

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 10 月 13 日(13.10.2011)

PCT

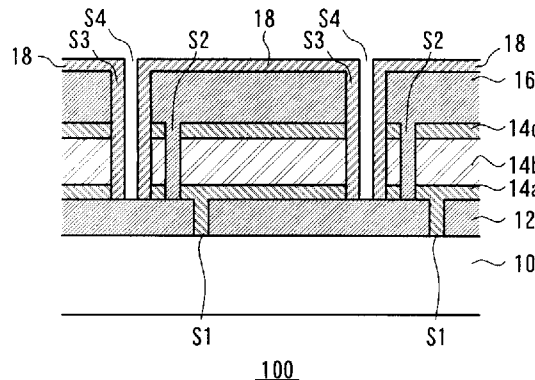
(10) 国際公開番号
WO 2011/125922 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/058385
- (22) 国際出願日: 2011 年 4 月 1 日(01.04.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-087163 2010 年 4 月 5 日(05.04.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社(SANYO Electric Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 北原 明直 (KITAHARA Akinao) [JP/JP]; 〒5708677 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 Osaka (JP).
- (74) 代理人: ▲角 ▼谷 浩 (KADOYA Hiroshi); 〒5708677 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 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 光電変換装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a photoelectric conversion device, whereby need of installing outside a bypass diode is eliminated by providing the bypass diode inside of a photoelectric conversion module. The photoelectric conversion device (100) is provided with: a substrate (10); a transparent electrode layer (12) formed on the substrate (10); a photoelectric conversion layer (14) wherein a p-type layer (14a), an i-type layer (14b) and an n-type layer (14c) are laminated on the transparent electrode layer (12); and a rear electrode layer (16) formed on the photoelectric conversion layer (14). A p-type contact layer (18) is formed on the side surface of the photoelectric conversion layer (14), the side surface of the rear electrode (16) and the front surface of the rear electrode (16), and the n-type layer (14c) and the p-type contact layer (18) form a pn junction.

(57) 要約: 【課題】光電変換モジュール内部にバイパスダイオードを設けることで、外部にバイパスダイオードを配設する必要をなくす。【解決手段】基板 10 と、基板 10 上に形成した透明電極層 12 と、p 型層 14a、i 型層 14b 及び n 型層 14c を透明電極層 12 上に積層した光電変換層 14 と、光電変換層 14 上に形成した裏面電極層 16 とを備え、光電変換層 14 の側面、裏面電極 16 の側面及び裏面電極 16 の表面に p 型のコンタクト層 18 が形成され、n 型層 14c と p 型コンタクト層 18 とが pn 接合を形成している光電変換装置 100 とする。

WO 2011/125922 A1

明 細 書

発明の名称： 光電変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、光電変換装置に関する。

背景技術

[0002] 太陽光を利用した発電システムとして、アモルファスや微結晶等の半導体薄膜を積層した光電変換装置が用いられている。

[0003] 光電変換装置では、複数の光電変換セルを直並列に接続して実用的な電気出力を取り出せる構成とされている。具体的には、複数の光電変換セルを接続して透光性基板とエチレンビニルアセテート共重合体（EVA）などを主成分とする充填材で封入して光電変換モジュールが形成されている。このような光電変換モジュールを屋外に設置した場合、光電変換モジュール内のある1つの光電変換セルが何かの影になったときなどで発電が不十分になった場合、その光電変換セルは抵抗となる。このとき、光電変換セルの両電極にはその抵抗値と流れる電流の積の電位差が発生する。すなわち、光電変換セルに逆方向のバイアス電圧が印加されることになり、このセルは発熱するようになる。このような状況をホットスポットと呼んでいる。このホットスポットの現象が発生し、光電変換セルの温度が上昇し続けると、最悪の場合、この光電変換セルは破壊して光電変換モジュールから所定の電気出力を取り出すことができなくなる。

[0004] そこで、ホットスポットによる光電変換モジュールの損傷を防ぐために、光電変換セルに正常時の出力に対して逆バイアスとなるようにバイパスダイオードを接続する方法が採用されている。バイパスダイオードを設けることによって、どこかの光電変換セルが陰になって発電量が落ちた場合であってもその部分を回避してバイパスダイオードを介して電流が流れるので、陰部分の影響が回路全体には及ぶことがなくなる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、上記従来の光電変換装置では、多数の光電変換セルが直並列に接続されており、光電変換セルに対してディスクリットにバイパスダイオードを配置し、電氣的に接続する処理が必要とされる。
- [0006] これより、光電変換装置の製造に掛る時間が増大し、製造コストを押し上げる原因となっている。また、個々のバイパスダイオードを正確に位置合わせして配置する必要がある、バイパスダイオードの位置がずれると光電変換装置の信頼性が低下するおそれがある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の１つの態様は、基板と、前記基板上に形成した透明電極層と、 p 型層、 i 型層及び n 型層を前記透明電極層上に積層した光電変換層と、前記光電変換層上に形成した裏面電極層と、を備える光電変換装置であって、前記光電変換層の側面、前記裏面電極の側面、前記裏面電極の表面及び前記透明電極層上に p 型コンタクト層が形成されている、光電変換装置である。
- [0008] 本発明の別の態様は、基板と、前記基板上に形成した透明電極層と、 p 型層、 i 型層及び n 型層を前記透明電極層上に積層した光電変換層と、前記光電変換層上に形成した裏面電極層と、を備える光電変換装置であって、前記 i 型層を貫くように前記 n 型層から前記 p 型層まで伸びる n 型コンタクト領域が形成されている、光電変換装置である。

発明の効果

- [0009] 本発明によれば、光電変換モジュール内部にバイパスダイオードを設けることで、外部にバイパスダイオードを配設する必要をなくすることができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]第１の実施の形態における光電変換装置の構造を示す断面図である。
- [図2]第１の実施の形態における光電変換装置の構造の別例を示す断面図である。
- [図3]第２の実施の形態における光電変換装置の構造を示す断面図である。

[図4] 第3の実施の形態における光電変換装置の構造を示す断面図である。

[図5] 第3の実施の形態における光電変換装置の構造の別例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] <第1の実施の形態>

本実施の形態における光電変換装置100は、図1に示すように、基板10を光入射側として、光入射側から、透明電極層12、光電変換層14、裏面電極層16及びコンタクト層18を含んで構成される。

[0012] 基板10は、例えば、ガラス基板、プラスチック基板等の透光性を備えた材料で形成される。可視光線を光電変換に用いる場合、少なくとも可視光波長領域において透過性を有する材料を適用することができる。

[0013] 基板10上に透明電極層12が形成される。透明電極層12は、酸化錫(SnO_2)、酸化亜鉛(ZnO)、インジウム錫酸化物(ITO)等に錫(Sn)、アンチモン(Sb)、フッ素(F)、アルミニウム(Al)等をドーブした透明導電性酸化物(TCO)のうち少なくとも一種類又は複数種を組み合わせて用いることが好適である。特に、酸化亜鉛(ZnO)は、透光性が高く、抵抗率が低く、耐プラズマ特性にも優れているので好適である。透明電極層12は、スパッタリング法やCVD法等を用いて形成することができる。

[0014] 光電変換装置100を複数の光電変換セルを直列に接続した構成とする場合、透明電極層12にスリットS1を形成して短冊状にパターニングする。例えば、波長1064nm、エネルギー密度13J/cm²、パルス周波数3kHzのYAGレーザを用いて透明電極層12を短冊状にパターニングすることができる。

[0015] 光電変換層14は、基板10及び透明電極層12を透過して入射される光を受けて、光エネルギーを電気エネルギーに変換する層である。本実施の形態では、光電変換層14は、アモルファスシリコン光電変換ユニット(a-Siユニット)を例に説明を行う。ただし、光電変換層14はこれに限定さ

れるものではなく、微結晶シリコン光電変換ユニット（ $\mu c-Si$ ユニット）、化合物半導体光電変換ユニット、有機光電変換ユニット等とすることができる。また、これらの光電変換ユニットを積層したタンデム型やトリプル型としてもよい。

[0016] 透明電極層 12 上に、p 型層 14 a、i 型層 14 b、n 型層 14 c のシリコン系薄膜を順に積層して a-Si ユニットの形成する。a-Si ユニットの形成は、シラン（ SiH_4 ）、ジシラン（ Si_2H_6 ）、ジクロルシラン（ SiH_2Cl_2 ）等のシリコン含有ガス、メタン（ CH_4 ）等の炭素含有ガス、ジボラン（ B_2H_6 ）等の p 型ドーパント含有ガス、フォスフィン（ PH_3 ）等の n 型ドーパント含有ガス及び水素（ H_2 ）等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うプラズマ化学気相成長法（CVD 法）により形成することができる。プラズマ CVD 法は、例えば、13.56 MHz の RF プラズマ CVD 法を適用することが好適である。

[0017] なお、光電変換層 14 を a-Si ユニットの $\mu c-Si$ ユニットのタンデム型とする場合には、a-Si ユニットの中間層を形成した上で $\mu c-Si$ ユニットの形成することが好適である。中間層は、酸化亜鉛（ ZnO ）、酸化シリコン（ SiO_x ）等の透明導電性酸化物（TCO）を用いることが好適である。特に、マグネシウム Mg がドーパされた酸化亜鉛（ ZnO ）や酸化シリコン（ SiO_x ）を用いることが好適である。中間層は、例えば、スパッタリング法や CVD 法等により形成することができる。中間層の膜厚は 10 nm 以上 200 nm 以下の範囲とすることが好適である。なお、中間層は、設けなくてもよい。さらに、中間層上に、p 型層、i 型層、n 型層を順に積層した $\mu c-Si$ ユニットの形成する。 $\mu c-Si$ ユニットの形成は、シラン（ SiH_4 ）、ジシラン（ Si_2H_6 ）、ジクロルシラン（ SiH_2Cl_2 ）等のシリコン含有ガス、メタン（ CH_4 ）等の炭素含有ガス、ジボラン（ B_2H_6 ）等の p 型ドーパント含有ガス、フォスフィン（ PH_3 ）等の n 型ドーパント含有ガス及び水素（ H_2 ）等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うプラズマ CVD 法により形成することができる。プラズマ CVD 法は、

a-Siユニットと同様に、例えば、13.56MHzのRFプラズマCVD法を適用することが好適である。

[0018] 複数のセルを直列接続する場合、光電変換層14にスリットS2を形成して短冊状にパターニングする。例えば、透明電極層12に形成したスリットS1の位置から50μm横の位置にYAGレーザを照射してスリットS2を形成し、光電変換層14を短冊状にパターニングする。YAGレーザは、例えば、エネルギー密度0.7J/cm²、パルス周波数3kHzのものをを用いることが好適である。なお、光電変換層14をa-Siユニットとμc-Siユニットのタンデム型とした場合には、a-Siユニット、中間層及びμc-Siに対してスリットS2を形成して短冊状にパターニングすればよい。

[0019] 光電変換層14上に、裏面電極層16を形成する。裏面電極層16は、透明導電性酸化物(TCO)と反射性金属とを順に積層した構造とすることが好適である。透明導電性酸化物(TCO)としては、酸化錫(SnO₂)、酸化亜鉛(ZnO)、インジウム錫酸化物(ITO)等の透明導電性酸化物(TCO)、又は、これらの透明導電性酸化物(TCO)に不純物をドーブしたものが用いられる。例えば、酸化亜鉛(ZnO)にアルミニウム(Al)を不純物としてドーブしたものでもよい。また、反射性金属としては、銀(Ag)、アルミニウム(Al)等の金属が使用できる。透明導電性酸化物(TCO)は、例えば、スパッタリング法又はCVD法等により形成することができる。裏面電極層16は、合わせて1μm程度の膜厚とすることが好適である。裏面電極層16の少なくとも一方には、光閉じ込め効果を高めるための凹凸を設けることが好適である。

[0020] 複数のセルを直列接続する場合、裏面電極層16及び光電変換層14にスリットS3を形成して短冊状にパターニングする。例えば、光電変換層14に形成したスリットS2の位置から50μm横の位置にYAGレーザを照射してスリットS3を形成し、裏面電極層16及び光電変換層14を短冊状にパターニングする。YAGレーザは、エネルギー密度0.7J/cm²、パル

ス周波数 4 kHz のものを用いることが好適である。

[0021] これにより、スリット S 2 に埋め込まれた裏面電極層 16 を介して 1 つの光電変換セルの裏面電極層 16 が隣り合う光電変換セルの透明電極層 12 に電氣的に接続され、隣り合う光電変換セル同士が直列に接続された構造となる。

[0022] 本実施の形態における光電変換装置 100 では、さらにコンタクト層 18 を形成する。コンタクト層 18 は、p 型ドーパントを含んだ p 型半導体層とする。コンタクト層 18 は、光電変換層 14 の側面、裏面電極層 16 の側面及び裏面電極層 16 の表面に形成される。

[0023] コンタクト層 18 は、例えば、シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、ジクロルシラン (SiH_2Cl_2) 等のシリコン含有ガス、メタン (CH_4) 等の炭素含有ガス、ジボラン (B_2H_6) 等の p 型ドーパント含有ガス及び水素 (H_2) 等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うプラズマ化学気相成長法 (CVD 法) により形成することができる。プラズマ CVD 法は、例えば、13.56 MHz の RF プラズマ CVD 法を適用することが好適である。

[0024] これにより、コンタクト層 18 となる p 型半導体により裏面電極層 16 の表面が覆われ、また p 型半導体がスリット S 3 に埋め込み形成される。次に、スリット S 3 に埋め込まれた p 型半導体にスリット S 4 を形成して短冊状にパターニングする。例えば、図 1 に示すように、スリット S 3 の中心付近に YAG レーザを照射してスリット S 3 よりも細いスリット S 4 を形成し、各光電変換セルの両側面にコンタクト層 18 が形成されるように p 型半導体層を短冊状にパターニングする。また、例えば、スリット S 3 のスリット S 2 側の光電変換セルの側面に位置を合わせて YAG レーザを照射して、図 2 に示すように、スリット S 2 側の光電変換セルの側面に形成された p 型半導体を除去してスリット S 4 を形成し、各光電変換セルのスリット S 2 側でない側面にコンタクト層 18 が形成されるように p 型半導体層を短冊状にパターニングしてもよい。YAG レーザは、エネルギー密度 0.7 J/cm^2 、パ

ルス周波数4 kHzのものをを用いることが好適である。

[0025] コンタクト層18の膜厚は、1 μ m以上10 μ m以下とすることが好適である。また、コンタクト層18は、光電変換セルが正常に動作している場合において、リーク電流値が光電変換セルの光電変換によって得られる電流値の1/100以下となるようにすることが好適である。例えば、コンタクト層18のドーピング濃度やスリットS4の幅、長さ又は数を調整することにより、コンタクト層18のリーク電流値を調整することができる。なお、コンタクト層18は、n型ドーパントを含んだn型半導体としてもよい。

[0026] コンタクト層18は、光電変換セルが正常に動作している状態において逆バイアスに電圧が印加されたバイパスとして機能する。したがって、何れかの光電変換セルが陰になって発電量が落ちた場合、その光電変換セルではコンタクト層18を介して電流が流れ、ホットスポットによる影響を回避することができる。これにより、光電変換装置100の損傷を防ぐことができ、外観不良や出力低下を低減することができる。

[0027] さらに、コンタクト層18によって裏面電極層16の表面及び光電変換層14と裏面電極16の側面が覆われるので裏面電極層16への外部からの水分の浸入を低減することができ、光電変換装置100の耐湿性を向上させることができる。

[0028] コンタクト層18の表面をバックシートで覆って充填材を用いて保護してもよい。充填材及びバックシートは、EVA、ポリイミド等の樹脂材料とすることができる。すなわち、充填材を塗布したコンタクト層18上をバックシートで覆い、150℃程度の温度に加熱しつつコンタクト層18へ向かってバックシートに圧力を加えることによって保護する。これによって、光電変換装置100の発電層への水分の侵入等をさらに防ぐことができる。

[0029] ＜第2の実施の形態＞

本実施の形態における光電変換装置200は、図3に示すように、基板10を光入射側として、光入射側から、透明電極層12、光電変換層14、裏面電極層16及びコンタクト領域20を含んで構成される。本実施の形態に

において基板 10 及び透明電極層 12 の形成方法は第 1 の実施の形態と同様であるので説明を省略する。

[0030] 透明電極層 12 上に、p 型層 14 a、i 型層 14 b のシリコン系薄膜を順に積層する。a-Si ユニットは、シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、ジクロルシラン (SiH_2Cl_2) 等のシリコン含有ガス、メタン (CH_4) 等の炭素含有ガス、ジボラン (B_2H_6) 等の p 型ドーパント含有ガス及び水素 (H_2) 等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うプラズマ化学気相成長法 (CVD 法) により形成することができる。プラズマ CVD 法は、例えば、13.56 MHz の RF プラズマ CVD 法を適用することが好適である。

[0031] 本実施の形態では、p 型層 14 a 及び i 型層 14 b にスリット S4 を形成して短冊状にパターニングする。例えば、透明電極層 12 に形成したスリット S1 に平行に YAG レーザを照射してスリット S4 を形成し、p 型層 14 a 及び i 型層 14 b を短冊状にパターニングする。YAG レーザは、例えば、エネルギー密度 0.7 J/cm^2 、パルス周波数 3 kHz のものを用いることが好適である。

[0032] スリット S4 を形成後、i 型層 14 b 上に n 型層 14 c を積層する。シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、ジクロルシラン (SiH_2Cl_2) 等のシリコン含有ガス、メタン (CH_4) 等の炭素含有ガス、フォスフィン (PH_3) 等の n 型ドーパント含有ガス及び水素 (H_2) 等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うプラズマ化学気相成長法 (CVD 法) により形成することができる。プラズマ CVD 法は、例えば、13.56 MHz の RF プラズマ CVD 法を適用することが好適である。

[0033] これにより、p 型層 14 a、i 型層 14 b 及び n 型層 14 c が積層された a-Si ユニットが形成される。さらに、i 型層 14 b を貫くようにスリット S4 に n 型層 14 c が埋め込まれたコンタクト領域 20 が形成される。コンタクト領域 20 は、光電変換セルが正常に動作している状態において逆バイアスに電圧が印加されたバイパスとして機能する。したがって、何れかの

光電変換セルが陰になって発電量が落ちた場合、その光電変換セルではコンタクト領域20を介して電流が流れ、ホットスポットによる影響を回避することができる。これにより、光電変換装置100の損傷を防ぐことができ、外観不良や出力低下を低減することができる。

[0034] なお、コンタクト領域20は、光電変換セルが正常に動作している場合において、リーク電流値が光電変換セルの光電変換によって得られる電流値の $1/100$ 以下となるようにすることが好適である。例えば、コンタクト領域20のドーピング濃度やスリットS4の幅、長さ又は数を調整することにより、コンタクト領域20のリーク電流値を調整することができる。

[0035] また、光電変換層14をa-Siユニットと μ c-Siユニットのタンデム型とする場合には、a-Siユニット上に中間層を形成し、さらに μ c-Siユニットのp型層及びi型層を形成した後にスリットS4を形成すればよい。すなわち、2つ以上の光電変換ユニットを積層した光電変換セルを形成する場合、積層される最上部の光電変換セルのn型層を成膜する前に透明電極層12に達するスリットS4を形成する。そして、スリットS4を形成後、最上部の光電変換セルを構成するn型層を形成すればよい。これにより、スリットS4に埋め込まれたn型層と最下部の光電変換セルのp型層とのpn接合を形成することができる。

[0036] 複数のセルを直列接続する場合、さらに光電変換層14にスリットS2を形成して短冊状にパターニングする。スリットS2は、例えば、透明電極層12に形成したスリットS1の位置から $50\mu\text{m}$ 横の位置であって、スリットS1を挟んでスリットS4とは反対側の位置にYAGレーザを照射して形成する。YAGレーザの照射条件は、第1の実施の形態と同様とすればよい。また、光電変換層14上に、裏面電極層16を形成する。裏面電極層16は、第1の実施の形態と同様に形成することができる。複数のセルを直列接続する場合、さらに裏面電極層16及び光電変換層14にスリットS3を形成して短冊状にパターニングする。スリットS3は、第1の実施の形態と同様に形成することができる。

[0037] なお、本実施の形態の変形例として、スリットS 4を形成してn型層1 4 cを埋め込み形成する代りに、n型層1 4 cを形成した後、イオン打ち込み法等を用いてスリットS 4に対応する領域にn型ドーパントをi型層1 4 bに添加することによって、i型層1 4 bを貫くようにn型層1 4 cからp型層1 4 aまで伸びるコンタクト領域2 0を形成してもよい。

[0038] この場合も、コンタクト領域2 0は、光電変換セルが正常に動作している場合において、リーク電流値が光電変換セルの光電変換によって得られる電流値の $1/100$ 以下となるようにすることが好適である。例えば、イオン打ち込み法等によって形成するコンタクト領域2 0のドーピング濃度や幅、長さ又は数を調整することにより、コンタクト領域2 0のリーク電流値を調整することができる。

[0039] <第3の実施の形態>

本実施の形態における光電変換装置3 0 0は、図4に示すように、基板1 0を光入射側として、光入射側から、透明電極層1 2、光電変換層1 4、裏面電極層1 6及びコンタクト領域2 2を含んで構成される。本実施の形態において基板1 0及び透明電極層1 2の形成方法は第1の実施の形態と同様であるので説明を省略する。

[0040] 透明電極層1 2上に、p型層1 4 a、i型層1 4 bのシリコン系薄膜を順に積層する。a-Siユニットは、シラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、ジクロルシラン(SiH_2Cl_2)等のシリコン含有ガス、メタン(CH_4)等の炭素含有ガス、ジボラン(B_2H_6)等のp型ドーパント含有ガス及び水素(H_2)等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うプラズマ化学気相成長法(CVD法)により形成することができる。プラズマCVD法は、例えば、13.56MHzのRFプラズマCVD法を適用することが好適である。

[0041] 本実施の形態では、p型層1 4 a及びi型層1 4 bを形成後、イオン打ち込み法等を用いてp型ドーパントをi型層1 4 bに添加することによって、i型層1 4 bを貫くようにコンタクト領域2 2を形成する。このとき、スリ

ットS 3に対して平行にコンタクト領域22が形成されるようにp型ドーパントを添加することが好適である。

[0042] コンタクト領域22を形成後、i型層14b上にn型層14cを積層する。シラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、ジクロルシラン(SiH_2Cl_2)等のシリコン含有ガス、メタン(CH_4)等の炭素含有ガス、フォスフィン(PH_3)等のn型ドーパント含有ガス及び水素(H_2)等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うプラズマ化学気相成長法(CVD法)により形成することができる。プラズマCVD法は、例えば、13.56MHzのRFプラズマCVD法を適用することが好適である。

[0043] これにより、p型層14a、i型層14b及びn型層14cが積層されたa-Siユニットが形成される。さらに、i型層14bを貫くように形成されたコンタクト領域22とn型層14cとによりpn接合が形成される。このpn接合は、光電変換セルが正常に動作している状態において逆バイアスに電圧が印加されたバイパスダイオードとして機能する。したがって、何れかの光電変換セルが陰になって発電量が落ちた場合、その光電変換セルではコンタクト領域22と光電変換層14に含まれるn型層14cとのpn接合を介して電流が流れ、ホットスポットによる影響を回避することができる。これにより、光電変換装置300の損傷を防ぐことができ、外観不良や出力低下を低減することができる。

[0044] なお、コンタクト領域22は、光電変換セルが正常に動作している場合において、リーク電流値が光電変換セルの光電変換によって得られる電流値の1/100以下となるようにすることが好適である。例えば、イオン打ち込み法等によって形成するコンタクト領域22のドーピング濃度や幅、長さ又は数を調整することにより、コンタクト領域22のリーク電流値を調整することができる。

[0045] また、光電変換層14をa-Siユニットと $\mu\text{c-Si}$ ユニットのタンデム型とする場合には、a-Siユニット上に中間層を形成し、さらに $\mu\text{c-Si}$ ユニットのp型層及びi型層を形成した後に透明電極層12に達するコ

ンタクト領域 2 2 を形成すればよい。すなわち、2 つ以上の光電変換ユニットを積層した光電変換セルを形成する場合、積層される最上部の光電変換セルの n 型層を成膜する前に、イオン打ち込み法等によって透明電極層 1 2 に達するように p 型ドーパントを添加してコンタクト領域 2 2 を形成する。そして、コンタクト領域 2 2 を形成後、最上部の光電変換セルを構成する n 型層を形成すればよい。これにより、コンタクト領域 2 2 と最上部の光電変換セルの n 型層との p n 接合を形成することができる。

[0046] 複数のセルを直列接続する場合、さらに光電変換層 1 4 にスリット S 2 を形成して短冊状にパターニングする。スリット S 2 は、例えば、透明電極層 1 2 に形成したスリット S 1 の位置から $50\ \mu\text{m}$ 横の位置であって、スリット S 1 を挟んでコンタクト領域 2 2 とは反対側の位置に Y A G レーザを照射して形成する。Y A G レーザの照射条件は、第 1 の実施の形態と同様とすればよい。また、光電変換層 1 4 上に、裏面電極層 1 6 を形成する。裏面電極層 1 6 は、第 1 の実施の形態と同様に形成することができる。複数のセルを直列接続する場合、さらに裏面電極層 1 6 及び光電変換層 1 4 にスリット S 3 を形成して短冊状にパターニングする。スリット S 3 は、第 1 の実施の形態と同様に形成することができる。

[0047] なお、本実施の形態の変形例として、p 型層 1 4 a, i 型層 1 4 b 及び n 型層 1 4 c を形成した後、図 5 に示すように、イオン打ち込み法等を用いて i 型層 1 4 b 及び n 型層 1 4 c に p 型ドーパントを添加してコンタクト領域 2 4 を形成してもよい。

[0048] この場合も、コンタクト領域 2 4 は、光電変換セルが正常に動作している場合において、リーク電流値が光電変換セルの光電変換によって得られる電流値の $1/100$ 以下となるようにすることが好適である。例えば、イオン打ち込み法等によって形成するコンタクト領域 2 4 のドーピング濃度や幅、長さ又は数を調整することにより、コンタクト領域 2 4 のリーク電流値を調整することができる。

[0049] なお、上記第 1 ～第 3 の実施の形態において p 型層、i 型層、n 型層の積

層順は逆にしてもよい。すなわち、基板 10 側から光を入射しない膜面入射型の光電変換装置においても、n 型半導体領域及び p 型半導体領域を入れ替えることによって上記第 1 ～ 第 3 の実施の形態の構成を適用することができる。

符号の説明

[0050] 10 基板、12 透明電極層、14 光電変換層、14a p 型層、14b i 型層、14c n 型層、16 裏面電極層、18 コンタクト層、20, 22, 24 コンタクト領域、100, 102, 200, 300, 302 光電変換装置。

請求の範囲

[請求項1]

基板と、
前記基板上に形成した透明電極層と、
p型層、i型層及びn型層を前記透明電極層上に積層した光電変換層と、
前記光電変換層上に形成した裏面電極層と、
を備える光電変換装置であって、
前記光電変換層の側面、前記裏面電極の側面、前記裏面電極の表面及び前記透明電極層上にp型コンタクト層が形成されていることを特徴とする光電変換装置。

[請求項2]

基板と、
前記基板上に形成した透明電極層と、
p型層、i型層及びn型層を前記透明電極層上に積層した光電変換層と、
前記光電変換層上に形成した裏面電極層と、
を備える光電変換装置であって、
前記i型層を貫くように前記n型層から前記p型層まで伸びるn型コンタクト領域が形成されていることを特徴とする光電変換装置。

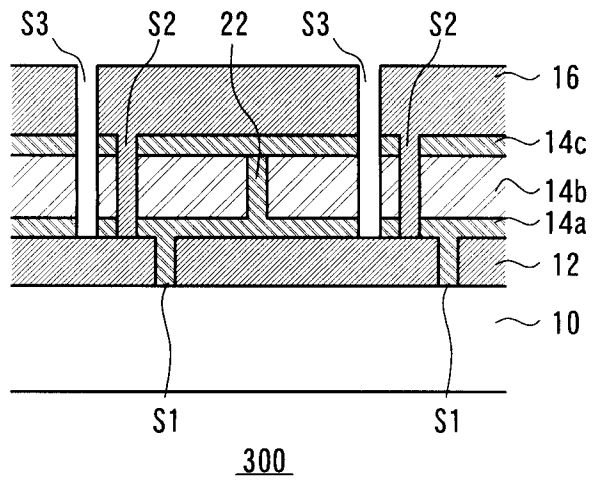
[請求項3]

請求項2に記載の光電変換装置であって、
前記n型コンタクト領域は、前記i型層に形成されたコンタクトホール内にn型半導体を埋込み形成したものであることを特徴とする光電変換装置。

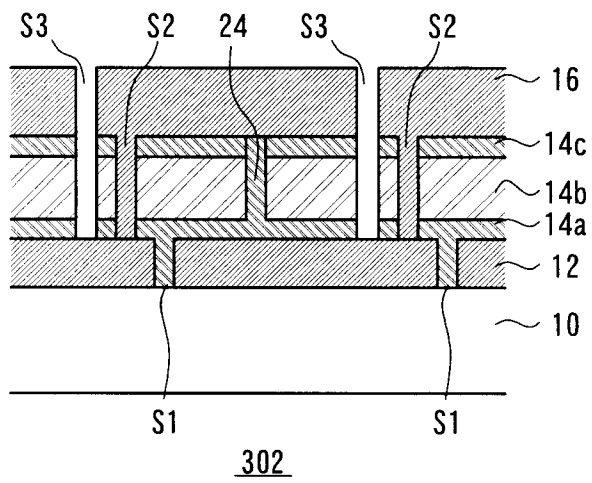
[請求項4]

請求項2に記載の光電変換装置であって、
前記n型コンタクト領域は、前記i型層にn型ドーパントを注入して形成されたものであることを特徴とする光電変換装置。

[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L31/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII), CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-071192 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0105] to [0110]; fig. 13A to 13B (Family: none)	1
Y	JP 2005-268719 A (Sharp Corp.), 29 September 2005 (29.09.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1
Y X	JP 09-148600 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 06 June 1997 (06.06.1997), claim 3; paragraphs [0037] to [0045]; fig. 3 (Family: none)	1 2-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 June, 2011 (24.06.11)

Date of mailing of the international search report

05 July, 2011 (05.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058385

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-094272 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 April 2009 (30.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	2-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058385

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058385

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The invention in claim 1 and the inventions in claims 2-4 have a common technical feature of "a photoelectric conversion device, which is provided with a substrate, a transparent electrode layer formed on the substrate, a photoelectric conversion layer having a p-type layer, an i-type layer, and an n-type layer laminated on the transparent electrode layer, and a rear electrode layer formed on the photoelectric conversion layer".

This technical feature, however, is well-known, needless to mention documents, and does not make a contribution over prior art. Therefore, this technical feature is not a special technical feature. Furthermore, there is no same or corresponding special technical feature among the inventions.

The claims include the two inventions (invention groups) stated below.

Invention group 1: The invention in claim 1

The inventions having a special technical feature of a photoelectric conversion device wherein "a p-type contact layer is formed on the side surface of the photoelectric conversion layer, the side surface of the rear electrode, the front surface of the rear electrode, and the transparent electrode layer".

Invention group 2: The inventions in claims 2-4

The inventions having a special technical feature of a photoelectric conversion device wherein "an n-type contact region that extends from the n-type layer to the p-type layer is formed such that the contact region penetrates the i-type layer".

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L31/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L31/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII), CiNii

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-071192 A (三菱重工業株式会社) 2009.04.02, 段落【0105】 - 【0110】, 【図13A】 - 【図13B】 (ファミリーなし)	1
Y	JP 2005-268719 A (シャープ株式会社) 2005.09.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1
Y X	JP 09-148600 A (三洋電機株式会社) 1997.06.06, 請求項3, 段落【0037】 - 【0045】, 【図3】 (ファミリーなし)	1 2 - 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

和田 将彦

2 K

3 3 1 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-094272 A (三菱重工業株式会社) 2009. 04. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2 - 4

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 に係る発明、請求項 2－4 に係る発明は、
「基板と、
前記基板上に形成した透明電極層と、
p 型層、i 型層及び n 型層を前記透明電極層上に積層した光電変換層と、
前記光電変換層上に形成した裏面電極層と、
を備える光電変換装置」

という共通の技術的特徴を有している。

しかしながら、当該技術的特徴は、文献を挙げるまでもなく周知であり、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

そして、請求の範囲には以下に示す 2 の発明（群）が含まれる。

（発明 1）請求項 1 に係る発明

前記光電変換装置において、「前記光電変換層の側面、前記裏面電極の側面、前記裏面電極の表面及び前記透明電極層上に p 型コンタクト層が形成されている」ことを、特別な技術的特徴とする。

（発明 2）請求項 2－4 に係る発明

前記光電変換装置において、「前記 i 型層を貫くように前記 n 型層から前記 p 型層まで伸びる n 型コンタクト領域が形成されている」ことを、特別な技術的特徴とする。