。包含矽之沉積氣體

的典型實例包含矽烷、乙矽烷、丙矽烷、及氟矽烷。做爲氧化氣體，例如，可給定氧、臭氧、一氧化二氮、及二氧化氮。

在形成氮化矽膜做爲絕緣層 103 的情況中，使用兩步驟形成法係較佳的。首先，具有少數缺陷之第一氮化矽膜係藉由電漿 CVD 法而予以形成，其中矽烷、氮、及氨之混合氣體係使用做爲源氣體。然後，其中氫濃度係低且氫可被阻隔之第二氮化矽膜係藉由切換源氣體至矽烷及氮的混合氣體，而予以形成。透過該形成方法，可形成具有少數缺陷及對氫之阻隔性質的氮化矽膜做爲絕緣層 103。

此外，在形成氧化鎵膜做爲絕緣層 103 的情況中，可使用金屬有機化學氣相沉積（MOCVD）法。

<<氧化物半導體層的形成>>

接著，如第 10B 圖中所描繪，氧化物半導體層 104 係形成於絕緣層 103 之上。

氧化物半導體層 104 的形成方法係敘述於下文。首先，氧化物半導體膜係使用實施例 1 中所述的方法而被形成。然後，阻體遮罩係使用第二光罩，藉由光微影術處理，而被形成於該氧化物半導體膜之上。接著，一部分的氧化物半導體膜係使用該阻體遮罩而予以蝕刻，以形成氧化物半導體層 104。之後，將阻體遮罩去除。

隨後，可執行加熱處理。在該情況下，較佳地，該加熱處理係在包含氧的氛圍下，予以執行。

<<電極之對的形成>>

其次，如第 10C 圖中所描繪地，形成電極 105a 及電極 105b 之對。

該對電極 105a 及 105b 的形成方法係敘述於下文。首先，導電膜係藉由濺鍍法、CVD 法、蒸鍍法、或其類似方法，而予以形成。然後，阻體遮罩係使用第三光罩，藉由光微影術處理，而被形成於該導電膜之上。接著，一部分的導電膜係使用該阻體遮罩而予以蝕刻，以形成該對電極 105a 及 105b。之後，將阻體遮罩去除。

請注意的是，如第 10B 圖中所描繪地，氧化物半導體層 104 的上方部分係在某些情況中，藉由該導電膜的蝕刻而被部分地蝕刻及變薄。爲此理由，較佳地，使該氧化物半導體層 104 形成變厚。

<<絕緣層的形成>>

接著，如第 10D 圖中所描繪地，絕緣層 106 係形成於氧化物半導體層 104 和該對電極 105a 及 105b 之上，以及絕緣層 107 係相繼地形成於該絕緣層 106 之上。

在其中絕緣層 106 係使用氧化矽膜或氮氧化矽膜而被形成的情況中，較佳地，使用包含矽之沉積氣體以及氧化氣體做爲源氣體。包含矽之沉積氣體的典型實例包含矽烷、乙矽烷、丙矽烷、及氟矽烷。做爲氧化氣體，例如，可給定氧、臭氧、一氧化二氮、及二氧化氮。

例如，氧化矽膜或氮氧化矽膜係在如下的情形下，被形成：設置在電漿 CVD 設備的真空排氣處理室中的基板係保持在高於或等於 180℃且低於或等於 260℃，較佳地高於或等於 200℃且低於或等於 240℃的溫度處；源氣體係以大於或等於 100Pa 且小於或等於 250Pa，較佳地大於或等於 100Pa 且小於或等於 200Pa 的壓力被充氣至該處理室；以及高於或等於 0.17W/cm^2 且低於或等於 0.5W/cm^2，較佳地高於或等於 0.25W/cm^2 且低於或等於 0.35W/cm^2 的高頻功率係供應至設置在該處理室中之電極。

透過高頻功率的施加，在電漿中之源氣體的遞降效率增加，氧游離基增加，以及源氣體的氧化被助長；因此，氧係以高於化學計量組成中之氧的比例被包含於氧化物絕緣膜中。然而，在上述基板溫度所製備的膜會在稍後處理中之所執行的加熱時，釋放出其中一部分的氧。因此，可形成氧化物絕緣膜，而其包含高於化學計量組成中之氧的比例之氧，且一部分的氧會由於加熱而自其釋放出。

進一步地，在提供氧化物絕緣膜於氧化物半導體層 104 與絕緣層 106 之間的情況中，該氧化物絕緣膜可在形成絕緣層 106 的步驟中用作氧化物半導體層 104 的保護膜。因此，絕緣層 106 可在對氧化物半導體層 104 之傷害被降低的同時，使用具有高的功率密度之高頻功率而予以形成。

例如，氧化矽膜或氮氧化矽膜可在如下的情形下，被

形成爲氧化物絕緣膜：設置在電漿 CVD 設備的真空排氣處理室中的基板係保持在高於或等於 180℃且低於或等於 400℃，較佳地高於或等於 200℃且低於或等於 370℃的溫度處；源氣體係以大於或等於 20Pa 且小於或等於 250Pa，較佳地大於或等於 100Pa 且小於或等於 250Pa 的壓力被充氣至該處理室；以及高頻功率係供應至設置在該處理室中之電極。進一步地，當處理室中之壓力係大於或等於 100Pa 且小於或等於 250Pa 時，可降低對氧化物半導體層 104 之傷害。

包含矽之沉積氣體以及氧化氣體係較佳地使用做爲氧化物絕緣膜的源氣體。包含矽之沉積氣體的典型實例包含矽烷、乙矽烷、丙矽烷、及氟矽烷。做爲氧化氣體，例如，可給定氧、臭氧、一氧化二氮、及二氧化氮。

絕緣層 107 可藉由濺鍍法、CVD 法、或其類似方法，而予以形成。

在其中絕緣層 107 係使用氮化矽膜或氧化氮化矽膜而予以形成的情況中，較佳地，使用包含矽之沉積氣體、氧化氣體、及包含氮之氣體做爲源氣體。包含矽之沉積氣體的典型實例包含矽烷、乙矽烷、丙矽烷、及氟矽烷。做爲氧化氣體，例如，可給定氧、臭氧、一氧化二氮、及二氧化氮。做爲包含氮之氣體，可給定氮及氨爲實例。

透過上述處理，可形成電晶體 100。

<電晶體 100 的修正實例>

將在下文敘述與電晶體 100 部分地相異之電晶體的結構實例。

<<修正實例 1>>

第 9B 圖係在下文被敘述爲實例之電晶體 110 的示意橫剖面視圖。電晶體 110 係在氧化物半導體層的結構中，與電晶體 100 不同。請注意的是，由相同的參考符號所表示之具有與其他結構實例的結構或功能相似之該等者的組件之說明係省略於下文。

在電晶體 110 中所包含的氧化物半導體層 114 中，氧化物半導體層 114a 及氧化物半導體層 114b 係堆疊著。

因爲在某些情況中之氧化物半導體層 114a 與氧化物半導體層 114b 間的界限並不清楚，所以該界限係藉由點虛線而予以顯示於第 9B 圖及其類似圖中。

本發明之一實施例的氧化物半導體膜可被施加至該等氧化物半導體層 114a 及 114b 的其中一者或二者。

可予以使用於氧化物半導體層 114a 之材料的典型實例係 In-Ga 氧化物、In-Zn 氧化物、及 In-M-Zn 氧化物（M 係 Al、Ti、Ga、Y、Zr、La、Ce、Nd、或 Hf）。在使用 In-M-Zn 氧化物以供氧化物半導體層 114a 之用的情況中，當假定 In 及 M 的合計爲 100 原子百分比，且 Zn 及氧係自考慮剔除時，則 In 及 M 的比例係較佳地分別大於或等於 25 原子百分比且小於 75 原子百分比，以及進一步較佳地分別大於或等於 34 原子百分比且小於 66 原子

百分比。此外，例如，具有 2eV 或更大，較佳地，2.5eV 或更大，進一步較佳地，3eV 或更大之能隙的材料係使用於氧化物半導體層 114a。

例如：氧化物半導體層 114b 包含 In 或 Ga，且典型地包含 In-Ga 氧化物、In-Zn 氧化物、或 In-M-Zn 氧化物（M 係 Al、Ti、Ga、Y、Zr、La、Ce、Nd、或 Hf）。此外，氧化物半導體層 114b 之導電帶最小值的能量位準係比氧化物半導體層 114a 之該者更接近真空位準。在氧化物半導體層 114b 之導電帶最小值的能量位準與氧化物半導體層 114a 之導電帶最小值的能量位準之間的差異，較佳地，係 0.05eV 或更大，0.07eV 或更大，0.1eV 或更大、或 0.15eV 或更大，且 2eV 或更小，1eV 或更小，0.5eV 或更小，或 0.4eV 或更小。

當使用例如，In-M-Zn 氧化物做爲氧化物半導體層 114b 時，則在 In 與 M 之間的原子比係較佳地如下：In 的原子百分比係小於 50 原子百分比，以及 M 的原子百分比係大於或等於 50 原子百分比；進一步較佳地，In 的原子百分比係小於 25 原子百分比，以及 M 的原子百分比係大於或等於 75 原子百分比，其中 In 及 M 的合計係假定爲 100 原子百分比，且 Zn 及氧係自考慮剔除。

用於氧化物半導體層 114a，例如，可使用包含 1：1：1 或 3：1：2 原子比之 In、Ga、及 Zn 的 In-Ga-Zn 氧化物。進一步地，用於氧化物半導體層 114b，可使用包含 1：3：2、1：6：4、或 1：9：6 原子比之 In、Ga、及

Zn 的 In-Ga-Zn 氧化物。請注意的是，在某些情況中，該等氧化物半導體層 114a 及 114b 的原子比可與所使用之靶極的該等者相異，且可具有±20%的差異於其間。

當包含大量用作穩定劑之 Ga 的氧化物係使用以供設置在氧化物半導體層 114a 上的氧化物半導體層 114b 之用時，可防止氧自該等氧化物半導體層 114a 及 114b 而被釋放出。

請注意的是，無需設定上述之組成及材料，而具有適當組成之材料可根據電晶體之所需的半導特徵及電性特徵（例如，場效應遷移率及臨限電壓）而被使用。進一步地，爲了要獲得電晶體之所需的半導體特徵，較佳地，應將氧化物半導體層 114a 及 114b 之載子密度、雜質濃度、缺陷密度、金屬元素對氧的原子比，原子間之距離，密度、及其類似者設定適宜。

雖然做爲氧化物半導體層 114 的實例之其中堆疊兩個氧化物半導體層的結構係敘述於上文，但其中堆疊三個或更多個氧化物半導體層的結構亦可予以使用。

<<修正實例 2>>

第 9C 圖係在下文被敘述爲實例之電晶體 120 的示意橫剖面視圖。電晶體 120 係在氧化物半導體層的結構中，與電晶體 100 及電晶體 110 不同。

在電晶體 120 中所包含的氧化物半導體層 124 中，氧化物半導體層 124a、氧化物半導體層 124b、及氧化物半

導體層 124c 係以此順序予以堆疊。

氧化物半導體層 124a 及 124b 係堆疊於絕緣層 103 之上。氧化物半導體層 124c 係設置以與氧化物半導體層 124b 的頂部表面以及該對電極 105a 及 105b 的頂部表面及側表面接觸。

本發明之一實施例的氧化物半導體膜可被施加至該等氧化物半導體層 124a，124b，及 124c 的至少一者。

例如，氧化物半導體層 124b 可具有與敘述於修正實例 1 中做爲實例之氧化物半導體層 114a 的結構相似的結構。進一步地，例如，氧化物半導體層 124a 及 124c 可各自具有與敘述於修正實例 1 中做爲實例之氧化物半導體層 114b 的結構相似的結構。

當包含例如，大量用作穩定劑之 Ga 的氧化物係使用以供氧化物半導體層 124a 及氧化物半導體層 124c 之用時，可防止氧自氧化物半導體層 124a、氧化物半導體層 124b、及氧化物半導體層 124c 而被釋放出。

在其中通道係主要地形成於氧化物半導體層 124b 之中的情況中，例如，可將包含大量 In 的氧化物使用於氧化物半導體層 124b，且將該對電極 105a 及 105b 設置以與氧化物半導體層 124b 接觸；因此，可增加電晶體 120 的導通狀態電流。

<電晶體之另外的結構實例>

下文將敘述其中可施加本發明一實施例的氧化物半導

體膜之頂部閘極電晶體的結構實例。

<<結構實例>

第 11A 圖係頂部閘極電晶體 150 的示意橫剖面視圖，其將在下文被敘述爲實例。

電晶體 150 包含：氧化物半導體層 104，係設置在基板 101 上，其中在該基板 101 上，係設置絕緣層 151；電極 105a 及 105b 之對，係與氧化物半導體層 104 的頂部表面接觸；絕緣層 103，係設置在氧化物半導體層 104 和該對電極 105a 及 105b 上；以及閘極電極 102，係設置在絕緣層 103 上，而與氧化物半導體層 104 重疊。進一步地，絕緣層 152 係設置以覆蓋絕緣層 103 及閘極電極 102。

本發明之一實施例的氧化物半導體膜可被施加至電晶體 150 中之氧化物半導體層 104。

絕緣層 151 具有抑制來自基板 101 的雜質被擴散至氧化物半導體層 104 之功能。例如，可使用與絕緣層 107 之結構相似的結構。請注意的是，絕緣層 151 無需一定要被設置。

絕緣層 152 可使用具有對氧、氫、水、及其類似物之阻隔功效的絕緣膜，而以與絕緣層 107 之方式相似的方式予以形成。請注意的是，絕緣層 107 無需一定要被設置。

<<修正實例>>

其係與電晶體 150 部分地相異之電晶體的結構實例將

被敘述於下文。

第 11B 圖係敘述於下文做爲實例之電晶體 160 的示意橫剖面視圖。在電晶體 160 中之氧化物半導體層的結構係與電晶體 150 中之該者不同。

在電晶體 160 中所包含的氧化物半導體層 164 中，氧化物半導體層 164a、氧化物半導體層 164b、及氧化物半導體層 164c 係以此順序予以堆疊。

本發明之一實施例的氧化物半導體膜可被施加至氧化物半導體層 164a、氧化物半導體層 164b、及氧化物半導體層 164c 的至少一者。

例如，氧化物半導體層 164b 可具有與敘述於修正實例 1 中做爲實例之氧化物半導體層 114a 的結構相似的結構。進一步地，例如，氧化物半導體層 164a 及 164c 可各自具有與敘述於修正實例 1 中做爲實例之氧化物半導體層 114b 的結構相似的結構。

包含大量用作穩定劑之 Ga 的氧化物係使用以供氧化物半導體層 164a 及氧化物半導體層 164c 之用；因此，可防止氧自氧化物半導體層 164a、氧化物半導體層 164b、及氧化物半導體層 164c 而被釋放出。

氧化物半導體層 164 可以以下文之方式予以形成：氧化物半導體層 164c 及氧化物半導體層 164b 係藉由蝕刻而予以獲得，以致使將成爲氧化物半導體層 164a 的氧化物半導體膜暴露出；以及該氧化物半導體膜係藉由乾蝕刻法而被處理成爲氧化物半導體層 164a。在該情況中，該氧

化物半導體膜的反應產物係附著至氧化物半導體層 164b 及 164c 的側表面，而在某些情況中，形成側壁保護層（亦稱作兔耳朵）。請注意的是，該反應產物係藉由濺鍍現象，或在乾蝕刻時，被附著。

在第 11C 圖係電晶體 161 的示意橫剖面視圖，其中側壁保護層 164d 係以上述方式形成爲氧化物半導體層 164 的側表面。請注意的是，電晶體 161 的其他組件係與電晶體 160 的該等者相同。

側壁保護層 164d 主要包含與氧化物半導體層 164a 相同的材料。在若干情況中，側壁保護層 164d 包含設置在氧化物半導體層 164a 的下面之層（在此，絕緣層 151）的組分（例如，矽）。

具有如第 11C 圖中所描繪之其中氧化物半導體層 164b 的側表面係以側壁保護層 164d 予以覆蓋，以便不會與該對電極 105a 及 105b 接觸之結構，當通道係主要地形成於氧化物半導體層 164b 之中時，可特別地降低截止狀態中的電晶體之非故意的漏電流；因而，可製造出具有有利之截止狀態特徵的電晶體。進一步地，當使用包含大量用作穩定劑之 Ga 的材料以供側壁保護層 164d 之用時，可有效地防止氧自氧化物半導體層 164b 的側表面而被釋放出；因此，可製造出具有優異穩定度之電性特徵的電晶體。

此實施例可以與此說明書中所敘述之實施例適當地結合而予以實施。

（實施例 3）

在此實施例中，將參照第 12A 至 12C 圖而敘述本發明一實施例之顯示面板的結構。

第 12A 圖係本發明一實施例之顯示面板的頂視圖。第 12B 圖描繪像素電路，其可在其中液晶元件係使用於本發明一實施例的顯示面板中之像素中的情況中被使用。第 12C 圖描繪像素電路。其可在其中有機 EL 元件係使用於本發明一實施例的顯示面板中之像素中的情況中被使用。

在像素部中之電晶體可依據實施例 2 而予以形成。進一步地，電晶體可易於被形成爲 n 通道電晶體，且因此，可使用 n 通道電晶體而予以形成之驅動器電路的一部分可被形成於與像素部之電晶體相同的基板上。透過此方式而使用實施例 2 中所敘述的電晶體以供像素部或驅動器電路之用，可提供高度可靠的顯示裝置。

第 12A 圖描繪主動矩陣顯示裝置之方塊圖的實例。像素部 501、第一掃描線驅動器電路 502、第二掃描線驅動器電路 503、及信號線驅動器電路 504 係設置在顯示裝置中之基板 500 上。在像素部 501 中，係配置來自信號線驅動器電路 504 所延伸之複數個信號線，且配置來自第一掃描線驅動器電路 502 及第二掃描線驅動器電路 503 所延伸之複數個掃描線。請注意的是，包含顯示元件之像素係以矩陣予以設置在其中掃描線及信號線彼此互相交叉之個別區域中。顯示裝置之基板 500 係透過諸如撓性印刷電路

（FPC）之連接部，而被連接至時序控制電路（亦稱作控制器或控制器 IC）。

在第 12A 圖中，第一掃描線驅動器電路 502、第二掃描線驅動器電路 503、及信號線驅動器電路 504 係形成於與像素部 501 相同的基板 500 上。因而，可減少諸如驅動器電路之被設置在外面之組件的數目，以致使成本中的降低可予以獲得。進一步地，在其中驅動器電路係設置在基板 500 外面的情況中，佈線將必須被延伸且佈線之連接的數目將增加；惟，當驅動器電路係設置在基板 500 之上時，可減少佈線之連接的數目。因此，可達成可靠度或產能中之增進。

<液晶面板>

第 12B 圖描繪像素之電路組態的實例。在此，係描繪像素電路，其係可應用至 VA 液晶顯示面板的像素。

此像素電路可被施加至其中一像素包含複數個像素電極層之結構。該等像素電極層係連接至不同的電晶體，且該等電晶體可以以不同的閘極信號予以驅動。因而，所施加至多域像素中之個別像素電極層的信號可被獨立地控制。

電晶體 516 的閘極佈線 512 及電晶體 517 的閘極佈線 513 係分離的，以致使不同的閘極信號可被供應至該處。對照地，作用成爲資料線之源極或汲極電極 514 係由電晶體 516 及 517 所分享。可適當地使用實施例 2 中所敘述之

電晶體做爲電晶體 516 及 517 的各者。因此，可提供高度可靠的液晶面板。

將敘述電性連接至電晶體 516 之第一像素電極層及電性連接至電晶體 517 之第二像素電極層的形狀。第一像素電極層及第二像素電極層係藉由縫隙而予以分離。第一像素電極層具有 V 形狀，以及第二像素電極層係設置以便包圍第一像素電極層。

電晶體 516 的閘極電極係連接至閘極佈線 512，以及電晶體 517 的閘極電極係連接至閘極佈線 513。當不同的閘極信號係供應至閘極佈線 512 及閘極佈線 513 時，可使電晶體 516 及電晶體 517 的操作時序變化。因而，可控制液晶的配向。

進一步地，儲存電容器可使用電容器佈線 510、作用成爲電介質之閘極絕緣膜、及電性連接至第一像素電極層或第二像素電極層的電容器電極，而予以形成。

該多域像素包含第一液晶元件 518 及第二液晶元件 519。第一液晶元件 518 包含第一像素電極層、相對電極層、及在其間之液晶層。第二液晶元件 519 包含第二像素電極層、相對電極層、及在其間之液晶層。

請注意的是，本發明之像素電路並未受限於第 12B 圖中所顯示的該者。例如，可將開關、電阻器、電容器、電晶體、感測器、邏輯電路、或其類似者添加至第 12B 圖中所描繪之像素。

<有機 EL 面板>

第 12C 圖描繪像素部之電路組態的另一實例。在此，係顯示使用有機 EL 元件之顯示面板的像素結構。

在有機 EL 元件中，藉由對發光元件之電壓的施加，可將來自電極之對的其中一者之電子及將來自該電極之對的另一者之電洞注入至包含發光有機化合物之層；因而，使電流流動。該等電子及電洞復合，且因此，使發光有機化合物被激發。該發光有機化合物自受激狀態返回至接地狀態，而藉以發射出光。由於該機制，此發光元件被稱作電流激發之發光元件。

第 12C 圖描繪像素電路之可應用的實例。在此，一像素包含兩個 n 通道電晶體。請注意的是，可使用本發明之一實施例的金屬氧化物膜以供該等 n 通道電晶體的通道形成區之用。進一步地，數位式時間灰度驅動可被使用於該像素電路。

將敘述可應用之像素電路的組態及使用數位式時間灰度驅動之像素的操作。

像素 520 包含開關電晶體 521、驅動器電晶體 522、發光元件 524、及電容器 523。開關電晶體 521 的閘極電極層係連接至掃描線 526，開關電晶體 521 之第一電極（源極電極層及汲極電極層的其中一者）係連接至信號線 525，以及開關電晶體 521 之第二電極（源極電極層及汲極電極層的另一者）係連接至驅動器電晶體 522 的閘極電極層。驅動器電晶體 522 的閘極電極層係透過電容器 523

而被連接至電源供應線 527，驅動器電晶體 522 之第一電極係連接至電源供應線 527，以及驅動器電晶體 522 之第二電極係連接至發光元件 524 的第一電極（像素電極）。發光元件 524 的第二電極對應共同電極 528。共同電極 528 係電性連接至設置在相同基板上之共同電位線。

做爲開關電晶體 521 及驅動器電晶體 522，可適當地使用實施例 2 中所敘述的電晶體。以此方式，可提供高度可靠的有機 EL 顯示面板。

發光元件 524 之第二電極（共同電極 528）的電位係設定成爲低電源供應電位。請注意的是，低電源供應電位係低於所供應至電源供應線 527 之高電源供應電位。例如，該低電源供應電位可係 GND、0V、或其類似者。高電源供應電位及低電源供應電位係設定爲高於或等於發光元件 524 的順向臨限電壓，且在該等電位之間的差異係施加至發光元件 524，藉以使電流被供應至發光元件 524，而引起光發射。發光元件 524 的順向電壓意指其中可獲得所欲的光亮度於該處之電壓，且係至少高於順向臨限電壓。

請注意的是，可將驅動器電晶體 522 的閘極電容使用做爲用於電容器 523 之替代物，以致使電容器 523 可被省略。驅動器電晶體 522 的閘極電容可形成於通道形成區與閘極電極層之間。

接著，將敘述所輸入至驅動器電晶體 522 之信號。在電壓輸入之電壓驅動法的情況中，用以使驅動器電晶體

522 必定導通或關閉之視頻信號被輸入至驅動器電晶體 522。爲了要使驅動器電晶體 522 操作於線性區之中，高於電源供應線 527 之電壓的電壓係施加至驅動器電晶體 522 的閘極電極層。請注意的是，高於或等於電源供應線電壓與驅動器電晶體 522 的臨限電壓 Vth 之總和的電壓之電壓係施加至信號線 525。

在執行類比式灰度驅動的情況中，大於或等於發光元件 524 的順向電壓與驅動器電晶體 522 的臨限電壓 Vth 之總和的電壓之電壓係施加至驅動器電晶體 522 的閘極電極層。輸入將使驅動器電晶體 522 操作於飽和區之中的視頻信號，以致使電流被供應至發光元件 524。爲了要使驅動器電晶體 522 操作於飽和區之中，電源供應線 527 的電位係設定爲高於驅動器電晶體 522 的閘極電位。當使用類比式視頻信號時，可依據該視頻信號而供應電流至發光元件 524，並執行類比式灰度驅動。

請注意的是，本發明之像素電路的組態並未受限於第 12C 圖中所顯示的該者。例如，可將開關、電阻器、電容器、感測器、電晶體、邏輯電路、或其類似者添加至第 12C 圖中所描繪之像素電路。

（實施例 4）

在此實施例中，將參照第 13 圖及第 14A 至 14D 圖而敘述包含本發明一實施例的金屬氧化物膜之半導體裝置及電子裝置的結構。

第 13 圖係電子裝置的方塊圖，其包含其中施加本發明一實施例之金屬氧化物膜的半導體裝置。

第 14A 至 14D 圖係電子裝置的外部視圖，其各包含其中施加本發明一實施例之金屬氧化物膜的半導體裝置。

在第 13 圖中所描繪的電子裝置包含 RF 電路 901、類比基帶電路 902、數位基帶電路 903、電池 904、電源供應電路 905、應用處理器 906、快閃記憶體 910、顯視控制器 911、記憶體電路 912、顯示器 913、觸控感測器 919、音頻電路 917、鍵盤 918、及其類似物。

應用處理器 906 包含 CPU907、DSP908、及介面（IF）909。此外，記憶體電路 912 可包含 SRAM 或 DRAM。

在實施例 2 中所敘述的電晶體係施加至記憶體電路 912，而可藉以提供可寫入及讀取資料之高度可靠的電子裝置。

在實施例 2 中所敘述的電晶體係施加至 CPU907 或 DSP908 中所包含的暫存器或其類似物，而可藉以提供可寫入及讀取資料之高度可靠的電子裝置。

請注意的是，在其中實施例 2 中所敘述之電晶體的截止狀態漏電流係極低的狀況中，記憶體電路 912 可儲存資料長的時間且可具有充分降低的功率消耗。此外，在其中執行功率閘控的週期期間，CPU907 或 DSP908 可儲存功率閘控前之狀態於暫存器或其類似物中。

進一步地，顯示器 913 包含顯示部 914、源極驅動器

915、及閘極驅動器 916。

顯示部 914 包含以矩陣予以配置之複數個像素。該像素包含像素電路，且像素電路係電性連接至閘極驅動器 916。

可將實施例 2 中所敘述之電晶體適當地使用於像素電路或閘極驅動器 916 中。因而，可提供高度可靠的顯示器。

電子裝置的實例係電視機（亦稱作電視或電視接收機）、電腦或其類似物之監視器、如數位相機或數位攝錄影機之相機、數位相框、行動電話手機（亦稱作行動電話或行動電話裝置）、可攜帶式遊戲機、可攜帶式資訊終端機、音頻再生裝置、諸如柏青哥機之大型遊戲機、及其類似物。

第 14A 圖描繪可攜帶式資訊終端機，其包含主體 1001、外殼 1002、顯示部 1003a、顯示部 1003b、及其類似物。顯示部 1003b 包含觸控面板。藉由觸控顯示部 1003b 上所顯示之鍵盤鈕 1004，可執行螢幕操作，且可輸入正文。不用多說地，可使顯示部 1003a 作用成爲觸控面板。液晶面板或有機發光面板係藉由使用實施例 2 中所敘述之電晶體做爲開關元件而予以製造出，且被施加至顯示部 1003a 或 1003b，而可藉以提供高度可靠的可攜帶式資訊終端機。

在第 14A 圖中所描繪的可攜帶式資訊終端機可具有顯示各種種類之資料（例如，靜止影像、移動影像、及正文

影像）的功能，顯示日曆、日期、時間、或其類似物於顯示部上的功能，操作或編輯所顯示在顯示部上之資料的功能，藉由各種種類之軟體（程式）而控制處理的功能，及其類似功能。進一步地，可將外部連接端子（耳機端子、USB 端子、或其類似物）、記錄媒體插入部、或其類似物設置在外殼的背面表面或側表面之上。

在第 14A 圖中所描繪的可攜帶式資訊終端機可無線地傳送及接收資料。透過無線式通訊，可自電子書伺服器採購及下載所欲之書籍資料或其類似者。

第 14B 圖描繪可攜帶式音樂播放器，包含顯示部 1023、其中可透過其而將可攜帶式音樂播放器穿戴在耳朵上之固定部 1022、揚聲器、操作鈕 1024、外部記憶體槽 1025、及類似物於主體 1021 中、液晶面板或有機發光面板係藉由使用實施例 2 中所敘述之電晶體做爲開關元件而予以製造出，且被施加至顯示部 1023，而可藉以提供高度可靠的可攜帶式音樂播放器。

再者，當第 14B 圖中所描繪之可攜帶式音樂播放器具有天線、微音器功能、或無線式通訊功能且係伴隨行動電話而予以使用時，則使用者可以以免持方式在電話上無線地交談，且同時，可駕駛汽車或其類似物。

第 14C 圖描繪行動電話，其包含兩個外殼，外殼 1030 及外殼 1031。外殼 1031 包含顯示面板 1032、揚聲器 1033、微音器 1034、指向裝置 1036、相機鏡頭 1037、外部連接端子 1038、及其類似物。外殼 1030 係設置有太

陽能電池 1040，用以充電該行動電話；外部記憶體槽 1041；及其類似物。此外，天線係結合於外殼 1031 中。在實施例 2 中所敘述之電晶體係施加至顯示面板 1032，而可藉以提供高度可靠的行動電話。

進一步地，顯示面板 1032 包含觸控面板。其係顯示爲影像之複數個操作鍵 1035 係藉由點線而被指示於第 14C 圖中，請注意的是，來自太陽能電池 1040 所輸出的電壓係透過其而增加，以便成爲足夠地高，以供各電路之用的升壓電路亦被包含著。

例如，當實施例 2 中所敘述之電晶體的金屬氧化物膜具有大於或等於 2 微米(μm)且小於或等於 50 微米(μm)之厚度時，則亦可形成用於諸如升壓電路之電源供應電路所使用的功率電晶體。

在顯示面板 1032 中，顯示的方向係根據應用模式而被適當地改變。進一步地，該行動電話係在與顯示面板 1032 相同的表面上，設置有相機鏡頭 1037，且因此，其可被使用做爲視訊電話。揚聲器 1033 及微音器 1034 可予以使用於視訊電話、錄音、和播放聲音、及其類似者、以及語音電話。此外，在其中它們係如第 14C 圖中所描繪地展開之狀態中的外殼 1030 及 1031 可藉由滑動而移位至其中一者係重疊在另一者之上的狀態。因此，可降低行動電話的尺寸，而使該行動電話適合被到處攜帶。

外部連接端子 1038 可予以連接至 AC 轉接器及諸如 USB 電纜之各種電纜；因而，充電及與個人電腦或其類似

者之資料通訊係可能的。此外，藉由插入記錄媒體至外部記憶體槽 1041 之內，可儲存及移動大量的資料。

進一步地，除了上述功能之外，可設置紅外線通訊功能、電視接收功能、或其類似功能。

第 14D 圖描繪電視機的實例。在電視機 1050 中，顯示部 1053 係結合於外殼 1051 中。影像可被顯示於顯示部 1053 上。此外，CPU 係結合於用以支撐外殼 1051 的座台 1055 中。在實施例 2 中所敘述的電晶體係施加至顯示部 1053 及 CPU，而可藉以使電視機 1050 高度地可靠。

電視機 1050 可以以外殼 1051 之操作開關或分離之遙控器予以操作。進一步地，遙控器可設置有顯示部，用以顯示來自該遙控器所輸出的資料。

請注意的是，電視機 1050 係設置有接收器、調變解調器、及其類似物。透過接收器的使用，電視機 1050 可接收一般的 TV 廣播。此外，當電視機 1050 係經由調變解調器而以佈線或無需佈線予以連接至通訊網路時，可執行單向（自傳送器至接收器）或雙向（傳送器與接收器之間或接收器之間）的資訊通訊。

進一步地，電視機 1050 係設置有外部連接端子 1054、儲存媒體記錄及再生部 1052、以及外部記憶體槽。外部連接端子 1054 可予以連接至諸如 USB 電纜之各種類型的電纜；因而，與個人電腦或其類似者之資料通訊係可能的。碟片儲存媒體係插入至儲存媒體記錄及再生部 1052 之內，且讀取儲存媒體中所儲存之資料及寫入資料

至儲存媒體可予以執行。此外，在所插入至外部記憶體槽內的外部記憶體 1056 中被儲存爲資料之影像、視頻、或其類似物可在顯示部 1053 上予以顯示。

進一步地，在其中實施例 2 中所敘述之電晶體的截止狀態漏電流係極小的情況中，當施加電晶體至外部記憶體 1056 或 CPU 時，電視機 1050 可具有高的可靠度及充分降低的功率消耗。

此申請案係根據 2012 年 11 月 8 日在日本專利局所申請之日本專利申請案序號 2012-245992、2013 年 1 月 30 日在日本專利局所申請之日本專利申請案序號 2013-016242、及 2013 年 3 月 19 日在日本專利局所申請之日本專利申請案序號 2013-056768，該等申請案的全部內容係結合於本文以供參考。

【符號說明】

100、110、120、150、160、161、516、517：電晶體

101、500：基板

102：閘極電極

103、106、107、151、152：絕緣層

104、114、114a、114b、124、124a-124c、164、164a-164c：氧化物半導體層

105a、105b：電極

200：石英玻璃基板

202：虛擬基板

204：金屬氧化物膜

210a、210b：區域

501：像素部

502、503：掃描線驅動器電路

504：信號線驅動器電路

510：電容器佈線

512、513：閘極佈線

514：汲極電極

518、519：液晶元件

520：像素

521：開關電晶體

522：驅動器電晶體

523：電容器

524：發光元件

525：信號線

526：掃描線

527：電源供應線

528：共同電極

901：RF 電路

902：類比基帶電路

903：數位基帶電路

904：電池

905：電源供應器電路

906：應用處理器

907：CPU

908：DSP

910：快閃記憶體

911：顯示控制器

912：記憶體電路

913：顯示器

914、1003a、1003b、1023、1053：顯示部

915：源極驅動器

916：閘極驅動器

917：音頻電路

918：鍵盤

919：觸控感測器

1001、1021：主體

1002、1030、1031、1051：外殼

1004：鍵盤鈕

1022：固定部

1024：操作鈕

1025、1041：外部記憶體槽

1032：顯示面板

1033：揚聲器

1034：微音器

1035：操作鍵

1036：指向裝置

1037：相機鏡頭

1038、1054：外部連接端子

1040：太陽能電池

1050：電視機

1052：儲存媒體記錄及再生部

1055：座台

1056：外部記憶體

164d：側壁保護層

S

公告本

發明摘要

※申請案號：102139303

※申請日：102 年 10 月 30 日　　※IPC 分類：H01L 21/28 (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

金屬氧化物膜及形成金屬氧化物膜的方法

Metal oxide film and method for forming metal oxide film

【中文】

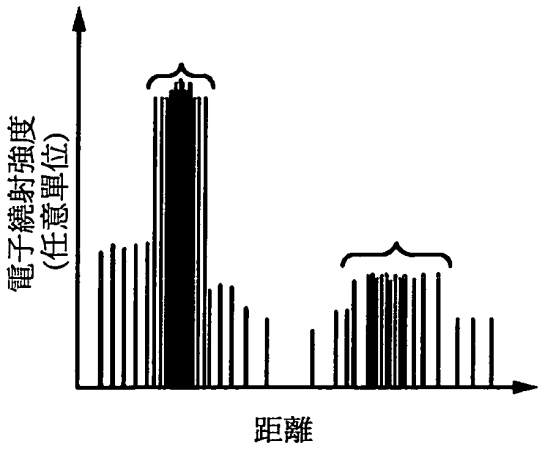
提供包含晶體部件及具有高度穩定物理性質的金屬氧化物膜。晶體部件的尺寸係小於或等於 10 奈米(nm)，其允許當測量區域係大於或等於 5 奈米(nm)ϕ 且小於或等於 10 奈米(nm)ϕ 時，在金屬氧化物膜之橫剖面的奈米射束電子繞射圖案中之周圍配置光點的觀察。

【英文】

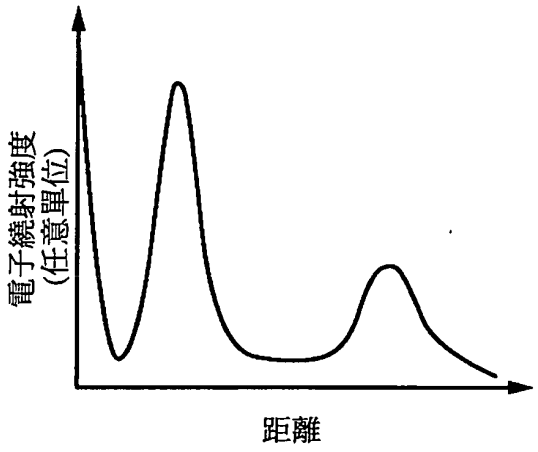
A metal oxide film including a crystal part and having highly stable physical properties is provided. The size of the crystal part is less than or equal to 10 nm, which allows the observation of circumferentially arranged spots in a nanobeam electron diffraction pattern of the cross section of the metal oxide film when the measurement area is greater than or equal to 5 nmφ and less than or equal to 10 nmφ.

S

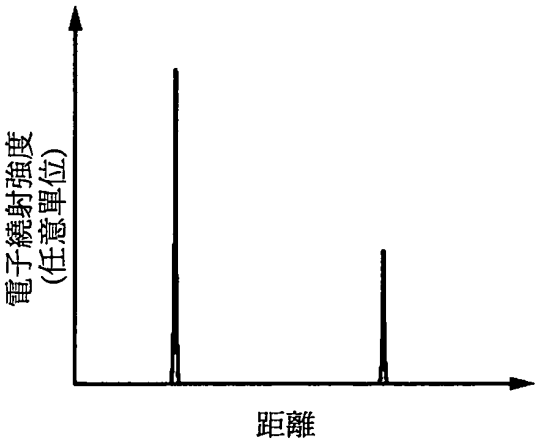
第 3A 圖



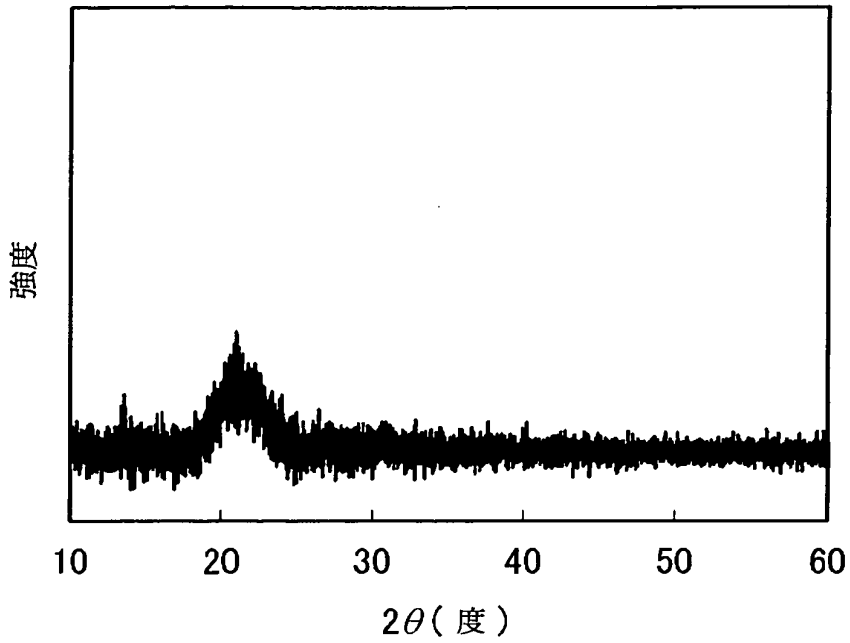
第 3B 圖



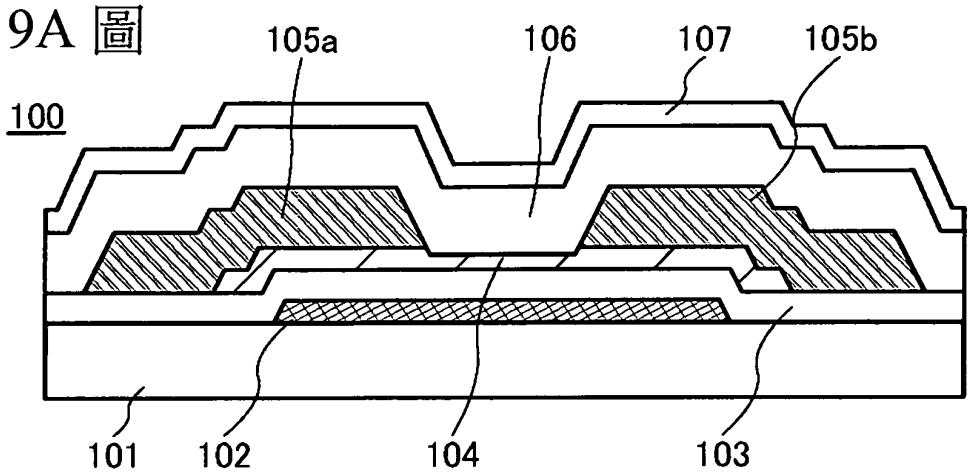
第 3C 圖



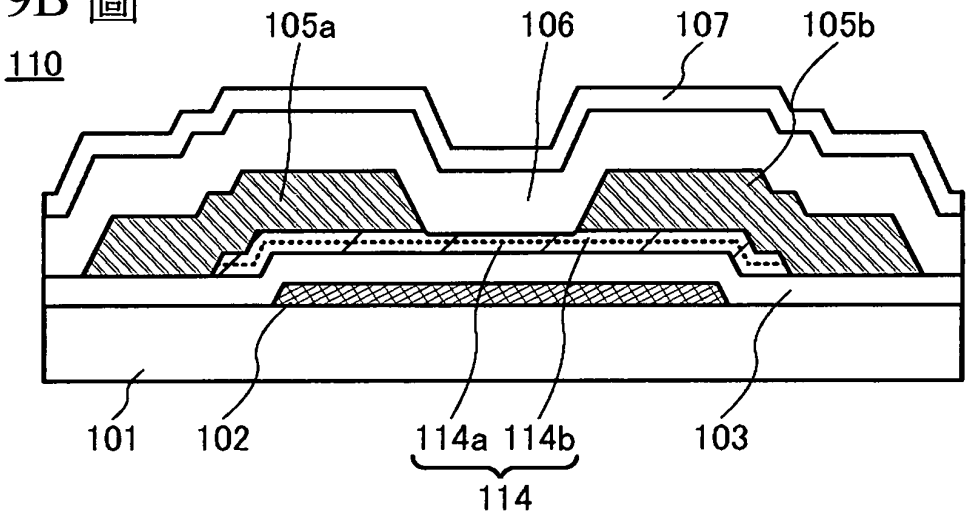
第 6 圖



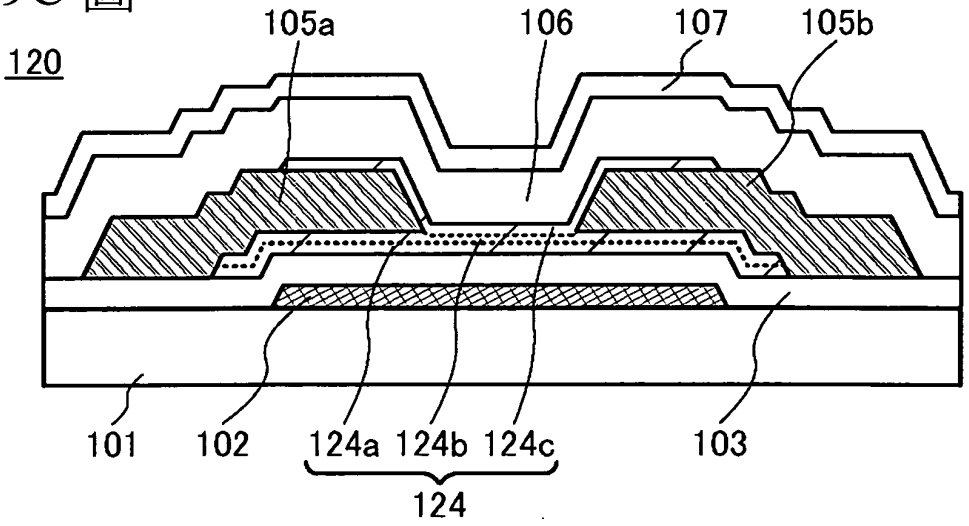
第 9A 圖



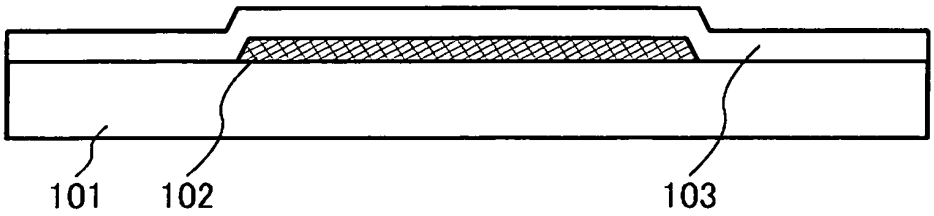
第 9B 圖



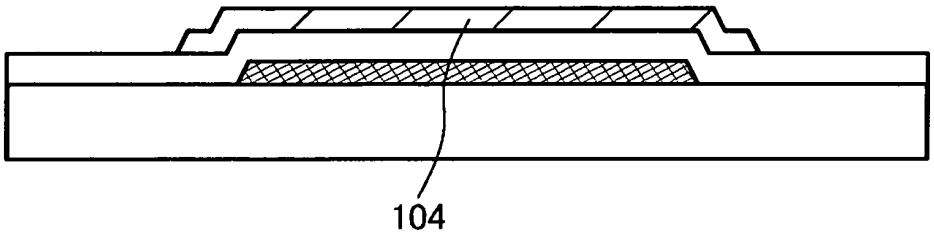
第 9C 圖



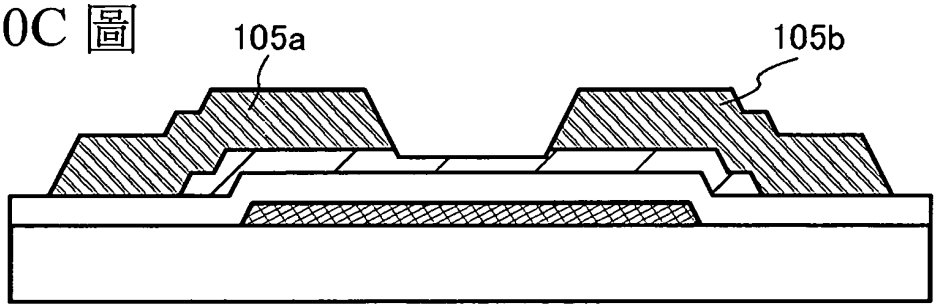
第 10A 圖



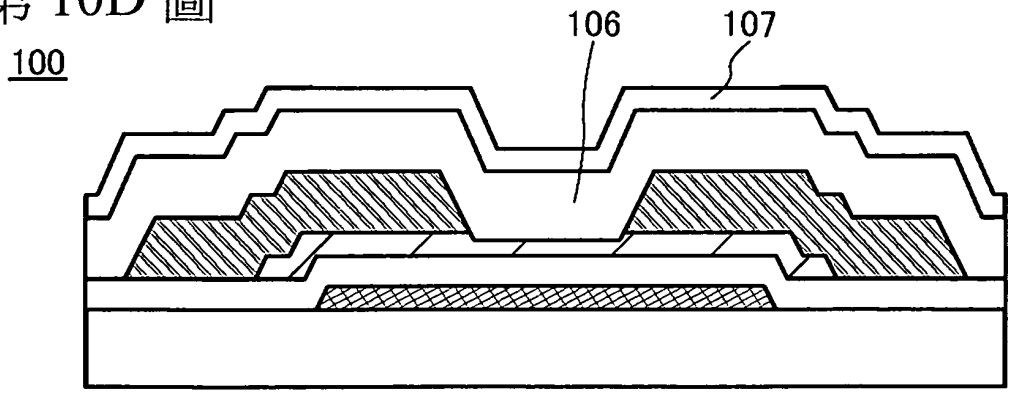
第 10B 圖



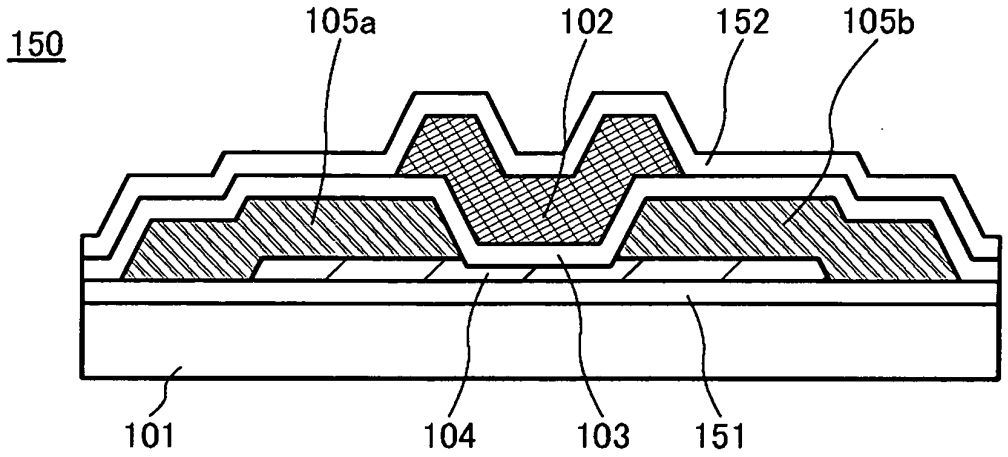
第 10C 圖



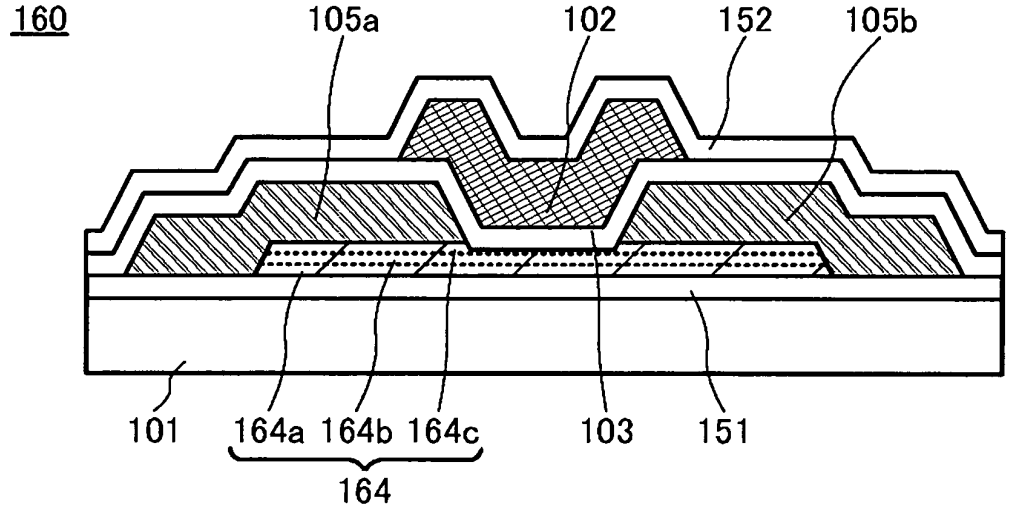
第 10D 圖



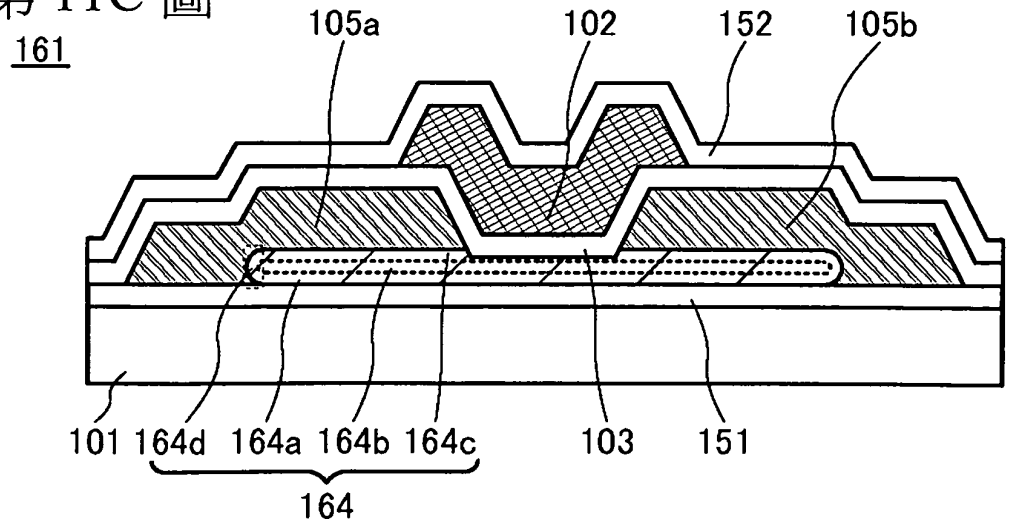
第 11A 圖



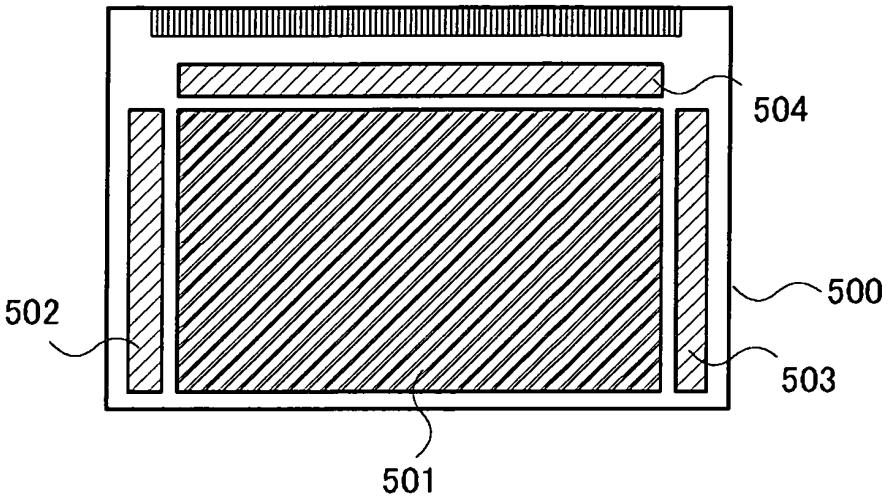
第 11B 圖



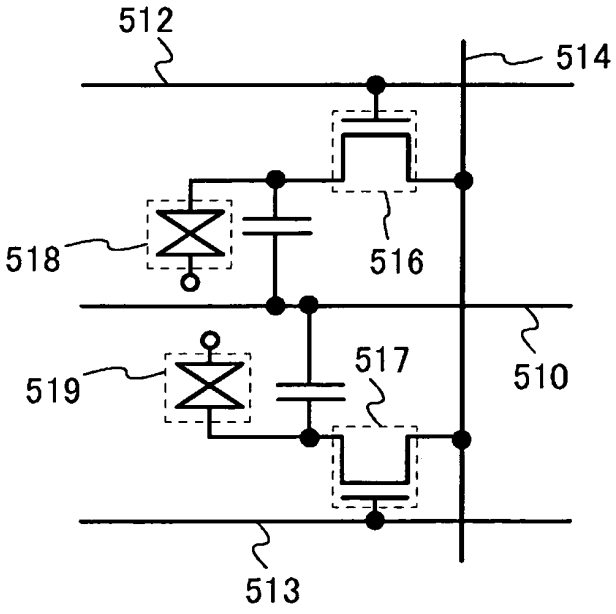
第 11C 圖



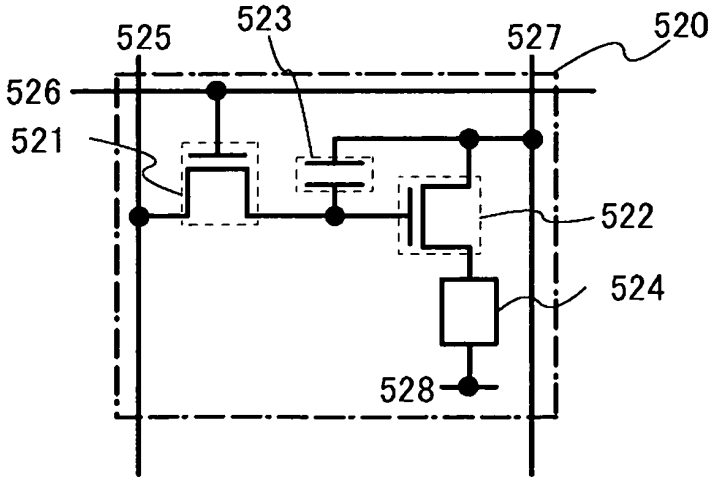
第 12A 圖



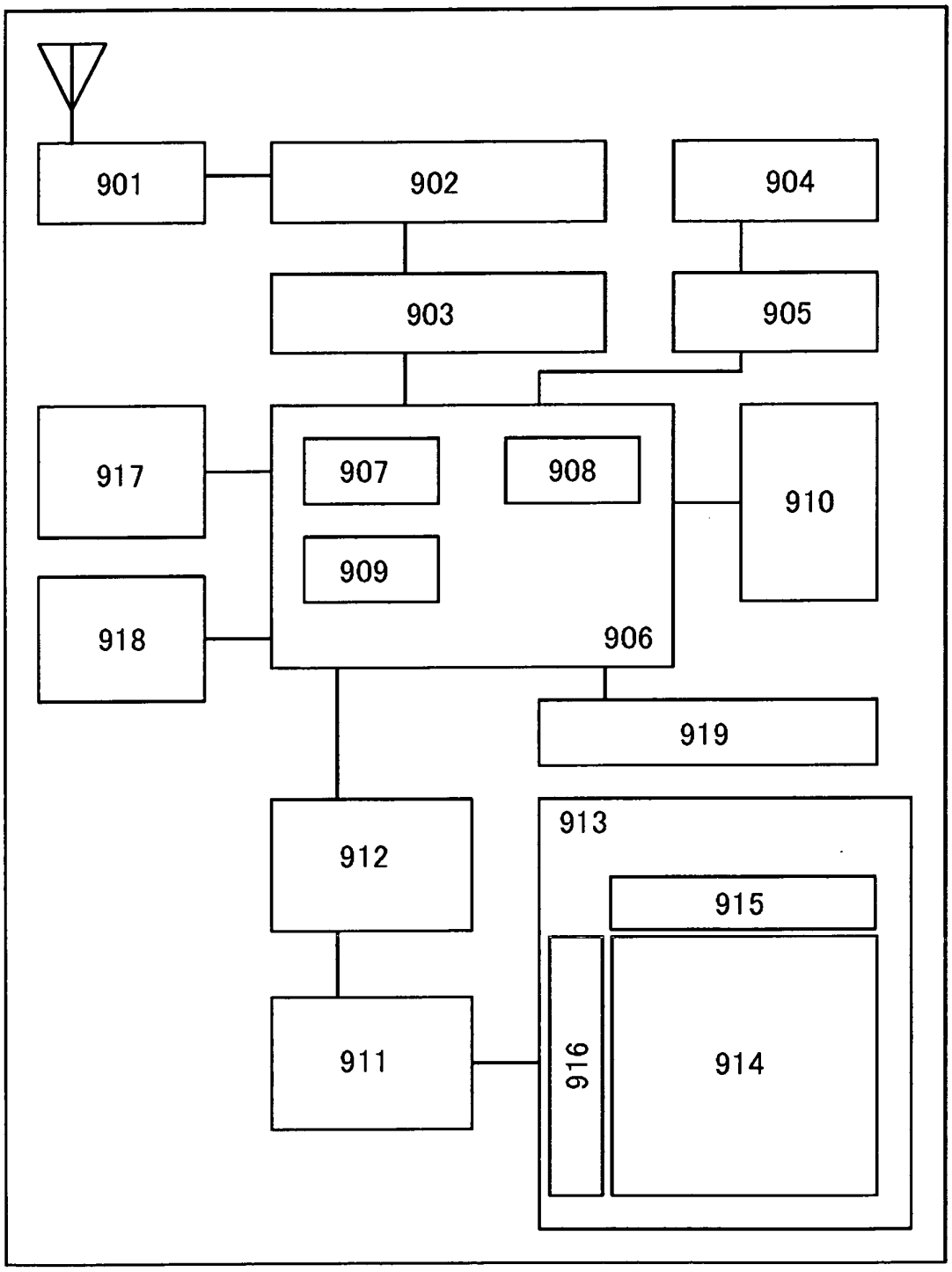
第 12B 圖



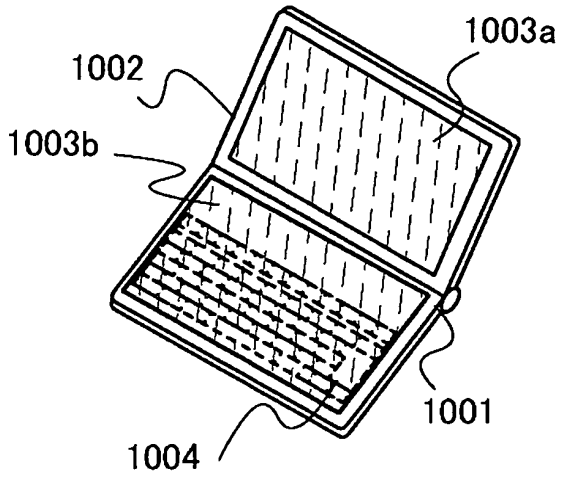
第 12C 圖



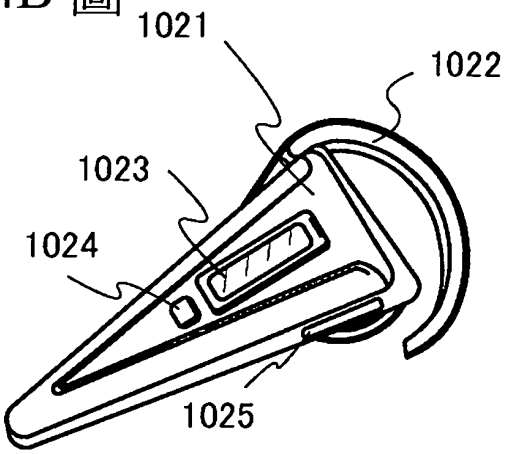
第 13 圖


901
902
904
903
905
917
907
908
910
909
918
906
919
912
913
915
911
916
914

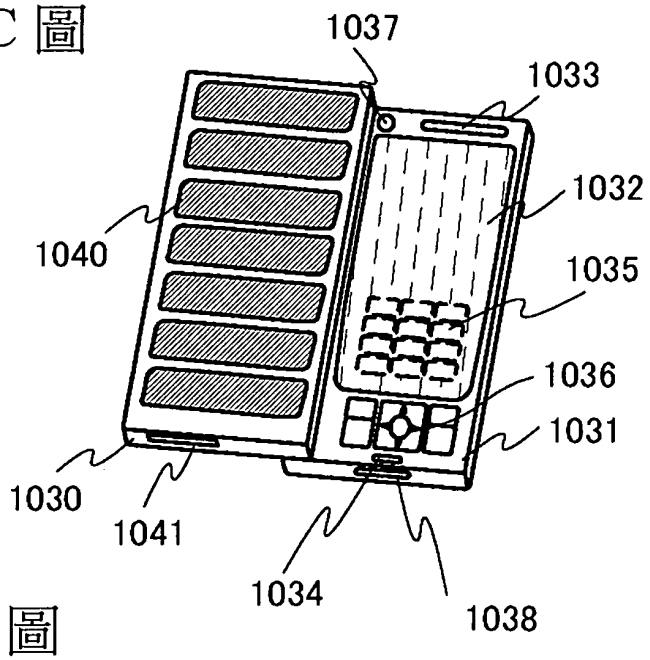
第 14A 圖



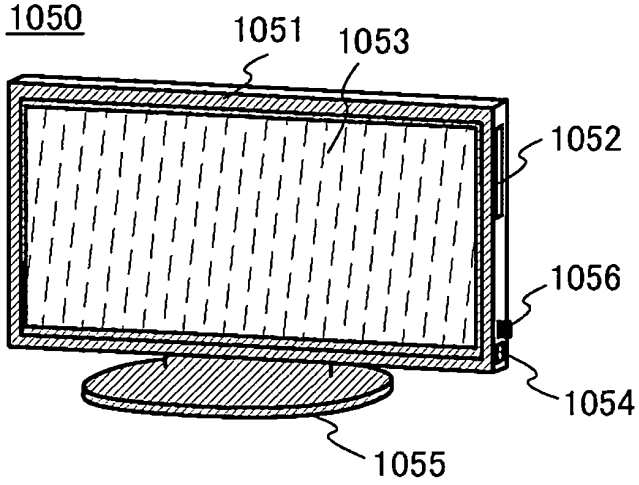
第 14B 圖



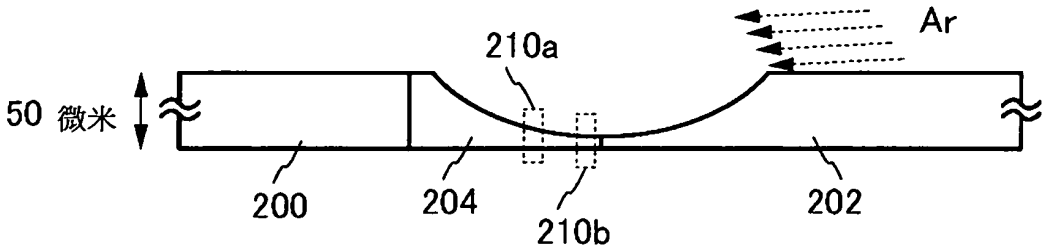
第 14C 圖



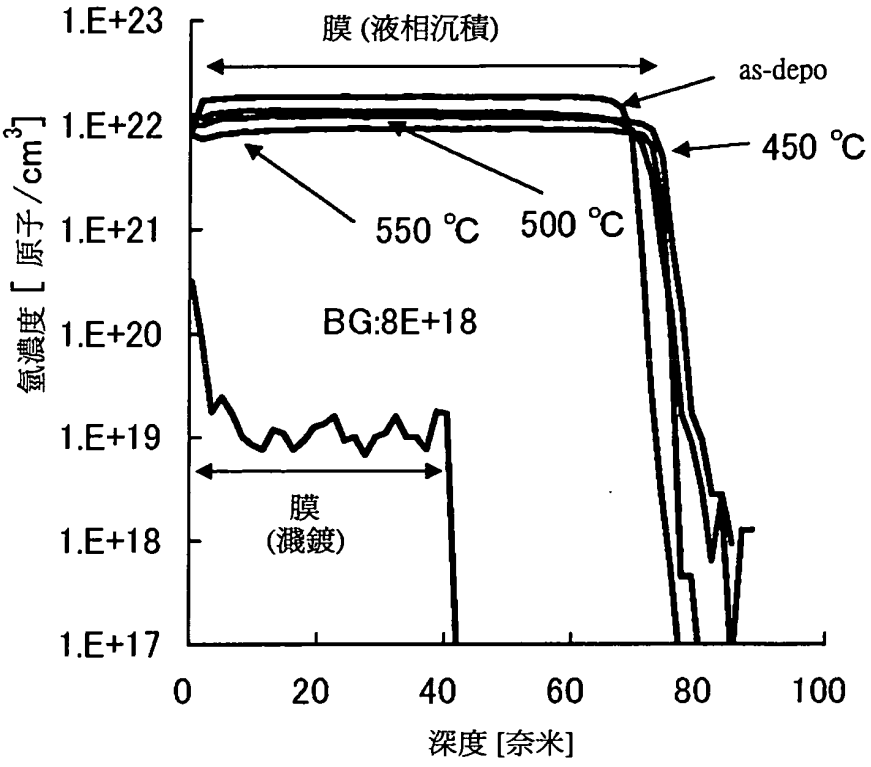
第 14D 圖



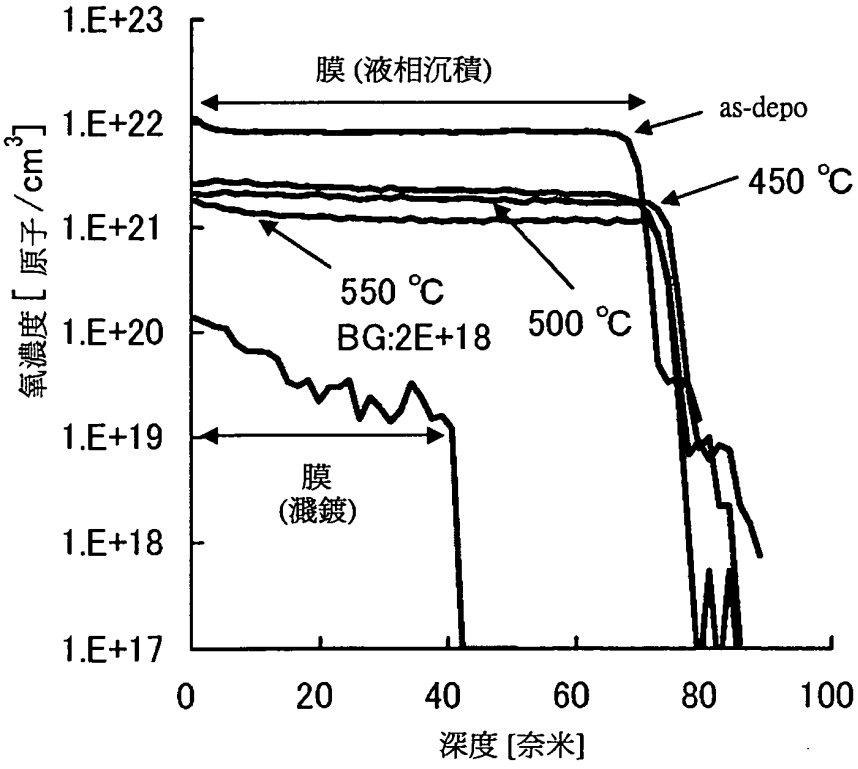
第 16 圖



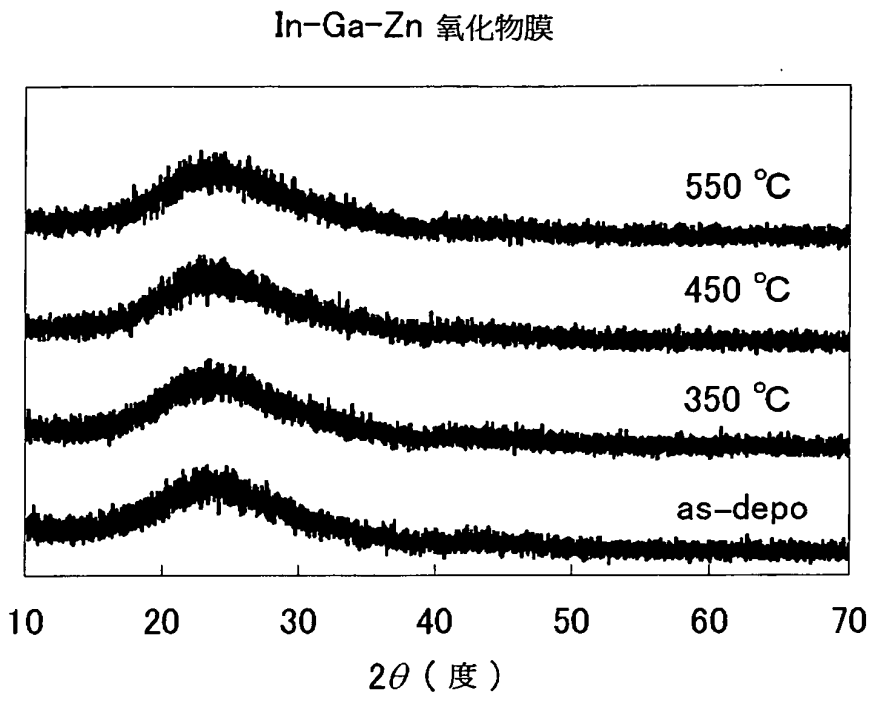
第 18A 圖


膜 (液相沉積)
as-depo
450 ℃
550 ℃
500 ℃
BG:8E+18
膜
(濺鍍)
1.E+23
1.E+22
1.E+21
1.E+20
1.E+19
1.E+18
1.E+17
氫濃度 [原子 /cm3]
0
20
40
60
80
100
深度 [奈米]

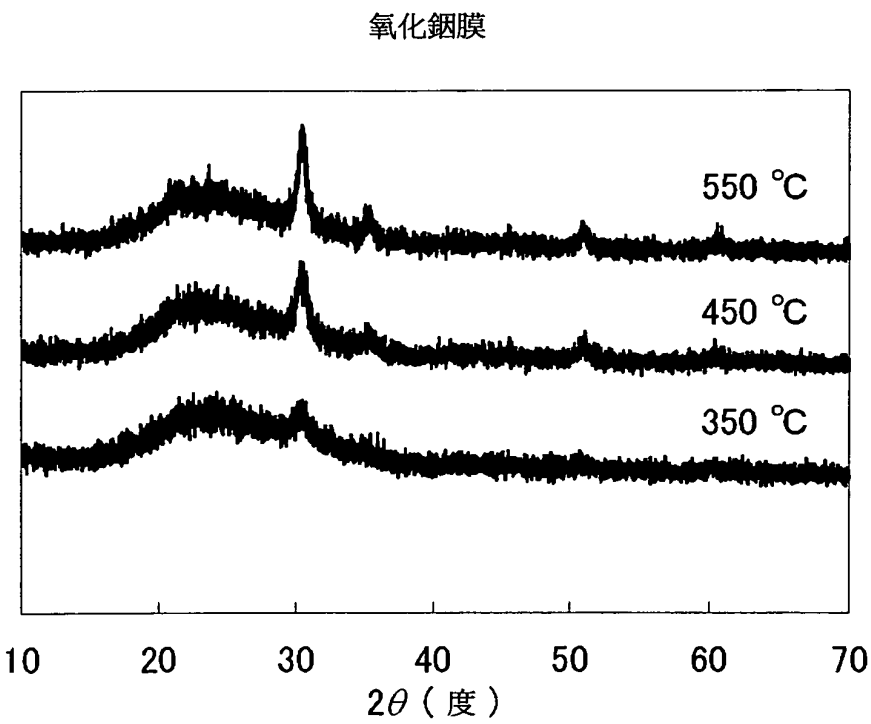
第 18B 圖


膜 (液相沉積)
as-depo
450 ℃
550 ℃
BG:2E+18
500 ℃
膜
(濺鍍)
1.E+23
1.E+22
1.E+21
1.E+20
1.E+19
1.E+18
1.E+17
氫濃度 [原子 /cm3]
0
20
40
60
80
100
深度 [奈米]

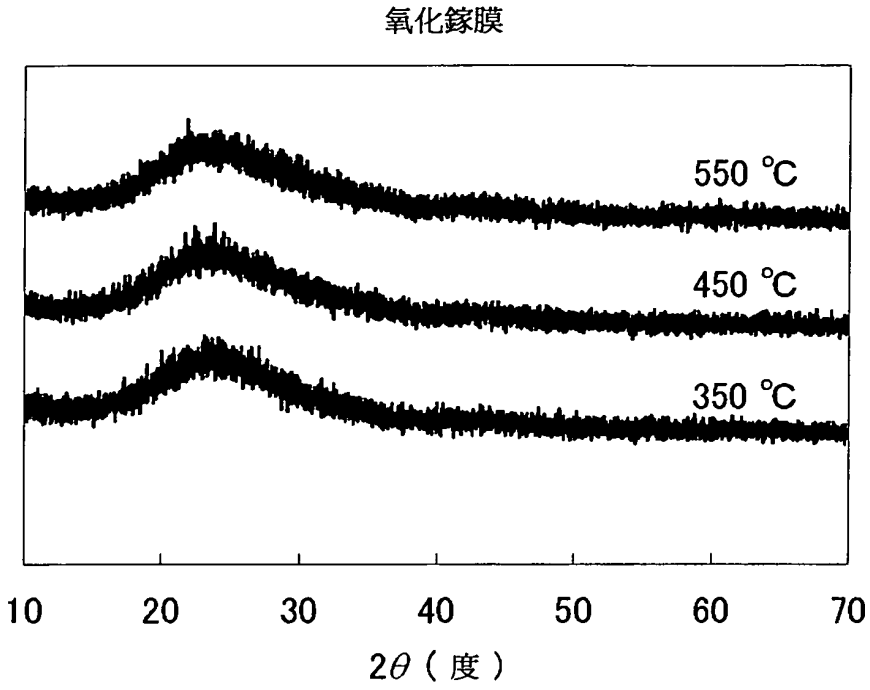
第 19A 圖


In-Ga-Zn 氧化物膜
550 ℃
450 ℃
350 ℃
as-depo
10
20
30
40
50
60
70
2θ（度）

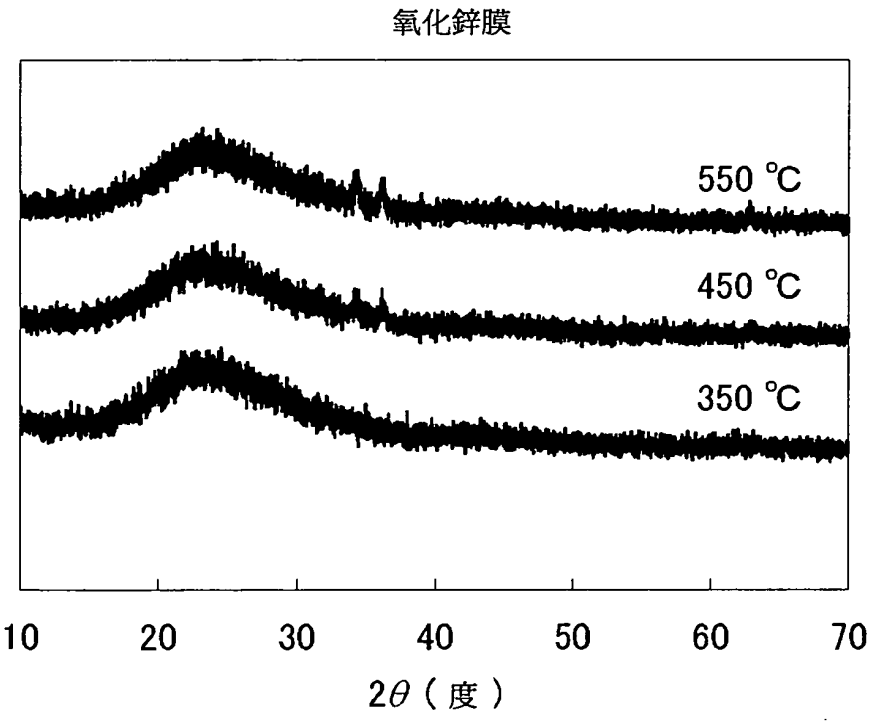
第 19B 圖


氧化銦膜
550 ℃
450 ℃
350 ℃
10
20
30
40
50
60
70
2θ（度）

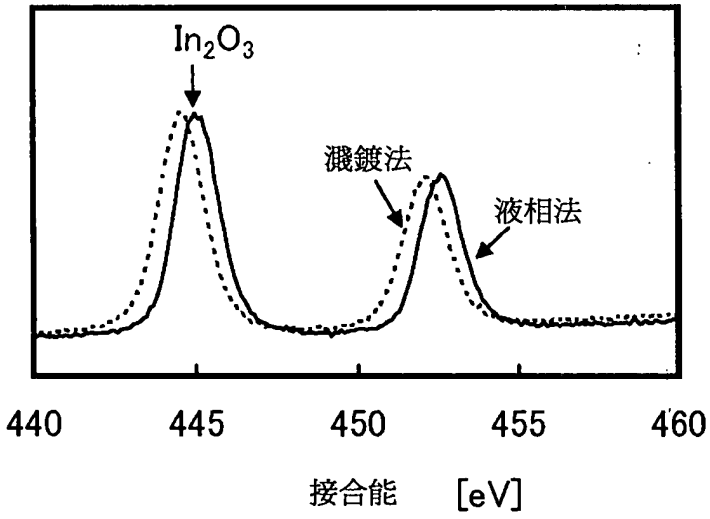
第 19C 圖


氧化鎵膜
550 ℃
450 ℃
350 ℃
10
20
30
40
50
60
70
2θ（度）

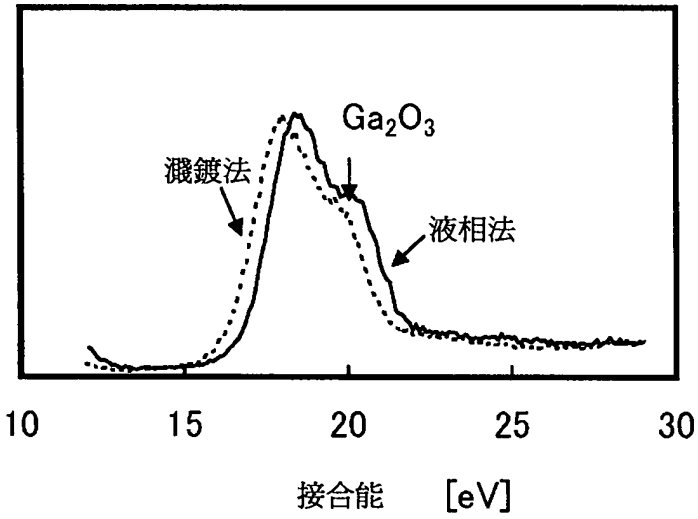
第 19D 圖


氧化鋅膜
550 ℃
450 ℃
350 ℃
10
20
30
40
50
60
70
2θ（度）

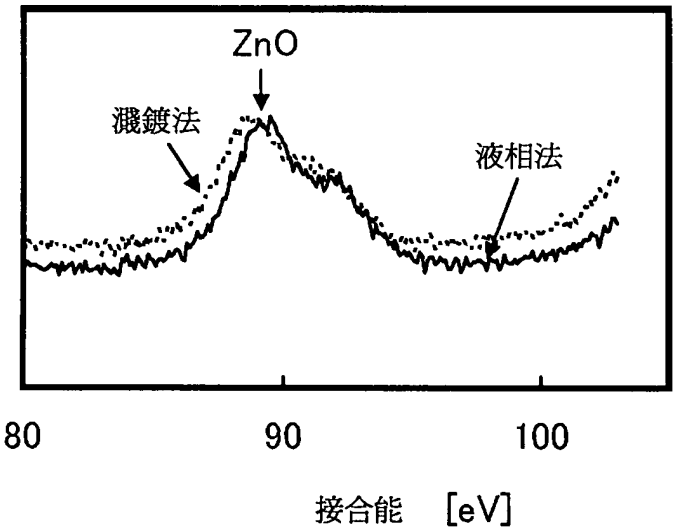
第 24A 圖



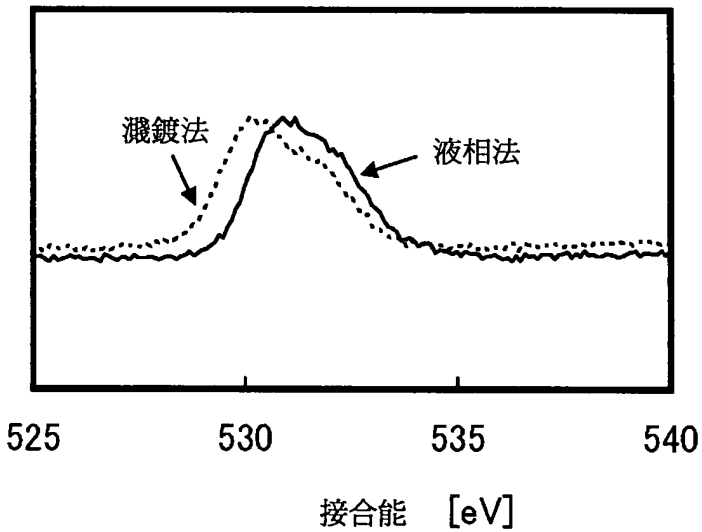
第 24B 圖



第 24C 圖



第 24D 圖



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1C)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

第 102139303 號　　民國 106 年 6 月 19 日修正

申請專利範圍

1. 一種金屬氧化物膜，包含銦、鎵、及鋅，其特徵在於：

前述金屬氧化物膜，具有第 1 金屬氧化物膜及第 2 金屬氧化物膜；

前述第 2 金屬氧化物膜位於前述第 1 金屬氧化物膜之上；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜中之至少一者具有晶體部件；

前述晶體部件的尺寸係小於或等於 10nm；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者，具有以 XRD 測量無法觀察到之前述晶體部件所引起的峰值的區域；

對前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者照射射束直徑收斂至 1nmϕ 的電子束前的奈米射束電子繞射圖案，與對前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者照射前述電子束 1 分鐘後的奈米射束電子繞射圖案相似；

前述第 2 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準比前述第 1 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準還高；

前述第 2 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準與前述第 1 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準之間的差異為 0.05eV 以上。

2. 一種金屬氧化物膜，包含銦、鎵、及鋅，其特徵

在於：

前述金屬氧化物膜，具有第 1 金屬氧化物膜及第 2 金屬氧化物膜；

前述第 2 金屬氧化物膜位於前述第 1 金屬氧化物膜之上；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜中之至少一者具有晶體部件；

前述晶體部件的尺寸係小於或等於 10nm；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者，具有以 XRD 測量無法觀察到對應前述晶體部件的峰值的區域；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者，在奈米射束電子繞射圖案中，具有觀察到複數個圓周狀分佈的光點的區域；

對前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者照射射束直徑收斂至 1nmϕ 的電子束前的奈米射束電子繞射圖案，與對前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者照射前述電子束 1 分鐘後的奈米射束電子繞射圖案相似；

前述第 2 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準比前述第 1 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準還高；

前述第 2 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準與前述第 1 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準之間的差異為 0.05eV 以上。

3. 一種金屬氧化物膜，包含銦、鎵、及鋅，其特徵在於：

前述金屬氧化物膜，具有第 1 金屬氧化物膜及第 2 金屬氧化物膜；

前述第 2 金屬氧化物膜位於前述第 1 金屬氧化物膜之上；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜中之至少一者具有晶體部件；

前述晶體部件的係小於或等於 10nm；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者，具有以 XRD 測量無法觀察到對應前述晶體部件的峰值的區域；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者，在奈米射束電子繞射圖案中，具有觀察到複數個圓周狀分佈的光點的區域；

前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者，於選擇區域的電子繞射圖案中，具有觀察到暈圈圖案的區域；

對前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者照射射束直徑收斂至 1nmϕ 的電子束前的奈米射束電子繞射圖案，與對前述第 1 金屬氧化物膜或前述第 2 金屬氧化物膜的前述一者照射前述電子束 1 分鐘後的奈米射束電子繞射圖案相似；

前述第 2 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準比

前述第 1 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準還高；

前述第 2 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準與前述第 1 金屬氧化物膜的導電帶最小值的能量位準之間的差異為 0.05eV 以上。

4. 如申請專利範圍 2 或 3 所述之金屬氧化物膜，其中，

前述奈米射束電子繞射圖案的測量區域小於或等於 10nmϕ。

5. 如申請專利範圍 1 至 3 之任一項所述之金屬氧化物膜，其中，

前述晶體部件的尺寸係小於或等於 5nm。

6. 如申請專利範圍 1 至 3 之任一項所述之金屬氧化物膜，其中，前述晶體部件的尺寸係大於或等於 1nm。

7. 如申請專利範圍 1 至 3 之任一項所述之金屬氧化物膜，其中，

前述第 1 金屬氧化物膜的銦與鎵的原子比，在當銦與鎵的合計為 100 原子百分比時，鎵係小於 75 原子百分比。

8. 如申請專利範圍 1 至 3 之任一項所述之金屬氧化物膜，其中，

前述第 1 金屬氧化物膜的銦與鎵的原子比，在當銦與鎵的合計為 100 原子百分比時，鎵係小於 75 原子百分比；

前述第 2 金屬氧化物膜的銦與鎵的原子比，在當銦與

鎵的合計為 100 原子百分比時，鎵大於或等於 50 原子百分比。

9. 如申請專利範圍 1 至 3 之任一項所述之金屬氧化物膜，其中，

前述 XRD 測量法係使用 out-of-plane 法。