

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4982423号

(P4982423)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 3 C 14/34 (2006. 01)

C 2 3 C 14/34 A

C O 4 B 35/453 (2006. 01)

C O 4 B 35/00 P

H O 1 L 31/04 (2006. 01)

H O 1 L 31/04 H

G O 2 F 1/1343 (2006. 01)

H O 1 L 31/04 M

G O 2 F 1/1343

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2008-113303 (P2008-113303)
 (22) 出願日 平成20年4月24日 (2008. 4. 24)
 (65) 公開番号 特開2009-263709 (P2009-263709A)
 (43) 公開日 平成21年11月12日 (2009. 11. 12)
 審査請求日 平成22年3月25日 (2010. 3. 25)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 今西 泰雄
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作
 所 日立研究所内
 (72) 発明者 田口 三夫
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作
 所 日立研究所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットと、それを用いて得られる酸化亜鉛薄膜を有する表示素子及び太陽電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化亜鉛を主成分とする酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットにおいて、
 元素種として亜鉛 (Zn) 及び酸素 (O) 以外の少なくとも 1 種類以上の元素種を有する添加元素 X 及び添加元素 Y を含み、前記添加元素 X がターゲット中で酸素を含まない化合物であり、前記添加元素 Y がターゲット中で酸素を含む化合物であり、前記添加元素 X 及び前記添加元素 Y は、同じ種類の金属元素が含まれることを特徴とする酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲット、

但し、ここでいう添加元素 X の化合物とは、常温常圧で固体であって、 $X = Ti, Si$ の中から、1 種類以上選ばれた化合物であり、添加元素 Y の化合物とは、常温常圧で固体であって、 $Y = Ti, Si$ の中から、1 種類以上選ばれた化合物。

【請求項 2】

請求項 1 記載の酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットにおいて、
 前記添加元素 X が単元素状態であることを特徴とする酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲット。

【請求項 3】

請求項 1 記載の酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットにおいて、
 前記添加元素 X が複元素状態であることを特徴とする酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲット。

【請求項 4】

10

20

請求項 1 記載の酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットにおいて、
前記添加元素 X の常温常圧における融点が 1000℃以上であることを特徴とする酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲット。

【請求項 5】

一对の基板と、
前記一对の基板間に配置された液晶層と、
前記一对の基板を挟持する一对の偏光板と、
前記一对の基板の少なくとも一方に配置された透明電極と、を有し、
前記透明電極は、酸化亜鉛を主成分とする膜であって、請求項 1 に記載の酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットを用いて得られる酸化亜鉛薄膜であることを特徴とする表示素子。

10

【請求項 6】

基板と、
前記基板上に配置された透明電極と、
前記透明電極上に配置されたアモルファスシリコン薄膜と、
前記アモルファスシリコン薄膜上に配置された多結晶シリコン薄膜と、
前記多結晶シリコン薄膜上に形成された背面電極と、を有し、
前記透明電極は、酸化亜鉛を主成分とする膜であって、請求項 1 に記載の酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットを用いて得られる酸化亜鉛薄膜であることを特徴とする太陽電池。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は酸化亜鉛スパッタ用ターゲット、それを用いて得られる酸化亜鉛薄膜、及びその薄膜を用いた透明導電膜、及び表示素子、及び太陽電池、光電子素子に関する。

【背景技術】

【0002】

昨今、軽量で、高精彩、高輝度でかつ安価な小型な平面ディスプレイ (Flat Panel Display, FPD) への要求は高まっている。

【0003】

30

このような FPD においては、各表示画素に電場や電流を印加することで、光の発生または光量の調節を行い、同時にその光を素子外部に取り出す必要から、可視光は透過するが、電気も流すことが可能な透明電極が用いられている。

【0004】

同時に、新しいディスプレイや移動体通信の普及は世界規模での経済規模を発展させ、著しいエネルギー消費を巻き起こしている。エネルギー資源の供給形態としての太陽電池への要求も高まり、一層高効率で省資源型の太陽電池が求められている。太陽電池にはシリコン単結晶や多結晶を切削加工するバルグ型が最初に実用化されたが、良質のシリコンが枯渇し、より少ない原料で素子形成可能な薄膜型が着目されている。このような太陽電池においては、可視光のみならず、紫外線から赤外線にわたる幅広い波長の光を透過可能な透明電極が求められている。

40

【0005】

透明電極材料は、大きく結晶系と非晶質系に分類される。結晶系としては、インジウムスズ酸化物 (Indium-Tin-Oxide, ITO) を含む酸化インジウム In_2O_3 系、酸化亜鉛 ZnO 系、酸化スズ SnO_2 系、酸化チタン TiO_2 系、酸化カドミウムスズ CdSnO_4 系が知られている。また、非晶質系には酸化インジウム亜鉛 IZO 系 (Indium Zinc Oxide. In_2O_3 と ZnO の中間組成で現れる非晶相。代表的には In_2O_3 が 80%) が挙げられる。これらの中で圧倒的に普及している透明電極材料は、酸化インジウム In_2O_3 系の一種である ITO (In_2O_3 結晶に 10~20% のスズ Sn で In を置換したもの。) である。

50

【0006】

しかしながら、ITOは稀少金属であるインジウムInを主要成分に含むが、In自身の地下埋蔵量は限られ、かつ亜鉛鉱石の副産物としてしか産出されないため、資源枯渇が懸念されている。このようなことから、ITOに代わる代替透明電極材料が渴望されている。ITOと同等の透明性、導電性が得られているものはZnO系であり、これが代替材料の最有力候補とされる。

【0007】

酸化亜鉛ZnO結晶に関する一般的物性は、例えば非特許文献1にまとめられている。

【0008】

ZnOスパッタターゲットの作製方法は、例えば特許文献1に記載されている。すなわち、添加物ドーパント酸化亜鉛に関して、正三価以上の元素を1300℃以上の高温で焼結することにより、焼結体密度が高く、かつ比抵抗が1Ωcm以下の低抵抗な焼結体を得られることが記載されている。

10

【0009】

今日のFPD等の基板サイズがメートル級大型透明電極形成にとっては、量産性向上のためになるべく高速に薄膜形成することが望まれている。ITO透明電極においては、スパッタ法により成膜されるが、ITOの場合基板界面から高結晶性で膜厚100nmを超えても透明電極としての性質がより薄い膜と同一である。このように、ITOの代替となる透明電極材料となるためには、量産性の高い薄膜形成手法を用いても、基板界面近傍から厚膜に至るまで、高結晶性な膜となることが必要である。透明電極用の酸化亜鉛をスパッタ法によって形成する場合には、スパッタ真空装置内の真空度は 10^{-5} Torr以下の高真空にすることが求められ、残留水分、残留酸素は極力除去することが必要である。また、スパッタ時にターゲット上の磁場が高い領域では、ZnOターゲットから飛び出す酸素原子が酸素負イオンとなって対向する基板に到達するために、形成されるZnO薄膜の膜質が局所的に低下し、高抵抗な領域が生じることが知られている。

20

【0010】

【特許文献1】特開平2-149459号公報

【非特許文献1】科学技術庁無機材質研究所研究報告書第50号、『酸化亜鉛に関する研究』，2章，p.4～15，1987年

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

このように、透明電極用ZnO薄膜形成には装置内部の酸素の管理は必須であり、現状、ITOに代えることができるような十分な低抵抗透明性、加工性、安定性を有し、大面積で均一なZnO薄膜がスパッタ法では得られていない。これは問題となる酸素が、原料のスパッタターゲットそのものから供給されるものであり、ZnO薄膜を形成するために必要であるためである。

【0012】

しかしながら、従来の透明電極用のZnOスパッタターゲットは、ZnOのキャリア密度を高めるためのドーパント添加した方法や、スパッタの安定性を高めるためのターゲットの高密度化や低抵抗化等に関する工夫はなされてきたが、このような大面積での均一性に優れた膜を得るためのターゲット組成に対する工夫は為されてこなかった。このような不完全な酸素制御のために、膜全体としての低抵抗性も、より成膜制御性に優れかつ低抵抗な膜を形成できるが大面積化には不向きな他の成膜手法、例えばパルスレーザ成膜法による酸化亜鉛薄膜に比べると見劣りしていた。

40

【0013】

本発明は、上記課題を鑑みて、スパッタ法の量産性、大面積化対応性を維持しつつ、透明導電膜としての電気特性を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

50

本発明は、酸化亜鉛を主成分とする酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットにおいて、元素種として亜鉛（Zn）及び酸素（O）以外の少なくとも1種類以上の元素種を有する添加元素Xを含み、その添加元素Xがターゲット中で酸素を含まない化合物であり、ここでいう添加元素Xの化合物とは、常温常圧で固体であって、X=B, Al, Ga, In, C, Si, Ge, Sn, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, N, P, As, Sb, S, Se, Te, F, Cl, Br, Iの中から、1種類以上選ばれた化合物であるとする。

【0015】

10

また、一对の基板間に配置された液晶層と、一对の基板を挟持する一对の偏光板と、一对の基板の少なくとも一方に配置された透明電極と、を有する表示素子であって、透明電極は、酸化亜鉛を主成分とする膜であって、元素種として亜鉛（Zn）及び酸素（O）以外の少なくとも1種類以上の元素種を有する添加元素Xを含み、その添加元素Xがターゲットまたは薄膜中で酸素を含まない化合物であり、ここでいう添加元素Xの化合物とは、常温常圧で固体であって、X=B, Al, Ga, In, C, Si, Ge, Sn, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, N, P, As, Sb, S, Se, Te, F, Cl, Br, Iの中から、1種類以上選ばれた化合物であるとする。

20

【0016】

また、基板上に配置された透明電極と、透明電極上に配置されたアモルファスシリコン薄膜と、アモルファスシリコン薄膜上に配置された多結晶シリコン薄膜と、多結晶シリコン薄膜上に形成された背面電極と、を有する太陽電池であって、透明電極は、酸化亜鉛を主成分とする膜であって、元素種として亜鉛（Zn）及び酸素（O）以外の少なくとも1種類以上の元素種を有する添加元素Xを含み、その添加元素Xがターゲットまたは薄膜中で酸素を含まない化合物であり、ここでいう添加元素Xの化合物とは、常温常圧で固体であって、X=B, Al, Ga, In, C, Si, Ge, Sn, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, N, P, As, Sb, S, Se, Te, F, Cl, Br, Iの中から、1種類以上選ばれた化合物であるとする。

30

【発明の効果】**【0017】**

本発明によれば、スパッタ法の量産性、大面積化対応性を維持しつつ、透明導電膜としての電気特性を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

以下、本発明を図面を参照して詳細に説明する。

【0019】

40

最初に、本発明の酸化亜鉛ターゲットの基本的な構造を、図1を用いて説明する。

【0020】

図1の（a）には本発明の酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットを構成する材料を模式的に示した。本発明の酸化亜鉛ターゲット（1）は、その母体となる酸化亜鉛粒子（2）の中に、酸化物状態でない状態を含む添加元素X粒子（3）や酸化物状態の添加元素Y粒子（4）を含んでいる。この内、添加元素Y粒子（4）は必ずしも必須の粒子ではない。図1の（b）には、本発明の特徴となる添加元素Xの1つの粒子を模式的に示した。簡便のため、球体粒子とし、その直径の方向をX方向、その端の位置をX=0, X=dとした。また、ここではその直径を中心とした部分方向を各位置Xでの断面部分とした。図1の（c）には、添加元素Xの断面内の非酸化状態割合（%）とX方向の位置との関係を示

50

した。本発明の添加元素Xは、ここに示すように端部の幅sを除く、位置sからd-sの部分では非酸化状態の割合がほぼ100%となっている。これらを除く端部においては添加元素Xの酸化物状態が含まれている部分があるが、理想的にはこの端部の酸化物状態が可能な限り少ないことが望ましい。実際の酸化亜鉛ターゲットを構成する材料の粒子はこのような球体ではないが、その添加元素Xの粒子にはその中心部に非酸化状態のものが含まれていることが重要である。

【0021】

よって、本発明の特徴は、元素種として亜鉛(Zn)及び酸素(O)以外の少なくとも1種類以上の元素種を有する添加元素Xを含み、その添加元素Xがターゲット中で酸素を含まない化合物であることである。なお、ここでの化合物は、常温常圧で固体であって、X=B, Al, In, C, Si, Ge, Sn, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, N, P, As, Sb, S, Se, Te, F, Cl, Br, Iの中から、1種類以上選ばれた化合物である。また、ここでいう添加元素Yを含む酸化物状態の化合物とは、常温常圧で固体であって、X=B, Al, In, C, Si, Ge, Sn, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, N, P, As, Sb, S, Se, Te, F, Cl, Br, Iの中から、1種類以上選ばれた化合物である。このような化合物を備える酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲット及び、そのターゲットから生成される酸化亜鉛薄膜は、最適な組成の酸化亜鉛を広い面積にわたって容易に得られるため、任意の基板上に、より稠密で、欠陥の少ない薄膜となる。また、この酸化亜鉛薄膜を用いた透明電極は、任意の基板上に酸素量を制御された所望の結晶性を有する酸化亜鉛薄膜を主体とするため、電気特性に優れたものとなる効果を奏する。

【0022】

また、本発明では、添加元素Xと、膜中で酸素を含む化合物である添加元素Yとが共存していても良い。

【0023】

なお、本発明では、添加元素Xが酸素を含まない化合物状態にあることを、添加元素Xが酸化物状態ではないとし、添加元素Xが酸素を含む化合物状態にあることを、添加元素Xが酸化物状態であると表現することにする。例えば、本発明いう添加元素Xが酸化物状態であるとは、添加元素Xが添加元素の酸素と結合した化合物であることを示す。例えば、添加元素Xを構成する元素種がSiである場合、その酸化状態にある化合物は一酸化シリコンSiOや二酸化シリコンSiO₂等がある。また、添加元素Xを構成する元素種がTiである場合、その酸化状態にある化合物は二酸化チタンTiO₂があるが、その結晶系にはルチル型やアナターゼ型等が存在するが、ここでは特に結晶系の区別までは行わないことにする。

【0024】

また、本発明でいう元素種とは、いわゆる周期律表に示される元素を示し、例えば原子番号順に、H, He, Li, Be、等を指す。

【0025】

また、本発明いう添加元素Xが単元素状態とは、Xがただ一種類の元素種からなるような状態にあることを示し、例えば金Au, 銀Ag, 銅Cuのような一種類の金属からなるような状態を指す。

【0026】

また、本発明でいう添加元素Xが複元素状態とは、Xがただ複数の元素種からなるような状態にあることを示し、例えば真鍮Cu-Zn, ステンレスFe-Cr-Ni, 青銅Cu-Sn, ジュラルミンAl-Cuのような二種類以上の金属からなるような状態を指す。

10

20

30

40

50

【0027】

また、本発明でいう添加元素Xの元素種と添加元素Yの元素種は同一であってもよく、例えばXをTiAlの合金、Yを Al_2O_3 であるような場合、Alが同一な元素種となるが、このような場合も本発明の添加元素の組み合わせに含まれる。

【0028】

また、本発明でいう添加元素Xが複元素状態であって、その一つには単元素状態で大気中で安定な元素とし、もう一つには付加的な機能を加えることができるが単元素では安定でない元素を合金とすることによって、安定な複合物とし、それを添加元素とすることも可能である。例えば、安定な単元素として、Al, Cu, Ni, Ag等に対して、低仕事関数化可能な元素として、Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba等を添加することも可能である。或いは、キャリア極性やキャリア濃度を変化させるべく、単体では金属ではない非酸化物元素として、N, P, As, Sb, S, Se, Te, F, Cl, Br, I等を添加することも可能であり、このような元素を含む合金を利用することで、通常的手法では共スパッタが困難な組成の酸化亜鉛薄膜を形成することも可能である。

10

【0029】

また、本発明のようなターゲットから形成された酸化亜鉛薄膜中には、添加元素Xがターゲット中で存在していた時のような酸素を含まない状態で取り込まれていても、或いは成膜の過程で酸素と結合した化合物状態に変化していてもよい。

【0030】

20

本発明の酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲット材料の作製方法には、ターゲット成形時のプレス法や鋳込み法、焼結時のホットプレス法や熱間静水圧プレス法、常圧焼結法、等を用いることができる。これらターゲット製造過程において、雰囲気圧力や酸素濃度を制御したりすることも可能である。特に、温度100～150℃に加熱し、同時に 1×10^{-1} Torr以下に排気した後、しばらくその状態を保ち、そのまま加圧後、大気圧に戻し、成形されたものを1000℃以上で不活性ガス雰囲気中で常圧焼結させることは有効である。

【0031】

本発明の酸化亜鉛ターゲット材料を用いた薄膜形成する手法には、所謂物理的作製方法のスパッタ法が主に用いることが可能であり、具体的にはDCスパッタ法、DCマグネトロンスパッタ法、RFスパッタ法、RFマグネトロンスパッタ法、対向ターゲットスパッタ法、ECRスパッタ法、デュアルマグネトロンスパッタ法、等を用いることができる。

30

【0032】

また、本発明の酸化亜鉛薄膜は、スパッタ法によって、適当な基板上に薄膜化される。基板としては、コーニング1737等の一般的な硼珪ガラスや熔融石英等のガラス基板、或いはシリコンや石英等の単結晶基板、SUSや銅、アルミニウム等の金属基板、ポリカーボネート(Polycarbonate)やポリアクリレート(Polyacrylate)等のプラスチック基板、或いはこれらを組み合わせた多層基板を用いることができる。或いは、基板はその母材からの切り出し研磨、射出成形、サンドブラスト法、ダイシング法等の手法によって形成することができる。別の形態として、既に下地に薄膜トランジスタや配線パターンニングされたものの上に本発明の酸化亜鉛薄膜を形成したり、或いは別途そのような加工が施された基板と本発明の酸化亜鉛薄膜を形成した別の基板とを貼り合わせたりすることが可能である。

40

【0033】

また、本発明に係る酸化亜鉛薄膜は、その薄膜または素子形成の過程で、必要とする薄膜または素子構造を作製するために、各種精密加工技術を用いることができる。例えば、精密ダイヤモンド切断加工、レーザ加工、エッチング加工、フォトリソグラフィ、反応性イオンエッチング、集束イオンビームエッチング等が挙げられる。また、あらかじめ加工された薄膜または素子を複数個配列させたり、多層化したり、またはその間を光導波路で結合したり、またはその状態で封止したりすることもできる。

50

【0034】

また、本発明に係る酸化亜鉛薄膜はまたは素子を不活性ガスまたは不活性液体を充填させた容器に保存することをも可能である。更にその動作環境を調整するための冷却または加熱機構を共存させることもできる。容器に用いることができる素材としては銅、銀、ステンレス、アルミニウム、真鍮、鉄、クロム等の各種金属やその合金、或いはポリエチレンやポリスチレン等の高分子材料等にこれら金属を分散させた複合材料、セラミック材料等を用いることができる。また、断熱層には発泡スチロール、多孔質セラミックス、ガラス繊維シート、紙等を用いることができる。特に、結露を防止するためのコーティングを行うことも可能である。また、内部に充填する不活性液体としては、水、重水、アルコール、低融点ワックス、水銀、等の液体やその混合物を用いることができる。また、内部に充填する不活性ガスとしては、ヘリウム、アルゴン、窒素等を挙げることができる。また、容器内部の湿度低減のために、乾燥剤を入れることも可能である。

10

【0035】

また、本発明に係る酸化亜鉛薄膜は、製品の形成後に、外観、特性の向上や長寿命化のための処理を行ってもよい。こうした後処理としては、熱アニーリング、放射線照射、電子線照射、光照射、電波照射、磁力線照射、超音波照射等が挙げられる。更に、該有機電界発光素子を各種の複合化、例えば接着、融着、電着、蒸着、圧着、染着、溶融成形、混練、プレス成形、塗工等、その用途または目的に応じた手段を用いて複合化させることができる。また、本発明に係る酸化亜鉛薄膜を透明導電膜として用いた素子、特に表示素子においては、駆動させるための電子回路と近接させて高密度実装させることも可能であり、外部との信号の授受のインターフェースやアンテナ等と一体化することもできる。

20

【0036】

本発明の酸化亜鉛薄膜は、酸化亜鉛スパッタ用ターゲットであり、そのターゲットを備えた透明導電膜、表示素子（液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機発光ダイオード素子など）、太陽電池、光電子素子等にも用いることが可能である。

【0037】

本発明に係る酸化亜鉛薄膜形成用スパッタターゲットを用いて得られた酸化亜鉛薄膜を透明電極として使用した表示素子の一例を図2～図4に示す。なお、図2～図4に示した表示素子は、本発明の適用例であり具体的な構造はこれらに限定されるものではない。

【0038】

図2には、表示素子として液晶ディスプレイに本発明を適用した場合のデバイス構造を示している。このデバイスの中では、上下に対向した透明電極付の一对のガラス基板（10、10'）に液晶層8が挟まれたタイプの液晶ディスプレイについて示している。

30

【0039】

透明電極5及び5'は上下に対向した一对のガラス基板（10、10'）上に形成されている。一方のガラス基板10表面（液晶層8が配置された側の表面）には、RGBのカラーフィルタ9、ブラックマトリクス7、透明電極5及び配向膜6等が形成されており、その面が液晶層8に接している。一方のガラス基板10に対して液晶層8が配置された側とは反対側の表面には偏光板11が貼り付けられている。また、他方のガラス基板10'表面（液晶層8が配置された側の表面）には透明電極5'、配向膜6'が形成されており、その面が液晶層8に接している。ガラス基板10'に対して液晶層8が配置された側とは反対側の表面には偏光板11'が貼り付けられており、その更に下部（偏光板11'に対してガラス基板10'が配置された側とは反対側）には光源である蛍光灯13が設けられている。なお、光源はLEDを設けてもよい。一对のガラス基板（10、10'）は接着材12及び12'を介して一定間隔に保たれており、その間に液晶が充填されている（液晶層8が配置されている）。また、その外部には駆動回路14及び14'が設けられている。

40

【0040】

図3には、表示素子としてプラズマディスプレイに本発明を適用した場合のデバイス構造を示している。

50

【0041】

このデバイスの中では、前面ガラス基板16上に表示電極として透明電極15が設けられており、更に電圧降下を抑制するためのバス電極17、誘電体層（上部）18、保護層（MgO）19が順に形成されている。また、背面ガラス基板24上に、表示電極22、誘電体層21が順に形成され、保護層（MgO）19と誘電体層21の間に、隔壁20が形成され、複数の領域が形成され、その複数の領域内のそれぞれに、RGBいずれかの蛍光体23が配置されている。

【0042】

図4には、表示素子として有機発光ダイオードディスプレイに本発明を適用した場合のデバイス構造を示している。

10

【0043】

このデバイス中では、ガラス基板28上に形成された透明電極（陽極）25があり、その上部にはRGB発光層を含む有機層26が形成されている。それらは隔壁29により区切られており、それら全体を覆うように陰極27が形成されている。素子全体は封止缶30で覆われており（簡略して示している）、外気に触れることがないように保護されている。

【0044】

図5には、太陽電池に本発明を適用した場合のデバイス構造を示している。ここに例示した太陽電池は可視光と近赤外光の両方を電気エネルギーに変換可能な二層型薄膜シリコン太陽電池の構造であり、このデバイス中では、ガラス基板31上に形成された透明電極32があり、その上部にはアモルファスシリコン薄膜33が形成され、更にその上部には多結晶シリコン薄膜34が形成され、最上部には背面電極35が形成されている。

20

【0045】

以上のように構成された各種表示素子においては、ITOに代わる透明導電膜、ここでは透明電極として上述したような酸化亜鉛薄膜を使用している。この酸化亜鉛薄膜は、上述したように、最適組成の酸化亜鉛薄膜を与えることが可能なターゲット材料を用いることにより酸化亜鉛薄膜全体の導電性や透過率の安定性が向上しており、薄膜、軽量、高精細にして高効率かつ長寿命なものとなる。また、ここでは具体的には例示しなかったこの他の光電子素子、例えば、半導体レーザの光取り出し面側の透明電極やタッチパネル用透明電極、熱電変換素子用透明電極、等の各種光電子素子に用いることも可能である。

30

【実施例】

【0046】

以下、各実施例を用いて本発明をより詳細に説明するが、本発明の技術的範囲は以下の実施例に限定されるものではない。

【0047】

〔実施例1〕

次に、このような構造のスパッタターゲットを具体的に作製した手順について説明する。

【0048】

まず、原料にはZnO酸化物粉末（高純度化学製、酸化亜鉛粉末、純度5N、平均粒径1μm）を母材粉末とした。添加元素用原料粉末には、酸化物でない状態の添加元素として金属チタン粉末（高純度化学製、純度3N、平均粒径38μm）を原料に、メカニカルミリング法によってより微細な粉末とし、それを篩でいくつかの粒径に分級（平均直径3μm、10μm、20μm）したもの、及び原料の粉末そのものを用いた。また、比較のための酸化物状態のみからなる添加元素として、二酸化チタン粉末（高純度化学製、純度4N、平均粒径2μm：ルチル型）も準備した。添加元素用原料粉末を所定の重量比（母材のZnOと添加元素が均一に混合したと仮定した時の添加元素、ここではTiの原子数割合が1～10%となるように計算）で十分に混練した。混練した粉末はモールドに充填し、専用のホットプレスを用いて圧力50MPaで一軸加圧して成形した。この際、最初にモールドに充填してホットプレスに取り付けた状態で、温度100～150℃に加熱し

40

50

、同時にロータリポンプで 1×10^{-1} Torr以下に排気した後、しばらくその状態を保ち、そのまま加圧した。装置上は、このまま最大 1600°C まで加熱することも可能であるが、ここでは一旦乾燥窒素で大気圧に戻し、成形されたものを手早く別の焼結用のベーク炉に移動し、 1400°C で不活性ガス雰囲気中で常圧焼結させた。出来上がった焼結体はターゲット面積5インチ×15インチ用に加工し、無酸素銅のバックングプレートにインジウムはんだでボンディングした。このようにして、酸化亜鉛スパッタターゲットは完成させた。

【0049】

このようにして得られたスパッタターゲット中の添加元素が所望の非酸化状態のものを含んでいるかどうかは、次のようにして確認した。状態確認用の試料には、焼結体を $10 \times 10 \times 2\text{mm}$ 程度に加工し、それを試験片として、X線光電子分光装置XPS分光装置（島津/Kratos社製X線光電子分光（XPS）装置AXIS-HS，X線源モノクロAl，管電圧15kV，管電流15mA，分析面積 $600 \times 1000\mu\text{m}^2$ ，分解能Pass Energy 40，イオン銃設定加速電圧2.5kV，イオン銃励起電流15mA，Arガス圧 $3 \times 10^{-5}\text{Pa}$ ）の試料室に納めた。分析面積領域には母材のZnO粒子と添加元素粒子の双方が分布しているが、その表面からArガスイオンを照射して少しずつドライエッチングを施すことで、内部の組成を知ることができる。添加元素が酸化物状態にあるかどうかは、その元素固有の光電子ピークに着目すればよく、例えば本実施例のTiの場合、 $\text{Ti } 2p_{3/2}$ 軌道の光電子ピークは金属Tiでは 453.8eV 、酸化状態の二酸化チタン TiO_2 では 458.5eV に現れ、両者の光電子強度比から、非酸化物状態と酸化物状態との割合を求めることができる。

【0050】

一例として、平均粒径 $20\mu\text{m}$ ，添加元素比率4at%のTiを添加元素とした酸化亜鉛ターゲットの酸化状態解析例を図2に示した。図6の(a)には、最表面から SiO_2 換算で 40nm の深さまでArスパッタした時のXPSの $\text{Ti } 2p$ 付近の光電子スペクトルを示した。この中で、低エネルギー側から非酸化状態（金属Ti）の $\text{Ti } 2p_{3/2}$ 軌道，酸化状態（ TiO_2 ）の $\text{Ti } 2p_{3/2}$ 軌道，非酸化状態（金属Ti）の $\text{Ti } 2p_{1/2}$ 軌道，酸化状態（ TiO_2 ）の $\text{Ti } 2p_{1/2}$ 軌道の4つのピークが認められる。これらをピーク分割し、このうち非酸化状態（金属Ti）の $\text{Ti } 2p_{3/2}$ 軌道，酸化状態（ TiO_2 ）の $\text{Ti } 2p_{3/2}$ 軌道の2つのピーク面積から、両者の存在比率を求めた。図6の(b)には、この試料の非酸化状態の比率と表面からのArスパッタ深さ（ SiO_2 換算）との関係を示した。概ね 50nm よりも深い領域では65%程度で飽和している。これは、図1の(b)のような1つの添加元素のみの場合とは異なり、XPSの分析では複数の添加元素粒子を同時に観察するために、添加元素粒子中心部だけではなく、表面付近の組成がある程度重なってくるためである。このような手法によって、酸化亜鉛ターゲットの添加元素が非酸化状態で存在するかどうかを確認することが可能である。各ターゲットの添加元素の非酸化物状態の割合は、深さ 100nm での比率をもって示すこととした。

【0051】

次に、このようにして作製した酸化亜鉛ターゲットを用いて、酸化亜鉛薄膜（透明導電膜）を形成した結果について説明する。酸化亜鉛のスパッタ成膜には、透明導電膜形成装置（日立製model KR-104）を用いた。装置や成膜の主な仕様は、ロードロック式で、ベース圧力 $1 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 、スパッタガスはAr（純度6N，流量 50.0sccm ，流入時圧力 $5.0 \times 10^{-3}\text{Torr}$ ）、スパッタ電力は230W、ターゲットサイズは 5×15 インチ、ターゲット～基板間距離は 70mm である。基板には無アルカリガラス（旭ガラスAN100， 100mm 角）を用い、基板温度は 200°C とした。目標膜厚は 200nm とし、得られた薄膜の面内のシート抵抗（抵抗率測定器，共和理研製，K-705RM），膜厚（表面形状測定装置サーフェスプロファイラ，ケーエルエー・テンコール製，P-10）を複数位置（面内40点平均）で測定した。抵抗、及び膜厚のばらつきは最大でもそれぞれ5%，10%であった。比抵抗はシート抵抗×膜厚によって決定した。

【0052】

表1には、これら酸化亜鉛ターゲットから得られた薄膜の比抵抗とターゲットの比酸化状態比率とをまとめて示した。参考として、添加元素を含まない場合と、二酸化チタン TiO_2 を添加元素とした場合の結果も示した。まず、非酸化状態の割合に着目すると、金属チタンを添加元素とした場合、いずれもターゲット中には非酸化状態での添加元素が存在しているが、平均粒径が大きくなる程、その比率は高まっている。また、同じ平均粒径で、母材との混合比率を変えた場合は、今回の検討ではその比率の変化はほとんどないように見える。次に、比抵抗に着目すると、いずれの添加元素も、添加元素を含まない場合よりも、より低抵抗な膜となっている。また、同じ平均粒径で、母材との混合比率を変えた場合は、いずれも3%付近が最も低抵抗となっている。また、金属チタンを添加元素とした場合の平均粒径との関係を見ると、3 μm では二酸化チタンと余り変化がないように見えるが、それより大きな粒径の場合はいずれもより低抵抗になっている。

10

【0053】

このように、非酸化状態の添加元素を含む酸化亜鉛ターゲットによって、一定の特性改善の構成条件があることが、確認された。

【0054】

【表 1】

表 1

母材	添加元素	平均粒径 (μm)	添加元素 比率(at%)	比抵抗 (Ωcm^{-1})	非酸化状態 比率(%)
ZnO	無	1	*****	6.0E-3	*****
ZnO	Ti	3	1	2.6E-3	59
			2	1.4E-3	63
			3	9.8E-4	60
			4	2.4E-3	60
			6	3.4E-3	59
			10	4.2E-3	61
ZnO	Ti	10	1	2.0E-3	67
			2	9.7E-4	73
			3	7.2E-4	67
			4	1.4E-3	67
			6	2.5E-3	68
			10	3.6E-3	69
ZnO	Ti	20	1	1.6E-3	77
			2	1.0E-3	77
			3	8.1E-4	74
			4	1.6E-3	74
			6	2.4E-3	72
			10	3.6E-3	77
ZnO	Ti	38	1	1.7E-3	80
			2	1.0E-3	81
			3	6.7E-4	82
			4	1.4E-3	81
			6	2.0E-3	83
			10	3.1E-3	81
ZnO	TiO ₂	2	1	2.6E-3	100
			2	1.5E-3	100
			3	1.1E-3	100
			4	2.1E-3	100
			6	3.4E-3	100
			10	4.7E-3	100

【0055】

〔実施例2〕

最初に、本発明の酸化亜鉛ターゲット及びそれを用いた薄膜の別の形態について説明する。

【0056】

母体材料は実施例1と同じとし、添加元素用原料粉末には、酸化物でない状態の添加元素としてシリコン粉末（高純度化学製，純度5N，平均粒径75 μm ）を原料に、メカニカルミリング法によってより微細な粉末とし、それを篩でいくつかの粒径に分級（平均直径3 μm ，10 μm ，20 μm ）したもの、及び原料の粉末そのものを用いた。また、比

較のための酸化物状態のみからなる添加元素として、二酸化ケイ素粉末（高純度化学製，純度 3 N，平均粒径 1 μm ）も準備した。それらのターゲット，スパッタ薄膜の作製方法や、評価方法は、実施例 1 と同様である。

【0057】

表 2 には、これら酸化亜鉛ターゲットから得られた薄膜の比抵抗とターゲットの比酸化状態比率とをまとめて示した。実施例 1 と同様に、いずれもターゲット中には非酸化状態での添加元素が存在しているが、平均粒径が大きくなる程、その比率は高まっている。また、比抵抗に着目すると、2～4 at %では、添加元素を含まない場合よりも、より低抵抗な膜となっている。

【0058】

このように、非酸化状態の添加元素を含む酸化亜鉛ターゲットによって、一定の特性改善の構成条件があることが、確認された。

【0059】

【表 2】

表 2

母材	添加元素	平均粒径 (μm)	添加元素 比率(at%)	比抵抗 (Ωcm^{-1})	非酸化状態 比率(%)
ZnO	無	1	*****	6.0E-3	*****
ZnO	Si	3	1	3.4E-3	39
			2	2.2E-3	40
			3	1.7E-3	39
			4	3.0E-3	39
			6	4.1E-3	42
			10	5.2E-3	40
ZnO	Si	10	1	2.9E-3	52
			2	1.7E-3	51
			3	1.4E-3	51
			4	2.5E-3	48
			6	4.3E-3	52
			10	4.1E-3	52
ZnO	Si	20	1	2.1E-3	61
			2	1.7E-3	60
			3	1.3E-3	62
			4	1.7E-3	60
			6	3.2E-3	60
			10	4.4E-3	61
ZnO	Si	75	1	2.6E-3	67
			2	1.7E-3	67
			3	1.3E-3	64
			4	2.1E-3	64
			6	3.1E-3	63
			10	4.3E-3	67
ZnO	SiO ₂	1	1	3.4E-3	100
			2	2.2E-3	100
			3	1.7E-3	100
			4	2.7E-3	100
			6	4.9E-3	100
			10	5.7E-3	100

【0060】

〔実施例3〕

次に、母体材料は実施例1と同じとし、添加元素用原料粉末には、酸化物でない状態の添加元素としてニッケル粉末（高純度化学製、純度3N、平均粒径63 μm ）を原料に、メカニカルミリング法によってより微細な粉末とし、それを篩でいくつかの粒径に分級（平均直径3 μm 、10 μm 、20 μm ）したもの、及び原料の粉末そのものを用いた。また、比較のための酸化物状態のみからなる添加元素として、一酸化ニッケル粉末（高純度化学製、純度3N、平均粒径7 μm ）も準備した。それらのターゲット、スパッタ薄膜の作製方法や、評価方法は、実施例1と同様である。

【0061】

表 3 には、これら酸化亜鉛ターゲットから得られた薄膜の比抵抗とターゲットの比酸化状態比率とをまとめて示した。実施例 1 と同様に、いずれもターゲット中には非酸化状態での添加元素が存在しているが、平均粒径が大きくなる程、その比率は高まっている。また、比抵抗に着目すると、2～4 at % では、添加元素を含まない場合よりも、より低抵抗な膜となっている。

【0062】

このように、非酸化状態の添加元素を含む酸化亜鉛ターゲットによって、一定の特性改善の構成条件があることが、確認された。

【0063】

【表 3】

表 3

母材	添加元素	平均粒径 (μm)	添加元素 比率(at%)	比抵抗 (Ωcm^{-1})	非酸化状態 比率(%)
ZnO	無	1	*****	6.0E-3	*****
ZnO	Ni	3	1	4.6E-3	44
			2	2.7E-3	48
			3	2.1E-3	45
			4	5.1E-3	44
			6	6.2E-3	46
			10	7.6E-3	47
ZnO	Ni	10	1	4.6E-3	54
			2	2.7E-3	52
			3	1.9E-3	51
			4	3.6E-3	50
			6	5.7E-3	53
			10	7.8E-3	53
ZnO	Ni	20	1	4.3E-3	63
			2	2.1E-3	60
			3	1.7E-3	63
			4	3.3E-3	58
			6	5.6E-3	60
			10	6.6E-3	64
ZnO	Ni	63	1	4.0E-3	67
			2	1.9E-3	65
			3	1.6E-3	67
			4	3.7E-3	65
			6	5.1E-3	65
			10	6.1E-3	67
ZnO	NiO	7	1	5.5E-3	100
			2	3.0E-3	100
			3	2.2E-3	100
			4	4.8E-3	100
			6	7.4E-3	100
			10	8.5E-3	100

【0064】

〔実施例 4〕

添加元素として、非酸化物状態のものと、酸化物状態のものの、2種類のものを含む酸化亜鉛ターゲット及びそれを用いた薄膜について説明する。

【0065】

次に、母体材料は実施例 1 と同じとし、酸化物状態の新たな添加元素用原料粉末として、アルミナ粉末（高純度化学製，純度 4 N，平均粒径 $0.3 \mu\text{m}$ ）を用いた。ここではアルミナの元素比率が 3 at % となるように調整した。これに対して、非酸化物添加元素用原料として実施例 1 と同様の比率のチタン粉末を加えて、これらを混練して原料とした。それらのターゲット，スパッタ薄膜の作製方法や、評価方法は、実施例 1 と同様である。

【0066】

表 4 には、これら酸化亜鉛ターゲットから得られた薄膜の比抵抗とターゲットの比酸化状態比率とをまとめて示した。実施例 1 と同様に、いずれもターゲット中には非酸化状態での添加元素が存在しているが、平均粒径が大きくなる程、その比率は高まっている。また、比抵抗に着目すると、2～4 at % では、添加元素を含まない場合よりも、より低抵抗な膜となっている。

【0067】

このように、非酸化物状態のものと、酸化物状態のものの、2種類のものを含む酸化亜鉛ターゲットによって、一定の特性改善の構成条件があることが、確認された。

【0068】

【表 4】

表 4

母材	添加元素	平均粒径 (μm)	添加元素 比率(at%)	比抵抗 (Ωcm^{-1})	非酸化状態 比率(%)
ZnO	無	1	*****	6.0E-3	*****
ZnO	Ti+Al ₂ O ₃	3	1	1.2E-3	60
			2	9.7E-4	60
			3	5.4E-4	63
			4	8.5E-4	60
			6	1.3E-3	60
			10	1.6E-3	61
ZnO	Ti+Al ₂ O ₃	10	1	1.0E-3	70
			2	6.2E-4	72
			3	4.0E-4	68
			4	5.7E-4	71
			6	1.0E-3	73
			10	1.2E-3	67
ZnO	Ti+Al ₂ O ₃	20	1	9.8E-4	75
			2	7.0E-4	72
			3	4.2E-4	78
			4	5.3E-4	75
			6	9.2E-4	78
			10	1.2E-3	75
ZnO	Ti+Al ₂ O ₃	38	1	7.4E-4	77
			2	5.6E-4	79
			3	3.7E-4	82
			4	4.9E-4	78
			6	8.6E-4	81
			10	1.2E-3	77

【0069】

〔実施例5〕

これまでの実施例では、添加元素としての非酸化物状態のものは、ただ1種類の元素からなるもの、すなわち単元素状態のものについて例示してきた。

【0070】

次に、添加元素としての非酸化状態のものに、2種類以上の元素からなるもの、すなわち複元素状態のものを用いた場合について、その酸化亜鉛ターゲット及びそれを用いた薄膜について説明する。

【0071】

母体材料は実施例1と同じとした。また、複元素状態の添加元素用原料粉末には、アルミニウムとチタンの合金粉末を用いた。その合金は、金属アルミニウム粉末（高純度化学製、純度3N、平均粒径3 μm ）と実施例1と同じ金属チタンを用い、これらを2～10wt%比で混合したものを坩堝で融解し、アトマイズ法で合金粉末（平均粒径300 μm ）を作製後、実施例1と同様にメカニカルミリング法によってより微細な粉末とし、それを篩でいくつかの粒径に分級（平均直径3 μm 、10 μm 、20 μm ）したものを用いた。表5には融解直後のこれら合金の融点を示した。以降のターゲット、スパッタ薄膜の作

10

20

30

40

50

製方法や、評価方法は、実施例 1 と同様である。但し、添加元素の融点がこれまでよりも低いので、焼成温度は 1 0 0 0 °C とし、通常より長時間加圧保持して完成させた。

【 0 0 7 2 】

【表 5】

表 5

Al(%)	Ti(%)	融点(°C)
100	0	660
98	2	960
96	4	1060
94	6	1110
92	8	1170
90	10	1200
0	100	1710

10

【 0 0 7 3 】

表 6 及び表 7 には、それぞれ 9 6 % A l - 4 % T i 及び 9 0 % A l - 1 0 % T i の場合の、これら酸化亜鉛ターゲットから得られた薄膜の比抵抗とターゲットの比酸化状態比率とをまとめて示した。但し、ここでは T i 側の比率が少ないため、A l の結合状態に着目して、非酸化状態の比率を求めた。実施例 1 と同様に、いずれもターゲット中には非酸化状態での添加元素が存在しているが、平均粒径が大きくなる程、その比率は高まっている。また、比抵抗に着目すると、いずれの比率でも、添加元素を含まない場合よりも、より低抵抗な膜となっているが、9 6 % A l - 4 % T i の方が 9 0 % A l - 1 0 % T i よりも低抵抗な比率の範囲が広い。

20

【 0 0 7 4 】

このように、複元素状態の非酸化状態添加元素を含む酸化亜鉛ターゲットによって、一定の特性改善の構成条件があることが、確認された。

30

【 0 0 7 5 】

【表 6】

表 6

母材	添加元素	平均粒径 (μm)	添加元素 比率(at%)	比抵抗 (Ωcm^{-1})	非酸化状態 比率(%)
ZnO	無	1	*****	6.0E-3	*****
ZnO	96%Al— 4%Ti	3	1	8.9E-4	68
			2	5.7E-4	67
			3	3.9E-4	67
			4	5.8E-4	70
			6	6.6E-4	70
			10	7.3E-4	73
ZnO	96%Al— 4%Ti	10	1	7.4E-4	72
			2	5.8E-4	78
			3	4.3E-4	73
			4	4.7E-4	77
			6	6.8E-4	73
			10	6.8E-4	75
ZnO	96%Al— 4%Ti	20	1	7.7E-4	78
			2	5.6E-4	76
			3	3.6E-4	84
			4	5.0E-4	78
			6	6.1E-4	76
			10	6.1E-4	83

【0076】

10

20

30

【表 7】

表 7

母材	添加元素	平均粒径 (μm)	添加元素 比率(at%)	比抵抗 (Ωcm^{-1})	非酸化状態 比率(%)
ZnO	無	1	*****	6.0E-3	*****
ZnO	90%Al- 10%Ti	3	1	7.7E-4	69
			2	5.8E-4	69
			3	3.7E-4	69
			4	6.0E-4	67
			6	1.0E-3	67
			10	1.3E-3	69
ZnO	90%Al- 10%Ti	10	1	8.0E-4	72
			2	6.7E-4	74
			3	3.5E-4	76
			4	6.4E-4	73
			6	7.7E-4	73
			10	1.3E-3	76
ZnO	90%Al- 10%Ti	20	1	7.5E-4	83
			2	6.3E-4	76
			3	4.0E-4	77
			4	5.6E-4	82
			6	9.4E-4	82
			10	1.4E-3	81

【0077】

〔実施例 6〕

次に、母体材料は実施例 1 と同じとし、添加元素用原料粉末には、酸化物でない状態の添加元素としてバナジウム粉末（高純度化学製，純度 2 N，平均粒径 75 μm ）を原料に、メカニカルミリング法によってより微細な粉末とし、それを篩でいくつかの粒径に分級（平均直径 10 μm ）したもの、及び原料の粉末そのものを用いた。また、比較のための酸化物状態のみからなる添加元素として、五酸化バナジウム粉末（高純度化学製，純度 4 N，平均粒径 75 μm ）も同様にメカニカルミリング，分級（平均直径 10 μm ）したものも準備した。それらのターゲット，スパッタ薄膜の作製方法や、評価方法は、実施例 1 と同様である。

【0078】

表 8 には、これら酸化亜鉛ターゲットから得られた薄膜の比抵抗とターゲットの比酸化状態比率とをまとめて示した。比抵抗に着目すると、1～10 at% では、添加元素を含まない場合よりも、より低抵抗な膜となっている。3 at% で最小の抵抗となっているが、その値は非酸化物状態のバナジウムの方が酸化状態のバナジウムのものよりも小さい。

【0079】

このように、非酸化状態の添加元素を含む酸化亜鉛ターゲットによって、一定の特性改善の構成条件があることが、確認された。

【0080】

【表 8】

表 8

母材	添加元素	平均粒径 (μm)	添加元素 比率(at%)	比抵抗 (Ωcm^{-1})
ZnO	無	1	*****	6.0E-3
ZnO	V	10	1	2.1E-3
			2	1.1E-3
			3	9.0E-4
			4	1.6E-3
			6	2.2E-3
			10	3.7E-3
ZnO	V ₂ O ₅	10	1	2.9E-3
			2	1.7E-3
			3	1.2E-3
			4	2.4E-3
			6	3.1E-3
			10	4.8E-3

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明に係る酸化亜鉛薄膜形成用ターゲット材料を模式的に示す概略構成図である。

【図2】本発明に係る酸化亜鉛ターゲットを用いて得た酸化亜鉛薄膜を透明電極として用いた液晶ディスプレイを模式的に示す要部断面図である。

【図3】本発明に係る酸化亜鉛ターゲットを用いて得た酸化亜鉛薄膜を透明電極として用いたプラズマディスプレイを模式的に示す要部断面図である。

【図4】本発明に係る酸化亜鉛ターゲットを用いて得た酸化亜鉛薄膜を透明電極として用いた有機発光ダイオードディスプレイを模式的に示す要部断面図である。

【図5】本発明に係る酸化亜鉛ターゲットを用いて得た酸化亜鉛薄膜を透明電極として用いた太陽電池を模式的に示す要部断面図である。

【図6】本発明に係る酸化亜鉛ターゲット中の添加元素の非酸化状態の割合を確認する手法を説明するための図面である。

【符号の説明】

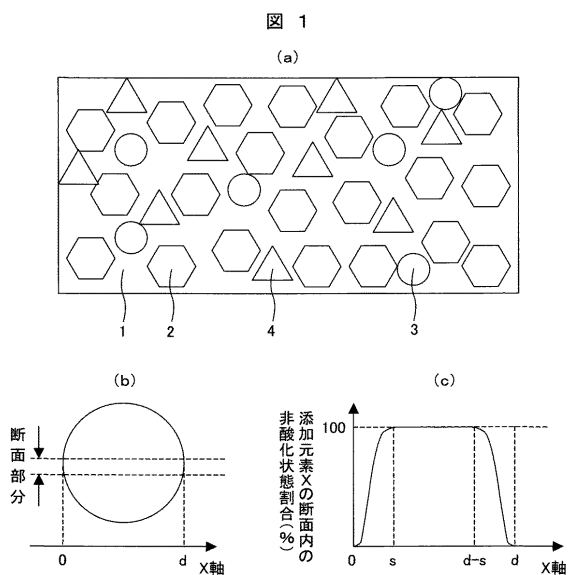
【0082】

- 1 酸化亜鉛ターゲット
- 2 酸化亜鉛粒子
- 3 酸化物状態でない状態を含む添加元素X粒子
- 4 酸化物状態の添加元素Y粒子
- 5, 5', 15, 25, 32 透明電極
- 6, 6' 配向膜
- 7 ブラックマトリクス
- 8 液晶層
- 9 RGBカラーフィルタ
- 10, 10', 28, 31 ガラス基板
- 11, 11' 偏光板
- 12, 12' 接着材

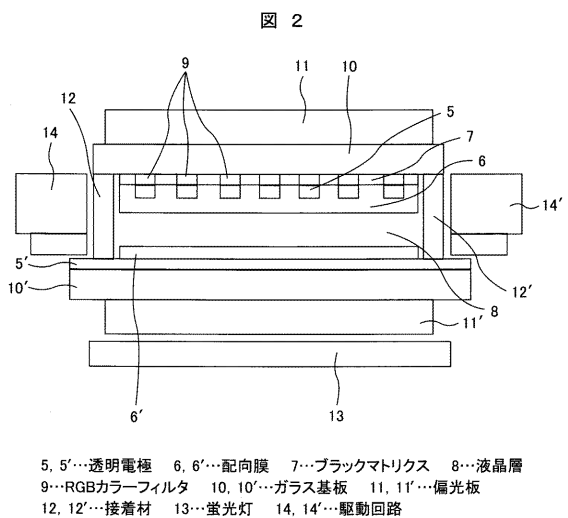
- 1 3 蛍光灯
- 1 4, 1 4' 駆動回路
- 1 6 前面ガラス基板
- 1 7 バス電極
- 1 8, 2 1 誘電体層
- 1 9 保護層
- 2 0, 2 9 隔壁
- 2 2 表示電極
- 2 3 蛍光体
- 2 4 背面ガラス基板
- 2 6 有機層
- 2 7 陰極
- 3 0 封止缶
- 3 3 アモルファスシリコン薄膜
- 3 4 多結晶シリコン薄膜
- 3 5 背面電極

10

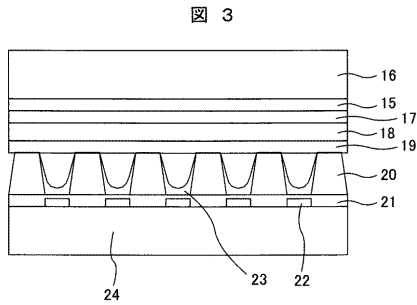
【図 1】



【図 2】

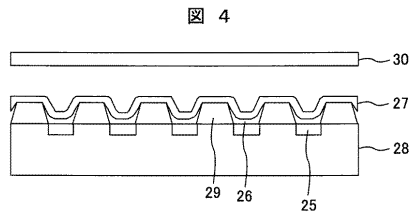


【図 3】



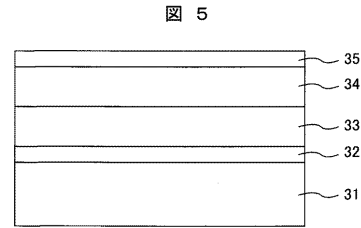
15…透明電極(表示電極) 16…前面ガラス基板 17…バス電極 18…誘電体層(上部) 19…保護層(MgO等) 20…隔壁 21…誘電体層(下部) 22…表示電極 23…蛍光体(赤、緑、青) 24…背面ガラス基板

【図 4】



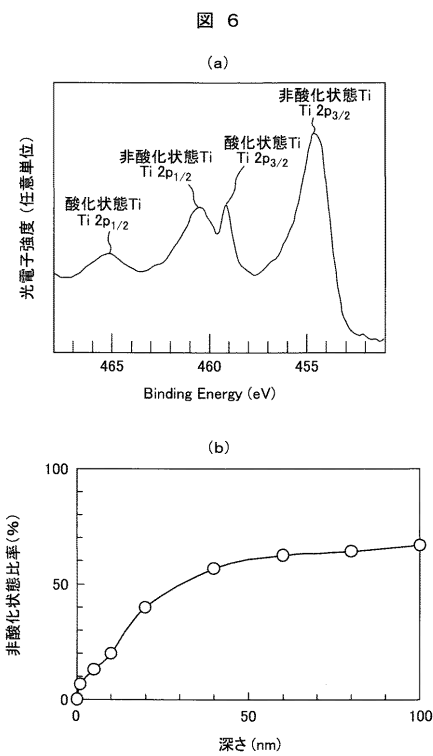
25…透明電極(陽極) 26…有機層(赤、緑、青の発光層を含む) 27…陰極 28…ガラス基板 29…隔壁 30…封止缶

【図 5】



31…ガラス基板 32…透明電極 33…アモルファスシリコン薄膜 34…多結晶シリコン薄膜 35…背面電極

【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 鬼沢 賢一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内

株式会社 日立製作所 日立研究

(72)発明者 濱田 智之

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地
所内

株式会社 日立製作所 基礎研究

審査官 吉田 直裕

(56)参考文献 特開昭53-114099 (JP, A)

国際公開第2007/013387 (WO, A1)

特開昭53-130710 (JP, A)

特開昭54-042698 (JP, A)

特開昭54-042697 (JP, A)

特開平06-002130 (JP, A)

特開2000-040429 (JP, A)

特開平09-045140 (JP, A)

特開平11-256320 (JP, A)

HIROTOSHI SATO, et al., Highly transparent and conductive group IV impurity-doped ZnO thin films prepared by radio frequency magnetron sputtering, J. Vac. Sci. Technol. A, 1993年, Vol.11, No.6, pp.2975-2979

T. MINAMI, et al., Highly Conductive and Transparent Aluminum Doped Zinc Oxide Thin Films Prepared by RF Magnetron Sputtering, Japanese journal of applied physics. Pt. 2, Letters, 1984年, Vol.23, No.5, pp.L280-L282

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/00-14/58

JSTPlus (JDreamII)

Science Direct