



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I403602B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：099140074

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 11 月 19 日

(51) Int. Cl. : C23C14/34 (2006.01)

(30) 優先權：2009/11/19 日本 2009-264085

(71) 申請人：出光興產股份有限公司 (日本) IDEMITSU KOSAN CO., LTD. (JP)
日本(72) 發明人：矢野公規 YANO, KOKI (JP)；糸瀨將之 ITOSE, MASAYUKI (JP)；西村麻美
NISHIMURA, MAMI (JP)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW 200402475A

TW 200833632A

審查人員：李嘉修

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：4 共 0 頁

(54) 名稱

In-Ga-Zn 系氧化物濺鍍靶材

(57) 摘要

本發明係關於一種濺鍍靶材，其含有下述所示之氧化物 A，及具有紅綠柱石型結晶結構之氧化銦(In₂O₃)。氧化物 A 係含有銦元素(In)、鎵元素(Ga)、及鋅元素(Zn)，且藉由 X 射線繞射測定 (CuK α 射線)，於入射角(2 θ)為 7.0°~8.4°、30.6°~32.0°、33.8°~35.8°、53.5°~56.5°及 56.5°~59.5°之各位置觀測到繞射波峰的氧化物。

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：99146074

※ 申請日：99.11.19

※IPC 分類：C23C 14/34 12006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

In-Ga-Zn系氧化物濺鍍靶材

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種濺鍍靶材，其含有下述所示之氧化物A，及具有紅綠柱石型結晶結構之氧化銦(In_2O_3)。氧化物A係含有銦元素(In)、鎵元素(Ga)、及鋅元素(Zn)，且藉由X射線繞射測定(Cu α 射線)，於入射角(2θ)為 $7.0^\circ\sim 8.4^\circ$ 、 $30.6^\circ\sim 32.0^\circ$ 、 $33.8^\circ\sim 35.8^\circ$ 、 $53.5^\circ\sim 56.5^\circ$ 及 $56.5^\circ\sim 59.5^\circ$ 之各位置觀測到繞射波峰的氧化物。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：(無)

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種氧化物半導體或透明導電膜等氧化物薄膜製作用之濺鍍靶材。

【先前技術】

含有氧化銦及氧化鋅，或者含有氧化銦、氧化鋅及氧化鎵之非晶質氧化物膜具有可見光穿透性，且具有導電體、或半導體至絕緣體之廣泛電氣特性，因此著眼於用作透明導電膜或半導體膜(例如用於薄膜電晶體等)。

尤其是，細川等人發現含有氧化銦及氧化鋅之n型半導體材料以來(專利文獻1)，含有氧化銦及氧化鋅之各種氧化物半導體備受矚目。

作為上述氧化物膜之成膜方法，目前正研究濺鍍、PLD (pulsed laser deposition, 脈衝雷射沈積)、蒸鍍等物理成膜，及溶膠凝膠法等化學成膜。其中，由於可於相對低溫下均勻地形成大面積之膜，因此目前主要研究濺鍍法等物理成膜。

於藉由上述物理成膜而形成氧化物薄膜時，為了均勻、穩定、高效(以較高之成膜速度)地成膜，通常使用包含氧化物燒結體之靶材。

作為用以製作上述氧化物膜之靶材(主要為濺鍍靶材)，目前正圍繞 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ ($m=2\sim 20$)、 InGaZnO_4 、 $\text{In}_2\text{Ga}_2\text{ZnO}_7$ 等眾所周知之結晶型之組成、或與其接近之組成之靶材進行研究。

具體而言，現公開有以包含如下氧化物之燒結體為特徵的靶材，該氧化物之燒結體以In與Zn為主成分，含有通式 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ ($m=2\sim 20$)所示六方晶層狀化合物；或於該氧化物中進而摻雜20原子%以下之具有正三價以上之原子價之元素中之至少1種的靶材(專利文獻2)。

又，對顯示 InGaZnO_4 或 $\text{In}_2\text{Ga}_2\text{ZnO}_7$ 之六方晶層狀化合物之結晶結構(同源結晶結構)的靶材進行了研究(專利文獻3、4、5)。

又，對含有 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ ($m=2\sim 20$)之六方晶層狀化合物與 In_2O_3 之混合物、或 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ ($m=2\sim 20$)之六方晶層狀化合物與 ZnO 之混合物的靶材(專利文獻2)，含有 InGaZnO_4 之六方晶層狀化合物與 ZnGa_2O_4 之尖晶石結構之混合物的靶材(專利文獻6)等有效利用混合物之特性的靶材之開發進行了研究。

又，專利文獻7中揭示有 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 等 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m=1\sim 20$)所示之氧化物及其合成方法。

然而，關於靶材，對於上述眾所周知之結晶型以外之氧化物尚無研究，僅為研究薄膜而已(專利文獻3、8)。具體而言，對藉由共濺鍍等，並藉由於成膜時調整組成比之方法形成的薄膜進行了研究。

再者，關於尚未眾所周知之結晶型之氧化物，報告有將粉末之原料煅燒所獲得之燒結體的固溶極限或晶格常數之變化(非專利文獻1、2)。非專利文獻2中，有假設存在具有 $\text{In}_{1.5}\text{Ga}_{0.5}\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ 之結晶結構之氧化物而進行計算的例

子，但未對氧化物之合成或於濺鍍靶材方面之應用等進行具體研究(非專利文獻2，TABLE IV)。

另一方面，對改變氧化銦、氧化鋅及氧化鎵之組成比而製作各種薄膜電晶體進行了研究(專利文獻9)。但是，由於對各組成之靶材的研究並不充分，因此電阻率仍然較高。

又，揭示有使用金屬組成比(In：Ga：Zn)為30：15：55之In-Ga-Zn-O燒結體而形成非晶質氧化物半導體膜及薄膜電晶體的例子(專利文獻10)。但是，存在薄膜之Ga之含有比率極度減少至靶材之Ga之含有比率的三分之二程度的問題。此情況提示靶材之性狀不適宜。但是，對於靶材之性狀或其改善尚無研究。

先前技術文獻

專利文獻

專利文獻1：日本專利第4318689號

專利文獻2：日本專利特開平6-234565號公報

專利文獻3：日本專利特開平8-245220號公報

專利文獻4：日本專利特開2007-73312號公報

專利文獻5：國際公開第2009/084537號手冊

專利文獻6：國際公開第2008/072486號手冊

專利文獻7：日本專利特開昭63-239117號公報

專利文獻8：日本專利特開2007-281409號公報

專利文獻9：國際公開第2009/075281號手冊

專利文獻10：日本專利特開2008-53356號公報

非專利文獻

非專利文獻1：J. Am. Ceram. Soc., 82 [10] 2705-2710
(1999)

非專利文獻2：Journal of Solid State Chemistry, 93 [2]
298-315 (1991)

【發明內容】

本發明提供一種相對密度較高、電阻較低，可均勻地製作良好之氧化物半導體或透明導電膜等氧化物薄膜之濺鍍靶材。

本發明者等人進行努力研究，結果發現了與先前已知之 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ 及 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_m$ 之結晶型不同的具有新型結晶結構之氧化物。推測該氧化物具有 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 所示之結晶結構與 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 所示之結晶結構之中間結晶結構。並且，發現含有該新氧化物與具有紅綠柱石型之結晶結構之 In_2O_3 兩者的氧化物混合體可適宜地用作適合用於形成氧化物半導體用途之薄膜的濺鍍靶材，從而完成本發明。

根據本發明，可提供以下之濺鍍靶材等。

1. 一種濺鍍靶材，其含有下述所示之氧化物A、與具有紅綠柱石型之結晶結構之氧化銦(In_2O_3)，

氧化物A係含有銦元素(In)、鎵元素(Ga)、及鋅元素(Zn)，且藉由X射線繞射測定(Cu α 射線)，於入射角(2θ)為 $7.0^\circ\sim 8.4^\circ$ 、 $30.6^\circ\sim 32.0^\circ$ 、 $33.8^\circ\sim 35.8^\circ$ 、 $53.5^\circ\sim 56.5^\circ$ 及 $56.5^\circ\sim 59.5^\circ$ 之各位置觀測到繞射波峰之氧化物。

2. 如1之濺鍍靶材，其中銦元素(In)、鎵元素(Ga)及鋅元素(Zn)之原子數比滿足下述式(1)及(2)，

$$0.10 \leq \text{Zn}/(\text{In}+\text{Ga}+\text{Zn}) \leq 0.45 \quad (1)$$

$$0.05 < \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}+\text{Zn}) < 0.18 \quad (2)$$

3. 如 1 或 2 之濺鍍靶材，其中銦元素(In)及鎵元素(Ga)之原子數比滿足下述式(3)，

$$0.14 \leq \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}) \quad (3)$$

4. 如 1 至 3 中任一項之濺鍍靶材，其中所含有之金屬元素實質上為 In、Ga 及 Zn。

5. 如 1 至 4 中任一項之濺鍍靶材，其電阻為 10 mΩcm 以下，相對密度為 95% 以上。

6. 一種氧化物薄膜，其係使用如上述 1 至 5 中任一項之濺鍍靶材製作而成。

根據本發明，可提供一種相對密度較高、電阻較低，適合於製作氧化物半導體或氧化物薄膜之濺鍍靶材。

【實施方式】

本發明之濺鍍靶材之特徵在於：其含有 In-Ga-Zn 系氧化物燒結體，該 In-Ga-Zn 系氧化物燒結體含有銦元素(In)、鎵元素(Ga)、及鋅元素(Zn)，同時具有下述兩個結晶結構。

結晶結構 1：氧化物 A(為含有銦元素(In)、鎵元素(Ga)、及鋅元素(Zn)，且藉由 X 射線繞射測定(CuKα 射線)，於入射角 (2θ) 為 7.0°~8.4°、30.6°~32.0°、33.8°~35.8°、53.5°~56.5° 及 56.5°~59.5° 之各位置觀測到繞射波峰之氧化物)

結晶結構 2：具有紅綠柱石型之結晶結構之氧化銦

(In₂O₃)

上述氧化物A係本發明者等人新發現之結晶結構，藉由X射線繞射測定(Cuka射線)所獲得之圖中，於下述A~E之區域觀測到繞射波峰。

A.入射角(2θ)=7.0°~8.4°(較佳為7.2°~8.2°)

B.2θ=30.6°~32.0°(較佳為30.8°~31.8°)

C.2θ=33.8°~35.8°(較佳為34.5°~35.3°)

D.2θ=53.5°~56.5°(較佳為54.1°~56.1°)

E.2θ=56.5°~59.5°(較佳為57.0°~59.0°)

再者，較佳為於2θ為30.6°~32.0°(上述區域B)及33.8°~35.8°(上述區域C)之位置觀測到的繞射波峰中的一個為主波峰，另一個為副波峰。

再者，所謂主波峰係指2θ為5~80°之範圍中強度(高度)最強之波峰，所謂副波峰係指強度第2強之波峰。

再者，於主波峰重疊之情形時，可由其他波峰反運算出主波峰之強度。

本申請案中，X射線繞射之測定條件例如如下。

裝置：Rigaku(股)製造之Ultima-III

X射線：Cu-Kα射線(波長1.5406 Å，以石墨單色器單色化)

2θ-θ反射法，連續掃描(1.0°/分鐘)

取樣間隔：0.02°

狹縫DS、SS：2/3°，RS：0.6 mm

藉由X射線繞射測定(Cuka射線)所獲得之圖中，觀測到

上述波峰之氧化物結晶於 JCPDS (Joint Committee of Powder Diffraction Standards, 粉末繞射標準聯合委員會) 卡中不存在, 為目前尚未確認之新穎結晶。

氧化物 A 之 X 射線繞射圖與 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ (JCPDS : 40-0252) 所示之結晶結構及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ (JCPDS : 20-1442) 所示之結晶結構類似。然而, 氧化物 A 具有 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 特有之波峰 (上述區域 A 之波峰)、及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 特有之波峰 (上述區域 D 及 E 之波峰), 且具有 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 中未觀測到之波峰 (上述區域 B)。因此, 氧化物 A 與 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 不同。

關於上述區域 B 之波峰, 該波峰位於 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 與 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 之主波峰之間, 即 31° 附近與 32° 附近之間。因此, 較 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 之主波峰偏移至更低角度側 (可理解為晶格間距擴大), 較 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 之主波峰偏移至更高角度側 (可理解為晶格間距縮小)。

氧化物 A 之結晶結構與 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ (JCPDS : 40-0252) 之結晶結構及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ (JCPDS : 20-1442) 之結晶結構類似。

圖 1 之 (a) 表示 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 之結晶結構, (b) 表示 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 之結晶結構, (c) 表示所推測之氧化物 A 之結晶結構。

$\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ (m 為 1~20 之整數) 所示之結晶結構或 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_m$ (m 為 1~20 之整數) 所示之結晶結構稱為「六方晶層狀化合物」或「同源相之結晶結構」, 係包含數層

不同物質之結晶層重疊而成之長週期之「自然超晶格」結構的結晶。於奈米級之情形時，藉由結晶週期或各薄膜層之厚度與該等各層之化學組成或層之厚度的組合，可獲得與單一物質或各層均勻混合之混晶之性質不同的固有特性。

同源相之結晶結構例如可藉由如下方式確定：測定將靶材粉碎而獲得之粉或直接測定靶材而獲得之X射線繞射圖案，與根據組成比推測之同源相之結晶結構X射線繞射圖案一致。具體而言，可根據與由JCPDS卡所獲得之同源相之結晶結構X射線繞射圖案一致而確認。

認為 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ (m 為1~20之整數)所示之結晶結構具有 $\text{InO}_{1.5}$ 層與 $\text{InZnO}_{2.5}$ 層與 ZnO 層以1:1:($m-1$)之比例週期性重複而成的結構。又，認為 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_m$ (m 為1~20之整數)所示之結晶結構係 $\text{InO}_{1.5}$ 層與 $\text{GaZnO}_{2.5}$ 層與 ZnO 層以1:1:($m-1$)之比例週期性重複而成。

如此， $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ (m 為1~20之整數)所示之結晶結構或 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_m$ (m 為1~20之整數)之X射線繞射所獲得之測定結果為，雖然波峰位置不同(晶格間距不同)，但圖案類似。

推測氧化物A之結晶結構與上述 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ 或 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_m$ 相同，係含有「六方晶層狀化合物」或「同源相之結晶結構」的結晶。氧化物A具有 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 特有之波峰(上述區域A之波峰)、及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 特有之波峰(上述區域D及E之波峰)。由此，認為生成了與 $\text{InZnO}_{2.5}$ 層及

GaZnO_{2.5}層均不同之In_{1-d}Ga_dZnO_{2.5}層(0<d<1)所示之層。即，推測其為InO_{1.5}層與In_{1-d}Ga_dZnO_{2.5}層(0<d<1)與ZnO層以1:1:(m-1)之比例週期性重複而成的結構。

再者，認為In_{1-d}Ga_dZnO_{2.5}層(0<d<1)係InZnO_{2.5}層與GaZnO_{2.5}層混合存在之狀態，InZnO_{2.5}層之In之一部分取代之為Ga之狀態，或具有含有In、Ga、Zn及O之新結構的層。

氧化物A中，若藉由X射線繞射測定而顯示本發明特有之繞射圖案，則氧化物之氧可過量亦可不足(氧空位)(氧元素之原子數比可偏離化學計量比)。若氧化物之氧過量，則存在製成靶材時電阻過高之虞，因此較佳為具有氧空位。

結晶結構2藉由X射線繞射測定，而確定其具有JCPDS卡：06-0416之繞射波峰，藉此鑑定其係具有紅綠柱石型之結晶結構之氧化銦(In₂O₃)。

濺鍍靶材中上述結晶結構1之含有率(原子%)較佳為30%~70%，尤佳為40%~60%。又，結晶結構2之含有率較佳為30%~70%，尤佳為40%~60%。

再者，本發明之濺鍍靶材亦可含有上述結晶結構1及結晶結構2以外之結晶結構。例如，根據靶材之煅燒步驟之條件等，有時靶材具有In₂O₃(ZnO)₃、InGaZnO₄等結晶結構。然而，為了獲得本發明之效果，較佳為以結晶結構1或結晶結構2之一作為主成分(第1成分)，以另一作為副成分(第2成分)。尤其是，結晶結構1及結晶結構2之含有率之

合計較佳為90%以上，更佳為95%以上，亦可為100%。

各結晶之含有率可自X射線繞射圖之繞射波峰之強度比算出。

關於本發明之濺鍍靶材之元素組成，較佳為銦元素(In)、鎵元素(Ga)及鋅元素(Zn)之原子數比滿足下述式(1)及(2)。

$$0.10 \leq \text{Zn}/(\text{In}+\text{Ga}+\text{Zn}) \leq 0.45 \quad (1)$$

$$0.05 < \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}+\text{Zn}) < 0.18 \quad (2)$$

關於上述式(1)，若Zn之比率未達0.10或超過0.45，則存在靶材之電阻提高之虞。

Zn之比率更佳為0.25~0.42，尤佳為0.30~0.40。於該範圍之情形時，易於製作均含有氧化物A與 In_2O_3 所示之紅綠柱石結構的靶材。

關於上述式(2)，若Ga之比率為0.05以下，則存在所獲得之氧化物薄膜之耐濕性下降，或製作薄膜電晶體(半導體薄膜)時濕式蝕刻之速度變得過快之虞。另一方面，若為0.18以上，則存在靶材之電阻提高，或製作薄膜電晶體(半導體薄膜)時遷移率下降之虞。

Ga之比率較佳為0.10~0.17，更佳為0.12~0.16。

再者，若Ga之比率接近0.13，則容易生成氧化物A之結晶。

本發明之濺鍍靶材之元素組成更佳為銦元素(In)及鎵元素(Ga)之原子數比滿足下述式(3)。

$$0.14 \leq \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}) \quad (3)$$

再者，式(3)之Ga之上限較佳為0.35以下。

本發明之靶材或氧化物薄膜中所含各元素之原子數比可藉由電感耦合電漿發光分析裝置(ICP-AES)對含有元素進行定量分析而求出。

具體而言，使用ICP-AES之分析中，若利用噴霧器使溶液試料成為霧狀，導入至氫氣電漿(約6000~8000°C)中，則試料中之元素吸收熱能量並激發，軌道電子自基態遷移至較高能級之軌道。該軌道電子以 10^{-7} ~ 10^{-8} 秒左右遷移至更低能級之軌道。此時，能量之差以光之形式放射而發光。該光顯示出元素固有之波長(光譜線)，因此可藉由光譜線之有無來確認元素之存在(定性分析)。

又，各光譜線之大小(發光強度)與試料中之元素數量成比例，因此可藉由與濃度已知之標準液進行比較而求出試料濃度(定量分析)。

藉由定性分析鑑定所含有之元素後，藉由定量分析而求出其含量，由其結果求出各元素之原子數比。

本發明中，於無損本發明之效果之範圍內，亦可含有上述In、Ga、Zn以外之其他金屬元素例如Sn、Ge、Si、Ti、Zr、Hf等。

本發明中，靶材中所含有之金屬元素可實質上僅為In、Ga及Zn。再者，所謂「實質上」意指不含有原料或製造步驟等中不可避免地含有之雜質等以外之元素。

本發明之靶材例如可藉由將含有各金屬元素之原料粉末燒結而製造。以下，對製造步驟進行說明。

(1)調配步驟

原料之調配步驟係將本發明之氧化物中所含有之金屬元素之化合物加以混合所需的步驟。

作為原料，使用銦化合物之粉末、鎳化合物之粉末、鋅化合物之粉末等粉末。作為銦化合物，例如可列舉：氧化銦、氫氧化銦等。作為鋅化合物，例如可列舉：氧化鋅、氫氧化鋅等。作為各種化合物，就易燒結之程度、不易殘留副產物之程度方面而言，較佳為氧化物。

原料之純度通常為2 N(99質量%)以上，較佳為3 N(99.9質量%)以上，尤佳為4 N(99.99質量%)以上。若純度低於2 N，則存在耐久性下降，或雜質進入液晶側，而引起燒接之虞。

作為原料之一部分，較佳為使用金屬鋅(鋅粉末)。若原料之一部分使用鋅粉末，則可降低白點之生成。

較佳為將金屬氧化物等靶材之製造所使用之原料加以混合，使用通常之混合粉碎機例如濕式球磨機或珠磨機或者超音波裝置，均勻地混合、粉碎。

於使用氧化物作為原料之情形時，氧化銦、氧化鎳、氧化鋅之比表面積(BET(Brunauer-Emmett-Tellern, 布厄特)比表面積)通常分別為3~18 m²/g、3~18 m²/g、3~18 m²/g，較佳分別為7~16 m²/g、7~16 m²/g、3~10 m²/g，更佳分別為7~15 m²/g、7~15 m²/g、4~10 m²/g，尤佳分別為11~15 m²/g、11~15 m²/g、4~5 m²/g。若比表面積過小，則存在各種元素於燒結體中形成凝聚體，殘留原料粉末之結晶

型，生成預計外之結晶型而導致性狀發生變化等之虞。若比表面積過大，則存在生成預計外之結晶型而導致性狀發生變化，引起分散不良而產生外觀不良或特性不均等之虞。

(2) 預燒步驟

預燒步驟係將上述步驟中所獲得之混合物預燒。再者，本步驟係視需要而設置之步驟。藉由預燒步驟變得容易提高氧化物之密度，但存在製造成本提高之虞。因此，更佳為不進行預燒而提高密度。

預燒步驟中，較佳為於 $500\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 、 $1\sim 100$ 小時之條件下對上述混合物進行熱處理。未達 500°C 或未達1小時之熱處理中，銻化合物或鋅化合物、錫化合物之熱分解有時變得不充分。另一方面，在熱處理條件超過 1200°C 之情形或超過100小時之情形時，有時會引起粒子之粗大化。

因此，尤佳為於 $800\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 之溫度範圍內熱處理(預燒) $2\sim 50$ 小時。

再者，此處所獲得之預燒物較佳為於下述成形步驟及煅燒步驟之前進行粉碎。粉碎可進行至原料粉之粒徑達到平均粒徑(D50)較佳為 $2\ \mu\text{m}$ 以下、更佳為 $1\ \mu\text{m}$ 以下、尤佳為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下。其目的在於實現原料之均勻分散化。若存在粒徑較大之原料粉，則有因場所不同而引起組成不均之虞。因場所不同所引起之組成不均會導致濺鍍時之異常放電。又，存在組成不均會導致靶材與所製作之薄膜之組成有所偏差之虞。

(3) 成形步驟

成形步驟係對上述調配步驟中所獲得之混合物(於設置有上述預燒步驟之情形時為預燒物)進行加壓成形而製成成形體所必需的步驟。藉由該步驟，成形為適合靶材之形狀。於設置預燒步驟之情形時，可將所獲得之預燒物之微粉末造粒後，藉由成形處理而成形為所需形狀。

作為成形處理，例如可列舉：壓製成形(單軸成形)、模具成形、澆鑄成形、射出成形等，為了獲得燒結密度較高之靶材，較佳為藉由冷均壓(CIP, cold isostatic pressure)等進行成形。

再者，若僅採用壓製成形(單軸壓製)，則存在壓力不均，生成預計外之結晶型之虞。

又，亦可於壓製成形(單軸壓製)後，進行冷均壓(CIP)、熱均壓(HIP, hot isostatic pressure)等，而設置2個階段以上之成形步驟。

於使用CIP(冷均壓、或均壓加壓裝置)之情形時，較佳為於面壓 $800\sim 4000\text{ kgf/cm}^2$ 下保持 $0.5\sim 60$ 分鐘，更佳為於面壓 $2000\sim 3000\text{ kgf/cm}^2$ 下保持 $2\sim 30$ 分鐘。若在上述範圍內，則可期待成形體內部之組成不均等下降，而實現均勻化。又，若面壓未達 800 kgf/cm^2 ，則存在燒結後之密度不提高或電阻提高之虞。若面壓超過 4000 kgf/cm^2 ，則存在裝置過大而不經濟之虞。若保持時間未達 0.5 分鐘，則存在燒結後之密度不提高或電阻不提高之虞。若超過 60 分鐘，則存在過度耗時而不經濟之虞。

再者，亦可於成形處理時，使用聚乙炔醇或甲基纖維素、Polywax、油酸等成形助劑。

(4) 煅燒步驟

煅燒步驟係將上述成形步驟中所獲得之成形體煅燒所必需之步驟。

煅燒可藉由熱均壓(HIP)煅燒等而進行。

作為煅燒條件，於氧氣環境或氧氣加壓下，通常於1100~1600°C下，通常煅燒30分鐘~360小時、較佳為8~180小時、更佳為12~96小時。若煅燒溫度未達1100°C，則存在靶材之密度難以提高，或燒結過度耗時之虞。另一方面，若超過1600°C，則存在由於成分之氣化，而使組成產生偏差，或損傷煅燒爐之虞。

若燃燒時間未達30分鐘，則靶材之密度難以提高，若高於360小時，則製造過度耗時而導致成本提高，因此實用上無法採用。

另一方面，若於不含有氧氣之氣體環境下進行煅燒或於1600°C以上之溫度下進行煅燒，則有時無法充分提高所獲得之靶材之密度，變得無法充分抑制濺鍍時之異常放電之產生。

煅燒時之升溫速度通常為8°C/分鐘以下，較佳為4°C/分鐘以下，更佳為2°C/分鐘以下，更佳為1°C/分鐘以下，尤佳為0.5°C/分鐘以下。若為8°C/分鐘以下，則易獲得本發明之靶材。又，升溫時不易產生龜裂。

又，煅燒時之降溫速度通常為4°C/分鐘以下，較佳為

2°C/分鐘以下，更佳為1°C/分鐘以下，更佳為0.8°C/分鐘以下，尤佳為0.5°C/分鐘以下。若在4°C/分鐘以下，則易獲得本發明之靶材。又，降溫時不易產生龜裂。

(5) 還原步驟

還原步驟係為了使上述煅燒步驟中所獲得之燒結體之塊狀電阻均勻化以使靶材整體之電阻均勻化的步驟，係視需要而設置之步驟。

作為本步驟中可應用之還原方法，例如可列舉利用還原性氣體之方法或利用真空煅燒或惰性氣體之還原等。

於利用還原性氣體進行還原處理之情形時，可使用氫氣、甲烷、一氧化碳、或該等氣體與氧氣之混合氣體等。

於藉由在惰性氣體中之煅燒而進行還原處理之情形時，可使用氫氣、氫氣、或該等氣體與氧氣之混合氣體等。

還原處理時之溫度通常為100~800°C，較佳為200~800°C。又，還原處理之時間通常為0.01~10小時，較佳為0.05~5小時。

藉由上述各步驟，獲得同時具有上述結晶結構1及2之氧化物燒結體。該氧化物燒結體之相對密度較高、電阻較低、抗彎強度較高、均勻性較高，適合用作用於製作氧化物半導體或透明導電膜等氧化物薄膜之靶材。

藉由將上述氧化物燒結體視需要加工成所需形狀，而獲得最終製品。

加工係為了將上述氧化物燒結體切削加工成適合安裝於濺鍍裝置上之形狀，或安裝靶座等安裝用夾具。於以氧化

物燒結體作為濺鍍靶材時，例如利用平面研削盤對燒結體進行研削，使表面粗糙度Ra為5 μm 以下。進而，亦可對濺鍍靶材之濺鍍面實施鏡面加工，使平均表面粗糙度Ra為1000埃以下。該鏡面加工(研磨)可使用機械研磨、化學研磨、機械化學研磨(機械研磨與化學研磨之併用)等已知之研磨技術。例如可藉由利用固定研磨粒拋光機(拋光液：水)拋光成#2000以上，或利用游離研磨粒研磨機(研磨材料：SiC漿料等)進行研磨後，將研磨材料換為鑽石膏進行研磨而獲得。上述研磨方法並無特別限制。

將所獲得之濺鍍靶材焊接至靶座上。靶材之厚度通常為2~20 mm，較佳為3~12 mm，尤佳為4~6 mm。又，亦可將複數個靶材安裝於一個靶座上，實質上製成一個靶材。

研磨後清洗靶材。清洗處理可使用鼓風或流水清洗等。藉由鼓風來除去異物時，若自朝向噴嘴之側利用吸塵器進行吸氣，則可更有效地除去異物。再者，以上之鼓風或流水清洗存在極限，因此亦可進而進行超音波清洗等。有效的是於頻率25~300 KHz之間進行多重振盪而進行該超音波清洗的方法。例如可於頻率25~300 KHz之間，以25 KHz為間隔以12種頻率進行多重振盪而進行超音波清洗。

本發明濺鍍靶材之相對密度較佳為95%以上，更佳為96%以上，尤佳為97%以上。若未達95%，則存在靶材易於破裂，或容易發生異常放電之虞。

所謂相對密度係指對於自加權平均算出之理論密度相對算出的密度。由各原料之密度之加權平均算出的密度為理

論密度，其設為100%。

靶材之電阻較佳為0.01 mΩcm以上、10 mΩcm以下，更佳為0.1 mΩcm以上、5 mΩcm以下，尤佳為0.2 mΩcm以上、3 mΩcm以下。若電阻值超過10 mΩcm，則繼續長時間DC(direct-current, 直流)濺鍍時，有如下情況：因異常放電而產生火花，導致靶材破裂，或因火花而飛出之粒子附著於成膜基板上，降低作為氧化物半導體膜之性能。另一方面，若小於0.01 mΩcm，則有靶材之電阻小於微粒之電阻，因飛散而來之微粒引起異常放電之虞。

靶材內之鋅以外之正電性元素之偏差範圍較佳為0.5%以內。若在0.5%以內，則可提高靶材之電阻之均勻性(可減少不均)。又，可降低成膜品之不均。

正電性元素之偏差範圍可藉由利用ICP(Inductively Coupled Plasma, 感應耦合電漿)對自靶材之10處切取之試料進行分析而測定。

靶材內相對密度之偏差範圍較佳為3%以內。若密度之偏差範圍在3%以內，則可提高靶材之電阻之均勻性(可減少不均)。又，可降低成膜品之不均。

相對密度之不均係切下燒結體之任意10處，藉由阿基米德法求出其相對密度，基於其平均值、最大值及最小值並根據下述式算出。

$$\text{相對密度之不均} = (\text{最大值} - \text{最小值}) / \text{平均值} \times 100(\%)$$

靶材內之斐瑞特直徑為2 μm以上之針孔數量以每單位面積計較佳為50個/mm²以下，更佳為20個/mm²以下，更佳

為5個/mm²以下。若斐瑞特直徑為2 μm以上之針孔數量多於50個/mm²，則存在靶材使用初期至末期大量發生異常放電之傾向，故而不佳。又，存在所獲得之濺鍍膜之平滑性亦下降之傾向。若燒結體內部之斐瑞特直徑為2 μm以上之針孔為5個/mm²以下，則可抑制靶材使用初期至末期之異常放電，又，所獲得之濺鍍膜非常平滑。

此處，所謂斐瑞特直徑係指將針孔視為粒子之情形時，夾住粒子之某固定方向之平行線間隔。例如可藉由倍率100倍之SEM(scanning electron microscope，掃描型電子顯微鏡)像進行觀察而測量。

可藉由使用本發明之濺鍍靶材，於基板等對象物上進行濺鍍，而形成本發明之氧化物薄膜。氧化物薄膜可適宜地應用於薄膜電晶體之半導體層、氧化物薄膜層等。

作為成膜時之膜厚，較佳為1~45 nm，更佳為3~30 nm，尤佳為5~20 nm。藉由使膜厚為45 nm以下，可期待製成遷移率較高、S值較低之半導體。

實施例

實施例 1

(1)氧化物燒結體之製作

作為起始原料，使用In₂O₃(純度4 N，Asia物性材料公司製造)、Ga₂O₃(純度4 N，Asia物性材料公司製造)及ZnO(純度4 N，高純度化學公司製造)。

稱量該等原料，使用濕式介質攪拌研磨機加以混合粉碎。再者，濕式介質攪拌研磨機之介質係使用1 mmφ之氧

化銦珠。

接著，混合粉碎後，利用噴霧乾燥機加以乾燥。將所獲得之混合粉末填充至模具中，藉由冷均壓(CIP)於面壓 2200 kgf/cm^2 下保持5分鐘，進行加壓成形，而製作成形體。

其後，利用電爐燒結。燒結條件如下所示。

升溫速度： $2^\circ\text{C}/\text{分鐘}$

燒結溫度： 1500°C

燒結時間：6小時

燒結氣體環境：氧氣流入

降溫時間：72小時

(2) 濺鍍靶材之製作

燒結後，將厚度6 mm之燒結體研削、研磨成厚度5 mm直徑4吋。自該燒結體切下靶材用燒結體。利用金剛石切割機對燒結體之側邊進行切割，利用平面研削盤研削表面，製成表面粗糙度 R_a 為 $0.5 \mu\text{m}$ 以下之靶素材。

其次，對表面進行鼓風，進而於頻率 $25\sim 300 \text{ kHz}$ 之間，以 25 kHz 為間隔以12種頻率進行多重振盪，並進行3分鐘之超音波清洗。獲得靶素材。

其後，利用銦焊料，將靶素材焊接至無氧銅製之靶座上，製成靶材。靶材之表面粗糙度 $R_a \leq 0.5 \mu\text{m}$ ，具備無方向性之研削麵。

將所製造之靶材安裝至DC濺鍍成膜裝置上。於 0.3 Pa 之Ar氣環境下，以 100 W 進行100小時之連續濺鍍，測量表面

所產生之結核。其結果，靶材表面幾乎未產生結核。又，成膜時幾乎未產生異常放電。

對所獲得之氧化物燒結體(靶材)進行下述評價。結果示於表1。

(A)氧化物燒結體之金屬元素之比率

藉由電感耦合電漿發光分析裝置(ICP-AES，島津製作所公司製造)進行分析。

(B)氧化物燒結體之結晶結構

藉由X射線繞射測定(XRD)進行判定。

·裝置：Rigaku(股)製造之Ultima-III

·X射線：Cu-K α 射線(波長1.5406 Å，以石墨單色器單色化)

化)

·2 θ - θ 反射法，連續掃描(1.0°/分鐘)

·取樣間隔：0.02°

·狹縫DS、SS：2/3°，RS：0.6 mm

(C)靶材之特性

(a)相對密度

根據由原料粉之密度算出之理論密度、及藉由阿基米德法測定之燒結體之密度，以下述計算式算出。

相對密度=(藉由阿基米德法測定之密度)÷(理論密度)×100(%)

(b)塊狀電阻

使用電阻儀(三菱化學(股)製造，LORESTA)，基於四探針法(JIS R1637)進行測定，設10處之平均值為電阻率值。

(c) 電阻之均勻性

使用電阻儀(三菱化學(股)製造, LORESTA), 基於四探針法(JIS R1637)進行測定, 根據10處之平均值及標準偏差, 依據下述計算式算出。

$$(\text{標準偏差}) \div (\text{平均值}) \times 100(\%)$$

(d) 針孔數量(平均孔隙數量)

於燒結體之任意方向進行鏡面研磨後, 進行蝕刻, 利用SEM(掃描型電子顯微鏡)觀察組織, 計數每單位面積之直徑1 μm 以上之孔隙的數量。

(D) 靶材之成膜特性

(a) 異常放電

測定96小時所產生之異常放電次數。

(b) 微粒(發塵量)

於腔室內設置載玻片, 使用顯微鏡測量96小時連續成膜後附著於載玻片上之1 μm 以上之微粒的密度。

其結果, 以微粒較少者起, 依序將 10^4 個/ m^2 以內設為○, 將超過 10^4 個/ m^2 設為×, 而進行評價。

(c) 結核(結核產生密度)

自96小時連續成膜後之成膜後之濺鍍靶材的照片計算藉由結核而包覆之面積, 根據以下式計算產生密度。

$$\text{結核產生密度} = \text{結核產生面積} \div \text{濺鍍靶材面積}$$

其結果, 以結核較少者起, 依序將 10^{-1} 以內設為○, 將超過 10^{-1} 設為×, 而進行評價。

(E) 薄膜之評價

使用所製作之靶材，以下述條件製作薄膜(厚度 50 nm)，評價熱處理前後之電氣特性。

•成膜條件

全壓力為 0.65 Pa，氧分壓為 Ar：19.6 sccm、O₂：0.4 sccm，功率為 RF(radio frequency，射頻)100 W，T-S間距為 100 mm，基板溫度為室溫(未加熱)。

•熱處理條件

使用烘箱，於大氣下，於 300°C 下處理 1 小時。

•電子載子密度及電洞遷移率之測定

使用東陽技術製造之 Resi Test 8310(電洞測定裝置)進行評價(測定條件：室溫(25°C)，0.5 [T]，10⁻⁴~10⁻¹² A，AC (alternating current，交流)磁場電洞測定)。

將實施例 1 中所製造之靶材之 X 射線繞射測定(XRD)圖示於圖 2。再者，為了進行比較，將 Zn₂In₂O₅(JCPDS：20-1442)之圖及 InGaZn₂O₅(JCPDS：40-0252)之圖示於 XRD 圖之下部。根據該圖之分析結果，可確認 2θ=7.70°、31.24°、34.80°、55.10°、57.96°之 5 個波峰，可確認含有氧化物 A(與 Zn₂In₂O₅或 InGaZn₂O₅之混合物不同)。進而，亦可確認與 JCPDS 卡之 In₂O₃所示之紅綠柱石結構相對應之波峰。即，可確認形成 In₂O₃所示之紅綠柱石結構與氧化物 A 之混合物。

又，根據波峰強度比，氧化物 A 與 In₂O₃所示之紅綠柱石結構之比大致為 5：4。

又，利用電感耦合電漿發光分析裝置(ICP-AES)，對藉

由濺鍍而製成之薄膜之含有元素進行定量分析。以原子數比計In : Ga : Zn為51 : 10 : 39，與靶材大致一致(各組成之原子數比為靶材之 $\pm 2\%$ 以內)，Ga含量無較大變動。

實施例2、3

除了將原料之組成比換為表1所示以外，以與實施例1相同之方式製作靶材，並進行評價。將結果示於表1。又，將實施例2之X射線繞射圖示於圖3。

參照例

製作含有氧化物A單體之氧化物燒結體。具體而言，除了將原料之組成比換為表1所示以外，以與實施例1相同之方式製作靶材。對所獲得之靶材進行評價。將結果示於表1。

將參照例中所製造之氧化物燒結體之X射線繞射測定(XRD)圖示於圖4。再者，為了進行比較，將 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ (JCPDS : 40-0252)之圖及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ (JCPDS : 20-1442)之圖示於XRD圖之下部。

該氧化物具有 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 特有之波峰(圖4中，由○表示)、及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 特有之波峰(圖4中，由○表示)，且具有 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 中未觀測到之波峰。因此，該氧化物具有與 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 及 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 不同之新穎的結晶系。

本發明之濺鍍靶材含有作為新穎結晶之氧化物A與 In_2O_3 所示之紅綠柱石結構兩者。結果可知，與僅含有氧化物A之靶材相比，燒結密度(相對密度)提高，電阻下降。推測

其原因在於，藉由易生成氧空位之紅綠柱石結構，會產生靶材之載子電子，可以新穎結晶之層狀結構進行導電。

比較例 1

稱量氧化銦粉末(純度 4 N)，使用濕式介質攪拌研磨機進行粉碎。再者，濕式介質攪拌研磨機之介質係使用 1 mm ϕ 之氧化鋇珠。

繼而，於混合粉碎後，利用噴霧乾燥機加以乾燥。將所獲得之粉末填充至模具中，利用冷壓機進行加壓成形，而製作成形體。

一邊通入氧氣，一邊於氧氣環境中於 1200°C 之高溫下將所獲得之成形體燒結 4 小時。藉此，即使不進行預燒步驟，亦可獲得相對密度為 82.2% 之濺鍍靶材用燒結體。

藉由 X 射線繞射，確認燒結體中存在 In_2O_3 所示之紅綠柱石結構。該燒結體之塊狀電阻為 2500 m Ω cm。

將所製造之靶材(4 吋 ϕ ，厚度 5 mm) 焊接至靶座上，並安裝於 DC 濺鍍成膜裝置上。於 0.3 Pa 之 Ar 氣環境下，以 100 W 進行 100 小時之連續濺鍍，測量表面所產生之結核。結果靶材表面之大致整個面未見發生結核。

以與實施例 1 相同之方式，對所獲得之靶材進行評價。將結果示於表 1。

比較例 2

以重量比大致成為 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} = 34 : 46 : 20$ 之方式稱量氧化銦粉末(純度 4 N)、氧化鎵粉末(純度 4 N)及氧化鋅粉末(純度 4 N)，使用濕式介質攪拌研磨機加以混合粉

碎。再者，濕式介質攪拌研磨機之介質係使用 1 mm ϕ 之氧化鋯珠。

繼而，於混合粉碎後，利用噴霧乾燥機加以乾燥。將所獲得之混合粉末填充至模具中，利用冷壓機進行加壓成形，而製作成形體。

一邊通入氧氣，一邊於氧氣環境中於 1200 $^{\circ}$ C 之高溫下將所獲得之成形體燒結 4 小時。藉此，即使不進行預燒步驟，亦獲得相對密度為 90.8%(燒結體密度為 5.85 g/cm³)之 IGZO 濺鍍靶材用燒結體。

藉由 X 射線繞射，確認燒結體中存在 ZnGa₂O₄ 之結晶，但未觀察到 InGaZnO₄。該燒結體之塊狀電阻為 150 m Ω cm。

將所製造之靶材(4吋 ϕ ，厚度 5 mm)焊接至靶座上，並安裝於 DC 濺鍍成膜裝置上。於 0.3 Pa 之 Ar 氣環境下，以 100 W 進行 100 小時之連續濺鍍，測定表面所產生之結核。結果靶材表面之大致一半可見發生結核。

以與實施例 1 相同之方式對所獲得之靶材進行評價。將結果示於表 1。

比較例 3

除了將組成比設為表 1 以外，以與比較例 2 相同之方式製作靶材並進行評價。將結果示於表 1。

[表 1]

	參照例	實施例			比較例			
		1	2	3	1	2	3	
靶材之組成(原子數比)	In/(In+Ga+Zn)	0.37	0.50	0.55	0.60	1.00	0.25	0.45
	Ga/(In+Ga+Zn)	0.13	0.10	0.10	0.10	0.00	0.50	0.55
	Zn/(In+Ga+Zn)	0.50	0.40	0.35	0.30	0.00	0.25	0.00
	Ga/(In+Ga)	0.26	0.17	0.15	0.14	0.00	0.67	0.55
靶材之結晶 ^{*1}	In ₂ O ₃	-	②	①	①	①	-	-
	ZnGa ₂ O ₄	-	-	-	-	-	①	①
	氧化物A	①	①	②	②	-	-	-
	相對密度(%)	95	97	98	98	82	91	84
靶材之特性	塊狀電阻(mΩcm)	4	2	1	1	2500	150	210
	電阻之均勻性	<5%	<5%	<5%	<5%	25%	20%	20%
	針孔數量(個/mm ²)	<10	<10	<10	<10	40	30	30
	異常放電(次/96小時)	<10	<10	<10	<10	50	35	35
靶材之成膜特性	微粒	○	○	○	○	×	×	×
	結核	○	○	○	○	×	×	×
	載子密度	3×10 ¹⁷	1×10 ¹⁹	2×10 ¹⁹	3×10 ¹⁹	2×10 ²⁰	<1×10 ¹⁵	<1×10 ¹⁵
	電洞遷移率(cm ² /Vs)	15	26	30	33	40	<1	<1
薄膜特性	熱處理前	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶
	XRD結果	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶
	載子密度	1×10 ¹⁷	3×10 ¹⁹	3×10 ¹⁹	4×10 ¹⁹	1×10 ²⁰	<1×10 ¹⁵	<1×10 ¹⁵
	電洞遷移率(cm ² /Vs)	10	27	30	30	90	<1	<1
熱處理後	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	
XRD結果	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	非晶	

*1

-表示無法確認XRD圖案。

①表示主成分結晶，②表示第二成分。

[TFT((thin-film transistor, 薄膜電晶體))之製作、評價]

使用實施例1-3及參照例中所製作之靶材，製作底部閘極結構之場效型電晶體。

將濺鍍靶材安裝於作為濺鍍法之一的RF磁控濺鍍法之成膜裝置上，於附帶熱氧化膜(100 nm)之矽基板上形成膜厚為15 nm之通道層(半導體層)膜。濺鍍條件與上述薄膜製作相同。藉由光微影法構成半導體區域(所謂島)。

其次，於大氣下，於300°C下對附帶半導體之基板進行0.5小時之熱處理。

為了進行剝離，塗佈光阻材料形成光阻膜後，形成成為源極電極及汲極電極之金屬薄膜。金屬薄膜係藉由DC濺鍍依照Ti/Au/Ti之順序進行積層而成膜。藉由成膜後剝離進行圖案化，而形成源極電極、汲極電極。

其後，再次於大氣下，於300°C下對附帶金屬薄膜之基板進行1小時之熱處理，製造以 $W=30\ \mu\text{m}$ 、 $L=30\ \mu\text{m}$ 之Si基板作為閘極電極之底部閘極結構的場效型電晶體。

再者，亦以相同之方式製作半導體層之膜厚為40 nm者。

對所獲得之場效型電晶體進行下述評價。將結果示於表2。

(1)場效遷移率(μ)、S值、臨界電壓(V_{th})

使用半導體參數分析儀(Keithley4200)，於大氣壓之乾燥氮氣環境下，於室溫下，於遮光環境下進行測定。

(2)膜厚測定

使用膜厚計(小阪研究所(股)之ET3000)進行測定。

將結果示於表2。

[表 2]

薄膜電晶體之評價		參照例	實施例		
			1	2	3
半導體層之膜厚15 nm	場效遷移率(cm^2/Vs)	25	36	38	40
	S值(V/decade)	0.2	0.1	0.1	0.1
	臨界電壓(V)	4.3	2.3	1.8	1.3
半導體層之膜厚40 nm	場效遷移率(cm^2/Vs)	23	28	30	31
	S值(V/decade)	0.2	0.3	0.3	0.3
	臨界電壓(V)	0.8	-2.3	-3.2	-4.8

產業上之可利用性

本發明之濺鍍靶材可較好地用於形成氧化物薄膜。氧化物薄膜例如可用於薄膜電晶體之半導體層等。

上文已對數個本發明之實施形態及/或實施例進行了詳細說明，但只要實質上不脫離本發明之新穎之教示及效果，則業者可容易地對該等例示即實施形態及/或實施例進行大量變更。因此，該等大量變更包括在本發明之範圍內。

該說明書中記載之文獻之內容全部引用於本文中。

【圖式簡單說明】

圖1(a)係 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_2$ 之結晶結構的概念圖，圖1(b)係 $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_2$ 之概念圖，圖1(c)係氧化物A之結晶結構之概念圖。

圖2係參照例中所製作之氧化物燒結體之X射線繞射圖。

圖3係實施例1中所製作之氧化物燒結體之X射線繞射圖。

圖4係實施例2中所製作之氧化物燒結體之X射線繞射圖。

七、申請專利範圍：

1. 一種濺鍍靶材，其含有
下述所示之氧化物A、及
具有紅綠柱石型結晶結構之氧化銦(In_2O_3)，
氧化物A係含有銦元素(In)、鎵元素(Ga)、及鋅元素
(Zn)，且藉由X射線繞射測定($\text{CuK}\alpha$ 射線)，於入射角(2θ)
為 $7.0^\circ\sim 8.4^\circ$ 、 $30.6^\circ\sim 32.0^\circ$ 、 $33.8^\circ\sim 35.8^\circ$ 、 $53.5^\circ\sim 56.5^\circ$ 及
 $56.5^\circ\sim 59.5^\circ$ 之各位置觀測到繞射波峰之氧化物。
2. 如請求項1之濺鍍靶材，其中銦元素(In)、鎵元素(Ga)及
鋅元素(Zn)之原子數比滿足下述式(1)及(2)，
$$0.10 \leq \text{Zn}/(\text{In}+\text{Ga}+\text{Zn}) \leq 0.45 \quad (1)$$
$$0.05 < \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}+\text{Zn}) < 0.18 \quad (2)。$$
3. 如請求項1之濺鍍靶材，其中銦元素(In)及鎵元素(Ga)之
原子數比滿足下述式(3)，
$$0.14 \leq \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}) \quad (3)。$$
4. 如請求項1之濺鍍靶材，其中所含有之金屬元素實質上
為In、Ga及Zn。
5. 如請求項1之濺鍍靶材，其電阻為 $10 \text{ m}\Omega\text{cm}$ 以下，相對密
度為95%以上。
6. 一種氧化物薄膜，其係使用如請求項1至5中任一項之濺
鍍靶材製作而成。

八、圖式：

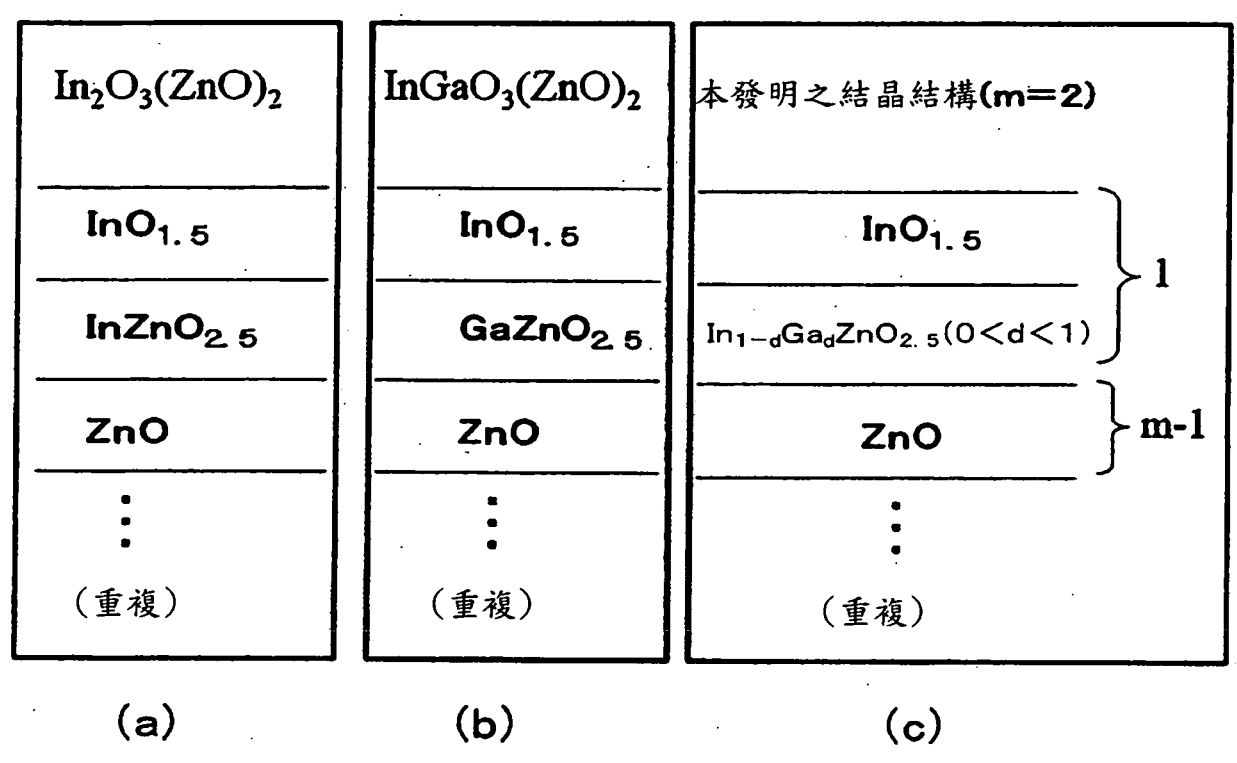


圖1

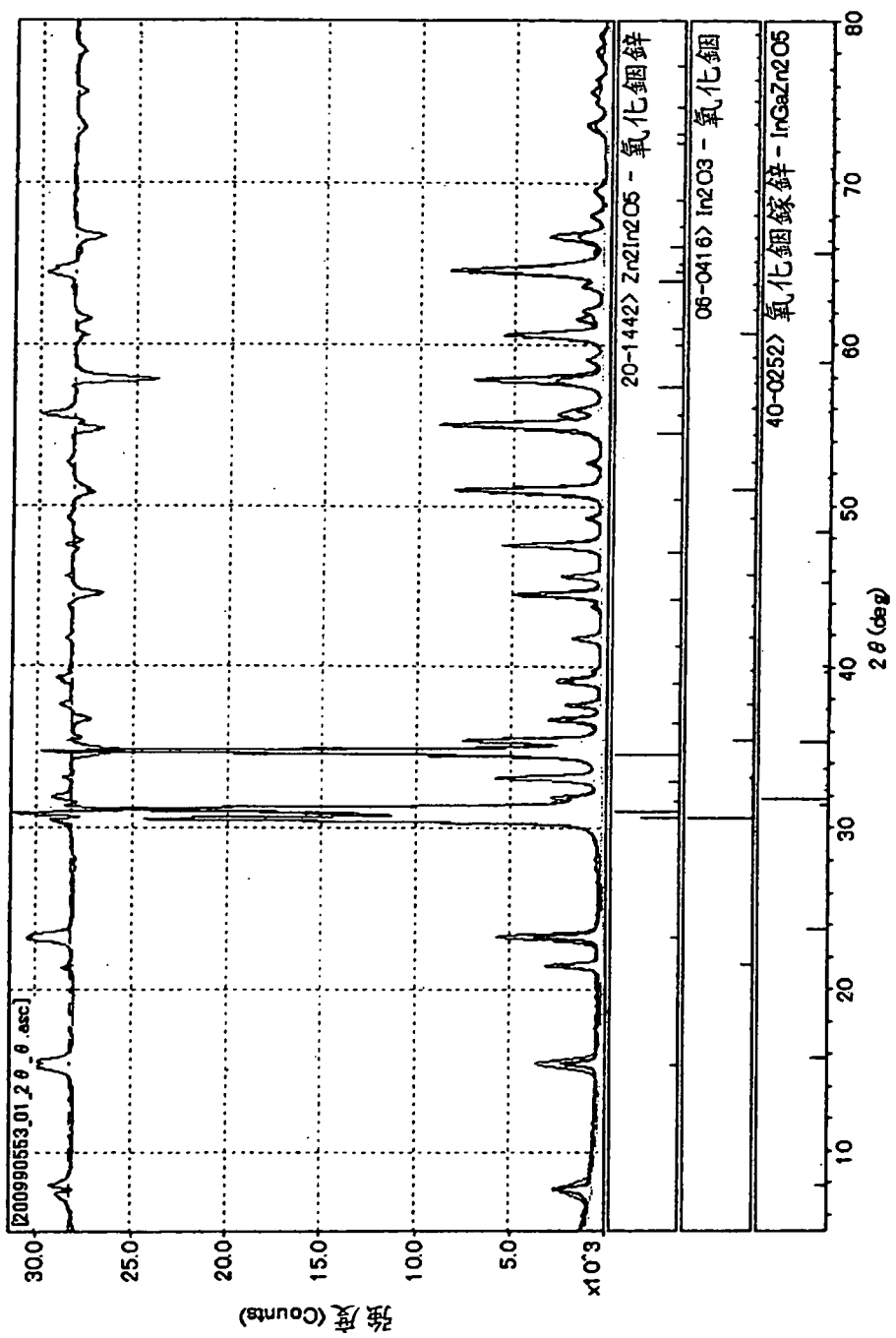


圖2



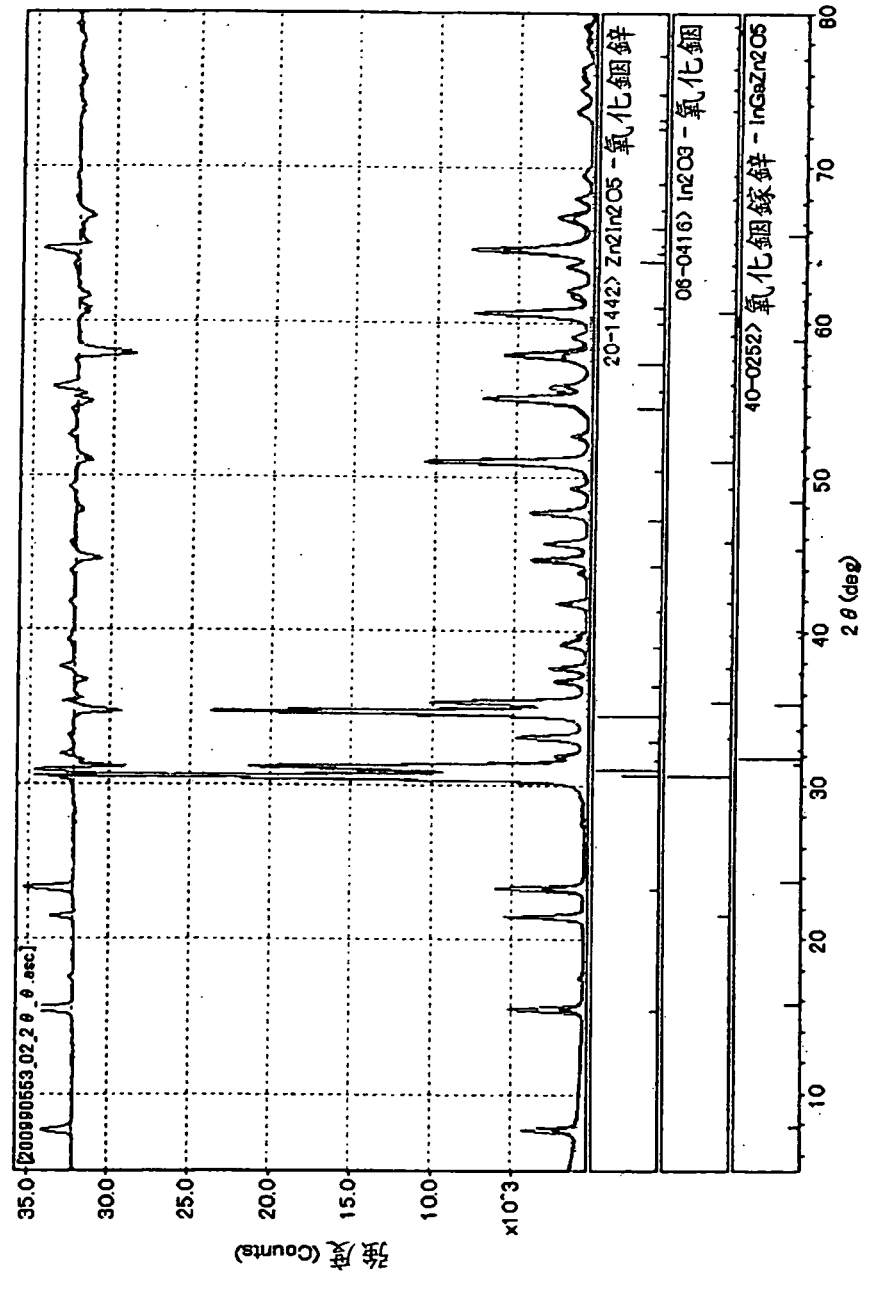


圖3

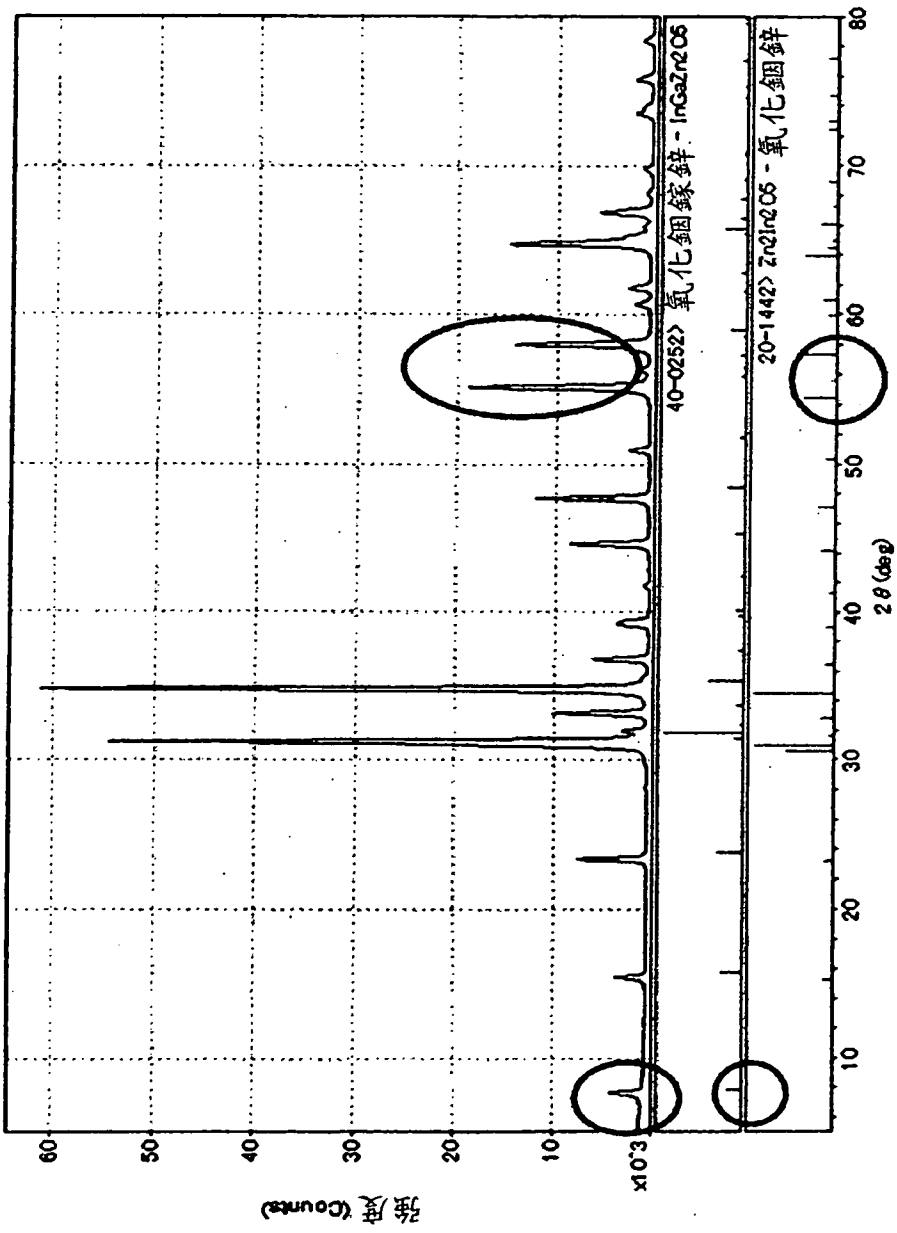


圖4