202332043

(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 202332043 A

(43)公開日： 中華民國 112 (2023) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：111139023 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 10 月 14 日

(51)Int. Cl.： *H01L29/04 (2006.01)* *H01L29/786 (2006.01)*
H01L21/336 (2006.01) *H01L21/324 (2006.01)*

(30)優先權：2021/10/14 日本 2021-169157
2022/03/29 日本 2022-053861

(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：山口幸士 YAMAGUCHI, KOJI (JP) ；霍間勇輝 TSURUMA, YUKI (JP) ；川嶋絵美 KAWASHIMA, EMI (JP) ；井上一吉 INOUE, KAZUYOSHI (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：6 共 91 頁

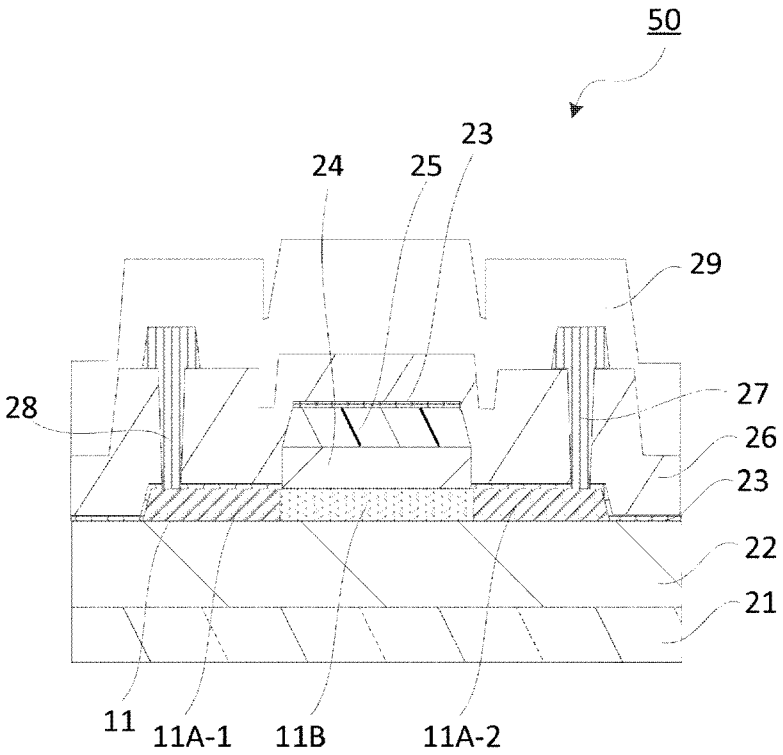
(54)名稱

結晶氧化物薄膜及其製造方法、以及薄膜電晶體及其製造方法

(57)摘要

本發明係一種結晶氧化物薄膜，其係以 In 作為主成分者，且將自上述結晶氧化物薄膜之剖面之穿透式電子顯微鏡(TEM)圖像提取出之複數個圖像區域之晶格像分別進行二維傅立葉變換(FFT)處理而獲得之傅立葉變換像之 50%以上顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

11:通道層(結晶氧化物薄膜)

11A-1:低電阻區域

11A-2:低電阻區域

11B:高電阻區域

21:基板

22:緩衝層

23:ITO 層

24:閘極絕緣膜

25:閘極電極

26:層間絕緣膜

27:源極電極

28:汲極電極

29:保護膜

50:TFT

【發明摘要】

【中文發明名稱】

結晶氧化物薄膜及其製造方法、以及薄膜電晶體及其製造方法

【中文】

本發明係一種結晶氧化物薄膜，其係以In作為主成分者，且將自上述結晶氧化物薄膜之剖面之穿透式電子顯微鏡(TEM)圖像提取出之複數個圖像區域之晶格像分別進行二維傅立葉變換(FFT)處理而獲得之傅立葉變換像之50%以上顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

11:通道層(結晶氧化物薄膜)

11A-1:低電阻區域

11A-2:低電阻區域

11B:高電阻區域

21:基板

22:緩衝層

23:ITO層

24:閘極絕緣膜

25:閘極電極

26:層間絕緣膜

27:源極電極

28:汲極電極

29:保護膜

50:TFT

【發明說明書】

【中文發明名稱】

結晶氧化物薄膜及其製造方法、以及薄膜電晶體及其製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種結晶氧化物薄膜及其製造方法、以及薄膜電晶體及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 已知有通道層使用結晶氧化物薄膜之薄膜電晶體(TFT)(參照專利文獻1～2)。

例如於專利文獻1中，藉由一面導入水一面濺鍍而成膜以In元素作為主成分之氧化物半導體，藉此在使用該氧化物半導體之TFT中獲得了高遷移率之特性。

又，於專利文獻2中，藉由設為於以In元素作為主成分之結晶氧化物薄膜中含有Ga元素及Sm元素之組成，而即便於薄膜之成膜時不導入水，亦於TFT元件中獲得良好之遷移率。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻1]日本專利第5491258號公報

[專利文獻2]日本專利第6853421號公報

【發明內容】

【0004】 但是，即便是專利文獻1、2之技術，TFT特性之提昇也不一定足夠，尚有改善之餘地。

於專利文獻1之技術中存在如下現象：當在特定期間施加電壓時，閾

值電壓(Vth)容易變動，而於可靠性之方面產生問題。

又，於專利文獻1、2之技術中存在如下現象：在退火步驟之前，於氧化物薄膜中進行結晶化，由此導致退火步驟中良好之結晶生長受到阻礙，從而無法充分獲得提昇遷移率之效果。

【0005】 本發明之目的在於提供一種在應用於TFT時顯示良好之遷移率，且可獲得高可靠性之結晶氧化物薄膜。又，提供一種具有該結晶氧化物薄膜之薄膜電晶體及其製造方法。

【0006】 根據本發明，提供以下之結晶氧化物薄膜。

1.一種結晶氧化物薄膜，其係以In作為主成分者，且

將自上述結晶氧化物薄膜之剖面之穿透式電子顯微鏡(TEM)圖像提取出之複數個圖像區域之晶格像分別進行二維傅立葉變換(FFT)處理而獲得之傅立葉變換像的50%以上顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位。

2.如1記載之結晶氧化物薄膜，其中於對上述複數個圖像區域取得之顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位之上述傅立葉變換像各者中，

將自位於自上述傅立葉變換像之中心座標沿著上述結晶氧化物薄膜之主面之法線方向延伸之座標軸上之亮點選擇的逆晶格點P1距離上述中心座標之頻域之大小設為法線方向之面間隔d1，

將自位於自上述傅立葉變換像之中心座標沿著與上述結晶氧化物薄膜之主面平行之方向延伸之座標軸上之亮點選擇的逆晶格點P2距離上述中心座標之頻域之大小設為平面方向之面間隔d2，

將上述逆晶格點P1之密勒指數設為(h_1、k_1、l_1)，將上述逆晶格點P2

之密勒指數設為(h_2、k_2、l_2)時，

根據由下述式(1)算出之法線方向之晶格常數a及由下述式(2)算出之平面方向之晶格常數b，藉由下述式(3)算出之上述複數個圖像區域各者之晶格應變ε之平均值ε_{aver}為$1.0 < \varepsilon_{aver} < 1.1$。

法線方向之晶格常數$a = \sqrt{(h_1^2 + k_1^2 + h_1^2)} \times d1$ …(式(1))

平面方向之晶格常數$b = \sqrt{(h_2^2 + k_2^2 + h_2^2)} \times d2$ …(式(2))

[數1]

$$\varepsilon = \frac{b}{a}$$ …(式(3))

3.如1或2記載之結晶氧化物薄膜，其膜厚為3 nm以上且未達50 nm。

4.如1至3中任一項記載之結晶氧化物薄膜，其中上述結晶氧化物薄膜之短邊之長度未達50 μm。

5.如1至4中任一項記載之結晶氧化物薄膜，其中晶界彼此之平均間隔D為0.01 μm以上且2 μm以下。

6.如1至5中任一項記載之結晶氧化物薄膜，其包含62 at%以上之In。

7.如1至6中任一項記載之結晶氧化物薄膜，其進而包含選自由H、B、C、N、O、F、Mg、Al、Si、O、S、Cl、Ar、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、Sn、Sb、Cs、Ba、Ln、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Pb、及Bi所組成之群中之一種以上之元素。

8.一種如1至7中任一項記載之結晶氧化物薄膜之製造方法，其係將支持體上所形成之氧化物薄膜於大氣氛圍下在超過300℃之溫度下進行退火處理。

9.如8記載之結晶氧化物薄膜之製造方法，其中供於上述退火處理之

上述氧化物薄膜之膜厚為3 nm以上且未達50 nm。

10.如8或9記載之結晶氧化物薄膜之製造方法，其中供於上述退火處理之上述氧化物薄膜之短邊未達50 μm。

11.一種薄膜電晶體，其包含如1至7中任一項記載之結晶氧化物薄膜。

12.如11記載之薄膜電晶體，其具有緩衝層、及通道層，上述通道層為上述結晶氧化物薄膜，自上述通道層觀察，在與上述緩衝層相反之側自上述通道層側依序具有閘極絕緣膜及閘極電極。

13.一種如11或12記載之薄膜電晶體之製造方法，其具有：於基板上成膜氧化物薄膜之步驟；將上述氧化物薄膜於大氣氛圍下在超過300℃之溫度下進行退火處理而形成結晶氧化物薄膜之步驟；及於上述結晶氧化物薄膜上依序形成閘極絕緣膜及閘極電極之步驟。

14.如13記載之薄膜電晶體之製造方法，其中於上述基板上形成緩衝層後，於上述緩衝層上成膜上述氧化物薄膜。

15.一種如11或12記載之薄膜電晶體之製造方法，其具有：於基板上成膜氧化物薄膜之步驟；將上述氧化物薄膜於大氣氛圍下在超過300℃之溫度下進行退火處理而形成結晶氧化物薄膜之步驟；及於上述結晶氧化物薄膜上依序形成層間絕緣膜之步驟。

16.如15記載之薄膜電晶體之製造方法，其中於上述基板上依序形成閘極電極、閘極絕緣膜後，於上述閘極絕緣膜層上成膜上述氧化物薄膜。

【0007】 根據本發明，可提供一種於應用於TFT時顯示良好之遷移率，且可獲得高可靠性之結晶氧化物薄膜。又，可提供具有該結晶氧化物薄膜之薄膜電晶體及其製造方法。

【圖式簡單說明】

【0008】 圖1係本實施方式之一例之TFT之概略剖視圖。

圖2係本實施方式之另一例之TFT之概略剖視圖。

圖3係本實施方式之另一例之TFT之概略剖視圖。

圖4係表示In_2O_3之方鐵錳礦構造之FFT像之圖。

圖5係用以說明晶格常數a、晶格常數b之算出方法之圖。

圖6係表示In_2O_3之方鐵錳礦構造之逆晶格模擬之結果的圖。

【實施方式】

【0009】 本說明書中所使用之「第1」、「第2」、「第3」等序數詞係為了避免構成要素之混淆而附加，對於並無旨在特定數量、即特定單數或複數之記載或旨在特定順序之記載之構成要素，並無數量限定。

【0010】 本說明書等中，「膜」或「薄膜」之用語、與「層」之用語能夠視情形互換。

【0011】 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」之用語能夠視情形互換。

【0012】 本說明書中，有將「氧化物燒結體」簡單稱為「燒結體」之情形。

本說明書中，有將「濺鍍靶」簡單稱為「靶」之情形。

【0013】 於本說明書等中，「電性連接」包括經由「具有某種電性作用者」而連接之情形。此處，關於「具有某種電性作用者」，只要為可實現連接對象間之電氣信號之授受者，則無特別限制。例如「具有某種電性作用者」包括電極、配線、開關元件(電晶體等)、電阻元件、電感器、電容器、及其他具有各種功能之元件等。

【0014】 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不同極性之電晶體之情形時、或於電路動作中電流之方向產生變化之情形時等有時會互換。因此，於本說明書等中，源極之用語與汲極之用語可相互替換使用。

【0015】 於本說明書中，「x～y」表示「x以上、y以下」之數值範圍。關於數值範圍所記載之上限值及下限值可任意地組合。

又，以下所記載之本發明之各形態2種以上組合而成之形態亦為本發明之形態。

【0016】 又，於本說明書中，「薄膜之主面」係指薄膜之面中具有最大面積之面。

【0017】 本說明書中，將結晶之一特定面或與其平行之面稱為結晶面。

又，將與結晶面垂直之方向稱為面方位。

【0018】 1.結晶氧化物薄膜

本實施方式之結晶氧化物薄膜係以In作為主成分之結晶氧化物薄膜。

並且，將自結晶氧化物薄膜之剖面之穿透式電子顯微鏡圖像(以下，有時表示為剖面TEM圖像)提取出之複數個圖像區域之晶格像分別進行二維傅立葉變換(FFT)處理而獲得之傅立葉變換像(以下，表示為FFT像)之50%以上顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位。

再者，所謂複數個圖像區域，於以下之說明中為10個圖像區域，但圖像區域之數量並不限於10個，數量可以更多。例如，亦可提取出數量為

50個或50個以上之圖像區域。

【0019】 具有上述特性之結晶氧化物薄膜不僅可藉由下述結晶氧化物薄膜之製造方法中所記載之方法獲得，亦可藉由將結晶氧化物薄膜之結晶狀態調整為柱狀而獲得。

【0020】 本實施方式之結晶氧化物薄膜係以In元素作為主成分。

所謂主成分，意指相對於結晶氧化物薄膜之全部金屬元素，In之組成比率(原子%：at%)為50 at%以上。

In之組成比率較佳為62 at%以上，更佳為70 at%以上，更佳為80 at%以上，進而較佳為85 at%以上。若構成結晶氧化物薄膜之金屬元素之全部原子數中50 at%以上為In元素，則於成膜之非晶質膜中容易進行結晶化，於TFT採用本實施方式之結晶氧化物薄膜之情形時，可發揮足夠高之遷移率。

【0021】 結晶氧化物薄膜除In以外，亦可包含選自由H、B、C、N、O、F、Mg、Al、Si、O、S、Cl、Ar、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、Sn、Sb、Cs、Ba、Ln、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Pb及Bi所組成之群中之1種以上之元素。

【0022】 於本實施方式中，結晶氧化物薄膜亦可實質上僅由選自In、Mg、Al、Si、Zn、Ga、Mo、Sn、Ln元素(鑭系元素)及O中之元素所構成。此處，「實質上」意指於因上述In、Mg、Al、Si、Zn、Ga、Mo、Sn、Ln及O之組合而產生本發明之效果之範圍內，本實施方式之結晶氧化物薄膜亦可包含其他成分。

【0023】 於本實施方式中，結晶氧化物薄膜之更佳之第一形態為：

金屬元素包含In及Ga，且原子比率滿足下述式(11)。

[Ga]/([In]＋[Ga])]＜22 at%　(11)

再者，作為金屬元素，可包含不可避免之雜質，進而除O以外，還可包含F或H。藉由設為上述組成範圍，而使得In比率變大，即便進行如300℃之低溫之退火，In晶格格位亦被Ga取代而結晶化成方鐵錳礦構造。進而，藉由添加與氧之鍵結力較強之Ga，可抑制退火後之氧缺陷，而形成作為半導體穩定之膜。

【0024】 於本實施方式中，結晶氧化物薄膜之更佳之第二形態為：於包含In、與選自B、Al、Sc、Mg、Zn、Ti、Y、Zr、Mo、Sn、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素，將In以外之金屬元素作為X時，作為原子比率滿足下述式(12)。

[X]/([In]＋[X])]＜15 at%　(12)

再者，作為金屬元素，可包含不可避免之雜質，進而除O以外還可包含F或H。藉由設為上述組成範圍，而使得In比率變大，即便進行如300℃之低溫之退火，亦可結晶化成In晶格格位被X取代之方鐵錳礦構造。進而，藉由添加與氧之鍵結力較強之元素X，可抑制退火後之氧缺陷，而形成作為半導體穩定之膜。

【0025】 於本實施方式中，結晶氧化物薄膜之更佳之第三形態為：包含In、Ga、及選自B、Al、Sc、Mg、Zn、Ti、Y、Zr、Mo、Sn、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素，將In、Ga以外之金屬元素作為添加元素X時，原子比率滿足下述式(13)及(14)。

[Ga]/([In]＋[Ga]＋[X])]＜22.5 at%　(13)

[X]/([In]＋[Ga]＋[X])]＜8.0 at%　(14)

再者，作為金屬元素，可包含不可避免之雜質，進而除O以外還可包含F或H。

藉由設為上述組成範圍，而使得In比率變大，即便進行如300℃之低溫之退火，亦可結晶化成In晶格格位被Ga取代之方鐵錳礦構造。又，藉由添加與氧之鍵結力較強之添加元素X，可進一步抑制退火後之氧缺陷，而形成作為半導體穩定之膜。

【0026】 於本實施方式中，結晶氧化物薄膜之更佳之第四形態為：包含In、Sn、及選自B、Al、Sc、Mg、Zn、Ti、Y、Zr、Mo、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素，將In、及Sn以外之金屬元素作為元素X時，原子比率滿足下述式(15)及(16)。

[Sn]/([In]＋[Sn]＋[X])]＜20 at%　(15)

[X]/([In]＋[Sn]＋[X])]＜8.0 at% (16)

再者，作為金屬元素，可包含不可避免之雜質，進而除O以外還可包含F或H。

藉由設為此種組成範圍，而使得In比率變大，即便進行如300℃之低溫之退火，亦可結晶化成In晶格格位被Sn取代之方鐵錳礦構造。Sn由於離子半徑較大，與In之軌道之重疊較大，故可保持高遷移率。又，藉由添加與氧之鍵結力較強之添加元素X，可進一步抑制退火後之氧缺陷，而形成作為半導體穩定之膜。

【0027】 於本實施方式中，結晶氧化物薄膜之更佳之第五形態為：

包含In、Zn、及選自B、Al、Sc、Mg、Ti、Y、Zr、Mo、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素，將In及Zn以外之金屬元素作為元素X時，原子比率滿足下述式(17)及(18)。

$$[Zn]/([In]+[Zn]+[X])]<12\ at\% \quad (17)$$

$$[X]/([In]+[Zn]+[X])]<8.0\ at\% \quad (18)$$

再者，作為金屬元素，可包含不可避免之雜質，進而除O以外還可包含F或H。

藉由設為上述組成範圍，而使得In比率變大，即便進行如300℃之低溫之退火，亦可結晶化成In晶格格位被Zn取代之方鐵錳礦構造。藉由添加Zn，可使剛成膜後之膜成為非晶質狀態，而於製作TFT時利用酸進行半導體圖案化時，可無殘渣地進行加工。藉由進而添加與氧之鍵結力較強之添加元素X，可抑制退火後之氧缺陷，而形成作為半導體穩定之膜。

【0028】 結晶氧化物薄膜中之各金屬元素之含量(原子比)可藉由利用ICP(Inductive Coupled Plasma，感應耦合電漿)測定或XRF(X-ray Fluorescence，X射線螢光)測定來測定各元素之存在量而求出。於ICP測定中，可使用感應耦合電漿發光分析裝置(ICP-OES，Agilent公司製造)。於XRF測定中，可使用薄膜螢光X射線分析裝置(AZX400，Rigaku公司製造)。

【0029】 又，關於結晶氧化物薄膜中之各金屬元素之含量(原子比)，藉由使用電子顯微鏡之TEM-EDS測定、使用感應耦合電漿發光分析裝置之ICP測定、及使用扇區型動態二次離子質譜儀之SIMS分析，可以2原子%以內之誤差精度進行分析。首先藉由剖面TEM-EDS，對於結晶氧

化物薄膜中之金屬元素於10原子%左右之誤差範圍內鑑定組成比率，然後藉由半定量分析，對於結晶氧化物薄膜中之金屬元素於10原子%左右之誤差範圍內鑑定組成比率。繼而，根據半定量分析結果，製作包含於20原子%之範圍內金屬元素之原子比已知之10種組成比率之標準氧化物薄膜。將對於標準氧化物薄膜，利用感應耦合電漿發光分析裝置或薄膜螢光X射線分析裝置所測得之值作為組成比率之絕對值。進而，製作於標準氧化物薄膜之上表面以與TFT元件相同之材料及相同值之通道長度形成之源極、汲極電極，將其作為標準材料，藉由扇區型動態二次離子質譜儀SIMS(IMS 7f-Auto，AMETEK公司製造)進行氧化物半導體層之分析，而獲得各元素之質譜強度，製作已知之元素濃度與質譜強度之校準曲線。繼而，針對自面板取出之實際TFT元件之氧化物薄膜部分，藉由使用扇區型動態二次離子質譜儀之SIMS分析而獲得圖譜強度，根據所獲得之圖譜強度，使用上述校準曲線而算出原子比，而可以所算出之原子比為另外利用薄膜螢光X射線分析裝置或感應電漿發光分析裝置所測得之氧化物薄膜之原子比之2原子%以內的精度進行確認。

【0030】 於本實施方式之結晶氧化物薄膜中，將自結晶氧化物薄膜之剖面之剖面TEM圖像提取出之複數個圖像區域之晶格像分別進行二維傅立葉變換(FFT)處理而獲得之FFT像的50%以上顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)之任一面方位。

(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)均為In_2O_3之方鐵錳礦構造之結晶面，將屬於該等面方位之任一者之情形稱為「顯示FFT特定面方位」。

於自各圖像區域之晶格像獲得之複數個FFT像中之50%以上屬於上述

面方位之任一者之情形時，可判斷為結晶氧化物薄膜具有適於FFT之通道層之良好之方鐵錳礦結晶構造。

藉此，將結晶氧化物薄膜用於TFT之通道層時，可發揮高遷移率，又，閾值電壓(Vth)之變動較少，可靠性優異。

FFT特定面方位之判定方法係於實施例中詳細地進行說明。

【0031】 較佳為自結晶氧化物薄膜之剖面之剖面TEM圖像提取出之複數個圖像區域之晶格像之FFT像的60%以上、70%以上、80%以上、90%以上、95%以上、或99%以上顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位。

進而較佳為複數個圖像區域之晶格像之FFT像的100%顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位。

【0032】 關於一實施方式之結晶氧化物薄膜，針對顯示FFT特定面方位之傅立葉變換像之各者，根據結晶氧化物薄膜之主面之法線方向(以下，表示為法線方向)之晶格常數a、及與結晶氧化物薄膜之主面平行之方向(以下，表示為平面方向)之晶格常數b，藉由下述式(3)算出之晶格應變ε_1、・・・ε_x之算術平均值ε_{aver}為$1.0 < \varepsilon_{aver} < 1.1$。

【0033】 [數2]

$$\varepsilon = \frac{b}{a} \cdots (式(3))$$

晶格應變ε係表示晶格之應變程度者，於ε之值超過1.0之情形時，相較於法線方向之晶格常數a，平面方向之晶格常數b較大，而成為在晶格中產生拉伸應力之狀態。因此，結晶氧化物薄膜之晶粒內缺陷減少，成為電子阱較少而具有良好之傳導特性的結晶狀態，因此在將結晶氧化物薄膜用

於TFT之通道層時，可發揮高遷移率，又，閾值電壓(Vth)之變動較少，可靠性優異。又，於ε之值未達1.1之情形時，結晶氧化物薄膜之剝離或龜裂之產生得到抑制，因此膜性狀良好。

ε_{aver}較佳為1.01～1.09，更佳為1.02～1.08。

再者，法線方向之晶格常數a及平面方向之晶格常數b之算出方法係於實施例中詳細地進行說明。

【0034】 於一實施方式中，結晶氧化物薄膜之膜厚為3 nm以上130 nm以下。藉由使膜厚為130 nm以下，而結晶氧化物薄膜之結晶容易成為柱狀單層結晶。其原因在於：藉由將膜厚設為130 nm以下，而使得成膜在支持體上之氧化物薄膜於退火處理前之階段可抑制結晶化進行，於其後之退火處理步驟中可抑制因存在微結晶而使得結晶生長受到阻礙。因此，將結晶氧化物薄膜用於TFT之通道層時，可發揮高遷移率，又，可靠性優異。

又，由於可抑制氧化物薄膜中之微結晶化，故可抑制產生因圖案化步驟中所產生之殘渣而無法去除應剝離之膜等缺陷，膜性狀優異。

結晶氧化物薄膜之膜厚較佳為未達50 nm，更佳為45 nm以下，尤其更佳為40 nm以下。另一方面，結晶氧化物薄膜之膜厚例如可為5 nm以上，亦可為10 nm以上。藉由將結晶氧化物薄膜之膜厚設為3 nm以上，使得結晶氧化物薄膜之結晶不易受到底層之影響，而容易成為高品質之柱狀單層結晶。

於本說明書中，膜厚係基於剖面TEM圖像進行測定。

【0035】 於一實施方式中，結晶氧化物薄膜之短邊之長度未達50 μm。藉由使短邊之長度未達50 μm，而結晶氧化物薄膜有剖面TEM圖像

之FFT像顯示FFT特定面方位之比率變高之傾向。

結晶氧化物薄膜之短邊之長度較佳為45 μm以下，更佳為35 μm以下，更佳為25 μm以下，尤佳為22 μm以下。另一方面，結晶氧化物薄膜之短邊之長度例如為0.1 μm以上，亦可為0.3 μm以上，亦可為1 μm以上。藉由將短邊設為1 μm以上，而於製作使用結晶氧化物薄膜之TFT時，可高精度地進行圖案化遮罩之對位，而能夠實現穩定之製造。但，由於在積體電路等之製造製程中，圖案化遮罩之對位精度會有所不同，故此情形時短邊亦可未達1 μm。

【0036】 於一實施方式中，結晶氧化物薄膜中之晶界彼此之平均間隔D較佳為0.01 μm以上且2.0 μm以下。

藉此，於將結晶氧化物薄膜用於TFT之通道層時，可發揮高遷移率，又，閾值電壓(Vth)之變動較少，可靠性優異。

【0037】 薄膜中之晶界彼此之平均間隔D係基於剖面TEM觀察圖像進行測定。平均間隔D係藉由如下方式算出：於使用穿透式電子顯微鏡，以20,000倍之倍率所觀察到之圖像中，於通道方向上5 μm，以結晶氧化物之膜厚之尺寸提取出TFT中之通道長度方向之中央部成為中心的視野，對根據剖面TEM像觀察到之晶粒之間隔進行分析。再者，於氧化物薄膜之通道方向之長度短至未達5 μm之情形時，只要提取出與通道方向之長度對應之視野，並以相同方式算出即可。

【0038】 於一實施方式中，結晶氧化物薄膜包含於TEM像之FFT像中為方鐵錳礦構造之晶粒。方鐵錳礦構造之晶粒係對稱性良好之立方晶狀，因此即便跨晶界亦可抑制TFT特性(遷移率)降低。

【0039】 2.結晶氧化物薄膜之製造方法

本實施方式之結晶氧化物薄膜例如可藉由如下方式進行製造：將基板、緩衝層、絕緣層等構成TFT之下部層等作為支持體，於該支持體上成膜以In之氧化物作為主成分之薄膜，於特定溫度下進行退火處理(熱處理)。成膜方法並無特別限定，例如可例舉：DC(Direct current，直流)濺鍍、AC(Alternating Current，交流)濺鍍、RF(Radio frequency，射頻)濺鍍、ICP(Inductively Coupled Plasma，感應耦合電漿)濺鍍、反應性濺鍍、離子鍍覆、ALD(Atomic Layer Deposition，原子層沈積)、PLD(Pulsed laser deposition，脈衝雷射沈積)、MO-CVD(Metal-organic Chemical Vapor Deposition，有機金屬化學氣相沈積)、ICP-CVD、溶膠凝膠法、塗佈法、霧化CVD。

【0040】 再者，於藉由濺鍍進行成膜之情形時，可藉由平面式濺鍍陰極之裝置進行成膜，或者亦可藉由旋轉式濺鍍陰極之裝置進行成膜。

【0041】 作為成膜方法之一例，可藉由使用包含以In之氧化物作為主成分之氧化物燒結體之濺鍍靶，利用DC濺鍍進行成膜而製造。

藉由濺鍍法所獲得之結晶氧化物薄膜之原子組成比反映濺鍍靶中之氧化物燒結體之原子組成比。因此，較佳為使用包含具有與所需之氧化物薄膜之原子組成比相同之原子組成比之氧化物燒結體的濺鍍靶進行成膜。

【0042】 濺鍍法所使用之靶之雜質金屬較佳為500 ppm以下，更佳為100 ppm以下。靶中之雜質金屬之含量可與結晶氧化物薄膜同樣地，藉由ICP或SIMS進行測定。靶中所包含之「雜質」係於原料或製造步驟中所混入之非刻意添加之元素，意指不會對靶及半導體性能造成實質性影響之微量元素，「雜質金屬」意指作為「雜質」之元素中之金屬元素。

【0043】 退火處理(熱處理)之方法並無特別限定，可使用熱風爐、

IR爐、燈退火裝置、雷射退火裝置、熱電漿裝置等。

【0044】 於本實施方式中，濺鍍靶亦可實質上僅由In、及選自Mg、Al、Si、Zn、Ga、Mo、Sn、Ln元素(鑭系元素)及O中之元素所構成。此處，「實質上」意指於除上述In以外，產生源自Mg、Al、Si、Zn、Ga、Mo、Sn、Ln、及O之組合之本發明之效果的範圍內，濺鍍靶亦可包含其他成分。

【0045】 與上述本發明之結晶氧化物薄膜同樣地，於本實施方式中，濺鍍靶之更佳之第一形態為金屬元素包含In及Ga之氧化物，且原子比率滿足下述式(11)。

$$[Ga]/([In]+[Ga])]<22\ at\% \quad (11)$$

【0046】 濺鍍靶之更佳之第二形態為包含In、及選自B、Al、Sc、Mg、Zn、Ti、Y、Zr、Mo、Sn、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素之氧化物，將In以外之金屬元素作為X時，作為原子比率滿足下述式(12)。

$$[X]/([In]+[X])]<15\ at\% \quad (12)$$

【0047】 濺鍍靶之更佳之第三形態為包含In、Ga、及選自B、Al、Sc、Mg、Zn、Ti、Y、Zr、Mo、Sn、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素之氧化物，將In、Ga以外之金屬元素作為添加元素X時，原子比率滿足下述式(13)及(14)。

$$[Ga]/([In]+[Ga]+[X])]<22.5\ at\% \quad (13)$$

$$[X]/([In]+[Ga]+[X])]<8.0\ at\% \quad (14)$$

【0048】 濺鍍靶之更佳之第四形態為包含In、Sn、及選自B、Al、Sc、Mg、Zn、Ti、Y、Zr、Mo、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素之氧化物，將In、及Sn以外之金屬元素作為元素X時，原子比率滿足下述式(15)及(16)。

[Sn]/([In]＋[Sn]＋[X])]＜20 at% (15)

[X]/([In]＋[Sn]＋[X])]＜8.0 at% (16)

【0049】 濺鍍靶之更佳之第五形態為包含In、Zn、及選自B、Al、Sc、Mg、Ti、Y、Zr、Mo、Hf、W、Nb、Ta、Ge、Si、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及Lu中之1種以上之元素X作為金屬元素之氧化物，將In及Zn以外之金屬元素作為元素X時，原子比率滿足下述式(17)及(18)。

[Zn]/([In]＋[Zn]＋[X])]＜12 at% (17)

[X]/([In]＋[Zn]＋[X])]＜8.0 at% (18)

【0050】 使用以氧化銦作為主成分之濺鍍靶，並使用實質上不含雜質之選自由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，藉由濺鍍進行成膜而獲得之氧化物薄膜係非晶質之氧化物薄膜。將該氧化物薄膜利用光微影法圖案化成島狀，於形成保護膜之前進行加熱以結晶化，藉此可獲得表面結晶具有單一面方位之結晶氧化物薄膜。

以下，對各步驟進行說明。

【0051】 (氧化物薄膜成膜步驟)

氧化物薄膜成膜步驟中，使用上述濺鍍靶，藉由濺鍍成膜氧化物薄膜。

【0052】 於一實施方式中，氧化物薄膜成膜步驟係使用玻璃基板等基板作為支持體，於形成於該支持體上之緩衝層、或包含緩衝層及例如金屬層等除緩衝層以外之層之積層膜之上直接成膜結晶氧化物薄膜。於積層膜之情形時，較佳為以膜中所包含之緩衝層與結晶氧化物薄膜直接接觸之方式於支持體上形成該積層膜。

作為緩衝層之材料，可例舉SiO_2、SiN_x、Al_2O_3等。其中較佳為SiO_2。

於以SiO_2等作為主成分之緩衝層或積層膜之上直接形成氧化物薄膜，進而進行下述退火處理，藉此最終獲得之結晶氧化物薄膜有剖面TEM圖像之FFT像顯示FFT特定面方位之比率變高的傾向，具有良好之結晶構造。

【0053】 濺鍍成膜時導入之氣體並無特別限定，例如可例舉：氬氣、氮氣、氧氣、水、氫氣、或包含該等氣體之2種以上之混合氣體。

作為一例，使用氬氣及氧氣之情形時之混合氣體中之氧氣的流量比((O_2流量)/(Ar流量)＋(O_2流量)))較佳為超過0%且為50%以下，更佳為超過0%且為20%以下。若氧氣之流量比超過0%且為50%以下，則於加熱時容易結晶化而半導體化。藉由改變氧氣之流量比，可調節氧化物薄膜之氧化程度，即結晶化程度。氧氣之流量比只要視需要適當選擇即可。

作為一例，使用氬氣及水之情形時之混合氣體中之水的流量比((H_2O流量)/(Ar流量)＋(H_2O流量))較佳為超過0.03%且為10%以下，更佳為超過0.03%且為5%以下。若水之流量比超過0.03%且為5%以下，則於加熱時容易結晶化而半導體化。又，亦可使用氫氣與氧氣之混合氣體代替水。

【0054】 於一實施方式中，使用實質上不含雜質氣體的選自由氬氣

及氧氣所組成之群中之1種以上氣體作為濺鍍氣體，成膜氧化物薄膜。

【0055】 所謂濺鍍氣體「實質上不含雜質氣體」，意指除隨著氣體插入而夾帶之吸附水、及腔室漏氣或吸附氣體等無法排除之氣體(不可避免之雜質氣體)以外，不積極投入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氬氣及高純度氧氣之混合氣體。如有可能，較佳為將雜質自濺鍍氣體排除。

【0056】 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，則氧化物薄膜之結晶化會無問題地進行。

高純度氬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。

【0057】 關於成膜時之濺鍍壓力，若為電漿可穩定地放電之範圍，則無特別限定，通常為0.1～5 Pa，較佳為0.2～2 Pa。

藉此，最終所獲得之結晶氧化物薄膜之剖面TEM圖像之FFT像顯示FFT特定面方位之比率變高，具有良好之結晶構造。

【0058】 於氧化物薄膜成膜步驟中，將濺鍍靶安裝於RF磁控濺鍍裝置或DC磁控濺鍍裝置中來進行濺鍍。

【0059】 關於本實施方式之結晶氧化物薄膜，加熱處理之前之氧化物薄膜較佳為以In元素作為主成分。藉由利用下述加熱處理步驟對該氧化物薄膜進行加熱，可使柱狀結晶相對於支持體生長。

藉由將以上述方式成膜之結晶氧化物薄膜應用於TFT，而於驅動時電子載子之注入性優異，結果TFT顯示高遷移率，再者閾值電壓(Vth)之變動較少，可靠性優異。

【0060】 於一實施方式中，在氧化物薄膜成膜步驟中，將氧化物薄膜之膜厚成膜成3 nm以上且未達50 nm。

將氧化物薄膜之膜厚設為上述範圍之原因係與將結晶氧化物薄膜之膜厚設為3 nm以上且未達50 nm之原因相同。氧化物薄膜之膜厚之較佳範圍係與結晶氧化物薄膜之膜厚之較佳範圍相同。

【0061】 於一實施方式中，在氧化物薄膜成膜步驟中，將氧化物薄膜之短邊之長度設為未達50 μm。

將氧化物薄膜之短邊之長度設為上述範圍之原因係與將結晶氧化物薄膜之短邊之長度設為未達50 μm之原因相同。氧化物薄膜之短邊之長度之較佳範圍亦與結晶氧化物薄膜之短邊之長度之較佳範圍相同。

【0062】 (熱處理步驟)

成膜氧化物薄膜後，進行熱處理。有將該熱處理稱為退火之情形。

熱處理之溫度較佳為超過300℃且未達500℃，較佳為320℃以上480℃以下，更佳為330℃以上450℃以下。

若氧化物薄膜之成膜後之熱處理溫度超過300℃，則氧化物薄膜容易結晶化，最終獲得之結晶氧化物薄膜之剖面TEM圖像之FFT像顯示FFT特定面方位的比率變高，具有良好之結晶構造。又，可使結晶粒徑之平均間隔D為適當正確之範圍而形成。

若氧化物薄膜成膜後之加熱處理溫度未達500℃，則可抑制龜裂或剝離之產生。

【0063】 熱處理步驟中之加熱時間較佳為0.1小時以上且5小時以下，更佳為0.3小時以上且3小時以下，進而較佳為0.5小時以上且2小時以下。

若熱處理步驟中之加熱時間為0.1小時以上，則不結晶化這一情況不易產生，氧化物薄膜容易結晶化。

若熱處理步驟中之加熱時間為5小時以下，則經濟性優異。

「加熱時間」係指熱處理時維持規定之最高溫度之時間(保持時間)。

【0064】 熱處理步驟中之升溫速度較佳為2℃/分以上且1000℃/分以下，更佳為3℃/分以上且600℃/分以下。

若熱處理步驟中之升溫速度為2℃/分以上，則氧化物薄膜之製造效率較未達1℃/分之情形提昇。

若熱處理步驟中之升溫速度為1000℃/分以下，則結晶化時金屬元素均一地擴散，可形成金屬未偏析至晶界中之結晶。

又，熱處理步驟中之升溫速度係與根據爐之設定溫度及設定時間算出之值不同，係用氧化物薄膜之實際溫度除以時間所得之值。氧化物薄膜之實際溫度例如可藉由利用熱電偶對爐中距氧化物薄膜1 cm以內之區域進行測定而求出。

【0065】 熱處理步驟較佳為於25℃下之濕度10%以上、更佳為濕度40%以上之大氣氛圍下進行。藉由使熱處理步驟處於濕度為10%以上之大氣中，而於退火時氫氣或氧氣擴散至膜中，而可促進結晶化。濕度之上限並無特別限定，大致為80%以下。

【0066】 熱處理步驟較佳為於氧化物薄膜之圖案化後進行。藉由於圖案化後進行，可使成膜時存在於膜中之過量氧氣、及圖案化時所附著之有機物脫離並且促進結晶化。結果，可形成於晶粒內無有機物或過量氧氣而結晶缺陷較少之膜，而可形成電子阱較少而具有良好傳導特性之氧化物薄膜。

【0067】 再者，熱處理步驟亦可實施複數次。例如可於氧化物薄膜之圖案化後實施上述熱處理步驟(第1熱處理步驟)，進而於製作TFT元件後，實施作為最終步驟之熱處理步驟(第2熱處理步驟)。第2熱處理步驟較佳為以較第1熱處理步驟高之退火溫度來進行。

【0068】 再者，亦可於熱處理步驟中所獲得之結晶氧化物薄膜之一部分上形成電阻較其他區域低之區域。低電阻區域之形成方法並無特別限定，例如可藉由如下方式形成：藉由於氧化銦錫(ITO)、鋁等之存在下利用閘極絕緣膜及/或閘極電極代替遮罩(自對準)並藉由進行熱處理(退火)之方法，而使結晶氧化物薄膜之對象部低電阻化。

【0069】 3.薄膜電晶體(TFT)及其製造方法

本實施方式之TFT包含上述本發明之結晶氧化物薄膜。較佳為使用本發明之結晶氧化物薄膜作為TFT之通道層。

又，本實施方式之TFT具有緩衝層、及通道層，上述通道層係上述結晶氧化物薄膜，自上述通道層觀察，在與上述緩衝層相反之側自上述通道層側依序具有閘極絕緣膜及閘極電極。

【0070】 於一實施方式中，TFT依序具有基板、緩衝層、及通道層。並且，TFT具有：通道層；分別連接於通道層之兩端側之源極電極及汲極電極；及經由閘極絕緣膜積層於通道層之閘極電極，通道層為結晶氧化物薄膜。

即，自通道層觀察，閘極絕緣膜及閘極電極係設置在與緩衝層相反之側。

【0071】 作為本實施方式之TFT之構成，例如可採用先前公知之構成。

【0072】 本實施方式之TFT可藉由具有如下步驟之薄膜電晶體之製造方法來製造：於基板上成膜氧化物薄膜之步驟；將上述氧化物薄膜於大氣氛圍下在超過300℃之溫度下進行退火處理而形成結晶氧化物薄膜之步驟；及於上述結晶氧化物薄膜上依序形成閘極絕緣膜及閘極電極之步驟。

於一實施方式中，於上述基板上形成緩衝層後，於上述緩衝層上成膜上述氧化物薄膜。

【0073】 又，本實施方式之TFT可藉由具有如下步驟之薄膜電晶體之製造方法來製造：於基板上成膜氧化物薄膜之步驟；將上述氧化物薄膜於大氣氛圍下在超過300℃之溫度下進行退火處理而形成結晶氧化物薄膜之步驟；及於上述結晶氧化物薄膜上依序形成層間絕緣膜之步驟。

於一實施方式中，於上述基板上依序形成閘極電極、閘極絕緣膜後，於上述閘極絕緣膜上成膜上述氧化物薄膜。

【0074】 此處，將氧化物薄膜進行退火處理而形成結晶氧化物薄膜之步驟可採用上述結晶氧化物薄膜之製造方法。即，本實施方式之TFT可藉由包括如下步驟之製造方法來製造：使用濺鍍靶，藉由濺鍍成膜氧化物薄膜之步驟(有稱為成膜步驟之情形)及對氧化物薄膜實施熱處理之步驟(有稱為熱處理步驟之情形)。成膜步驟及加熱處理步驟之各條件等於結晶氧化物薄膜之製造方法中如上所述。源極電極、汲極電極、閘極電極及閘極絕緣膜可藉由公知之材料及形成方法而形成。

【0075】 本實施方式之薄膜電晶體之製造方法中結晶氧化物薄膜以外之各層之形成方法並無特別限定，可使用公知之方法。

【0076】 (TFT之構成層之形成步驟)

於在結晶氧化物薄膜之上形成絕緣層等TFT之構成層之情形時，較佳

為對所獲得之氧化物薄膜進行熱處理後，於氧化物薄膜之上形成構成層。藉由於形成TFT之構成層之前進行退火，而於退火時氧氣或氫氣擴散，可獲得柱狀且高品質之結晶，而獲得於形成構成層後界面電子阱能階較少而高遷移率之小型TFT。

【0077】 本實施方式之薄膜電晶體之形狀並無特別限定，較佳為頂閘極型電晶體、後通道蝕刻型電晶體、或蝕刻終止層型電晶體等。又，該等電晶體亦可為自對準型。

【0078】 以下，參照圖式等對實施方式進行說明。但，實施方式能夠以多個不同之態樣來實施，業者可以容易地理解到，可不脫離本發明之主旨及其範圍而對其形態及詳情進行各種變更。因此，本發明並不限定於以下實施方式之記載內容來解釋。

【0079】 於圖式中，為了清晰化起見，大小、層之厚度及區域等有誇張之情形。因此，本發明並不限定於圖示之大小、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示之形狀及值等。

【0080】 圖1係本實施方式之TFT之一例之概略剖視圖。

TFT50係頂閘極型之TFT，具有基板21、緩衝層22、通道層(結晶氧化物薄膜)11、ITO層23、閘極絕緣膜24、閘極電極25、層間絕緣膜26、源極電極27、汲極電極28及保護膜29。

TFT50具有依序積層基板21、緩衝層22、通道層(結晶氧化物薄膜)11而成之構造。於通道層11之中央部存在高電阻區域11B，於高電阻區域11B上依序積層有閘極絕緣膜24及閘極電極25。閘極絕緣膜24係阻斷閘極電極25與通道層(結晶氧化物薄膜)11之導通的絕緣膜。於高電阻區域

11B之兩側存在通道層11之低電阻區域11A-1及11A-2。低電阻區域11A-1、11A-2及閘極電極25之上由ITO層23及層間絕緣膜26覆蓋。ITO層23係於形成通道層11之低電阻化區域時使用。經由設置於ITO層23及層間絕緣膜26之接觸孔，源極電極27及汲極電極28分別與低電阻區域11A-1及11A-2連接。源極電極27及汲極電極28係用以使源極電流及汲極電流流過通道層11之導電端子。設置有保護膜29以覆蓋層間絕緣膜26、源極電極27及汲極電極28等TFT構成層。

【0081】 緩衝層22可由單層構成，亦可為2層以上之積層構造。又，於緩衝層22與基板21之間可具有金屬層。

但，通道層11與緩衝層22較佳為如圖1所示直接相接。

形成緩衝層22之材料如後所述。

緩衝層22之厚度並無特別限定，例如為50～600 nm。

【0082】 又，於圖1中，層間絕緣膜26為單層，但亦可將層間絕緣膜26設為2層構造。

【0083】 本實施方式之TFT可利用公知之構成來改良。

例如，雖於圖1中並未圖示，但TFT50可於基板21與緩衝層22之間如圖2所示形成遮光層31，或者亦可於積層複數層而成之緩衝層22之中間層形成遮光層31。

【0084】 圖2係本實施方式之TFT之另一例之概略剖視圖。

TFT51除於基板21與緩衝層22之間設置有遮光層31以外，具有與TFT50相同之構成。遮光層31係為了抑制由光導致之TFT之誤動作而形成。遮光層可連接於源極電極27，又，亦可連接於閘極電極25。

【0085】 又，於圖1中，示出將通道層11之兩端側、即連接源極電

極27及汲極電極28之區域附近設為結晶氧化物薄膜之低電阻區域11A，將與閘極絕緣膜24之下表面接觸之區域設為高電阻區域11B之構成例作為本發明之TFT之一例，但本發明之TFT並不限定於該構成。即，本發明之TFT亦可使用電阻值於面方向上一致之結晶氧化物薄膜作為通道層11。於該情形時，如圖3所示，可以不形成ITO層23。

【0086】 圖3係本實施方式之TFT之另一例之概略剖視圖。

TFT52除通道層(結晶氧化物薄膜)11為不具有電阻值邊界之層(於通道層(結晶氧化物薄膜)11上並未分開設置低電阻區域11A、高電阻區域11B)之方面、及未設置ITO層23以外，具有與TFT50相同之構成。

【0087】 於本實施方式中，於TFT為小型TFT之情形時，作為對於源極電極及汲極電極之通道層之結晶氧化物薄膜之通道長度(L長度；圖1中，通道層11與閘極絕緣層24之接觸區域中源極電極27-汲極電極28方向之長度)為1 μm以上且50 μm以下，通道寬度(W長度；圖1中，通道層11與閘極絕緣層24之接觸區域中與源極電極27-汲極電極28方向正交之方向之長度)為1 μm以上且80 μm以下。

【0088】 形成基板之材料並無特別限制，可任意地選擇通常使用之材料。例如可使用玻璃基板、陶瓷基板、石英基板、藍寶石基板等。又，亦能夠應用矽或碳化矽等單晶半導體基板、多晶半導體基板、矽鍺等化合物半導體基板、SIO(Silicon In Insulator，絕緣體內矽結構)基板等，亦可使用於該等基板上設置有半導體元件者作為基板。

【0089】 又，亦可使用可撓性基板作為基板。再者，作為於可撓性基板上設置TFT之方法，除於可撓性基板上直接製作TFT之方法以外，亦有於非可撓性基板上製作TFT後，將TFT剝離並設置於可撓性基板上之方

法。於該情形時，可於非可撓性基板與TFT之間設置剝離層。

【0090】 形成緩衝層之材料亦無特別限制，可任意地選擇通常使用之材料，又，亦可使用積層膜作為緩衝層。例如可使用SiO_2、SiO_x、SiN_x、氮氧化矽、Al_2O_3、Ta_2O_5、TiO_2、MgO、ZrO_2、Ga_2O_3、GeO_2、Nd_2O_3、La_2O_3、CeO_2、K_2O、Li_2O、Na_2O、Rb_2O、Sc_2O_3、Y_2O_3、HfO_2、$CaHfO_3$、$PbTiO_3$、$BaTa_2O_6$、$SrTiO_3$、Sm_2O_3、AlN等。再者，各材料之氧化數亦可變動。

【0091】 緩衝層22可按照基板之種類(例如玻璃基板、聚醯亞胺等樹脂基板)適當設計。作為與通道層11相接之緩衝層22之材料，上述者中較佳為SiO_2。

若與通道層11相接之緩衝層22之材料為SiO_2，則通道層(結晶氧化物薄膜)11有剖面TEM圖像之FFT像顯示FFT特定面方位之比率變高之傾向，具有良好之結晶構造。

【0092】 於圖2中，亦可於遮光層31與基板21之間設置第2緩衝層。形成第2緩衝層之材料亦無特別限制，可任意地選擇通常使用之材料。又，亦可使用積層膜作為第2緩衝層。作為第2緩衝層之材料，例如可使用SiO_2、SiN_x、氮氧化矽、Al_2O_3、Ta_2O_5、TiO_2、MgO、ZrO_2、Ga_2O_3、GeO_2、Nd_2O_3、La_2O_3、CeO_2、K_2O、Li_2O、Na_2O、Rb_2O、Sc_2O_3、Y_2O_3、HfO_2、$CaHfO_3$、$PbTiO_3$、$BaTa_2O_6$、$SrTiO_3$、Sm_2O_3、AlN等。再者，各材料之氧化數亦可變動。

【0093】 形成閘極絕緣膜之材料亦無特別限制，可任意地選擇通常使用之材料，又，亦可使用積層膜作為閘極絕緣膜。例如可使用SiO_2、SiN_x、氮氧化矽、Al_2O_3、Ta_2O_5、TiO_2、MgO、ZrO_2、Ga_2O_3、GeO_2、

Nd_2O_3、La_2O_3、CeO_2、K_2O、Li_2O、Na_2O、Rb_2O、Sc_2O_3、Y_2O_3、HfO_2、$CaHfO_3$、$PbTiO_3$、$BaTa_2O_6$、$SrTiO_3$、Sm_2O_3、AlN等。再者，各材料之氧化數亦可變動。

【0094】 形成汲極電極、源極電極及閘極電極之材料並無特別限制，可任意地選擇通常使用之材料。例如可使用ITO、IZO、ZnO、及SnO_2等透明電極；Al、Ag、Cu、Cr、Ni、Co、Mo、Au、Ti、Zr、Ru、Y、Nb、W及Ta等金屬電極；或包括含有其等之合金之金屬電極。又，可使用2層以上之積層電極。

【0095】 形成各層間絕緣膜之材料亦無特別限制，可任意地選擇通常使用之材料。又，可使用積層膜作為層間絕緣膜。例如可使用SiO_2、SiN_x、氮氧化矽、Al_2O_3、Ta_2O_5、TiO_2、MgO、ZrO_2、Ga_2O_3、GeO_2、Nd_2O_3、La_2O_3、CeO_2、K_2O、Li_2O、Na_2O、Rb_2O、Sc_2O_3、$Y2O_3$、HfO_2、$CaHfO_3$、$PbTiO_3$、$BaTa_2O_6$、$SrTiO_3$、Sm_2O_3、及AlN。再者，各材料之氧化數亦可變動。

【0096】 形成遮光層之材料並無特別限制，可任意地選擇通常使用之材料。具體而言，可使用Al、Ag、Cu、Cr、Ni、Co、Mo、Au、Ti、Zr、Ru、Y、Nb、Ta、W等金屬電極、其等之合金、其等之積層體等。

【0097】 不管TFT之構造如何，較佳為於汲極電極、源極電極及導電化區域之上設置保護膜。藉由設置保護膜，而即便於長時間驅動TFT之情形時，耐久性亦容易提昇。

【0098】 緩衝層、閘極絕緣膜、層間絕緣膜、保護膜等絕緣膜之製作方法並無特別限定。作為製作法，可例舉：PE-CVD(Plasma Enhanced-Chemical Vapor Deposition，電漿增強化學氣相沈積)、ALD、PLD、

MO-CVD、RF濺鍍、ICP濺鍍、反應性濺鍍、ICP-CVD、離子鍍覆、溶膠凝膠法、塗佈法、霧化CVD等。再者，作為PE-CVD之氣體種類，除矽烷(SiH_4)以外，還可使用四乙氧基矽烷(TEOS)。

【0099】 例如於藉由PE-CVD形成之情形時，有成為高溫製程之情形。又，緩衝層、閘極絕緣膜、層間絕緣膜、保護膜等絕緣膜大多在剛成膜後含有雜質氣體，較佳為進行熱處理(退火處理)。藉由利用熱處理去除雜質氣體，而使得絕緣膜變得穩定，從而變得容易形成耐久性較高之TFT。又，藉由於閘極絕緣膜形成後進行退火，而閘極絕緣膜中所包含之氫氣擴散至氧化物薄膜，存在於氧化物薄膜表面之結晶缺陷被羥基終止，結果可形成電子阱較少而具有良好之傳導特性之氧化物薄膜。

【0100】 作為緩衝層之製作方法，上述者中，例如可適宜地使用RF濺鍍、反應性濺鍍、PE-CVD、塗佈法等。其中，PE-CVD法由於生產性較高又被廣泛應用，故適宜使用。

【0101】 TFT之飽和遷移率較佳為10.0 $cm^2/V \cdot s$以上且200.0 $cm^2/V \cdot s$以下，更佳為20.0$cm^2/V \cdot s$以上且150.0 $cm^2/V \cdot s$以下。

藉由將TFT之飽和遷移率設為10.0 $cm^2/V \cdot s$以上，能夠實現顯示器之高清化、高幀頻化、大面積化。

【0102】 TFT之飽和遷移率係根據施加有汲極電壓20 V之情形時之傳導特性求出。TFT之飽和遷移率之測定方法係於實施例中詳細地進行說明。

【0103】 閾值電壓(Vth)較佳為-3.0 V以上且3.0 V以下，更佳為-2.0 V以上且2.0 V以下，進而較佳為-1.0 V以上且1.0 V以下。若閾值電壓(Vth)為-3.0 V以上且3.0 V以下，則能夠藉由將Vth修正電路搭載於TFT而

修正為Vth＝0 V。將藉此獲得之TFT搭載至面板時，可不引起亮度不均及殘像而驅動顯示器。

閾值電壓(Vth)之測定方法係於實施例中詳細地進行說明。

【0104】 on-off比較佳為10^6以上且10^{12}以下，更佳為10^7以上且10^{11}以下，進而較佳為10^8以上且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元件。又，若on-off比為10^{12}以下，則可使關斷電流為10^{-12} A以下，於用於CMOS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，或提昇感度。

【0105】 on-off比係藉由將Vg＝-10 V之Id之值作為關斷電流值，將Vg＝20 V之Id之值作為導通電流值來決定比[導通電流值/關斷電流值]而求出。

關斷電流值較佳為10^{-10} A以下，更佳為10^{-11} A以下，進而較佳為10^{-12} A以下。若關斷電流值為10^{-10} A以下，則可驅動對比度較大之有機EL元件。又，於用於CMOS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，或提昇感度。

【0106】 漏電流較佳為1×10^{-10} A以下，更佳為1×10^{-11} A以下，進而較佳為1×10^{-12} A以下。

關於本實施方式之TFT，通道層之結晶氧化物薄膜具有如下良好之結晶狀態，即，顯示FFT特定面方位之比率較高，且例如膜厚方向之2層結晶化受到抑制，存在較多之柱狀單層結晶，因此顯示漏電流如上述般得到抑制之良好之TFT特性。

若漏電流為1×10^{-10} A以下，則可驅動對比度較大之有機EL元件。

又，於用於CMOS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，或提昇感度。

漏電流之測定方法於實施例中詳細地進行說明。

【0107】 本實施方式之TFT可適宜地用於太陽電池、液晶元件、有機電致發光元件、無機電致發光元件等顯示元件或功率半導體元件、觸控面板等電子設備。

【0108】 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、記憶電路、及差動放大電路等各種積體電路，可將其等應用於電子設備等。進而，本實施方式之薄膜電晶體除場效型電晶體以外，亦可適應於靜電感應型電晶體、及肖特基能障型電晶體。

本實施方式之薄膜電晶體可適宜用於攜帶用或車載用顯示裝置等顯示裝置及固態拍攝元件等。進而，本實施方式之薄膜電晶體亦可適宜地用作醫療用途之X射線影像感測器用平板檢測器用電晶體。

又，本實施方式之結晶氧化物薄膜亦可適應於肖特基二極體、電阻變化型記憶體、及電阻元件。

[實施例]

【0109】 以下，基於實施例對本發明具體地進行說明。本發明並不限定於實施例。

【0110】 [自對準型頂閘極構造(SA-TG：Self-Aligned Top-Gate)小型TFT之製造]

實施例1

藉由以下之步驟製造圖1所示之薄膜電晶體50。

(1-1)緩衝層(SiO_x層)之形成(濺鍍)

使用SiO_2之濺鍍靶，藉由濺鍍於直徑4英吋之無鹼玻璃基板(支持體)21(康寧公司製造之EAGLE XG)上形成厚度300 nm之SiO_x層(緩衝層)。濺鍍條件如以下所示。

基板溫度：25℃

極限壓力：8.5×10^{-5} Pa

氛圍氣體：Ar

濺鍍壓力(全壓)：0.4 Pa

投入電壓：RF300 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

【0111】(2)氧化物薄膜之形成

繼而，藉由使用由表1所示之添加組成比率之原料混合物獲得之氧化物濺鍍靶來進行濺鍍而形成氧化物薄膜。再者，將氧化物濺鍍靶中之添加組成比率(單位：mass%)及金屬組成比率(單位：at%)示於表1。

將濺鍍時之成膜條件、及通道層之厚度示於表1。表1記載以外之濺鍍條件如以下所示。

基板溫度：25℃

極限壓力：1.0×10^{-4} Pa

投入電壓：DC300 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

【0112】(3)通道層之形成

繼而，將氧化物薄膜藉由光微影法而圖案化為成島狀而形成通道層。首先，於氧化物薄膜上形成光阻膜。光阻係使用AZ1500(AZ ELECTRONIC MATERIALS公司製造)。經由圖案形成為表1所示之長邊

及短邊之尺寸之光罩進行曝光。曝光後，利用氫氧化四甲基銨(TMAH)進行顯影。顯影後，藉由草酸(關東化學製造之ITO-06N)對氧化物薄膜進行蝕刻。蝕刻後，剝離光阻，獲得附帶圖案化之氧化物薄膜(通道層)之基板。將所獲得之通道層之長邊及短邊之尺寸示於表1。

【0113】 (4)退火

繼而，將形成有通道層之基板放入至爐中，於大氣中以10℃/分升溫至350℃後，保持1小時。將爐之內部於350℃下保持1小時後，進行自然放冷，在爐之內部溫度回到室溫後，將基板自爐中取出。

【0114】 (5)第一閘極絕緣膜之形成

繼而，使用SiO_2之濺鍍靶進行濺鍍，形成厚度10 nm之SiO_x層(第一閘極絕緣膜)。濺鍍條件如下所示。

基板溫度：25℃

極限壓力：8.5×10^{-5} Pa

氛圍氣體：Ar＋O_2之混合氣體(O_2流量30%)

濺鍍壓力(全壓)：0.4 Pa

投入電壓：RF100 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

【0115】 (6)第一閘極絕緣膜之退火

繼而，將基板放入至爐中，於大氣中以10℃/分升溫至400℃後，保持1小時。將爐之內部於400℃下保持1小時後，進行自然放冷。爐內溫度回到室溫後，將基板自爐中取出。

【0116】 (7)第二閘極絕緣膜之形成

繼而，使用SiO_2之濺鍍靶，藉由濺鍍形成厚度100 nm之SiO_x層(第二

閘極絕緣膜)。濺鍍條件如以下所示。

基板溫度：25℃

極限壓力：8.5×10^{-5} Pa

氛圍氣體：Ar＋O_2之混合氣體(O_2流量30%)

濺鍍壓力(全壓)：0.4Pa

投入電壓：RF100 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

藉此，包含第一及第二閘極絕緣膜之閘極絕緣膜層之合計厚度為110 nm。

【0117】(8)閘極電極之形成

繼而，使用Mo之濺鍍靶，成膜厚度150 nm之Mo膜。濺鍍之條件如以下所示。

基板溫度：25℃

極限壓力：8.5×10^{-5} Pa

氛圍氣體：Ar

濺鍍壓力(全壓)：0.4 Pa

投入電壓：DC100 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

【0118】(9)閘極電極及閘極絕緣膜層之圖案化

繼而，將Mo膜及閘極絕緣膜層藉由光微影法而圖案化成島狀。首先，於通道層形成光阻膜。光阻係使用AZ1500(AZ ELECTRONIC MATERIALS公司製造)。經由圖案形成為橫10 μm×縱28 μm尺寸之光罩進行曝光。曝光後，利用氫氧化四甲基銨(TMAH)進行顯影。顯影後，藉

由PAN(磷酸、硝酸及乙酸之混合酸)對Mo膜進行蝕刻，而形成閘極電極。

繼而，藉由緩衝氫氟酸(BHF)對閘極絕緣膜層進行蝕刻，而圖案化成島狀。

繼而，將光阻剝離後，使用草酸(關東化學製造之ITO-06N)，對通道層露出之區域蝕刻膜厚10 nm量，進行洗淨。

所獲得之閘極電極層及閘極絕緣層之尺寸為橫10 μm×縱(通道層之短邊尺寸(μm)＋8(μm))。

【0119】 (10)低電阻化處理

藉由利用閘極電極之自對準，而於通道層形成低電阻區域。使用ITO之濺鍍靶而形成厚度2 nm之ITO層。濺鍍條件如下所示。

基板溫度：25℃

極限壓力：8.5×10^{-5} Pa

氛圍氣體：Ar＋O_2之混合氣體(O_2流量2%)

濺鍍壓力(全壓)：0.4 Pa

投入電壓：DC100 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

【0120】 繼而，將基板放入至爐中，於大氣中以10℃/分升溫至350℃後，保持1小時，進行退火。將爐之內部於350℃下保持1小時後，進行自然放冷。爐內溫度回到室溫後，將基板自爐中取出。

【0121】 (11)層間絕緣膜之形成

繼而，使用SiO_2之濺鍍靶進行濺鍍，形成厚度150 nm之SiO_x層(層間絕緣膜)。濺鍍條件如下所示。

基板溫度：25℃

極限壓力：8.5×10^{-5} Pa

氛圍氣體：Ar＋O_2之混合氣體(O_2流量30%)

濺鍍壓力(全壓)：0.4 Pa

投入電壓：RF100 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

【0122】(12)層間絕緣膜之接觸孔之形成

對於形成有層間絕緣膜之基板，使用光阻AZ1500(AZ ELECTRONIC MATERIALS公司製造)，經由光罩進行曝光後，利用氫氧化四甲基銨(TMAH)進行顯影。

顯影後，藉由緩衝氫氟酸(BHF)形成橫6 μm×縱(通道層之短邊尺寸(μm)-4(μm))之接觸孔。

【0123】(13)源極電極及汲極電極之形成

使用圖像反轉抗蝕劑AZ5214及光罩，利用舉離製程將源極電極及汲極電極層圖案化。

經由將圖像反轉抗蝕劑AZ5214以可圖案化成圖1之最終元件形狀之方式形成之光罩進行曝光，於反轉烘烤步驟後進行整面曝光，利用TMAH進行顯影。對於圖案化之附帶抗蝕劑之基板，於以下之濺鍍條件下成膜厚度150 nm之Mo層。

基板溫度：25℃

極限壓力：8.5×10^{-5} Pa

氛圍氣體：Ar

濺鍍壓力(全壓)：0.4 Pa

投入電壓：DC100 W

S(基板)-T(靶)間距離：70 mm

其後，藉由將成膜了Mo層之基板於丙酮中進行舉離，而將源極電極及汲極電極層圖案化。

【0124】 (14)最終退火

最後，於N_2氛圍中以300℃進行1小時退火，藉此獲得自對準型頂閘極構造小型TFT(SA-TG型TFT)。

關於所獲得之元件(自對準型頂閘極構造小型TFT)之最終形狀，通道長度(亦稱為L長度。以下，表示為通道長度)為10 μm，通道寬度係與表1所示之通道層之短邊尺寸(μm)相同之長度。

【0125】 實施例2～6

將通道層之膜厚、短邊之尺寸、以及緩衝層之形成方法如表1所示進行變更，除此以外，以與實施例1相同之方式製作TFT。

再者，實施例2、4之緩衝層係藉由以下之方法形成。

【0126】 (1-2)緩衝層(SiO_x膜)之形成(PE-CVD；plasma-enhanced chemical vapor deposition，電漿增強化學氣相沈積)

原料氣體使用單矽烷(SiH_4)與一氧化二氮(N_2O)，藉由PE-CVD法成膜厚度300 nm之SiO_x膜。關於成膜條件，係於基板溫度350℃、成膜壓力1 Torr、N_2O/SiH_4氣體流量比50、RF功率100 W之條件下進行成膜。

【0127】 [表1]

			實施例1	實施例2	實施例3	實施例4	實施例5	實施例6
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0
		Ga_2O_3	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
		Al_2O_3	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	金屬組成比率[at%]	In	83.3	83.3	83.3	83.3	83.3	83.3
		Ga	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
		Al	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	10	10	10	10	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	-	-	-	-	-	-
		磁通密度[G]	1000	1000	1000	1000	1000	1000
		膜厚[nm]	15	30	40	50	30	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		短邊[μm]	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	40.0
	通道層退火	升溫圖案[℃/min]	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[C]	350	350	350	350	350	350
		保持時間[h]	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	PE-CVD	濺鍍	PE-CVD	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_x	SiO_x	SiO_x
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0128】 實施例7～11

將通道層之成膜條件、膜厚、短邊之尺寸、以及緩衝層之形成方法如表2所示進行變更，除此以外，以與實施例1相同之方式製作TFT。

再者，實施例8之緩衝層之形成係與實施例2同樣地進行。又，實施例11之緩衝層係藉由以下方法形成。

【0129】 (1-3)緩衝層(SiN_x膜)之形成(PE-CVD)

原料氣體使用單矽烷(SiH_4)及氮氣(N_2)，藉由PE-CVD法成膜厚度300 nm之SiN_x膜。關於成膜條件，係於基板溫度350℃、成膜壓力0.5 Torr、N_2/SiH_4氣體流量比100、RF功率200 W之條件下進行成膜。

【0130】 [表2]

			實施例7	實施例8	實施例9	實施例10	實施例11
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0
		Ga_2O_3	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
		Al_2O_3	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	金屬組成比率[at%]	In	83.3	83.3	83.3	83.3	83.3
		Ga	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
		Al	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	1.0	1.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	10	-	-	-
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	-	-	1	1	1
		磁通密度[G]	1000	1000	1000	1000	1000
		膜厚[nm]	30	30	30	50	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		短邊[μm]	20.0	20.0	20.0	20.0	40.0
	通道層退火	升溫圖案[℃/min]	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350
		保持時間[h]	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	PE-CVD	濺鍍	濺鍍	PE-CVD
		緩衝層之材料	SiO_x	SiO_x	SiO_x	SiO_x	SiN_x
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0131】 實施例12～17

將通道層之成膜所使用之濺鍍靶之組成比率、通道層之成膜條件、退火條件、通道層之膜厚、以及緩衝層之形成方法如表3所示進行變更，除此以外，以與實施例1相同之方式製作TFT。

再者，實施例13、15之緩衝層之形成係與實施例2同樣地進行。又，實施例14之緩衝層之形成係藉由以下之方法來進行。

【0132】 (1-4) 緩衝層 (Al_2O_3 膜) 之形成 (ALD；Atomic Layer Deposition，原子層沈積法)

原料氣體使用三甲基鋁($Al(CH_3)_3$)及水(H_2O)，於基板溫度300℃之

條件下藉由ALD法，成膜膜厚100 nm之Al_2O_3膜。成膜係藉由如下方式進行：向成膜腔室內導入三甲基鋁後進行氮氣沖洗，繼而導入水，其後進行氮氣沖洗，將此步驟作為1個循環，將其進行1000個循環。

【0133】 [表3]

				實施例12	實施例13	實施例14	實施例15	實施例16	實施例17
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3		95.0	95.0	95.0	95.0	100.0	95.0
		Ga_2O_3		5.00	5.00	5.00	5.00	-	5.00
		Al_2O_3		-	-	-	-	-	-
	金屬組成比率[at%]	In		92.8	92.8	92.8	92.8	100.0	92.8
		Ga		7.20	7.20	7.20	7.20	-	7.20
		Al		-	-	-	-	-	-
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%]	$[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	-	-	-	-	-	-
			$[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	1	1	1	1	1	1
		磁通密度[G]		600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]		30	30	30	30	30	120
		成膜後之結晶性		非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]		50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		短邊[μm]		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
	通道層退火	升溫圖案[℃/min]		10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]		350	350	350	400	350	350
		保持時間[h]		1	1	1	1	1	1
		氛圍		大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法		濺鍍	PE-CVD	ALD	PE-CVD	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料		SiO_x	SiO_x	Al_2O_3	SiO_x	SiO_x	SiO_x
		TFT構造		SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0134】 比較例1～8

將通道層之成膜所使用之濺鍍靶之組成比率、通道層之成膜條件、退火條件、通道層之膜厚、長邊或短邊之尺寸、以及緩衝層之形成方法如表4所示進行變更，除此以外，以與實施例1相同之方式製作TFT。

再者，比較例1、3之緩衝層之形成係與實施例2同樣地進行。

又，比較例6係使用厚度100 nm之附帶熱氧化膜之Si基板作為基板，使用該熱氧化膜(厚度100 nm)作為緩衝層。

再者，附帶熱氧化膜之Si基板係藉由將Si基板放入至設為含氧氣之氛圍之加熱爐中，於爐內溫度900～1100℃左右之溫度下加熱特定時間而獲得。

【0135】 [表4]

				比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3		89.0	89.0	95.0	95.0	89.0	89.0	89.0	70.0
		Ga_2O_3		9.75	9.75	5.00	5.00	9.75	9.75	9.75	30.0
		Al_2O_3		1.25	1.25	-	-	1.25	1.25	1.25	-
	金屬組成比率[at%]	In		83.3	83.3	92.8	92.8	83.3	83.3	83.3	61.2
		Ga		13.5	13.5	7.20	7.20	13.5	13.5	13.5	38.8
		Al		3.2	3.2	-	-	3.2	3.2	3.2	-
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]		0.5	0.5	0.5	0.5	2.0	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%]	$[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	-	-	-	10	10	10	10
			$[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	-	1	1	1	-	-	-	1
		磁通密度[G]		1000	1000	600	600	1000	1000	1000	600
		膜厚[nm]		160	30	50	80	30	30	30	30
		成膜後之結晶性		結晶	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]		50.0	50.0	50.0	120.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		短邊[μm]		20.0	20.0	20.0	100.0	20.0	20.0	50.0	20.0
	通道層退火	升溫圖案[℃/min]		10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]		350	300	500	600	350	350	350	350
		保持時間[h]		1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍		大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法		PE-CVD	濺鍍	PE-CVD	濺鍍	濺鍍	熱氧化	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料		SiO_x	SiO_x	SiO_x	SiO_x	SiO_x	SiO_x	SiO_x	SiO_x
		TFT構造		SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0136】 實施例18～225、比較例9

將通道層之成膜所使用之濺鍍靶之組成比率、通道層之成膜條件、通道層之膜厚、短邊及長邊之尺寸、退火條件、以及緩衝層之形成方法如

表5～19所示進行變更，除此以外，以與實施例1相同之方式製作TFT。

【0137】 [表5]

			實施例18	實施例19	實施例20	比較例9
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	84.78	90.84	97.82	81.63
		Ga_2O_3	15.22	9.16	2.18	18.37
		X_2O_3	-	-	-	-
		X_2O_3種類	-	-	-	-
	金屬組成比率[at%]	In	79.00	87.00	96.80	75.00
		Ga	21.00	13.00	3.20	25.00
		X	-	-	-	-
		X元素	-	-	-	-
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	10	0	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	0	2	0
		磁通密度[G]	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	30	10	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0138】 [表6]

			實施例21	實施例22	實施例23	實施例24	實施例25	實施例26	實施例27	實施例28
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	96.49	99.63	89.16	97.38	85.08	96.27	84.98	96.24
		Ga_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
		X_2O_3	3.51	0.37	10.84	2.62	14.92	3.73	15.02	3.76
		X_2O_3種類	Al	Al	Y	Y	La	La	Ce	Ce
	金屬組成比率[at%]	In	91.00	99.00	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80
		Ga	-	-	-	-	-	-	-	-
		X	9.00	1.00	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20
		X元素	Al	Al	Y	Y	La	La	Ce	Ce
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例29	實施例30	實施例31	實施例32	實施例33	實施例34	實施例35	實施例36
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	84.92	96.22	84.67	96.15	84.20	96.01	83.28	95.75
		Ga_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
		X_2O_3	15.08	3.78	15.33	3.85	15.80	3.99	16.72	4.25
		X_2O_3種類	Pr	Pr	Nd	Nd	Sm	Sm	Dy	Dy
	金屬組成比率[at%]	In	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80
		Ga	-	-	-	-	-	-	-	-
		X	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20
		X元素	Pr	Pr	Nd	Nd	Sm	Sm	Dy	Dy
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0139】 [表7]

			實施例37	實施例38	實施例39	實施例40	實施例41	實施例42	實施例43	實施例44
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	83.10	95.69	82.93	95.64	82.80	95.61	82.50	95.52
		Ga_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
		X_2O_3	16.90	4.31	17.07	4.36	17.20	4.39	17.50	4.48
		X_2O_3種類	Ho	Ho	Er	Er	Tm	Tm	Yb	Yb
	金屬組成比率[at%]	In	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80
		Ga	-	-	-	-	-	-	-	-
		X	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20
		X元素	Ho	Ho	Er	Er	Tm	Tm	Yb	Yb
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例45	實施例46	實施例47	實施例48	實施例49	實施例50	實施例51	實施例52
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	82.36	95.48	91.94	98.10	92.08	98.13	88.29	97.15
		Ga_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
		X_2O_3	17.64	4.52	8.06	1.90	7.92	1.87	11.71	2.85
		X_2O_3種類	Lu	Lu	ZnO	ZnO	TiO_2	TiO_2	ZrO_2	ZrO_2
	金屬組成比率[at%]	In	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80
		Ga	-	-	-	-	-	-	-	-
		X	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20
		X元素	Lu	Lu	Zn	Zn	Ti	Ti	Zr	Zr
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	6
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0140】[表8]

			實施例53	實施例54	實施例55	實施例56	實施例57	實施例58	實施例59	實施例60
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	86.58	96.69	86.04	96.53	81.53	95.23	80.03	94.77
		Ga_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
		X_2O_3	13.42	3.31	13.96	3.47	18.47	4.77	19.97	5.23
		X_2O_3種類	MoO_3	MoO_3	SnO_2	SnO_2	HfO_2	HfO_2	WO_3	WO_3
	金屬組成比率[at%]	In	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80
		Ga	-	-	-	-	-	-	-	-
		X	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20
		X元素	Mo	Mo	Sn	Sn	Hf	Hf	W	W
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例61	實施例62	實施例63	實施例64	實施例65	實施例66	實施例67	實施例68
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	87.48	96.93	80.78	95.00	89.88	97.57	93.93	98.59
		Ga_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
		X_2O_3	12.52	3.07	19.22	5.00	10.12	2.43	6.07	1.41
		x_2O_3種類	Nb_2O_5	Nb_2O_5	Ta_2O_5	Ta_2O_5	GeO_2	GeO_2	SiO_2	SiO_2
	金屬組成比率[at%]	In	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80	87.00	96.80
		Ga	-	-	-	-	-	-	-	-
		X	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20	13.00	3.20
		X元素	Nb	Nb	Ta	Ta	Ge	Ge	Si	Si
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0141】[表9]

			實施例69	實施例70	實施例71	實施例72	實施例73	實施例74	實施例75	實施例76
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	89.00	92.00	91.85	84.77	82.84	88.46	96.56	94.25
		Ga_2O_3	7.00	6.00	3.19	13.63	13.18	3.37	2.18	4.47
		X_2O_3	4.00	2.00	4.96	1.60	3.98	8.16	1.27	1.28
		X_2O_3種類	Sm_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	86.79	89.78	91.37	79.80	78.50	88.50	95.80	92.50
		Ga	10.11	8.67	4.70	19.00	18.50	5.00	3.20	6.50
		X	3.10	1.55	3.93	1.20	3.00	6.50	1.00	1.00
		X元素	Sm	Sm	Sm	Sm	Sm	Sm	Sm	Sm
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	10	10	10	10	10	0	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	0	0	0	0	0	2	2
		磁通密度[G]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
		膜厚[nm]	30	30	30	30	30	30	30	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例77	實施例78	實施例79	實施例80	實施例81	實施例82	實施例83	實施例84
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	92.81	94.00	88.00	87.50	89.62	83.00	82.00	83.20
		Ga_2O_3	2.16	4.00	11.00	11.00	9.97	15.00	16.50	16.20
		X_2O_3	5.03	2.00	1.00	1.50	0.41	2.00	1.50	0.60
		X_2O_3種類	Sm_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	92.80	89.21	82.23	81.11	84.95	75.00	74.19	76.45
		Ga	3.20	5.62	15.22	15.10	14.00	20.08	22.11	22.05
		X	4.00	5.17	2.54	3.79	1.06	4.92	3.70	1.50
		X元素	Sm	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	05	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	10	10	10	50	10	10	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	2	0	0	0	0	0	0	0
		磁通密度[G]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
		膜厚[nm]	30	30	30	30	30	30	30	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0142】 [表10]

			實施例85	實施例86	實施例87	實施例88	實施例89	實施例90	實施例91	實施例92
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	87.80	90.70	92.60	92.10	97.43	95.11	96.24	82.96
		Ga_2O_3	9.80	7.30	5.80	5.10	2.20	4.51	2.24	13.20
		X_2O_3	2.40	2.00	1.60	2.80	0.37	0.38	1.52	3.84
		X_2O_3種類	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3	Nd_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	80.66	84.80	87.73	85.85	95.80	92.50	92.80	78.50
		Ga	13.33	10.11	8.14	7.04	3.20	6.50	3.20	18.50
		X	6.00	5.09	4.13	7.11	1.00	1.00	4.00	3.00
		X元素	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Nd
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	10	50	10	0	0	0	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	0	0	0	2	2	2	0
		磁通密度[G]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	600
		膜厚[nm]	30	30	30	30	30	30	30	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例93	實施例94	實施例95	實施例96	實施例97	實施例98	實施例99	實施例100
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	96.60	82.57	96.45	83.06	96.64	83.03	96.63	83.02
		Ga_2O_3	2.18	13.14	2.18	13.22	2.18	13.21	2.18	13.21
		X_2O_3	1.22	4.30	1.37	3.73	1.18	3.75	1.19	3.77
		X_2O_3種類	Nd_2O_3	Ho_2O_3	Ho_2O_3	La_2O_3	In_2O_3	Ce_2O_3	Ce_2O_3	Pr_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50
		Ga	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50
		X	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00
		X元素	Nd	Ho	Ho	La	La	Ce	Ce	Pr
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	05
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	10	0	10	0	10	0	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	2	0	2	0	2	0	2	0
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	10	30	10	30	10	30	10	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	TO	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		晶高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0143】[表11]

			實施例101	實施例102	實施例103	實施例104	實施例105	實施例106	實施例107	實施例108
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	96.62	82.49	96.43	82.41	96.40	82.52	96.44	82.38
		Ga_2O_3	2.18	13.13	2.17	13.11	2.17	13.13	2.18	13.11
		X_2O_3	1.20	4.38	1.40	4.47	1.43	4.35	1.39	4.51
		X_2O_3種類	Pr_2O_3	Tm_2O_3	Tm_2O_3	Vb_2O_3	Yb_2O_3	Er_2O_3	Er_2O_3	Lu_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50
		Ga	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50
		X	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00
		X元素	Pr	Tm	Tm	Yb	Yb	Hr	Er	Lu
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	10	0	10	0	10	0	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	2	0	2	0	2	0	2	0
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	10	30	10	30	10	30	10	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例109	實施例110	實施例111	實施例112	實施例113	實施例114	實施例115	實施例116
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	96.38	84.02	96.99	85.42	96.70	84.96	95.72	85.61
		Ga_2O_3	2.17	13.37	2.19	14.04	2.25	13.96	2.23	14.07
		X_2O_3	1.44	2.61	0.82	0.55	1.05	1.08	2.05	0.32
		X_2O_3種類	Lu_2O_3	Y_2O_3	Y_2O_3	B_2O_3	B_2O_3	Sc_2O_3	Sc_2O_3	MgO
	金屬組成比率[at%]	In	95.80	78.50	95.80	78.81	92.80	78.81	92.80	78.81
		Ga	3.20	18.50	3.20	19.18	3.20	19.18	3.20	19.18
		X	1.00	3.00	1.00	2.01	4.00	2.01	4.00	2.01
		X元素	Lu	Y	Y	B	B	Sc	Sc	Mg
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	10	0	10	0	10	0	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	2	0	2	0	2	0	2	0
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	10	30	10	30	10	30	10	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0144】 [表12]

			實施例117	實施例118	實施例119	實施例120	實施例121	實施例122	實施例123	實施例124
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	97.13	84.80	95.37	85.08	95.97	84.49	94.72	84.82
		Ga_2O_3	2.26	13.93	2.22	13.98	2.23	13.88	2.21	13.94
		X_2O_3	0.61	1.27	2.41	0.94	1.79	1.63	3.08	1.25
		X_2O_3種類	MgO	ZnO	ZnO	SiO_2	SiO_2	GeO_2	GeO_2	TiO_2
	金屬組成比率[at%]	In	92.80	78.81	92.80	78.81	92.80	78.81	92.80	78.81
		Ga	3.20	19.18	3.20	19.18	3.20	19.18	3.20	19.18
		X	4.00	2.01	4.00	2.01	4.00	2.01	4.00	2.01
		X元素	Mg	Zn	Zn	Si	Si	Ge	Ge	Ti
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	10	0	10	0	10	0	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	2	0	2	0	2	0	2	0
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	10	30	10	30	10	30	10	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大哀
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例125	實施例126	實施例127	實施例128	實施例129	實施例130	實施例131	實施例132
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	95.41	81.77	96.15	83.82	96.92	82.16	96.30	83.42
		Ga_2O_3	2.22	13.01	2.17	13.34	2.19	13.07	2.17	13.27
		X_2O_3	2.37	5.22	1.68	2.84	0.90	4.76	1.52	3.31
		X_2O_3種類	TiO_2	WO_3	WO_3	ZrO_2	ZrO_2	HfO_2	HfO_2	MoO_3
	金屬組成比率[at%]	In	92.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50
		Ga	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50
		X	4.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00
		X元素	Ti	W	W	Zr	Zr	Hf	Hf	Mo
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	10	0	10	0	10	0	10
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	2	0	2	0	2	0	2	0
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	10	30	10	30	10	30	10	30
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0145】[表13]

				實施例133	實施例134	實施例135
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3		96.77	83.29	96.72
		Ga_2O_3		2.18	13.25	2.18
		X_2O_3		1.05	3.46	1.10
		X_2O_3種類		MoO_3	SnO_2	SnO_2
	金屬組成比率[at%]	In		95.80	78.50	95.80
		Ga		3.20	18.50	3.20
		X		1.00	3.00	1.00
		X元素		Mo	Sn	Sn
TFT製作條件	通道層成膜	成膛時之壓力[Pa]		0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%]	$[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	10	0
			$[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	2	0	2
		磁通密度[G]		600	600	600
		膜厚[nm]		10	30	10
		成膜後之結晶性		非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]		20	20	20
		短邊[μm]		10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]		10	10	10
		最高溫度[℃]		350	350	350
		保持時間[小時]		1	1	1
		氛圍		大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法		濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料		SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造		SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0146】[表14]

			實施例136	實施例137	實施例138	實施例139	實施例140	實施例141	實施例142	實施例143
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	73.28	94.54	72.98	94.40	73.36	94.58	73.34	94.57
		SnO_2	23.32	4.26	23.23	4.26	23.35	4.27	23.34	4.27
		X_2O_3	3.39	1.20	3.80	1.34	3.29	1.16	3.31	1.17
		X_2O_3種類	Nd_2O_3	Nd_2O_3	Ho_2O_3	Ho_2O_3	La_2O_3	La_2O_3	Ce_2O_3	Ce_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80
		Sn	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20
		X	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00
		X元素	Nd	Nd	Ho	Ho	La	La	Ce	Ce
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例144	實施例145	實施例146	實施例147	實施例148	實施例149	實施例150	實施例151
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	73.33	94.56	72.92	94.37	72.86	94.35	72.94	94.38
		SnO_2	23.34	4.27	23.21	4.26	23.19	4.26	23.21	4.26
		X_2O_3	3.33	1.17	3.87	1.37	3.95	1.40	3.84	1.36
		X_2O_3種類	Pr_2O_3	Pr_2O_3	Tm_2O_3	Tm_2O_3	Yb_2O_3	Yb_2O_3	Er_2O_3	Er_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80
		Sn	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20
		X	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00
		X元素	Pr	Pr	Tm	Tm	Yb	Yb	Er	Er
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0147】[表15]

			實施例152	實施例153	實施例154	實施例155	實施例156	實施例157	實施例158	實施例159
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	72.83	94.33	74.11	94.91	78.70	95.40	78.31	94.44
		SnO_2	23.18	4.26	23.59	4.28	20.80	3.57	20.69	3.54
		X_2O_3	3.99	1.41	2.30	0.81	0.50	1.03	0.99	2.02
		X_2O_3種類	Lu_2O_3	Lu_2O_3	Y_2O_3	Y_2O_3	B_2O_3	B_2O_3	Sc_2O_3	Sc_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	78.50	95.80	78.50	95.80	78.81	92.80	78.81	92.80
		Sn	18.50	3.20	18.50	3.20	19.18	3.20	19.18	3.20
		X	3.00	1.00	3.00	100	2.01	4.00	2.01	4.00
		X元素	Lu	Lu	Y	Y	B	B	Sc	Sc
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例160	實施例161	實施例162	實施例163	實施例164	實施例165	實施例166	實施例167
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	76.52	94.94	73.19	94.50	78.64	95.24	78.17	94.10
		SnO_2	20.75	3.55	23.29	4.26	20.78	3.57	20.66	3.52
		X_2O_3	0.74	1.50	3.51	1.24	0.58	1.19	1.17	2.38
		X_2O_3種類	Al_2O_3	Al_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3	MgO	MgO	ZnO	ZnO
	金屬組成比率[at%]	In	78.81	92.80	78.50	95.80	78.81	92.80	78.81	92.80
		Sn	19.18	3.20	18.50	3.20	19.18	3.20	19.18	3.20
		X	2.01	4.00	3.00	1.00	2.01	4.00	2.01	4.00
		X元素	Al	Al	Sm	Sm	Mg	Mg	Zn	Zn
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0148】[表16]

			實施例168	實施例169	實施例170	實施例171	實施例172	實施例173	實施例174	實施例175
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	78.41	94.69	77.91	93.46	78.19	94.14	72.35	94.11
		SnO_2	20.72	3.55	20.59	3.50	20.66	3.52	23.03	4.25
		X_2O_3	0.87	1.77	1.50	3.04	1.15	2.33	4.62	1.64
		X_2O_3種類	SiO_2	SiO_2	GeO_2	GeO_2	TiO_2	TiO_2	WO_3	WO_3
	金屬組成比率[at%]	In	78.81	92.80	78.81	92.80	78.81	92.80	78.50	95.80
		Sn	19.18	3.20	19.18	3.20	19.18	3.20	18.50	3.20
		X	2.01	4.00	2.01	4.00	2.01	4.00	3.00	1.00
		X元素	Si	Si	Ge	Ge	Ti	Ti	W	W
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	天気
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例176	實施例177	實施例178	實施例179	實施例180	實施例181
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	73.95	94.84	72.66	94.26	73.64	94.70
		SnO_2	23.54	4.28	23.13	4.25	23.44	4.27
		X_2O_3	2.51	0.88	4.21	1.49	2.92	1.03
		X_2O_3種類	ZrO_2	ZrO_2	HfO_2	HfO_2	MoO_3	MoO_3
	金屬組成比率[at%]	In	78.50	95.80	78.50	95.80	78.50	95.80
		Sn	18.50	3.20	18.50	3.20	18.50	3.20
		X	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00
		X元素	Zr	Zr	Hf	Hf	Mo	Mo
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0149】[表17]

			實施例182	實施例183	實施例184	實施例185	實施例186	實施例187	實施例188	實施例189
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	89.45	95.78	88.78	95.50	89.63	95.86	89.59	95.84
		ZnO	4.37	1.77	4.33	1.77	4.37	1.78	4.37	1.77
		X_2O_3	6.18	2.44	6.89	2.74	6.00	2.37	6.04	2.39
		X_2O_3種類	Nd_2O_3	Nd_2O_3	Ho_2O_3	Ho_2O_3	La_2O_3	La_2O_3	Ge_2O_3	Ge_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	87.70	95.00	87.70	95.00	87.70	95.00	87.70	95.00
		Zn	7.30	3.00	7.30	3.00	7.30	3.00	7.30	3.00
		X	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00
		X元素	Nd	Nd	Ho	Ho	La	La	Ce	Ce
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例190	實施例191	實施例192	實施例193	實施例194	實施例195	實施例196	實施例197
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	89.56	95.83	88.65	95.44	88.52	95.38	88.70	95.46
		ZnO	4.37	1.77	4.33	1.77	4.32	1.77	4.33	1.77
		X_2O_3	6.07	2.40	7.03	2.79	7.16	2.85	6.97	2.77
		X_2O_3種類	Pr_2O_3	Pr_2O_3	Tm_2O_3	Tm_2O_3	Yb_2O_3	Yb_2O_3	Er_2O_3	Er_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	87.70	95.00	87.70	95.00	87.70	95.00	87.70	95.00
		Zn	7.30	3.00	7.30	3.00	7.30	3.00	7.30	3.00
		X	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00
		X元素	Pr	Pr	Tm	Tm	Yb	Yb	Er	Er
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0150】[表18]

			實施例198	實施例199	實施例200	實施例201	實施例202	實施例203	實施例204	實施例205
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	88.45	95.36	91.31	96.56	93.79	95.79	92.78	95.55
		ZnO	4.32	1.77	4.46	1.79	5.10	3.95	5.05	3.94
		X_2O_3	7.23	2.88	4.23	1.65	1.11	0.26	2.17	0.51
		X_2O_3種類	Lu_2O_3	Lu_2O_3	Y_2O_3	Y_2O_3	B_2O_3	B_2O_3	Sc_2O_3	Sc_2O_3
	金屬組成比率[at%]	In	87.70	95.00	87.70	95.00	87.73	92.50	87.73	92.50
		Zn	7.30	3.00	7.30	3.00	8.14	6.50	8.14	6.50
		X	5.00	2.00	5.00	2.00	4.13	1.00	4.13	1.00
		X元素	Lu	Lu	Y	Y	B	B	Sc	Sc
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		窗高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例206	實施例207	實施例208	實施例209	實施例210	實施例211	實施例212	實施例213
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	93.31	95.68	89.25	95.70	93.63	95.75	93.04	95.61
		ZnO	5.08	3.94	4.36	1.77	5.09	3.95	5.06	3.94
		X_2O_3	1.61	0.38	6.39	2.53	1.28	0.30	1.89	0.45
		X_2O_3種類	Al_2O_3	Al_2O_3	Sm_2O_3	Sm_2O_3	MgO	MgO	SiO_2	SiO_2
	金屬組成比率[at%]	In	87.73	92.50	87.70	95.00	87.73	92.50	87.73	92.50
		Zn	8.14	6.50	7.30	3.00	8.14	6.50	8.14	6.50
		X	4.13	1.00	5.00	2.00	4.13	1.00	4.13	1.00
		X元素	Al	Al	Sm	Sm	Mg	Mg	Si	Si
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0151】[表19]

			實施例214	實施例215	實施例216	實施例217	實施例218	實施例219	實施例220	實施例221
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	91.75	95.30	92.47	95.47	87.41	94.91	90.96	96.41
		ZnO	4.99	3.93	5.03	3.93	4.27	1.76	4.44	1.79
		X_2O_3	3.25	0.78	2.50	0.59	8.32	3.34	4.60	1.80
		X_2O_3種類	GeO_2	GeO_2	TiO_2	TiO_2	WO_3	WO_3	ZrO_2	ZrO_2
	金屬組成比率[at%]	In	87.73	92.50	87.73	92.50	87.70	95.00	87.70	95.00
		Zn	8.14	6.50	8.14	6.50	7.30	3.00	7.30	3.00
		X	4.13	1.00	4.13	1.00	5.00	2.00	5.00	2.00
		X元素	Ge	Ge	Ti	Ti	W	W	Zr	Zr
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

			實施例222	實施例223	實施例224	實施例225
濺鍍靶	添加組成比率[mass%]	In_2O_3	88.08	95.20	90.26	96.12
		ZnO	4.30	1.76	4.41	1.78
		X_2O_3	7.62	3.04	5.34	2.10
		X_2O_3種類	HfO_2	HfO_2	MoO_3	MoO_3
	金屬組成比率[at%]	In	87.70	95.00	87.70	95.00
		Zn	7.30	3.00	7.30	3.00
		X	5.00	2.00	5.00	2.00
		X元素	Hf	Hf	Mo	Mo
TFT製作條件	通道層成膜	成膜時之壓力[Pa]	0.5	0.5	0.5	0.5
		成膜時之流量比[%] $[O_2]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	10	0	10	0
		成膜時之流量比[%] $[H_2O]/([H_2O]+[Ar]+[O_2])$	0	2	0	2
		磁通密度[G]	600	600	600	600
		膜厚[nm]	30	10	30	10
		成膜後之結晶性	非晶質	非晶質	非晶質	非晶質
	通道層圖案化	長邊[μm]	20	20	20	20
		短邊[μm]	10	10	10	10
	通道層退火	升溫圖案[℃/分]	10	10	10	10
		最高溫度[℃]	350	350	350	350
		保持時間[小時]	1	1	1	1
		氛圍	大氣	大氣	大氣	大氣
	TFT	緩衝層之成膜方法	濺鍍	濺鍍	濺鍍	濺鍍
		緩衝層之材料	SiO_2	SiO_2	SiO_2	SiO_2
		TFT構造	SA-TG	SA-TG	SA-TG	SA-TG

【0152】 再者，表1～19中，「-」表示為「0」。

【0153】 (A)氧化物薄膜之評價

(a)成膜後之結晶性

於實施例及比較例中，對以與藉由「(3)通道層之形成」所獲得之附帶氧化物薄膜之基板相同之方式所製作之附帶氧化物薄膜之基板進行X射線繞射測定，藉此判斷成膜後之結晶性。

具體而言，使用X射線繞射裝置(Rigaku公司製造之「SmartLab型」)，使CuKα射線(1.5418 Å)之平行光束入射至氧化物薄膜，藉由2θ/θ測定，於2θ為10～80°之範圍內測定繞射圖案。針對成膜氧化物薄膜之前之無鹼玻璃基板(支持體)亦進行同樣之測定，將氧化物薄膜之成膜前後之繞射圖案進行比較，將於氧化物薄膜之成膜後繞射峰未增加之氧化物薄膜判斷為「非晶質」。另一方面，將於氧化物薄膜之成膜後繞射峰增加之氧化物薄膜判斷為「結晶」。將結果示於表1～19。

【0154】 針對實施例及比較例中所獲得之TFT，進行以下之評價。將結果示於表20～31。再者，表中，「E＋XX」意指「$\times 10^{XX}$」。

【0155】 (B)TFT之通道層(結晶氧化物薄膜)之評價

針對TFT中之通道層之剖面之結晶狀態，使用聚焦離子束裝置(FIB：Focused Ion Beam)對通道層進行預處理，藉由穿透式電子顯微鏡(TEM：Transmission Electron Microscope)對通道層之剖面進行觀察，藉此評價(a)晶界之平均間隔D及(b)結晶狀態。

【0156】 具體而言，首先，使用FIB(日立高新技術公司製造之「FB2100型」)裝置，使離子束沿對於通道層之表面垂直方向進入，以加速電壓40 kV取樣尺寸16 μm×4 μm之試驗片。其後，針對所取樣之試驗

片，對於在通道長度方向(圖式之水平方向)上重疊有閘極電極與閘極絕緣膜、氧化物薄膜之區域提取樣品。

對於提取出之樣品，在通道長度方向及與膜厚方向垂直之通道寬度方向(圖式之深度方向)上，使用FIB(日本電子公司製造之「JIB-4700F型」)裝置以加速電壓20 kV進行加工直至薄片之厚度達到約100 nm左右，而使樣品之厚度變薄。

剖面TEM像係於基板為平坦狀態且未施加外力之條件下使用穿透式電子顯微鏡(日本電子製造之「JEM-F200型」)觀察所得。將加速電壓設為200 kV，以下述倍率實施觀察。

【0157】 (a)晶界之平均間隔D

觀察氧化物薄膜之剖面時之平均間隔D可藉由對利用剖面TEM觀察到之晶粒之間隔進行分析而算出。於以觀察倍率20,000倍觀測所得之圖像之中，以通道長度方向上5 μm且氧化物膜厚之尺寸提取出薄膜TFT中之通道長度方向之中央部成為中心的視野，對剖面TEM像進行觀測。針對所獲得之剖面TEM像之視野，使用Image Metorology公司製造之「SPIP，Version4.3.2.0」進行圖像分析，藉此算出晶界之平均間隔D。詳情如下所示。

針對剖面TEM圖像，於晶界上劃彩色編碼H0、S0、V10之線。進而，使用圖像分析軟體將對比度進行數值化，將(最大濃度-最小濃度)×1/4之高度設定為閾值。繼而，將顯示閾值以下之對比度之區域定義為晶界，求出各晶界與最接近粒子之間隔，而作為晶界之間隔。用所獲得之各晶界之間隔之合計值除以測定了間隔之部位數，求出所得值作為晶界之平均間隔D。

再者，於下述(b)結晶狀態之評價中，關於判斷為「2層結晶」者，由於對柱狀結晶之晶界無法進行分析，故設為無法測定。

【0158】 (b)結晶狀態

關於結晶狀態之判定方法，係藉由對於利用剖面TEM像之觀察所獲得之樣品，對電子束繞射圖案進行觀察來判斷。

具體而言，對於使用電子顯微鏡(日本電子製造之「JEM-F200型」)，利用剖面TEM像以觀察倍率1,000,000倍觀察之氧化物薄膜區域，藉由選擇性視場光闌以照射區域約100 nmϕ、加速電壓200 kV照射電子束，而測定繞射圖案。以於剖面TEM像樣品中之通道長度方向上在10 μm之範圍內觀測點不會重疊之方式大致等間隔地提取出10個視野。於通道長度方向之長度較短，提取之範圍被限制在未達10 μm之情形時，以在與通道長度對應之範圍內觀測點不會重疊之方式大致等間隔地提取出10個視野。將於提取出之10個視野中所有視野中均未獲得清晰繞射點之氧化物薄膜判斷為「非晶質」。另一方面，將任一視野中自繞射圖案中觀察到具有對稱性之繞射點且於任一視野之剖面TEM像中在氧化物薄膜之膜厚方向上均未確認到2層結晶化之狀態之情形判斷為「柱狀結晶」。

又，將於剖面TEM像中在氧化物薄膜之膜厚方向上確認到2層結晶化之狀態之情形判斷為「2層結晶」。

【0159】 (c)FFT特定面方位比率

FFT特定面方位比率係藉由如下方式算出：對於藉由剖面TEM像之觀察所獲得之TEM像進行二維傅立葉變換(FFT：Fast Fourier Transformation)，將所獲得之圖像與逆晶格模擬結果加以比較。FFT像係藉由使用軟體ImageJ(自由軟體ver 1.45l(2011/07/20))進行計算而取得。

模擬係使用軟體ReciPro(自由軟體ver4.797(2021/03/24))，實施關於In_2O_3之方鐵錳礦構造之逆晶格模擬及TEM像模擬。模擬中，方鐵錳礦構造之結晶構造資料係使用ICSD(Inorganic Crystal Structure Database：化學情報協會)之14388，使用空間群：Ia-3、晶格常數：a＝10.17700 Å。於逆晶格模擬中，於至少顯示面間隔0.8 Å之逆晶格點之範圍內進行模擬，以縱與橫之尺寸相同之圖像尺寸取得結果。

【0160】 將針對In_2O_3之方鐵錳礦構造之TEM像模擬結果，進行二維傅立葉變換所獲得之FFT像示於圖4。

圖4所示之A、B、C、D、E、F、G、H、I之各圖案係依序對應於結晶面(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、(320)。

TEM像係自剖面TEM像中所觀察到之氧化物薄膜區域中，將觀察倍率設為1,000,000倍，以於通道長度方向上在10 μm之範圍內觀測點不會重疊之方式大致等間隔地提取出10個視野。於通道長度方向之長度較短，提取之範圍被限制為未達10 μm之情形時，以在與通道長度對應之範圍內觀測點不會重疊之方式大致等間隔地提取出10個視野。

針對提取出之各視野中於通道長度方向上不包含晶界，且於膜厚方向上不包含界面或晶界之範圍，觀察能夠確認有規律之原子排列之晶格像之TEM像，藉由與同圖4所示之模擬之圖案對應之關於各結晶面之逆晶格模擬(例如圖6)進行對比，而評價其FFT像是否屬於圖案A～I之任一面方位。

具體而言，將提取出之各視野之FFT像以圖像之縱橫比不會變化之方式，在頻域之大小與逆晶格模擬之誤差為±10%之範圍內進行放大縮小，

繼而，藉由使該FFT像於圖像之二維平面方向上旋轉而調整尺寸及斜率，使調整後之FFT像以圖像中心一致的方式與逆晶格模擬重疊。然後，於A～I之任一圖案之結晶面，以FFT像之亮度最高之亮點向低亮點之順序，8處以上之座標一致之情形時，判定為其視野為FFT特定面方位。

此處，於將自逆晶格模擬之各逆晶格點之中心座標，相對於逆晶格模擬之圖像尺寸為2%之像素數作為半徑之範圍內，存在FFT像之各亮點之中心座標的情形時，判定為座標一致。於以下敍述圖4所示之對各結晶面之判定方法。

【0161】 圖4所示之A之結晶面為(100)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉90°而圖案一致之四重對稱之性質。代表性之亮點之面間隔為2.53 Å、1.79 Å、1.27 Å，相同面間隔之亮點存在於90°旋轉位置處。於自2.53 Å之亮點旋轉了45.0°之座標軸上存在1.79 Å之亮點，1.27 Å之亮點存在於與2.53 Å之亮點相同之座標軸上。確認任意地選自面間隔為2.53 Å之亮點4點、面間隔為1.79 Å之亮點4點、面間隔為1.27 Å之亮點4點之合計12點中之8點亮點是否座標一致。

【0162】 圖4所示之B之結晶面為(110)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉180°而圖案一致之兩重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為2.53 Å、2.92 Å、1.79 Å、1.27 Å，相同面間隔之亮點存在於180°旋轉位置處。於自2.53 Å之亮點旋轉了54.7°之座標軸上存在2.92 Å之亮點，於自2.92 Å之亮點旋轉了35.3°之座標軸上存在1.79 Å之亮點，1.27 Å之亮點存在於與2.53 Å之亮點相同之座標軸上。確認任意地選自面間隔為2.53 Å之亮點2點、面間隔為2.92 Å之亮點4點、面間隔為1.79 Å之亮點2點、面間隔為1.27 Å之亮點2點之合計10點中之8點亮點是否座標一致。

【0163】 圖4所示之C之結晶面為(111)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉60°而圖案一致之六重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為1.79 Å、1.03 Å，相同面間隔之亮點存在於60°旋轉位置處。於自1.79 Å之亮點旋轉了30.0°之座標軸上存在1.03 Å之亮點。確認任意地選自面間隔為1.79 Å之亮點6點、及面間隔為1.03 Å之亮點6點之合計12點中之8點亮點是否座標一致。

【0164】 圖4所示之D之結晶面為(211)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉180°而圖案一致之兩重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為2.92 Å、1.53 Å、1.79 Å、1.46 Å，相同面間隔之亮點存在於180°旋轉位置處。於自2.92 Å之亮點旋轉了58.5°之座標軸上存在1.53 Å之亮點，於自1.53 Å之亮點旋轉了31.5°之座標軸上存在1.79 Å之亮點，1.46 Å之亮點存在於與2.92 Å之亮點相同之座標軸上。確認任意地選自面間隔為2.92 Å之亮點2點、面間隔為1.53 Å之亮點4點、面間隔為1.79 Å之亮點2點、面間隔為1.46 Å之亮點2點之合計10點中之8點亮點是否座標一致。

【0165】 圖4所示之E之結晶面為(411)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉180°而圖案一致之兩重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為1.79 Å、1.53 Å、1.69 Å、0.89 Å，相同面間隔之亮點存在於180°旋轉位置處。於自1.79 Å之亮點旋轉了64.8°之座標軸上存在1.53 Å之亮點，於自1.53 Å之亮點旋轉了25.2°之座標軸上存在1.69 Å之亮點，0.89 Å之亮點存在於與1.79 Å之亮點相同之座標軸上。確認任意地選自面間隔為1.79 Å之亮點2點、面間隔為1.53 Å之亮點4點、面間隔為1.69 Å之亮點2點、面間隔為0.89 Å之亮點2點之合計10點中之8點亮點是否座標一致。

【0166】 圖4所示之F之結晶面為(125)，具有藉由固定圖像之中心

座標並旋轉180°而圖案一致之兩重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為2.26 Å、1.53 Å、2.07 Å、1.38 Å，相同面間隔之亮點存在於180°旋轉位置處。於自2.26 Å之亮點旋轉了47.6°之座標軸上存在1.53 Å之亮點，於自1.53 Å之亮點旋轉了42.4°之座標軸上存在2.07 Å之亮點，1.38 Å之亮點存在於與2.07 Å之亮點相同之座標軸上。確認任意地選自面間隔為2.26 Å之亮點2點、面間隔為1.53 Å之亮點4點、面間隔為2.07 Å之亮點2點、面間隔為1.38 Å之亮點2點之合計10點中之8點亮點是否座標一致。

【0167】 圖4所示之G之結晶面為(210)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉180°而圖案一致之兩重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為2.53 Å、2.07 Å、2.26 Å、1.27 Å，相同面間隔之亮點存在於180°旋轉位置處。於自2.53 Å之亮點旋轉了65.9°之座標軸上存在2.07 Å之亮點，於自2.07 Å之亮點旋轉了24.1°之座標軸上存在2.26 Å之亮點，1.27 Å之亮點存在於與2.53 Å之亮點相同之座標軸上。確認任意地選自面間隔為2.53 Å之亮點2點、面間隔為2.07 Å之亮點4點、面間隔為2.26 Å之亮點2點、面間隔為1.27 Å之亮點2點之合計10點中之8點亮點是否座標一致。

【0168】 圖4所示之H之結晶面為(310)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉180°而圖案一致之兩重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為2.53 Å、2.71 Å、1.60 Å、1.27 Å，相同面間隔之亮點存在於180°旋轉位置處。於自2.53 Å之亮點旋轉了57.7°之座標軸上存在2.71 Å之亮點，於自2.71 Å之亮點旋轉了32.3°之座標軸上存在1.60 Å之亮點，1.27 Å之亮點存在於與2.53 Å之亮點相同之座標軸上。確認任意地選自面間隔為2.53 Å之亮點2點、面間隔為2.71 Å之亮點4點、面間隔為1.60 Å之亮點2點、面間隔為1.27 Å之亮點2點之合計10點中之8點亮點是否座標一致。

【0169】 圖4所示之I之結晶面為(320)，具有藉由固定圖像之中心座標並旋轉180°而圖案一致之兩重對稱之性質。代表性亮點之面間隔為2.53 Å、2.16 Å、2.71 Å，相同面間隔之亮點存在於180°旋轉位置處。於自2.53 Å之亮點旋轉了50.2°之座標軸上存在2.16 Å之亮點，於自2.16 Å之亮點旋轉了24.3°之座標軸上存在2.71 Å之亮點。確認任意地選自面間隔為2.53 Å之亮點2點、面間隔為2.16 Å之亮點4點、面間隔為2.71 Å之亮點4點之合計10點中之8點亮點是否座標一致。

【0170】 再者，關於在剖面TEM像中，於氧化物薄膜之膜厚方向上2層結晶化之狀態得到確認之「2層結晶」之情形，提取出不包含於膜厚方向上2層結晶化之狀態之最大區域，針對該區域，以與上述相同之方式評價是否為FFT特定面方位。

針對所提取出之10個視野之FFT像，分別與模擬之圖案(圖案A～I)進行對比，用判定為FFT特定面方位之視野數除以進行過觀察之全部視野數(10個)((顯示FFT特定面方位之視野數)/(全部視野數))，藉此算出FFT特定面方位比率(%)。

【0171】 (d)ε(晶格應變)之平均值

ε(晶格應變)之平均值係根據對剖面TEM像之FFT像進行分析所獲得之晶格常數算出。

ε(晶格應變)係針對於「(c)FFT特定面方位比率」中提取出之10個視野中判定為屬於FFT特定面方位之視野各者，對各FFT像進行分析，根據所獲得之晶格常數而算出。

各視野係於相對應之面方位與觀察方向之軸的角度差達到1°以下之條件下觀察。

晶格常數係自以觀察倍率1,000,000倍觀察之晶格像之TEM像獲得之FFT像算出(參照圖5)。

TEM像採用包含與結晶氧化物薄膜相接之層，且可明確特定與結晶氧化物薄膜之無鹼玻璃基板(支持體)側之界面平行之方向(即，與結晶氧化物薄膜之主面平行之方向。以下表示為平面方向)、及與結晶氧化物薄膜之無鹼玻璃基板(支持體)側之界面垂直之方向(即，結晶氧化物薄膜之主面之法線方向。以下表示為法線方向)者。

於該TEM像中，將不包含結晶氧化物薄膜之晶界或鄰接之層且512像素×512像素以上之像素數區域且10 nm×10 nm以上之區域作為對象，進行二維傅立葉變換處理，而取得FFT像。

針對所獲得之FFT像，利用高斯濾波器進行平滑化，藉此去除雜訊，提取出各亮點之中亮度最高之頂點座標，將其等作為逆晶格點之座標。

【0172】 具體而言，將位於自FFT像之中心座標沿法線方向延伸之座標軸上之亮點之中顯示最高亮度之頂點座標作為逆晶格點P1。又，將位於自FFT像之中心座標沿平面方向延伸之座標軸上之亮點之中顯示最高亮度之頂點座標作為逆晶格點P2。然後，將與該等逆晶格點P1、P2(頂點座標)對應之頻域之大小(距FFT像之中心座標之距離)分別作為面間隔d1、面間隔d2。面間隔係藉由將頻域之大小轉換為實空間之長度而求出。

繼而，以與「(c)FFT特定面方位比率」中所說明相同之方式，實施In_2O_3之方鐵錳礦構造之逆晶格模擬，將所獲得之逆晶格圖案之模擬之結果(參照圖6。與圖案A～I之任一者對應之圖案及各亮點之密勒指數)、與分析對象之FFT像之圖案加以對比，特定逆晶格點P1之密勒指數(h_1、k_1、l_1)、及逆晶格點P2之密勒指數(h_2、k_2、l_2)。為了於逆晶格模擬中可特定

各亮點之密勒指數，而與分析對象之FFT像進行對比，藉此可對於該FFT像之各亮點特定密勒指數。再者，關於FFT像之各亮點，自中心座標觀察，於旋轉了180°之位置處存在面間隔相同且密勒指數之符號相反之亮點，但由於不會晶格常數之計算結果造成影響，故亦可採用正或負之密勒指數。

根據逆晶格點P1之面間隔d1及密勒指數(h_1、k_1、l_1)，藉由下述式(1)算出法線方向之晶格常數a。

又，根據逆晶格點P2之面間隔d2及密勒指數(h_2、k_2、l_2)，藉由下述式(2)算出平面方向之晶格常數b。

【0173】 法線方向之晶格常數$a=\sqrt{(h_1^2+k_1^2+h_1^2)}\times d1$ …(式(1))

【0174】 平面方向之晶格常數$b=\sqrt{(h_2^2+k_2^2+h_2^2)}\times d2$ …(式(2))

【0175】 逆晶格點P1具體而言，選擇存在於自FFT像之中心座標延伸且與法線方向所成之角度處於±30°之範圍內之座標軸上且面間隔d1處於0.8～2.0 Å之範圍內之亮點中在更接近基板法線之角度顯示最高亮度的亮點。

又，逆晶格點P2具體而言，選擇存在於自FFT像之中心座標延伸且與平面方向所成之角度處於±30°之範圍內之座標軸上且面間隔d2處於0.8～2.0 Å之範圍內之亮點中在更接近基板平面之角度顯示最高亮度之亮點。

又，逆晶格點P1及逆晶格點P2係以逆晶格點P1所存在之座標軸、與逆晶格點P2所存在之座標軸所成的角度α成為70°＜α＜110°之範圍的方式選擇P1、P2之亮點。

根據法線方向之晶格常數a及平面方向之晶格常數b，藉由下述式(3)

算出晶格應變ε。

【0176】 [數3]

$$\varepsilon = \frac{b}{a} \quad \cdots \quad (3)$$

藉由算術平均算出針對各視野算出之ε(晶格應變)之平均值ε_{aver}。

【0177】 (C)關於TFT之性能之評價

針對所獲得之TFT，使用半導體參數分析儀(安捷倫股份有限公司製造之「B1500」)，於室溫、遮光環境下(遮蔽盒內)進行測定。再者，汲極電壓(Vd)係施加20 V。相對於Vd施加，以0.1 V之步進施加閘電壓(Vg)自-5 V至20 V，測定電流值Id，藉此獲得Id-Vg特性。

將根據Id-Vg特性算出之各種參數示於表20～31。再者，各參數之算出方法係如以下記載所示。

【0178】 (a)飽和遷移率之最大值

根據施加Vd＝20 V時之Id-Vg特性求出飽和遷移率(μsat)。

將施加Vd＝20 V時之飽和遷移率之最大值製成Id-Vg特性之圖表，算出各Vg之跨導(Gm)，使用飽和區域之式推導出飽和遷移率(μsat)。具體而言，Gm係藉由下述數式(c1)算出。

【0179】 [數4]

$$Gm = \partial\left(\sqrt{Id}\right) / \partial(Vg) \qquad (c1)$$

進而，藉由飽和區域之下述式(c)算出μsat。

$\mu sat = (2 \cdot Gm \cdot L)/(W \cdot Ci) \cdots (c)$

式(c)中之L為通道長度(L長度)，W為通道寬度(W長度)。

進而，根據各Vg-μsat之圖表，算出Vg＝0～20 V時之μsat之最大

值。

【0180】 (b)S值及Vth

根據各Id-Vg特性之圖表來評價S值及閾值電壓(Vth)。具體而言，於電流值Id＝10^{-11}～10^{-10}[A]區域中，將藉由下述式(d)求出之值作為S值算出。進而，將電流值Id＝10^{-8}[A]時之Vg之值作為閾值電壓(Vth)算出。

【0181】 [數5]

$$S = \frac{\Delta Vg}{\Delta(\log Id)} \qquad (d)$$

【0182】 (c)漏電流

根據各Id-Vg特性之圖表，評價漏電流。漏電流係以Vg＝-5 V所測得之Id之值。

【0183】 (d)自對準型小型TFT可靠性

藉由壓力試驗來評價TFT之可靠性。實施正向偏壓加熱壓力試驗(PBTS)、負向偏壓加熱壓力試驗(NBTS)、及定電流壓力試驗(CCS)這3種。

PBTS係於50℃下施加Vg＝+20 V，將經過1萬秒後之閾值電壓(Vth)與試驗前進行比較，將其差量設為ΔVth。

NBTS係於50℃下施加Vg＝-20 V，將經過1萬秒後之閾值電壓(Vth)與試驗前進行比較，將其差量設為ΔVth。

CCS係於室溫下施加Vg＝10 V、Vd＝20 V，控制Vg以使壓力施加前流過之電流值Id保持一定，繼續流過電流，將經過1萬秒後之閾值電壓(Vth)與試驗前進行比較，將其差量設為ΔVth。

【0184】 [表20]

			實施例1	實施例2	實施例3	實施例4	實施例5	實施例6
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM	晶界之平均間隔D[μm]	0.70	0.87	0.96	0.92	0.86	0.91
		FFT特定面方位比率[%]	80	100	100	70	100	100
		ε之平均值	1.03	1.03	1.03	1.02	1.04	1.01
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	31	33	34	31	35	25
		S值[V/decade]	0.22	0.27	0.24	0.30	0.25	0.27
		Vth[V]	0.8	0.4	0.2	0.6	0.1	-0.2
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.6	0.8	0.3	0.4	0.9	0.7
		NBTS ΔVth[V]	-0.7	-0.6	-0.8	-0.9	-1.1	-1.1
		定電流壓力 ΔVth[V]	0.2	0.4	0.3	0.9	0.3	0.5

			實施例7	實施例8	實施例9	實施例10	實施例11
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM	晶界之平均間隔D[μm]	0.60	0.39	1.3	1.4	1.2
		FFT特定面方位比率[%]	90	60	100	50	80
		ε之平均值	1.01	1.00	1.04	1.03	1.02
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	30	20	31	29	22
		S值[V/decade]	0.32	1.1	0.36	0.38	0.39
		Vth[V]	-0.6	1.0	-0.4	-0.2	-1.2
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-12	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.7	0.6	0.9	1.0	1.1
		NBTS ΔVth[V]	-1.1	0.6	-0.8	-1.2	-2.8
		定電流壓力 ΔVth[V]	0.8	0.8	0.6	0.9	0.8

【0185】 [表21]

			實施例12	實施例13	實施例14	實施例15	實施例16	實施例17
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM	晶界之平均間隔D[μm]	1.9	1.9	1.8	1.7	1.9	1.9
		FFT特定面方位比率[%]	100	100	100	80	100	70
		ε之平均值	1.05	1.05	1.04	1.06	1.06	1.01
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	52	54	50	58	55	48
		S值[V/decade]	0.32	0.25	0.87	0.20	0.48	0.42
		Vth[V]	-1.8	0.4	-4.8	-0.2	-4.5	-3.8
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.9	0.5	1.2	0.7	3.2	1.2
		NBTS ΔVth[V]	-0.9	-0.7	-2.6	-0.8	-4.1	-2.1
		定電流壓力ΔVth[V]	0.8	0.4	1.0	0.6	0.9	1.2

			比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM	晶界之平均間隔D[Wm]	無法測定	2.5	無法測定	無法測定	0.08	1.10	0.93	無法測定
		FFT特定面方位比率[%]	30	40	20	30	20	30	40	0
		ε之平均值	0.99	1.00	1.11	1.12	0.98	0.98	1.02	無法測定
		結晶狀態	2層結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	非晶質
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	15	25	龜裂、剝離	龜裂、剝離	4	10	9	5
		S值[V/decade]	無法測定	0.39			1.9	0.8	3.2	2.4
		Vth[V]	-5以下	0.5			-3.8	-0.5	-3.0	1.2
		漏電流[A]	＜1E-8	＜1E-13			＜1EH3	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	5以上	1.1			0.6	0.7	0.7	0.5
		NBTS ΔVth[V]	-5以下	-2.8			-5以下	-5以下	-5以下	-5以下
		定電流壓力ΔVth[V]	5以上	5以上			5以上	5以上	5以上	5以上

【0186】 [表22]

			實施例18	實施例19	實施例20	比較例9
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	2.0	1.6	1.4	無法測定
		FFT特定面方位比率[%]	80	70	100	40
		ε之平均	1.03	1.05	1.05	1.00
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	2層結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	33	33	37	無ON/OFF有漏電流
		S值[V/decade]	0.4	0.4	0.4	
		Vth[V]	-0.2	-0.5	-0.2	
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.4	1.2	1.1	無ON/OFF
		NBTS ΔVth[V]	-1.2	-2.9	-2.4	
		定電流壓力ΔVth[V]	0.9	0.6	1.0	

			實施例21	實施.例22	實施例23	實施例24	實施例25	實施例26	實施例27	實施例28
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.7	1.4	0.2	1.7	2	1.3	1.1	1.9
		FFT特定面方位比率[%]	70	70	60	70	60	80	70	100
		ε之平均	1.02	1.04	1.02	1.01	1.04	1.05	1.01	1.02
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	37	36	31	30	30	37	36	31
		S值[V/decade]	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5
		Vth[V]	1.1	1.2	0.8	0.2	0.7	-0.4	-0.4	0.5
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.5	1.0	1.1	1.2	0.8	0.8	0.6	1.0
		NBTS ΔVth[V]	-1.4	-1.5	-1.6	-2.4	-1.4	-1.6	-1.0	-1.3
		定電流壓力ΔVth[V]	0.4	0.5	0.8	0.5	0.6	0.2	0.9	0.8

			實施例29	實施例30	實施例31	實施例32	實施例33	實施例34	實施例35	實施例36
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.1	0.1	1.7	2	0.8	1.6	1.5	1
		FFT特定面方位比率[%]	90	100	70	90	90	70	100	80
		ε之平均	1.04	1.06	1.06	1.03	1.03	1.01	1.04	1.02
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	34	34	31	37	30	32	34	34
		S值[V/decade]	0.6	0.4	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5	0.5
		Vth[V]	-0.8	-0.1	-0.9	1.1	0.2	1.0	-0.6	-0.3
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.6	1.5	0.6	1.3	0.6	0.4	1.2	1.2
		NBTS ΔVth[V]	-1.9	-2.6	-1.7	-1.6	-1.8	-2.4	-2.3	-1.9
		定電流壓力ΔVth[V]	0.6	1.0	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9	0.2

【0187】 [表23]

			實施例37	實施例38	實施例39	實施例40	實施例41	實施例42	實施例43	實施例44
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.7	1.3	0.5	1.3	1	0.4	0.1	0.6
		FFT特定面方位比率[%]	90	90	60	80	100	60	80	80
		ε之平均	1.04	1.04	1.06	1.02	1.05	1.03	1.02	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	34	32	36	32	32	32	37	35
		S值[V/decade]	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
		Vth[V]	0.7	-0.4	-0.2	0.7	0.3	0.1	-0.7	-0.6
		漏電流[A]	＜IE-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.2	1.1	1.3	1.5	0.9	0.8	1.2	1.3
		NBTS ΔVth[V]	-2.5	-2.8	-1.4	-1.4	-2.5	-1.8	-2.6	-2.8
		定電流壓力ΔVth[V]	0.5	0.4	1.0	0.7	0.7	0.8	0.8	0.2

			實施例45	實施例46	實施例47	實施例48	實施例49	實施例50	實施例51	實施例52
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.4	0.7	0.1	1.2	0.1	0.8	1.3	1.8
		FFT特定面方位比率[%]	70	90	90	80	80	70	100	90
		ε之平均	1.06	1.06	1.02	1.04	1.06	1.05	1.03	1.06
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	36	35	33	36	32	32	34	35
		S值[V/decade]	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5
		Vth[V]	1.3	0.3	0.8	0.9	0.9	0.4	-1.0	-0.9
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.2	0.4	0.8	0.9	0.4	1.0	0.5	1.2
		NBTS ΔVth[VJ	-2.9	-2.6	-2.8	-2.7	-2.6	-1.9	-2.7	-1.3
		定電流壓力ΔVth[V]	1.0	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7	0.2

			實施例53	實施例54	實施例55	實施例56	實施例57	實施例58	實施例59	實施例60
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.8	0.5	2	1.3	0.6	1	2	0.4
		FFT特定面方位比率[%]	90	90	90	60	80	70	70	60
		ε之平均	1.01	1.03	1.04	1.01	1.05	1.02	1.04	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	32	33	35	30	30	30	35	34
		S值[V/decade]	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5
		Vth[V]	0.2	-0.2	0.7	1.1	1.1	1.2	1.1	0.9
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.5	0.9	1.4	0.5	1.1	1.0	1.5	0.9
		NBTS ΔVth[V]	-1.5	-2.1	-1.6	-1.3	-1.1	-1.1	-1.2	-1.6
		定電流壓力ΔVth[V]	0.7	0.7	0.2	0.3	0.5	0.3	0.9	0.7

【0188】 [表24]

			實施例61	實施例62	實施例63	實施例64	實施例65	實施例66	實施例67	實施例68
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.7	0.1	1.5	1.7	0.8	0.9	0.6	1.4
		FFT特定面方位比率[%]	60	100	90	60	100	60	80	90
		ε之平均	1.05	1.04	1.06	1.03	1.05	1.03	1.06	1.06
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	36	32	33	35	31	31	36	34
		S值[V/decade]	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4
		Vth[V]	0.3	0.2	0.8	0.4	0.6	0.9	-0.5	0.3
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.5	0.6	0.5	0.4	1.0	0.4	1.0	0.7
		NBTS ΔVth[V]	-2.9	-2.3	-1.8	-1.4	-2.1	-1.7	-1.5	-2.6
		定電流壓力ΔVth[V]	0.8	0.4	0.2	1.0	0.4	0.6	0.8	0.6

			實施例69	實施例70	實施例71	實施例72	實施例73	實施例74	實施例75	實施例76
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.10	0.60	1.90	0.60	1.10	0.20	0.90	0.70
		FFT特定面方位比率[%]	80	90	80	80	70	100	100	90
		ε之平均	1.01	1.02	1.05	1.01	1.01	1.03	1.02	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	34	34	32	30	29	33	35	34
		S值[V/decade]	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.6
		Vth[V]	-0.9	0.6	1	-0.4	0.2	-0.7	0	0
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.9	0.6	1.5	1.2	1.2	0.9	0.5	1.4
		NBTS ΔVth[V]	-1.0	-1.5	-1.0	-1.8	-2.5	-2.6	-2.5	-1.0
		定電流壓力ΔVth[V]	0.2	0.6	0.4	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9

			實施例77	實施例78	實施例79	實施例80	實施例31	實施例82	實施例83	實施例84
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	2.00	1.1	0.3	1.0	0.8	1.6	0.7	0.7
		FFT特定面方位比率[%]	90	90	100	80	90	80	80	80
		ε之平均	1.06	1.03	1.06	1.04	1.04	1.06	1.03	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	35	36	35	36	31	35	35	31
		S值[V/decade]	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5
		Vth[V]	-0.4	-0.25	-0.9	-0.85	1.45	0.3	0.5	-0.6
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.0	1.0	1.3	1.5	1.5	0.6	1.2	1.4
		NBTS ΔVth[V]	-1.0	-2.8	-2.2	-2.0	-2.2	-2.4	-1.9	-2.4
		定電流壓力ΔVth[V]	0.8	0.6	0.9	0.7	0.2	0.5	0.8	0.8

【0189】 [表25]

			實施例85	實施例86	實施例87	實施例88	實施例89	實施例90	實施例91	實施例92
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.4	0.4	0.6	0.3	0.3	0.2	1.1	0.2
		FFT特定面方位比率[%]	90	100	70	70	60	70	100	60
		ε之平均	1.05	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.01	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	35	31	37	29	37	28	31	33
		S值[V/decade]	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
		Vth[V]	0.2	0.3	-0.9	-0.5	0.2	0.5	1.4	-0.4
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTSΔVth[V]	0.4	0.7	0.9	0.9	0.6	0.4	1.3	0.4
		NBTSΔVth[V]	-2.7	-2.0	-1.3	-2.8	-1.9	-2.0	-2.4	-1.2
		定電流壓力ΔVth[V]	0.2	0.9	0.7	0.2	0.8	0.2	1.0	0.5

			實施例93	實施例94	實施例95	實施例96	實施例97	實施例98	實施例99	實施例100
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1	1.2	0.4	0.2	0.5	0.9	0.7	1.1
		FFT特定面方位比率[%]	60	90	90	80	70	70	80	100
		ε之平均	1.06	1.02	1.04	1.03	1.06	1.01	1.04	1.01
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	33	31	37	34	37	30	34	31
		S值[V/decade]	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5
		Vth[V]	-0.6	1.5	1.3	1.1	0.5	1.1	0.2	1.0
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.3	1.0	0.5	0.6	0.7	1.4	1.3	1.3
		NBTS ΔVth[V]	-1.6	-1.8	-1.0	-3.0	-2.2	-1.5	-2.5	-1.3
		定電流壓力ΔVth[V]	0.2	1.0	0.8	0.3	0.2	0.3	0.7	0.4

			實施例101	實施例102	實施例103	實施例104	實施例105	實施例106	實施例107	實施例108
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.2	1.9	2	0.8	0.1	1.3	0.4	0.5
		FFT特定面方位比率[%]	70	70	80	60	80	90	90	80
		ε之平均	1.04	1.03	1.04	1.04	1.04	1.02	1.03	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	33	31	31	35	35	31	33	36
		S值[V/decade]	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4
		Vth[V]	-0.3	-0.4	0.1	0.6	0.2	0.8	0.8	0.2
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.3	1.1	0.4	0.9	0.6	1.2	0.5	0.4
		NBTS ΔVth[V]	-2.7	-1.8	-1.3	-2.9	-2.5	-1.5	-2.4	-2.9
		定電流壓力ΔVth[V]	0.3	0.2	0.6	02	0.4	0.3	0.2	0.3

【0190】 [表26]

			實施例109	實施例110	實施例111	實施例112	實施例113	實施例114	實施例115	實施例116
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.9	1.7	1.6	1.9	2	0.7	1.7	1.6
		FFT特定面方位比率[%]	100	80	90	100	90	70	80	70
		ε之平均	1.01	1.02	1.01	1.03	1.05	1.05	1.03	1.06
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	32	34	36	32	33	32	30	29
		S值[V/decade]	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4
		Vth[V]	0.7	0.9	0.6	0.7	0.8	1.5	1.2	-0.1
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.0	1.5	1.0	1.5	1.2	1.2	0.7	1.4
		NBTS ΔVth[V]	-2.8	-3.0	-1.3	-3.0	-2.4	-1.5	-2.2	-2.7
		定電流壓力ΔVth[V]	0.8	0.6	1.0	0.6	0.2	0.7	0.5	0.7

			實施例117	實施例118	實施例119	實施例120	實施例121	實施例122	實施例123	實施例124
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.8	0.6	0.2	0.3	0.7	2	0.8	1.4
		FFT特定面方位比率[%]	60	60	90	80	70	90	100	80
		ε之平均	1.02	1.03	1.02	1.06	1.02	1.01	1.05	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	35	37	30	32	31	35	32	34
		S值[V/decade]	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5
		Vth[V]	1.0	0.9	-0.1	0.1	1.0	0.8	0.9	-0.8
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.5	0.4	0.5	1.3	1.3	0.9	0.8	0.7
		NBTS ΔVth[V]	-2.0	-2.1	-2.3	-1.5	-2.9	-2.5	-2.2	-1.1
		定電流壓力ΔVth[V]	0.5	0.4	0.9	0.4	0.6	1.0	0.8	0.4

			實施例125	實施例126	實施例127	實施例128	實施例129	實施例130	實施例131	實施例132
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.9	1.8	0.7	1.6	0.1	1.5	1.5	1.7
		FFT特定面方位比率[%]	100	100	80	90	100	70	100	70
		ε之平均	1.02	1.06	1.04	1.05	1.03	1.04	1.05	1.04
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	33	33	31	37	35	34	33	34
		S值[V/decade]	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
		Vth[V]	0.8	1.1	-0.2	1.2	-0.1	1.5	1.6	-0.9
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	1.3	0.9	0.4	1.4	0.9	1.5	0.4	0.5
		NBTS ΔVth[V]	-1.9	-2.6	-1.8	-1.1	-1.7	-2.2	-2.9	-2.9
		定電流壓力ΔVth[V]	0.5	0.9	1.0	0.5	0.2	0.2	0.7	0.3

【0191】 [表27]

			實施例133	實施例134	實施例135
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	2	0.7	0.9
		FFT特定面方位比率[%]	90	80	100
		ε之平均	1.01	1.01	1.04
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率[cm^2/Vs]	37	35	33
		S值[V/decade]	0.4	0.4	0.6
		Vth[V]	-0.3	0.5	0.7
		漏電流[A]	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth[V]	0.9	1.0	1.1
		NBTS ΔVth[V]	-2.3	-1.1	-2.7
		定電流壓力 ΔVth[V]	0.2	0.4	0.3

【0192】 [表28]

			實施例136	實施例137	實施例138	實施例139	實施例140	實施例141	實施例142	實施例143
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[um]	1.9	1.3	0.3	0.6	1.2	1.7	2	0.3
		FFT特定面方位比率(%)	80	80	80	70	90	80	80	100
		ε之平均	1.01	1.03	1.04	1.06	1.02	1.05	1.04	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	30	30	30	36	33	36	37	32
		S值(V/decade)	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6
		Vth(V)	1.1	1.0	0.6	1.2	-0.4	0.2	0.5	0.5
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜IE-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	1.2	1.5	1.2	1.5	1.5	1.4	0.7	1.4
		NBTS ΔVth(V)	-1.4	-2.5	-2.9	-2.7	-1.8	-1.8	-2.3	-2.0
		定電流壓力ΔVth(V)	0.7	0.2	0.6	0.2	0.6	0.9	0.4	0.3

			實施例144	實施例145	實施例146	實施例147	實施例148	實施例149	實施例150	實施例151
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.2	1.2	1.7	1.7	0.6	1.3	0.4	0.9
		FFT特定面方位比率(%)	100	70	90	80	90	90	80	70
		ε之平均	1.02	1.05	1.04	1.01	1.04	1.02	1.03	1.06
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	30	30	34	38	38	31	35	30
		S值(V/decade)	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
		Vth(V)	1.4	1.1	0.5	-0.3	0.2	0.1	-0.4	1.0
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	0.9	1.1	0.6	0.5	1.5	1.0	1.0	0.8
		NBTS ΔVth(V)	-3.0	-2.3	-2.2	-1.8	-1.1	-1.6	-1.3	-1.4
		定電流壓力ΔVth(V)	0.4	0.9	0.9	0.9	1.0	0.3	0.2	0.9

			實施例152	實施例153	實施例154	實施例155	實施例156	實施例157	實施例158	實施例159
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.5	0.6	1.2	0.7	1.4	1.3	1.2	2
		FFT特定面方位比率(%)	80	80	90	90	90	90	90	70
		ε之平均	1.01	1.04	1.01	1.03	1.06	1.02	1.04	1.04
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	35	30	35	35	33	37	31	34
		S值(V/decade)	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6
		Vth(V)	-0.1	-0.9	1.4	-0.2	0.1	-0.7	-0.8	0.6
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	1.4	0.6	0.8	1.0	1.1	1.0	0.4	0.7
		NBTS ΔVth(V)	-1.8	-3.0	-2.7	-2.2	-2.4	-3.0	-2.5	-2.5
		定電流壓力ΔVth(V)	0.8	0.8	0.9	0.6	0.2	0.6	0.2	0.7

【0193】 [表29]

			實施例160	實施例161	實施例162	實施例163	實施例164	實施例165	實施例166	實施例167
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.6	1.8	0.9	1.1	0.5	1.3	0.2	0.1
		FFT特定面方位比率(%)	80	80	70	70	80	90	100	80
		ε之平均	1.01	1.01	1.02	1.05	1.05	1.03	1.01	1.04
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	32	34	31	37	31	30	36	35
		S值(V/decade)	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5
		Vth(V)	-0.5	-0.2	0.9	-0.9	-0.6	1.1	-0.9	1.1
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	0.8	0.4	0.8	1.2	1.5	1.0	0.6	0.5
		NBTS ΔVth(V)	-1.3	-2.7	-1.9	-2.6	-1.9	-2.0	-1.9	-1.0
		定電流壓力ΔVth(V)	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	0.7	0.6	0.5

			實施例168	實施例169	實施例170	實施例171	實施例172	實施例173	實施例174	實施例175
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	2	2	0.1	1	1.8	1.2	1.2	1.6
		FFT特定面方位比率(%)	60	90	90	90	80	70	70	70
		ε之平均	1.04	1.03	1.02	1.04	1.02	1.02	1.03	1.02
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	32	37	31	32	36	36	35	30
		S值(V/decade)	0.6	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.5
		Vth(V)	-0.7	1.4	0.9	1.3	0.6	1.1	1.3	0.9
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	0.8	1.1	0.8	1.2	0.6	1.5	0.7	1.4
		NBTS ΔVth(V)	-1.3	-1.2	-2.5	-2.5	-2.5	-1.8	-2.8	-1.3
		定電流壓力ΔVth(V)	0.2	0.9	0.7	0.9	0.9	0.4	0.9	0.5

			實施例176	實施例177	實施例178	實施例179	實施例180	實施例181
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.9	1.6	1.5	1	1.8	1.3
		FFT特定面方位比率(%)	90	90	60	80	100	80
		ε之平均	1.06	1.06	1.02	1.02	1.03	1.06
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	36	34	33	30	35	37
		S值(V/decade)	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5
		Vth(V)	-0.1	0.2	1.0	0.7	-0.8	0.3
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	1.4	1.4	0.9	0.7	0.7	0.7
		NBTS ΔVth(V)	-2.9	-2.1	-2.9	-2.0	-3.0	-2.4
		定電流壓力ΔVth(V)	0.6	0.2	0.8	0.9	0.8	1.0

【0194】 [表30]

			實施例182	實施例183	實施例184	實施例185	實施例186	實施例187	實施例188	實施例189
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.8	1	0.1	0.4	1.9	1.8	1.8	0.3
		FFT特定面方位比率(%)	100	90	60	70	60	60	80	90
		ε之平均	1.03	1.06	1.06	1.06	1.02	1.04	1.06	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	34	30	31	33	31	33	32	36
		S值(V/decade)	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5
		Vth(V)	-0.3	1.4	1.0	0.9	-0.1	-0.4	-0.9	-1.0
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	1.1	0.4	0.4	1.0	0.9	1.1	1.1	1.0
		NBTS ΔVth(V)	-2.5	-3.0	-1.5	-2.1	-1.6	-2.2	-2.7	-2.5
		定電流壓力ΔVth(V)	1.0	0.8	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9

			實施例190	實施例191	實施例192	實施例193	實施例194	實施例195	實施例196	實施例197
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.5	0.7	1.5	1.5	1	0.9	0.9	0.3
		FFT特定面方位比率(%)	70	90	70	70	90	100	100	80
		ε之平均	1.01	1.04	1.02	1.04	1.06	1.03	1.03	1.06
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	33	37	33	38	29	33	35	36
		S值(V/decade)	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5
		Vth(V)	-0.4	-0.8	-0.7	-0.9	0.2	1.2	0.6	1.1
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	1.4	0.4	1.3	1.3	0.4	0.5	1.5	1.5
		NBTS ΔVth(V)	-2.1	-1.1	-2.7	-1.1	-1.7	-2.4	-2.5	-1.3
		定電流壓力ΔVth(V)	0.6	0.6	0.3	0.2	0.9	0.6	0.7	0.4

			實施例198	實施例199	實施例200	實施例201	實施例202	實施例203	實施例204	實施例205
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.5	0.3	0.1	0.4	1.5	0.4	1	1.9
		FFT特定面方位比率(%)	70	100	80	70	60	70	70	80
		ε之平均	1.04	1.04	1.01	1.02	1.05	1.03	1.06	1.01
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	37	32	38	34	37	30	30	34
		S值(V/decade)	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
		Vth(V)	0.7	1.5	-0.9	0.5	1.1	0.3	0.9	-0.3
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	0.5	1.0	0.9	1.5	1.2	0.5	1.1	1.2
		NBTS ΔVth(V)	-2.8	-2.1	-2.5	-3.0	-1.6	-2.7	-1.2	-2.7
		定電流壓力ΔVth(V)	0.6	0.7	0.9	0.4	0.9	0.4	1.0	0.3

【0195】 [表31]

			實施例206	實施例207	實施例208	實施.例209	實施例210	實施例211	實施例212	實施例213
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.3	1.7	1.7	1	1.1	0.9	1.5	0.8
		FFT特定面方位比率(%)	70	90	60	80	70	90	70	90
		ε之平均	1.01	1.04	1.03	1.03	1.01	1.03	1.02	1.02
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	35	35	37	30	29	37	31	37
		S值(V/decade)	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6
		Vth(V)	-0.9	-0.7	1.3	1.6	-0.6	1.6	0.9	1.0
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜tE-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	0.8	1.1	1.3	0.9	0.4	0.6	0.5	0.9
		NBTS ΔVth(V)	-2.5	-1.0	-3.0	-1.5	-1.3	-2.3	-2.0	-2.5
		定電流壓力ΔVth(V)	0.7	0.9	0.7	0.7	0.8	0.5	0.6	0.9

			實施例214	實施例215	實施例216	實施例217	實施例218	實施例219	實施例220	實施例221
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	0.2	0.1	0.5	0.6	1.1	0.4	0.4	0.1
		FFT特定面方位比率(%)	90	70	70	70	70	80	70	90
		ε之平均	1.05	1.01	1.01	1.04	1.05	1.05	1.05	1.06
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	31	31	33	35	32	30	36	32
		S值(V/decade)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.6
		Vth(V)	1.5	1.6	1.2	-0.7	-0.8	-0.7	1.5	0.3
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	0.4	0.4	1.4	1.5	1.5	1.0	0.5	1.3
		NBTS ΔVth(V)	-2.3	-1.7	-2.6	-1.9	-1.1	-2.0	-1.6	-2.2
		定電流壓力ΔVth(V)	0.6	0.4	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5

			實施例222	實施例223	實施例224	實施例225
TFT製作後之通道層之評價	剖面TEM像	晶界之平均間隔D[μm]	1.8	0.9	1.4	0.1
		FFT特定面方位比率(%)	70	100	70	70
		ε之平均	1.02	1.06	1.04	1.05
		結晶狀態	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶	柱狀結晶
TFT性能	TFT特性	飽和遷移率(cm^2/Vs)	31	31	30	32
		S值(V/decade)	0.4	0.4	0.6	0.6
		Vth(V)	0.5	0.4	-0.1	1.5
		漏電流(A)	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13	＜1E-13
	TFT可靠性	PBTS ΔVth(V)	0.8	0.9	0.8	1.0
		NBTS ΔVth(V)	-1.1	-1.3	-2.4	-2.9
		電流壓力ΔVth(V)	0.8	1.0	0.6	0.7

[產業上之可利用性]

【0196】 本發明之結晶氧化物薄膜可適宜地用作薄膜電晶體之構成構件，例如通道層。又，本發明之薄膜電晶體可用於電氣設備、電子設備、車輛、動力裝置所使用之電子電路。

【0197】 以上對本發明之多個實施形態及/或實施例詳細地進行了說明，但業者容易實質上不脫離本發明之新穎教導及效果而對該等例示之實施形態及/或實施例施加多種變更。因此，於本發明之範圍內包含該等多種變更。

將本說明書中所記載之文獻、及成為本申請案之基於巴黎條約之優先權之基礎的本案申請之內容全部引用。

【符號說明】

【0198】

11:通道層(結晶氧化物薄膜)

11A-1:低電阻區域

11A-2:低電阻區域

11B:高電阻區域

21:基板

22:緩衝層

23:ITO層

24:閘極絕緣膜

25:閘極電極

26:層間絕緣膜

27:源極電極

28:汲極電極

29:保護膜

31:遮光層

50:TFT

51:TFT

52:TFT

d1:法線方向之面間隔

d2:平面方向之面間隔

P1:逆晶格點

P2:逆晶格點

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種結晶氧化物薄膜，其係以In作為主成分者，且

將自上述結晶氧化物薄膜之剖面之穿透式電子顯微鏡(TEM)圖像提取出之複數個圖像區域之晶格像分別進行二維傅立葉變換(FFT)處理而獲得之傅立葉變換像之50%以上顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位。

【請求項2】

如請求項1之結晶氧化物薄膜，其中於針對上述複數個圖像區域所取得之顯示選自(100)、(110)、(111)、(211)、(411)、(125)、(210)、(310)、及(320)中之任一面方位之上述傅立葉變換像各者中，

將自位於自上述傅立葉變換像之中心座標沿上述結晶氧化物薄膜之主面之法線方向延伸之座標軸上的亮點選擇之逆晶格點P1距上述中心座標之頻域之大小設為法線方向之面間隔d1，

將自位於自上述傅立葉變換像之中心座標沿與上述結晶氧化物薄膜之主面平行之方向延伸之座標軸上的亮點選擇之逆晶格點P2距上述中心座標之頻域之大小設為平面方向之面間隔d2，

將上述逆晶格點P1之密勒指數設為$(h_1、k_1、l_1)$，將上述逆晶格點P2之密勒指數設為$(h_2、k_2、l_2)$時，

根據以下述式(1)算出之法線方向之晶格常數a及以下述式(2)算出之平面方向之晶格常數b，藉由下述式(3)算出之上述複數個圖像區域之各晶格應變ε之平均值ε_{aver}為$1.0<\varepsilon_{aver}<1.1$，

法線方向之晶格常數$a=\sqrt{(h_1^2+k_1^2+h_1^2)}\times d1$ …(式(1))

平面方向之晶格常數b＝√(h$_2$^{2}＋k$_2$^{2}＋h$_2$^{2})×d2 …(式(2))

[數6]

$$\varepsilon = \frac{b}{a}$$ …(式(3))。

【請求項3】

如請求項1或2之結晶氧化物薄膜，其膜厚為3 nm以上且未達50 nm。

【請求項4】

如請求項1或2之結晶氧化物薄膜，其中上述結晶氧化物薄膜之短邊之長度未達50 μm。

【請求項5】

如請求項1或2之結晶氧化物薄膜，其中晶界彼此之平均間隔D為0.01 μm以上2 μm以下。

【請求項6】

如請求項1或2之結晶氧化物薄膜，其包含62 at%以上之In。

【請求項7】

如請求項1或2之結晶氧化物薄膜，其進而包含選自由H、B、C、N、O、F、Mg、Al、Si、O、S、Cl、Ar、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、Sn、Sb、Cs、Ba、Ln、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Pb、及Bi所組成之群中之一種以上之元素。

【請求項8】

一種如請求項1至7中任一項之結晶氧化物薄膜之製造方法，其將支持體上所形成之氧化物薄膜於大氣氛圍下、在超過300℃之溫度下進行退火處理。

【請求項9】

如請求項8之結晶氧化物薄膜之製造方法，其中供於上述退火處理之上述氧化物薄膜之膜厚為3 nm以上且未達50 nm。

【請求項10】

如請求項8或9之結晶氧化物薄膜之製造方法，其中供於上述退火處理之上述氧化物薄膜之短邊未達50 μm。

【請求項11】

一種薄膜電晶體，其包含如請求項1至7中任一項之結晶氧化物薄膜。

【請求項12】

如請求項11之薄膜電晶體，其具有

緩衝層、及

通道層，且

上述通道層為上述結晶氧化物薄膜，

自上述通道層觀察，在與上述緩衝層相反之側自上述通道層側依序具有閘極絕緣膜及閘極電極。

【請求項13】

一種如請求項11或12之薄膜電晶體之製造方法，其具有：於基板上成膜氧化物薄膜之步驟；

將上述氧化物薄膜於大氣氛圍下、在超過300℃之溫度下進行退火處理而形成結晶氧化物薄膜之步驟；及

於上述結晶氧化物薄膜上依序形成閘極絕緣膜及閘極電極之步驟。

【請求項14】

如請求項13之薄膜電晶體之製造方法，其中於上述基板上形成緩衝層後，於上述緩衝層上成膜上述氧化物薄膜。

【請求項15】

如請求項11或12之薄膜電晶體之製造方法，其具有：於基板上成膜氧化物薄膜之步驟；

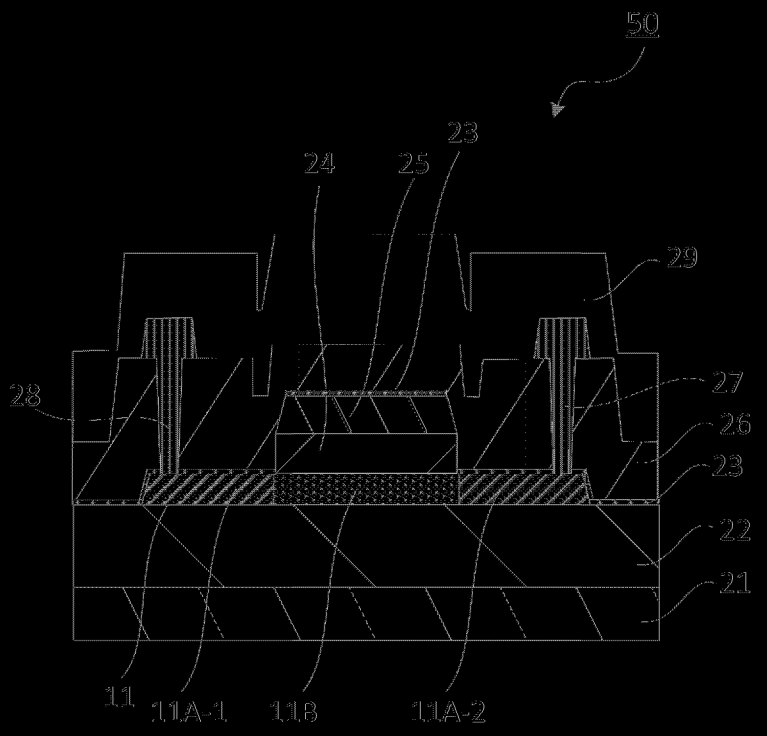
將上述氧化物薄膜於大氣氛圍下、在超過300℃之溫度下進行退火處理而形成結晶氧化物薄膜之步驟；及

於上述結晶氧化物薄膜上依序形成層間絕緣膜之步驟。

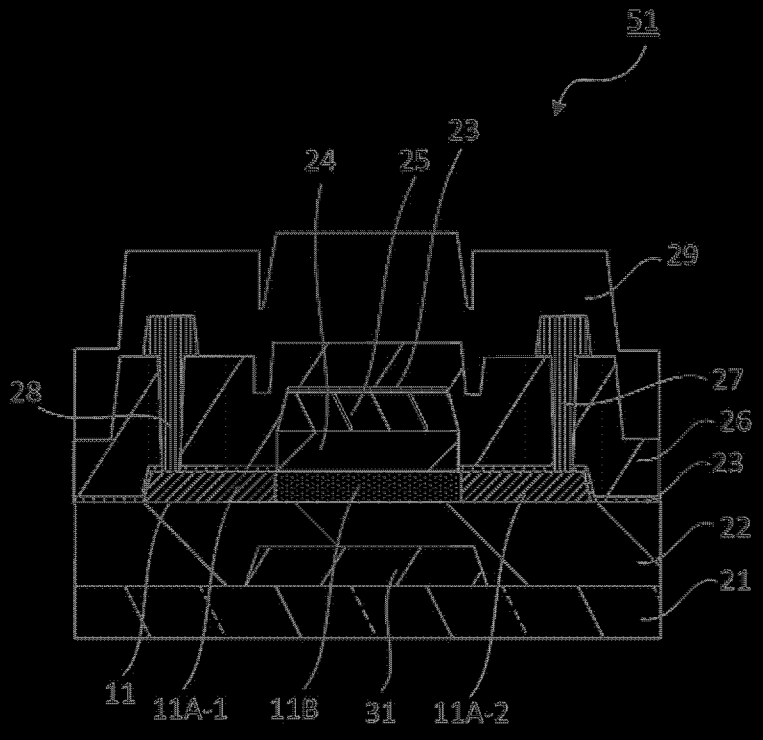
【請求項16】

如請求項15之薄膜電晶體之製造方法，其中於上述基板上依序形成閘極電極、閘極絕緣膜後，於上述閘極絕緣膜上成膜上述氧化物薄膜。

【發明圖式】


50
23
24
25
29
28
27
26
23
22
21
11
11A-1
11B
11A-2

【圖1】


51
23
24
25
29
28
27
26
23
22
21
11
11A-1
11B
31
11A-2

【圖2】

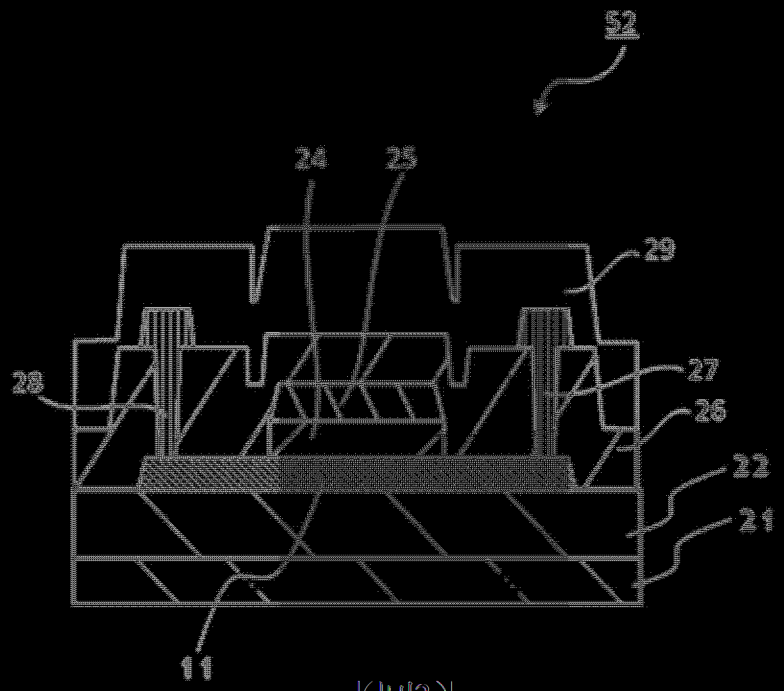


圖3

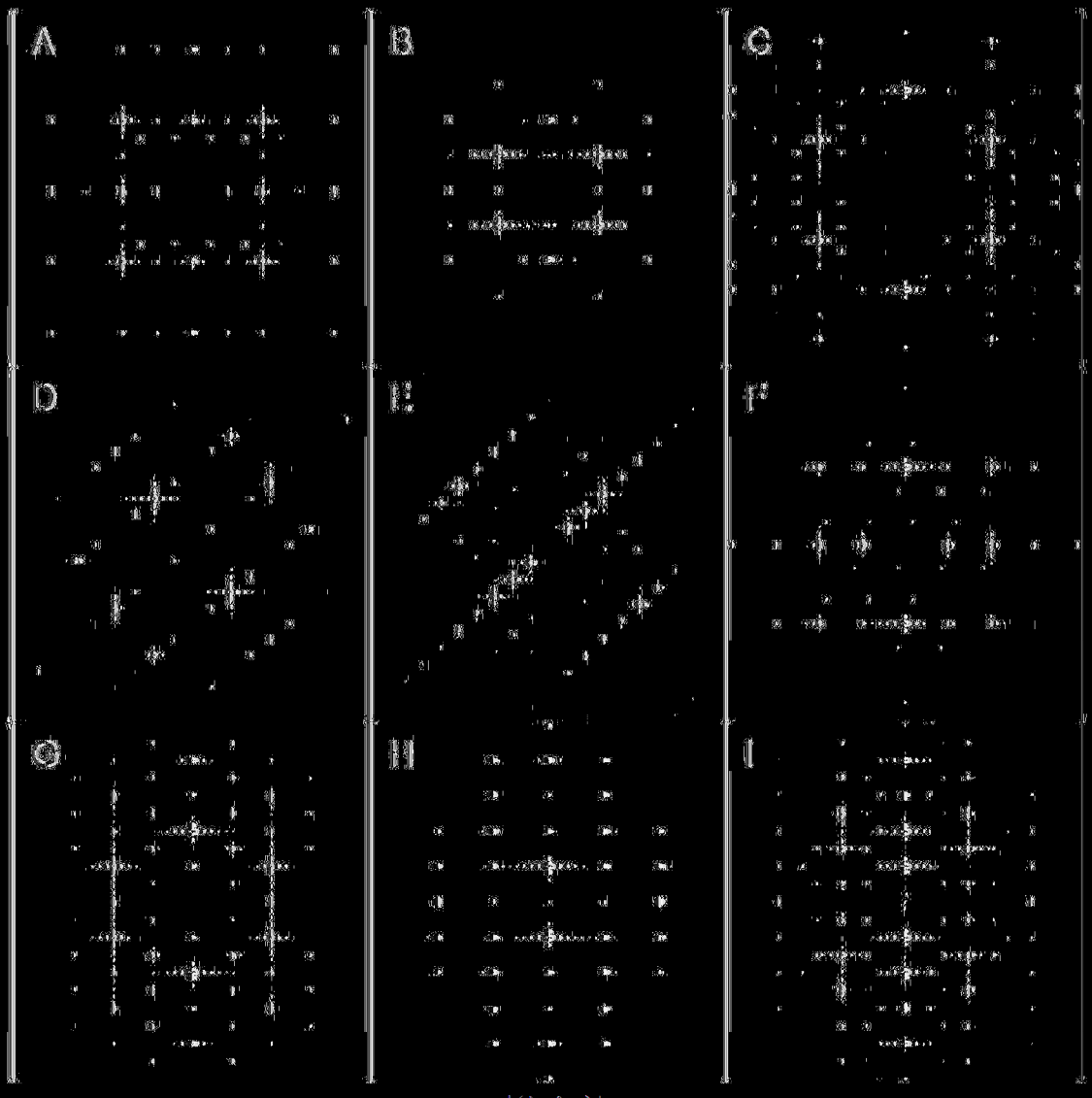
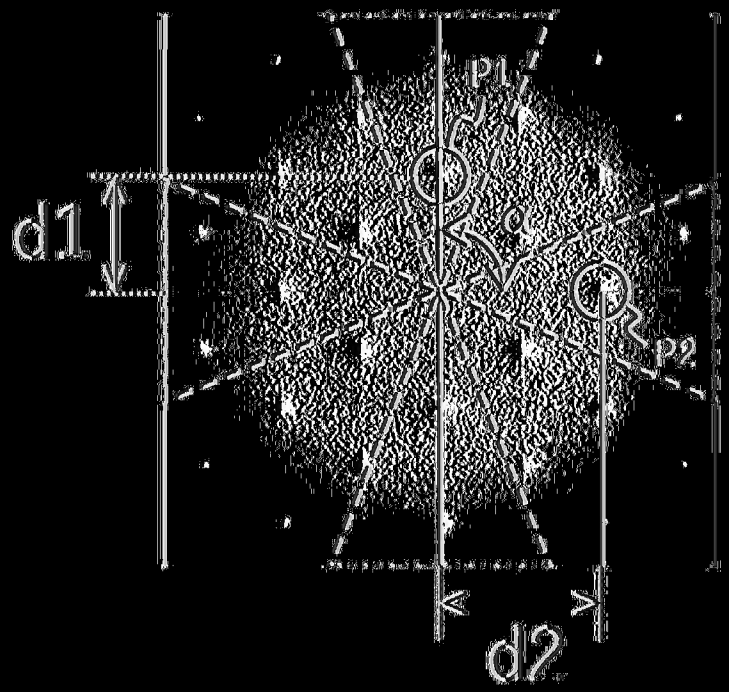
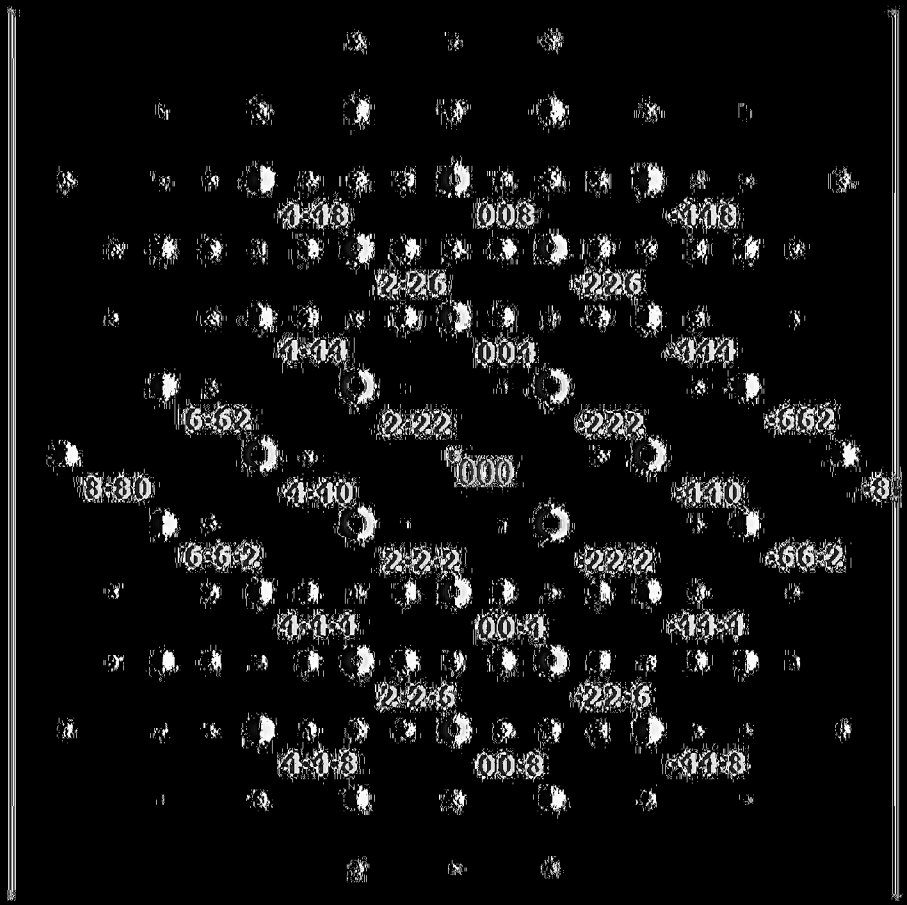


圖4


P1
d1
P2
d2

圖(圖5)


0-13
003
-113
2-26
226
-1-14
004
-114
6-62
2-22
222
-662
000
3-30
4-40
-140
3
6-62
2-22
222
-662
-1-14
004
-114
2-26
226
-1-14
003
-113

圖(圖6)