

(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
2013 年 1 月 31 日(31.01.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/015017 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) *H01L 31/04* (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064107
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 31 日(31.05.2012)
- (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 2011-164253 2011 年 7 月 27 日(27.07.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2 2 番 2 2 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): 東名 敦志
(TOMYO, Atsushi). 奈須野 善之(NASUNO, Yoshiyuki).

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー 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, JP, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SILICON-CONTAINING FILM

(54) 発明の名称: シリコン含有膜の製造方法

[図1]

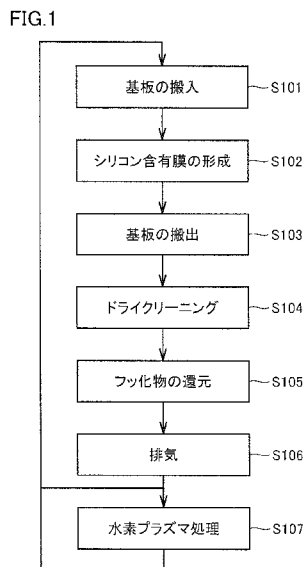


FIG. 1:
S101 Carry in substrate
S102 Form silicon-containing film
S103 Carry out substrate
S104 Perform dry cleaning
S105 Reduce fluoride
S106 Release air
S107 Perform hydrogen plasma treatment

(57) Abstract: This method for manufacturing a silicon-containing film is provided with a substrate carry-in step (S101), a silicon-containing film forming step (S102), a substrate carry-out step (S103), a dry cleaning step (S104), a fluoride reducing step (S105), and an air releasing step (S106). In the fluoride reducing step (S105), a reducing gas is supplied to the inside of a chamber such that partial pressure of CF_4 gas in the chamber is $A \times (2.0 \times 10^{-4})$ Pa or less when the air releasing step (S106) is completed.

(57) 要約: シリコン含有膜の製造方法は、基板の搬入工程 (S101) と、シリコン含有膜の形成工程 (S102) と、基板の搬出工程 (S103) と、ドライクリーニング工程 (S104) と、フッ化物の還元工程 (S105) と、排気工程 (S106) とを備えている。フッ化物の還元工程 (S105) では、排気工程 (S106) の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.0 \times 10^{-4})$ Pa 以下となるまで還元ガスをチャンバ内に供給する。

WO 2013/015017 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：シリコン含有膜の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、シリコン含有膜の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 薄膜太陽電池などに用いられるシリコン膜の形成方法として、一般に、化学的気相成長（Chemical Vapor Deposition（以下「CVD」と記すことがある））法が用いられる。CVD法によりシリコン膜を成長させると、CVD装置のチャンバの内壁面の上またはチャンバ内に設けられた冶具の表面の上などに何らかの不純物が付着する。この不純物の付着により、チャンバ内で成長する膜に対して異物が混入され、その結果、チャンバ内で成長する膜中の結晶欠陥の増加等を招くことがある。

[0003] このような不具合の発生を抑制するために、たとえば特許文献1（特開2002-60951号公報）には、 NF_3 等のフッ素含有ガスを用いてチャンバ内をドライクリーニングした後、チャンバ内のフッ素系残留物を水素プラズマで除去し、さらにその後、水素プラズマで除去されなかったチャンバ内のフッ素系残留物をシリコン膜の材料ガスのプラズマに包封させるという技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-60951号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ドライクリーニング後にチャンバ内に残留するフッ素系残留物の組成は、チャンバの状態（たとえばチャンバ内に設けられた部材の材質、ヒーターの温度、チャンバの内壁の温度）または成膜履歴などによって変化する。また、フッ素系残留物はフッ化物として他元素と結合して多様な形態で存在する

が、どの化合物に着目すべきかが明確でなかった。したがって、フッ素系残留物を除去するためには、着目すべき化合物を特定するために何らかのモニタリング手法を確立する必要があった。

[0006] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ドライクリーニングを行ってから次の成膜（シリコン含有膜の形成）を行うまでの間に、チャンバ内のフッ化物量を低減可能なシリコン含有膜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

[0007] 本発明に係るシリコン含有膜の製造方法は、基板をチャンバ内に搬入する第1の工程と、チャンバ内において基板の表面上にシリコン含有膜を形成する第2の工程と、シリコン含有膜が形成された基板をチャンバ内から搬出する第3の工程と、フッ素含有ガスを用いてチャンバ内をドライクリーニングする第4の工程と、還元ガスをチャンバ内に供給してチャンバ内に存在するフッ化物を還元する第5の工程と、チャンバの到達真空度がA（Pa）になるまで当該チャンバ内のガスを排出する第6の工程とを備えている。第5の工程では、第6の工程の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.0 \times 10^{-4})$ Pa以下となるまで還元ガスをチャンバ内に供給する。

[0008] 第1の工程、第2の工程、第3の工程、第4の工程、第5の工程、および第6の工程を繰り返し行なうことが好ましい。

[0009] 第5の工程および第6の工程を第1の工程と第2の工程との間にも行なうことが好ましい。

[0010] 還元ガスは、 SiH_4 ガスを含むことが好ましい。

第5の工程を、還元ガスの供給時間が10秒以上1800秒以下である条件、還元ガスの流量が1000 sccm（standard cc/min）以上10000 sccm以下である条件、およびチャンバの内圧が300 Pa以上5000 Pa以下である条件のうちの少なくとも1つの条件で実施すれば良い。

[0011] 第6の工程の後に、チャンバ内において水素プラズマ処理を行なう第7の工程をさらに備えていることが好ましい。

[0012] 第7の工程を、水素プラズマ処理の処理時間が1 s e c以上1 0 0 0 0 s e c以下である条件、水素ガスの流量が1 0 0 0 0 s c c m以上1 0 0 0 0 0 s c c m以下である条件、チャンバの内圧が3 0 0 P a以上8 0 0 P a以下である条件、印加電力が0. 0 3 W / c m²以上0. 1 W / c m²以下であり、且つデューティ比が5 %以上5 0 %以下であるパルス放電を行うという条件、および基板を加熱するヒーターの温度が2 0 ℃以上2 0 0 ℃以下である条件のうちの少なくとも1つの条件で実施すれば良い。ここで、デューティ比は(R F オンのパルス幅) ÷ (周期) で得られる。

[0013] 第2の工程は、化学気相成長法にしたがって基板の表面上にシリコン含有膜を形成することが好ましい。

[0014] 第5の工程では、第6の工程の終了時におけるチャンバ内のC F₄ガスの分圧が $A \times (2.5 \times 10^{-5})$ P a以上となるまで還元ガスをチャンバ内に供給することが好ましい。

[0015] 本発明に係る光電変換装置の製造方法は、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法を含む。

発明の効果

[0016] 本発明に係るシリコン含有膜の製造方法では、ドライクリーニングを行ってから次の成膜を行うまでの間に、チャンバ内のフッ化物量を低減可能である。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明に係るシリコン含有膜の製造方法の一例を示すフロー図である。

[図2]実施例1～3で使用されるC V D装置を模式的に示す断面図である。

[図3]S i H₄ガスの供給時間に対するフッ化物の分圧の測定結果を示すグラフである。

[図4]S i H₄ガスの供給時間に対するC F₄ガスの分圧および太陽電池セルの最大出力P m a xの各測定結果を示すグラフである。

[図5]C F₄ガスの分圧と太陽電池セルの最大出力P m a xとの関係を示すグラフである。

[図6] SiH_4 ガスの供給時間に対する CF_4 ガスの分圧の測定結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下では、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法および本発明に係る光電変換装置の製造方法を示す。なお、図1は、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法の一例を示すフロー図である。本発明は、以下に示す事項に限定されない。

[0019] <シリコン含有膜の製造方法>

本発明に係るシリコン含有膜の製造方法は、基板をチャンバ内に搬入する工程（図1における「基板の搬入」）S101と、チャンバ内において基板の表面上にシリコン含有膜を形成する工程（図1における「シリコン含有膜の形成」）S102と、シリコン含有膜が形成された基板をチャンバ内から搬出する工程（図1における「基板の搬出」）S103と、チャンバ内をドライクリーニングする工程（図1における「ドライクリーニング」）S104と、チャンバ内に存在するフッ化物を還元する工程（図1における「フッ化物の還元」）S105と、チャンバ内を排気する工程（図1における「排気」）S106とを備えている。これらの工程は、同一のチャンバ内で繰り返し行なわれることが好ましく、基板の搬入工程S101、シリコン含有膜の形成工程S102、基板の搬出工程S103、ドライクリーニング工程S104、フッ化物の還元工程S105、および、排気工程S106の順に繰り返し行なわれることが好ましい。このように、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法では、ドライクリーニングを行ってからチャンバ内に存在するフッ化物を還元し、その後、次の成膜工程（シリコン含有膜の形成工程）に移る。よって、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法では、ドライクリーニングを行ってから次の成膜を行うまでの間に、チャンバ内のフッ化物量を低減可能である。

[0020] また、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法は、フッ化物の還元工程S105の後に、基板に対して水素プラズマ処理を行なう工程（図1における

「水素プラズマ処理」) SiO_2 を備えていることが好ましい。これにより、ドライクリーニングを行ってから次の成膜を行うまでの間に、フッ化物の還元反応で生成される Si パーティクル量を低減できる。

[0021] <基板の搬入>

基板の搬入工程 S101 では、基板をチャンバ内に搬入して、チャンバ内の所定の位置に固定する。

[0022] 基板の材料および形状などは特に限定されない。基板は、たとえば、ガラスなどからなることが好ましい。また、基板の成膜面は、平坦であっても良いし、凹凸を有していても良い。また、基板の平面形状は、矩形などの多角形であっても良いし、円形であっても良い。

[0023] <シリコン含有膜の形成>

シリコン含有膜の形成工程 S102 では、チャンバ内に設けられた基板の表面上にシリコン含有膜を形成する。

[0024] シリコン含有膜を基板の表面上に形成する方法は特に限定されず、 CVD 法であっても良いし、プラズマ CVD 法であっても良い。 CVD 法によりシリコン含有膜を形成するときには、シリコン含有膜の原料となる原料ガスとキャリアガスとをチャンバ内に供給すれば良い。プラズマ CVD 法によりシリコン含有膜を形成するときには、上記原料ガスおよび上記キャリアガスをチャンバ内に供給させつつ、そのチャンバ内でプラズマを発生させれば良い。

[0025] シリコン含有膜の材料は、特に限定されない。シリコン含有膜は、たとえば、シリコンのみからなる膜、 p 型不純物を含むシリコン膜(p 型シリコン膜)、 n 型不純物を含むシリコン膜(n 型シリコン膜)、炭化シリコン膜、または窒化シリコン膜などであっても良いし、これらの膜の積層構造を有していても良い。シリコン含有膜の原料ガスとしては、たとえば、 SiH_4 ガスまたは Si_2H_6 ガスなどを用いることができる。また、キャリアガスとしては、たとえば、窒素ガスまたは水素ガスなどを単独で用いても良いし、これらの混合ガスを用いても良い。

[0026] シリコン含有膜の厚みは特に限定されず、 $0.001\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば良く、好ましくは $0.005\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。これにより、形成されたシリコン含有膜を光電変換装置の構成要素として使用できる。

[0027] なお、原料ガスおよびキャリアガスは、基板の表面だけでなくチャンバの内壁面またはチャンバ内に設けられた部材の表面にも接触する（以下では「チャンバの内壁面」と「チャンバ内に設けられた部材の表面」とを総称して「チャンバの内壁面など」と記す）。そのため、チャンバの内壁面などの上には、原料ガスおよびキャリアガスの少なくとも一方を含む不純物が付着することがある。

[0028] 不純物がチャンバの内壁面などの上に付着した状態でシリコン含有膜の形成を再度行なうと、不純物を構成する元素の一部が成長中のシリコン含有膜に取り込まれて、成長中のシリコン含有膜における結晶欠陥数が増加するなどの不具合が発生し、よって、シリコン含有膜の特性低下を引き起こすことがある。そこで、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法では、下記＜基板の搬出＞の後に下記＜ドライクリーニング＞を行なう。

[0029] ＜基板の搬出＞

基板の搬出工程S103では、シリコン含有膜が形成された基板をチャンバから搬出させる。チャンバから搬出された基板を用いて、たとえば光電変換装置などを製造することができる。

[0030] ＜ドライクリーニング＞

ドライクリーニング工程S104では、フッ素含有ガスを用いて、チャンバ内をドライクリーニングする。フッ素含有ガスには、 F_2 ガスだけに限らずフッ素とフッ素以外の元素とが結合されて構成された化合物ガスも含まれる。具体的には、フッ素含有ガスは、 NF_3 ガス、 F_2 ガス、または C_2F_6 ガスなどであれば良い。また、ドライクリーニングは、その方法に特に限定されず、放電電極（たとえば、互いに平行に配置された平板状の放電電極）を用いて行なわれても良いし、リモートプラズマ法により行なわれても良い。これ

により、基板以外に付着したシリコン含有膜が除去される。

[0031] しかし、このドライクリーニングにより、上記＜シリコン含有膜の形成＞でチャンバの内壁面などの上に堆積されたシリコン含有膜がフッ化される。生成されるフッ化物としては、たとえば、上記＜シリコン含有膜の形成＞でチャンバの内壁面などの上に堆積されたSiがフッ化された SiF_4 ガス、上記＜シリコン含有膜の形成＞でのキャリアガスである水素ガスがフッ化されたHFガス、および上記＜シリコン含有膜の形成＞でチャンバの内壁面などの上に堆積されたSiCがフッ化された CF_4 ガスなどが挙げられる。

[0032] チャンバの内壁面などは、SUS (Steel Use Stainless) またはAlなどの金属からなることが多い。そのため、生成されたフッ化物はチャンバの内壁面などに固定（化学吸着）され、よって、真空排気などではチャンバから排出されない。この状態で上記＜シリコン含有膜の形成＞を再度行なうと、チャンバの内壁面などに固定されたフッ化物（ SiF_4 ガス、HFガス、および CF_4 ガスなど）が原料ガス中の SiH_4 ガスまたは Si_2H_6 ガスなどによって還元されてチャンバの内部空間に放出されるため、放出されたフッ化物が成長中のシリコン含有膜に取り込まれるおそれがある。特に、 CF_4 ガス由来のCが成長中のp型シリコン膜に過剰に取り込まれると、光電変換装置の開放電圧 V_{oc} の低下および直列抵抗 R_s の増加を招き、よって、最大出力 P_{max} の低下を引き起こす。そこで、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法では、ドライクリーニングの後に下記＜フッ化物の還元＞を行なう。

[0033] ＜フッ化物の還元＞

フッ化物の還元工程S105では、還元ガスをチャンバ内に供給する。これにより、チャンバ内に存在するフッ化物が還元される。ここで、「チャンバ内に存在するフッ化物」とは、チャンバの内壁面などに固定されたフッ化物（ SiF_4 ガス、HFガス、および CF_4 ガスなどのフッ化ガス）を意味している。また、「チャンバ内に存在するフッ化物が還元される」とは、チャンバの内壁面などとフッ化物との固定状態が解除されることである。そして、還元されたフッ化物（つまり、チャンバの内壁面などとの固定状態が解除さ

れたフッ化ガス)は、真空排気によりチャンバの外へ排出される。よって、上記<シリコン含有膜の形成>を再度行なったときに、フッ化物が成長中のシリコン含有膜に取り込まれることを防止できる。

[0034] 還元ガスは、チャンバ内に存在するフッ化物を還元可能なガスであれば良く、 SiH_4 ガスまたは Si_2H_6 ガスなどであれば良い。還元ガスとして、これらのガスのいずれかを単独で用いても良いし、これらの混合ガスを用いても良い。

[0035] 還元ガスは、プラズマ化されていても良いし、プラズマ化されていなくても良い。しかし、還元ガスがプラズマ化されていなければ、チャンバの内壁面などのうちプラズマ放電領域から離れた箇所に固定されているフッ化物に対しても還元処理を施すことができる。さらに、還元ガスがプラズマ化されていなければ、チャンバの内壁面などがSUS系材料からなる場合に大きな効果を得ることができる。なお、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法は、チャンバの内壁面などがSUS系材料からなる場合に限定されず、たとえばAl系材料からなる場合についても同様の効果(チャンバ内に存在するフッ化物を還元できる)という効果が期待できる。

[0036] 本発明に係るシリコン含有膜の製造方法では、上記<ドライクリーニング>で示したように、上記<シリコン含有膜の形成>を再度行なうまでに、チャンバ内に存在する CF_4 ガスをそのチャンバの外へ排出することを目的としている。還元ガスは、下記条件1~3のうちの少なくとも1つを満たすようにチャンバ内に供給されることが好ましい。

[0037] 条件1：還元ガスの供給時間が10秒以上1800秒以下である

条件2：還元ガスの流量が1000sccm以上100000sccm以下である

条件3：チャンバの内圧が300Pa以上5000Pa以下である。

[0038] 還元ガスの供給時間が10秒を下回ると、チャンバ内に存在するフッ化物を十分に還元させることが難しく、よって、下記<排気>の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.0 \times 10^{-4}) \text{ Pa}$ を超えることがあ

る。還元ガスの流量が 1000 sccm を下回った場合も同様のことが言える。一方、還元ガスの供給時間が 1800 秒を超えても、チャンバ内の CF_4 ガスの分圧の更なる低下を図ることは難しい。還元ガスの流量が 10000 sccm を超えた場合も同様のことが言える。

[0039] チャンバの内圧が 300 Pa を下回ると、フッ化物の還元反応が効率的に起こらず、タクトタイムの長期化を招き、シリコン含有膜の生産性が低下するという不具合を招くことがある。一方、チャンバの内圧が 5000 Pa を超えると、チャンバに設けられた調圧バルブ、真空ポンプ、および除害装置などに大きな負荷がかかるという不具合を招くことがある。

[0040] しかし、還元ガスの供給条件が上記条件1～3のうちの少なくとも1つを満たしていれば、下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.0 \times 10^{-4})\text{ Pa}$ 以下となる。これにより、下記＜排気＞の終了時にチャンバ内に残留する CF_4 ガスの量を少なくすることができる。よって、上記＜シリコン含有膜の形成＞を再度行なっても、 CF_4 ガス（特にC）が成長中のシリコン含有膜に取り込まれてシリコン含有膜の性能が低下することを防止できる。したがって、本実施形態に係るシリコン含有膜の製造方法を用いて光電変換装置などを作製すれば、性能の低下（たとえば最大出力の低下）が防止された光電変換装置などを提供できる。なお、上記「 2.0×10^{-4} 」は、後述の実施例1～3の結果に基づいている。

[0041] また、還元ガスの供給条件が上記条件1～3のうちの少なくとも1つを満たしていれば、下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (5.0 \times 10^{-5})\text{ Pa}$ 以下となる場合もある。これにより、上記効果（上記＜シリコン含有膜の形成＞を再度行なっても、 CF_4 ガス（特にC）が成長中のシリコン含有膜に取り込まれてシリコン含有膜の性能が低下することを防止できるということ）が顕著となる。

[0042] また、還元ガスの供給条件が上記条件1～3のうちの少なくとも1つを満たしていれば、下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧を $A \times (2.5 \times 10^{-5})\text{ Pa}$ 以上とすることができる。よって、下記＜排気

＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が低くなりすぎたことに起因する最大出力 P_{max} の低下を防止することができる。

[0043] ここで、上記「A」は、チャンバの到達真空度であり、下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の全圧（つまり、チャンバ内に存在する全てのガスの分圧の総和）である。この「A」は、適宜設定されれば良いが、 10Pa 以下であることが好ましい。「A」が 10Pa 以下であれば、下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧を低くすることができるからである。

[0044] また、チャンバ内の CF_4 ガスの分圧の測定方法は、特に限定されないが、四重極型質量分析法が適している。

[0045] このようなフッ化物の還元は、上記＜ドライクリーニング＞の後であって且つ上記＜シリコン含有膜の形成＞を再度行なう前に、行なわれれば良い。そのため、上記＜ドライクリーニング＞の後にこのフッ化物の還元を行ない、その後、上記＜基板の搬入＞を再度行なっても良い。または、上記＜ドライクリーニング＞の後に上記＜基板の搬入＞を再度行ない、その後、このフッ化物の還元を行なっても良い。別の言い方をすると、このフッ化物の還元は、シリコン含有膜が形成される基板がチャンバ内に設けられていない状態で行なわれても良いし、シリコン含有膜が形成される基板がチャンバ内に設けられた状態で行なわれても良い。これらのことは、下記＜排気＞においても言える。しかし、以下に示す理由から、シリコン含有膜が形成される基板がチャンバ内に設けられていない状態でフッ化物の還元を行なうことが好ましい。

[0046] シリコン含有膜が形成される基板がチャンバ内に設けられた状態でフッ化物を還元すると、チャンバの内壁面などのうち基板が設けられた部分（たとえばアノード電極の上面）は還元ガスに曝されないこととなる。この状態で上記一連の工程を繰り返すと、アノード電極の上面にはフッ化物が堆積することとなるので、アノード電極の上面に堆積されたフッ化物が基板の裏面に付着する。フッ化物が基板の裏面に付着した状態で基板の裏面などをレーザ

加工すると、加工不良が発生することがある。

[0047] また、シリコン含有膜が形成される基板がチャンバ内に設けられた状態でフッ化物を還元しても、わずかな量の SiH_4 ガスはアノード電極の上面へ回り込んでアノード電極の上面に固定される。そのため、上記＜シリコン含有膜の形成＞を再度行なったときに、アノード電極の上面に固定されていたフッ化物が還元されるおそれがあり、還元されたフッ化物が成長中のシリコン含有膜中に取り込まれることがある。これにより、シリコン含有膜の性能低下を招き、得られたシリコン含有膜を用いて作製される半導体装置（たとえば光電変換装置）の性能低下を引き起こすことがある。

[0048] このフッ化物の還元は、上記＜基板の搬入＞と上記＜シリコン含有膜の形成＞との間にも行なわれることが好ましい。これにより、上記＜シリコン含有膜の形成＞を再度行なうまでに、チャンバ内における CF_4 ガスの分圧をさらに低下させることができる。このことは、下記＜排気＞においても言える。

[0049] 下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.0 \times 10^{-4}) \text{ Pa}$ 以下となるように、好ましくは下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (5.0 \times 10^{-5}) \text{ Pa}$ 以下となるように、より好ましくは下記＜排気＞の終了時におけるチャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.5 \times 10^{-5}) \text{ Pa}$ 以上となるように、還元ガスをチャンバ内に供給すれば、＜フッ化物の還元＞は終了である。その後、下記＜排気＞を行う。

[0050] ＜排気＞

排気工程 S106 では、チャンバの到達真空度が $A \text{ (Pa)}$ になるまで、チャンバ内のガスを排出する。ガスの排出方法は特に限定されないが、チャンバを真空排気することが好ましい。そして、上記＜基板の搬入＞を再度行なっても良いし、下記＜水素プラズマ処理＞を行ってから上記＜基板の搬入＞を再度行なっても良い。

[0051] ＜水素プラズマ処理＞

水素プラズマ処理工程 S 1 0 7 では、チャンバ内において基板に対して水素プラズマ処理を行なう。これにより、フッ化物の還元反応で生成した S i パーティクル量の低減という効果が得られる。したがって、次の成膜時に、成長中のシリコン含有膜中に混入する S i パーティクル量を低減できる。

[0052] 水素プラズマの発生方法は、特に限定されず、たとえば水素ガスをチャンバ内に供給して電圧またはマイクロ波を印加するという方法であれば良い。

[0053] 水素プラズマ処理の処理条件は、下記条件 4 ～ 8 のうちの少なくとも 1 つを満たしていることが好ましい。

[0054] 条件 4 : この処理時間を 1 s e c 以上 1 0 0 0 0 s e c 以下で行なう

条件 5 : 水素ガスの流量が 1 0 0 0 0 s c c m 以上 1 0 0 0 0 0 s c c m 以下である

条件 6 : チャンバの内圧が 3 0 0 P a 以上 8 0 0 P a 以下である

条件 7 : 印加電力が 0 . 0 3 W / c m² 以上 0 . 1 W / c m² 以下であり、且つデューティ比が 5 % 以上 5 0 % 以下であるパルス放電を行う

条件 8 : 基板を加熱するヒーターの温度が 2 0 °C 以上 2 0 0 °C 以下である。

[0055] 処理時間が 1 s e c を下回ると、水素プラズマの発生により得られる効果を十分に得ることができない場合がある。水素ガスの流量が 1 0 0 0 0 s c c m を下回った場合、およびヒーターの温度が 2 0 °C を下回った場合も同様のことが言える。一方、処理時間が 1 0 0 0 0 s e c を超えても、チャンバ内の S i パーティクル量の更なる低減を図ることは難しく、よって、タクトタイムの長期化を招くことがある。水素ガスの流量が 1 0 0 0 0 0 s c c m を超えた場合、およびヒーターの温度が 2 0 0 °C を超えた場合も同様のことが言える。なお、条件 4 については、デューティ比に応じて適宜設定することが好ましい。

[0056] チャンバの内圧が 3 0 0 P a を下回ると、水素プラズマが発生しにくくなる。印加電圧が 0 . 0 3 W / c m² を下回った場合、およびデューティ比が 5 % 未満の場合も同様のことが言える。一方、チャンバの内圧が 8 0 0 P a を

超えると、放電が広がりにくくなるという不具合の発生を招くことがある。

また、印加電圧が 0.1 W/cm^2 を超えると、またデューティ比が50%を超えると、水素プラズマによるエッチング効果が強すぎて、逆にSiパーティクル量が増えてしまうことがある。

[0057] <シリコン含有膜の製造方法の用途>

本発明に係るシリコン含有膜の製造方法は、シリコン含有膜の量産に有効であるので、光電変換装置または薄膜トランジスタなどの製造方法に利用することができる。

[0058] <光電変換装置の製造方法>

本発明に係る光電変換装置の製造方法は、本発明に係るシリコン含有膜の製造方法を含む。具体的には、第1の電極が設けられた基板をチャンバ内に搬入して、その基板の表面上にp型シリコン層、i型シリコン層およびn型シリコン層を順に積層して光電変換部を作製し、その後、光電変換部が作製された基板をチャンバ内から搬出させる。チャンバ内から搬出された基板に第2の電極を設けて光電変換装置を得る。また、基板が搬出されたチャンバ内をドライクリーニングしてから、そのチャンバ内に存在するフッ化物を還元する。その後、第1の電極が設けられた基板をそのチャンバ内に搬入して、上記一連の工程を行なう。

実施例

[0059] 実施例1～3で使用するプラズマCVD装置の構成を簡潔に示す。図2は、実施例1～3で使用するプラズマCVD装置の構成を模式的に示す断面図である。

[0060] 図2に示すように、プラズマCVD装置1のチャンバ2の内には、カソード電極3とアノード電極4とが互いに対向するように設けられている。カソード電極3にはガス供給管5が接続されており、カソード電極3のうちアノード電極4と対向する側にはシャワープレート3Aが設けられている。そして、ガス供給管5内を通ったガスは、カソード電極3の内部を通して、シャワープレート3Aの噴出面からアノード電極4へ向かって噴出される。また

、アノード電極 4 のうちカソード電極 3 と対向する面の上には、基板 10 が設けられる。

[0061] ガス供給管 5 を介してチャンバ 2 の内部へ供給されるガスには、下記＜シリコン膜の形成＞で使用される原料ガスおよびキャリアガスだけでなく、下記＜ドライクリーニング＞で使用されるフッ素含有ガス、および下記＜フッ化物の還元＞で使用される還元ガスも含まれる。

[0062] カソード電極 3 には、不図示の整合回路を介して高周波電源 6 が接続されている。一方、アノード電極 4 は、接地されている。これにより、チャンバ 2 内ではプラズマを発生させることができる。

[0063] チャンバ 2 には、排出管 7 が設けられている。これにより、チャンバ 2 内の不要なガスは、排出管 7 内を通してチャンバ 2 の外へ排出される。

[0064] ＜実施例 1＞

実施例 1 では、 SiH_4 ガス（還元ガス）の流入時間を変えてチャンバ 2 内のフッ化物の残留量を測定した。

[0065] ＜基板の搬入＞

ガラスからなり、且つ透明電極が設けられた基板 10 を CVD 装置 1 のチャンバ 2 内に搬入して、アノード電極 4 の上面上に設けた。

[0066] ＜シリコン膜の形成＞

ガス供給管 5 を介して SiH_4 ガス（原料ガス）と H_2 ガス（キャリアガス）とをチャンバ 2 内に供給し、プラズマ CVD 法により基板 10 の上面上にシリコン膜（膜厚が $300\text{ }\mu\text{m}$ ）11 を形成した。シリコン膜 11 の形成条件は以下の通りであった。

[0067] SiH_4 ガスの流量：1 sccm

H_2 ガスの流量：10 sccm

チャンバ 2 内の温度：190℃

チャンバ 2 の内圧：600 Pa

高周波電源 6 への印加電力：3400 W

高周波電源 6 の周波数：11 MHz。

[0068] <基板の搬出>

シリコン膜 11 が形成された基板 10 をチャンバ 2 から搬出させた。

[0069] <ドライクリーニング>

ガス供給管 5 を介して NF_3 ガスと Ar ガスとをチャンバ 2 内に供給して、チャンバ 2 内をドライクリーニングした。ドライクリーニングの条件は以下の通りであった。アノード電極 4 の上面から Si 膜がなくなったところで、 RF 電力および NF_3 ガスの供給を停止した。

[0070] NF_3 ガスの流量 : 10 sccm

Ar ガスの流量 : 10 sccm

チャンバ 2 内の温度 : 160°C

チャンバ 2 の内圧 : 150 Pa

高周波電源 6 への印加電力 : 1800 W。

[0071] <フッ化物の還元>

ガス供給管 5 を介して SiH_4 ガスと H_2 ガスとをチャンバ 2 内に供給した。 SiH_4 ガスの供給条件は、以下の通りであった。

[0072] SiH_4 ガスの流量 : 2 sccm

SiH_4 ガスの供給時間 (sec) : 0、50、100、150、300、450、700

チャンバ 2 内の温度 : 190°C

チャンバ 2 の内圧 : 1400 Pa

高周波電源 6 への印加電力 : 0 W。

[0073] <排気>

チャンバの到達真空度が 1 Pa 以下となるまで、チャンバ 2 内のガスを排出管 7 からチャンバ 2 の外へ排出させた。そののち、四重極型質量分析計（日本エム・ケー・エス株式会社製、品番 VISION 1000）を用いて、チャンバ 2 内に存在するフッ化物の分圧を測定した。その結果を図 3 に示す。

[0074] 図 3 は、 SiH_4 ガスの供給時間に対するフッ化物の分圧の測定結果を示すグラフであり、図 3 中の L21、L22 および L23 は、それぞれ、 CF_4 ガ

ス、HFガスおよびSiF₄ガスの分圧の測定結果を示す。

[0075] 図3に示すように、チャンバ2内には、CF₄ガスだけでなく、HFガスおよびSiF₄ガスも存在していた。

[0076] また、CF₄ガスおよびHFガスでは、SiH₄ガスの供給時間が長くなると分圧は低下した。一方、SiF₄ガスでは、SiH₄ガスの供給時間が長くなっても分圧は殆ど変化しなかった。このように、SiH₄ガスを供給したときのフッ化物の分圧の変化は、当該フッ化物の種類によって異なることが分かった。

[0077] <実施例2>

実施例2では、チャンバ2内のCF₄ガスの分圧に着目した。そして、SiH₄ガスの供給時間を変えて太陽電池セルを作製し、その最大出力を測定した。

[0078] <基板の搬入>

SnO₂膜（太陽電池セルの第1電極として機能）がガラス基板の上面上に熱CVDにより形成されたもの（旭硝子（株）、商品名：Asahi-U）を準備した。このガラス基板をチャンバ2内に搬入してアノード電極4の上面上に設置した。

[0079] <シリコン膜の形成>

ガス供給管5を介して、SiH₄ガス、H₂ガス及びB₂H₆ガスをチャンバ2内に供給した。このとき、ボロンが0.02原子%ドーピングされるように、SiH₄ガス、H₂ガス及びB₂H₆ガスの各流量を調整した。これにより、ガラス基板の上面上にp型アモルファスシリコン層（厚さ20nm）が形成された。

[0080] 次に、ガス供給管5を介して、SiH₄ガスおよびH₂ガスをチャンバ2内に供給した。これにより、p型アモルファスシリコン層の上面上にi型アモルファスシリコン層（厚さ280nm）が形成された。

[0081] 次に、ガス供給管5を介して、SiH₄ガス、H₂ガス、およびPH₃ガスをチャンバ2内に供給した。このとき、リンが0.2原子%ドーピングされるように

、 SiH_4 ガス、 H_2 ガス、および PH_3 ガスの各流量を調整した。これにより、 i 型アモルファスシリコン層の上面上に n 型アモルファスシリコン層（厚さ 25 nm ）が形成された。

[0082] その後、上述の方法にしたがって、 n 型アモルファスシリコン層の上面上に、 p 型微結晶シリコン層、 i 型微結晶シリコン層、および n 型微結晶シリコン層（いずれも厚さ $1.6\text{ }\mu\text{m}$ ）を順に形成した。

[0083] <基板の搬出>

p 型アモルファスシリコン層などが形成された基板をチャンバ2から搬出した後、 n 型微結晶シリコン層の上面上に、マグネトロンスパッタリング法により酸化亜鉛膜（厚さ 50 nm ）と銀膜（厚さ 115 nm ）とを順に形成した。このようにして太陽電池セルが作製された。

[0084] <ドライクリーニング>

上記実施例1での方法にしたがってチャンバ2をドライクリーニングした。

[0085] <フッ化物の還元>

SiH_4 ガスの供給時間を 0 sec 、 50 sec 、 100 sec 、 250 sec 、 300 sec 、 450 sec 、 600 sec および 750 sec に変更したことを除いては上記実施例1での方法にしたがって、チャンバ2内に存在する CF_4 を還元した。

[0086] <排気>

上記実施例1での方法にしたがって、チャンバ2内のガスをチャンバ2の外へ排出させた。

[0087] その後、本実施例における<基板の搬入>、<シリコン膜の形成>および<基板の搬出>を順に行なった。それから、2回目の<シリコン膜の形成>で作製された太陽電池セルの最大出力を測定した。

[0088] 測定結果を図4および図5に示す。図4は、 SiH_4 ガスの供給時間に対する CF_4 ガスの分圧および太陽電池セルの最大出力 P_{max} の各測定結果を示すグラフである。図4中のL21は図3中のL21であり、図4中のL31

は本実施例の結果を示す。図5は、 CF_4 ガスの分圧と太陽電池セルの最大出力 P_{max} との関係を示すグラフである。なお、 CF_4 ガスの分圧の測定時におけるチャンバ内の全圧は、上記実施例1と同じく、 1Pa であった。

[0089] 図4および図5に示すように、 SiH_4 ガスの供給時間が 0sec のときは、 CF_4 ガスの分圧は $5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ であり、太陽電池セルの最大出力 P_{max} は 142W 足らずであった。 SiH_4 ガスを 50sec 間導入すると、 CF_4 ガスの分圧は $2 \times 10^{-4}\text{Pa}$ まで減少し、 P_{max} は 143W にまで上昇した。 SiH_4 ガスをさらに供給すると、 CF_4 ガスの分圧は $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$ 付近まで急速に低下していき、 P_{max} は急速に上昇して 146W となった。 SiH_4 ガスをさらに供給すると、 CF_4 ガスの分圧は $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$ よりも低くなり、 P_{max} は 146W よりも大きくなった。このことから、＜排気＞の終了時における CF_4 ガスの分圧が $2 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下となるまで、好ましくは＜排気＞の終了時における CF_4 ガスの分圧が $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$ 以下となるまで、 SiH_4 ガスを供給して CF_4 ガスを還元することが好ましいと言える。

[0090] 一方、図4および図5に示すように、 SiH_4 ガスの供給時間を 450sec よりも長くして 600sec にすると、 CF_4 ガスの分圧は $3 \times 10^{-5}\text{Pa}$ まで低下したにもかかわらず、太陽電池セルの最大出力 P_{max} は却って低下を始めた。 SiH_4 ガスの供給時間が 700sec であるときには、 CF_4 ガスの分圧は $2.5 \times 10^{-5}\text{Pa}$ まで低下したにも関わらず、 P_{max} は 148W を下回った。 SiH_4 ガスの供給時間が 700sec である場合、 P_{max} は、 SiH_4 ガスの供給時間が 0sec である場合（ CF_4 ガスの分圧は $5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ であるの場合）の P_{max} よりも十分高かった。しかし、 SiH_4 ガスの供給時間が長ければ長いほど（ CF_4 ガスの分圧が低ければ低いほど）変換効率が向上するというわけではなく、 SiH_4 ガスの供給時間には最適範囲が存在していることが明らかになった。

[0091] この理由については、明らかではないが、以下のように推察することが出来る。光電変換装置を形成するとき、最初に形成されるp型シリコン膜にはアモルファスSi膜だけでなくアモルファスSiC膜を用いることがある。

なぜならば、ある程度のCを原料ガスに積極的に添加するほうが P_{max} が高くなる場合があることが知られているからである。本実施例では、p型シリコン膜を形成するときにはCの原料ガスを積極的に供給していないが、チャンバー内に残留するガスに含まれるCの一部が取り込まれた状態でp型シリコン膜が形成されたと予想される。そのため、 CF_4 ガスの分圧を必要以上に下げると、p型シリコン膜が形成される際に取り込まれるCの量が激減し、よって、 P_{max} が低下したと考えられる。 SiH_4 ガスの供給時間を長くすると、スループットが低下するという不具合も生じる。以上より、 P_{max} の低下防止とスループットの低下防止とを両立するという観点から、 CF_4 ガスの分圧の好適な範囲としては $2.5 \times 10^{-5} Pa$ 以上 $2 \times 10^{-4} Pa$ 以下が考えられる。

[0092] <実施例3>

実施例3においても、チャンバ2内の CF_4 ガスの分圧に着目した。そして、基板10をアノード電極4の上面上に設けた状態で SiH_4 ガスを供給したことを除いては上記実施例1と同様の方法にしたがって、 SiH_4 ガスの供給時間と CF_4 ガスの分圧との関係を調べた。

[0093] 上記実施例1における<基板の搬入>、<シリコン膜の形成>、<基板の搬出>および<ドライクリーニング>を行ってから、シリコン膜が形成されていない基板10をプラズマCVD装置1のチャンバ2内に搬入した。

[0094] ガス供給管5を介して SiH_4 ガスと H_2 ガスとをチャンバ2内に供給した。その後、上記実施例1における<排気>を行ってから、四重極型質量分析計を用いて SiH_4 ガスの各供給時間における CF_4 ガスの分圧を測定した。

[0095] 測定結果を図6に示す。図6は、 SiH_4 ガスの供給時間に対する CF_4 ガスの分圧の測定結果を示すグラフである。図6中のL21は図3中のL21であり、図6中のL51は本実施例の結果を示す。

[0096] 図6に示すように、 SiH_4 ガスの供給時間が0 (sec)であるとき、 CF_4 ガスの分圧は、基板10がアノード電極4の上面上に設けられた状態で SiH_4 ガスを供給する場合(L51)の方が、基板10がアノード電極4の上

面上に設けられていない状態で SiH_4 ガスを供給する場合（L 2 1）よりも低かった。このことから、アノード電極4のうち基板10が設けられた部分に存在する CF_4 ガスは四重極型質量分析計に検出されていないと考えられる。よって、基板10がアノード電極4の上面上に設けられた状態で SiH_4 ガスを供給すると、アノード電極4のうち基板10が設けられた部分に存在する CF_4 ガスは SiH_4 ガスに曝されず、よって、還元されないと考えられる。

[0097] 今回開示された実施の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説明ではなくて請求の範囲によって示され、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ことが意図される。

符号の説明

[0098] 1 CVD装置、2 チャンバ、3 カソード電極、4 アノード電極、5 ガス供給管、6 高周波発生源、7 排出管、10 基板、11 シリコン膜。

請求の範囲

- [請求項1] 基板をチャンバ内に搬入する第1の工程（S101）と、
 前記チャンバ内において前記基板の表面上に前記シリコン含有膜を形成する第2の工程（S102）と、
 前記シリコン含有膜が形成された基板を前記チャンバ内から搬出する第3の工程（S103）と、
 フッ素含有ガスを用いて前記チャンバ内をドライクリーニングする第4の工程（S104）と、
 還元ガスを前記チャンバ内に供給して前記チャンバ内に存在するフッ化物を還元する第5の工程（S105）と、
 前記チャンバの到達真空度がA（Pa）になるまで当該チャンバ内のガスを排出する第6の工程（S106）とを備え、
 前記第5の工程では、前記第6の工程の終了時における前記チャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.0 \times 10^{-4})$ Pa以下となるまで前記還元ガスを前記チャンバ内に供給するシリコン含有膜の製造方法。
- [請求項2] 前記第1の工程（S101）、前記第2の工程（S102）、前記第3の工程（S103）、前記第4の工程（S104）、前記第5の工程（S105）、および前記第6の工程（S106）を繰り返し行なう請求項1に記載のシリコン含有膜の製造方法。
- [請求項3] 前記第5の工程（S105）および前記第6の工程（S106）を前記第1の工程（S101）と前記第2の工程（S102）との間にも行なう請求項1または2に記載のシリコン含有膜の製造方法。
- [請求項4] 前記還元ガスは、 SiH_4 ガスを含む請求項1～3のいずれかに記載のシリコン含有膜の製造方法。
- [請求項5] 前記第5の工程（S105）を、
 前記還元ガスの供給時間が10秒以上1800秒以下である条件、

前記還元ガスの流量が 1000 sccm 以上 100000 sccm 以下である条件、および

前記チャンバの内圧が 300 Pa 以上 5000 Pa 以下である条件のうちの少なくとも1つの条件で実施する請求項1～4のいずれかに記載のシリコン含有膜の製造方法。

[請求項6] 前記第6の工程（S106）の後に、前記チャンバ内において水素プラズマ処理を行なう第7の工程（S107）をさらに備えている請求項1～5のいずれかに記載のシリコン含有膜の製造方法。

[請求項7] 前記第7の工程（S107）を、
前記水素プラズマ処理の処理時間が 1 sec 以上 10000 sec 以下である条件、

水素ガスの流量が 10000 sccm 以上 100000 sccm 以下である条件、

前記チャンバの内圧が 300 Pa 以上 800 Pa 以下である条件、

印加電力が 0.03 W/cm^2 以上 0.1 W/cm^2 以下であり、
且つデューティ比が5%以上50%以下であるパルス放電を行うという条件、および

前記基板を加熱するヒーターの温度が 20°C 以上 200°C 以下である条件のうちの少なくとも1つの条件で実施する請求項6に記載のシリコン含有膜の製造方法。

[請求項8] 前記第2の工程（S102）は、化学気相成長法にしたがって前記基板の表面上に前記シリコン含有膜を形成する請求項1～7のいずれかに記載のシリコン含有膜の製造方法。

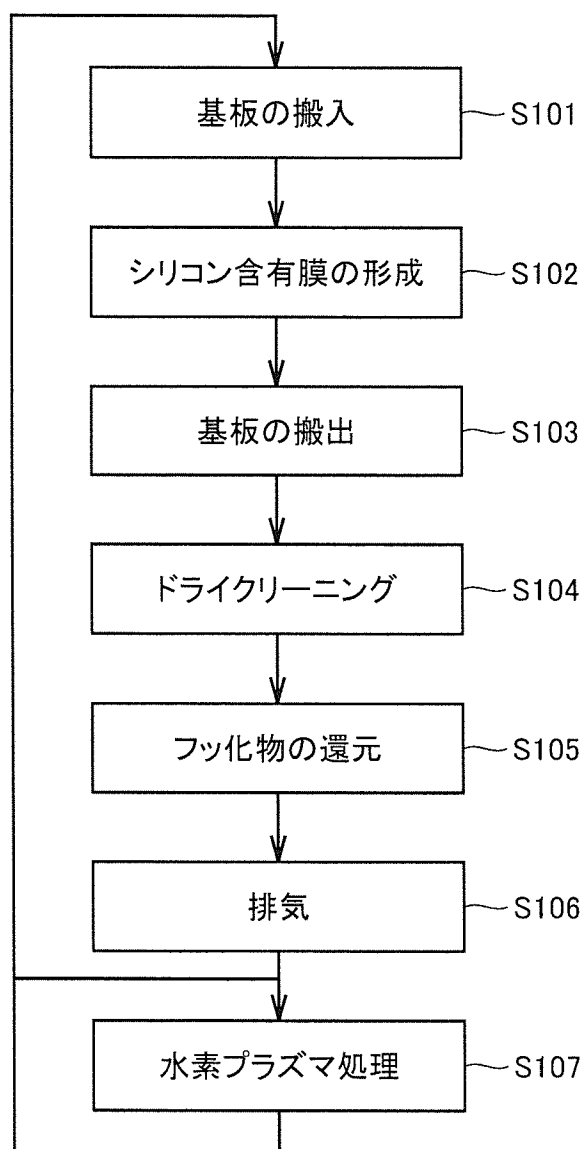
[請求項9] 請求項1～8のいずれかに記載のシリコン含有膜の製造方法を含む光電変換装置の製造方法。

[請求項10] 前記第5の工程では、前記第6の工程の終了時における前記チャンバ内の CF_4 ガスの分圧が $A \times (2.5 \times 10^{-5})\text{ Pa}$ 以上となるまで

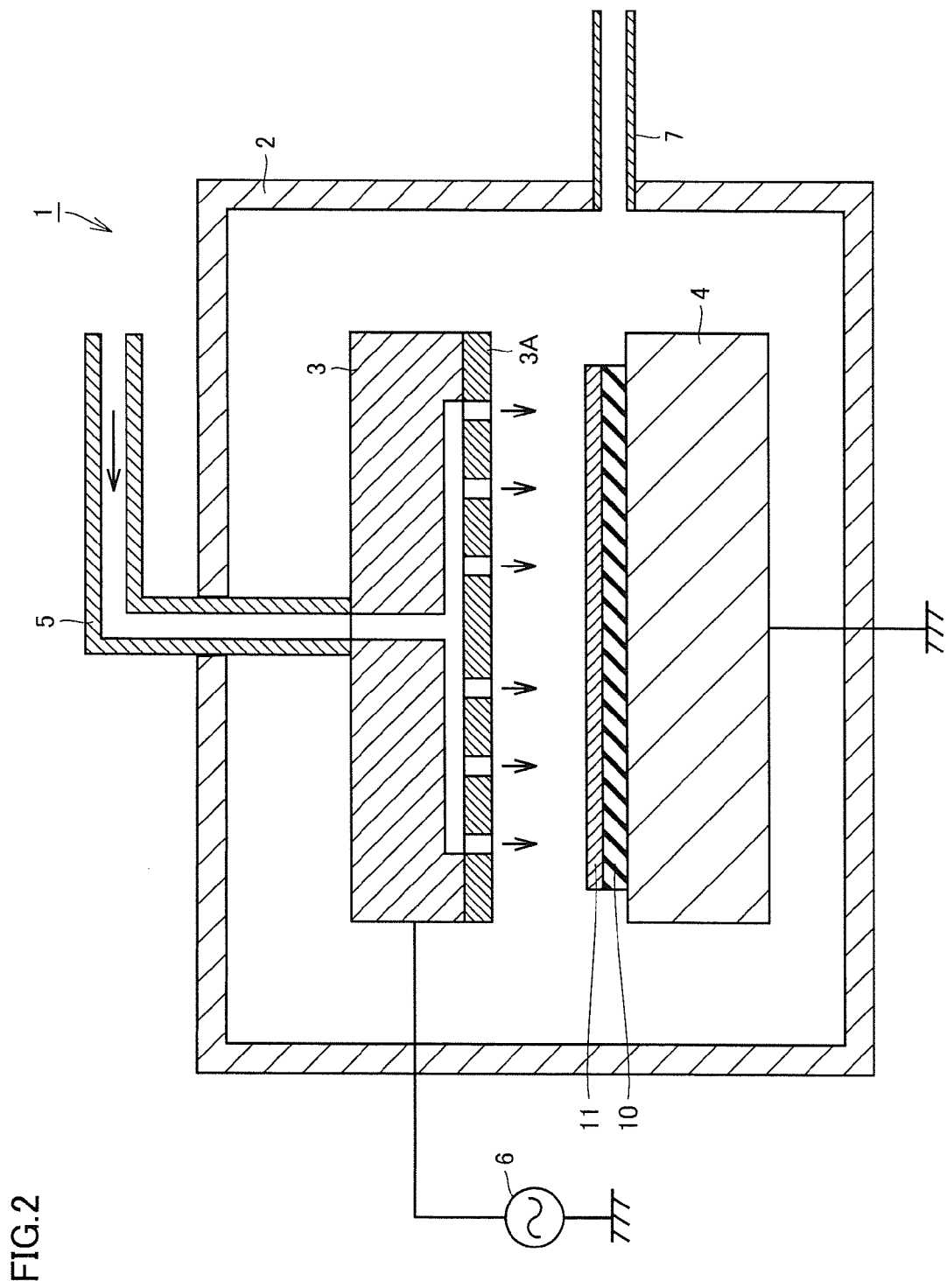
前記還元ガスを前記チャンバ内に供給する請求項 9 に記載の光電変換装置の製造方法。

[図1]

FIG.1

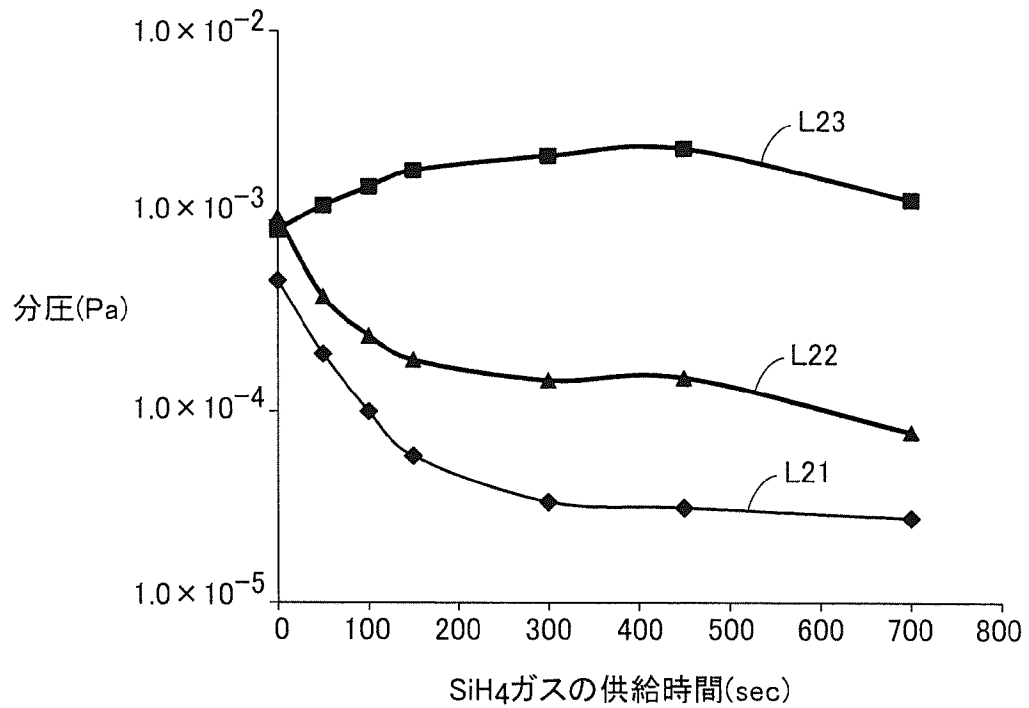


[図2]



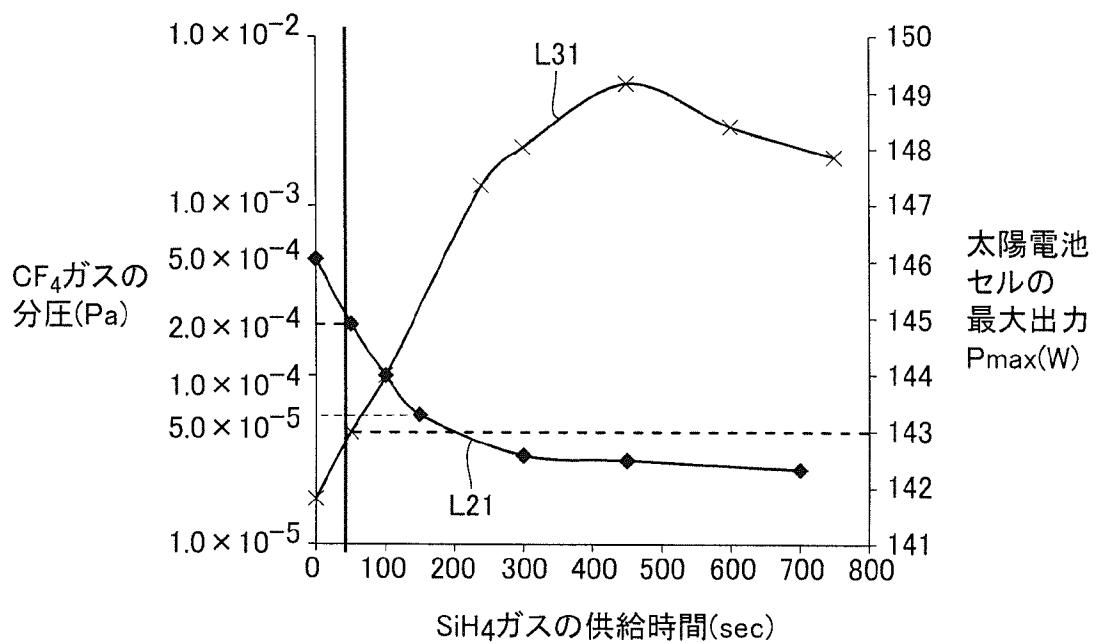
[図3]

FIG.3



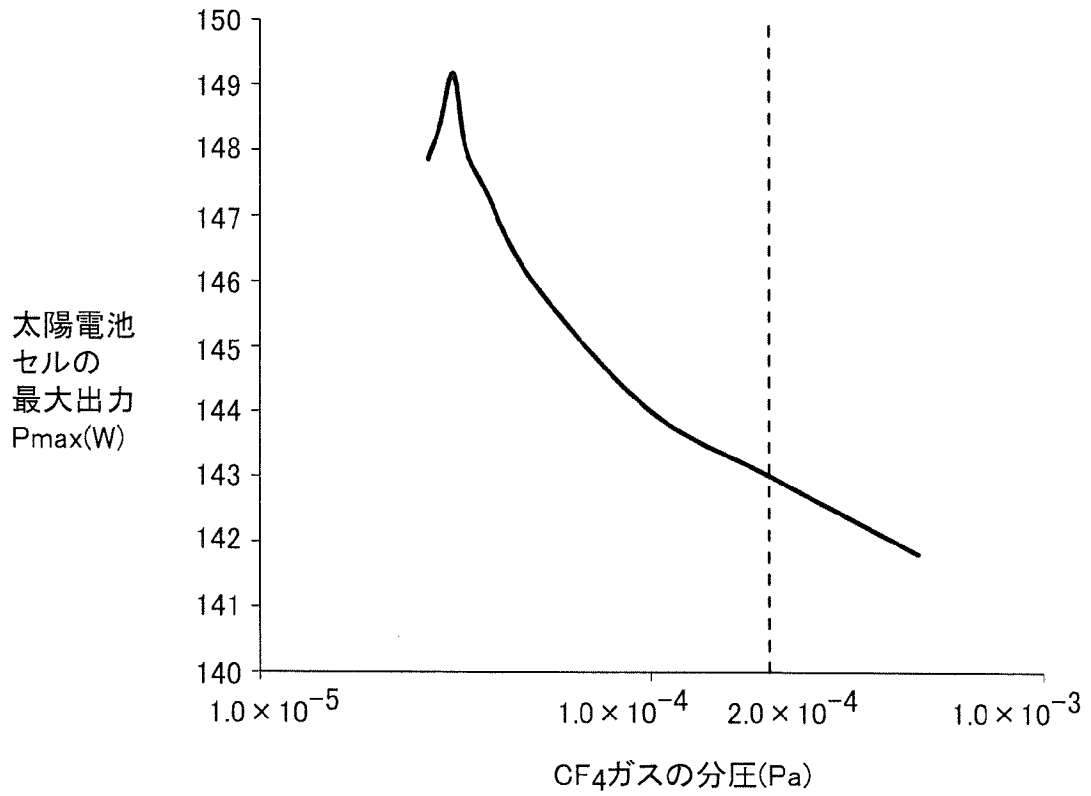
[図4]

FIG.4



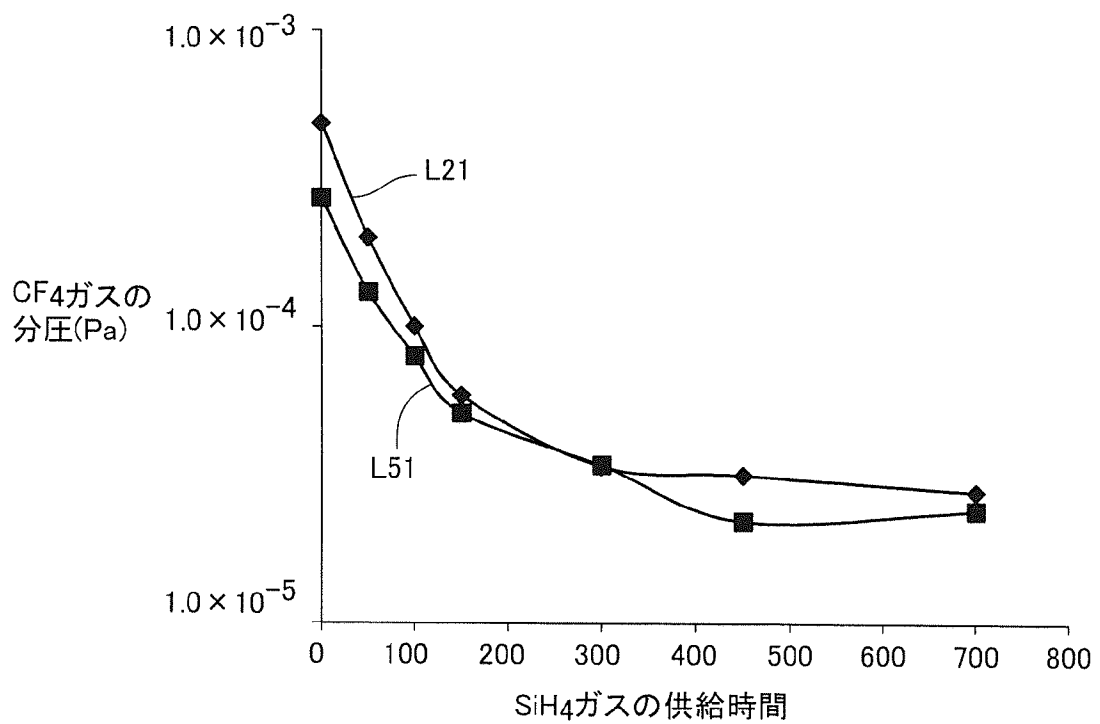
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, 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)

H01L21/205, H01L21/3065, 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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	WO 2011/013810 A1 (Ulvac, Inc.), 03 February 2011 (03.02.2011), paragraphs [0016] to [0057] (Family: none)	1-10
A	JP 10-172964 A (Applied Materials Inc.), 26 June 1998 (26.06.1998), paragraphs [0029] to [0252] & US 6019848 A & TW 412779 B & SG 99844 A	1-10
A	JP 9-186149 A (Fujitsu Ltd.), 15 July 1997 (15.07.1997), paragraphs [0009] to [0023] (Family: none)	1-10

☒ 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
13 August, 2012 (13.08.12)

Date of mailing of the international search report
28 August, 2012 (28.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064107

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 2004-207466 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 July 2004 (22.07.2004), paragraphs [0011] to [0060] (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/205 (2006.01)i, H01L21/3065 (2006.01)i, 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. H01L21/205, H01L21/3065, 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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
A	WO 2011/013810 A1 (株式会社アルバック) 2011.02.03, 【0016】～【0057】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 10-172964 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 1998.06.26, 【0029】～【0252】 & US 6019848 A & TW 412779 B & SG 99844 A	1-10
A	JP 9-186149 A (富士通株式会社) 1997.07.15, 【0009】～【0023】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2004-207466 A (松下電器産業株式会社) 2004.07.22, 【0011】～【0060】 (ファミリーなし)	1-10

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 3 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 8 . 2 0 1 2

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)

今井 淳一

4 R

9 0 5 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1