

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3655025号  
(P3655025)

(45) 発行日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(24) 登録日 平成17年3月11日(2005.3.11)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 31/04

F I

H 0 1 L 31/04

S

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願平8-234214	(73) 特許権者	000000941
(22) 出願日	平成8年9月4日(1996.9.4)		株式会社カネカ
(65) 公開番号	特開平10-79522		大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号
(43) 公開日	平成10年3月24日(1998.3.24)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成14年2月26日(2002.2.26)		弁理士 深見 久郎
前置審査		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜光電変換装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

薄膜光電変換装置の製造方法であって、

透光性基板上に、非晶質シリコン、非晶質シリコン合金、微結晶シリコン、および多結晶シリコンから選択された1つからなるレーザ光吸収層と背面金属電極層とを少なくとも含むようにこの順序で積層するステップと、

前記透光性基板を介してレーザビームを前記レーザ光吸収層に照射することによって、前記レーザ光吸収層のみならず前記背面金属電極層を同時に所定のパターンで切断するステップと、

その後半導体接合を含む半導体光電変換層と透明電極層とを少なくとも含むようにこの順序で積層し、このときにこれらの層を所定の複数の光電変換セル領域に分割するとともにそれらの複数の光電変換セルを電氣的に直列接続するステップを含むことを特徴とする薄膜光電変換装置の製造方法。

【請求項2】

透光性基板上に順次積層されたレーザ光吸収層、背面金属電極層、半導体接合を含む半導体光電変換層、および前面透明電極層を少なくとも含み、前記レーザ光吸収層は、非晶質シリコン、非晶質シリコン合金、微結晶シリコン、および多結晶シリコンから選択された1つからなり、これらの層の各々はレーザビーム照射によって所定の複数の光電変換セル領域に分割されており、かつそれらの複数の光電変換セルが電氣的に直列に接続されていることを特徴とする薄膜光電変換装置。

10

20

## 【請求項 3】

前記透光性基板はソーダライムガラスであることを特徴とする請求項 2 に記載の薄膜光電変換装置。

## 【請求項 4】

前記半導体光電変換層は積層された複数の部分的半導体層を含み、前記部分的半導体層の少なくとも 1 つは非晶質シリコン、非晶質シリコン合金、微結晶シリコン、および多結晶シリコンから選択された 1 つからなることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の薄膜光電変換装置。

## 【請求項 5】

前記レーザ光吸収層は 5 ~ 500 nm の範囲内の厚さを有していることを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。 10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜光電変換装置に関し、特に、基板上に形成された半導体光電変換層が複数の光電変換セルに分割されていて、それらの複数のセルが電氣的に直列に接続された集積型薄膜光電変換装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

図 19 から図 24 は、従来の集積型薄膜光電変換装置の製造工程の一例を模式的な断面図で図解している。 20

## 【0003】

まず図 19 に示されているように、基板 1 上に絶縁層 2 および背面金属電極層 3 が順次積層される。基板 1 の材料としては、金属、耐熱性樹脂、またはガラスなどを用いることができる。図 19 においては、基板 1 の材質が金属である場合が示されており、金属基板 1 と背面金属電極層 3 とを絶縁分離するために絶縁層 2 が必要とされる。

## 【0004】

図 20 において、背面金属電極層 3 は、レーザビーム LB によって形成された複数の分割線溝 D1 によって複数の背面金属電極領域に分割される。これら複数の分割線溝 D1 は互いに平行であって、図面の紙面に直交する方向に延びている。 30

## 【0005】

図 21 において、分割された複数の背面金属電極領域 3 および複数の分割線溝 D1 を覆うように、半導体光電変換層 4 が堆積される。半導体光電変換層 4 は、その主面に平行な半導体接合（図示せず）を含んでいる。

## 【0006】

図 22 において、半導体光電変換層 4 は、レーザビーム LB によって形成された複数の第 2 の分割線溝 D2 によって複数の半導体光電変換セル領域に分割される。これらの第 2 の分割線溝 D2 の各々は、第 1 分割線溝 D1 に対して近接しかつ平行に延びている。

## 【0007】

図 23 において、分割された複数の半導体光電変換セル領域 4 および複数の第 2 の分割線溝 D2 を覆うように、TCO（透明導電性酸化物）の前面透明電極層 5 が堆積される。 40

## 【0008】

図 24 において、前面透明電極層 5 は、レーザビーム LB によって形成された第 3 の複数の分割線溝 D3 によって複数の前面透明電極領域に分割される。これらの第 3 の分割線溝 D3 の各々は、第 2 分割線溝 D2 に対して近接しかつ平行に延びている。

## 【0009】

こうして、1 つの基板 1 上に複数の細長い帯状の薄膜光電変換セルが形成され、1 つのセルの前面透明電極 5 は、第 2 の分割線溝 D2 に沿って、隣接するセルの背面金属電極 3 に接続されている。すなわち、図 24 の例では、4 つの帯状のセルが電氣的に互いに直列に接続されている。なお、図 24 においては図面の明瞭化のために 1 つの基板上に 4 つの光 50

電変換セルのみが示されているが、通常はさらに多くの光電変換セルが形成される。また、図面の明瞭化のために、各薄膜層の厚さは適宜拡大されて図示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

図19から図24を参照して説明された製造工程から理解されるであろうように、集積型薄膜光電変換装置においては、レーザビームによる加工技術が該光電変換装置の生産性や光電変換性能に重要な影響を及ぼす。このレーザビーム加工技術において、レーザ光を吸収しやすい半導体層を複数の領域に分離加工することは容易であるが、レーザ光を反射する金属層やレーザ光を透過するTCO層を単独で分離加工することは困難である。

【0011】

図19から図24に示された工程に関連してさらに具体的に説明すれば、図22に示されているように、レーザ光を吸収しやすい半導体光電変換層4をレーザビームLBによって複数の領域に分割することは容易である。また、図24に示されているように、前面透明電極層5はそれ単独ではレーザ加工することは困難であるが、その下層にレーザ光を吸収しやすい半導体層4が存在する場合には、その半導体層4からの発熱をも利用して比較的容易に分離加工することができる。

【0012】

しかし、図20に示されているように背面金属電極層3をレーザビームLBで直接的に分離加工する場合、レーザビームLBの多くの部分がその金属層3で反射されるので、レーザビームLBが大きなエネルギーを有する必要があるが、その分離加工は容易ではない。また、そのような高エネルギーのレーザビームLBは、金属層3の切断後に基板までダメージを与えることもある。さらに、金属層3の分離が局所的に不完全となって、隣接する光電変換セル間に電流リークが生じて光電変換性能の低下をきたすこともある。

【0013】

このような金属層のレーザ加工の困難性に鑑みて、レーザパターニング以外の化学エッチングやリフトオフ法等が用いられる場合も多く、その場合には、工程の複雑化、分離精度の低下、さらには製造コストの上昇などを招くことになる。

【0014】

以上のような先行技術における課題に鑑み、本発明は、構成薄膜層の必要な分離加工のすべてをレーザパターニングによって生産性よく行なうことができかつ光電変換特性の優れた積層型薄膜光電変換装置を提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの態様による薄膜光電変換装置の製造方法は、透光性基板上に、非晶質シリコン、非晶質シリコン合金、微結晶シリコン、および多結晶シリコンから選択された1つからなるレーザ光吸収層と背面金属電極層とを少なくとも含むようにこの順序で堆積するステップと、透光性基板を介してレーザビームをレーザ光吸収層に照射することによってそのレーザ光吸収層のみならず背面金属電極層を同時に所定のパターンで切断するステップと、その後半導体接合を含む半導体光電変換層と透明電極層とを少なくとも含むようにこの順序で積層し、このときにこれらの層を所定の複数の光電変換セル領域に分割するとともにそれらの複数の光電変換セルを電氣的に直列接続するステップを含むことを特徴としている。

【0016】

本発明のもう1つの態様による薄膜光電変換装置は、透光性基板上に順次積層されたレーザ光吸収層、背面金属電極層、半導体接合を含む半導体光電変換層、および前面透明電極層を少なくとも含む、前記レーザ光吸収層は、非晶質シリコン、非晶質シリコン合金、微結晶シリコン、および多結晶シリコンから選択された1つからなり、これらの層の各々はレーザビーム照射によって所定の複数の光電変換セル領域に分割されており、かつそれらの複数の光電変換セルが電氣的に直列に接続されていることを特徴としている。

【0017】

10

20

30

40

50

**【発明の実施の形態】**

図1から図6において、本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置の製造工程が模式的な断面図で図解されている。

**【0018】**

まず、図1において、ガラス等の透光性基板11上にレーザ光吸収層12と背面金属電極層13が順次積層される。このレーザ光吸収層12はたとえば非晶質シリコン、非晶質シリコン合金、微結晶シリコン、および多結晶シリコンのいずれかからなる半導体で形成することができ、背面金属電極層はたとえばAgを用いて形成することができる。

**【0019】**

図2において、レーザ光吸収層12と背面金属電極層3は、レーザビームLBによって形成された複数の分割線溝D1によって複数の領域に分割される。このとき、レーザビームLBは透明基板11を介してレーザ光吸収層12側から照射されるので、レーザビームLBは金属層13によって反射されることなくレーザ光吸収層12に吸収されて発熱を生じる。そして、レーザ光吸収層12から生じた熱をも利用して、金属層13が比較的容易に切断され得る。このように形成された複数の分割線溝D1は互いに平行であって、図面の紙面に直交する方向に延びている。

10

**【0020】**

図3において、分割された複数の背面金属電極領域13および複数の分割線溝D1を覆うように、半導体光電変換層14が堆積される。この半導体光電変換層14は、その主面に平行な半導体接合(図示せず)を含んでいる。

20

**【0021】**

図4において、半導体光電変換層14は、レーザビームLBによって直接パターンニングされ、第2の複数の分割線溝D2によって複数の半導体光電変換セル領域に分割される。このとき、半導体光電変換層14はレーザ光をよく吸収するので、レーザビームLBによって容易に切断加工され得る。これらの第2の分割線溝D2の各々は、第1分割線溝D1に対して近接しかつ平行に延びている。

**【0022】**

図5において、分割された複数の半導体光電変換セル領域14および第2の複数の分割線溝D2を覆うように、TCOの前面透明電極層15が堆積される。

**【0023】**

図6において、前面透明電極層15は、レーザビームLBによって形成される第3の複数の分割線溝D3によって複数の前面透明電極領域に分割される。このとき、透明電極層5を透過したレーザビームLBは半導体光電変換層14によって吸収されて発熱を生じるので、透明電極層15は半導体層14からの発熱をも利用して比較的容易に切断加工され得る。このように形成された第3の分割線溝D3の各々は、第2分割線溝D2に対して近接しかつ平行に延びている。

30

**【0024】**

こうして、1つの基板上に複数の細長い帯状の薄膜光電変換セルが形成され、1つのセルの前面透明電極15は、第2の分割線溝D2に沿って、隣接するセルの背面金属電極3に接続されている。すなわち、図6の例では、4つの帯状のセルが電氣的に互いに直列に接続されている。なお、図6においては図面の明瞭化のために1つの基板上に4つの光電変換セルのみが示されているが、通常はさらに多くの光電変換セルが形成される。また、図面の明瞭化のために、各薄膜層の厚さは適宜拡大されて図示されている。

40

**【0025】**

以上のように、本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置においては、背面金属電極層13の下層にレーザ光吸収層12を備えているので、透明基板11を通してそのレーザ光吸収層12と金属層13をレーザビームLBで同時に加熱することによって、金属層13を比較的容易に高精度でパターンニングすることができる。したがって、本発明によれば生産性が高くかつ光電変換特性の優れた積層型薄膜光電変換装置を提供することができる。

50

## 【0026】

以下において、本発明による薄膜光電変換装置のより具体的な実施例について説明する。

## 【0027】

(実施例1)

図7から図12において、本発明のさらに具体的な一実施例による薄膜光電変換装置の製造工程が模式的な断面図で図解されている。

## 【0028】

まず、図7において、 $12.7\text{ cm} \times 12.7\text{ cm}$ の面積を有する正方形のソーダライムガラス基板11上に透明な酸化錫層11a, レーザ光吸収層12, 背面金属電極層13, およびZnO層13aが順次積層された。

10

## 【0029】

酸化錫層11aは、熱CVD法によって約800nmの厚さに堆積された。このような酸化錫層は、微細な凹凸を含む表面テクスチャー構造を有し、その表面テクスチャー構造を背面金属電極層12の表面に伝えてその金属表面での光の乱反射によって半導体光電変換層内での光の吸収効率を高めるために好ましくは設けられるものであるが、本発明において必ずしも不可欠なものではない。

## 【0030】

レーザ光吸収層12としては、アモルファスシリコン(a-Si)層がプラズマCVD法によって約100nmの厚さに堆積された。このときのプラズマCVD条件においては、基板温度が250 ; SiH<sub>4</sub>ガスの流量が50sccm; 反応室の圧力が0.5 Torr; そして、周波数が13.56MHzで25Wの高周波電力が与えられた。なお、レーザ光吸収層12の厚さは、一般には5~500nmの範囲内であることが好ましく、10~100nmの範囲内であることがさらに好ましい。

20

## 【0031】

背面金属電極層13としては、マグネトロンスパッタリング装置を用いて、約200nmの厚さのAg層が堆積された。このとき、Agをターゲットとするスパッタリング条件としては、約2mTorrの圧力のアルゴンガス中で200Wの直流放電パワーが用いられた。そしてZnO層13aは、金属電極層13の光反射率を高めるために、別のマグネトロンスパッタリング装置を用いて約100nmの厚さに堆積された。このZnO層13aの形成時のスパッタリング条件は、Ag層12の形成の場合と同様であった。ここでも、ZnO層13aは金属層13の反射率を高めるために好ましくは設けられるが、本発明において不可欠なものではない。

30

## 【0032】

図8において、スパッタリング反応室から取出された基板はX-Yテーブル上にセットされ、QスイッチYAGレーザを用いて複数の分割線溝D1を形成することによって、酸化錫層11a, レーザ光吸収層12, 背面金属電極層13, およびZnO層13aの積層が複数の領域に分割された。レーザの運転条件としては、532nmの波長の第2高調波を用い; パルス周波数は3kHzであり; パルス幅は10nsであり; そして平均出力は200mWであった。

## 【0033】

レーザビームLBは透明ガラス基板11および透明酸化錫層11aを通してレーザ光吸収層12によって効率的に吸収されて発熱を生じるので、金属層13やZnO層13aをも比較的容易に同時に分離加工することができる。形成された分割線溝D1の幅は約70μmであり、分割された帯状のストリングの幅は約5mmであった。なお、図8において分割線溝D1は酸化錫層11aをも完全に分離するように示されているが、酸化錫層11aは必ずしも完全に分離加工される必要はない。

40

## 【0034】

図9において、分割されたZnO層13aおよび分割線溝D1を覆うように、半導体光電変換層14がプラズマCVD装置を用いて堆積された。その半導体光電変換層14は、順次積層された約20nm厚さのn型微結晶Si層, 約450nm厚さのi型a-Si:H

50

(Hを含む a - Si) 層, および約 15 nm 厚さの p 型 a - SiC : H (H を含む a - SiC) 層を含んでいる (これらの部分的半導体層は個別的には図示されていない)。すなわち、半導体光電変換層 14 は、その主面に平行な n i p 接合を含んでいる。これらの部分的半導体層は、いずれも 250 °C の基板温度の下に堆積された。しかし、n 型微結晶 Si 層のプラズマ CVD 条件においては、SiH<sub>4</sub> の流量が 10 sccm であり; 1000 ppm に水素希釈された PH<sub>3</sub> を 200 sccm だけ混入し; 全ガス圧は 1 Torr であり; そして 13.56 MHz の周波数で 500 W の高周波電力が投入された。i 型 a - Si : H 層のプラズマ CVD 条件においては、SiH<sub>4</sub> の流量が 50 sccm であり; ガス圧は 0.5 Torr であり; そして投入された高周波電力は 50 W であった。p 型 a - SiC : H 層のプラズマ CVD 条件においては、SiH<sub>4</sub> の流量が 10 sccm であり; 1000 ppm に水素希釈された B<sub>2</sub> H<sub>6</sub> を 200 sccm だけ混入し; CH<sub>3</sub> をも 30 sccm だけ混入し; 全ガス圧は 1 Torr であり; そして投入した高周波電力は 30 W であった。

10

#### 【0035】

図 10 において、プラズマ CVD 反応室から取出された基板は X - Y テーブル上にセットされ、Q スイッチ YAG レーザを用いて第 2 の複数の分割線溝 D2 を形成することによって、半導体光電変換層 14 が複数の光電変換セル領域に分割された。このときのレーザの運転条件は、第 1 分割線溝 D1 の形成の場合と同じであった。形成された第 2 分割線溝 D2 の幅は約 70 μm であり、分割された帯状の光電変換セル領域のストリング幅は約 5 mm であった。これらの第 2 分割線溝 D2 の各々は約 100 μm の距離を隔てて第 1 分割線溝 D1 に近接しかつそれに平行である。

20

#### 【0036】

図 11 において、分割された複数の光電変換セル領域 14 と第 2 分割線溝 D2 を覆うように、前面透明電極層 15 が堆積された。この前面透明電極層 15 は、電子ビーム蒸着装置内で 200 °C の基板温度の下に堆積された ITO (インジウム錫酸化物) 層であり、約 80 nm の厚さを有していた。

#### 【0037】

最後に図 12 において、電子ビーム蒸着装置から取出された基板は X - Y テーブル上にセットされ、Q スイッチ YAG レーザを用いて第 3 の複数の分割線溝 D3 を形成することによって、前面透明電極層 15 が複数の領域に分割された。これらの第 3 分割線溝 D3 の形成条件は、第 2 分割線溝 D2 の形成の場合と全く同様であった。この場合、前面電極層 15 は透明であるけれども、下層にレーザ光を吸収しやすい半導体層 14 が存在しているので、その半導体層 14 からの発熱をも利用して、その前面透明電極層 15 を比較的容易に分離加工することができる。こうして、集積型薄膜光電変換装置が完成した。

30

#### 【0038】

図 12 の薄膜光電変換装置にリード線を接続した後に、100 mW / cm<sup>2</sup> の AM 1.5 ソーラシミュレータの下で光電変換特性を測定したところ、752 mA の短絡電流, 18.2 V の開放電圧, 0.715 の曲線因子, および 9.4 % の光電変換効率が得られた。

#### 【0039】

##### (実施例 2)

実施例 2 による集積型薄膜光電変換装置は実施例 1 の場合とほぼ同様に形成されたが、図 9 の段階において、半導体光電変換層 14 として第 1 の組の n 層, i 層および p 層を含む第 1 の光電変換層が堆積された後にさらに第 2 の組の n 層, i 層および p 層を含む第 2 の光電変換層が積層された。すなわち、実施例 2 による集積型薄膜光電変換装置は、図 12 における半導体層 14 が第 1 と第 2 の組の光電変換層を含むいわゆるタンデム型である点のみにおいて、実施例 1 の場合と異なっている。ただし、第 1 と第 2 の組の光電変換層における n 層と p 層はそれぞれ実施例 1 の場合と同じ厚さを有していたが、第 1 の組の光電変換層における i 層は 400 nm の厚さを有していたのに対して、第 2 の組の光電変換層の i 層は 75 nm の厚さを有していた。

40

#### 【0040】

50

このような実施例 2 による集積型薄膜光電変換装置にリード線を接続した後に第 1 の実施例の場合と同じ条件で光電変換特性を測定したところ、344 mA の短絡電流、36.0 V の開放電圧、0.730 の曲線因子、および 9.0 % の光電変換効率が得られた。

【0041】

図 13 から図 18 において、比較例による集積型薄膜光電変換装置の製造工程が模式的な断面図で図解されている。

【0042】

まず図 13 において、12.7 cm × 12.7 cm の面積を有し研磨加工された正方形のステンレス基板 1 上に絶縁物層 2、背面 Ag 電極層 3、および ZnO 層 3a が順次積層された。絶縁物層 2 としては、約 200 nm の厚さを有する酸化シリコン層が熱 CVD 法によって堆積された。そして、背面 Ag 電極層 3 と ZnO 層 3a は、実施例 1 中の対応する層 13 および 13a の場合と全く同じ条件でスパッタリングによって堆積された。

10

【0043】

図 14 において、スパッタリング反応室から取出された基板は X-Y テーブル上にセットされ、Q スイッチ YAG レーザを用いて分割線溝 D1 を形成することによって、ZnO 層 3a および背面 Ag 電極層 3 の積層が複数の領域に分割された。この場合のレーザ運転条件としては、1064 nm の波長の基本波を用い；パルス周波数は 3 kHz であり；パルス幅は 10 ns であり；そしてレーザの平均出力は 1 W であった。すなわち、この比較例においては、実施例 1 および 2 の場合のようにレーザ光吸収層を備えていないので、ZnO 層 3a と背面 Ag 電極層 3 をパターンニングするのに大きなレーザ平均出力を必要とした。こうして形成された分割線溝 D1 の幅は約 100 μm であり、分割された帯状のストリングの幅は約 5 mm であった。

20

【0044】

その後、図 15 から図 18 に示されているように実施例 1 の図 9 から図 12 の工程と全く同じ工程を経て、比較例による積層型薄膜光電変換装置が完成した。すなわち、図 18 における半導体光電変換層 4 および前面透明電極層 5 は実施例 1 の図 12 における光電変換層 14 および透明電極層 15 と同じ条件で形成されたものである。こうして完成した比較例による図 18 の積層型薄膜光電変換装置にリード線を接続した後に実施例 1 の場合と同じ条件で光電変換特性を測定した結果、742 mA の短絡電流、14.2 V の開放電圧、0.613 の直線因子、および 6.5 % の変換効率が得られた。すなわち、この比較例による光電変換特性は、実施例 1 によるレーザ光吸収層 12 を含む積層型薄膜光電変換装置の特性に比べて、いずれの評価項目においても劣っていることがわかる。

30

【0045】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、積層型薄膜光電変換装置の製造過程における 3 つのパターンニング工程のいずれにおいてもレーザスクライブ法によって高精度でかつ高い生産性でパターンニングを行なうことができ、かつ優れた光電変換特性を有する積層型薄膜光電変換装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

40

【図 2】本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 4】本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態の一例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための

50

模式的な断面図である。

【図 7】本発明の一実施例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 8】本発明の一実施例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 9】本発明の一実施例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 10】本発明の一実施例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 11】本発明の一実施例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。 10

【図 12】本発明の一実施例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 13】比較例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 14】比較例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 15】比較例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 16】比較例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。 20

【図 17】比較例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 18】比較例による薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 19】従来の積層型薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 20】従来の積層型薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 21】従来の積層型薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。 30

【図 22】従来の積層型薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 23】従来の積層型薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【図 24】従来の積層型薄膜光電変換装置の製造工程を説明するための模式的な断面図である。

【符号の説明】

1 1 透明基板

1 1 a 透明酸化錫層

1 2 レーザ光吸収層

1 3 背面金属電極層

1 3 a ZnO層

1 4 半導体光電変換層

1 5 前面透明電極層

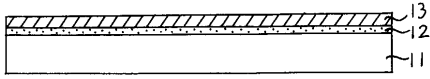
D 1 第 1 の分割線溝

D 2 第 2 の分割線溝

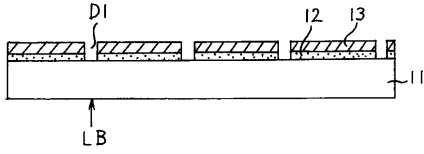
D 3 第 3 の分割線溝

L B レーザビーム

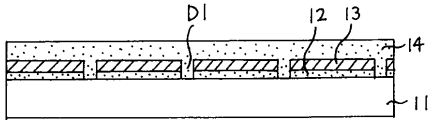
【 図 1 】



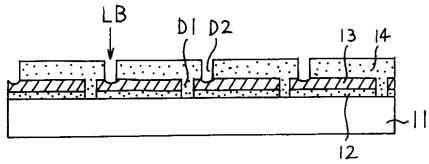
【 図 2 】



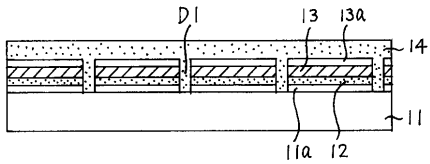
【 図 3 】



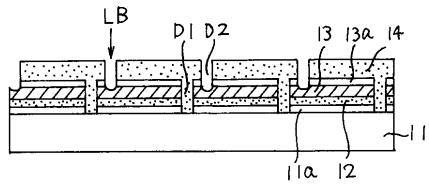
【 図 4 】



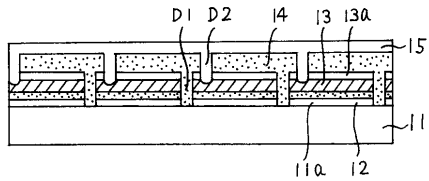
【 図 9 】



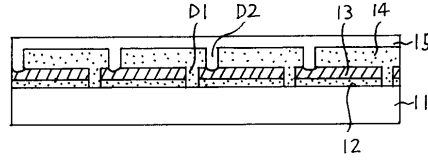
【 図 10 】



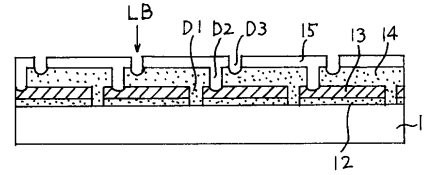
【 図 11 】



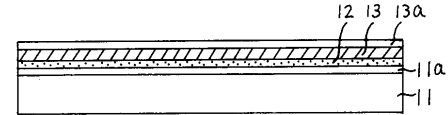
【 図 5 】



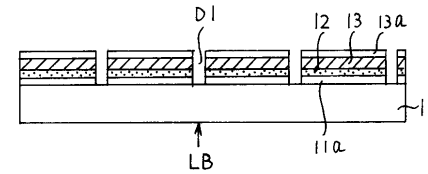
【 図 6 】



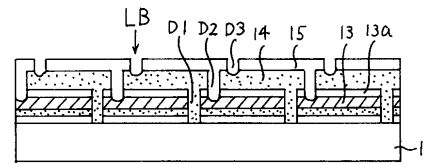
【 図 7 】



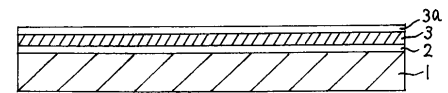
【 図 8 】



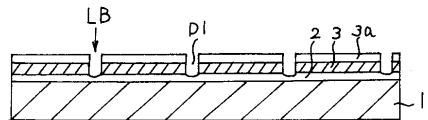
【 図 12 】



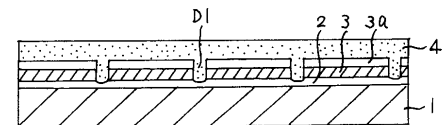
【 図 13 】



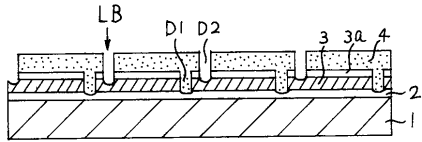
【 図 14 】



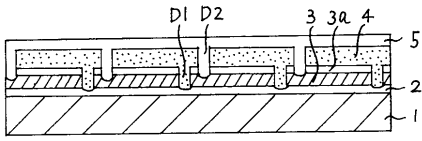
【 図 15 】



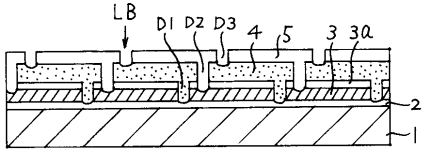
【 図 16 】



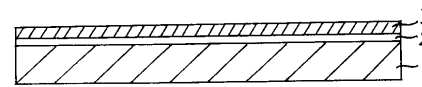
【 図 17 】



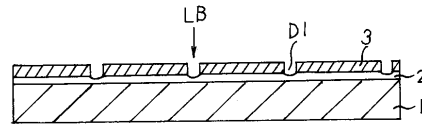
【 図 18 】



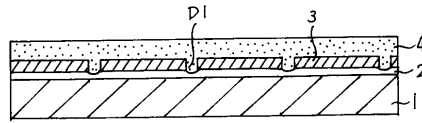
【 図 19 】



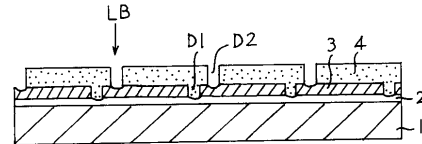
【 図 20 】



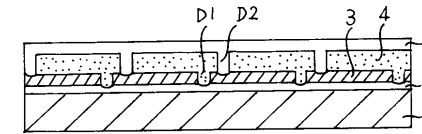
【 図 21 】



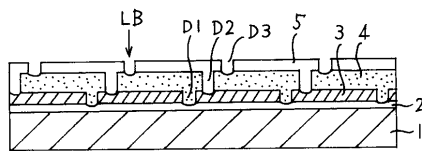
【 図 22 】



【 図 23 】



【 図 24 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 山岸 英雄  
京都府綴喜郡田辺町田辺狐川153-1
- (72)発明者 近藤 正隆  
神戸市北区北五葉2丁目8-15
- (72)発明者 太和田 善久  
滋賀県大津市比叡辻2-1-1 鐘淵化学工業株式会社内

審査官 濱田 聖司

- (56)参考文献 特開平5-21822(JP,A)  
特開昭63-274183(JP,A)  
特開平3-157977(JP,A)  
特開平3-194975(JP,A)  
特開平4-63477(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
H01L 31/04-31/078