



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202407124 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 02 月 16 日

(21) 申請案號：112111947

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 29 日

(51) Int. Cl. :

C23C14/34 (2006.01)

C04B35/01 (2006.01)

H01L21/336 (2006.01)

H01L29/06 (2006.01)

H01L29/66 (2006.01)

H01L29/786 (2006.01)

H01L27/146 (2006.01)

(30) 優先權：2022/03/29

日本

2022-054645

2022/06/29

日本

2022-104928

(71) 申請人：日商出光興產股份有限公司 (日本) IDEMITSU KOSAN CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：糸瀨麻美 ITOSE, MAMI (JP)；海上暁 KAIJO, AKIRA (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：10 共 69 頁

(54) 名稱

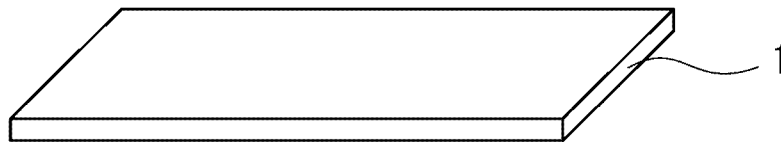
濺鍍靶材、濺鍍靶材之製造方法、結晶氧化物薄膜、薄膜電晶體、及電子機器

(57) 摘要

本發明之濺鍍靶材(1)具備包含 In 元素、Ga 元素、及 O 元素之氧化物燒結體，且上述燒結體包含 In_2O_3 所表示之結晶結構，上述氧化物燒結體中之上述 Ga 元素之原子組成比滿足下述式(1)，上述氧化物燒結體之抗彎強度為 140 MPa 以上。

$$8 \text{ Ga}/(\text{In} + \text{Ga}) \geq 20 \cdots (1)$$

指定代表圖：



符號簡單說明：

1: 符號

【圖1A】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

濺鍍靶材、濺鍍靶材之製造方法、結晶氧化物薄膜、薄膜電晶體、及電子機器

【中文】

本發明之濺鍍靶材(1)具備包含In元素、Ga元素、及O元素之氧化物燒結體，且上述燒結體包含In₂O₃所表示之結晶結構，上述氧化物燒結體中之上述Ga元素之原子組成比滿足下述式(1)，上述氧化物燒結體之抗彎強度為140 MPa以上。

$$8 \leq \text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga}) \leq 20 \cdots (1)$$

【指定代表圖】

圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

1:符號

【發明說明書】

【中文發明名稱】

濺鍍靶材、濺鍍靶材之製造方法、結晶氧化物薄膜、薄膜電晶體、及電子機器

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種濺鍍靶材、濺鍍靶材之製造方法、結晶氧化物薄膜、薄膜電晶體、及電子機器。

【先前技術】

【0002】 近年來，作為薄膜電晶體(以下，有時稱為TFT)之通道層，除多晶矽薄膜、及非晶矽薄膜等以外，亦逐漸使用如InGaZnO之非晶質氧化物半導體。氧化物半導體之特徵在於可實現如非晶矽之大面積均勻性。又，氧化物半導體之特徵在於可獲得 $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上之遷移率，具有非晶矽以上之遷移率。

【0003】 然而，於非晶質氧化物薄膜中，載體之供給源為氧空位，對於熱等外部因素，電子之行為未必穩定，因此存在薄膜電晶體之動作變得不穩定之問題。又，亦存在如下問題，即：若於可見光照射下對薄膜電晶體連續施加負偏壓，則會產生閾值電壓向負側偏移(光負偏壓劣化)之現象。因此，近年來正在研究將結晶質氧化物薄膜而非非晶質氧化物薄膜應用於薄膜電晶體之通道層。

【0004】 於文獻1(國際公開第2015/008805號)中記載有一種結晶質氧化物薄膜，該結晶質氧化物薄膜之鎵之含量以 $\text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga})$ 原子數比計超過0.15且為0.45以下，結晶相僅由方鐵錳礦型結構之 In_2O_3 相構成。又，文獻1所記載之氧化物薄膜係藉由使用包含由包含氧化銻與氧化鎵之

原料獲得之氧化物燒結體之濺鍍靶材成膜，並進行蝕刻加工、退火處理而獲得。並且，於文獻1中記載有將上述氧化物薄膜用作通道材料之TFT。進而記載有藉由選擇如文獻1所記載之組成範圍，即便不使用特殊成膜方法，亦可利用草酸等普通弱酸而非王水等強酸來獲得能夠蝕刻之膜。

【0005】 於文獻2(國際公開第2009/008297號)中記載有一種氧化物燒結體，其含有銦與鎵作為氧化物。該氧化物燒結體係方鐵錳礦型結構之 In_2O_3 相成為主結晶相，且 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 型結構之 GaInO_3 相、或 GaInO_3 相與 $(\text{Ga,In})_2\text{O}_3$ 相以平均粒徑 $5\ \mu\text{m}$ 以下之晶粒之形式微細地分散於該主結晶相中，鎵之含量以 $\text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga})$ 原子數比計為10原子%以上且未達35原子%。又，記載有由文獻2所記載之氧化物燒結體獲得之濺鍍靶材。

【0006】 於文獻3(日本專利特開2011-146571號公報)中記載有一種氧化物燒結體，其結晶結構包含實質上顯示出方鐵錳礦結構之氧化銦。該氧化物燒結體於上述氧化銦中固溶有鎵原子，且原子比 $\text{Ga}/(\text{Ga} + \text{In})$ 為 $0.10 \sim 0.15$ 。又，記載有由文獻3所記載之氧化物燒結體獲得之濺鍍靶材。

【0007】 進而，於文獻2及文獻3中記載有藉由將濺鍍靶材以成為合適之結晶相之方式加以控制，可抑制結核或防止異常放電。

【0008】 於TFT之製造步驟中，為了提高生產性、及提高TFT之穩定性，於濺鍍成膜時，必須以較高之功率(高輸出)成膜。然而，若以較高之功率實施濺鍍成膜，則於成膜過程中容易產生異常放電(所謂之弧光放電)。進而濺鍍靶材正面曝露於高能量之電漿中而變成高熱。因此，於濺鍍靶材之正面與經冷卻之背面之間產生溫度差，因該溫度差而產生熱應力。結果，有時會導致濺鍍靶材產生龜裂。

【0009】 與於先前之濺鍍靶材中以高功率濺鍍成膜時所產生之龜裂產生相關之研究並不充分，濺鍍靶材有進一步改善之餘地。

【發明內容】

【0010】 本發明之目的在於提供一種能夠以較高之功率(高輸出)濺鍍成膜之濺鍍靶材、該濺鍍靶材之製造方法、使用該濺鍍靶材之結晶氧化物薄膜、包含該結晶氧化物薄膜之薄膜電晶體、及包含該薄膜電晶體之電子機器。

【0011】 [1]

一種濺鍍靶材，其具備包含In元素、Ga元素、及O元素之氧化物燒結體，且

上述氧化物燒結體包含 In_2O_3 所表示之結晶結構，

上述氧化物燒結體中之上述Ga元素之原子組成比滿足下述式(1)，

上述氧化物燒結體之抗彎強度為140 MPa以上，

$$8 \leq \text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga}) \leq 20 \quad \dots (1)$$

【0012】 [2]

如[1]所記載之濺鍍靶材，其中上述 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑為3 μm 以下。

【0013】 [3]

如[1]或[2]所記載之濺鍍靶材，其藉由阿基米德法所得之實測密度為6.3 g/cm^3 以上。

【0014】 [4]

如[1]至[3]中任一項所記載之濺鍍靶材，其中上述氧化物燒結體包含 GaInO_3 所表示之結晶結構。

【0015】 [5]

如[1]至[4]中任一項所記載之濺鍍靶材，其中上述氧化物燒結體進而包含結晶結構A，該結晶結構A藉由X射線(CuK α 線)繞射測定於入射角(2 θ)為下述(A)～下述(E)之各位置觀測到繞射峰：

(A) 28°以上29°以下

(B) 45°以上且未達46°

(C) 46°以上且未達47°

(D) 47°以上48°以下

(E) 50°以上51°以下。

【0016】 [6]

一種濺鍍靶材之製造方法，其係如[1]至[5]中任一項所記載之濺鍍靶材之製造方法，且具有：

準備粒徑為0.5 μm 以下之原料粉末之步驟；

將上述原料粉末進行混合而獲得原料混合物後，對上述原料混合物進行造粒而獲得原料造粒物之步驟；

成形上述原料造粒物而獲得成形體之步驟；及

對上述成形體進行燒結而獲得上述氧化物燒結體之步驟。

【0017】 [7]

一種結晶氧化物薄膜，其使用如[1]至[5]中任一項所記載之濺鍍靶材。

【0018】 [8]

一種薄膜電晶體，其包含如[7]所記載之結晶氧化物薄膜。

【0019】 [9]

一種電子機器，其包含如[8]所記載之薄膜電晶體。

【0020】 根據本發明之一態樣，可提供一種能以較高之功率(高輸出)濺鍍成膜之濺鍍靶材、該濺鍍靶材之製造方法、使用該濺鍍靶材之結晶氧化物薄膜、包含該結晶氧化物薄膜之薄膜電晶體、及包含該薄膜電晶體之電子機器。

【圖式簡單說明】

【0021】 圖1A係表示本發明之一實施方式之靶之形狀之立體圖。

圖1B係表示本發明之一實施方式之靶之形狀之立體圖。

圖1C係表示本發明之一實施方式之靶之形狀之立體圖。

圖1D係表示本發明之一實施方式之靶之形狀之立體圖。

圖2係表示本發明之一實施方式之薄膜電晶體之縱截面圖。

圖3係表示本發明之一實施方式之薄膜電晶體之縱截面圖。

圖4係表示本發明之一實施方式之量子穿隧場效電晶體之縱截面圖。

圖5係表示量子穿隧場效電晶體之另一實施方式之縱截面圖。

圖6A係用以對量子穿隧場效電晶體之製造順序進行說明之縱截面圖。

圖6B係用以對量子穿隧場效電晶體之製造順序進行說明之縱截面圖。

圖6C係用以對量子穿隧場效電晶體之製造順序進行說明之縱截面圖。

圖6D係用以對量子穿隧場效電晶體之製造順序進行說明之縱截面圖。

圖6E係用以對量子穿隧場效電晶體之製造順序進行說明之縱截面

圖。

圖7A係表示使用本發明之一實施方式之薄膜電晶體之顯示裝置的俯視圖。

圖7B係表示可應用於VA(Vertical Aligned，垂直配向)型液晶顯示裝置之像素之像素部之電路之圖。

圖7C係表示使用有機EL(Electroluminescence，電致發光)元件之顯示裝置之像素部之電路之圖。

圖8係表示使用本發明之一實施方式之薄膜電晶體的固體攝像元件之像素部之電路之圖。

圖9係實施例1中所製作之氧化物燒結體之X射線繞射圖案。

圖10係實施例1中所製作之氧化物燒結體中之氧原子之映射圖像。

【實施方式】

【0022】 以下，一面參照圖式等，一面對實施方式進行說明。其中，只要為業者，便容易理解實施方式能以多種不同態樣實施，且可於不脫離主旨及其範圍之情況下對其方式及詳細內容進行各種變更。因此，本發明並不限定解釋為以下實施方式之記載內容。

【0023】 於圖式中，大小、層之厚度及區域等有時被放大以便於看清。因此，本發明並不限定於所圖示之大小、層之厚度及區域等。再者，圖式係模式性地表示理想例者，本發明並不限定於圖式中所表示之形狀及值等。

【0024】 本說明書中所使用之「第1」、「第2」、「第3」之序數詞係用於避免構成要素之混淆而標註，關於並無在數量方面進行特定之記載之構成要素，並非在數量上進行限定。

【0025】於本說明書等中，「膜」或「薄膜」之用語與「層」之用語可視情形相互調換。

【0026】於本說明書等之燒結體及氧化物薄膜中，「化合物」之用語與「結晶相」之用語可視情形相互調換。

【0027】於本說明書中，有時將「氧化物燒結體」簡稱為「燒結體」。

【0028】於本說明書中，有時將「濺鍍靶材」簡稱為「靶」。

【0029】於本說明書等中，「電性連接」包括經由「具有一些電作用者」連接之情形。此處，「具有一些電作用者」並不受特別限制，只要為能夠於連接對象間收發電信號者即可。例如，「具有一些電作用者」中包含電極、配線、開關元件(電晶體等)、電阻元件、電感器、電容器、及具有其他各種功能之元件等。

【0030】於本說明書等中，電晶體所具有之源極或汲極之功能於採用極性不同之電晶體之情形或於電路動作中電流之方向變化之情形時等有時會調換。因此，於本說明書等中，源極或汲極之用語可調換使用。

【0031】於本說明書中，使用「 \sim 」所表示之數值範圍意指包含「 \sim 」之前所記載之數值作為下限值且包含「 \sim 」之後所記載之數值作為上限值之範圍。

【0032】本發明者等人基於下述見解發明了本發明。

【0033】推測以高功率(高輸出)濺鍍成膜時產生之龜裂起因於曝露於高能量之電漿中之濺鍍靶材之正面變成高熱，因靶之正面與經冷卻之靶之背面之溫度差而導致產生熱應力。作為與龜裂之產生相關之參數，例如可例舉(1)抗彎強度、(2)導熱率、(3)線膨脹係數、及(4)楊氏模數等。

【0034】 上述(2)導熱率、(3)線膨脹係數、及(4)楊氏模數例如亦可藉由改變結晶結構、及變更所構成之結晶之比率來使該等物性之值略微變化。另一方面，(1)抗彎強度可藉由控制燒結體中之空位或減小結晶相之平均粒徑而提高。因此，為了提高以高功率(高輸出)濺鍍成膜時之耐龜裂性(以下，有時將該耐受性稱為功率耐受性)，有效的是提高抗彎強度。

【0035】 鑒於以上，本發明者等人於具備包含In元素、Ga元素、及O元素之氧化物燒結體之濺鍍靶材中，對燒結體中所包含之結晶結構與Ga元素之原子組成比進行研究，藉此獲得能夠以高輸出濺鍍成膜之見解。

【0036】 又，本發明者等人於具備包含In元素、Ga元素、及O元素之氧化物燒結體之濺鍍靶材中，對燒結體中所包含之結晶結構、Ga元素之原子組成比、進而 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑進行研究，藉此獲得能夠以高輸出濺鍍成膜，並且能夠提高耐龜裂性之見解。

【0037】 [濺鍍靶材]

本實施方式之濺鍍靶材具備燒結體。該燒結體成為利用濺鍍成膜時之膜原料。即，本實施方式之濺鍍靶材具備包含In元素、Ga元素、及O元素之氧化物燒結體。上述燒結體包含 In_2O_3 所表示之結晶結構，上述氧化物燒結體中之上述Ga元素之原子組成比滿足下述式(1)，上述氧化物燒結體之抗彎強度為140 MPa以上。

$$8 \leq \text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga}) \leq 20 \dots (1)$$

【0038】 式(1)中，In及Ga分別表示燒結體中之銦元素及鎵元素之原子數。

【0039】 <燒結體之結晶粒徑>

於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體包含 In_2O_3 所表示之結

晶結構。該燒結體除包含 In_2O_3 所表示之結晶結構以外，亦可包含 GaInO_3 等其他結晶結構。

【0040】本實施方式之燒結體中之 In_2O_3 所表示之結晶結構之比率以面積率計，較佳為實質上為80%以上。因此， In_2O_3 所表示之結晶結構較佳為於本實施方式之靶所具備之燒結體中為主相。 In_2O_3 所表示之結晶結構為方鐵錳礦相。燒結體中之 In_2O_3 所表示之結晶結構之比率係實施燒結體之X射線繞射(XRD：X-ray Diffraction)測定，並根據各結晶相最強線之波峰面積與RIR值(Reference Intensity Ratio，參考強度比)來定量。

【0041】作為燒結體之一態樣，於燒結體之結晶相包含 In_2O_3 所表示之結晶結構(即 In_2O_3 所表示之方鐵錳礦相)、及 GaInO_3 所表示之結晶結構之情形時， In_2O_3 所表示之結晶結構之比率係 In_2O_3 所表示之結晶結構相對於 In_2O_3 所表示之結晶結構、及 GaInO_3 所表示之結晶結構之整個結晶結構之比率。

【0042】作為燒結體之一態樣，於燒結體之結晶相包含 In_2O_3 所表示之結晶結構、 GaInO_3 所表示之結晶結構、及下述結晶結構A之情形時， In_2O_3 所表示之結晶結構之比率係 In_2O_3 所表示之結晶結構相對於 In_2O_3 所表示之結晶結構、 GaInO_3 所表示之結晶結構、及結晶結構A之整個結晶結構之比率。

【0043】於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體中所包含之 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑較佳為3 μm 以下。即，作為主相之 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑較佳為3 μm 以下。若燒結體中所包含之 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑為3 μm 以下，則燒結體之抗彎強度提高，結果功率耐受性進一步提高。 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑

更佳為2.5 μm 以下，進而較佳為2 μm 以下。

【0044】 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑之下限值並無特別限定，例如可例舉1 μm 以上。

【0045】 再者，於本實施方式之靶材所具備之燒結體之一態樣中，於除包含作為主相而包含之 In_2O_3 所表示之結晶結構以外，亦包含例如 GaInO_3 所表示之結晶結構之情形時，亦考慮減小 GaInO_3 所表示之結晶結構之平均粒徑，而非 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑。然而，於減小 GaInO_3 所表示之結晶結構之平均粒徑之情形時，若作為主相之 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑較大，則難以獲得優異之抗彎強度。

【0046】 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑可以如下方式算出。首先，藉由SEM(scanning electron microscope，掃描式電子顯微鏡)對經研磨之燒結體進行觀察，以2000倍之倍率對二次電子圖像及反射電子圖像進行觀察。藉由SEM進行觀察時，使用能量分散型X射線光譜法(EDS：Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)求出各結晶粒子之原子比率。又，藉由對燒結體進行X射線繞射(XRD)測定，而確認結晶相。繼而，與藉由X射線繞射(XRD)所鑑定之結晶結構進行對照，辨別各結晶相。藉由所獲得之SEM圖像對晶粒進行測定，算出粒徑之平均值。

【0047】 具體而言， In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑例如可以如下方式進行測定。

【0048】 於燒結體之平面形狀為四邊形之情形時，將燒結體之面等面積地分割成16份，於各四邊形之16處中心點，切割成1 cm見方，進行鏡面研磨處理，製成測定用試樣。將經切割之燒結體之測定面進而等面積地分割成9份，於各四邊形之9處中心點，以2000倍之倍率進行二次電子

圖像及反射電子圖像之觀察。於SEM觀察時實施EDS測定，與藉由XRD所鑑定之結晶結構進行對照，鑑定各結晶粒子為何種結晶。自所獲得之SEM圖像測定粒徑，分別求出9處框內之粒子之粒徑之平均值。對自16處切割出之測定用試樣實施該作業，將自共計144張SEM圖像獲得之粒徑之平均值作為平均粒徑。

【0049】 粒徑係針對長徑比未達2之粒子，基於JIS R 1670：2006測定晶粒之粒徑作為圓相當徑。作為圓相當徑之測定順序，具體而言，將圓規放在微結構照片之測定對象晶粒上，讀取相當於該測定對象晶粒之面積之直徑。針對長徑比為2以上之粒子，將最長徑與最短徑之平均值作為該粒子之粒徑。更具體而言，可藉由下述實施例所記載之方法進行確認。

【0050】 <燒結體之結晶結構>

於本實施方式之靶所具備之燒結體中，較佳為燒結體之結晶相除包含 In_2O_3 所表示之結晶結構以外，亦進而包含藉由X射線($\text{CuK}\alpha$ 線)繞射測定於入射角(2θ)為下述(A)～下述(E)之各位置觀測到繞射峰之結晶結構A。又，亦較佳為燒結體除包含 In_2O_3 所表示之結晶結構、及 GaInO_3 所表示之結晶結構以外，亦進而包含上述結晶結構A作為燒結體中所包含之結晶相。

(A) 28° 以上 29° 以下

(B) 45° 以上且未達 46°

(C) 46° 以上且未達 47°

(D) 47° 以上 48° 以下

(E) 50° 以上 51° 以下

【0051】 於上述(A)～上述(E)之各位置觀測到X射線繞射峰係指藉

由X射線(CuK α 線：波長1.5418 Å)繞射測定於入射角(2 θ)為(A)28°以上29°以下之位置、(B)45°以上且未達46°之位置、(C)46°以上且未達47°之位置、(D)47°以上48°以下之位置、及(E)50°以上51°以下之各位置具有波峰。

【0052】 本實施方式之燒結體之結晶相包含結晶結構A，藉此可使燒結體之導熱度、線膨脹係數、及楊氏模數之值變化，結果，即便以高功率成膜，亦容易抑制龜裂之產生。

【0053】 於上述(A)～上述(E)之各位置觀測到X射線繞射峰可藉由X射線繞射(XRD)測定進行確認。具體而言，於下述實施例中進行詳細說明。

【0054】 本實施方式之靶所具備之燒結體較佳為於元素映射像中O元素(氧元素)之含量不同之結晶組織，並且具有O元素(氧元素)之含量相對少之區域與O元素(氧元素)之含量相對多之區域，O元素之含量相對少之區域連續相連。O元素之含量較少、即氧缺陷較多之組織之電阻值降低。藉由使該O元素之含量較少之結晶組織連續相連(連續相連)，可將燒結體整體之電阻值保持為較低，結果，即便以高功率成膜，亦更容易抑制龜裂之產生。於燒結體之電阻值較高之情形時，會導致異常放電，從而成為以高功率(高輸出)成膜時產生龜裂之要因。

【0055】 燒結體之元素映射像可使用掃描型電子顯微鏡(SEM：Scanning electron microscope)-能量分散型X射線光譜法(EDS：Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)進行評價。以下，將掃描型電子顯微鏡-能量分散型X射線光譜法稱為SEM-EDS。

【0056】 於本實施方式之靶所具備之燒結體中，較佳為燒結體之表

面粗糙度Ra(算術平均粗糙度)為0.5 μm以下。又，本實施方式之靶所具備之燒結體較佳為燒結體之表面粗糙度Ra(算術平均粗糙度)為0.5 μm以下，並且具有不存在方向性之研削面。燒結體之表面粗糙度Ra更佳為未達0.5 μm，進而較佳為0.25 μm以下。於本實施方式之靶所具備之燒結體之表面粗糙度Ra為0.5 μm以下，較佳為本實施方式之靶所具備之燒結體之表面粗糙度Ra為0.5 μm以下且具備不存在方向性之研磨面之情形時，可防止異常放電及微粒之產生。進而，於本實施方式之靶所具備之燒結體中，較佳為燒結體之表面之表面粗糙度Rz(最大高度粗糙度)未達2.0 μm。若表面粗糙度Rz未達2.0 μm，則容易獲得耐龜裂性提高之濺鍍靶材。作為調整燒結體之表面粗糙度Ra、表面粗糙度Rz之方法，可例舉於下述濺鍍靶材之製造步驟中要進行說明之方法。

【0057】 <Ga元素之原子組成比>

如上所述，於本實施方式之靶所具備之燒結體中，上述Ga元素之原子組成比滿足下述式(1)。

$$8 \leq \text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga}) \leq 20 \dots (1)$$

【0058】 於本實施方式之靶所具備之燒結體中，若上述式(1)所表示之Ga之原子組成比(Ga/(In + Ga))為8以上，則於使用通常使用之氬氣(Ar)及氧氣(O₂)之混合氣體之成膜中，可抑制剛成膜後之薄膜成為完整之結晶膜、及微晶混合存在於剛成膜後之薄膜中之薄膜，於TFT製作時之圖案化加工中抑制殘渣產生。於剛成膜後之薄膜成為完整之結晶膜之情形時、及為微結晶混合存在之薄膜之情形時，於製作TFT時，因使用草酸等弱酸之蝕刻而導致產生殘渣，從而難以獲得目標TFT之特性。Ga/(In + Ga)更佳為10以上，進而較佳為12以上。

【0059】 若上述式(1)所表示之Ga之原子組成比($Ga/(In + Ga)$)為20以下，則即便不對成膜後之薄膜實施高溫之退火處理、及雷射退火處理等特殊之退火處理，亦可藉由 $300^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$ 左右之熱處理(退火處理)使成膜後之薄膜容易地結晶化。進而，即便不使用昂貴之裝置，亦可使薄膜大型化。於對成膜後之薄膜進行退火處理後之薄膜之結晶化不充分之情形時，包含結晶化不充分之薄膜之TFT有無法確保較高之遷移率、及穩定性之虞。 $Ga/(In + Ga)$ 更佳為18以下，進而較佳為16以下。

【0060】 於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體亦可實質上僅由In(銦)元素、Ga(鎵)元素、及O(氧)元素構成。此處，「實質上」意指本實施方式之燒結體亦可於因上述In元素、Ga元素、及O元素之組合產生本發明之效果之範圍內包含其他成分。於該情形時，於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體亦可包含作為雜質之元素。作為燒結體中之金屬元素，In元素與Ga元素之合計含量相對於燒結體中之金屬元素之合計(100原子%)，較佳為99原子%以上，更佳為99.5原子%以上，進而較佳為99.9原子%以上。In元素與Ga元素之合計含量相對於燒結體中之金屬元素之合計，亦可為100原子%。再者，於本說明書中，有時將原子%記載為at%。

【0061】 雜質意指並非刻意添加並且於原料、及製造步驟等中混入之元素。即，雜質係不可避免地包含之不可避免之雜質。於以下之說明中亦相同。作為雜質之例，例如可例舉選自由鹼金屬元素(Li(鋰)、Na(鈉)、K(鉀)、Rb(銣)等元素)、鹼土金屬元素(Mg(鎂)、Ca(鈣)、Sr(銩)、Ba(鋇)等元素)、H元素(氫元素)、B元素(硼元素)、C元素(碳元素)、N元素(氮元素)、F元素(氟元素)、Si元素(矽元素)、及Cl元素(氯元素)、Zr元素(銻元素)、Al元素(鋁元素)、Sn元素(錫元素)所組成之群中之至少一種元素。

【0062】於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體亦可包含H元素(氫元素)。於燒結體包含H元素之情形時，燒結體中之H元素之原子濃度較佳為 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上且未達 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。

【0063】燒結體中之H元素之原子濃度更佳為 $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上，進而較佳為 $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上。

【0064】若燒結體中之H元素濃度過少，則成膜時自濺鍍腔室之防接著板脫氣之H元素之影響較大，有時脫氣後之H元素不均勻地混入已成膜之膜中，導致TFT特性之面內均勻性容易降低。

【0065】燒結體中之H元素之原子濃度更佳為 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下，進而較佳為 $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下。

【0066】若燒結體中之H元素濃度過多，則有時H元素大量混入已成膜之膜中，其形成施體能階或者受體能階，結果容易導致TFT之可靠性等大幅劣化。

【0067】於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體亦可包含C元素(碳元素)。於燒結體包含C元素之情形時，燒結體中之C之原子濃度之下限並無特別限定，以靶之製造時之雜質量計亦可包含 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。燒結體包含C元素之情形時之C元素之原子濃度較佳為 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上且未達 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。燒結體中之C元素之原子濃度更佳為 $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下，進而較佳為 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下。

【0068】若C元素之原子濃度過多，則有時C元素大量混入已成膜之膜中，其形成施體能階或者受體能階，結果容易導致TFT之可靠性等大幅劣化。

【0069】於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體亦可包含H

元素(氫元素)及C元素(碳元素)。於燒結體包含H元素及C元素之兩者之情形時，H元素及C元素之原子濃度均較佳為 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上且未達 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。再者，於本說明書等中，H元素及C元素之原子濃度中之單位[atoms/cm³]有時記載為[cm⁻³]。

【0070】 燒結體中所包含之H元素之原子濃度及C元素之原子濃度可藉由二次離子質譜(SIMS：Secondary Ion Mass Spectrometry)測定而求出。SIMS之測定可使用動態SIMS裝置。

【0071】 於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體亦可於無損效果之範圍內，包含選自由正三價、正四價、及正五價所組成之群中之1種以上之元素(X元素)作為添加元素。

【0072】 於該情形時，本實施方式之濺鍍靶材作為一態樣，亦可具備包含In元素、Ga元素、及O元素、以及選自由正三價、正四價、及正五價所組成之群中之1種以上之X元素之氧化物燒結體。即便於該情形時，上述氧化物燒結體於一態樣中亦為包含In₂O₃所表示之結晶結構，上述氧化物燒結體中之上述Ga元素之原子組成比滿足上述式(1)，上述氧化物燒結體之抗彎強度為140 MPa以上。又，該一態樣中之濺鍍靶材所具備之燒結體可包含GaInO₃所表示之結晶結構，亦可包含上述結晶結構A。進而，於該一態樣中之濺鍍靶材所具備之燒結體中，In₂O₃所表示之結晶結構之平均粒徑亦可為3 μm以下。

【0073】 作為添加元素之X元素例如較佳為選自由Zn(鋅)元素、Mg(鎂)元素、Ti(鈦)元素、Fe(鐵)元素、Zr(鋯)元素、Nb(鈮)元素、Hf(鈪)元素、Sn(錫)元素、Si(矽)元素、Ge(鍮)元素、Ta(鉭)元素、W(鎢)元素、Al(鋁)元素、B(硼)元素、Y(釷)元素、Sc(釷)元素、及Ln(鑰系元

素)元素所組成之群中之至少1種元素。該等之中，作為添加元素之X元素更佳為Zn(鋅)元素、及Sn(錫)元素之至少1種。該一態樣中之濺鍍靶材所具備之燒結體亦可實質上僅由In(銦)元素、Ga(鎵)元素、O(氧)元素、及X元素構成。「實質上」係與上述相同之意義。例如，作為燒結體中之金屬元素，In元素、Ga元素及X元素之合計含量相對於燒結體中之金屬元素之合計(100原子%)，較佳為99原子%以上，更佳為99.5原子%以上，進而較佳為99.9原子%以上。In元素、Ga元素及X元素之合計含量相對於燒結體中之金屬元素之合計，亦可為100原子%。

【0074】 作為添加元素之X元素之量較佳為2 at%(2原子%)以下，更佳為1 at%以下，進而較佳為0.5 at%以下。若添加元素之量為2 at%以下，則於使用本實施方式之靶製作TFT時，容易獲得高遷移率、及穩定性較高之TFT。若添加元素增多，則有所獲得之TFT會產生遷移率降低及穩定性降低等不良情況之虞。

【0075】 再者，作為添加元素之X元素之量係由下述式(2)所表示。

$$0.02 \geq (X / (In + Ga + X)) \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0076】 式(2)中，In、Ga、及X分別表示燒結體中之銦元素、鎵元素、及X元素之原子數。

【0077】 燒結體中之各金屬元素之含量(原子比)可藉由利用ICP(Inductive Coupled Plasma，電感耦合電漿)測定或XRF(X-ray Fluorescence，X射線螢光)測定對各元素之存在量進行測定而求出。ICP測定可使用電感耦合電漿發射光譜分析裝置。XRF測定可使用薄膜螢光X射線分析裝置。

【0078】 <燒結體之物性>

於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體之藉由阿基米德法所得之實測密度較佳為 6.3 g/cm^3 以上。燒結體之藉由阿基米德法所得之實測密度更佳為 6.5 g/cm^3 以上。

【0079】 燒結體之相對密度較佳為97%以上，更佳為99%以上。相對密度意指將藉由阿基米德法所測得之氧化物燒結體之實測密度除以氧化物燒結體之理論密度所得之值之百分率。

【0080】 於本實施方式之靶所具備之燒結體中，燒結體之厚度通常較佳為2 mm以上20 mm以下。燒結體之厚度更佳為3 mm以上，進而較佳為4 mm以上。燒結體之厚度更佳為12 mm以下，進而較佳為9 mm以下，進而更佳為6 mm以下。

【0081】 於本實施方式之靶所具備之燒結體中，抗彎強度為140 MPa以上。抗彎強度較佳為150 MPa以上，更佳為160 MPa以上。

【0082】 若抗彎強度為140 MPa以上，則燒結體之抗彎強度可抑制以高功率(高輸出)濺鍍成膜時產生龜裂。

【0083】 燒結體之抗彎強度係基於JIS R 1601：2008，作為30片試片之三點彎曲強度測定值之平均值而求出。

【0084】 本實施方式之靶所具備之燒結體顯示出導熱率、線膨脹係數、及楊氏模數之各物性均優異之特性。

【0085】 燒結體之線膨脹係數可藉由依據JIS R 1618：2002，以測定溫度 $30^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 、升溫速度 10 K/min 、大氣中氛圍實施來測定。

【0086】 燒結體之楊氏模數可藉由依據JIS R 1602：1995，使用超音波探傷裝置於室溫、大氣中實施來測定。

【0087】 燒結體之導熱率可依據JIS R 1611：2010，利用雷射閃光

測定法(室溫、真空中)測定比熱電容，利用雷射閃光測定法(室溫、大氣中)測定熱擴散率，並根據下述數式(數1)算出導熱率。

$$\lambda(\text{導熱率}) = C_p(\text{比熱電容}) \times \rho(\text{密度}) \times \alpha(\text{熱擴散率}) \cdot \cdot \cdot (\text{數1})$$

【0088】 ρ 係氧化物燒結體之密度。

【0089】 本實施方式之濺鍍靶材具備氧化物燒結體、及視需要之設置於氧化物燒結體之背襯板等冷卻及保持用構件。作為氧化物燒結體之保持或冷卻用構件之背襯板之材料較佳為銅等之導熱性優異之材料。

【0090】 於本實施方式之靶具備背襯板等之冷卻及保持用構件之情形時，本實施方式之濺鍍靶材所具備之燒結體具有安裝於該保持用構件之接合面、及與該接合面為相反側且經濺鍍之濺鍍面。於本實施方式中，較佳為濺鍍面為平滑面(即，上述表面粗糙度Ra為0.5 μm 以下等之平滑面)，且將與濺鍍面相反側之面設為接合面。

【0091】 濺鍍靶材之形狀並無特別限定。濺鍍靶材例如可為如圖1A之符號1所示之板狀，亦可如圖1B之符號1A所示般為圓筒狀。於板狀之情形時，平面形狀可為如圖1A之符號1所示之矩形，亦可為如圖1C之符號1B所示之圓形。氧化物燒結體可一體成形，亦可如圖1D所示般為將分割成複數個之氧化物燒結體(符號1C)分別固定於背襯板3之多分割式。

【0092】 <濺鍍靶材之製造方法>

對本實施方式之靶之較佳之製造方法之一例進行說明。

【0093】 本實施方式之濺鍍靶材之製造方法例如較佳為具有以下步驟。

【0094】 準備粒徑為0.5 μm 以下之原料粉末之步驟(以下，有時稱為原料粉末準備步驟)。

【0095】 將上述原料粉末混合而獲得原料混合物後，對上述原料混合物進行造粒而獲得原料造粒物之步驟(以下，有時稱為造粒步驟)。

【0096】 成形上述原料造粒物而獲得成形體之步驟(以下，有時稱為成形步驟)。

【0097】 對上述成形體進行燒結而獲得燒結體之步驟(以下，有時稱為燒結步驟)。

【0098】 本實施方式之靶之較佳之製造方法亦可進而具有選自由對燒結體進行熱處理之步驟(退火步驟)、對燒結體至少進行研削之步驟(以下，有時稱為研削步驟)、將經研削過之燒結體洗淨之步驟(以下，有時稱為洗淨步驟)、及將上述燒結體接合於背襯板之步驟(以下，有時稱為接合步驟)所組成之群中之至少一個步驟。

【0099】 (原料粉末準備步驟)

於原料粉末準備步驟中，準備用作本實施方式之濺鍍靶材所具備之燒結體之原料之原料粉末。於原料粉末準備步驟中準備之原料粉末係平均粒徑為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下之氧化銻、及平均粒徑為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下之氧化鎵。關於原料粉末，亦可視需要準備平均粒徑為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下之包含選自由正三價、正四價、及正五價所組成之群中之1種以上之元素之化合物之原料粉末。原料粉末可獲取具有 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下之平均粒徑之原料粉末來準備，亦可獲取具有超過 $0.5\ \mu\text{m}$ 之平均粒徑之原料粉末並將所獲取之原料粉末之平均粒徑調整為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下。

【0100】 於原料粉末準備步驟中準備之原料粉末之平均粒徑較佳為 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下。若原料粉末之平均粒徑為 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上，則容易抑制原料粉末彼此之凝聚，從而可將原料粉末混合成接近均勻之狀態。若原

料粉末之平均粒徑為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下，則容易將燒結後之燒結體中所包含之 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑控制在 $3\ \mu\text{m}$ 以下。原料粉末之平均粒徑可藉由使用粒度分佈測定裝置之粒徑評價、及利用BET(Brunauer-Emmett-Teller，布厄特)法求出之比表面積之至少任一方法算出。又，原料粉末之平均粒徑亦可藉由SEM裝置進行確認。

【0101】 於所獲取之原料粉末之平均粒徑超出 $0.5\ \mu\text{m}$ 之情形時，較佳為進行原料粉末之預粉碎而將原料粉末之平均粒徑調整為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下。

【0102】 預粉碎可使用珠磨機、球磨機、及噴射磨機等進行粉碎。預粉碎中所使用之坩堝之材質並無特別限定，例如可例舉瑪瑙、及氧化鋁等材質。預粉碎中所使用之粉碎介質(鋼珠)之材質並無特別限定，例如可例舉氧化鋁、及氧化鋯等材質。

【0103】 預粉碎中之粉碎時間較佳為30分鐘以上6小時以下。若預粉碎中之粉碎時間為30分鐘以上，則獲得充分之粉碎效果，容易調整為預先確定之平均粒徑。若預粉碎中之粉碎時間為6小時以下，則坩堝之材質、及鋼珠之材質不易被磨削從而不易混入異物異(不易產生污染)，於使用本實施方式之靶製作TFT時，容易獲得高遷移率、及穩定性較高之TFT。預粉碎時，亦可視需要適當添加黏合劑、分散劑、及消泡劑等進行粉碎。

【0104】 於原料粉末準備步驟中準備之氧化銻、及氧化鎵之原料粉末較佳為高純度。原料粉末之純度分別較佳為99質量%以上，更佳為99.9質量%以上，進而較佳為99.99質量%以上。又，於使用包含選自由正三價、正四價、及正五價所組成之群中之1種以上之元素的化合物之原料粉末之情形時，該原料粉末以與氧化銻、及氧化鎵之原料粉末同樣地，較佳

為高純度。例如包含選自由正三價、正四價、及正五價所組成之群中之1種以上之元素的化合物之原料粉末之純度較佳為99質量%以上，更佳為99.9質量%以上，進而較佳為99.99質量%以上。

【0105】 若使用高純度之原料粉末，則獲得組織緻密之燒結體，具備該燒結體之濺鍍靶材之體積電阻率降低。又，於使用具備該燒結體之濺鍍靶材製作TFT時，可抑制因雜質而導致形成缺陷能階，從而可獲得高遷移率、及穩定性較高之TFT。

【0106】 (造粒步驟)

於造粒步驟中，首先，將上述於原料粉末準備步驟所準備之原料粉末進行混合而製成混合原料粉末，並視需要添加分散劑及增黏劑等製成原料混合物。可將混合原料粉末直接作為原料混合物。繼而，對原料混合物進行造粒，獲得原料造粒物。以下，有時將原料造粒物稱為原料造粒粉。

【0107】 [原料粉末之混合]

亦可向原料粉末準備步驟中所準備之原料粉末中，視需要添加用以解開凝聚之分散劑、及用以調整為適合於噴霧乾燥器中造粒之黏度之增黏劑，並藉由濕式球磨機、行星形球磨機、珠磨機、及噴射磨機等進行混合，獲得原料混合物。該等之中，水混合所使用之裝置較佳為珠磨機。若使用珠磨機，則可將原料粉末均勻地混合，故即便於下述燒結溫度下亦可充分地燒結，容易獲得能夠以較高之功率(高輸出)濺鍍成膜之濺鍍靶材。作為分散劑，例如可例舉丙烯酸甲基丙烯酸共聚物氨中和物等，作為增黏劑，例如可例舉聚乙烯醇等。

【0108】 原料粉末之混合時間並無特別限定，只要可將原料粉末充分混合即可。原料粉末之混合時間例如較佳為2小時以上48小時以下。若

混合時間為2小時以上，則容易將原料粉末充分混合。若混合時間為48小時以下，則容易抑制發生原料粉末之再凝聚。又，若混合時間為48小時以下，則來自坩堝之材質、及鋼珠之材質等之異物之混入(污染)得以抑制。

【0109】 [原料粉末之造粒]

用以對原料混合物進行造粒之造粒處理可使用噴霧乾燥器等進行。造粒步驟中所獲得之原料造粒物之形狀並無特別限制，為了均勻填充至下述成形步驟中之模具中，較佳為真球狀。

【0110】 造粒條件可調整導入至噴霧乾燥器中之將原料粉末混合後之原料混合物之濃度、噴霧乾燥器之轉速、及用於乾燥之熱風溫度等而適當選定。

【0111】 於使用未實施煨燒處理之原料混合物，藉由噴霧乾燥法對原料混合物進行造粒之情形時，原料造粒物可直接使用以上所獲得之原料混合物來製備。於使用實施了煨燒處理之原料混合物之情形時，可將實施了煨燒處理之原料混合物製備成藉由於原料粉末之預粉碎中所說明之方法再次粉碎所得之原料混合物後使用。

【0112】 於本實施方式之靶之製造方法中，藉由造粒處理所形成之原料造粒物之粒徑並無特別限制，例如較佳為控制在25 μm 以上150 μm 以下之範圍內。若原料造粒物之粒徑為25 μm 以上，則原料造粒物在下述成形步驟中使用之模具之表面之滑動性提高，可將原料造粒物充分地填充至模具內。若原料造粒物之粒徑為150 μm 以下，則可抑制粒徑過大而模具內之填充率降低。原料造粒物之粒徑更佳為25 μm 以上75 μm 以下。

【0113】 獲得所需範圍內之粒徑之原料造粒物之方法並無特別限定。例如可例舉如下方法：將實施了造粒處理之原料造粒物過篩，篩選屬

於所需粒徑範圍之原料造粒物。該方法所使用之篩較佳為具有能使所需粒徑之原料造粒物通過之尺寸之開口部的篩。該方法所使用之篩較佳為使用用以將粒徑範圍之下限值作為基準來篩選原料造粒物之第1篩、及用以將粒徑範圍之上限值作為基準來篩選原料造粒物之第2篩。例如於將原料造粒物之粒徑控制在25 μm 以上150 μm 以下之範圍內之情形時，首先使用具有能使未達25 μm 之原料造粒物通過且不會使25 μm 以上之原料造粒物通過之尺寸之開口部的篩(第1篩)，篩選具有25 μm 以上之粒徑之原料造粒物。繼而，針對該篩選後之原料造粒物，使用具有能使150 μm 以下之原料造粒物通過且不會使超過150 μm 之原料造粒物通過之尺寸之開口部的篩(第2篩)，篩選25 μm 以上150 μm 以下之範圍內之原料造粒物。亦可為先使用第2篩再使用第1篩之順序。

【0114】 控制原料造粒物之粒徑範圍之方法並不限定於如上述之使用篩之方法，只要可將供於成形步驟之原料造粒物控制在所需範圍即可。

【0115】 (成形步驟)

於成形步驟中，可藉由模具加壓成形、鑄漿成形、或射出成形等方法成形原料造粒物而獲得成形體。於獲得燒結密度較高之燒結體作為濺鍍靶材之情形時，較佳為於成形步驟中，藉由模具加壓成形等進行預成形後，藉由冷均壓加壓成形(CIP；Cold Isostatic Pressing)等進而壓密化。

【0116】 (燒結步驟)

於燒結步驟中，對成形步驟中所獲得之成形體進行燒結，藉此獲得燒結體。於燒結步驟中，可使用常壓燒結、熱壓燒結、或熱均壓加壓(HIP；Hot Isostatic Pressing)燒結等通常進行之燒結方法。所獲得之燒結體成為濺鍍靶材原材料。

【0117】 燒結溫度較佳為1300°C以上1400°C以下。若燒結溫度為1300°C以上，則成形體之燒結容易充分地進行，藉此抑制大量產生燒結體之空孔，而抗彎強度容易提高。若燒結溫度為1400°C以下，則容易將燒結體中所包含之 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑控制在3 μm 以下之範圍，而抗彎強度容易提高。

【0118】 燒結時間較佳為12小時以上48小時以下。若燒結時間為12小時以上，則成形體之燒結容易充分地進行，藉此抑制大量產生燒結體之空孔，而抗彎強度容易提高。若燒結時間為48小時以下，則容易將燒結體中所包含之 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑控制在3 μm 以下之範圍，而抗彎強度容易提高。

【0119】 於燒結步驟中，自室溫達到燒結溫度為止之升溫速度並無特別限制，較佳為設為0.1°C/分鐘以上3°C/分鐘以下。

【0120】 於升溫之過程中，亦可以700°C以上800°C以下將溫度保持1小時以上10小時以下，以規定溫度保持規定時間後升溫至燒結溫度。

【0121】 作為燒結時之氛圍，例如可例舉空氣或者氧氣之氛圍、包含空氣或者氧氣及還原性氣體之氛圍、或包含空氣或者氧氣及惰性氣體之氛圍。作為還原性氣體，例如可例舉氫氣、甲烷氣體、及一氧化碳氣體等。作為惰性氣體，例如可例舉氬氣、及氮氣等。

【0122】 (熱處理步驟(退火步驟))

於熱處理步驟(退火步驟)中，對所獲得之燒結體進行退火。於本實施方式之靶之製造方法中，退火步驟係視需要設置之步驟。於實施退火步驟之情形時，通常以700°C以上1100°C以下之保持溫度且1小時以上5小時以下之保持時間對燒結體實施處理。

【0123】 退火步驟可將燒結體暫時冷卻後再次升溫並進行退火，亦可於自燒結溫度降溫時退火。

【0124】 作為退火時之氛圍，例如可例舉空氣或者氧氣之氛圍、包含空氣或者氧氣及還原性氣體之氛圍、或包含空氣或者氧氣及惰性氣體之氛圍。作為還原性氣體，例如可例舉氫氣、甲烷氣體、及一氧化碳氣體等。作為惰性氣體，例如可例舉氬氣、及氮氣等。

【0125】 (研削步驟)

於研削步驟中，將所獲得之燒結體切削加工成適當形狀，並對氧化物燒結體之表面進行研磨。具體而言，對燒結體實施切削加工，使其成為適合安裝於濺鍍裝置之形狀，並對氧化物燒結體之表面進行研磨。

【0126】 研削步驟中所使用之磨石之研磨粒粒徑較佳為100 μm 以下。若磨石之研磨粒粒徑為100 μm 以下，則可防止燒結體之破裂。研削步驟中所使用之磨石較佳為金剛石磨石。於研削步驟中進行研削之研削深度較佳為0.3 mm以上，更佳為0.5 mm以上，進而較佳為2 mm以上。藉由將燒結體之表面研削0.3 mm以上，可將表面附近之結晶結構之變動部分去除。

【0127】 經過研削步驟之燒結體之表面較佳為使表面粗糙度Ra(算術平均粗糙度)為5 μm 以下。經過研削步驟之燒結體之表面較佳為使表面粗糙度Rz(最大高度粗糙度)未達2.0 μm 。又，經過研削步驟之燒結體之表面較佳為表面粗糙度Ra(算術平均粗糙度)為5 μm 以下，且具備不存在方向性之研削面。

【0128】 燒結體亦可進而對濺鍍面實施鏡面加工。該鏡面加工(研磨)可使用機械研磨、化學研磨、及機械化學研磨(機械研磨與化學研磨之

併用)等公知之研磨技術。例如，可利用固定研磨粒拋光機(拋光液為水)拋光成# 2000以上，亦可利用游離研磨粒研磨(研磨材為SiC漿料等)進行研磨後，將研磨材換成金剛石漿料並進行研磨。研磨方法並不限定於該等方法。

【0129】 (洗淨步驟)

於洗淨步驟中，對在研削步驟中經研削過之燒結體進行清潔處理。作為清潔處理之方法，例如可例舉鼓風機、及流水洗淨等任一方法。於利用鼓風機將異物去除之情形時，自鼓風機之噴嘴之對面側利用集塵機進行吸氣，藉此可更有效地將異物去除。

【0130】 再者，於洗淨步驟中，除藉由鼓風機或流水洗淨而進行之清潔處理以外，亦可進而實施超音波洗淨等。作為超音波洗淨，有效的是於頻率25 kHz以上300 kHz以下之範圍內多重振盪來進行之方法。例如較佳為於頻率25 kHz以上300 kHz以下之範圍內，以25 kHz之刻度以12種頻率多重振盪來進行超音波洗淨之方法。

【0131】 (接合步驟)

接合步驟係利用低熔點金屬(例如金屬銻、及金屬鎳等)將加工步驟後之燒結體接合於背襯板之步驟。

【0132】 就保持濺鍍時之冷卻效率之方面而言，接合率較佳為設為90%以上，更佳為95%以上，進而較佳為98%以上。此處所言之接合率表示相對於靶材與靶支持體之重合面之面積而言，靶材與靶支持體材經由接合層而接合之面之面積比率。接合率例如可藉由X射線CT(X-ray Computed Tomography，X射線電腦斷層攝影術)或超音波探傷等進行確認。

【0133】 若使用本實施方式之濺鍍靶材濺鍍成膜，則耐龜裂性提高，因此可穩定地製造氧化物薄膜。

【0134】 又，根據本實施方式之濺鍍靶材，使用具有與本實施方式之燒結體相同之原子組成之靶，故濺鍍而獲得之TFT之遷移率高，且獲得較高之穩定性。

【0135】 [結晶氧化物薄膜]

本實施方式之結晶氧化物薄膜係使用本實施方式之濺鍍靶材之結晶氧化物薄膜。本實施方式之結晶氧化物薄膜係藉由使用本實施方式之濺鍍靶材成膜而獲得。本實施方式之結晶氧化物薄膜較佳為藉由例如如下製造方法而獲得，該製造方法具有：使用本實施方式之濺鍍靶材，並藉由濺鍍成膜氧化物薄膜之步驟(以下，有時稱為氧化物薄膜成膜步驟)；及對氧化物薄膜實施加熱處理之步驟(以下，有時稱為加熱處理步驟)。根據本實施方式之結晶氧化物薄膜，使用具有與本實施方式之燒結體相同之原子組成之靶來成膜，故獲得TFT製造時之加工性優異，並且高遷移率、穩定性較高之TFT。

【0136】 本實施方式之結晶氧化物薄膜係結晶質氧化物薄膜。本實施方式之結晶氧化物薄膜於濺鍍成膜後、加熱處理(退火處理)前為非晶質(amorphous)之氧化物薄膜，於濺鍍成膜後進行退火處理，藉此結晶性提高而成為結晶質氧化物薄膜。藉由使本實施方式之結晶氧化物薄膜為結晶質氧化物薄膜，包含本實施方式之結晶氧化物薄膜之薄膜電晶體(TFT)之遷移率較高，且穩定性提高。

【0137】 氧化物薄膜為非晶質、及氧化物薄膜為結晶質可藉由X射線繞射(XRD：X-ray Diffraction)測定對各氧化物薄膜進行確認。於對氧

化物薄膜進行XRD測定時，於未觀察到波峰之情形時，可判斷為氧化物薄膜為非晶質，於觀察到波峰之情形時，判斷為結晶質。

【0138】 於氧化物薄膜成膜步驟中，使用實質上不包含雜質氣體之氣體。具體而言，於氧化物薄膜成膜步驟中，使用實質上不包含雜質氣體之選自由氫氣、氬氣、及氧氣所組成之群中之1種以上之氣體作為濺鍍氣體。該等之中，濺鍍氣體較佳為實質上不包含雜質氣體之氫氣及氧氣之混合氣體。濺鍍氣體「實質上不包含雜質氣體」意指除氣體之插入所伴隨之吸附水之夾帶、及腔室之洩漏或吸附氣體等無法排除之氣體(不可避免之雜質氣體)以外，不主動投入氫氣、氬氣、及氧氣以外之雜質氣體。於本實施方式中，作為濺鍍氣體，例如可使用市售之高純度氫氣及高純度氧氣之混合氣體。雜質較佳為儘可能地自濺鍍氣體中排除。

【0139】 濺鍍氣體中之雜質氣體之比率較佳為0.1體積%以下，更佳為0.05體積%以下。若雜質氣體之比率為0.1體積%以下，則無問題地進行氧化物薄膜之結晶化。

【0140】 高純度氫氣及高純度氧氣之純度較佳為99體積%以上，更佳為99.9體積%以上，進而較佳為99.99體積%以上。

【0141】 作為濺鍍氣體之氫氣及氧氣之混合氣體中之氧分壓較佳為0體積%~50體積%之範圍，更佳為5體積%~30體積%之範圍。若氧分壓為上述範圍，則加熱時容易結晶化而半導體化。可藉由改變氧分壓而調節所獲得之薄膜之氧化程度、即結晶化之程度。氧分壓視需要適當選擇即可。

【0142】 於加熱處理步驟中，用以使成膜後之非晶質薄膜結晶化之加熱處理溫度較佳為300°C~450°C之範圍，更佳為300°C~350°C。若加

熱處理溫度為300°C以上，則容易使氧化物薄膜結晶化。

【0143】 若加熱處理溫度為450°C以下，則可抑制結晶異常成長而導致晶粒變大。

【0144】 於加熱處理步驟中，用以使成膜後之非晶質薄膜結晶化之加熱處理時間較佳為0.1小時以上5小時以下，更佳為0.3小時以上3小時以下，進而較佳為0.5小時以上2小時以下。

【0145】 若加熱處理時間為0.1小時以上，則不存在未結晶化等情況，氧化物薄膜容易結晶化。

【0146】 若加熱處理時間為5小時以下，則經濟性優異。

【0147】 於加熱處理步驟中，升溫速度較佳為2°C/min以上40°C/min以下，更佳為3°C/min以上20°C/min以下。

【0148】 若加熱處理步驟中之升溫速度為2°C/min以上，則與未達1°C/min之情形相比，氧化物薄膜之製造效率提高。

【0149】 若加熱處理步驟中之升溫速度為40°C/min以下，則結晶化時金屬元素均勻地擴散，可形成金屬未偏析於晶界之結晶。

【0150】 本實施方式之結晶氧化物薄膜亦可應用於邏輯電路、記憶體電路、及差動放大電路等各種積體電路，且可將其等應用於電子機器等。又，本實施方式之結晶氧化物薄膜可用作太陽電池之一部分層、以及液晶元件、有機電致發光元件、無機電致發光元件、微有機EL顯示器、微LED(Light Emitting Diode，發光二極體)顯示器、及迷你LED顯示器等顯示裝置之一部分層。進而本實施方式之結晶氧化物薄膜可用作固體攝像元件、X射線感測器、功率半導體元件、觸控面板、LSI(Large Scale Integrated circuits，大型積體電路)、電阻變化型記憶體、

DRAM(Dynamic Random Access Memory，動態隨機存取記憶體)、鐵電式隨機存取記憶體、BEOL(Back End of Line，後端線程)、微處理器之一部分層。本實施方式之結晶氧化物薄膜亦可用作場效型電晶體、靜電感應型電晶體、量子穿隧場效型電晶體、肖特基障壁型電晶體、肖特基二極體、PN二極體、及電阻元件之半導體層、以及其等之一部分層。

【0151】 [薄膜電晶體及電子機器]

作為本實施方式之薄膜電晶體，可例舉包含本實施方式之結晶氧化物薄膜之薄膜電晶體。本實施方式之結晶氧化物薄膜較佳為氧化物半導體薄膜。

【0152】 較佳為使用本實施方式之結晶氧化物薄膜作為薄膜電晶體之通道層。

【0153】 於本實施方式之薄膜電晶體具有本實施方式之結晶氧化物薄膜作為通道層之情形時，薄膜電晶體中之其他元件構成並無特別限定，可採用公知之元件構成。

【0154】 本實施方式之薄膜電晶體可較佳地用於電子機器。

【0155】 具體而言，本實施方式之薄膜電晶體可較佳地用於液晶顯示器及有機EL顯示器等顯示裝置。

【0156】 本實施方式之薄膜電晶體中之通道層之膜厚通常為10 nm以上300 nm以下，較佳為20 nm以上250 nm以下。

【0157】 本實施方式之薄膜電晶體中之通道層通常於N型區域中使用，可與P型Si系半導體、P型氧化物半導體、及P型有機半導體等各種P型半導體組合後利用於PN接面型電晶體等各種半導體器件。

【0158】 本實施方式之薄膜電晶體亦可應用於場效型電晶體、邏輯

電路、記憶體電路、及差動放大電路等各種積體電路。進而，除場效型電晶體以外，亦可應用於靜電感應型電晶體、肖特基障壁型電晶體、肖特基二極體、及電阻元件。即，本實施方式之薄膜電晶體可應用於下述「薄膜電晶體之用途」中所要例示之用途。

【0159】 本實施方式之薄膜電晶體之構成可無限制地採用選自底閘極、底端接觸、頂閘極、及頂端接觸等公知之構成中之構成。

【0160】 本實施方式之薄膜電晶體可較佳地用於顯示裝置。

【0161】 將具體之薄膜電晶體之例示於圖2及圖3中。

【0162】 如圖2所示，薄膜電晶體100具備矽晶圓20、閘極絕緣膜30、氧化物薄膜40、源極電極50、汲極電極60、及層間絕緣膜70、70A。

【0163】 矽晶圓20係閘極電極。閘極絕緣膜30係阻斷閘極電極與氧化物薄膜40之導通之絕緣膜，設置於矽晶圓20上。

【0164】 氧化物薄膜40係通道層，設置於閘極絕緣膜30上。氧化物薄膜40使用本實施方式之結晶氧化物薄膜。

【0165】 源極電極50及汲極電極60係用以使源極電流及汲極電流流到氧化物薄膜40之導電端子，以與氧化物薄膜40之兩端附近接觸之方式分別設置。

【0166】 層間絕緣膜70係阻斷源極電極50及汲極電極60與氧化物薄膜40之間之除接觸部分以外之導通之絕緣膜。

【0167】 層間絕緣膜70A係阻斷源極電極50及汲極電極60與氧化物薄膜40之間之除接觸部分以外之導通之絕緣膜。層間絕緣膜70A亦為阻斷源極電極50與汲極電極60之間之導通之絕緣膜。層間絕緣膜70A亦為通道

層保護層。

【0168】如圖3所示，薄膜電晶體100A之結構與薄膜電晶體100相同，但不同之處在於，將源極電極50及汲極電極60以與閘極絕緣膜30及氧化物薄膜40之兩者接觸之方式設置。不同點亦在於以覆蓋閘極絕緣膜30、氧化物薄膜40、源極電極50、及汲極電極60之方式一體地設置層間絕緣膜70B。

【0169】形成汲極電極60、源極電極50及閘極電極之材料並無特別限制，可任意選擇一般使用之材料。於在圖2及圖3中所例舉之例中，將矽晶圓用作基板，矽晶圓亦作為電極發揮作用，但電極材料並不限定於矽。

【0170】例如可使用氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、ZnO、及SnO₂等透明電極、Al、Ag、Cu、Cr、Ni、Mo、Au、Ti、及Ta等金屬電極、或包含該等之合金之金屬電極或積層電極。

【0171】又，於圖2及圖3中，亦可於玻璃等基板上形成閘極電極。

【0172】形成層間絕緣膜70、70A、及70B之材料亦並無特別限制，可任意選擇一般使用之材料。作為形成層間絕緣膜70、70A、及70B之材料，例如可使用MO_x、MN_x、及MN_xO_y所表示之化合物(其中，式中之M為金屬元素，x及y為超過0之實數；以下所例示之化合物中之x及y亦相同)。該材料具體而言，例如可使用SiO₂、SiO_x、SiN_x、及SiN_xO_y等化合物。進而，該材料例如亦可使用Al₂O₃、Ta₂O₅、TiO₂、MgO、ZrO₂、CeO₂、K₂O、Li₂O、Na₂O、Rb₂O、Sc₂O₃、Y₂O₃、HfO₂、CaHfO₃、PBTiO₃、BaTa₂O₆、SrTiO₃、Sm₂O₃、及AlN等化合物。該等氧化物之化合物及氮化物之化合物中之陰離子(氧陰離子及氮陰離子)之價數並無特別限制，只要為超過0之實數即可。

【0173】於本實施方式之薄膜電晶體為背通道蝕刻型(底閘極型)之情形時，較佳為於汲極電極、源極電極及通道層上設置保護膜。藉由設置保護膜，即便於長時間驅動TFT之情形時，耐久性亦容易提高。再者，於頂閘極型之TFT之情形時，例如成為於通道層上形成有閘極絕緣膜之結構。

【0174】保護膜或絕緣膜例如可藉由CVD(Chemical Vapor Deposition，化學氣相沈積)形成，此時有時會成為高溫度所形成之製程。又，保護膜或絕緣膜於剛成膜後含有雜質氣體之情況較多，較佳為進行加熱處理(退火處理)。利用加熱處理將雜質氣體去除，藉此成為穩定之保護膜或絕緣膜，從而容易形成耐久性較高之TFT元件。

【0175】藉由使用本實施方式之結晶氧化物薄膜，不易受到CVD製程中之溫度之影響、及其後之加熱處理所產生之影響，即便於形成有保護膜或絕緣膜之情形時，亦可提高TFT特性之穩定性。

【0176】於電晶體特性中，接通/斷開(On/Off)特性係決定顯示器之顯示性能之要素。於使用薄膜電晶體作為液晶之開關之情形時，On/Off比較佳為6位數以上。於OLED之情形時，為了進行電流驅動，On電流較為重要，關於On/Off比，同樣地較佳為6位數以上。

【0177】本實施方式之薄膜電晶體較佳為On/Off比為 1×10^6 以上。

【0178】On/Off比係藉由將 $V_g = -10$ V之 I_d 之值作為Off電流值，將 $V_g = 20$ V之 I_d 之值作為On電流值，並確定比[On電流值/Off電流值]而求出。

【0179】又，本實施方式之TFT之遷移率較佳為 $5 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上，較佳為 $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上。

【0180】飽和遷移率係根據施加了20 V之汲極電壓之情形時之傳遞特性而求出。具體而言，可藉由如下方式算出：製作傳遞特性 I_d - V_g 之曲線圖，算出各 V_g 之跨導(G_m)，並藉由飽和區域之式求出飽和遷移率。 I_d 係源極-汲極電極間之電流， V_g 係於源極-汲極電極間施加電壓 V_d 時之閘極電壓。

【0181】閾值電壓(V_{th})較佳為-3.0 V以上3.0 V以下，更佳為-2.0 V以上2.0 V以下，進而較佳為-1.0 V以上1.0 V以下。若閾值電壓(V_{th})為-3.0 V以上，則獲得高遷移率之薄膜電晶體。若閾值電壓(V_{th})為3.0 V以下，則斷開電流減小，獲得開關比較大之薄膜電晶體。

【0182】閾值電壓(V_{th})可根據傳遞特性之曲線圖，以源極與汲極間之電流值 $I_d = 10^{-9}$ A時之閘極電壓 V_g 來定義。

【0183】On/Off比較佳為 10^6 以上 10^{12} 以下，更佳為 10^7 以上 10^{11} 以下，進而較佳為 10^8 以上 10^{10} 以下。若On/Off比為 10^6 以上，則可驅動液晶顯示器。若On/Off比為 10^{12} 以下，則可驅動對比度較大之有機EL。又，若On/Off比為 10^{12} 以下，則可使斷開電流為 10^{-11} A以下，於將薄膜電晶體用於CMOS(complementary metal oxide semiconductor, 互補金氧半導體)影像感測器之傳輸電晶體或重置電晶體之情形時，可延長圖像之保持時間或提高感度。

【0184】〈量子穿隧場效電晶體〉

本實施方式之結晶氧化物薄膜亦可用於量子穿隧場效電晶體(FET)。再者，有時將量子穿隧場效電晶體稱為量子穿隧場效型電晶體。

【0185】於圖4中示出一實施方式之量子穿隧場效電晶體(FET)之模式圖(縱截面圖)。

【0186】 量子穿隧場效電晶體501具備p型半導體層503、n型半導體層507、閘極絕緣膜509、閘極電極511、源極電極513、及汲極電極515。

【0187】 p型半導體層503、n型半導體層507、閘極絕緣膜509、及閘極電極511依序積層。

【0188】 源極電極513設置於p型半導體層503上。汲極電極515設置於n型半導體層507上。

【0189】 p型半導體層503為p型之IV族半導體層，此處為p型矽層。

【0190】 n型半導體層507此處為上述實施方式之n型之氧化物薄膜。源極電極513及汲極電極515為導電膜。

【0191】 於圖4中雖未圖示，但亦可於p型半導體層503上形成絕緣層。於該情形時，p型半導體層503與n型半導體層507經由作為將絕緣層局部開口之區域之接觸孔連接。於圖4中雖未圖示，但量子穿隧場效電晶體501亦可具備覆蓋其上表面之層間絕緣膜。

【0192】 量子穿隧場效電晶體501係藉由閘極電極511之電壓控制穿過由p型半導體層503與n型半導體層507所形成之能量障壁之電流的進行電流之開關之量子穿隧場效電晶體(FET)。於該結構中，構成n型半導體層507之氧化物半導體之帶隙變大，從而可減小斷開電流。

【0193】 於圖5中示出另一實施方式之量子穿隧場效電晶體501A之模式圖(縱截面圖)。

【0194】 量子穿隧場效電晶體501A之構成與量子穿隧場效電晶體501相同，但不同之處在於，於p型半導體層503與n型半導體層507之間形成有氧化矽層505。藉由具有氧化矽層，可減小斷開電流。

【0195】 氧化矽層505之厚度較佳為10 nm以下。藉由使氧化矽層

505之厚度為10 nm以下，可防止穿隧電流不流動，所形成之能量障壁難以形成或障壁高度發生變化，從而可防止穿隧電流降低或變化。氧化矽層505之厚度較佳為8 nm以下，更佳為5 nm以下，進而較佳為3 nm以下，進而更佳為1 nm以下。

【0196】 於量子穿隧場效電晶體501及501A中，n型半導體層507亦為n型氧化物半導體。

【0197】 構成n型半導體層507之氧化物薄膜亦可為非晶質。藉由使構成n型半導體層507之氧化物薄膜為非晶質，可利用草酸等有機酸進行蝕刻，與其他層之蝕刻速度之差變大，亦不會對配線等金屬層造成影響，可良好地進行蝕刻。

【0198】 構成n型半導體層507之氧化物薄膜亦可為結晶質。藉由使構成n型半導體層507之氧化物薄膜為結晶質，相較於非晶質之情形，帶隙變大，可減小斷開電流。亦可使功函數較大，因此容易控制穿過由p型IV族半導體材料及n型半導體層507所形成之能量障壁之電流。

【0199】 量子穿隧場效電晶體501之製造方法並無特別限定，可例示以下之方法。

【0200】 首先，如圖6A所示，於p型半導體層503上形成絕緣膜505A，藉由蝕刻等使絕緣膜505A之一部分開口而形成接觸孔505B。

【0201】 繼而，如圖6B所示，於p型半導體層503及絕緣膜505A上形成n型半導體層507。此時，經由接觸孔505B將p型半導體層503與n型半導體層507連接。

【0202】 繼而，如圖6C所示，於n型半導體層507上依序形成閘極絕緣膜509及閘極電極511。

【0203】 繼而，如圖6D所示，以覆蓋絕緣膜505A、n型半導體層507、閘極絕緣膜509及閘極電極511之方式設置層間絕緣膜519。

【0204】 繼而，如圖6E所示，將p型半導體層503上之絕緣膜505A及層間絕緣膜519之一部分開口而形成接觸孔519A，並於接觸孔519A設置源極電極513。

【0205】 進而，如圖6E所示，將n型半導體層507上之閘極絕緣膜509及層間絕緣膜519之一部分開口而形成接觸孔519B，並於接觸孔519B形成汲極電極515。

【0206】 可按以上順序製造量子穿隧場效電晶體501。

【0207】 再者，於p型半導體層503上形成n型半導體層507後，以150°C以上600°C以下之溫度進行熱處理，藉此可於p型半導體層503與n型半導體層507之間形成氧化矽層505。藉由追加該步驟，可製造量子穿隧場效電晶體501A。

【0208】 本實施方式之薄膜電晶體較佳為通道摻雜型薄膜電晶體。所謂通道摻雜型薄膜電晶體，係藉由n型摻雜物而非對氛圍及溫度等外界刺激容易變動之氧空位來適當控制通道之載體之電晶體，獲得兼顧高遷移率與高可靠性之效果。

【0209】 <薄膜電晶體之用途>

本實施方式之薄膜電晶體可較佳地用於太陽電池、顯示元件(液晶元件、有機電致發光元件、及無機電致發光元件等)、及功率半導體元件。本實施方式之薄膜電晶體可較佳地用作顯示裝置(液晶顯示器、有機EL(Electro Luminescence，電致發光)顯示器、微有機EL顯示器、微LED(Light Emitting Diode)顯示器、及迷你LED顯示器等)、固體攝像元

件、及觸控面板等使用主動矩陣方式之裝置之電晶體。本實施方式之薄膜電晶體亦可應用於場效型電晶體、邏輯電路、記憶體電路、及差動放大電路等各種積體電路，且可將其等應用於電子機器等。本實施方式之電子機器較佳為包含薄膜電晶體。進而，本實施方式之薄膜電晶體除場效型電晶體以外，亦可應用於靜電感應型電晶體、及肖特基障壁型電晶體。本實施方式之薄膜電晶體亦可用作影像感測器、X射線感測器、及活體感測器等感測器用之電晶體。

【0210】 以下，對將本實施方式之薄膜電晶體用於顯示裝置及固體攝像元件之情形進行說明。

【0211】 首先，參照圖7A～圖7C對將本實施方式之薄膜電晶體用於顯示裝置之情形進行說明。

【0212】 圖7A係本實施方式之顯示裝置之俯視圖。圖7B係用以對將液晶元件應用於本實施方式之顯示裝置之像素部之情形時的像素部之電路進行說明之電路圖。又，圖7C係用以對將有機EL元件應用於本實施方式之顯示裝置之像素部之情形時的像素部之電路進行說明之電路圖。

【0213】 配置於像素部之電晶體可使用本實施方式之薄膜電晶體。本實施方式之薄膜電晶體容易製成n通道型，因此將可由n通道型電晶體構成之驅動電路之一部分與像素部之電晶體形成於同一基板上。藉由將本實施方式所示之薄膜電晶體用於像素部或驅動電路，可提供可靠性較高之顯示裝置。

【0214】 將主動矩陣型顯示裝置之俯視圖之一例示於圖7A中。於顯示裝置之基板300上形成像素部301、第1掃描線驅動電路302、第2掃描線驅動電路303、及信號線驅動電路304。於像素部301，複數個信號線自信

號線驅動電路304延伸配置，複數個掃描線自第1掃描線驅動電路302、及第2掃描線驅動電路303延伸配置。分別具有顯示元件之像素呈矩陣狀設置於掃描線與信號線之交叉區域。顯示裝置之基板300經由FPC(Flexible Printed Circuit，可撓性印刷電路板)等連接部連接於時序控制電路(亦稱為控制器、控制IC)。

【0215】於圖7A中，第1掃描線驅動電路302、第2掃描線驅動電路303、及信號線驅動電路304與像素部301形成於相同基板300上。因此，設置於外部之驅動電路等零件之數量減少，因此可降低成本。又，於在基板300外部設置有驅動電路之情形時，必須使配線延伸，配線間之連接數增加。於在相同基板300上設置有驅動電路之情形時，可減少其配線間之連接數，從而可提高可靠性及提高良率。

【0216】又，將像素之電路構成之一例示於圖7B中。此處，示出可應用於VA型液晶顯示裝置之像素部之像素部之電路。

【0217】該像素部之電路可應用於一個像素具有複數個像素電極之構成。構成為各像素電極連接於不同電晶體，各電晶體可由不同閘極信號驅動。藉此，可獨立控制施加至經多域設計之像素之各像素電極之信號。

【0218】以對電晶體316之閘極配線312與電晶體317之閘極配線313供給不同閘極信號之方式分離。另一方面，作為資料線發揮功能之源極電極或汲極電極314於電晶體316與電晶體317中共用。電晶體316與電晶體317可使用本實施方式之薄膜電晶體。藉此，可提供可靠性較高之液晶顯示裝置。

【0219】第1像素電極電性連接於電晶體316，第2像素電極電性連接於電晶體317。第1像素電極與第2像素電極分離。第1像素電極與第2像

素電極之形狀並無特別限定。例如，第1像素電極設為V字狀即可。

【0220】電晶體316之閘極電極與閘極配線312連接，電晶體317之閘極電極與閘極配線313連接。可對閘極配線312與閘極配線313供給不同閘極信號，使電晶體316與電晶體317之動作時序不同來控制液晶之配向。

【0221】又，亦可由電容配線310、作為介電體發揮功能之閘極絕緣膜、與第1像素電極或第2像素電極電性連接之電容電極形成保持電容。

【0222】多域結構於一像素中具有第1液晶元件318與第2液晶元件319。第1液晶元件318包含第1像素電極、對向電極及其間之液晶層，第2液晶元件319包含第2像素電極、對向電極及其間之液晶層。

【0223】像素部並不限定於圖7B所示之構成。亦可於圖7B中所示之像素部追加開關、電阻元件、電容元件、電晶體、感測器、或邏輯電路。

【0224】將像素之電路構成之另一例示於圖7C中。此處，示出使用有機EL元件之顯示裝置之像素部之結構。

【0225】圖7C係表示可應用之像素部320之電路之一例之圖。此處示出將2個n通道型之電晶體用於1個像素之例。本實施方式之結晶氧化物薄膜可用於n通道型之電晶體之通道形成區域。該像素部之電路可應用數位時間灰階驅動。

【0226】開關用電晶體321及驅動用電晶體322可使用本實施方式之薄膜電晶體。藉此，可提高可靠性較高之有機EL顯示裝置。

【0227】像素部之電路之構成並不限定於圖7C所示之構成。亦可於圖7C所示之像素部之電路追加開關、電阻元件、電容元件、感測器、電

晶體或邏輯電路。

【0228】 以上內容係將本實施方式之薄膜電晶體用於顯示裝置之情形時之說明。

【0229】 繼而，參照圖8對將本實施方式之薄膜電晶體用於固體攝像元件之情形進行說明。

【0230】 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)影像感測器將電位保持於信號電荷儲存部，並經由放大電晶體將該電位輸出至垂直輸出線之固體攝像元件。若CMOS影像感測器中所包含之重置電晶體、及/或傳輸電晶體存在漏電流，則因該漏電流而產生充電或放電，信號電荷儲存部之電位變化。若信號電荷儲存部之電位變化，則導致放大電晶體之電位亦改變而成為偏離原本電位之值，從而導致所拍攝到之影像劣化。

【0231】 對將本實施方式之薄膜電晶體應用於CMOS影像感測器之重置電晶體、及傳輸電晶體之情形時之動作之效果進行說明。放大電晶體可應用薄膜電晶體或塊狀電晶體之任一者。

【0232】 圖8係表示CMOS影像感測器之像素構成之一例之圖。像素包含作為光電轉換元件之光電二極體3002、傳輸電晶體3004、重置電晶體3006、放大電晶體3008及各種配線，將複數個像素呈矩陣狀配置而構成感測器。亦可設置與放大電晶體3008電性連接之選擇電晶體。標註成電晶體符號之「OS」表示氧化物半導體(Oxide Semiconductor)，「Si」表示矽，若應用於各電晶體，則表示較佳之材料。關於以下圖式亦相同。

【0233】 光電二極體3002連接於傳輸電晶體3004之源極側，於傳輸電晶體3004之汲極側形成有信號電荷儲存部3010(FD：亦稱為浮動擴

散)。重置電晶體3006之源極、及放大電晶體3008之閘極連接於信號電荷儲存部3010。作為其他構成，亦可刪除重置電源線3110。例如，存在將重置電晶體3006之汲極連接於電源線3100或垂直輸出線3120而非重置電源線3110之方法。

【0234】再者，又，光電二極體3002可使用本實施方式之結晶氧化物薄膜，亦可使用與傳輸電晶體3004、重置電晶體3006所使用之氧化物薄膜相同之材料。

實施例

【0235】以下，基於實施例對本發明具體進行說明。本發明並不限定於實施例。

【0236】 [1]濺鍍靶材之製造
(實施例1、實施例2、實施例5、及實施例6)

製作包含含有In元素、Ga元素、及O元素之氧化物燒結體之濺鍍靶材。具體順序如下。

【0237】首先，準備平均粒徑 $0.3\ \mu\text{m}$ 之 In_2O_3 與平均粒徑 $1\ \mu\text{m}$ 之 Ga_2O_3 作為原料粉末，並以成為表1及表2所示之原子組成比(at%)之方式稱量。

【0238】表1及表2中，「金屬組成比率[at%]」之記載與上述原子組成比(at%)對應。「at%」所表示之數值表示以百分比表示銦元素、鎵元素、鋅元素、及錫元素之原子組成比所得之比率。下述表3至表8中之「金屬組成比率[at%]」之記載亦相同。

【0239】繼而，於 Ga_2O_3 中添加水、黏合劑、分散劑、及消泡劑，進行 Ga_2O_3 之預粉碎。預粉碎係使用珠磨機(Ashizawa Finetech製造)作為

粉碎機，使用直徑0.1 mm之氧化鋯顆粒作為粉碎介質，將珠磨機之周速設定為14 m/s來粉碎3小時。

【0240】預粉碎後之 Ga_2O_3 之粒徑為0.28 μm 以下。預粉碎後之 Ga_2O_3 之粒徑係利用粒度分佈測定裝置(HORIBA製造之LA950)與SEM裝置進行確認。

【0241】繼而，將所準備之 In_2O_3 之原料粉末與經預粉碎過之 Ga_2O_3 之原料粉末進行混合而獲得混合原料粉末後，於該混合原料粉末中添加作為分散劑之丙烯酸甲基丙烯酸共聚物氨中和物(三明化成股份有限公司製造，Banster X754B)、作為增黏劑之聚乙烯醇、及水，利用珠磨機混合及粉碎2小時，獲得固形物成分濃度70質量%之原料混合物。將所獲得之原料混合物供給至噴霧乾燥器，於轉速12,000轉、熱風溫度150°C之條件下造粒，獲得原料造粒粉。

【0242】繼而，使原料造粒粉通過100目之篩，藉此將粒徑超過150 μm 之原料造粒粉去除，繼而通過500目之篩，藉此將未達25 μm 之原料造粒粉去除，從而將原料造粒粉之粒徑調整為25 μm 以上150 μm 以下之範圍。

【0243】繼而，將該調整過粒徑後之原料造粒粉均勻地填充至內徑300 mm×600 mm×9 mm之模具中，利用冷軋機加壓成形。加壓成形後，利用冷均壓加壓裝置(CIP裝置)以294 MPa之壓力成形，獲得成形體。

【0244】製作3片成形體，將所獲得之3片成形體於燒結爐中且於氧氛圍下升溫至780°C後，以780°C保持5小時，進而升溫至1350°C，並以該燒結溫度(1350°C)保持20小時。其後，進行爐內冷卻，獲得氧化物燒結體。再者，升溫係以升溫速度2°C/min進行。

【0245】 將所獲得之3片燒結體分別切斷並進行平面研削，獲得142 mm×305 mm×5 mmt之3片氧化物燒結體板。將其中1片用於特性評價，將2片用於G1靶[142 mm×610 mm(分割成2個部份)×5 mmt]。

【0246】 平面研削係使用平面研削盤，使用磨石粒徑80 μm之金剛石磨石對氧化物燒結體進行平面研削。平面研削加工條件如下。

【0247】 平面研削加工條件：

研削對象物之進給速度 v ： 1 m/min

磨石周速 V ： 500 m/min

磨石切入量(切入深度 t)： 5 μm

磨石之研磨粒粒徑 d ： 80 μm

磨石之種類： 金剛石磨石

【0248】 以上述平面研削加工條件研削後，利用磨石之研磨粒粒徑40 μm之金剛石磨石、繼而磨石之研磨粒粒徑20 μm之金剛石磨石、及研磨粒粒徑較細之磨石依序於上述平面研削加工條件下進行研削加工。

【0249】 使用2片所獲得之氧化物燒結體板(142 mm×305 mm×5 mmt)接合於Cu(銅)製之背襯板，藉此製造G1靶。接合係將經平面研削過之面作為濺鍍面，將與濺鍍面相反側之面(利用研磨粒粒徑130 μm之磨石實施了粗研磨之面)作為接合面，並將氧化物燒結體板之該接合面側接合於背襯板。於所有靶中，接合率均為98%以上。於將氧化物燒結體板接合於背襯板時，氧化物燒結體板不會產生龜裂，從而可良好地製造濺鍍靶材。接合率(Bonding Ratio)係藉由X射線CT進行確認。

【0250】 (實施例3、實施例4)

除準備與實施例1相同之 In_2O_3 及 Ga_2O_3 以外，亦準備平均粒徑0.8 μm

之ZnO與平均粒徑0.4 μm 之 SnO_2 作為原料粉末，並以成為表1及表2所示之原子組成比(at%)之方式稱量。ZnO以與 Ga_2O_3 相同之條件實施預粉碎。預粉碎後之ZnO之平均粒徑為0.32 μm 。除該等以外，以與實施例1相同之方式獲得燒結體。其後，將所獲得之燒結體以與實施例1相同之方式進行研削及接合，製成濺鍍靶材，並以與實施例1相同之方式進行評價。

【0251】 (比較例1～比較例3)

首先，準備與實施例1相同之 In_2O_3 及 Ga_2O_3 作為原料粉末，並以成為表3所示之原子組成比(at%)之方式稱量。於比較例1～比較例3中，未實施原料粉末之預混合。

【0252】 繼而，利用行星形球磨機將原料粉末混合4小時。對混合後之原料粉末進行乾燥、分級，獲得原料混合物。以與實施例1相同之方式成形所獲得之原料混合物。製作3片成形體，將所獲得之3片成形體於燒結爐中且於氧氛圍下升溫至780 $^{\circ}\text{C}$ 後，以780 $^{\circ}\text{C}$ 保持5小時，進而升溫至1400 $^{\circ}\text{C}$ ，並以該燒結溫度(1400 $^{\circ}\text{C}$)保持20小時。其後，進行爐內冷卻，獲得氧化物燒結體。再者，升溫係以升溫速度2 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 進行。其後，以與實施例1相同之方式進行研削及接合，製成濺鍍靶材，並以與實施例1相同之方式進行評價。

【0253】 (比較例4～比較例6)

準備與實施例1相同之 In_2O_3 及 Ga_2O_3 作為原料粉末，並以成為表4所示之原子組成比(at%)之方式稱量，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得濺鍍靶材。

【0254】 [1-1]燒結體之評價

< 1-A > 原子組成比

藉由電感耦合電漿發射光譜分析裝置(ICP-AES，島津製作所股份有限公司製造)對燒結體之原子組成比進行分析。確認到所獲得之燒結體係表1～表4所示之原子組成比。

【0255】 <1-B> XRD之測定與結晶相之鑑定

藉由X射線繞射測定裝置對所獲得之燒結體進行XRD測定，確認結晶結構。

【0256】 上述X射線繞射測定(XRD)之測定條件如下。

【0257】 裝置：D8 DISCOVER Plus(Bruker Japan股份有限公司)

【0258】 X射線：CuK α (1.5418 Å)

【0259】 <1-C> 結晶粒徑之測定

結晶粒徑係以如下方式進行測定。將於與濺鍍靶材同一批次中製作之燒結體之面等面積地分割成16份，並將各四邊形之16處中心點切割成1 cm見方。

【0260】 對所切取之濺鍍靶材進行樹脂包埋，並使用研磨裝置(Buehler公司製造)進行鏡面研磨。於表面塗佈鍍，藉此賦予導電性後，投入至掃描型電子顯微鏡(SEM)裝置(日立高新技術公司製造)中，將測定面進而等面積地分割成9份，並於各四邊形之9處中心點，以2000倍之倍率進行二次電子圖像與反射電子圖像之觀察。又，於SEM測定時實施EDS測定，求出各結晶粒子之原子比率。

【0261】 對照利用XRD所鑑定之結晶結構來鑑定各結晶粒子為何種結晶。

【0262】 根據所獲得之SEM圖像測定粒徑，分別求出9處框內之粒子之粒徑之平均值。對自16處切割之各樣品實施該作業，將自共計144張

SEM圖像所獲得之粒徑之平均值作為平均粒徑。

【0263】 針對長徑比未達2之粒子，基於JIS R1670：2006，測定晶粒之粒徑作為圓相當徑。作為圓相當徑之測定順序，具體而言，將圓規放在微結構照片之測定對象晶粒上，讀取相當於測定對象晶粒之面積之直徑。針對長徑比為2以上之粒子，將最長徑與最短徑之平均值作為該粒子之粒徑。

【0264】 <1-D> 密度

針對所獲得之氧化物燒結體，測定藉由阿基米德法所測得之燒結體之實測密度。具體而言，於室溫下使用水進行測定。

【0265】 <1-E> 抗彎強度

自所獲得之氧化物燒結體切取30片厚度3 mm×寬度4 mm×總長36 mm、剖面為長方形之角柱之試片，基於JIS R 1601：2008，利用材料試驗機(島津製作所製造之EZ Graph)測定三點彎曲強度，將30片試片之三點彎曲強度測定值之平均值作為抗彎力(抗彎強度)。

【0266】 <1-F> 功率耐受性

將所製作之濺鍍靶材安裝於濺鍍裝置，確認有無DC放電而產生龜裂。

【0267】 功率耐受性係以濺鍍靶材不會產生破裂之最大限度之濺鍍功率來表示之值。於以濺鍍功率DC1.5 kW放電1小時後，打開腔室，目視確認有無破裂。其後，使濺鍍功率上升至1.75 kW，並以該濺鍍功率放電1小時後，打開腔室，目視確認有無破裂。使濺鍍功率以0.25 kW之刻度上升，確認有無破裂，以上述功率實施該操作直至於濺鍍靶材確認到破裂為止。將未確認到破裂之最大功率作為功率耐受性之指標。再者，濺鍍功

率視裝置而有所不同，將投入功率除以靶面積所得之值作為功率密度並標準化。功率耐受性之評價條件如下。

【0268】 <裝置>

ULVAC製造SMO-200I

【0269】 <濺鍍條件>

氛圍氣體：Ar(氬氣)+O₂(氧氣)

放電時之氧分壓：20%

放電前之背壓： 2×10^{-4} Pa

放電時之濺鍍壓：0.5 Pa

【0270】 於圖9中示出實施例1中所製作之靶所使用之燒結體之X射線繞射圖案。如圖9所示，得知實施例1中所獲得之燒結體除In₂O₃及GaInO₃以外，於作為入射角(2 θ)之(A)28°以上29°以下、(B)45°以上且未達46°、(C)46°以上且未達47°、(D)47°以上48°以下、及(E)50°以上51°以下之各位置顯示出波峰。因此，得知實施例1中所獲得之燒結體包含結晶結構A。

【0271】 於圖10中示出實施例1中所製作之靶所使用之燒結體中之氧原子之映射圖像。如圖10所示，得知O元素之含量相對少之區域連續相連。於圖10中，看起來相對黑之部分表示O元素之含量相對少之區域。

【0272】 [表1]

		實施例1	實施例2	實施例3
金屬組成比率 [at%]	In	86	83	85.8
	Ga	14	17	14.1
	Zn	-	-	0.1
	Sn	-	-	-
預粉碎		有	有	有
混合	混合、粉碎法	珠磨機	珠磨機	珠磨機
燒結	溫度保持[°C]	1350	1350	1350
	保持時間[h]	20	20	20
結晶相		In ₂ O ₃	In ₂ O ₃	In ₂ O ₃
		GaInO ₃	GaInO ₃	GaInO ₃
		結晶結構A	結晶結構A	結晶結構A
主相粒徑[μm]		2.4	2.5	2.6
密度[g/cm ³]		6.8	6.7	6.8
抗彎強度[MPa]		153	162	148
功率耐受性(W/cm ²)		3.2	3.4	3

【0273】 [表2]

		實施例4	實施例5	實施例6
金屬組成比率 [at%]	In	85.8	91.9	80.0
	Ga	14.1	8.1	20.0
	Zn	0.090	-	-
	Sn	0.010	-	-
預粉碎		有	有	有
混合	混合、粉碎法	珠磨機	珠磨機	珠磨機
燒結	溫度保持[°C]	1325	1350	1350
	保持時間[h]	20	20	20
結晶相		In ₂ O ₃	In ₂ O ₃	In ₂ O ₃
		GaInO ₃		GaInO ₃
		結晶結構A		結晶結構A
主相粒徑[μm]		2.3	2.8	2.3
密度[g/cm ³]		6.9	6.8	6.6
抗彎強度[MPa]		168	142	150
功率耐受性(W/cm ²)		4	3	3.1

【0274】 [表3]

		比較例1	比較例2	比較例3
金屬組成比率 [at%]	In	80	88	80
	Ga	20	12	20
	Zn	-	-	-
	Sn	-	-	-
預粉碎		無	無	無
混合	混合、粉碎法	行星形球磨機 4 h	行星形球磨機 5 h	行星形球磨機 6 h
燒結	溫度保持[°C]	1400	1600	1350
	保持時間[h]	20	15	20
結晶相		In ₂ O ₃	In ₂ O ₃	In ₂ O ₃
		GaInO ₃		GaInO ₃
		(Ga,In) ₂ O ₃		(Ga,In) ₂ O ₃
主相粒徑[μm]		3.2	4.5	2.8
密度[g/cm ³]		6.5	6.7	6.2
抗彎強度[MPa]		115	103	77
功率耐受性(W/cm ²)		2.3	2.1	2

【0275】 [表4]

		比較例4	比較例5	比較例6
金屬組成比率 [at%]	In	85	93	78.0
	Ga	15	7	22.0
	Zn	-	-	-
	Sn	-	-	-
預粉碎		無	有	有
混合	混合、粉碎法	珠磨機	珠磨機	珠磨機
燒結	溫度保持[°C]	1350	1350	1350
	保持時間[h]	15	20	20
結晶相		In ₂ O ₃	In ₂ O ₃	In ₂ O ₃
		GaInO ₃		GaInO ₃
		(Ga,In) ₂ O ₃		結晶結構A
主相粒徑[μm]		3.2	2.7	2.3
密度[g/cm ³]		6.3	6.9	6.7
抗彎強度[MPa]		120	157	168
功率耐受性(W/cm ²)		2.3	2.9	3

【0276】 [2]氧化物薄膜、及TFT之製作

[2-1]氧化物薄膜

(實施例1～實施例6、及比較例1～比較例6)

使用實施例1～實施例6、及比較例1～比較例6中所製作之濺鍍靶材，藉由各者之濺鍍於附100 nm之熱氧化膜(閘極絕緣膜)之矽晶圓上，經由金屬遮罩形成40 nm之氧化物薄膜(氧化物半導體薄膜層)。此時，使用高純度氫氣及高純度氧氣作為濺鍍氣體進行濺鍍。

【0277】 又，亦以相同之條件同時製造於玻璃基板僅形成有膜厚40 nm之氧化物薄膜層之樣品。使用日本電氣硝子股份有限公司製造之ABC-G作為玻璃基板。

【0278】 [2-2]源極、汲極電極之形成

繼而，於依序形成有矽晶圓、閘極絕緣膜、及氧化物薄膜之樣品中之氧化物薄膜上，使用源極、汲極之接觸孔形狀之金屬遮罩對鈦金屬進行濺鍍，使鈦電極成膜為源極、汲極電極而製作積層體，從而製造薄膜電晶體(TFT)。將所獲得之積層體於大氣中以350℃進行1小時加熱處理(退火處理)，對薄膜電晶體(TFT)之性能進行評價。

【0279】 <2-A>半導體膜之結晶特性

針對包含玻璃基板及氧化物薄膜層之樣品(即，於玻璃基板僅形成有膜厚40 nm之氧化物薄膜層之樣品)，藉由X射線繞射(XRD)測定對濺鍍後(膜剛沈積後)之未加熱之膜、及以表5～表8所記載之條件進行成膜後之加熱處理後之膜兩種膜的結晶性進行評價。針對加熱前之膜之膜質、及加熱後之膜之膜質各者，於藉由XRD測定未觀察到波峰之情形時記載為非晶質，於藉由XRD測定觀察到波峰且結晶化之情形時記載為結晶。

【0280】 <2-B> TFT之特性評價

針對上述[2-2]中所製作之形成保護絕緣膜(SiO₂膜)之前之TFT，進行線性遷移率之評價。

【0281】線性遷移率係根據施加0.1 V之汲極電壓之情形時之傳遞特性而求出。具體而言，製作傳遞特性Id-Vg之曲線圖，算出各Vg之跨導(Gm)，並藉由線性區域之式導出遷移率。再者，Gm係由 $\partial(\text{Id})/\partial(\text{Vg})$ 表示，Vg以-10~20 V施加，將該範圍內之最大遷移率定義為線性遷移率。於本發明中，只要未特別說明，則線性遷移率以該方法進行評價。上述Id係源極、汲極電極間之電流，Vg係於源極、汲極電極間施加電壓Vd時之閘極電壓。

【0282】 [表5]

		實施例1	實施例2	實施例3
金屬組成比率 [at%]	In	86.0	83.0	85.8
	Ga	14.0	17.0	14.1
	Zn	-	-	0.1
	Sn	-	-	-
結晶特性	剛沈積後	非晶質	非晶質	非晶質
	退火後 (350°C×1 h)	結晶	結晶	結晶
線性遷移率[cm ² /Vs]		37	32	33

【0283】 [表6]

		實施例4	實施例5	實施例6
金屬組成比率 [at%]	In	85.8	91.9	80.0
	Ga	14.1	8.1	20.0
	Zn	0.090	-	-
	Sn	0.010	-	-
結晶特性	剛沈積後	非晶質	非晶質	非晶質
	退火後 (350°C×1 h)	結晶	結晶	結晶
線性遷移率[cm ² /Vs]		37	34	32

【0284】 [表7]

		比較例1	比較例2	比較例3
金屬組成比率 [at%]	In	80.0	88.0	80.0
	Ga	20.0	12.0	20.0
	Zn	-	-	-
	Sn	-	-	-
結晶特性	剛沈積後	非晶質	非晶質	非晶質
	退火後 (350°C×1 h)	結晶	結晶	結晶
線性遷移率[cm ² /Vs]		34	32	34

【0285】 [表8]

		比較例4	比較例5	比較例6
金屬組成比率 [at%]	In	85	93	78
	Ga	15	7	22
	Zn	-	-	-
	Sn	-	-	-
結晶特性	剛沈積後	非晶質	結晶	非晶質
	退火後 (350°C×1 h)	結晶	結晶	非晶質
線性遷移率[cm ² /Vs]		35	導電膜	導電膜

【符號說明】

【0286】

1:符號

1A:符號

1B:符號

1C:符號

3:背襯板

20:矽晶圓

30:閘極絕緣膜

40:氧化物薄膜

- 50:源極電極
- 60:汲極電極
- 70:層間絕緣膜
- 70A:層間絕緣膜
- 70B:層間絕緣膜
- 100:薄膜電晶體
- 100A:薄膜電晶體
- 300:基板
- 301:像素部
- 302:第1掃描線驅動電路
- 303:第2掃描線驅動電路
- 304:信號線驅動電路
- 310:電容配線
- 312:閘極配線
- 313:閘極配線
- 314:源極電極或汲極電極
- 316:電晶體
- 317:電晶體
- 318:第1液晶元件
- 319:第2液晶元件
- 320:像素部
- 321:開關用電晶體
- 322:驅動用電晶體

501:量子穿隧場效電晶體
501A:量子穿隧場效電晶體
503: p型半導體層
505A:絕緣膜
505B:接觸孔
507: n型半導體層
509:閘極絕緣膜
511:閘極電極
513:源極電極
515:汲極電極
519:層間絕緣膜
519A:接觸孔
519B:接觸孔
3002:光電二極體
3004:傳輸電晶體
3006:重置電晶體
3008:放大電晶體
3010:信號電荷儲存部
3100:電源線
3110:重置電源線
3120:垂直輸出線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種濺鍍靶材，其係具備包含In元素、Ga元素、及O元素之氧化物燒結體者，且

上述氧化物燒結體包含 In_2O_3 所表示之結晶結構，

上述氧化物燒結體中之上述Ga元素之原子組成比滿足下述式(1)，

上述氧化物燒結體之抗彎強度為140 MPa以上，

$$8 \leq \text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga}) \leq 20 \cdots (1)。$$

【請求項2】

如請求項1之濺鍍靶材，其中上述 In_2O_3 所表示之結晶結構之平均粒徑為3 μm 以下。

【請求項3】

如請求項1或2之濺鍍靶材，其藉由阿基米德法所得之實測密度為6.3 g/cm^3 以上。

【請求項4】

如請求項1或2之濺鍍靶材，其中上述氧化物燒結體包含 GaInO_3 所表示之結晶結構。

【請求項5】

如請求項1或2之濺鍍靶材，其中上述氧化物燒結體進而包含結晶結構A，該結晶結構A藉由X射線($\text{CuK}\alpha$ 射線)繞射測定於入射角(2θ)為下述(A)~下述(E)之各位置觀測到繞射峰：

(A) 28° 以上 29° 以下

(B) 45° 以上且未達 46°

(C)46°以上且未達47°

(D)47°以上48°以下

(E)50°以上51°以下。

【請求項6】

一種濺鍍靶材之製造方法，其係如請求項1至5中任一項之濺鍍靶材之製造方法，且具有：

準備粒徑為0.5 μm以下之原料粉末之步驟；

將上述原料粉末混合而獲得原料混合物後，對上述原料混合物進行造粒而獲得原料造粒物之步驟；

使上述原料造粒物成形而獲得成形體之步驟；及

對上述成形體進行燒結而獲得上述氧化物燒結體之步驟。

【請求項7】

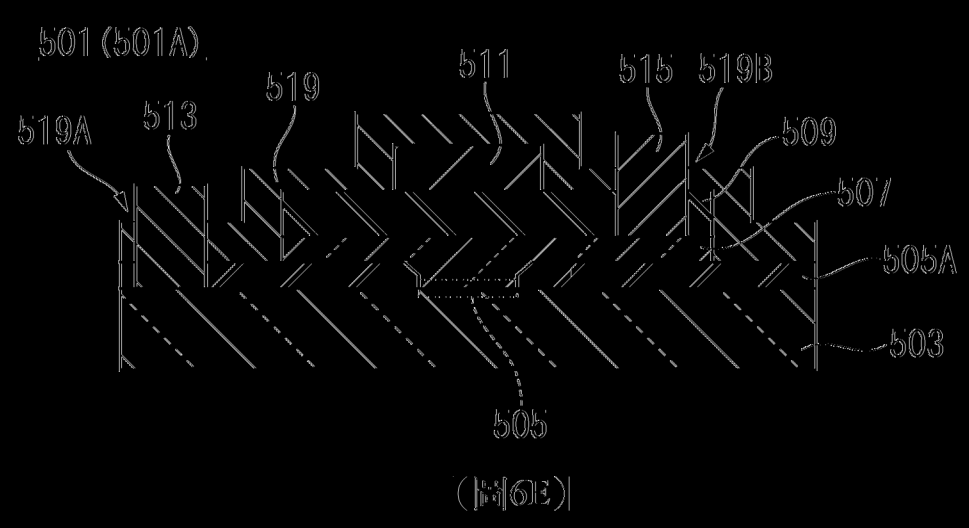
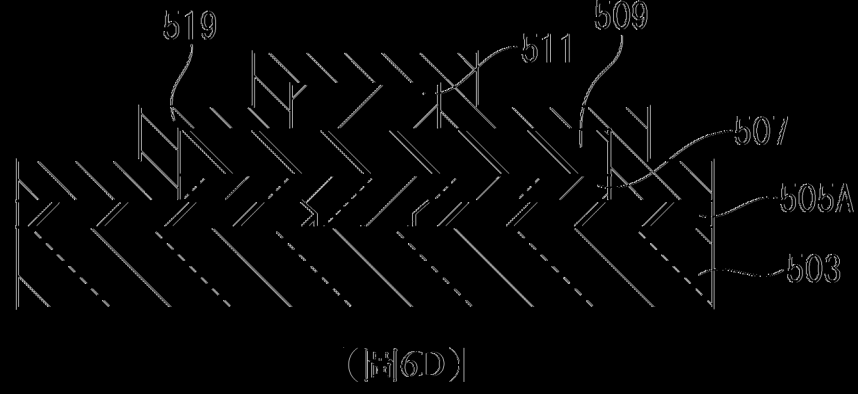
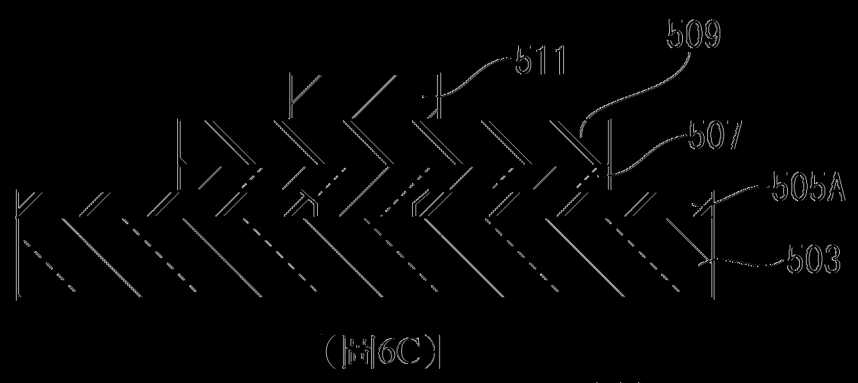
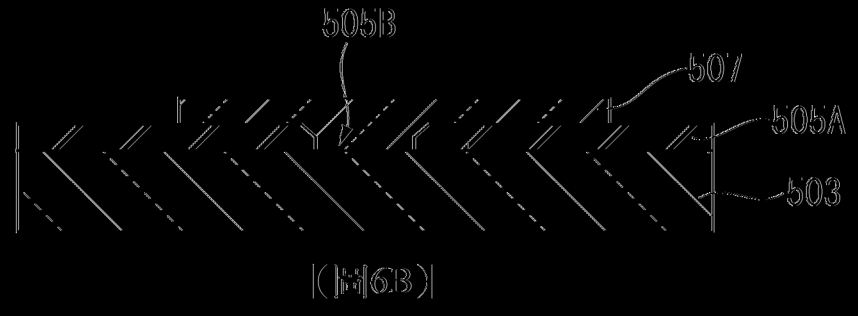
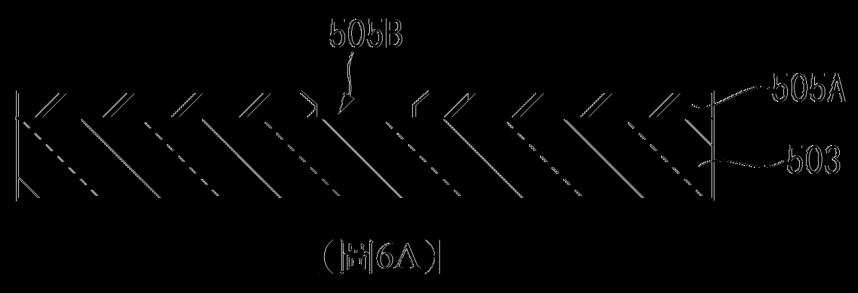
一種結晶氧化物薄膜，其使用如請求項1至5中任一項之濺鍍靶材。

【請求項8】

一種薄膜電晶體，其包含如請求項7之結晶氧化物薄膜。

【請求項9】

一種電子機器，其包含如請求項8之薄膜電晶體。





|(11)10|