

(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 3 月 17 日(17.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/030598 A1

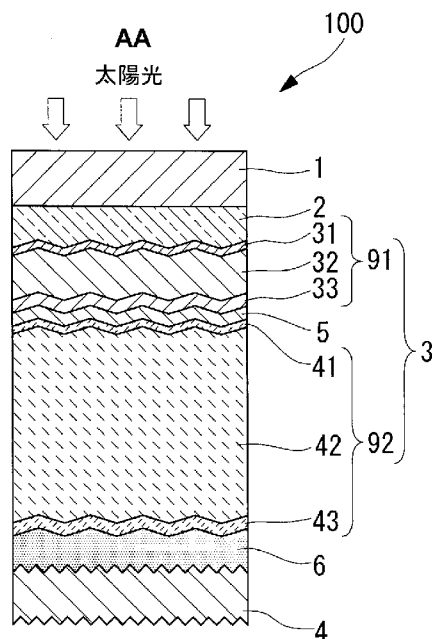
- (51) 国際特許分類:
H01L 31/075 (2006.01) C23C 14/08 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/060599
- (22) 国際出願日: 2010 年 6 月 23 日(23.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-209293 2009 年 9 月 10 日(10.09.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山口 賢剛 (YAMAGUCHI, Kengo) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式
- 会社内 Tokyo (JP). 山下 信樹(YAMASHITA, Nobuki) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-2-1 横浜ランドマークタワー 37F Kanagawa (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,

[続葉有]

(54) Title: PRODUCTION METHOD FOR PHOTOVOLTAIC DEVICE

(54) 発明の名称: 光電変換装置の製造方法

[図1]



AA SUNLIGHT

(57) Abstract: Disclosed is a method for producing a photovoltaic device having high quantum efficiency by suppressing light absorption at the short wavelength region of visible light. The production method for the photovoltaic device (100) involves a process for forming a substrate-side transparent electrode layer (2) upon a substrate (1), a process for forming a middle contact layer (5) in between two neighboring cell layers (91, 92), and a process for forming a reverse-side transparent electrode layer (6) upon a photovoltaic layer (3); wherein a transparent conductive film mainly comprising Ga-doped ZnO is formed as the substrate-side transparent electrode layer (2), the middle contact layer (5), and the reverse-side transparent electrode layer (6) by controlling N₂ gas pressure in a manner such that the ratio of the aforementioned N₂ gas pressure to inert gas pressure per unit film thickness of the transparent conductive film is no more than a prescribed value.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/030598 A1



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, 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))

可視光の短波長領域における光吸収を抑制することにより、高い光電変換効率を有する光電変換装置を製造する方法を提供する。基板 (1) 上に基板側透明電極層 (2) を形成する工程、隣接する 2 つの電池層 (91, 92) の間に中間コンタクト層 (5) を形成する工程、及び、光電変換層 (3) 上に裏面側透明電極層 (6) を形成する工程において、基板側透明電極層 (2)、中間コンタクト層 (5)、及び裏面側透明電極層 (6) として、Ga がドーピングされた ZnO を主とする透明導電膜を、透明導電膜の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対する N₂ ガス分圧の比が所定値以下となるように、前記 N₂ ガス分圧を制御して製膜する光電変換装置 (100) の製造方法。

明 細 書

発明の名称：光電変換装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は光電変換装置の製造方法に関し、特に発電層を製膜で作製する薄膜系太陽電池の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 太陽光のエネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池に用いられる光電変換装置としては、基板に形成された透明電極層上にp型シリコン系半導体（p層）、i型シリコン系半導体（i層）及びn型シリコン系半導体（n層）の薄膜をプラズマCVD法等で製膜して形成した光電変換層を備えた薄膜シリコン系光電変換装置が知られている。

薄膜シリコン系太陽電池の変換効率、すなわち、発電出力を増加させるために、吸収波長帯域が異なる発電セル層を2段重ねた光電変換層とすることによって、入射光を効率良く吸収させるタンデム型太陽電池が提案されている。タンデム型太陽電池では、光電変換層である第1の発電セル層と第2の発電セル層との間でのドーパント相互拡散の抑制、及び、光量配分の調整を目的として、中間コンタクト層が挿入される場合がある。

また、透明基板側から太陽光が入射するスーパーストレート型においては、太陽電池内で入射光を反射させて光路長を長くして光電変換層での光吸収量を増大させるために、光電変換層と裏面の金属電極との間に、透明電極層を介在させる場合がある。

[0003] 上述した基板側の透明電極層、中間コンタクト層、裏面側の透明電極層は、例えばGZO（GaがドーパされたZnO）膜などの導電性を有する透明酸化物薄膜とされる。

GZO製膜時の酸素雰囲気制御が、GZO膜の膜質制御に重要であることが知られている。太陽電池に適用されるGZO膜は透明性と高い導電性が要求されるが、両者は互いに反する傾向を示す。すなわち、GZO膜の導電

性はZnOの酸素欠損に起因することから、雰囲気中の酸素濃度が低いほど導電性が向上する。しかし、酸素欠損（キャリア）の増大に伴う赤外吸収の増大とともに、遊離した金属Znに起因する赤外から可視域の吸収の増大が発生する。また、スパッタ製膜時にターゲット表面に発生する不純物（ノジュール）や放電部からの金属不純物に起因して、GZO膜に吸収が生じる可能性がある。

[0004] ドーパントとしての窒素原子を5原子%以下の濃度で含有する酸化亜鉛膜を形成した太陽電池が、特許文献1に開示されている。電極と半導体層との界面に窒素原子を含有する酸化亜鉛膜を設けることにより、層間の密着性を向上させることができると記載されている。

非特許文献1には、ZnOターゲットを用いたスパッタリング製膜において、Ar及びN₂混合雰囲気によりZn_xN_yO_z薄膜が形成され、窒素の添加によりバンドギャップが縮小することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第2908617号公報（請求項1～2、段落[0023]～[0029]）

非特許文献

[0006] 非特許文献1：“Optical properties of zincoxynitride thin films”，Masanobu Futsuhara et al., Thin Solid Films, 317(1998), p322-325

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明者らの検討の結果、GZO膜の吸収が可視光の短波長領域のみで生じる場合があり、この原因は雰囲気中の窒素により発生したZn窒化物であることが判明した。雰囲気中の窒素は、リークにより製膜チャンバ内に流入した大気によるものと考えられた。従って、基板側透明電極層、中間コンタクト層及び裏面側透明電極層にGZO膜を適用する場合には、製膜雰囲気中

の N_2 ガス量を制御してGZO膜の吸収を低減する必要が生じた。

- [0008] 本発明は、基板側透明電極層、中間コンタクト層または裏面側透明電極層として、可視光の短波長領域における光吸収を抑制することにより、高い光電変換効率を有する光電変換装置を製造する方法を提供する。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記課題を解決するために、本発明の第1の態様は、基板上に基板側透明電極層を形成する工程、及び、光電変換層上に裏面側透明電極層を形成する工程の少なくとも一方の工程が、前記基板側透明電極層または前記裏面側透明電極層として、GaがドーピングされたZnOを主とする透明導電膜を、該透明導電膜の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対する N_2 ガス分圧の比が所定値以下となるように、前記 N_2 ガス分圧を制御して製膜する光電変換装置の製造方法である。
- [0010] 本発明の第2の態様は、基板上に基板側透明電極層を形成する工程、光電変換層を構成する複数の電池層のうち、隣接する2つの電池層の間に中間コンタクト層を形成する工程、及び、光電変換層上に裏面側透明電極層を形成する工程のうち少なくとも1つの工程が、前記基板側透明電極層、前記中間コンタクト層、及び前記裏面側透明電極層として、GaがドーピングされたZnOを主とする透明導電膜を、該透明導電膜の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対する N_2 ガス分圧の比が所定値以下となるように、前記 N_2 ガス分圧を制御して製膜する光電変換装置の製造方法である。
- [0011] 本発明者らの検討により、同じ膜厚では、GZO膜中のドーパント(Ga_2O_3)量が変化した場合でも、ほとんど同じ光吸収スペクトルが得られることが判明した。また、製膜中の不活性ガス量に対する N_2 ガス量の増加や膜厚の増加に伴い、波長450～600nmの領域における光吸収率が増加する。GZO膜での光吸収は、光電変換装置の短絡電流低下の原因となる。
- 従って、本発明では、基板側透明電極層、中間コンタクト層、または裏面側透明電極層としてGZO膜を製膜する場合に雰囲気ガス中に許容される N_2 ガス量として、GZO膜単位膜厚当たり不活性ガス分圧に対する N_2 ガス分圧

の比 (N_2 ガス分圧比) を規定する。こうすることで、Ga ドープ量に依らず、GZO 膜での光吸収損失を低減して、光電変換装置の短絡電流の低下を抑制することができる。その結果、高い変換効率を示す光電変換装置を製造することができる。なお、上述の通り、雰囲気中の N_2 ガス量と GZO 膜の波長 450 ~ 600 nm の領域における光吸収率とは相関関係にあるとの観点から、単位膜厚当たりの N_2 ガス分圧比は、GZO 膜の光吸収率から決定することが好ましい。

[0012] 上記発明において、前記基板側透明電極層を、該基板側透明電極層の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対する N_2 ガス分圧の比が 0.001 % / nm 以下となるように、前記 N_2 ガス分圧を制御して製膜することが好ましい。

[0013] 基板側透明電極層は、十分な導電性を確保するために、中間コンタクト層や裏面側透明電極層よりも厚く形成される。基板側から光が入射する場合、基板側透明電極層には可視光全波長域の光が入射することになる。基板側透明電極層としての GZO 膜が窒素による吸収が大きくなると、特に可視光短波長領域の光が大幅に減衰する。その結果、光電変換層で発生する短絡電流が低減する。

本発明では、基板側透明電極層として GZO 膜を製膜する場合、単位膜厚当たりの N_2 ガス分圧比を 0.001 % / nm 以下とする。これにより、基板側透明電極層の光損失を低減して、光電変換装置の短絡電流の低下を抑制できる。上記 N_2 ガス分圧比は、基板側透明電極層は厚膜であることを考慮し、中間コンタクト層や裏面側透明電極層の場合よりも低い値とする必要がある。

[0014] 上記発明において、前記中間コンタクト層または前記裏面側透明電極層を、該中間コンタクト層または裏面側透明電極層の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対する N_2 ガス分圧の比が 0.025 % / nm 以下となるように、前記 N_2 ガス分圧を制御して製膜することが好ましい。

[0015] 例えば、裏面側透明電極層として窒素を含有する GZO 膜が設けられ、光電変換層が非晶質シリコンとされる光電変換装置では、光電変換層で波長 4

00～550nmの光の大部分が吸収される。裏面側透明電極層に到達し入射した光が、裏面電極層で反射して裏面側透明電極層から出射する過程で、波長550～700nmの光が裏面側透明電極層での吸収により減衰される。

また、例えば中間コンタクト層に窒素を含有するGZO膜が設けられたタンデム型の光電変換装置において、基板側から光が入射した場合、裏面側の電池層では中間コンタクト層で減衰された光量分だけ、短絡電流が低下する。また、基板側の電池層では、中間コンタクト層を透過し裏面電極層で反射して再び中間コンタクト層から出射する過程で中間コンタクト層に吸収された光量分の短絡電流が減少する。

本発明では、中間コンタクト層、または、裏面側透明電極層としてGZO膜を製膜する場合、単位膜厚当たりのN₂ガス分圧比を0.025%/nm以下とする。これにより、GZO膜での光損失を低減して、光電変換装置の短絡電流の低下を抑制できる。

発明の効果

- [0016] 本発明によれば、GZO製膜時のN₂ガス量を低くなるように制御することができるため、窒素原子が膜中に取り込まれることによる可視光短波長領域での光吸収を抑制できる。その結果、高い変換効率を有する光電変換装置が製造される。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明の光電変換装置の製造方法により製造される光電変換装置の構成を表す概略図である。
- [図2]本発明の光電変換装置の製造方法を用いて太陽電池パネルを製造する一実施形態を説明する概略図である。
- [図3]本発明の光電変換装置の製造方法を用いて太陽電池パネルを製造する一実施形態を説明する概略図である。
- [図4]本発明の光電変換装置の製造方法を用いて太陽電池パネルを製造する一実施形態を説明する概略図である。

[図5] 本発明の光電変換装置の製造方法を用いて太陽電池パネルを製造する一実施形態を説明する概略図である。

[図6] Ga_2O_3 ドープ量が 5.7 wt % とされた GZO 膜の光吸収スペクトルを示す。

[図7] Ga_2O_3 ドープ量が 0.5 wt % とされた GZO 膜の光吸収スペクトルを示す。

[図8] Ga_2O_3 ドープ量が 5.7 wt % とされた GZO 膜の光吸収スペクトルを示す。

[図9] Ga_2O_3 ドープ量が 0.5 wt % とされた GZO 膜の光吸収スペクトルを示す。

[図10] 裏面側透明電極層として GZO 膜を形成したシングル型太陽電池セルの短絡電流と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図11] 裏面側透明電極層として GZO 膜を形成したシングル型太陽電池セルの開放電圧と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図12] 裏面側透明電極層として GZO 膜を形成したシングル型太陽電池セルの形状因子と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図13] 裏面側透明電極層として GZO 膜を形成したシングル型太陽電池セルの光電変換効率と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図14] 中間コンタクトとして GZO 膜を形成したタンデム型太陽電池セルの短絡電流と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図15] 中間コンタクトとして GZO 膜を形成したタンデム型太陽電池セルの開放電圧と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図16] 中間コンタクトとして GZO 膜を形成したタンデム型太陽電池セルの形状因子と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図17] 中間コンタクトとして GZO 膜を形成したタンデム型太陽電池セルの光電変換効率と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図18] 基板側透明電極層として GZO 膜を形成したシングル型太陽電池セルの短絡電流と N_2 ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図19]基板側透明電極層としてGZO膜を形成したシングル型太陽電池セルの開放電圧とN₂ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図20]基板側透明電極層としてGZO膜を形成したシングル型太陽電池セルの形状因子とN₂ガス添加量との関係を示すグラフである。

[図21]基板側透明電極層としてGZO膜を形成したシングル型太陽電池セルの光電変換効率とN₂ガス添加量との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 図1は、本発明の光電変換装置の構成を示す概略図である。光電変換装置100は、タンデム型シリコン系太陽電池であり、基板1、基板側透明電極層2、太陽電池光電変換層3としての第1電池層91（非晶質シリコン系）及び第2電池層92（結晶質シリコン系）、中間コンタクト層5、裏面側透明電極層6、及び裏面電極層4を備える。本実施形態において、基板側透明電極層2、中間コンタクト層5、及び、裏面側透明電極層6のうち少なくとも1つは、GaがドーピングされたZnO（GZO）膜とされる。

なお、上述のシリコン系とはシリコン（Si）やシリコンカーバイド（SiC）やシリコンゲルマニウム（SiGe）を含む総称である。また、結晶質シリコン系とは、非晶質シリコン系以外のシリコン系を意味するものであり、微結晶シリコンや多結晶シリコンも含まれる。

[0019] <第1実施形態>

第1実施形態に係る光電変換装置の製造方法を、太陽電池パネルを製造する工程を例に挙げて説明する。図2から図5は、本実施形態の太陽電池パネルの製造方法を示す概略図である。

[0020] (1) 図2(a)

基板1としてソーダフロートガラス基板（例えば面積が1m²以上、1.4m×1.1m×板厚：3.5mm～4.5mm）を使用する。基板端面は熱応力や衝撃などによる破損防止にコーナー面取りやR面取り加工されていることが望ましい。

[0021] (2) 図2(b)

基板側透明電極層 2 として、DC マグネトロンスパッタリング装置により、膜厚 400 nm 以上 1000 nm 以下の GZO 膜を形成する。製膜条件は、例えば、ターゲット：Ga ドープ ZnO 焼結体、導入ガス：Ar ガス及び O₂ ガス、製膜圧力：0.2 Pa、基板温度：120℃に設定する。基板側透明電極層として好適な導電性及び透明性を確保できれば、ターゲット中の Ga (Ga₂O₃) ドープ量は任意の値に設定できる。上記条件の製膜により、透明電極膜の表面には、適当な凹凸のあるテクスチャーが形成される。

[0022] ここで、GZO 製膜中の Ar ガス分圧に対する N₂ ガス分圧の比を N₂ ガス分圧比としたときに、単位膜厚当たりの N₂ ガス分圧比が 0.001 %/nm 以下となるように、基板側透明電極層 2 としての GZO 製膜時の N₂ ガス分圧比が制御される。単位膜厚当たりの N₂ ガス分圧比は、例えば、所定膜厚での GZO 膜の光吸収特性と N₂ ガス分圧比との関係を用い、可視光の短波長領域（例えば波長 450～600 nm）での光吸収率から取得することができる。

[0023] GZO 製膜中の単位膜厚当たりの N₂ ガス分圧比を上記範囲とする方法は、例えば、GZO 製膜前の排気における到達圧力と N₂ ガス分圧比との関係を予め取得しておき、所望の N₂ ガス分圧比が得られる到達圧力に達するまで、チャンバの真空排気を実行するように製膜装置を制御する。また、N₂ ガスの主要な混入源は大気からのリークであることから、He リークディテクタを用いてリーク源の特定を行い、Ar ガス流量に対して許容量以下のリークレートとすることにより、N₂ ガス分圧比を制御する。

GZO 製膜中の Ar ガス分圧及び N₂ ガス分圧を Q-mass などの質量分析計を用いて計測し、N₂ ガス分圧比が設定値を超えた場合に、製膜された基板側透明電極層は不良品として選別しても良い。

[0024] なお、中間コンタクト層 5 または裏面側透明電極層 6 として GZO 膜を形成する場合、基板側透明電極層 2 は GZO 膜でなくても良い。例えば、基板側透明電極層 2 として、酸化錫 (SnO₂) を主成分とする膜厚 500 nm 以上 800 nm 以下の透明導電膜を、熱 CVD 装置にて約 500℃で製膜する

。

基板側透明電極層 2 として、透明電極膜に加えて、基板 1 と透明電極膜との間にアルカリバリア膜（図示されず）を形成しても良い。アルカリバリア膜は、酸化シリコン膜（ SiO_2 ）を $50\text{ nm} \sim 150\text{ nm}$ 、熱 CVD 装置にて約 500°C で製膜処理する。

[0025] （3）図 2（c）

その後、基板 1 を X-Y テーブルに設置して、YAG レーザーの第 1 高調波（ 1064 nm ）を、図の矢印に示すように、透明電極膜の膜面側から照射する。加工速度に適切となるようにレーザーパワーを調整して、透明電極膜を発電セルの直列接続方向に対して垂直な方向へ、基板 1 とレーザー光を相対移動して、溝 10 を形成するように幅約 6 mm から 15 mm の所定幅の短冊状にレーザーエッチングする。

[0026] （4）図 2（d）

第 1 電池層 91 として、非晶質シリコン薄膜からなる p 層、i 層及び n 層を、プラズマ CVD 装置により製膜する。 SiH_4 ガス及び H_2 ガスを主原料にして、減圧雰囲気： 30 Pa 以上 1000 Pa 以下、基板温度：約 200°C にて、基板側透明電極層 2 上に太陽光の入射する側から非晶質シリコン p 層 31、非晶質シリコン i 層 32、非晶質シリコン n 層 33 の順で製膜する。非晶質シリコン p 層 31 は非晶質の B ドープシリコンを主とし、膜厚 10 nm 以上 30 nm 以下である。非晶質シリコン i 層 32 は、膜厚 200 nm 以上 350 nm 以下である。非晶質シリコン n 層 33 は、非晶質シリコンに微結晶シリコンを含有する P ドープシリコンを主とし、膜厚 30 nm 以上 50 nm 以下である。非晶質シリコン p 層 31 と非晶質シリコン i 層 32 の間には、界面特性の向上のためにバッファー層を設けても良い。

[0027] 第 1 電池層 91 と第 2 電池層 92 の間に、接触性を改善するとともに電流整合性を取るために半反射膜となる中間コンタクト層 5 を設ける。中間コンタクト層 5 として、DC マグネトロンスパッタリング装置により、膜厚： 20 nm 以上 100 nm 以下の GZO 膜を形成する。中間コンタクト層として

好適な導電性及び透明性を確保できれば、ターゲット中のGaドーパ量は任意の値に設定できる。製膜条件は、基板側透明電極層としてGZO膜を設ける場合と同様とされる。

[0028] 中間コンタクト層の場合、製膜中の単位膜厚当たりの N_2 ガス分圧比は、0.025%/nm以下となるように制御される。GZO製膜中の単位膜厚当たりの N_2 ガス分圧比を上記範囲とする方法は、上述の基板側透明電極層2と同様の方法を採用できる。

中間コンタクト層製膜中のArガス分圧及び N_2 ガス分圧を質量分析計を用いて計測し、 N_2 ガス分圧比が設定値を超えた場合に、製膜された中間コンタクト層は不良品として選別しても良い。

[0029] なお、基板側透明電極層2または裏面側透明電極層6としてGZO膜を形成する場合、中間コンタクト層5は、Fドーパされた SnO_2 、ITOなどの他の透明導電性酸化物とされても良い。また、中間コンタクト層5を設けない場合もある。

[0030] 次に、第1電池層91の上に、プラズマCVD装置により、減圧雰囲気：3000Pa以下、基板温度：約200℃、プラズマ発生周波数：40MHz以上100MHz以下にて、第2電池層92としての結晶質シリコンp層41、結晶質シリコンi層42、及び、結晶質シリコンn層43を順次製膜する。結晶質シリコンp層41はBドーパした微結晶シリコンを主とし、膜厚10nm以上50nm以下である。結晶質シリコンi層42は微結晶シリコンを主とし、膜厚は1.2μm以上3.0μm以下である。結晶質シリコンn層43はPドーパした微結晶シリコンを主とし、膜厚20nm以上50nm以下である。

[0031] 微結晶シリコンを主とするi層膜をプラズマCVD法で形成するにあたり、プラズマ放電電極と基板1の表面との距離dは、3mm以上10mm以下にすることが好ましい。3mmより小さい場合、大型基板に対応する製膜室内の各構成機器精度から距離dを一定に保つことが難しくなるとともに、近過ぎて放電が不安定になる恐れがある。10mmより大きい場合、十分な製

膜速度（ 1 nm/s 以上）を得難くなるとともに、プラズマの均一性が低下しイオン衝撃により膜質が低下する。

[0032] （５）図２（e）

基板１をX-Yテーブルに設置して、レーザーダイオード励起YAGレーザーの第２高調波（ 532 nm ）を、図の矢印に示すように、光電変換層３の膜面側から照射する。パルス発振： 10 kHz から 20 kHz として、加工速度に適切となるようにレーザーパワーを調整して、基板側透明電極層２のレーザーエッチングラインの約 $100\text{ }\mu\text{m}$ から $150\text{ }\mu\text{m}$ の横側を、溝１１を形成するようにレーザーエッチングする。またこのレーザーは基板１側から照射しても良く、この場合は光電変換層３の非晶質シリコン系の第１電池層で吸収されたエネルギーで発生する高い蒸気圧を利用して光電変換層３をエッチングできるので、更に安定したレーザーエッチング加工を行うことが可能となる。レーザーエッチングラインの位置は前工程でのエッチングラインと交差しないように位置決め公差を考慮して選定する。

[0033] （６）図３（a）

結晶質シリコン n 層４３と裏面電極層４との接触抵抗低減と光反射向上を目的として、光電変換層３と裏面電極層４との間に裏面側透明電極層６が設けられる。裏面側透明電極層６として、DCマグネトロンスパッタリング装置により、膜厚： 50 nm 以上 100 nm 以下のGZO膜を形成する。この場合も、裏面側透明電極層として好適な導電性及び透明性を確保できれば、ターゲット中のGaドーパ量は任意の値に設定できる。製膜条件は、基板側透明電極層としてGZO膜を設ける場合と同様とされる。

[0034] 中間コンタクト層５と同様に、単位膜厚当たりの N_2 ガス分圧比が $0.025\%/nm$ 以下となるように、裏面側透明電極層６としてのGZO製膜時における N_2 ガス分圧比が制御される。GZO製膜中の単位膜厚当たりの N_2 ガス分圧比を上記範囲とする方法は、上述の基板側透明電極層２と同様の方法を採用できる。また、GZO製膜中のArガス分圧及び N_2 ガス分圧を質量分析計を用いて計測し、 N_2 ガス分圧比が設定値を超えた場合に、製膜された裏

面側透明電極層は不良品として選別しても良い。

[0035] 基板側透明電極層 2 または中間コンタクト層 5 として G Z O 膜を形成する場合、裏面側透明電極層 6 は、他の透明導電性酸化物とされても良い。また、基板側透明電極層 6 を設けない場合もある。

[0036] 裏面電極層 4 として A g 膜 / T i 膜を、スパッタリング装置により、減圧雰囲気、製膜温度：150℃から200℃にて製膜する。本実施形態では、A g 膜：150nm以上500nm以下、これを保護するものとして防食効果の高い T i 膜：10nm以上20nm以下を、この順に積層する。あるいは、裏面電極層 4 を、25nmから100nmの膜厚を有する A g 膜と、15nmから500nmの膜厚を有する A l 膜との積層構造としても良い。

[0037] (7) 図 3 (b)

基板 1 を X-Y テーブルに設置して、レーザーダイオード励起 Y A G レーザーの第 2 高調波 (532nm) を、図の矢印に示すように、基板 1 側から照射する。レーザー光が光電変換層 3 で吸収され、このとき発生する高いガス蒸気圧を利用して裏面電極層 4 が爆裂して除去される。パルス発振：1kHz以上10kHz以下として加工速度に適切となるようにレーザーパワーを調整して、基板側透明電極層 2 のレーザーエッチングラインの250μmから400μmの横側を、溝 12 を形成するようにレーザーエッチングする。

[0038] (8) 図 3 (c) と図 4 (a)

発電領域を区分して、基板端周辺の膜端部をレーザーエッチングし、直列接続部分で短絡し易い影響を除去する。基板 1 を X-Y テーブルに設置して、レーザーダイオード励起 Y A G レーザーの第 2 高調波 (532nm) を、基板 1 側から照射する。レーザー光が基板側透明電極層 2 と光電変換層 3 で吸収され、このとき発生する高いガス蒸気圧を利用して裏面電極層 4 が爆裂して、裏面電極層 4 / 光電変換層 3 / 基板側透明電極層 2 が除去される。パルス発振：1kHz以上10kHz以下として加工速度に適切となるようにレーザーパワーを調整して、基板 1 の端部から5mmから20mmの位置を

、図 3（c）に示すように、X 方向絶縁溝 15 を形成するようにレーザーエッチングする。なお、図 3（c）では、光電変換層 3 が直列に接続された方向に切断した X 方向断面図となっているため、本来であれば絶縁溝 15 位置には裏面電極層 4 / 光電変換層 3 / 基板側透明電極層 2 の膜研磨除去をした周囲膜除去領域 14 がある状態（図 4（a）参照）が表れるべきであるが、基板 1 の端部への加工の説明の便宜上、この位置に Y 方向断面を表して形成された絶縁溝を X 方向絶縁溝 15 として説明する。このとき、Y 方向絶縁溝は後工程で基板 1 周囲膜除去領域の膜面研磨除去処理を行うので、設ける必要がない。

[0039] 絶縁溝 15 は基板 1 の端より 5 mm から 15 mm の位置にてエッチングを終了させることにより、太陽電池パネル端部からの太陽電池モジュール 7 内部への外部湿分浸入の抑制に、有効な効果を呈するので好ましい。

[0040] 尚、以上までの工程におけるレーザー光は YAG レーザーとしているが、YVO4 レーザーやファイバーレーザーなどが同様に使用できるものがある。

[0041] （9）図 4（a：太陽電池膜面側から見た図、b：受光面の基板側から見た図）

後工程の EVA 等を介したバックシート 24 との健全な接着・シール面を確保するために、基板 1 周辺（周囲膜除去領域 14）の積層膜は、段差があると同時に剥離し易いため、この膜を除去して周囲膜除去領域 14 を形成する。基板 1 の端から 5 ～ 20 mm で基板 1 の全周囲にわたり膜を除去するにあたり、X 方向は前述の図 3（c）工程で設けた絶縁溝 15 よりも基板端側において、Y 方向は基板端側部付近の溝 10 よりも基板端側において、裏面電極層 4 / 光電変換層 3 / 基板側透明電極層 2 を、砥石研磨やブラスト研磨などを用いて除去を行う。

研磨屑や砥粒は基板 1 を洗浄処理して除去した。

[0042] （10）図 5（a）（b）

端子箱 23 の取付け部分はバックシート 24 に開口貫通窓を設けて集電

板を取出す。この開口貫通窓部分には絶縁材を複数層で設置して外部からの湿分などの浸入を抑制する。

直列に並んだ一方端の太陽電池発電セルと、他方端部の太陽電池発電セルとから銅箔を用いて集電して太陽電池パネル裏側の端子箱 23 の部分から電力が取出せるように処理する。銅箔は各部との短絡を防止するために銅箔幅より広い絶縁シートを配置する。

集電用銅箔などが所定位置に配置された後に、太陽電池モジュール 7 の全体を覆い、基板 1 からはみ出さないように EVA（エチレン酢酸ビニル共重合体）等による接着充填材シートを配置する。

EVA の上に、防水効果の高いバックシート 24 を設置する。バックシート 24 は本実施形態では防水防湿効果が高いように PET シート／Al 箔／PET シートの 3 層構造よりなる。

バックシート 24 までを所定位置に配置したものを、ラミネータにより減圧雰囲気中で内部の脱気を行い約 150～160℃でプレスしながら、EVA を架橋させて密着させる。

[0043] (11) 図 5 (a)

太陽電池モジュール 7 の裏側に端子箱 23 を接着剤で取付ける。

(12) 図 5 (b)

銅箔と端子箱 23 の出力ケーブルとをハンダ等で接続し、端子箱 23 の内部を封止剤（ポッティング剤）で充填して密閉する。これで太陽電池パネル 50 が完成する。

(13) 図 5 (c)

図 5 (b) までの工程で形成された太陽電池パネル 50 について発電検査ならびに、所定の性能試験を行う。発電検査は、AM1.5、全天日射基準太陽光（1000W/m²）のソーラシミュレータを用いて行う。

(14) 図 5 (d)

発電検査（図 5 (c)）に前後して、外観検査をはじめ所定の性能検査を行う。

[0044] 上記実施の形態では太陽電池として、タンデム型太陽電池について説明したが、本発明は、この例に限定されるものではない。例えば、非晶質シリコン太陽電池、微結晶シリコンをはじめとする結晶質シリコン太陽電池、シリコンゲルマニウム太陽電池、トリプル型太陽電池などの他の種類の薄膜太陽電池にも同様に適用可能である。

[0045] <ドーパント組成によるGZO膜の光吸収率>

5. 7 wt % Ga_2O_3 -ZnOターゲットまたは0. 5 wt % Ga_2O_3 -ZnOターゲットを用い、DCマグネトロンスパッタリング装置によりガラス基板上にGZO膜を製膜した。製膜条件は、製膜前の到達圧力： 1×10^{-4} Pa以下、製膜ガス：Arガス、 O_2 ガス（0. 15 sccm）、 N_2 ガス、Arガス量に対する N_2 ガス添加量（ N_2 ガス分圧比）：0～4%、製膜圧力：0. 2 Pa、基板温度：120℃、ターゲットー基板間距離：90mm、目標膜厚：80nmとした。なお、 N_2 ガス分圧比は、Arガス流量及び N_2 ガス流量から求めた値とした。

[0046] 波長300～1200nmでの各GZO膜の透過率及び反射率を測定し、光吸収率を100-透過率-反射率（%）として算出した。図6及び図7に、 Ga_2O_3 ドーパ量がそれぞれ5. 7 wt %、0. 5 wt %であるGZO膜の光吸収スペクトルを示す。同図において、横軸は波長、縦軸は光吸収率である。

図6及び図7の光吸収スペクトルを、光子エネルギー及び吸収係数で表したものを図8及び図9に示す。同図において、横軸は光子エネルギー、縦軸は吸収係数である。

波長400nm以下の領域では、 Ga_2O_3 含有量の増加によるGZO吸収端が短波長側にシフトする。波長450nm（2. 76 eV）～600nm（2. 07 eV）では、 N_2 分圧比が高くなるのにも伴い、 Ga_2O_3 添加量が10倍異なるにも拘らずほぼ同等の光吸収率及び吸収係数が得られた。これは、450～600nmの波長域の吸収は、GZO膜に窒素が取り込まれたために生じることを示している。

[0047] <GZO製膜時のN₂分圧比と太陽電池性能との関係>

(裏面側透明電極層)

裏面側透明電極層としてのGZO膜製膜時のN₂分圧比を変えたシングル型非晶質シリコン太陽電池セルの電池性能を評価した。

大きさが1.4m×1.1mのガラス基板を用いて、以下の層構成を有するシングル型非晶質シリコン太陽電池セルを作製した。裏面側透明電極層としてのGZO膜の製膜では、Arガスに対するN₂ガス添加量(N₂ガス分圧比)を0%、1%、2%、4%、8%とした。その他の製膜条件は、上述のGZO膜の光吸収係数を確認した試験と同一とした。

基板側透明電極層：SnO₂膜、平均膜厚400nm

非晶質シリコンp層：膜厚100nm

非晶質シリコンi層：膜厚200nm

結晶質シリコンn層：膜厚30nm

裏面側透明電極層：GZO膜(Ga₂O₃0.5wt%)、膜厚80nm

裏面電極層：Ag膜、膜厚250nm

[0048] 図10乃至図13に、裏面側透明電極層としてGZO膜を形成したシングル型太陽電池セルの電池特性と、GZO製膜時のN₂ガス添加量との関係を示す。同図において、横軸はN₂ガス添加量である。縦軸は、図10では短絡電流、図11では開放電圧、図12では形状因子、図13では光電変換効率であり、それぞれN₂ガス添加量0%のときの値を1として規格化した。

GZO膜製膜時のN₂ガス添加量が増加するに従い、短絡電流及び光電変換効率は減少した。一方、開放電圧及び形状因子はN₂ガス添加量に依存しなかった。GZO膜への窒素混入による太陽電池セル光電変換効率の低下は、5%まで許容できる。従って、裏面側透明電極層としてGZO膜を製膜した場合、N₂ガス添加量は2%以下に管理する必要がある。

図6及び図7を参照すると、GZO膜厚80nm及びN₂ガス添加量2%以下の場合、波長450～600nmの領域ではドーパント量に依らず光吸収

率20%以下が確実に達成できる。このようなGZO膜の光吸収率とN₂ガス添加量との関係を用いれば、GZO膜の光吸収率から好適なN₂ガス添加量（N₂ガス分圧比）を取得することができる。

[0049] ここで、窒素を含有するGZO膜での光学的損失Aは式（1）で表される。

$$A = I_0 \times \{1 - \exp(-\alpha d)\} \quad \cdots (1)$$

（I₀：入射光強度、α：吸収係数、d：GZO膜厚）

αd ≤ 0.2、すなわち、光吸収率20%以下では、1 - exp(-αd) ≃ αdとなるため、光学的損失Aは式（2）で表される。

$$A \div I_0 \times \alpha d \quad \cdots (2)$$

光学的損失分の短絡電流が減少することから、短絡電流の減少量はGZOの膜厚に比例する。従って、裏面側透明電極層としてGZO膜を製膜する場合、単位膜厚当たりのN₂ガス分圧比は、2%/80nm = 0.025%/nm以下とする。

なお、裏面側透明電極層の膜厚が50nmから100nmで同様の実験を行ったところ、N₂ガス分圧比0.025%/nm以下で、短絡電流及び光電変換効率の低下を抑制することが確認できた。

[0050] （中間コンタクト層）

中間コンタクト層としてのGZO膜製膜時のN₂分圧比を変えたタンデム型シリコン太陽電池セルの電池性能を評価した。

大きさが1.4m × 1.1mのガラス基板を用いて、タンデム型シリコン太陽電池セルの層構成を以下に示す。中間コンタクト層としてのGZO膜の製膜では、Arガスに対するN₂ガス添加量（N₂ガス分圧比）を0%、1%、2%、4%、8%とした。その他のGZO製膜条件は、上述のGZO膜の光吸収係数を確認した試験と同一とした。

基板側透明電極層：SnO₂膜、平均膜厚400nm

非晶質シリコンp層：膜厚10nm

非晶質シリコンi層：膜厚200nm

結晶質シリコン n 層：膜厚30nm

中間コンタクト層：GZO膜（Ga₂O₃0.5wt%）、膜厚80nm

結晶質シリコン p 層：膜厚20nm

結晶質シリコン i 層：膜厚2000nm

結晶質シリコン n 層：膜厚30nm

裏面側透明電極層：GZO膜（Ga₂O₃0.5wt%、N₂ガス添加量0%）、膜厚80nm

裏面電極層：Ag、膜厚250nm

[0051] 図14乃至図17に、基板側透明電極層としてGZO膜を形成したタンデム型太陽電池セルの電池特性と、GZO製膜時のN₂ガス添加量との関係を示す。同図において、横軸はN₂ガス添加量である。縦軸は、図14では短絡電流、図15では開放電圧、図16では形状因子、図17では光電変換効率であり、それぞれN₂ガス添加量0%のときの値を1として規格化した。

GZO膜製膜時のN₂ガス添加量が増加するに従い、短絡電流及び光電変換効率は減少した。一方、開放電圧及び形状因子はN₂ガス添加量に依存しなかった。GZO膜への窒素混入による太陽電池セル光電変換効率の低下は、5%まで許容できる。従って、中間コンタクト層としてGZO膜を製膜した場合、N₂ガス添加量は2%以下に管理する必要がある。

上述のように、短絡電流は窒素を含有するGZOの膜厚に比例することから、中間コンタクト層としてGZO膜を製膜する場合、単位膜厚当たりのN₂ガス分圧比は、0.025%/nm以下とする。

なお、中間コンタクト層の膜厚が20nmから100nmにおいても、N₂ガス分圧比0.025%/nm以下で、短絡電流及び光電変換効率の低下を抑制することが確認できた。

[0052] （基板側透明電極層）

基板側透明電極層としてのGZO膜製膜時のN₂分圧比を変えたシングル型結晶質シリコン太陽電池セルの電池性能を評価した。

大きさが1.4 m × 1.1 mのガラス基板を用いて、以下の層構成を有するシングル型結晶質シリコン太陽電池セルを作製した。

基板側透明電極層：GZO膜（Ga₂O₃ 0.5 wt %）、平均膜厚400 nm

結晶質シリコンp層：膜厚20 nm

結晶質シリコンi層：膜厚2000 nm

結晶質シリコンn層：膜厚30 nm

裏面側透明電極層：GZO膜（Ga₂O₃ 0.5 wt %、N₂ガス添加量0 %）、膜厚80 nm

裏面電極層：Ag膜、膜厚250 nm

基板側透明電極層としてのGZO膜の製膜では、Arガスに対するN₂ガス添加量（N₂ガス分圧比）を0 %、0.4 %、1 %、2 %、4 %、8 %とした。その他のGZO製膜条件は、上述のGZO膜の光吸収係数を確認した試験と同一とした。

[0053] 図18乃至図21に、基板側透明電極層としてGZO膜を形成したシングル型太陽電池セルの電池特性と、GZO製膜時のN₂ガス添加量との関係を示す。同図において、横軸はN₂ガス添加量である。縦軸は、図18では短絡電流、図19では開放電圧、図20では形状因子、図21では光電変換効率であり、それぞれN₂ガス添加量0 %のときの値を1として規格化した。

GZO膜製膜時のN₂ガス添加量が増加するに従い、短絡電流及び光電変換効率は減少した。一方、開放電圧及び形状因子はN₂ガス添加量に依存しなかった。GZO膜への窒素混入による太陽電池セル光電変換効率の低下は、5 %まで許容できる。そのため、基板側透明電極層としてGZO膜を製膜した場合、N₂ガス添加量は0.4 %以下に管理する必要がある。すなわち、基板側透明電極層としてGZO膜を製膜する場合、単位膜厚当たりのN₂ガス分圧比は、0.4 % / 400 nm = 0.001 % / nm以下とする。基板側透明電極層は光電変換層に対して光入射側にあり厚膜とされるため、基板側透明電極層の場合は、中間コンタクト層や裏面側透明電極層の場合よりもGZO

膜の光吸収率を小さくすることが必要である。太陽電池中でGZO膜が配置される位置に応じて、要求されるGZO膜の光吸収率を適宜設定し、N₂分圧比を決定すると良い。

なお、基板側透明電極層の膜厚が400nmから1000nmにおいても、N₂ガス分圧比0.001%/nm以下で、短絡電流及び光電変換効率の低下を抑制することが確認できた。

符号の説明

- [0054]
- 1 基板
 - 2 基板側透明電極層
 - 3 光電変換層
 - 4 裏面電極層
 - 5 中間コンタクト層
 - 6 裏面側透明電極層
 - 7 太陽電池モジュール
 - 31 非晶質シリコンp層
 - 32 非晶質シリコンi層
 - 33 非晶質シリコンn層
 - 41 結晶質シリコンp層
 - 42 結晶質シリコンi層
 - 43 結晶質シリコンn層
 - 91 第1電池層
 - 92 第2電池層
 - 100 光電変換装置

請求の範囲

- [請求項1] 基板上に基板側透明電極層を形成する工程、及び、光電変換層上に裏面側透明電極層を形成する工程の少なくとも一方の工程が、
- 前記基板側透明電極層または前記裏面側透明電極層として、GaがドーピングされたZnOを主とする透明導電膜を、該透明導電膜の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対するN₂ガス分圧の比が所定値以下となるように、前記N₂ガス分圧を制御して製膜する光電変換装置の製造方法。
- [請求項2] 基板上に基板側透明電極層を形成する工程、光電変換層を構成する複数の電池層のうち、隣接する2つの電池層の間に中間コンタクト層を形成する工程、及び、光電変換層上に裏面側透明電極層を形成する工程のうち少なくとも1つの工程が、
- 前記基板側透明電極層、前記中間コンタクト層、及び前記裏面側透明電極層として、GaがドーピングされたZnOを主とする透明導電膜を、該透明導電膜の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対するN₂ガス分圧の比が所定値以下となるように、前記N₂ガス分圧を制御して製膜する光電変換装置の製造方法。
- [請求項3] 前記中間コンタクト層を、該中間コンタクト層の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対するN₂ガス分圧の比が0.025%/nm以下となるように、前記N₂ガス分圧を制御して製膜する請求項2に記載の光電変換装置の製造方法。
- [請求項4] 前記基板側透明電極層を、該基板側透明電極層の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対するN₂ガス分圧の比が0.001%/nm以下となるように、前記N₂ガス分圧を制御して製膜する請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の光電変換装置の製造方法。
- [請求項5] 前記裏面側透明電極層を、該中間コンタクト層または裏面側透明電極層の単位膜厚当たりの不活性ガス分圧に対するN₂ガス分圧の比が0.025%/nm以下となるように、前記N₂ガス分圧を制御して

製膜する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置の製造方法。

[図1]

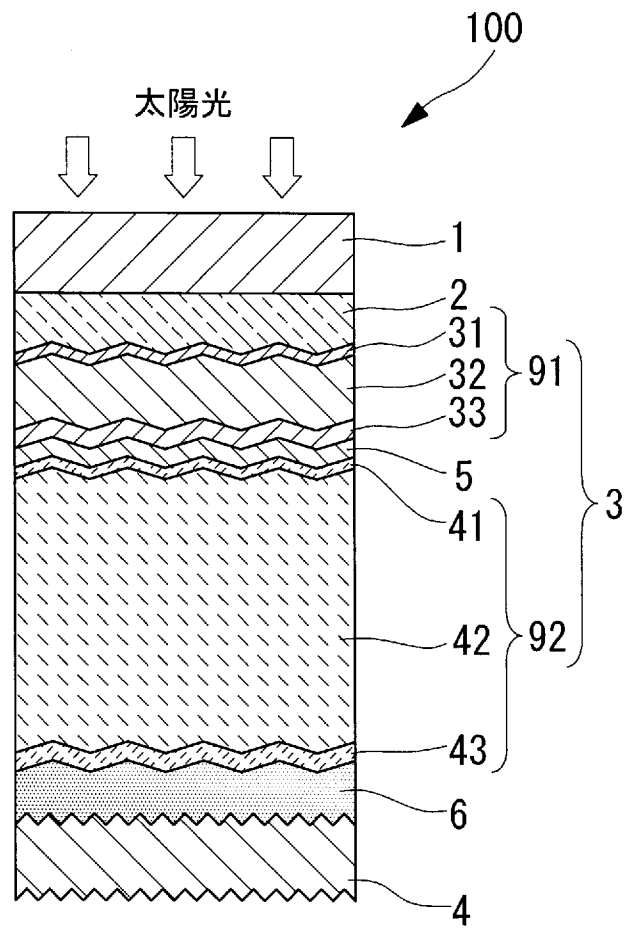
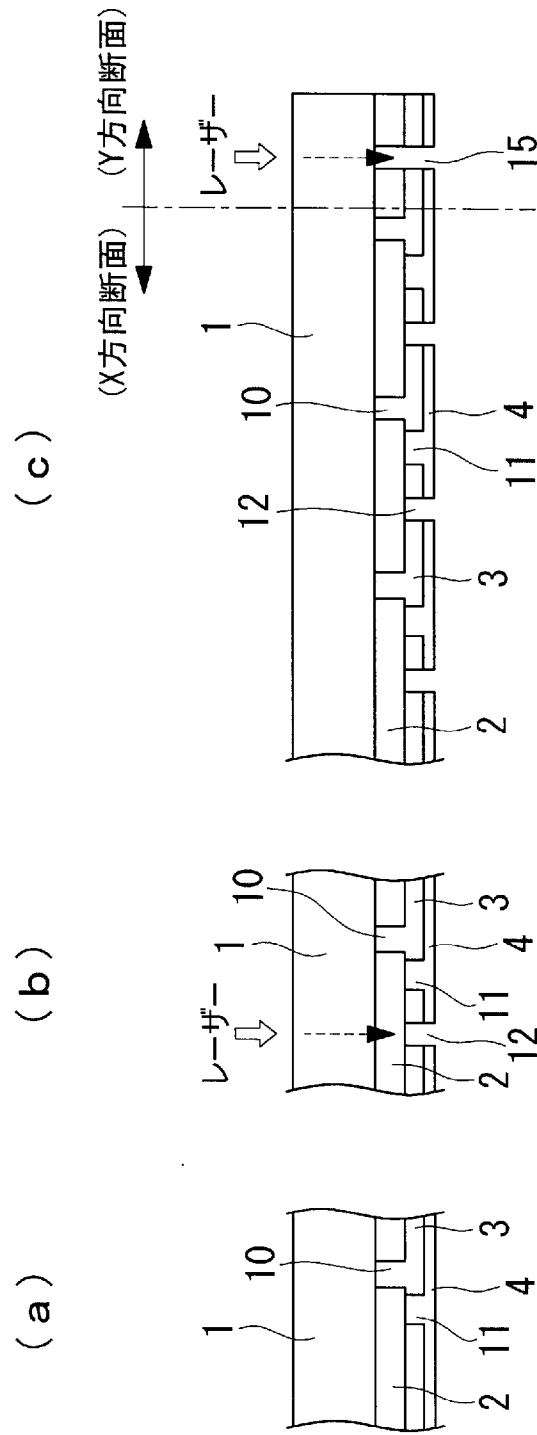


Figure 1 consists of five cross-sectional views of a semiconductor device, labeled (a) through (e), showing the sequential steps of its fabrication:

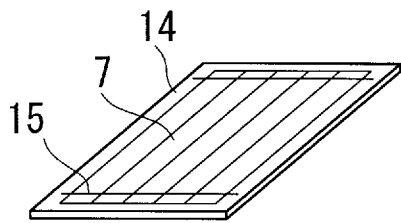
- (a)** A substrate (1) with a thin layer (2) on its top surface.
- (b)** The thin layer (2) is patterned into a central rectangular region.
- (c)** A layer (10) is deposited over the entire surface, including the central region where layer (2) was. An arrow labeled Δt indicates the thickness of layer (10).
- (d)** The layer (10) is patterned into a central rectangular region, matching the shape of the remaining layer (2).
- (e)** A final layer (3) is deposited over the entire surface. An arrow labeled Δt indicates the thickness of layer (3).

[図3]

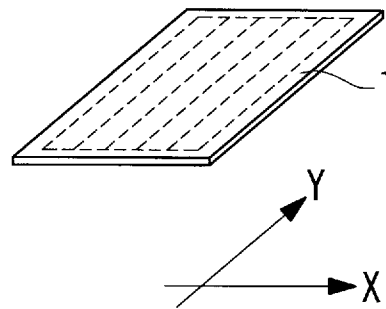


[図4]

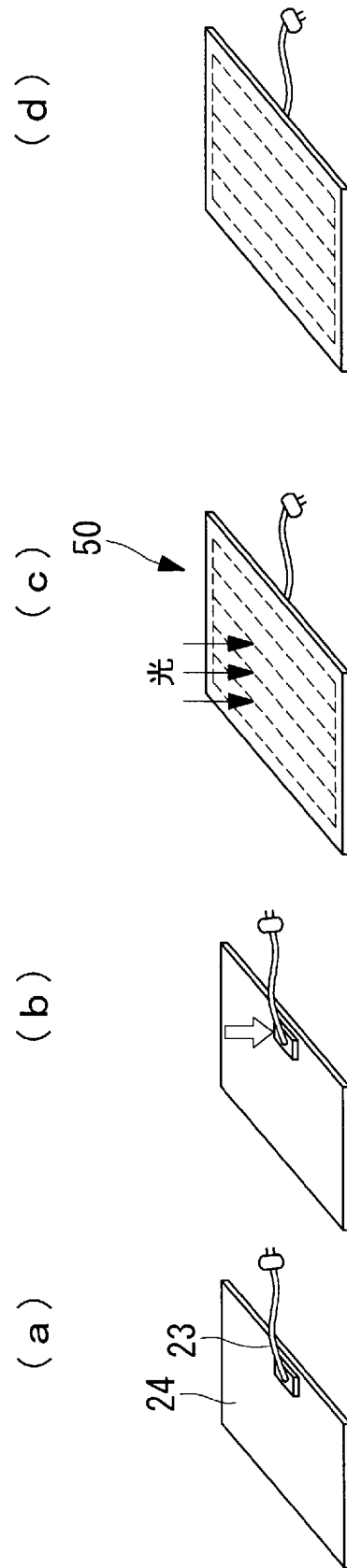
(a)



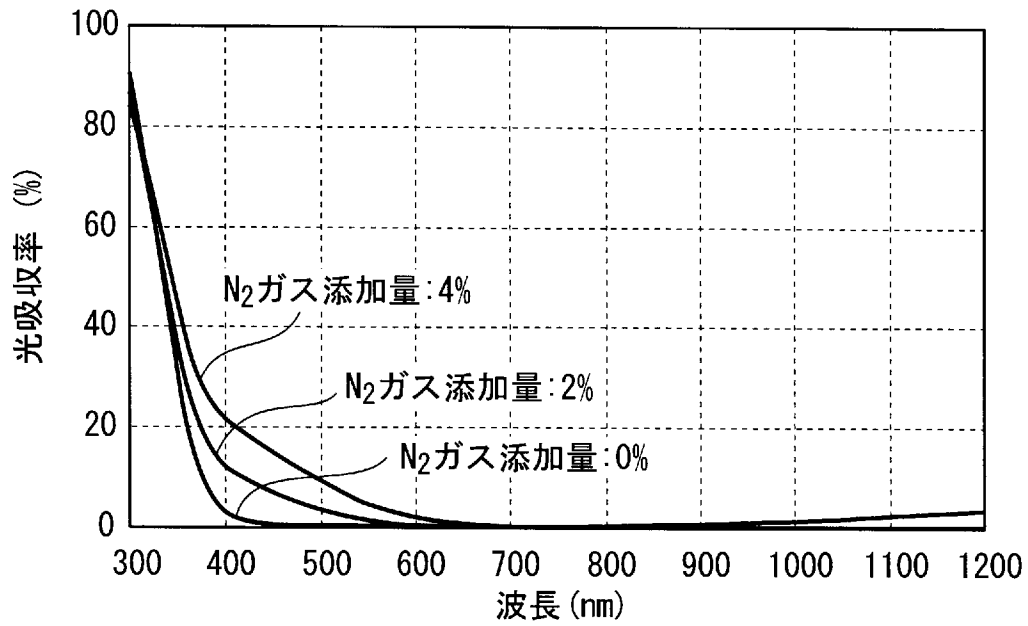
(b)



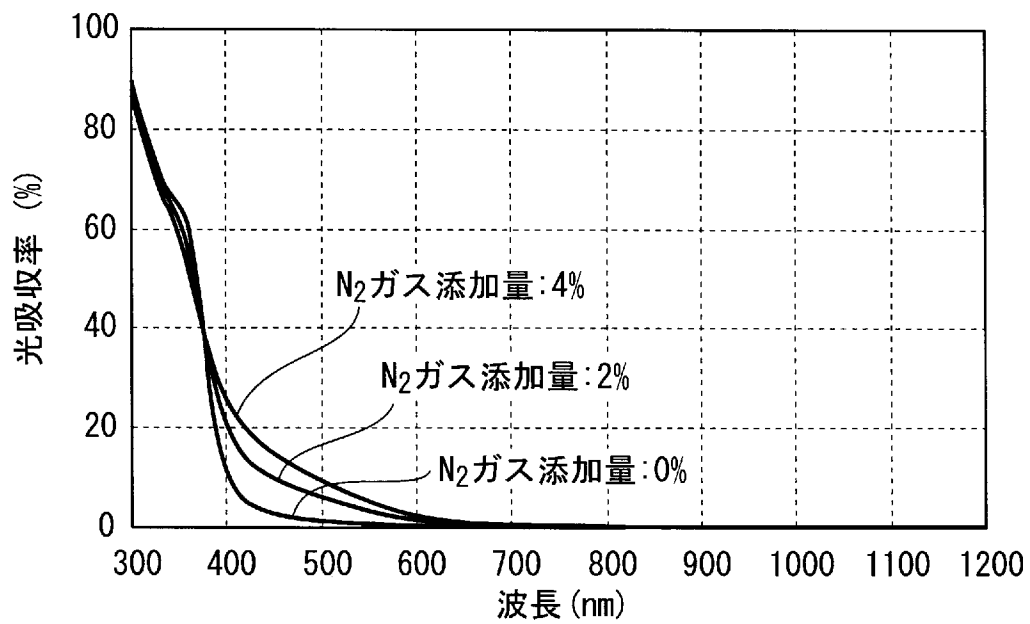
[図5]



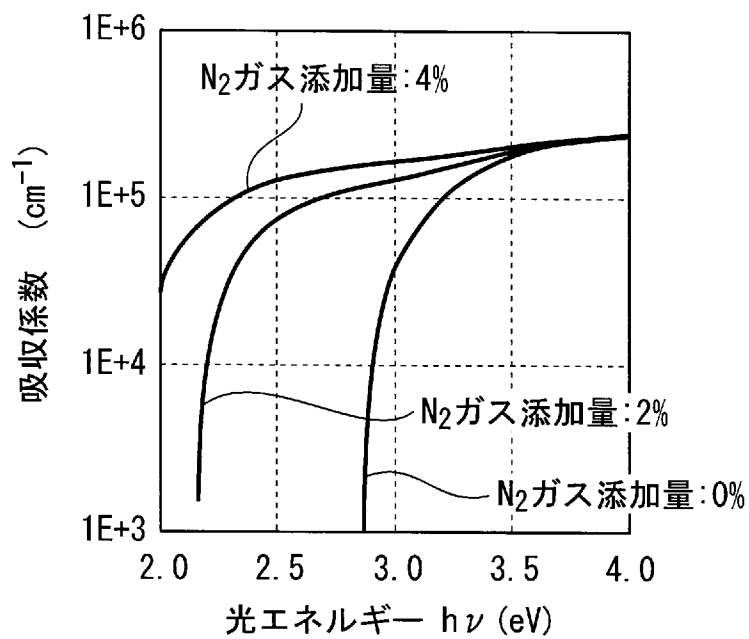
[図6]



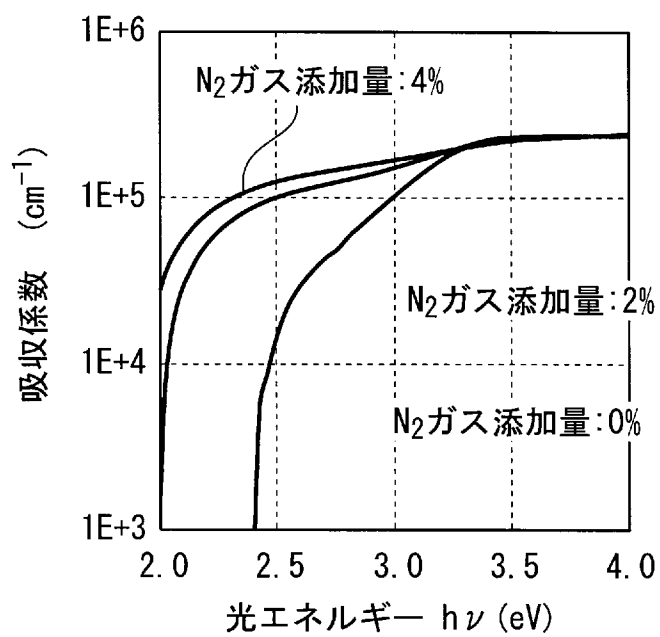
[図7]



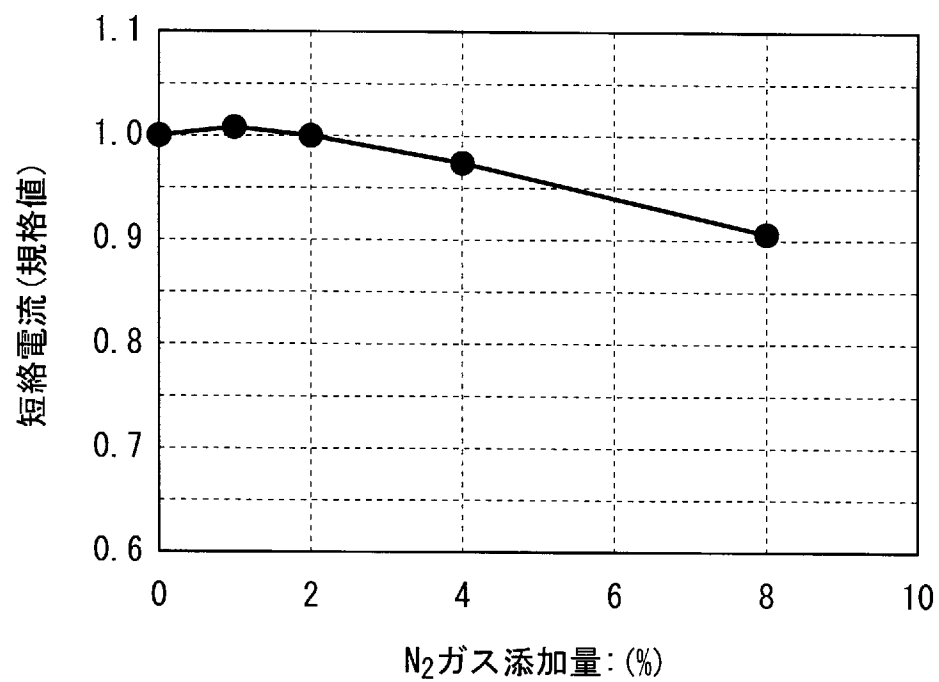
[図8]



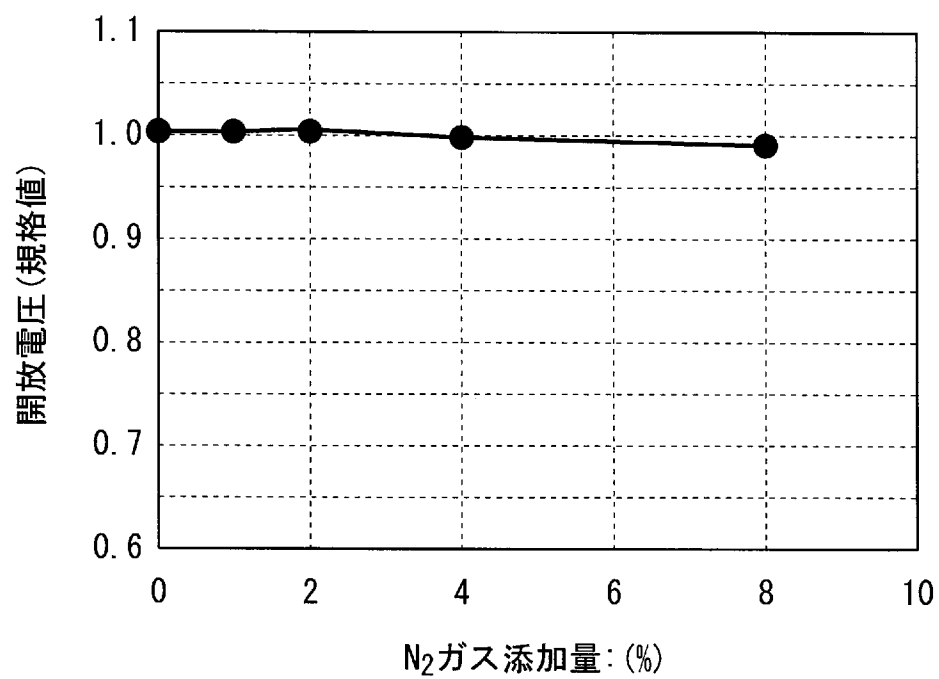
[図9]



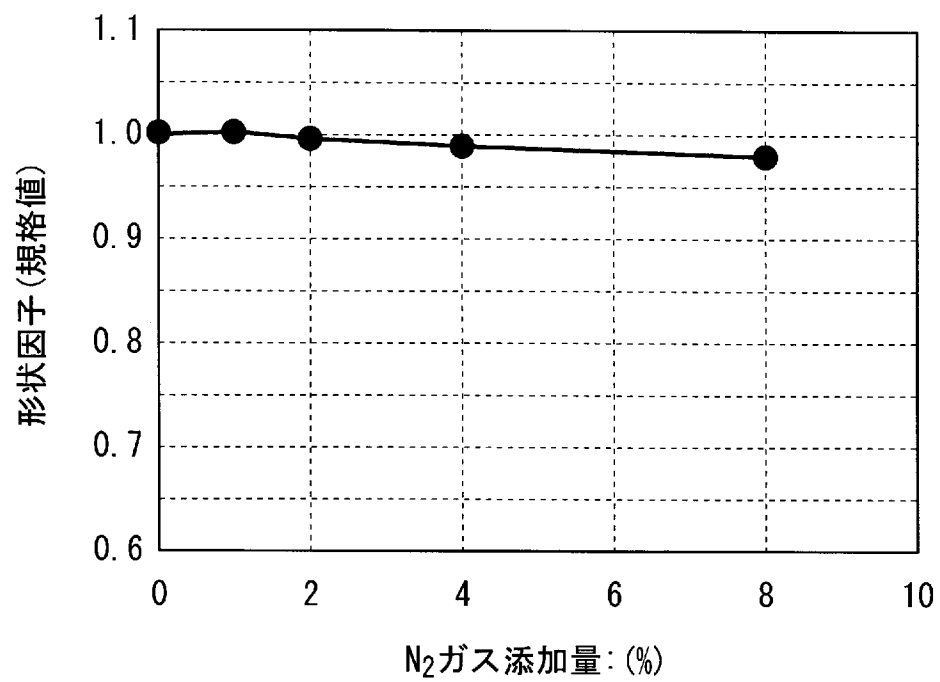
[図10]



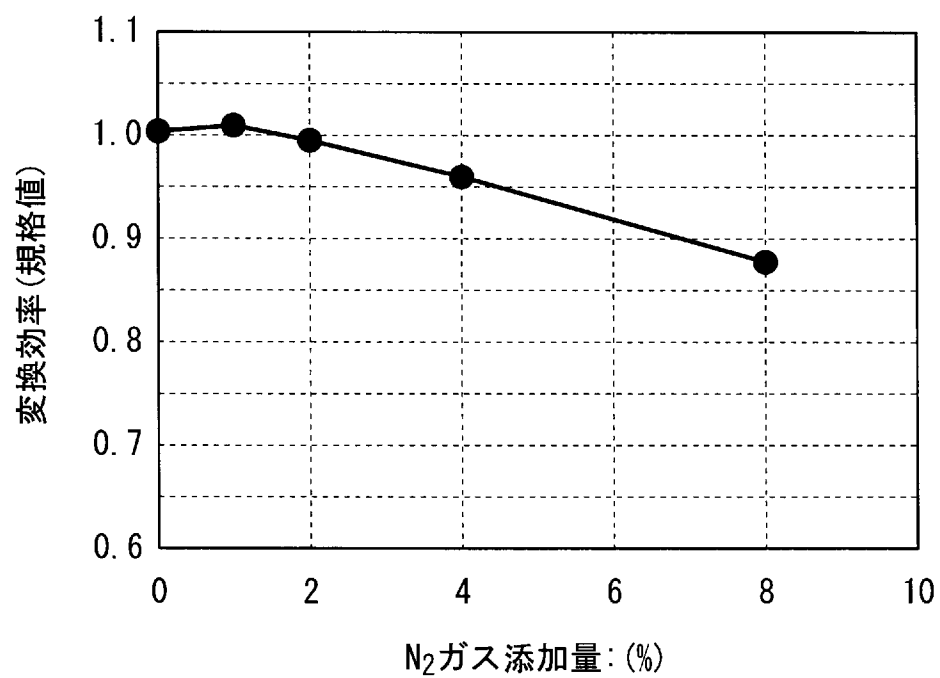
[図11]



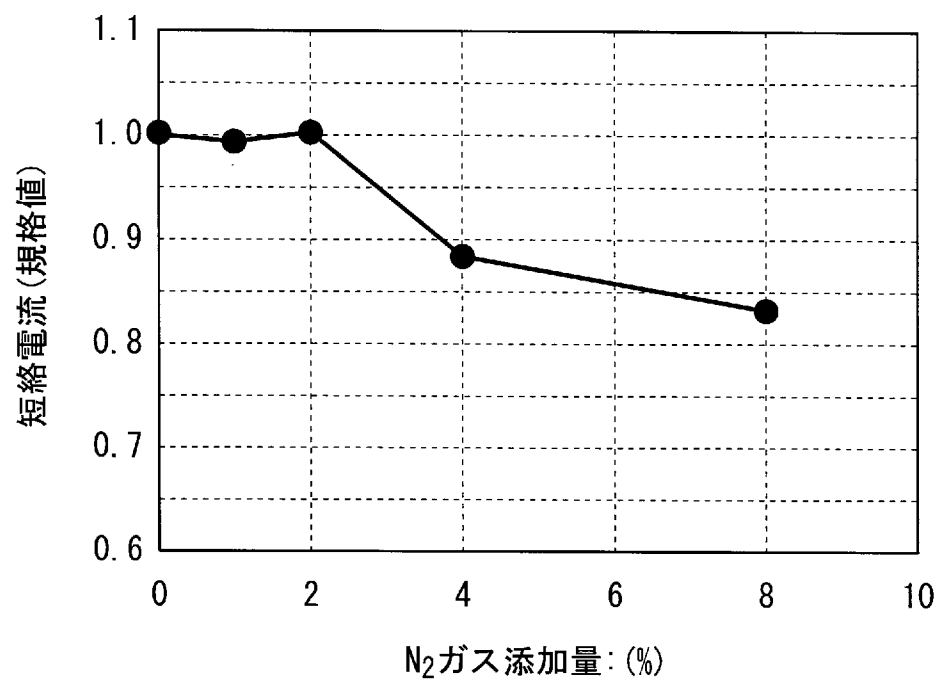
[図12]



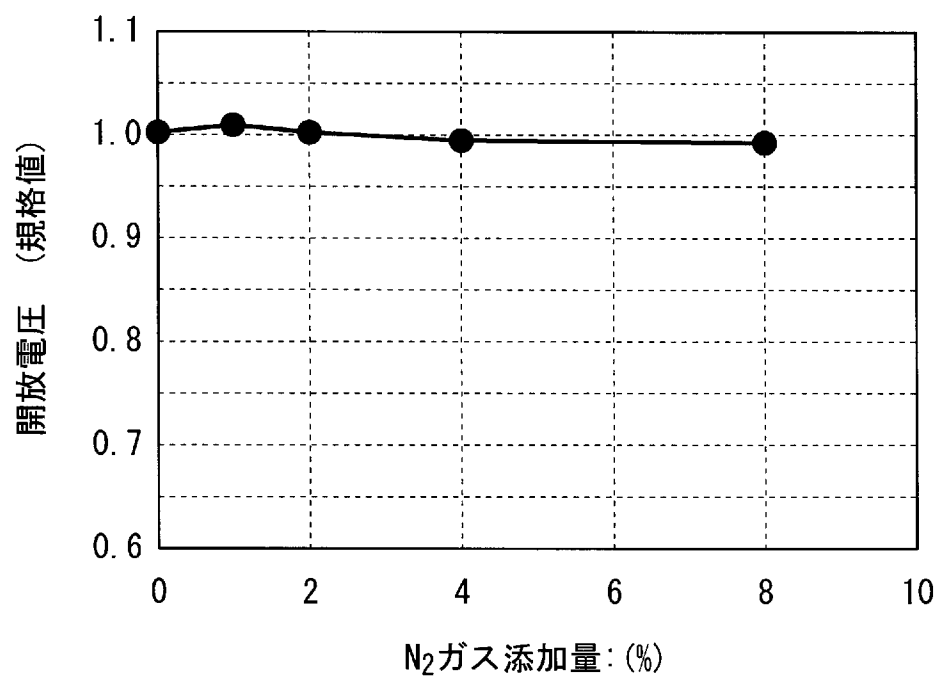
[図13]



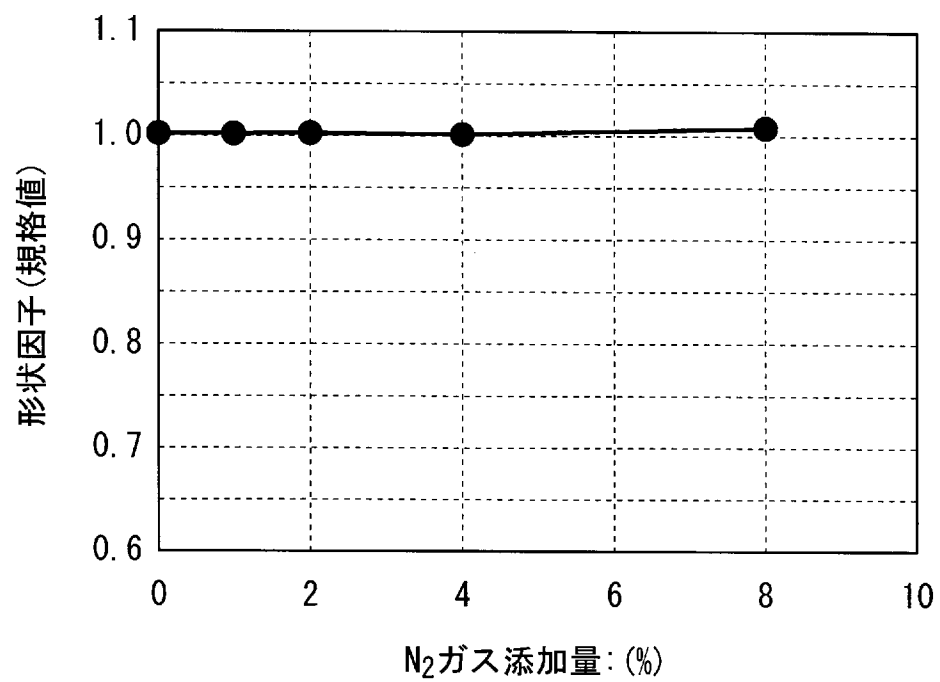
[図14]



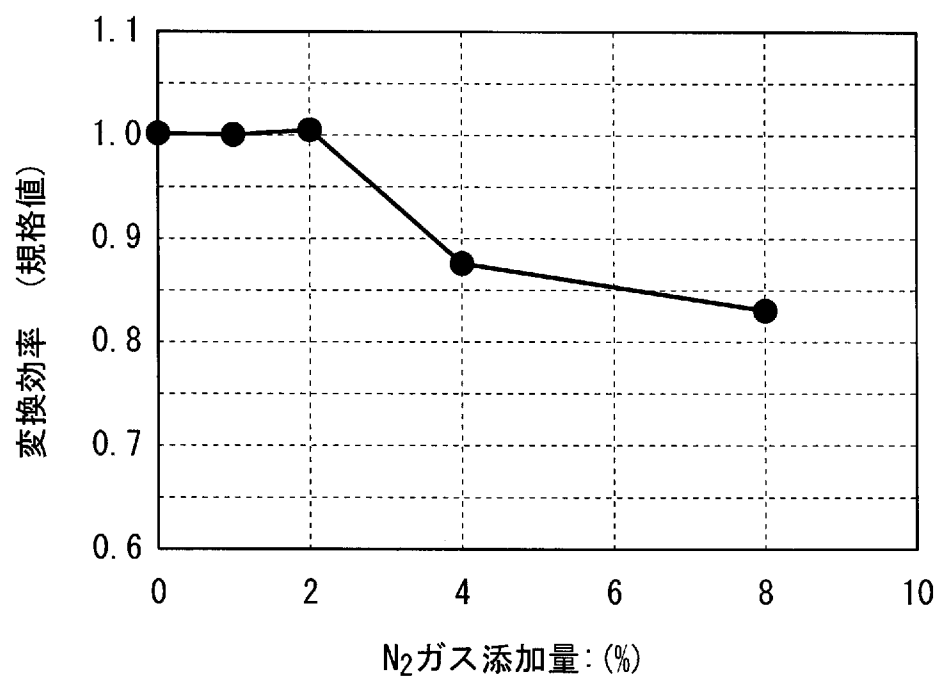
[図15]



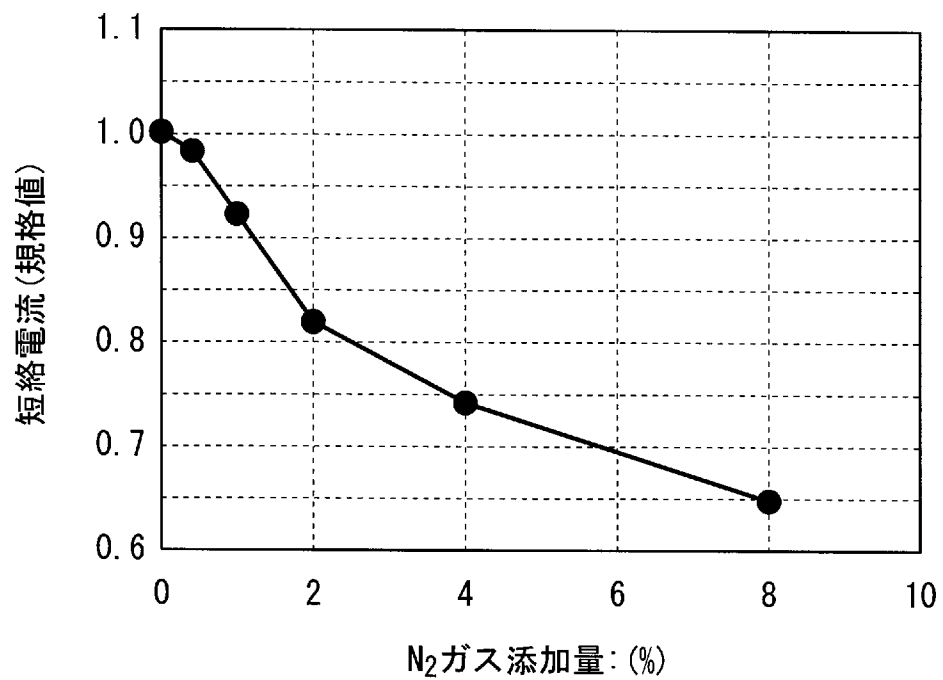
[図16]



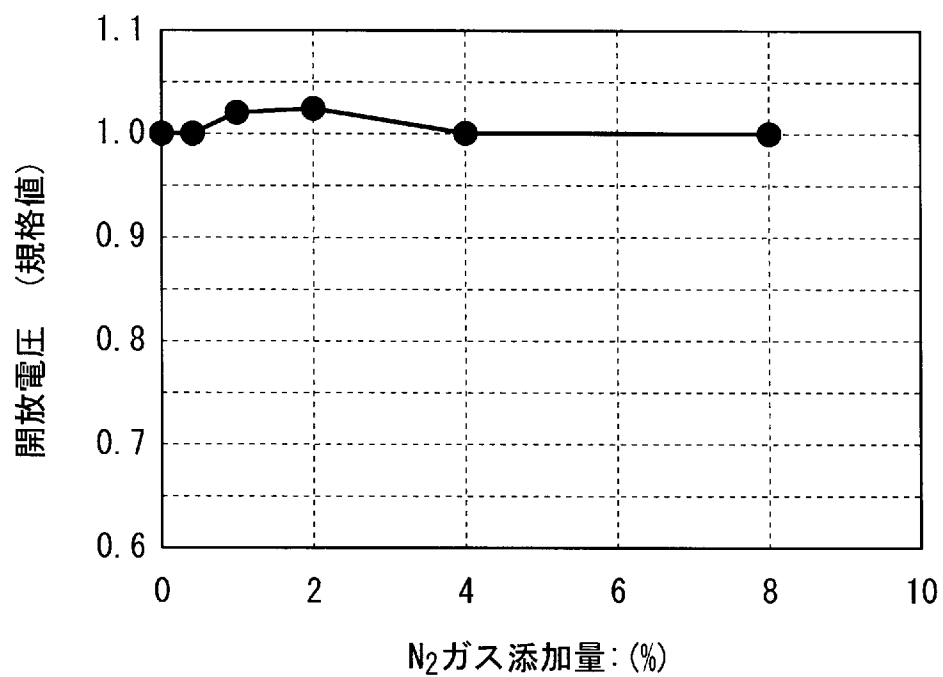
[図17]



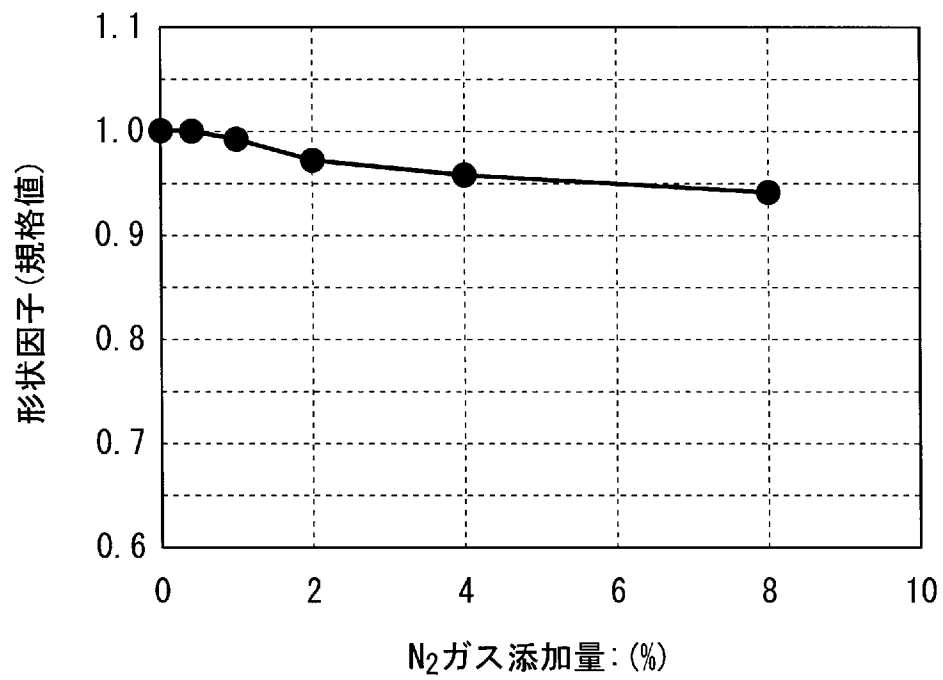
[図18]



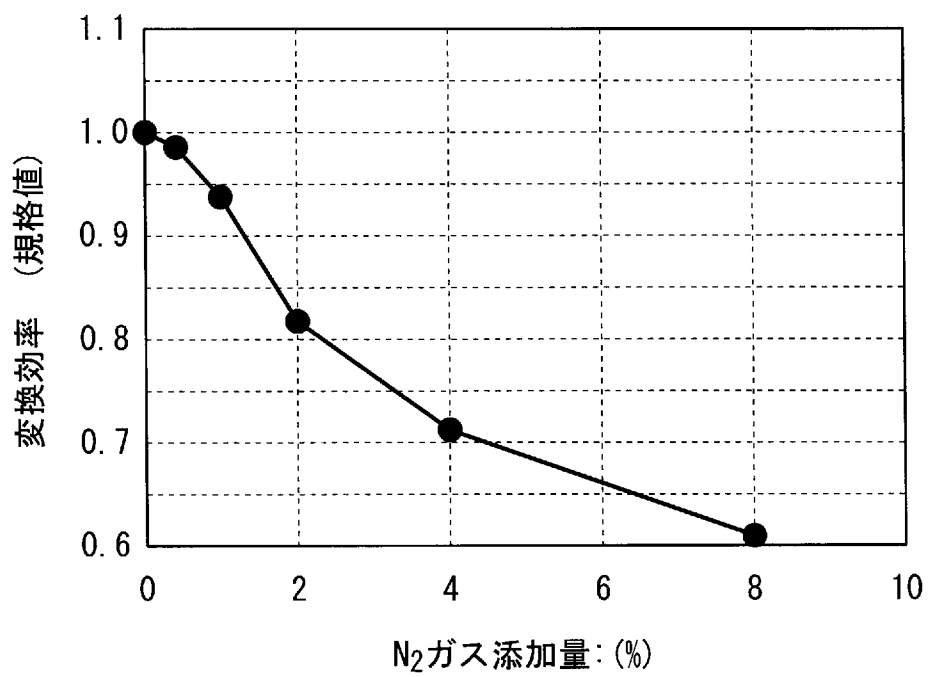
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060599

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/075(2006.01) i, H01L31/0224(2006.01) i, C23C14/08(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, C23C14

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-258537 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 October 2007 (04.10.2007), (Family: none)	1-5
X	JP 2009-135220 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 June 2009 (18.06.2009), (Family: none)	1-5
A	JP 2009-57605 A (Hitachi, Ltd.), 19 March 2009 (19.03.2009), & US 2009/0057132 A1	1-5

☐ 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
16 July, 2010 (16.07.10)Date of mailing of the international search report
17 August, 2010 (17.08.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L31/075(2006.01)i, H01L31/0224(2006.01)i, C23C14/08(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, C23C14

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

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
X	JP 2007-258537 A (三菱重工業) 2007.10.04, (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2009-135220 A (三菱重工業) 2009.06.18, (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2009-57605 A (日立製作所) 2009.03.19, & US 2009/0057132 A1	1-5

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

1 6 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 8 . 2 0 1 0

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）

濱田 聖司

2 K

9 2 0 7

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