

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4425296号
(P4425296)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 W

請求項の数 2 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-179438 (P2007-179438) (22) 出願日 平成19年7月9日(2007.7.9) (65) 公開番号 特開2009-16712 (P2009-16712A) (43) 公開日 平成21年1月22日(2009.1.22) 審査請求日 平成20年8月21日(2008.8.21)</p>	<p>(73) 特許権者 000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 (74) 代理人 100104433 弁理士 官園 博一 (72) 発明者 篠原 亘 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三 洋電機株式会社内 審査官 濱田 聖司</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光起電力装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁性表面を有する基板と、
 前記基板の絶縁性表面上に形成され、第1開溝部により分離された第1基板側電極および第2基板側電極と、
 前記第1基板側電極および前記第2基板側電極を覆うように形成された第1光電変換層と、
 前記第1光電変換層の表面上に導電性を有する中間層を介して形成された第2光電変換層と、
 前記第1基板側電極上の領域において、少なくとも前記中間層を切断するように形成された第2開溝部と、
 前記第2開溝部内の少なくとも前記中間層の切断部を覆い、かつ、前記第2光電変換層の上面に沿って延びるように形成された絶縁部材と、
 前記第2開溝部の前記第1開溝部と反対側の領域において、前記第1光電変換層、前記中間層、前記第2光電変換層および前記絶縁部材を貫通するとともに、前記第1基板側電極の表面を露出するように形成された第3開溝部と、
 前記第3開溝部を介して前記第1基板側電極と前記第2基板側電極側の前記第2光電変換層とを電気的に接続するように形成された背面電極と、
 前記第3開溝部の前記第1開溝部と反対側の領域において、少なくとも前記背面電極を、前記第1基板側電極および前記第2基板側電極にそれぞれ対応する第1背面電極および

10

20

第2背面電極に電氣的に分離するための第4開溝部と、 を備え、

前記絶縁部材は、少なくとも前記第4開溝部の前記第1開溝部と反対側の領域まで延びるように形成されている、光起電力装置。

【請求項2】

前記背面電極は、前記第2光電変換層の表面上に、透光性導電層を介して形成されている、請求項1に記載の光起電力装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光起電力装置 に関し、特に複数の光電変換層の間に導電性を有する中間層を備えた光起電力装置 に関する。 10

【背景技術】

【0002】

従来、複数の光電変換ユニット（光電変換層）の間に導電性を有する中間層を備えた光起電力装置が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

【0003】

上記特許文献1に開示された光起電力装置では、基板上に所定の間隔を隔てて第1透明電極および第2透明電極が形成されているとともに、第1透明電極および第2透明電極上に、第1光電変換ユニットが形成されている。そして、第1光電変換ユニット上に、導電性を有する中間層を介して第2光電変換ユニットが形成されている。そして、第2光電変換ユニット上には、上記第1透明電極および第2透明電極にそれぞれ対応するように第1背面電極および第2背面電極が配置されている。また、第1背面電極は、第2光電変換ユニット、中間層および第1光電変換ユニットを貫通するように形成された開溝部を介して、第2透明電極に電氣的に接続されている。 20

【0004】

【特許文献1】特開2002-118273号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に開示された光起電力装置では、第1背面電極が開溝部内で導電性を有する中間層と接触しているので、第1背面電極と中間層との間で電氣的短絡（ショート）が発生するという問題点がある。 30

【0006】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、複数の光電変換層の間に導電性を有する中間層を備える場合にも、背面電極と中間層との電氣的短絡を抑制することが可能な光起電力装置およびその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段および発明の効果】

【0007】

上記目的を達成するために、この発明の第1の局面における光起電力装置は、絶縁性表面を有する基板と、基板の絶縁性表面上に形成され、第1開溝部により分離された第1基板側電極および第2基板側電極と、第1基板側電極および第2基板側電極を覆うように形成された第1光電変換層と、第1光電変換層の表面上に導電性を有する中間層を介して形成された第2光電変換層と、第1基板側電極上の領域において、少なくとも中間層を切断するように形成された第2開溝部と、第2開溝部内の少なくとも中間層の切断部を覆い、かつ、第2光電変換層の上面上に沿って延びるように形成された絶縁部材と、第2開溝部の第1開溝部と反対側の領域において、第1光電変換層、中間層、第2光電変換層および絶縁部材を貫通するとともに、第1基板側電極の表面を露出するように形成された第3開溝部と、第3開溝部を介して第1基板側電極と第2基板側電極側の第2光電変換層とを電氣的に接続するように形成された背面電極と、第3開溝部の第1開溝部と反対側の領域に 40 50

において、少なくとも背面電極を、第1基板側電極および第2基板側電極にそれぞれ対応する第1背面電極および第2背面電極に電氣的に分離するための第4開溝部とを備え、絶縁部材は、少なくとも第4開溝部の第1開溝部と反対側の領域まで延びるように形成されている。なお、「絶縁部材が延びるように形成されている」とは、第3開溝部または第4開溝部により絶縁部材が切断されている場合も含む概念である。

【0008】

この第1の局面による光起電力装置では、上記のように、第2開溝部内に、少なくとも中間層の切断部を覆い、かつ、第2光電変換層の表面上に沿って延びるように形成された絶縁部材を設けることによって、その絶縁部材により、第2開溝部に対して第1開溝部側の中間層と、第2開溝部に対して第1開溝部と反対側の中間層とを電氣的に絶縁することができる。また、第2開溝部の第1開溝部と反対側の領域において、第1光電変換層、中間層、第2光電変換層および絶縁部材を貫通するとともに、第1基板側電極の表面を露出するように形成された第3開溝部と、第3開溝部を介して第1基板側電極と第2基板側電極側の第2光電変換層とを電氣的に接続するように形成された背面電極とを設けることによって、上記絶縁部材により、背面電極と、第2開溝部の第1開溝部側の中間層とが電氣的に絶縁されるので、背面電極と第2開溝部の第1開溝部側の中間層とが電氣的に短絡するのを抑制することができる。

10

【0009】

また、第1の局面による光起電力装置では、絶縁部材を、少なくとも第3開溝部の第1開溝部と反対側の領域まで延びるように形成することによって、第2開溝部および第2開溝部近傍のみに絶縁部材を形成する場合と比較して、広い領域に絶縁部材を形成することになるので、絶縁部材を形成する際に、高い寸法精度のマスクを用いる必要がない。

20

【0010】

上記構成において、好ましくは、絶縁部材は、第4開溝部の第1開溝部と反対側の領域まで延びるように形成されており、第1背面電極および第2背面電極は、第4開溝部を含む領域において、絶縁部材上に形成されている。

【0011】

上記構成において、好ましくは、背面電極は、第2光電変換層の表面上に、透光性導電層を介して形成されている。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0015】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

【0016】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態による光起電力装置の構成を示した断面図である。まず、図1を参照して、本発明の第1実施形態による光起電力装置1の構成について説明する。

【0017】

第1実施形態による光起電力装置1は、図1に示すように、基板2と、基板側電極3aおよび3bと、光電変換ユニット4と、中間層5と、光電変換ユニット6と、透光性導電層7と、絶縁部材8と、背面電極9aおよび9bとを備えている。この第1実施形態による光起電力装置1は、基板2の主表面に沿った方向に複数のユニットを背面電極9aおよび9bを介して直列接続した構造を有する。以下、詳細に説明する。

40

【0018】

基板2は、絶縁性表面を有するとともに、透光性を有するガラスからなる。この基板2は、約1mm～約5mmの厚みを有している。また、基板2の表面上には、開溝部3cにより分離された基板側電極3aおよび3bが形成されている。この基板側電極3aおよび3bは、約800nmの厚みを有するとともに、導電性および透光性を有する酸化錫(SnO₂)などのTCO(Transparent Conductive Oxide: 透明酸化物導電体)からなる。なお、基板側電極3aおよび3bは、それぞれ、本発明の

50

「第1基板側電極」および「第2基板側電極」の一例であり、開溝部3cは、本発明の「第1開溝部」の一例である。

【0019】

また、基板側電極3aおよび3bの上面上に、pin型の非晶質（アモルファス）シリコン系半導体からなる光電変換ユニット4が形成されている。このpin型のアモルファスシリコン系半導体からなる光電変換ユニット4は、約10nm～約20nmの厚みを有するp型水素化アモルファスシリコンカーバイド（a-SiC:H）層と、約250nm～約350nmの厚みを有するi型水素化アモルファスシリコン（a-Si:H）層と、約20nm～約30nmの厚みを有するn型水素化アモルファスシリコン層とにより構成されている。また、光電変換ユニット4は、基板側電極3aの上面上に、開溝部4a、4bおよび4cを有するとともに、開溝部3cを埋め込むように形成されている。このアモルファスシリコン系半導体からなる光電変換ユニット4は、比較的短波長の光を吸収するために形成されている。なお、光電変換ユニット4は、本発明の「第1光電変換層」の一例である。

10

【0020】

また、光電変換ユニット4の上面上に、開溝部4a、4bおよび4cにそれぞれ対応する領域に開溝部5a、5bおよび5cを有する中間層5が形成されている。また、中間層5は、約10nm～約500nmの厚みを有している。この中間層5は、導電性を有するとともに、基板2側から入射する光を部分的に反射し、かつ、透過する機能を有する酸化亜鉛（ZnO）などのTCOからなる。また、中間層5は、基板2側から入射する光を部分的に反射することにより光電変換ユニット4を通過する光の量を増加させる機能を有している。このため、光電変換ユニット4の厚みを大きくすることなく、光電変換ユニット4の出力電流を増加させることが可能である。すなわち、アモルファスシリコン系半導体からなる光電変換ユニット4の厚みに応じて顕著になる光劣化を抑制しながら光電変換ユニット4の出力電流を増加させることが可能である。これにより、光電変換ユニット4および6の出力電流の均衡を図ることが可能である。

20

【0021】

また、中間層5の上面上に、開溝部5a、5bおよび5cに対応する領域に開溝部6a、6bおよび6cを有するpin型の微結晶シリコン系半導体からなる光電変換ユニット6が形成されている。このpin型の微結晶シリコン系半導体からなる光電変換ユニット6は、約10nm～約20nmの厚みを有するp型水素化微結晶シリコン（ μ c-Si:H）層と、約1500nm～約2000nmの厚みを有するi型水素化微結晶シリコン層と、約20nm～約30nmの厚みを有するn型水素化微結晶シリコン層とにより構成されている。また、この微結晶シリコン系半導体からなる光電変換ユニット6は、比較的長波長の光を吸収するために形成されている。なお、光電変換ユニット6は、本発明の「第2光電変換層」の一例である。

30

【0022】

また、光電変換ユニット6の上面上に、開溝部6a、6bおよび6cに対応する領域に開溝部7a、7bおよび7cを有する透光性導電層7が形成されている。この透光性導電層7は、約70nmの厚みを有するとともに、主に酸化インジウム（ InO_2 ）などのTCOから形成されている。

40

【0023】

ここで、第1実施形態では、透光性導電層7の上面上の一部には、開溝部7aおよび7bに対応する領域に開溝部8aおよび8bを有する絶縁部材8が、透光性導電層7の上面上に沿って延びるように形成されている。具体的には、絶縁部材8の一方端8cは、開溝部3cの2つの側面のうち、開溝部10aから離れている側の側面3dと対応する位置まで延びている。また、絶縁部材8の他方端8dは、後述する背面電極9を分離するための開溝部10cに対して開溝部3cと反対側の領域まで延びている。また、絶縁部材8は、開溝部4c、5c、6cおよび7cからなる開溝部10aを充填するように形成されている。すなわち、中間層5の開溝部5cの開溝部3c側に位置する部分と、中間層5の開溝

50

部 5 c の開溝部 3 c と反対側に位置する部分とを電氣的に絶縁するように、絶縁部材 8 が埋め込まれている。また、絶縁部材 8 は、酸化シリコン (SiO_2) からなる。なお、絶縁部材 8 は、本発明の「絶縁部材」の一例である。

【 0 0 2 4 】

また、絶縁部材 8 および透光性導電層 7 の上面上の全面には、開溝部 8 b に対応する領域に形成された開溝部 9 c により分離された背面電極 9 a および 9 b が形成されている。背面電極 9 a および 9 b は、開溝部 1 0 c を含む領域において、絶縁部材 8 の表面上に形成されている。また、背面電極 9 b は、開溝部 1 0 b を充填するように形成されている。これにより、背面電極 9 b と基板側電極 3 a とが電氣的に接続されている。また、背面電極 9 b は、絶縁部材 8 を跨ぐようにして、基板側電極 3 b に対応する透光性導電層 7 に接続されている。このように、基板側電極 3 a と、基板側電極 3 b に対応する透光性導電層 7 とが背面電極 9 b を介して電氣的に接続されることにより、基板 2 の主表面に沿った方向に複数のユニットが直列接続されるように構成されている。また、背面電極 9 a および 9 b は、約 2 0 0 n m ~ 約 4 0 0 n m の厚みを有するとともに、銀 (Ag) を主成分とする金属材料からなる。また、背面電極 9 a および 9 b は、基板 2 の下面側から入射して背面電極 9 a および 9 b に到達した光を反射することにより、光電変換ユニット 4 および 6 に再度入射させる機能を有している。なお、背面電極 9 a および 9 b は、それぞれ、本発明の「第 1 背面電極」および「第 2 背面電極」の一例である。

【 0 0 2 5 】

また、開溝部 4 b、5 b、6 b、7 b、8 b および 9 c によって、背面電極 9 a と背面電極 9 b とを電氣的に分離するための開溝部 1 0 c が構成されており、開溝部 4 c、5 c、6 c および 7 c によって、中間層 5 を電氣的に分離するための開溝部 1 0 a が構成されている。また、開溝部 4 a、5 a、6 a、7 a および 8 a によって、背面電極 9 b と基板側電極 3 a とを電氣的に接続するための開溝部 1 0 b が構成されている。なお、開溝部 1 0 a、1 0 b および 1 0 c は、それぞれ、本発明の「第 2 開溝部」、「第 3 開溝部」および「第 4 開溝部」の一例である。

【 0 0 2 6 】

図 2 ~ 図 9 は、図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。次に、図 1 ~ 図 9 を参照して、第 1 実施形態による光起電力装置 1 の製造プロセスについて説明する。

【 0 0 2 7 】

まず、図 2 に示すように、絶縁性表面を有する基板 2 の上面上に、熱 C V D ($\text{Chemical Vapor Deposition}$) 法により、約 8 0 0 n m の厚みを有する酸化錫からなる基板側電極 3 を形成する。

【 0 0 2 8 】

次に、図 3 に示すように、基板側電極 3 に、波長約 1 0 6 4 n m、発振周波数約 2 0 k H z、平均パワー約 1 4 . 0 W の Nd:YAG レーザの基本波 (図 3 の L B 1) を基板側電極 3 側から走査することにより、約 5 0 μm の幅を有する開溝部 3 c を約 9 . 0 m m の間隔で形成する。これにより、開溝部 3 c により分離された基板側電極 3 a および 3 b が形成される。

【 0 0 2 9 】

次に、図 4 に示すように、基板側電極 3 a および 3 b の上面上に、プラズマ C V D 法により、約 1 0 n m ~ 約 2 0 n m の厚みを有する p 型水素化アモルファスシリコンカーバイド層と、約 2 5 0 n m ~ 約 3 5 0 n m の厚みを有する i 型水素化アモルファスシリコン層と、約 2 0 n m ~ 約 3 0 n m の厚みを有する n 型水素化アモルファスシリコン層とを順次形成することにより、アモルファスシリコン系半導体からなる光電変換ユニット 4 が形成される。その後、光電変換ユニット 4 の上面上に、スパッタリング法により、約 1 0 n m ~ 約 5 0 0 n m の厚みを有する酸化亜鉛からなる中間層 5 を形成する。そして、中間層 5 の上面上に、プラズマ C V D 法により、約 1 0 n m ~ 約 2 0 n m の厚みを有する p 型水素化微結晶シリコン層と、約 1 5 0 0 n m ~ 約 2 0 0 0 n m の厚みを有する i 型水素化微結

10

20

30

40

50

晶シリコン層と、約20nm～約30nmの厚みを有するn型水素化微結晶シリコン層とを順次形成することにより、微結晶シリコン系半導体からなる光電変換ユニット6が形成される。そして、スパッタリング法により、酸化インジウムを主成分とする約70nmの厚みを有する透光性導電層7が形成される。

【0030】

ここで、第1実施形態では、光電変換ユニット4、中間層5、光電変換ユニット6および透光性導電層7が連続して形成されるので、光電変換ユニット4、中間層5、光電変換ユニット6の表面が大気に曝されることなく形成される。

【0031】

次に、図5に示すように、開溝部3cに隣接するように、波長約532nm、発振周波数約12kHz、平均パワー約230mWのNd:YAGレーザの第2高調波(図5のLB2)を基板2側から走査することにより、開溝部4c、5c、6cおよび7cからなる約50μmの幅を有する開溝部10aを形成する。

10

【0032】

そして、図6に示すように、約400μmのライン状開口部(図示せず)を有するステンレス製のコンタクトマスク(図示せず)を用いて、スクリーン印刷法により、開溝部10aの左右に約400μm～約500μmの幅を有するようにポリシラザンを塗布する。これにより、酸化シリコンからなる絶縁部材8を開溝部10aに充填するとともに、透光性導電層7の表面上に沿って延びるように形成する。開溝部10aに絶縁部材8が充填されることにより、開溝部10aによって切断された中間層5が絶縁される。

20

【0033】

次に、図7に示すように、開溝部10aの開溝部3cと反対側の領域に、上記LB2と同様のレーザ(図7のLB3)を基板2側から走査することにより、開溝部4a、5a、6a、7aおよび8aからなる約50μmの幅を有する開溝部10bを形成する。

【0034】

その後、図8に示すように、スパッタリング法により、開溝部10bを充填するとともに、透光性導電層7および絶縁部材8を覆うように銀を主成分とする背面電極9を形成する。これにより、基板側電極3aと、基板側電極3b側の透光性導電層7とが電氣的に接続される。そして、図9に示すように、開溝部10bの開溝部3cと反対側の領域に、上記LB2と同様のレーザ(図9のLB4)を基板2側から走査することにより、開溝部4b、5b、6b、7bおよび9cからなる約50μmの幅を有する開溝部10cを形成する。これにより、背面電極9aと背面電極9bとが分離されて、図1に示した光起電力装置1が形成される。

30

【0035】

第1実施形態では、上記のように、絶縁部材8を、開溝部10cの開溝部3cと反対側の領域まで延びるように形成することによって、開溝部10aおよび開溝部10a近傍の領域のみに絶縁部材8を形成する場合と比較して、広い領域に絶縁部材8を形成することになるので、絶縁部材8を形成する際に、高い寸法精度のマスクを用いる必要がない。

【0036】

また、第1実施形態では、上記のように、絶縁部材8を、開溝部10cの開溝部3cと反対側の領域まで延びるように形成するとともに、背面電極9aおよび背面電極9を、10c開溝部を含む領域において、絶縁部材8上に形成することによって、絶縁部材8の厚みの分、背面電極9aおよび9bと、基板側電極3aまたは中間層5との間隔を大きくすることができる。これにより、レーザLB4を照射することにより開溝部10cを形成する際(図9参照)に、レーザの熱により溶融した背面電極9が開溝部10cにおける中間層5の開溝部5bまたは開溝部10cを形成することにより露出した基板側電極3aに付着することを抑制することができる。その結果、背面電極9aまたは9bと中間層5または基板側電極3aとが電氣的に短絡するのを抑制することができる。

40

【0037】

また、第1実施形態では、上記のように、背面電極9を、光電変換層6の表面上に形成

50

された透光性導電層 7 を介して形成することによって、透光性導電層 7 により、背面電極 9 に含まれる銀が光電変換層 6 内に拡散することを抑制することができる。これにより、銀と光電変換層 6 に含まれるシリコンとが合金化することに起因して、背面電極 9 a および 9 b の反射率が下がるのを抑制することができる。したがって、光起電力装置 1 の特性が低下するのを抑制することができる。

【0038】

また、第 1 実施形態では、上記のように、光電変換層 6 を形成した後に透光性導電層 7 を形成した後、開溝部 10 a のパターンニングなどを行うことができることができるので、光起電力装置 1 の製造プロセスにおいて最も汚染されるのを抑制したい光電変換層 6 の表面が大気に曝されることを防止することができる。

10

【0039】

(参考形態)

図 10 は、本発明の参考形態による光起電力装置の構成を示した断面図である。図 10 を参照して、この参考形態では、上記第 1 実施形態と異なり、絶縁部材 18 が開溝部 10 c に対応する開溝部 20 c と開溝部 10 b に対応する開溝部 20 b との間の領域まで延びるように形成した例を説明する。

【0040】

参考形態による光起電力装置 11 では、絶縁部材 18 の端部 18 a が開溝部 20 c まで延びていないことにより、上記第 1 実施形態の開溝部 10 c に対応する開溝部 20 c 近傍の領域において、背面電極 19 は、絶縁部材 18 を介さずに透光性導電層 7 の表面上に形成されている。なお、光起電力装置 11 の製造プロセスは、絶縁部材 18 の延びる範囲を上記第 1 実施形態よりも小さくするとともに、絶縁部材 18 が形成された範囲より外側に開溝部 20 c を形成する以外は、上記第 1 実施形態の製造プロセスと同様であるので、詳細な説明を省略する。

20

【0041】

参考形態では、上記のように、絶縁部材 18 を、開溝部 20 c と開溝部 20 b との間の領域まで延びるように形成することによって、開溝部 10 a および開溝部 10 a 近傍の領域のみに絶縁部材 18 を形成する場合と比較して、広い領域に絶縁部材 18 を形成することになるので、絶縁部材 18 を形成する際に、高い寸法精度のマスクを用いる必要がない。

30

【0042】

また、参考形態では、上記のように、上記第 1 実施形態の開溝部 10 c を形成する場合と異なり、開溝部 20 c を形成する際に絶縁部材 18 をパターンニングする必要がないので、開溝部 20 c を形成するために必要なレーザの強度を弱めることができる。これにより、開溝部 20 c を形成する際のレーザの熱による光起電力装置 11 に対する損傷を軽減することができる。

【0043】

次に、上記した実施形態の効果を確認するために行った比較実験について説明する。この比較実験では、以下の実施例 1、実施例 2 および比較例 1 による光起電力装置を作製した。

40

【0044】

まず、実施例 1 による光起電力装置 1 を上記第 1 実施形態の製造プロセスを用いて図 1 に示すように作製した。また、実施例 2 による光起電力装置 11 を上記参考形態の製造プロセスを用いて図 10 に示すように作製した。

【0045】

また、比較例 1 による光起電力装置 21 を図 11 に示すような構造を有するように作製した。比較例 1 による光起電力装置 21 の製造プロセスとしては、基板 2 上に基板側電極 3 a および 3 b を形成した後、光電変換ユニット 4、中間層 5、光電変換ユニット 6、透光性導電層 7 および背面電極 22 を形成した。その後、光電変換ユニット 4、中間層 5、光電変換ユニット 6、透光性導電層 7 および背面電極 22 を貫通するように、開溝部 30

50

a、30bおよび30cを形成した。そして、寸法精度の比較的高いコンタクトマスク（図示せず）を用いて、開溝部30aのみに絶縁部材23を充填した。そして、開溝部30b内に銀ペーストからなる導電性部材24を充填するとともに、絶縁部材23を跨ぐようにして基板側電極3b側の背面電極22と電氣的に接続した。この構成によっても、絶縁部材23により、背面電極22と、中間層5とが電氣的に絶縁されるので、背面電極22と中間層5とが電氣的に短絡するのを抑制することができる。したがって、比較例1は、絶縁部材23を形成する際に寸法精度の比較的高いマスクが必要である一方、本発明の課題を解決する構造となっている。

【0046】

上記実施例1による光起電力装置1、上記実施例2による光起電力装置11および比較例1による光起電力装置21について、開放電圧（ V_{oc} ）、短絡電流（ I_{sc} ）、曲線因子（ $F.F.$ ）および最大出力（ P_{max} ）を測定し、その各測定結果を比較例1による光電変換装置21の各測定結果により規格化した。この結果を以下の表1に示す。

【0047】

【表1】

	V_{oc} (V)	I_{sc} (A)	F. F	P_{max} (W)
実施例1	1.0000	1.0000	1.0104	1.0078
実施例2	1.0000	0.9912	0.9949	0.9948
比較例1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

上記表1を参照して、実施例1および実施例2の開放電圧は、ともに「1.0000」であった。また、実施例1および実施例2の短絡電流は、それぞれ、「1.0000」および「0.9912」であった。また、実施例1および実施例2の曲線因子は、それぞれ、「1.0104」および「0.9949」であった。また、実施例1および実施例2の最大出力は、それぞれ、「1.0078」および「0.9948」であった。すなわち、実施例1の特性は、比較例1および実施例2と比較して、全体として高い値を示していることが判明した。

【0048】

上記の結果は、以下の理由によると考えられる。すなわち、図1に示した実施例1では、開溝部10cを含む領域において、背面電極9aおよび9bは、絶縁部材8を介して形成されているので、背面電極9aおよび9bと中間層5または基板側電極3aとの距離が実施例2および比較例1と比較して大きい。したがって、光起電力装置1の開溝部10cをレーザパターニングにより形成する際に、レーザの熱により溶融した背面電極9が中間層5または基板側電極3aに付着する確率が、光起電力装置11の開溝部20cおよび光起電力装置21の開溝部30cを形成する場合と比較して、減少する。この結果、背面電極9と中間層5または基板側電極3aとの電氣的短絡が生じるのが抑制されたため、実施例1では、実施例2および比較例1よりも特性が向上したと考えられる。

【0049】

なお、今回開示された実施形態および実施例は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態および実施例の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【0050】

上記実施形態および実施例では、中間層5として酸化亜鉛（ ZnO ）を用いた例を示したが、本発明はこれに限らず、マグネシウムを含有した酸化亜鉛化合物、酸化インジウム、酸化錫または有機物を結合材とする焼結材を用いてもよい。

【0051】

10

20

30

40

50

また、上記実施形態および実施例では、絶縁部材 8 を開溝部 3 c の側面 3 d と対応する位置まで延びるように形成した例を示したが、本発明はこれに限らず、開溝部 1 0 a から開溝部 3 c の側面 3 d までの領域であれば、どの範囲まで延びていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 2 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態による光起電力装置の構成を示した断面図である。

【図 2】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 3】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

10

【図 4】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 5】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 6】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 7】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 8】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

20

【図 9】図 1 に示した第 1 実施形態による光起電力装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 1 0】参考形態による光起電力装置の構成を示した断面図である。

【図 1 1】比較実験の比較例による光起電力装置の構成を示した断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

1、1 1 光起電力装置

2 基板

3 基板側電極

3 a 基板側電極（第 1 基板側電極）

30

3 b 基板側電極（第 2 基板側電極）

3 c 開溝部（第 1 開溝部）

4 光電変換ユニット（第 1 光電変換層）

4 a、5 a、6 a、7 a、8 a、1 0 b、2 0 b 開溝部（第 3 開溝部）

4 b、5 b、6 b、7 b、8 b、9 a、1 0 c、2 0 c 開溝部（第 4 開溝部）

4 c、5 c、6 c、7 c、1 0 a 開溝部（第 2 開溝部）

5 中間層

6 光電変換ユニット（第 2 光電変換層）

7 透光性導電層

8、1 8 絶縁部材

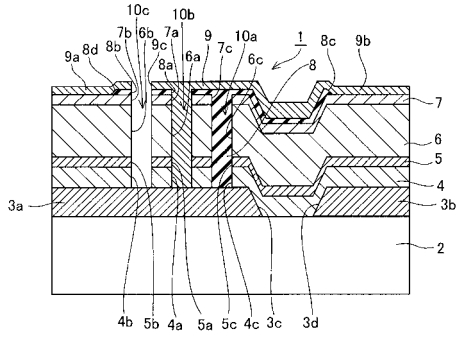
40

9、1 9 背面電極

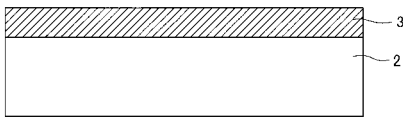
9 a 背面電極（第 1 背面電極）

9 b 背面電極（第 2 背面電極）

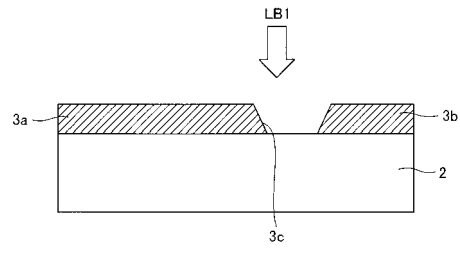
【図1】



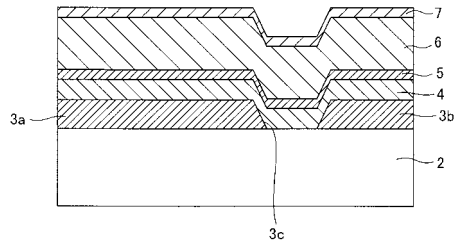
【図2】



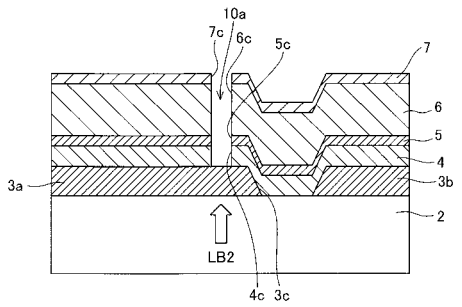
【図3】



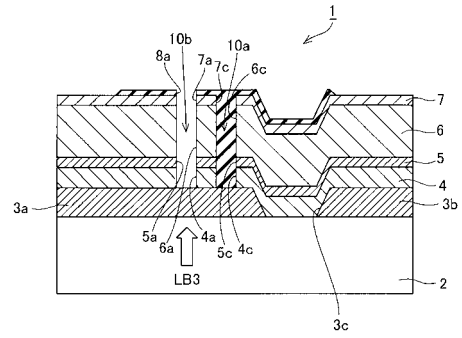
【図4】



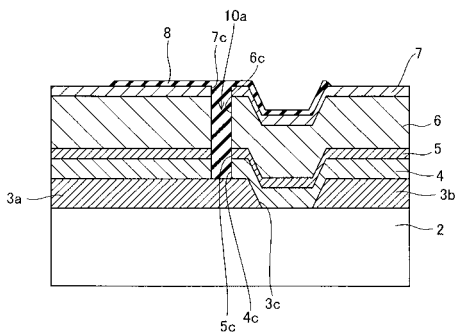
【図5】



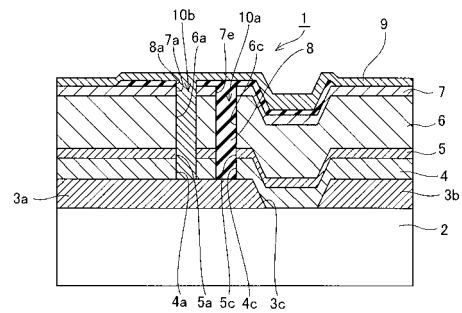
【図7】



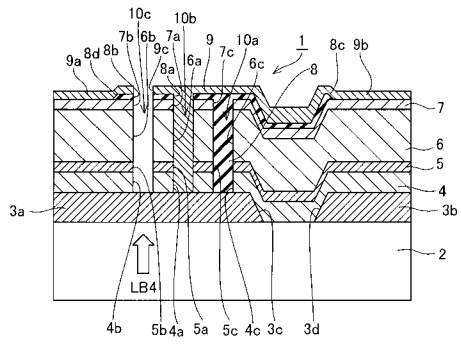
【図6】



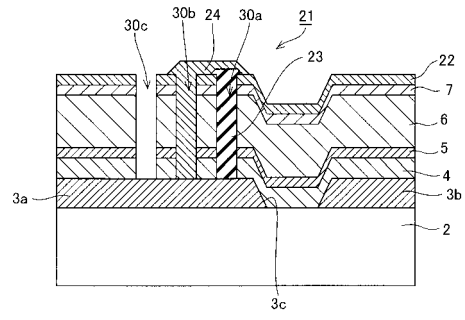
【図8】



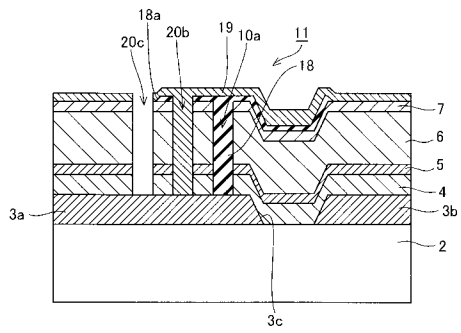
【図 9】



【図 11】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-93939(JP,A)
特開昭61-214483(JP,A)
特開2004-95661(JP,A)
特開2006-313872(JP,A)
特開2005-38907(JP,A)
特開2007-73745(JP,A)
特開2002-118273(JP,A)
特開2007-227577(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/04-31/078