



(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 I410393 B

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：100128648

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 11 日

(51)Int. Cl. : C04B35/01 (2006.01)

C04B35/453 (2006.01)

H01L21/336 (2006.01)

H01L21/363 (2006.01)

H01L29/786 (2006.01)

G02F1/13 (2006.01)

(30)優先權：2010/08/31 日本

2010-194469

(71)申請人：J X 日鑛日石金屬股份有限公司 (日本) JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：高見英生 TAKAMI, HIDEO (JP)；長田幸三 OSADA, KOZO (JP)

(74)代理人：洪澄文

(56)參考文獻：

TW 200606270A

TW 200849604A

TW 201028233A

審查人員：唐祭

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：0 共 0 頁

(54)名稱

氧化物燒結體及氧化物半導體薄膜

(57)摘要

本發明的目的是提供不含高價的鎵(Ga)的氧化物半導體膜製造用的氧化物燒結體；另外，另一目的是提供具有與此氧化物燒結體同一組成的氧化物半導體薄膜。本發明的氧化物燒結體是由三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、二價的 X 離子(X^{2+})(其中 X 表為選自 Cu、Zn、及 Fe 的一種以上的元素)、與氧離子(O^{2-})構成的氧化物燒結體，其中三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、及二價的 X 離子(X^{2+})的原子數比分別滿足 $0.2 \leq (\text{In}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.8$ 、 $0.1 \leq (\text{Fe}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 、及 $0.1 \leq (\text{X}^{2+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 。

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100128648

※申請日：100.8.11

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

氧化物燒結體及氧化物半導體薄膜

C04B 35/61 (2006.01)
 35/63 (2006.01)
 H1L 21/336 (2006.01)
 21/363 (2006.01)
 21/386 (2006.01)
 G02F 1/13 (2006.01)

二、中文發明摘要：

本發明的目的是提供不含高價的鎵(Ga)的氧化物半導體膜製造用的氧化物燒結體；另外，另一目的是提供具有與此氧化物燒結體同一組成的氧化物半導體薄膜。本發明的氧化物燒結體是由三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、二價的 X 離子(X^{2+})(其中 X 表為選自 Cu、Zn、及 Fe 的一種以上的元素)、與氧離子(O^{2-})構成的氧化物燒結體，其中三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、及二價的 X 離子(X^{2+})的原子數比分別滿足 $0.2 \leq (\text{In}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.8$ 、 $0.1 \leq (\text{Fe}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 、及 $0.1 \leq (\text{X}^{2+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 。

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：無。

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】

本發明是關於對於顯示裝置中的薄膜電晶體的製作有用的氧化物燒結體及透明氧化物半導體薄膜。

【先前技術】

氧化物半導體是用於液晶顯示裝置、電漿顯示裝置及有機發光顯示裝置等的顯示裝置中的薄膜電晶體的主動層之外，也用於太陽電池及觸控面板等的電極。從前已知道以 In-Ga-Zn-O 類(以下記為「IGZO 類」)作為氧化物半導體(請參考非專利文獻 1)，還有為了改善特性而添加錫(Sn)的種類之文獻(請參考專利文獻 1 及 2)。然而這些種類的必須構成元件的鎵(Ga)是稀有元素，由於價格高等的理由而大大制約了在產業上的大量使用。

作為不使用 Ga 的透明氧化物半導體者，有關於 In-Zn-O 類(請參考專利文獻 3)、In-Zn-Sn-O 類(請參考專利文獻 4)及 Zn-Sn-O 類(請參考專利文獻 5)之文獻。

【先行技術文獻】**【專利文獻】**

【專利文獻 1】 特開 2008-280216 號公報

【專利文獻 2】 特開 2010-118407 號公報

【專利文獻 3】 特開 2007-142195 號公報

【專利文獻 4】 特開 2008-243928 號公報

【專利文獻 5】 特開 2007-142196 號公報

【非專利文獻】

【非專利文獻 1】 Nature 432、p488-492、October 2004

【發明內容】**【發明所欲解決的問題】**

目前的情況是由於 IGZO 類為透明半導體，故揭露於上述專利文獻 3~5 的 IGZO 類替代候補材料是氧化物，此氧化物一直僅限於透明的元素的材料系統而已。然而，IGZO 類是作為電晶體的通道層，幾乎是不一定需要透明性的情況。因此，針對非透明、但可作為電晶體的通道層來使用的材料系統，迄今一直未被研究來作為 IGZO 替代材料。

因此，本發明的目的是提供不含稀有資源、高價的鎵 (Ga) 之氧化物半導體膜製造用的氧化物燒結體。另外，本發明的另一目的是提供具有與此氧化物燒結體同一組成的氧化物半導體薄膜。

【用以解決問題的手段】

本發明在一個面向中是一氧化物燒結體，其是由三價

的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、二價的 X 離子(X^{2+})(其中 X 表為選自 Cu、Zn、及 Fe 的一種以上的元素)、與氧離子(O^{2-})構成的氧化物燒結體，其中三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、及二價的 X 離子(X^{2+})的原子數比分別滿足 $0.2 \leq (\text{In}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.8$ 、 $0.1 \leq (\text{Fe}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 、及 $0.1 \leq (\text{X}^{2+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 。

本發明相關的氧化物燒結體在一實施形態中，其相對密度為 98% 以上。

本發明相關的氧化物燒結體在另一實施形態中，其體電阻(bulk resistance)為 $3\text{m}\Omega$ 以下。

本發明在另一個面向中是一氧化物半導體薄膜，其是由三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、二價的 X 離子(X^{2+})(其中 X 表為選自 Cu、Zn、及 Fe 的一種以上的元素)、與氧離子(O^{2-})構成的氧化物半導體薄膜，其中三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、及二價的 X 離子(X^{2+})的原子數比分別滿足 $0.2 \leq (\text{In}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.8$ 、 $0.1 \leq (\text{Fe}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 、及 $0.1 \leq (\text{X}^{2+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 。

本發明相關的氧化物半導體薄膜在一實施形態中，其為非晶質。

本發明相關的氧化物半導體薄膜在另一實施形態中，其載子濃度為 $10^{16} \sim 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。

本發明相關的氧化物半導體薄膜在又另一實施形態

中，其移動度為 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上。

本發明在又另一個面向中是一薄膜電晶體，其具有上述氧化物半導體薄膜來作為主動層。

本發明在另一個面向中是一主動陣列式驅動顯示面板，其具有上述薄膜電晶體。

【發明功效】

若根據本發明，可提供不含鎵(Ga)之氧化物半導體膜製造用的氧化物燒結體。本氧化物燒結體對作為濺鍍靶材是有用的。藉由使用本靶材而作濺鍍成膜，可以製作氧化物半導體膜。

【實施方式】

【用以實施發明的最佳形態】

(氧化物燒結體的組成)

本發明相關的氧化物燒結體，是由三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、二價的 X 離子(X^{2+})(其中 X 表為選自 Cu、Zn、及 Fe 的一種以上的元素)、與氧離子(O^{2-})作為構成元素。但是，本發明相關的氧化物燒結體包含了一般可取得的原料的精製步驟上無法避免被包含進來的元素、氧化物燒結體製程上無法避免而混入的不純物元素等，無法避免而內含的濃度程度例如為各元素為 10ppm 的程度以下。

相對於三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})及二價的 X 離子(X^{2+})的合計原子數之三價的銦離子(In^{3+})的原

子數的比例 $(\text{In}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 較好為 0.2~0.8。若 $(\text{In}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 不滿 0.2，則膜的載子濃度會過小，靶材製作時的相對密度會變小，體電阻變高，而容易發生濺鍍時的異常放電。相反地，若 $(\text{In}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 超過 0.8，濺擊此組成的靶材而完成的膜的載子濃度會過高，作為電晶體的通道區之開關 (on-off) 比會變小。 $(\text{In}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 更好是 0.25~0.6 的範圍、再更好是 0.3~0.5 的範圍。

相對於三價的銦離子 (In^{3+}) 、三價的鐵離子 (Fe^{3+}) 及二價的 X 離子 (X^{2+}) 的合計原子數之鋅的原子數的比例 $(\text{Fe}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 較好為 0.1~0.5。若 $(\text{Fe}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 不滿 0.1，則濺擊此組成的靶材而完成的膜的載子濃度會過高，作為電晶體的通道區之開關 (on-off) 比會變小。相反地，若 $(\text{Fe}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 超過 0.5，則膜的載子濃度會過小，靶材製作時的相對密度會變小，體電阻變高，而容易發生濺鍍時的異常放電。 $(\text{Fe}^{3+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 更好為 0.15~0.4 的範圍、又更好為 0.2~0.35 的範圍。

相對於三價的銦離子 (In^{3+}) 、三價的鐵離子 (Fe^{3+}) 及二價的 X 離子 (X^{2+}) 的合計原子數之金屬元素 X 的原子數的比例 $(\text{X}^{2+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 較好為 0.1~0.5。若 $(\text{X}^{2+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 不滿 0.1，則膜的載子濃度會過大。相反地，若 $(\text{X}^{2+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 超過 0.5，則膜的載子濃度會過小，靶材製作時的相對密度會變小。 $(\text{X}^{2+})/\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$

$\{(\text{In}^{3+})+(\text{Fe}^{3+})+(\text{X}^{2+})\}$ 更好為 0.15~0.4 的範圍、又更好為 0.2~0.35 的範圍。

選擇鐵離子(Fe^{2+})作為作為二價的 X 離子時，金屬離子的種類僅為銦與鐵。然而關於鐵離子，是具有二價及三價的種類而存在於氧化物燒結體中。鐵是過渡金屬，可取得複數種價數，某些化合物中亦有存在價數不同的鐵離子的情況。本發明的較佳實施形態中，是先行控制鐵離子的價數而形成化合物。藉此，可以容易地獲得所希望的特性。

(氧化物燒結體的相對密度)

氧化物燒結體的相對密度，是與濺擊時的表面的焦耳發生相關，若氧化物燒結體是低密度的，將此氧化物燒結體加工為靶材而作濺鍍成膜之時，隨著濺鍍成膜的進行，在表面會逐漸產生銦的低級氧化物之被稱為突起狀的團塊(nodule)的高電阻部分，容易成為之後的濺鍍時的異常放電的起點。在本發明中，藉由組成的適當範圍的適當化，可使氧化物燒結體的相對密度為 98%以上，若是此程度的高密度，就幾乎沒有濺鍍時的團塊造成的不良影響。相對密度較好為 99%以上、更好為 99.5%以上。

另外，氧化物燒結體的相對密度，可將根據對氧化物燒結體作加工成為既定形狀後的重量及外觀尺寸而計算出的密度，除此氧化物燒結體的理論密度而求得。

(氧化物燒結體的體電阻)

氧化物燒結體的體電阻，是與濺鍍時的異常放電的發生容易度相關，若體電阻高則濺鍍時容易發生異常放電。

在本發明中，藉由組成的適當範圍、製造條件的適當化等，可使體電阻為 $3\text{m}\Omega\text{cm}$ 以下，若為此程度的低體電阻，就幾乎沒有對濺鍍時的異常放電發生的不良影響。體電阻較好為 $2.7\text{m}\Omega\text{cm}$ 以下、更好為 $2.5\text{m}\Omega\text{cm}$ 以下。

另外，體電阻可藉由四探針法使用電阻率計來測定。
(氧化物燒結體的製造方法)

本發明相關的各種組成的氧化物燒結體，可藉由調整原料之氧化銦(In_2O_3)、氧化鐵(Fe_2O_3 作為三價鐵的供給源、 FeO 作為二價鐵的供給源)、氧化鋅(ZnO)、氧化銅(CuO)等的各原料粉體的混合比、原料粉體的粒徑、粉碎時間、燒結溫度、燒結時間、燒結氣氛的氣體種類等的條件而取得。

原料粉的平均粒徑較好為 $1\sim 2\mu\text{m}$ 。平均粒徑若超過 $2\mu\text{m}$ ，由於難以提升燒結體的密度，若將此原料粉單獨或作成混合粉而進行濕式微粉碎等而將平均粒徑縮小至約 $1\mu\text{m}$ 左右即可。在濕式混合粉碎前以提升燒結性為目的，進行煨燒亦為有效。另一方面，難以取得不滿 $1\mu\text{m}$ 的原料，另外，由於尺寸這麼小則容易發生粒子間的凝集而難以處理，燒結前的混合粉的平均粒徑較好為 $1\sim 2\mu\text{m}$ 。在此處，原料粉的粒徑是指藉由雷射繞射式粒度分佈測定裝置測定的體積分佈中的中位數徑。另外，在可解釋為與本發明均等的範圍內，除了既定的原料粉外亦可添加對燒結體特性不會造成不良影響、具有提升燒結性等的效果的其他成分。較好為將粉碎後的原料混合粉以噴霧乾燥器(spray

dryer)等造粒而提高流動性、成形性等之後作成型。成型可使用一般的加壓成形、冷間液均壓加壓等的方法。

之後，燒結成形物而獲得燒結體。燒結較好為在 $1400\sim 1600^{\circ}\text{C}$ 燒結 $2\sim 20$ 小時。藉此，可使相對密度為98%以上。燒結溫度不滿 1400°C ，則難以提升密度；相反地，燒結溫度若超過 1600°C ，則由於構成成分元素的揮發，燒結體的組成會發生變化、會因揮發而產生空隙而成為密度低的原因等。關於燒結時的氣氛的氣體，可使用大氣，增加對於燒結體的缺氧量而可以減少體電阻。但是有些燒結體的組成可以以氧作為燒結氣氛的氣體而仍可得到充分高密度的燒結體。

(濺鍍成膜)

如上所述而獲得的氧化物燒結體，可藉由施以研削、研磨等的加工而作為濺鍍用靶材，藉由使用此靶材來成膜，可以形成具有與此靶材同一組成的氧化物膜。在家工時，較好為藉由以平面研削等的方法研削表面，使表面粗糙度(Ra)為 $5\mu\text{m}$ 以下。藉由使表面粗糙度變小，可以減少成為異常放電的原因之團塊發生的起點。

濺鍍用靶材是貼附於銅製等的襯板(backing plate)而設置於濺鍍裝置內，以適當的真空度、氣氛氣體、濺鍍功率等的適當條件來作濺鍍，而可以獲得與靶材幾乎同組成的膜。

濺鍍法的情況，較好為使成膜前的反應室內到達真空度為 $2\times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下。若壓力過高，則因為殘留氣氛的氣體

中的不純物的影響，而有獲得的膜的移動度低的可能性。

關於濺鍍氣體，可使用氫及氧的混合氣體。作為混合氣體中的氧濃度的調整方法者，例如使用 100% 的氫的氣瓶與氫中的氧為 2% 的氣瓶，以流量來適當設定分別從各氣瓶供應至反應室的流量，而可進行調整。在此處，混合氣體中的氧濃度，是指氧分壓 / (氧分壓 + 氫分壓)，亦等於氧的流量除以氧與氫的合計流量。氧濃度可按照所希望的載子濃度而作適當變更，典型的濃度可以是 1~3%、更典型的濃度可以是 1~2%。

濺鍍氣體的全壓是 0.3~0.8Pa 左右。若全壓低於此範圍，則難以產生電漿放電，即使產生電漿放電則電漿不穩定。另外，若全壓高於此範圍，則成膜速度變慢，而發生對產能的不良影響等的問題。

濺鍍功率，在靶材尺寸為 6 吋的情況，是以 200~1200W 左右來成膜。濺鍍功率若過小，則成膜速度小、產能差；相反地，若成膜速度過大，則會發生靶材的破裂等的問題。200~1200W 若換算為濺鍍功率密度，則為 $1.1\text{W}/\text{cm}^2 \sim 6.6\text{W}/\text{cm}^2$ ，較好為 $3.2 \sim 4.5\text{W}/\text{cm}^2$ 。在此處，濺鍍功率密度，是指濺鍍功率除以濺鍍靶材的面積，即使是相同的濺鍍功率，會因為濺鍍靶材尺寸而使濺鍍靶材實際接受的功率不同，而成膜速度不同，故為用以統一地表現施加於濺鍍靶材的功率之指標。

關於從氧化物燒結體完成薄膜的方法，亦可使用真空蒸鍍法、離子噴鍍 (ion plating)、PLD (脈衝雷射沉積) 法

等，但產業上容易使用者，為滿足大面積、高速成膜、放電穩定性等之要件之 DC 磁控濺鍍 (DC magnetron sputtering) 法。

在濺鍍成膜時，不一定要加熱基板。因為即使不加熱基板仍可獲得較高的移動度，另外，不需要花費用以升溫的時間、能源等。若未加熱基板而作濺鍍成膜，獲得的膜為非晶質。但是，由於加熱基板亦可以期待與室溫成膜後的退火同樣的效果，故在基板加熱下成膜亦可。

(氧化物膜的載子濃度)

氧化物膜的載子濃度，在將此膜用於電晶體的通道層時，是與電晶體的各種特性有相關。載子濃度若過高，則電晶體的關閉時仍會發生微量的漏電流，而使開關 (on-off) 比變低。另一方面，若載子濃度過低，則在電晶體流動的電流會變小。在本發明中，藉由組成的適當範圍等，可以使氧化物膜的載子濃度為 $10^{16} \sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ，若為此範圍，則可以製作特性良好的電晶體。

(氧化物膜的移動度)

移動度是電晶體的特性之中最重要的特性之一，較好為氧化物半導體作為電晶體的通道層來使用的競合材料之非晶矽的移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上。移動度基本上是愈高愈好。本發明相關的氧化物膜是藉由組成的適當範圍等，可具有 $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的移動度，較好為可具有 $3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的移動度，更好為可具有 $5 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的移動度。藉此，特性會優於非晶矽，進一步提高產業上的可應用性。

本發明相關的氧化物半導體薄膜例如可作為薄膜電晶體的主動層來使用。另外，將使用上述製造方法獲得的薄膜電晶體作為主動元件來使用，而可用於主動矩陣式驅動顯示面板。

【實施例】

以下，一起顯示本發明的實施例與比較例，但這些實施例的提供是用來進一步理解本發明及其優點，而無對本發明作限定的意思。因此，本發明是在本發明的技術範圍，包含全部實施例以外的樣態或變形。

在下列的實施例及比較例中，燒結體及膜的物性是藉由以下的方法來測定。

(a)燒結體的相對密度

藉由重量及外觀尺寸的測定結果、與來自構成元素的理論密度而求得。

(i)燒結體的體電阻

藉由四探針法(JIS K7194)，使用 NPS 公司製型號 Σ - 5+ 裝置來求得。

(u)燒結體及膜的組成

使用 SII NanoTechnology Inc. 公司製型號 SPS3000，藉由 ICP(感應耦合電漿)分析法來求得。

(e)膜厚

使用階差計(Veeco 公司製、型號 Dektak8 STYLUS PROFILER)來求得。

(o)膜的載子濃度及移動度

將已成膜的玻璃基板切成 10mm 的四方形，在四個角落裝上銦電極，並設於霍爾量測裝置(TOYO Corporation 公司製、型號 Resitest8200)而測定。

(ka)膜的結晶或非晶質構造

使用 Rigaku 公司製 RINT-1100X 光繞射裝置來判定結晶性。無法認定背景水準(background level)以上之有意義的峰值的情況，則判斷為非晶質。

(ki)粉體的平均粒徑

以島津製作所製 SALD-3100 來測定平均粒徑。

<實施例 1>

秤量氧化銦(In_2O_3)粉(平均粒徑 $1.0\ \mu\text{m}$)、氧化鐵(Fe_2O_3)粉(平均粒徑 $1.0\ \mu\text{m}$)、及氧化鋅(ZnO)粉(平均粒徑 $1.0\ \mu\text{m}$)來使金屬元素的原子數比($\text{In}:\text{Fe}:\text{Zn}$)成為 0.4:0.3:0.3，作濕式混合粉碎。粉碎後的混合粉的平均粒徑為 $0.8\ \mu\text{m}$ 。將此混合粉以噴霧乾燥器造粒後，將此混合粉充填於模具，加壓成形後，在大氣氣氛中以 1450°C 的高溫作 10 小時的燒結。將獲得的燒結體加工為直徑 6 英寸、厚度 6mm 的圓盤狀，並作平面研削而成為濺鍍靶材。針對此靶材，從重量和外觀尺寸的測定結果與理論密度來計算相對密度，其為 99.6%。另外，藉由四探針法測定的燒結體的體電阻為 $2.0\ \text{m}\Omega\text{cm}$ 。藉由 ICP(感應耦合電漿)分析法的燒結體組成分析的結果，是 $\text{In}^{3+}:\text{Fe}^{3+}:\text{Zn}^{2+}=0.4:0.3:0.3$ (原子比)。

將上述製作的濺鍍靶材，使用銦作為鐳材而貼附於銅

製的襯板，設置於 DC 磁控濺鍍裝置 (ANELVA 製 SPL-500 濺鍍裝置)。玻璃基板是使用 CORNING1737，濺鍍條件為：基板溫度 25°C、到達壓力： 1.2×10^{-4} Pa、氣氛氣體：99% 的 Ar 與 1% 的氧、濺鍍壓力 (全壓)：0.5 Pa、投入電力 500 W，而製作膜厚約 100 nm 的薄膜。在氧化物半導體薄膜得成膜時，未發現異常放電。

進行獲得的膜的霍爾量測 (hall measurement)，得到載子濃度為 $5.2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、移動度為 $5.0 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 。藉由 ICP (感應耦合電漿) 分析法的燒結體組成分析的結果，是 In^{3+} ： Fe^{3+} ： Zn^{2+} = 0.4：0.3：0.3 (原子比)。藉由 X 光繞射的測定的結果，此膜為非晶質。

<實施例 2~實施例 12>

使原料粉的組成比成為記載於表 1 的各自的值以外，與實施例 1 同樣獲得氧化物燒結體及氧化物半導體薄膜。各自的相對密度、體電阻、載子濃度、移動度則如表 1 所記載。另外，燒結體及膜的組成則分別與原料粉的組成相同。

另外，使用氧化銦 (In_2O_3) 粉 (平均粒徑 $1.0 \mu\text{m}$) 作為 In^{3+} 的供給源、氧化鐵 (Fe_2O_3) 粉 (平均粒徑 $1.0 \mu\text{m}$) 作為 Fe^{3+} 的供給源、氧化鋅 (ZnO) 粉 (平均粒徑 $1.0 \mu\text{m}$) 作為 Zn^{2+} 的供給源、氧化銅 (CuO) 粉 (平均粒徑 $1.0 \mu\text{m}$) 作為 Cu^{2+} 的供給源、氧化鐵 (FeO) 粉 (平均粒徑 $1.0 \mu\text{m}$) 作為 Fe^{2+} 的供給源。

<比較例 1~比較例 10>

使原料粉的組成比成為記載於表 1 的各自的值以外，

與實施例 1 同樣獲得氧化物燒結體及氧化物半導體薄膜。各自的相對密度、體電阻、載子濃度、移動度則如表 1 所記載。另外，燒結體及膜的組成則分別與原料粉的組成相同。

從在表 1 記載的結果了解到，本發明的實施例相關的氧化物燒結體是相對密度高、體電阻小。另外，以本發明相關的氧化物燒結體作為濺鍍靶材而成膜的情況，得到具有適當的載子濃度及高移動度的氧化物半導體薄膜。

【表 1】

	組成(原子比)					相對 密度 %	體 電阻 mΩcm	載子 濃度 cm ⁻³	移動度 cm ² /Vs	膜的 結晶性
	In ³⁺	Fe ³⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Fe ²⁺					
實施例 1	0.4	0.3	0.3			99.6	2.0	5.2E+17	5.0	非晶質
實施例 2	0.4	0.5	0.1			99.3	2.8	2.8E+17	3.8	非晶質
實施例 3	0.4	0.1	0.5			99.4	0.8	7.3E+17	5.9	非晶質
實施例 4	0.4	0.3		0.3		99.5	1.8	4.8E+17	4.8	非晶質
實施例 5	0.4	0.5		0.1		99.2	2.1	3.3E+17	3.2	非晶質
實施例 6	0.4	0.1		0.5		99.4	1.0	7.5E+17	5.7	非晶質
實施例 7	0.4	0.3			0.3	99.6	1.3	5.1E+17	5.1	非晶質
實施例 8	0.4	0.5			0.1	99.2	2.2	3.0E+17	3.5	非晶質
實施例 9	0.4	0.1			0.5	99.3	0.9	5.3E+17	5.8	非晶質
實施例 10	0.2	0.4	0.4			98.4	2.9	4.3E+16	2.1	非晶質
實施例 11	0.6	0.2	0.2			99.5	0.7	7.4E+17	7.1	非晶質
實施例 12	0.8	0.1	0.1			99.6	0.5	8.9E+17	8.9	非晶質
比較例 1	0.1	0.45	0.45			92.8	5.7	3.8E+15	0.7	非晶質
比較例 2	0.9	0.05	0.05			99.4	0.3	7.8E+18	9.1	非晶質
比較例 3	0.6	0.05	0.35			99.3	0.7	3.7E+18	6.3	非晶質
比較例 4	0.3	0.6	0.1			93.1	8.9	2.3E+15	0.8	非晶質
比較例 5	0.6	0.35	0.05			98.4	5.7	8.8E+15	3.3	非晶質
比較例 6	0.3	0.1	0.6			93.5	2.9	7.5E+15	0.9	非晶質
比較例 7	0.6	0.35		0.05		98.7	6.2	8.2E+15	3.8	非晶質
比較例 8	0.3	0.1		0.6		92.7	2.8	7.3E+15	0.9	非晶質
比較例 9	0.6	0.35			0.05	98.1	6.1	8.4E+15	3.5	非晶質
比較例 10	0.3	0.1			0.6	92.2	2.7	7.7E+15	0.9	非晶質

【圖式簡單說明】

無。

【主要元件符號說明】

無。

七、申請專利範圍：

1. 一種氧化物燒結體，其是由三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、二價的 X 離子(X^{2+})(其中 X 表選自 Cu、Zn、及 Fe 的一種以上的元素)、與氧離子(O^{2-})構成的氧化物燒結體，其中三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、及二價的 X 離子(X^{2+})的原子數比分別滿足 $0.2 \leq (\text{In}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.8$ 、 $0.1 \leq (\text{Fe}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 、及 $0.1 \leq (\text{X}^{2+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ ，且其體電阻(bulk resistance)為 $3\text{m}\Omega\text{cm}$ 以下。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之氧化物燒結體，其相對密度為 98% 以上。

3. 一種氧化物半導體薄膜，其是由三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、二價的 X 離子(X^{2+})(其中 X 表選自 Cu、Zn、及 Fe 的一種以上的元素)、與氧離子(O^{2-})構成的氧化物半導體薄膜，其中三價的銦離子(In^{3+})、三價的鐵離子(Fe^{3+})、及二價的 X 離子(X^{2+})的原子數比分別滿足 $0.2 \leq (\text{In}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.8$ 、 $0.1 \leq (\text{Fe}^{3+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ 、及 $0.1 \leq (\text{X}^{2+}) / \{(\text{In}^{3+}) + (\text{Fe}^{3+}) + (\text{X}^{2+})\} \leq 0.5$ ，且其為非晶質的氧化物半導體薄膜。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之氧化物半導體薄膜，其載子濃度為 $10^{16} \sim 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 。

5. 如申請專利範圍第 3 或 4 項所述之氧化物半導體薄膜，其移動度為 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上。

6. 一種薄膜電晶體，其具有如申請專利範圍第 3 至 5

項任一項所述之氧化物半導體薄膜來作為主動層。

7. 一種主動陣列式驅動顯示面板，其具有如申請專利範圍第 6 項所述之薄膜電晶體。