

【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 01 L 31/04

G 02 F 1/1343

H 01 S 5/183

【F I】

H 01 L 31/04 H

G 02 F 1/1343

H 01 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、A1、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プされたカドミウム酸化物(CdO)を含み、このドープされた薄膜は、約500nmから約5000nm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)を用いて更にドープ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1.55μm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、このドープされた薄膜は約500nmから約10000nm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、このドープされた薄膜は  $5 \times 10^{-5}$  から  $17 \times 10^{-5}$  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プされた CdO を含む導電性の薄膜を含み、このドープされた薄膜は、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  $In_2O_3$  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、インジウムがドープされたカドミウム酸化物 (CdO: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  $10^{-5}$  cm のオーダーの抵抗率を有する CdO:In 膜が用意されたが、その 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】

この新たなドープされた膜は、約  $0.5 \mu m$  から  $10 \mu m$  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 NGO の上の赤外線領域の全体で例外的に高い透過率 (1.31 ミクロンで 99.8%、1.55 ミクロンで 99.5%；3 ミクロンで 97%、5 ミクロンで 93%；10 ミクロンで 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 族元素をドープされた CdO 膜は、赤外線領域全体で高い透過率を有する (1.31  $\mu m$  で 99.8%、1.5 ミクロンで 99.5%、3 ミクロンで 97%、5 ミクロンで 93%、10 ミクロンで 82%)。膜の抵抗率は、約  $6 \times 10^{-5}$  から約  $10 \times 10^{-5}$  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 (ITO) は、もっとも一般的に用いられているが、 $2 - 5 \times 10^{-4}$  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】

## 【0022】

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3b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 / 、ITO膜では141 / )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、ピークがおよそ1000nm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2000nm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2nmよりも大きな透過率の値の大きな変動は、読み取り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】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0024】

(数1)

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

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。

## 【0027】

ガリウムがドープされたCdOは、インジウムがドープされたCdOと類似の性質を有している。他の第II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にH<sub>2</sub>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)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】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0035】

【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500μmから3000μm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3a及び図3bから構成されている。図3aは、波長が2.5μmから10μm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3bは、基板の影響を減算した後の図3aの膜の%透過性を示すプロットである。

【図4】波長が500から2000nm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10μmの場合に、図3b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プされた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In: CdOに関するX線回折パターンを示している。

【図10】インジウムがドープされた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】

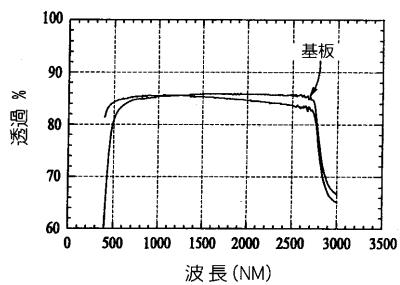
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

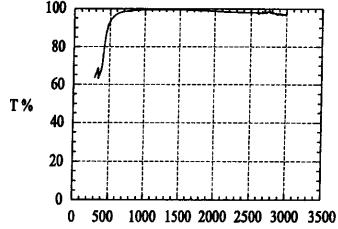
【補正方法】変更

【補正の内容】

【図1】



【図2】



【図3】

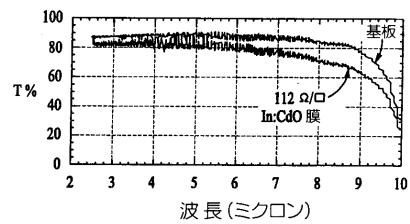


図3A

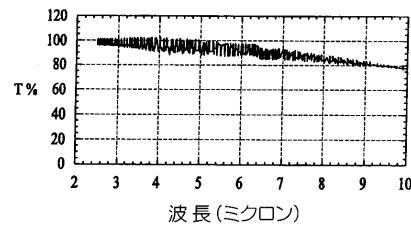
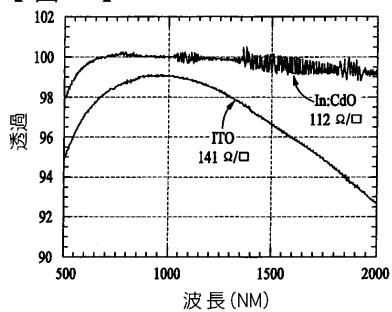
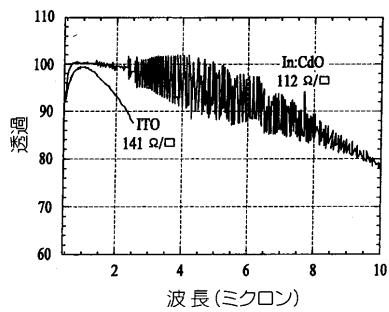


図3B

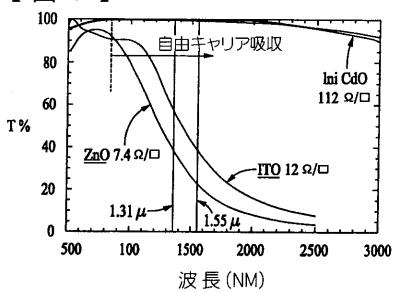
【図4】



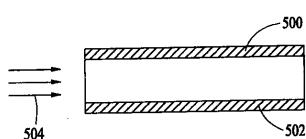
【図5】



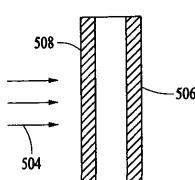
【図6】



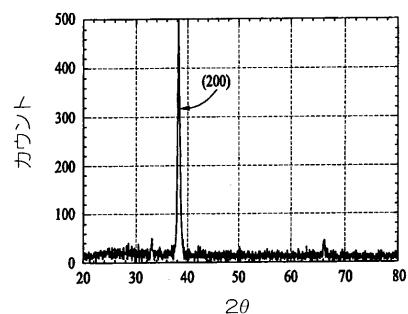
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

