

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分  
 【発行日】平成 17 年 12 月 22 日 (2005.12.22)

【公表番号】特表 2005-508569(P2005-508569A)  
 【公表日】平成 17 年 3 月 31 日 (2005.3.31)  
 【年通号数】公開・登録公報 2005-013  
 【出願番号】特願 2002-580415(P2002-580415)  
 【国際特許分類第 7 版】

H 0 1 L 31/04  
 G 0 2 F 1/1343  
 H 0 1 S 5/183

【F I】

H 0 1 L 31/04 H  
 G 0 2 F 1/1343  
 H 0 1 S 5/183

【手続補正書】  
 【提出日】平成 16 年 9 月 1 日 (2004.9.1)  
 【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】  
 【請求項 1】

導電性の薄膜であって、B、Al、Ga、In 及び Tl で構成されるグループからの少なくとも 1 つの元素を用いてドーパされたカドミウム酸化物 (CdO) を含み、このドーパされた薄膜は、約 500 nm から約 5000 nm まで間の光波長と約 600 / 未満のシート抵抗とにおいて、少なくとも約 90 % の透過率を有していることを特徴とする薄膜。

【請求項 2】

請求項 1 記載の薄膜において、前記ドーパントの濃度は重量の 0.5 % から 6 % までの間であることを特徴とする薄膜。

【請求項 3】

請求項 1 記載の薄膜において、前記 CdO は水素 (H) を用いて更にドーパされていることを特徴とする薄膜。

【請求項 4】

請求項 1 記載の薄膜において、約 1.31 から約 1.55  $\mu\text{m}$  までの周波数において少なくとも約 99 % の透過率を有していることを特徴とする薄膜。

【請求項 5】

請求項 1 記載の薄膜において、この薄膜は気相成長プロセスによって形成され、十分なエネルギーが気化された材料に与えられてドーパント種が活性化されることを特徴とする薄膜。

【請求項 6】

請求項 5 記載の薄膜において、この薄膜はパルス・レーザ・デポジション (PLD) によって形成されることを特徴とする薄膜。

【請求項 7】

請求項 1 記載の薄膜において、このドーパされた薄膜は約 500 nm から約 10000 nm まで間の光波長と約 600 / 未満のシート抵抗において少なくとも約 80 % の透

過率を有していることを特徴とする薄膜。

【請求項 8】

請求項 1 記載の薄膜において、このドーパされた薄膜は  $5 \times 10^{-5}$  から  $1.7 \times 10^{-5}$  cm までの間の抵抗率を有していることを特徴とする薄膜。

【請求項 9】

請求項 1 記載の薄膜において、この薄膜は 100 から 000 までの間の厚さを有することを特徴とする薄膜。

【請求項 10】

請求項 1 記載の薄膜において、この薄膜は電子光学デバイスのための電極を形成し、前記電子光学デバイスは、

前記電子光学デバイスの上に入射する光 (504) に対して実質的に透過的である第 1 の基板と、

第 2 の基板と、

前記第 1 及び第 2 の基板の間に配置された液晶材料の層と、

前記第 1 の基板上にあって前記液晶材料の層に近接しておりこの導電性の薄膜を含む第 1 の電極 (508) と、

前記第 2 の基板上にあって前記液晶材料の層に近接している第 2 の電極 (506) と、  
を備えていることを特徴とする薄膜。

【請求項 11】

請求項 10 記載の薄膜において、前記第 2 の基板は前記電子光学デバイスの上に入射する光に対して実質的に透過的であり、前記第 2 の電極は、B、Al、Ga、In 及び Tl で構成されるグループからの少なくとも 1 つの元素を用いてドーパされた CdO を含む導電性の薄膜を含み、このドーパされた薄膜は、約 500 nm から約 5000 nm までの間の光波長と約 600 / 未満のシート抵抗とにおいて少なくとも約 90 % の透過率を有していることを特徴とする薄膜。

【請求項 12】

導電性の薄膜を製造する方法であって、

基板を提供するステップと、

カドミウム酸化物 (CdO) とドーパントとして B、Al、Ga、In 及び Tl で構成されるグループからの少なくとも 1 つの元素とを含む組成物を準備するステップと、

気相成長プロセスを用いて前記組成物を気化するステップであって、十分なエネルギーが気化された組成物に与えられて前記ドーパント種が活性化されることにより、前記気化された組成物が前記基板の上で凝縮し導電性の薄膜が形成されるステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 13】

請求項 12 記載の方法において、前記ドーパントは  $\text{In}_2\text{O}_3$  を含むことを特徴とする方法。

【請求項 14】

請求項 12 記載の方法において、前記組成物は、

粉末状の CdO を容器の中に配置するステップと、

粉末状の前記ドーパントを前記容器の中に配置するステップと、

液体を前記容器の中に加えてスラリーを形成するステップと、

セラミック・ビーズを前記容器に加えるステップと、

前記スラリーをボール・ミリングするステップと、

前記液体を前記スラリーから蒸発させるステップと、

前記ビーズを残りの粉末混合物からふるい分けするステップと、

によって用意されることを特徴とする方法。

【請求項 15】

請求項 12 記載の方法において、前記気相成長プロセスはパルス・レーザ・デポジション (PLD) を含むことを特徴とする方法。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

従って、赤外線透過性の導電性膜に対する必要性が長い間感じられてきたのである。

従来は、可視領域及び紫外線領域における透過性を必要とするフラットパネル・ディスプレイや太陽電池のために、インジウムがドーブされたカドミウム酸化物 ( $\text{CdO}:\text{In}$ ) の膜が用意された。しかし、これらの膜は、その毒性が広く知られており、従って、従来技術では、そのような膜とは異なる方向の開発が行われてきた。Minami他の論文では、フラットパネル・ディスプレイ及び太陽電池のために  $10^{-5} \cdot \text{cm}$  のオーダーの抵抗率を有する  $\text{CdO}:\text{In}$  膜が用意されたが、その  $\text{Cd}$  の毒性のために実際的な用途は存在しないということが述べられている (Minami, Tadatsugu, "New n-Type Transparent Conducting Oxides", Transparent Conducting Oxides, Volume 25, No. 8, August 2000, page 38)。更に、これらの膜は、黄色をしていて、従来技術による外見が透明な透過性膜とは区別されるため、この技術分野の当業者であれば、透過性の膜が必要とされるどのような応用分野においてもそのような膜を用いることはないであろう。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

この新たなドーブされた膜は、約  $0.5 \mu\text{m}$  から  $10 \mu\text{m}$  の間の範囲にある赤外線放射に対して実質的に透過的であり、サファイア又は  $\text{NGO}$  の上の赤外線領域の全体で例外的に高い透過率 ( $1.31 \mu\text{m}$  で  $99.8\%$ 、 $1.55 \mu\text{m}$  で  $99.5\%$ ； $3 \mu\text{m}$  で  $97\%$ 、 $5 \mu\text{m}$  で  $93\%$ ； $10 \mu\text{m}$  で  $82\%$ ) を示す。というのは、ガラスは、その評価された周波数では非常に低い透過率を有する又は透過率を全く有さないからである。これらの測定は、配置 (デポジット) された膜を用いてなされた。新たな膜は、約  $5$  から約  $10 \times 10^{-5}$  の抵抗率を有する。ガラス基板の上に配置されると、この膜は、約  $200$  / 平方という低いシート抵抗を示す。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

約  $120$  / のシート抵抗を達成するために第 III 族元素をドーブされた  $\text{CdO}$  膜は、赤外線領域全体で高い透過率を有する ( $1.31 \mu\text{m}$  で  $99.8\%$ 、 $1.5 \mu\text{m}$  で  $99.5\%$ 、 $3 \mu\text{m}$  で  $97\%$ 、 $5 \mu\text{m}$  で  $93\%$ 、 $10 \mu\text{m}$  で  $82\%$ )。膜の抵抗率は、約  $6 \times 10^{-5}$  から約  $10 \times 10^{-5} \cdot \text{cm}$  である。これは、現在用いられているそのようなタイプの既知の膜にとって最低の値に属する。例えば、インジウムスズ酸化物 ( $\text{ITO}$ ) は、もっとも一般的に用いられているが、 $2 - 5 \times 10^{-4} \cdot \text{cm}$  の範囲の電気抵抗率を有する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 2 2 】

図 4 では、In : CdO 膜の % 透過率が従来技術によるITO 膜（ガラス基板の上の）と比較されている。図 5 には、図 3 b と図 4 とを組み合わせたものが示されている。両方の膜は、共に、比較的低いシート抵抗（In : CdO 膜では  $112 \Omega/\square$ 、ITO 膜では  $141 \Omega/\square$ ）を有している。しかし、ITO 膜の光透過率は、In : CdO 膜の光透過率よりも著しく低い。図からわかるように、ITO 膜の透過率は、ピークがおおよそ  $1000 \text{ nm}$  の約 99 % の位置にあるが、それよりも周波数が低い又は高い光に対して著しく低下する。これと対照的に、In : CdO 膜の透過率は、 $500$  ないし  $2000 \text{ nm}$  の範囲全体でほぼ 100 % のままで維持されている。更に、In : CdO 膜の場合の % 透過率は、 $10$  ミクロンよりも長い波長では著しく高い。（図 5 などの図面において約  $2 \text{ nm}$  よりも大きな透過率の値の大きな変動は、読取機器における散乱に起因する。）In : CdO 膜の場合に特に重要なのは、光ファイバ通信において用いられる周波数レベルである  $1.31$  及び  $1.55$  ミクロンの場合の高い透過率である。

## 【 手 続 補 正 6 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 2 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 0 2 4 】

( 数 1 )

$$T \% = I / I_0 = e^{-\alpha d}$$

示唆されているように、特に好適な動作波長は、 $1.55$  ミクロンである。

## 【 0 0 2 7 】

ガリウムがドーピングされたCdOは、インジウムがドーピングされたCdOと類似の性質を有している。他の第III族の元素も、類似の性質を示すはずである。また、気相移動によって用意された膜も、同じように振る舞うように思われる。膜製造の間にチャンバの雰囲気中に $H_2$ を付加することによって達成される水素ドーピング又は同時ドーピング（co-doping）によると、ここで説明されているように、より低温で（約  $200^\circ\text{C}$ ）で抵抗率の低い膜の成長が可能になる。

## 【 手 続 補 正 7 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 3 5

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 0 3 5 】

【 図 1 】 本 発 明 の 特 徴 を 組 み 入 れ た In : CdO に関する X 線回折データを、それが取り付けられている基板の透過性と比較したプロットである。

【 図 2 】 図 1 膜の透過性を  $500 \mu\text{m}$  から  $3000 \mu\text{m}$  の範囲での基板分の透過性を減算することによって正規化された様子を示している。

【 図 3 】 図 3 a 及び図 3 b から構成されている。図 3 a は、波長が  $2.5 \mu\text{m}$  から  $10 \mu\text{m}$  の場合に基板上の In : CdO 膜に対する % 透過性と波長との関係を示すプロットである。図 3 b は、基板の影響を減算した後の図 3 a の膜の % 透過性を示すプロットである。

【 図 4 】 波長が  $500$  から  $2000 \text{ nm}$  の場合に、比較可能なシート抵抗について、In : CdO 膜の % 透過性を従来技術によるITO 膜と比較してプロットしたものである。

【 図 5 】 波長が  $0.5$  から  $10 \mu\text{m}$  の場合に、図 3 b と図 4 とを合成したものである。

【 図 6 】 ガラス基板の上の比較可能なシート抵抗について、従来技術によるITO 及び ZnO 膜と本発明によるインジウムがドーピングされたCdO 膜とにつき、透過性の値と波長とを両軸にとったグラフである。

【 図 7 】 従来型の電子光学デバイスの断面図である。

【 図 8 】 本発明による電子光学デバイスの断面図である。

【図 9】本発明による  $\text{In}:\text{CdO}$  に関する X 線回折パターンを示している。

【図 10】インジウムがドーブされた  $\text{CdO}$  膜とインジウムスズ酸化物膜との屈折率を比較しているグラフである。

【手続補正 8】

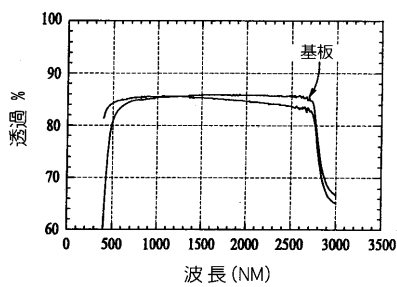
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

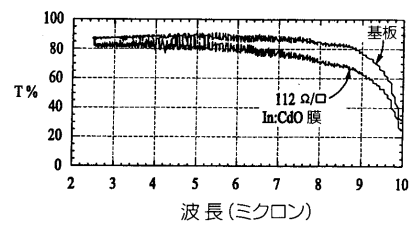
【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】

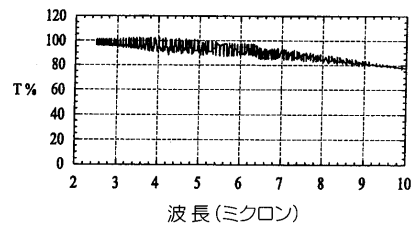
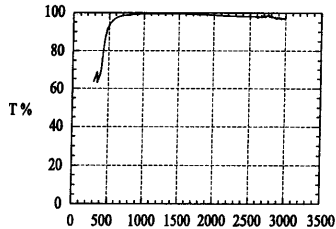


【図 3】



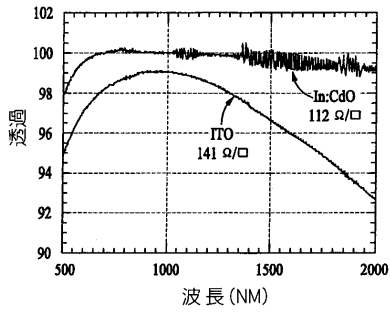
*Fig. 3A*

【図 2】

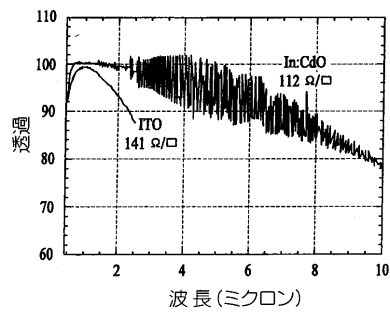


*Fig. 3B*

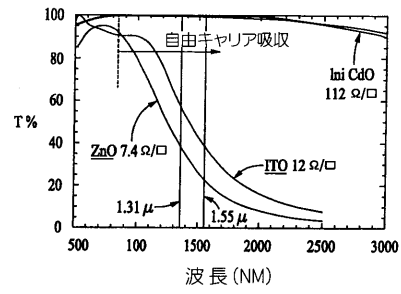
【図 4】



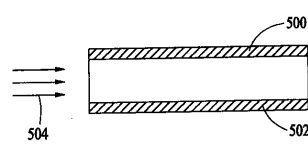
【図 5】



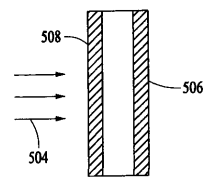
【図 6】



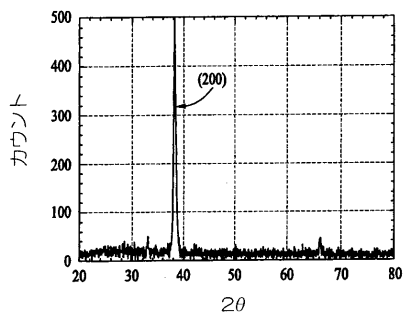
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

