

(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
2018年12月6日(06.12.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/220907 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01) H01B 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/005743
- (22) 国際出願日: 2018年2月19日(19.02.2018)
- (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 2017-108354 2017年5月31日(31.05.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社アルバック (ULVAC, INC.)
[JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 須田 具和 (SUDA, Tomokazu);
〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 高橋 明久 (TAKAHASHI, Hirohisa); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 織井 雄一 (ORII, Yuichi); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5

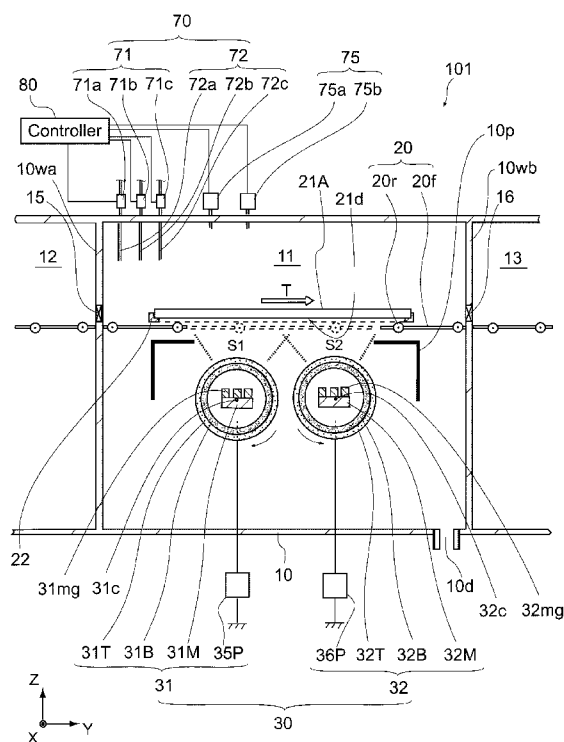
0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).
箱守 宗人 (HAKOMORI, Muneto); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 大森 純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052
東京都港区赤坂 7 - 5 - 4 7 U & M
赤坂ビル 2 F Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

(54) Title: FILM-FORMATION DEVICE AND FILM-FORMATION METHOD

(54) 発明の名称: 成膜装置及び成膜方法



(57) Abstract: [Problem] To stabilize water vapor partial pressure and further stabilize the film quality of a transparent conductive film. [Solution] A film formation device comprises a first vacuum chamber, a gas supply source, a film formation source, and a control device. In the first vacuum chamber, a reduced pressure state is maintained and a carrier for holding a substrate can be transported in and out. The gas supply source is capable of supplying a water vapor gas to the first chamber. The film formation source is disposed in the first vacuum chamber and is capable of generating a material of a transparent conductive film formed on the substrate. When the transparent conductive film is to be formed on the substrate, the control device controls the range of the water vapor partial pressure of the first vacuum chamber between a first partial pressure or higher and a second partial pressure or lower, which is higher than the first partial pressure.

(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, ST, 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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 【課題】水蒸気分圧を安定させ、透明導電膜の膜質をより安定させる。【解決手段】成膜装置は、第1真空室と、ガス供給源と、成膜源と、制御装置とを具備する。上記第1真空室においては、減圧状態が維持され、基板を保持するキャリアの搬入出が可能になっている。上記ガス供給源は、上記第1真空室に、水蒸気ガスを供給することができる。上記成膜源は、上記第1真空室に配置され、上記基板に形成される透明導電膜の材料を発生させることができる。上記制御装置は、上記透明導電膜が上記基板に形成される際に、上記第1真空室の水蒸気分圧を第1分圧以上で上記第1分圧よりも高い第2分圧以下の範囲に制御する。

明 細 書

発明の名称：成膜装置及び成膜方法

技術分野

[0001] 本発明は、成膜装置及び成膜方法に関する。

背景技術

[0002] タッチパネル等に利用される透明導電膜の成膜においては、一般的には、大面積成膜、膜膜質制御等に優れるスパッタリング法が採用される。スパッタリング法においては、透明導電膜における酸素欠損を抑制するために、真空容器内に酸素ガスを導入する場合がある（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 但し、実際の成膜プロセスでは、導入ガス以外のガスも真空容器内に存在する。このようなガスとしては、水蒸気があげられる。例えば、水蒸気は、処理室の内壁や真空室に設置された部品から放出する。水蒸気に対しては、予め真空容器を排気しながらベーキングしたり、成膜前に予備放電を行ったりすることにより、十分な脱ガス処理がなされる。

[0004] しかし、成膜装置の中には、定期的に基板を別の真空室から処理室に搬入したり、成膜処理が終了した基板を再び処理室から別の真空室に搬出したりするタイプのものがある。このような装置においては、別の真空室から搬入される新しい基板及び基板保持用のキャリアが改めて水蒸気源となる場合がある。さらに、基板及びキャリアの搬入出によって処理室が開放されると、別の真空室と処理室との間で水蒸気が移動する場合もある。

[0005] 従って、実際の成膜プロセスでは処理室における水蒸気分圧が安定せず、透明導電膜の膜質が成膜毎にばらつく場合がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2010/004937号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、処理室における水蒸気分圧を安定させ、透明導電膜の膜質がより安定する成膜装置及び成膜方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る成膜装置は、第1真空室と、ガス供給源と、成膜源と、制御装置とを具備する。上記第1真空室においては、減圧状態が維持され、基板を保持するキャリアの搬入出が可能になっている。上記ガス供給源は、上記第1真空室に、水蒸気ガスを供給することができる。上記成膜源は、上記第1真空室に配置され、上記基板に形成される透明導電膜の材料を発生させることができる。上記制御装置は、上記透明導電膜が上記基板に形成される際に、上記第1真空室の水蒸気分圧を第1分圧以上で上記第1分圧よりも高い第2分圧以下の範囲に制御する。

このような成膜装置によれば、上記第1真空室において上記ガス供給源以外から水蒸気が放出しても、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に制御される。これにより、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0009] 上記の成膜装置においては、上記第1真空室の上記水蒸気分圧は、上記ガス供給源から供給される上記水蒸気ガスによる分圧と、上記第1真空室の内壁、上記基板、上記キャリア及び上記成膜源の少なくともいずれかから放出する水蒸気ガスによる分圧とを含んでもよい。

このような成膜装置によれば、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記ガス供給源から供給される上記水蒸気ガスによる分圧と、上記第1真空室の内壁、上記基板、上記キャリア及び上記成膜源の少なくともいずれかから放出する水蒸気ガスによる分圧とを含んでも、上記第1真空室における上記水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に制御され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0010] 上記の成膜装置においては、上記制御装置は、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記第2分圧よりも低く上記第1分圧よりも高い第3分圧以下にな

った場合、上記第1真空室に上記ガス供給源によって上記水蒸気ガスを第1流量で供給する制御を行う。上記制御装置は、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記第3分圧よりも低く上記第1分圧よりも高い第4分圧以下になった場合、上記第1真空室に上記ガス供給源によって上記水蒸気ガスを上記第1流量よりも大きい第2流量で供給する制御を行う。上記制御装置は、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記第3分圧よりも大きくなった場合、上記第1真空室に上記ガス供給源によって上記水蒸気ガスを上記第1流量よりも小さい第3流量で供給する制御を行う。

このような成膜装置によれば、上記基板または上記キャリアから水蒸気が放出しても、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に収まるように第1真空室に水蒸気が導入され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0011] 上記の成膜装置においては、上記第1真空室に減圧状態で連結可能な第2真空室と、上記第2真空室と上記第1真空室との間で上記キャリアが移送される開口と、上記開口を開閉するバルブとをさらに備えてもよい。

このような成膜装置によれば、上記第2真空室と上記第1真空室との間で水蒸気が移動しても、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に収まるように第1真空室に水蒸気が導入され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0012] 上記の成膜装置においては、上記第2流量は、上記第1流量の100%よりも大きく110%以下であり、上記第3流量は、上記第1流量の90%以上で100%よりも小さくてもよい。

このような成膜装置によれば、上記基板または上記キャリアから水蒸気が放出しても、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に収まるように第1真空室に水蒸気が導入され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0013] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る成膜方法は、減圧状態が維持され基板を保持するキャリアの搬入出が可能な第1真空室に、水蒸気ガ

スを供給することを含む。上記第1真空室に配置された成膜源から透明導電膜材料が発生する。上記第1真空室の水蒸気分圧を第1分圧以上で上記第1分圧よりも高い第2分圧以下の範囲に制御して透明導電膜が上記基板に形成される。

このような成膜方法によれば、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に制御され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0014] 上記の成膜方法においては、上記第1真空室の上記水蒸気ガスとして、ガス供給源から供給される水蒸気ガスと、上記第1真空室の内壁、上記基板、上記キャリア及び上記成膜源の少なくともいずれかから放出する水蒸気ガスとを用いてもよい。

このような成膜方法によれば、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記ガス供給源から供給される上記水蒸気ガスと、上記第1真空室の内壁、上記基板、上記キャリア及び上記成膜源の少なくともいずれかから放出する水蒸気ガスとを含んでも、上記第1真空室における上記水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に制御され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0015] 上記の成膜方法においては、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記第2分圧よりも低く上記第1分圧よりも高い第3分圧以下になった場合、上記第1真空室に上記ガス供給源によって上記水蒸気ガスを第1流量で供給してもよく、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記第3分圧よりも低く上記第1分圧よりも高い第4分圧以下になった場合、上記第1真空室に上記ガス供給源によって上記水蒸気ガスを上記第1流量よりも大きい第2流量で供給してもよく、上記第1真空室の上記水蒸気分圧が上記第3分圧よりも大きくなった場合、上記第1真空室に上記ガス供給源によって上記水蒸気ガスを上記第1流量よりも小さい第3流量で供給してもよい。

このような成膜方法によれば、上記基板または上記キャリアから水蒸気が放出しても、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に収まるように第1真空室に水蒸気が導入され、透明導電膜の膜質

がより安定する。

[0016] 上記の成膜方法においては、上記第1真空室に減圧状態で連結可能な第2真空室を用いてもよく、上記第2真空室から開口を介して上記第1真空室に上記基板及び上記キャリアを搬入してもよく、上記第1真空室で上記基板にスパッタリング成膜をしてもよい。

このような成膜方法によれば、上記第2真空室と上記第1真空室との間で水蒸気が移動しても、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に収まるように第1真空室に水蒸気が導入され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0017] 上記の成膜方法においては、上記第2流量は、上記第1流量の100%よりも大きく120%以下であり、上記第3流量は、上記第1流量の80%以上で100%よりも小さくてもよい。

このような成膜方法によれば、上記基板または上記キャリアから水蒸気が放出しても、上記第1真空室における水蒸気分圧が第1分圧以上第2分圧以下の範囲に収まるように第1真空室に水蒸気が導入され、透明導電膜の膜質がより安定する。

発明の効果

[0018] 以上述べたように、本発明によれば、処理室内における水蒸気分圧を安定させ、透明導電膜の膜質がより安定する成膜装置及び成膜方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

[図2]水蒸気分圧と透明導電膜の抵抗率との関係の一例を示すグラフ図である。

[図3]第1真空室における水蒸気分圧が制御されるタイムチャート図である。

[図4]酸素分圧とITO膜の抵抗率との関係の一例を示すグラフ図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。各図面には、

X Y Z軸座標が導入される場合がある。

[0021] 図1は、本実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

[0022] 図1に示す成膜装置101は、真空容器10と、基板搬送機構20と、成膜源30と、ガス供給源70と、圧力計75と、制御装置80とを具備する。

[0023] 真空容器10は、第1真空室11、第2真空室12及び第3真空室13を有する。図1では、第2真空室12及び第3真空室13のそれぞれの一部が示されている。また、真空室の数は、3つとは限らず、2個以下、あるいは、4個以上でもよい。

[0024] 第1真空室11、第2真空室12及び第3真空室13のそれぞれは、減圧状態を維持することが可能である。例えば、第1真空室11内のガスは、排気口10dを通じてターボ分子ポンプ等の排気機構によって外部に排気される。第2真空室12及び第3真空室13のそれぞれについても、排気機構によって減圧状態が維持される。排気機構には、ターボ分子ポンプの上流にクライオトラップが設けられてもよい。

[0025] 図1の例では、連続式（例えば、インライン式）の成膜装置101が示されている。例えば、第2真空室12は、第1真空室11に減圧状態で連結可能になっている。第3真空室13は、第1真空室11に減圧状態で連結可能になっている。真空容器10においては、側壁10waにバルブ15が設けられ、側壁10wbにバルブ16が設けられている。

[0026] 例えば、バルブ15が開状態になると、第2真空室12と第1真空室11との間に開口が形成され、バルブ15が閉状態になると、第2真空室12と第1真空室11との間の開口が閉じられる。バルブ16が開状態になると、第1真空室11と第3真空室13との間に開口が形成され、バルブ16が閉状態になると、第1真空室11と第3真空室13との間の開口が閉じられる。

[0027] 第1真空室11は、成膜装置101における成膜可能な処理室として機能する。例えば、バルブ15が開状態となり、基板21及び基板21を支持す

るキャリア（基板ホルダ）２２が第２真空室１２から開口を介して第１真空室１１に搬入されて、バルブ１５が閉状態となると、第１真空室１１で基板２１にスパッタリング成膜がなされる。スパッタリング成膜が終了すると、バルブ１６が開状態になり、基板２１及びキャリア２２が第１真空室１１から開口を介して第３真空室１３に搬出される。

[0028] 基板２１は、例えば、平面形状が矩形のガラス基板を含む。基板２１が成膜源３０に対向する面は、成膜面２１ｄである。

[0029] 基板搬送機構２０は、基板２１を第１真空室１１に搬入したり、第１真空室１１外に搬出したりする。例えば、基板搬送機構２０は、ローラ回転機構２０ｒ及びフレーム部２０ｆを有する。ローラ回転機構２０ｒは、フレーム部２０ｆによって支持されている。そして、ローラ回転機構２０ｒ上に、基板２１及びキャリア２２が載置されると、ローラ回転機構２０ｒが自転することにより、基板２１及びキャリア２２がバルブ１５からバルブ１６に向けてスライド移送される。

[0030] 第１真空室１１における基板２１の搬入出は、例えば、自動的に行われる。また、成膜装置１０１で成膜処理がなされる基板の枚数は、一枚とは限らない。例えば、成膜装置１０１に仕込まれた複数の基板２１が第１真空室１１で定期的にな枚ずつ成膜処理がなされる。これにより、バルブ１５、１６のいずれかは、定期的に関閉する。

[0031] 成膜源３０は、第１成膜源３１及び第２成膜源３２を有する。第１成膜源３１は、第１ターゲット３１Ｔ、第１バックグチューブ３１Ｂ、第１磁気回路３１Ｍ及び第１電源３５Ｐを有する。第２成膜源３２は、第２ターゲット３２Ｔ、第２バックグチューブ３２Ｂ、第２磁気回路３２Ｍ及び第２電源３６Ｐを有する。第１ターゲット３１Ｔ及び第２ターゲット３２Ｔは、いわゆるロータリーターゲットである。

[0032] 第１ターゲット３１Ｔは、第１バックグチューブ３１Ｂに支持される。第１磁気回路３１Ｍは、第１ターゲット３１Ｔ内に配置されているとともに、第１バックグチューブ３１Ｂ内に配置される。第２ターゲット３２Ｔは

、第2バックリングチューブ32Bに支持される。第2磁気回路32Mは、第2ターゲット32T内に配置されているとともに、第2バックリングチューブ32B内に配置される。第1バックリングチューブ31B及び第2バックリングチューブ32Bのそれぞれの内部には、冷却媒体が流れる流路（不図示）が設けられてもよい。

[0033] 第1ターゲット31Tと第2ターゲット32Tとは、基板21に対向する。第1ターゲット31Tと第2ターゲット32Tとは基板21の搬送方向（矢印T（Y軸方向））に沿って配置されている。第1ターゲット31Tの中心軸31cは、第1ターゲット31Tの長手方向（X軸方向）に平行である。第2ターゲット32Tの中心軸32cは、第2ターゲット32Tの長手方向（X軸方向）に平行である。

[0034] 第1ターゲット31T、第1バックリングチューブ31B、第2ターゲット32T及び第2バックリングチューブ32Bのそれぞれは、円筒型である。但し、第1ターゲット31T、第1バックリングチューブ31B、第2ターゲット32T及び第2バックリングチューブ32Bのそれぞれは、円筒型に限らず、円板型であってもよい。

[0035] 第1ターゲット31Tの中心軸31cは、基板21の搬送方向Tに対して交差している。第2ターゲット32Tの中心軸32cは、基板21の搬送方向に対して交差している。例えば、中心軸31c、32cのそれぞれは、Y軸方向に対して直交し、X軸方向に対して平行である。第1ターゲット31Tは、中心軸31cを軸に回転可能に構成されている。第2ターゲット32Tは、中心軸32cを軸に回転可能に構成されている。

[0036] 第1ターゲット31Tの材料は、第2ターゲット32Tの材料と同じでもよく、異なってもよい。例えば、第1ターゲット31T及び第2ターゲット32Tのそれぞれは、ITO（酸化インジウムスズ（酸化スズ含有量：1wt%以上15wt%以下））を含む。ITOにおける酸化スズの含有量は、一例であり、この値に限らない。なお、基板搬送機構20と成膜源30との間には、防着板10pが設けられている。

[0037] 成膜装置 101 において、第 1 磁気回路 31M は、中心軸 31c を軸に回転可能に構成され、第 2 磁気回路 32M は、中心軸 32c を軸に回転可能に構成されてもよい。これにより、第 1 磁気回路 31M から第 1 ターゲット 31T の表面に漏洩する磁力線（第 1 ターゲット 31T の表面に沿って形成される磁場）の位置が可変となるように構成される。さらに、第 2 磁気回路 32M から第 2 ターゲット 32T の表面に漏洩する磁力線（第 2 ターゲット 32T の表面に沿って形成される磁場）の位置が可変となるように構成される。

[0038] 図 1 の例では、例えば、第 1 磁気回路 31M 及び第 2 磁気回路 32M のそれぞれがターゲットを介して基板 21 に対向するように配置されている。これにより、第 1 ターゲット 31T の表面における磁束密度は、第 1 ターゲット 31T と基板 21 との間で高くなる。さらに、第 2 ターゲット 32T の表面における磁束密度は、第 2 ターゲット 32T と基板 21 との間で高くなる。

[0039] 成膜装置 101 において、真空容器 10 内に放電用ガスが導入され、第 1 ターゲット 31T に第 1 電源 35P から電圧が印加されると、第 1 ターゲット 31T とアース部（真空容器 10、基板搬送機構 20、キャリア 22 及び防着板 10p 等）との間で放電用ガスが電離し、第 1 ターゲット 31T とアース部との間にプラズマが発生する。さらに、第 2 ターゲット 32T に第 2 電源 36P から電圧が印加されると、第 2 ターゲット 32T とアース部との間で放電用ガスが電離し、第 2 ターゲット 32T とアース部との間にプラズマが発生する。

[0040] 各ターゲットに供給される電圧は、直流電圧または交流電圧である。交流電圧の周波数は、10kHz 以上 300MHz 以下（例えば、13.56MHz）である。

[0041] 第 1 ターゲット 31T 及び第 2 ターゲット 32T のそれぞれから放出するスパッタリング粒子は、基板 21 の成膜面 21d に到達する。これにより、成膜面 21d には、第 1 ターゲット 31T からスパッタリングされたスパッ

タリング粒子 S 1 と、第 2 ターゲット 3 2 T からスパッタリングされたスパッタリング粒子 S 2 とが混合した層（例えば、透明導電膜）が形成される。

[0042] ガス供給源 7 0 は、流量調整器 7 1 及びガスノズル 7 2 を有する。流量調整器 7 1 は、第 1 流量調整器 7 1 a、第 2 流量調整器 7 1 b 及び第 3 流量調整器 7 1 c を有する。ガスノズル 7 2 は、第 1 ガスノズル 7 2 a、第 2 ガスノズル 7 2 b 及び第 3 ガスノズル 7 2 c を有する。第 1 流量調整器 7 1 a、第 2 流量調整器 7 1 b 及び第 3 流量調整器 7 1 c のそれぞれは、制御装置 8 0 によって制御されている。流量調整器 7 1 及びガスノズル 7 2 のそれぞれの数は、図示された数に限らない。

[0043] 第 1 真空室 1 1 には、ガス供給源 7 0 によって真空容器 1 0 内に放電用ガスが供給される。放電用ガスは、例えば、アルゴン、ヘリウム等の希ガス、酸素 (O_2)、水蒸気 (H_2O) 等である。例えば、希ガスは、第 1 流量調整器 7 1 a 及び第 1 ガスノズル 7 2 a によって第 1 真空室 1 1 に供給される。酸素は、第 2 流量調整器 7 1 b 及び第 2 ガスノズル 7 2 b によって第 1 真空室 1 1 に供給される。水蒸気は、第 3 流量調整器 7 1 c 及び第 3 ガスノズル 7 2 c によって第 1 真空室 1 1 に供給される。

[0044] 圧力計 7 5 は、第 1 圧力計 7 5 a 及び第 2 圧力計 7 5 b を有する。例えば、第 1 真空室 1 1 の全圧は、第 1 圧力計 7 5 a によって計測され、第 1 真空室 1 1 の水蒸気分圧は、第 2 圧力計 7 5 b によって計測される。例えば、第 1 圧力計 7 5 a は、電離真空計であり、第 2 圧力計 7 5 b は、質量分析計である。第 1 圧力計 7 5 a 及び第 2 圧力計 7 5 b のそれぞれによって計測された測定値は、制御装置 8 0 に送られる。

[0045] 成膜装置 1 0 1 の成膜方法（動作）について説明する。

[0046] 成膜装置 1 0 1 においては、ガス供給源 7 0 が第 1 真空室 1 1 に水蒸気ガスを供給する水蒸気ガス供給源となっている。しかし、成膜装置 1 0 1 においては、ガス供給源 7 0 以外の部分が水蒸気源となる場合がある。

[0047] 例えば、成膜装置 1 0 1 においては、真空容器 1 0、防着板 1 0 p、基板搬送機構 2 0、基板 2 1、キャリア 2 2 及び成膜源 3 0 の少なくともいずれ

かの表面からは、極微量な水蒸気ガスが放出する場合がある。

[0048] 例えば、成膜装置 101 では、定期的に新しい基板 21 及びキャリア 22 が第 1 真空室 11 に搬入される。これにより、成膜処理毎に、新しく搬入された基板 21 及びキャリア 22 が水蒸気源となる場合がある。

[0049] また、成膜開始前に予め真空容器 10、防着板 10p 及び基板搬送機構 20 等に対してベーキング処理（脱ガス処理）を行ったとしても、放電開始によって真空容器 10、防着板 10p 及び基板搬送機構 20 等がプラズマによって再び温められると、真空容器 10、防着板 10p 及び基板搬送機構 20 等のそれぞれの表面から水蒸気ガスが放出する場合がある。

[0050] 特に、基板 21 が大型基板（例えば、平面サイズ：1500mm×1850mm 以上）であるとき、基板 21 を支持するキャリア 22、キャリア 22 を搬送する基板搬送機構 20 及び防着板 10p も大型になる。これにより、基板 21、キャリア 22、基板搬送機構 20 及び防着板 10p のそれぞれの表面から放出する水蒸気ガスが無視できなくなる。さらに、基板搬送によってバルブ 15、16 が開状態になると、第 2 真空室 12 と第 1 真空室 11 との間で水蒸気が移動したり、第 3 真空室 12 と第 1 真空室 11 との間で水蒸気が移動したりする場合がある。

[0051] 従って、第 1 真空室 11 にガス供給源 70 によって一定流量の水蒸気ガスを供給しても、ガス供給源 70 以外から放出する水蒸気ガスが加わり、第 1 真空室 11 の水蒸気分圧がばらつく場合がある。そして、第 1 真空室 11 の水蒸気分圧がばらつくと、透明導電膜の酸素欠損の程度がばらついて、透明導電膜の膜質（例えば、抵抗率）がばらつく場合がある。

[0052] 例えば、図 2 は、水蒸気分圧と透明導電膜の抵抗率との関係の一例を示すグラフ図である。

[0053] 成膜条件は、以下の通りである。

ターゲット材：酸化インジウム（95wt%）／酸化スズ（5wt%）

電力：6W/cm²（DC 電源）

放電ガス：アルゴン／水蒸気

全圧：0.4 Pa

水蒸気流量／（アルゴン流量＋水蒸気流量）：0%以上4%以下

水蒸気分圧：0 Pa以上0.018 Pa以下

基板温度：37℃

膜アニール：120℃、60分

[0054] 図2には、ガラス基板上に成膜したITO膜の結果（ITO Layer/Glass）と、ガラス基板上に、IM（Index Matched）膜を介して成膜したITO膜の結果（ITO Layer/IM Layer/Glass）が示されている。図2に示すように、水蒸気分圧に応じて、ITO膜の抵抗率が変化することが分かる。

[0055] このばらつきを抑制するためには、第1真空室11の水蒸気分圧（ P_{H_2O} ）がガス供給源70から供給される水蒸気ガスによる分圧と、ガス供給源70以外から放出する水蒸気ガスによる分圧とを含んでいることを前提として、第1真空室11に存在する全水蒸気量を制御する必要がある。

[0056] 本実施形態における水蒸気分圧（ P_{H_2O} ）の制御方法を説明する。

[0057] 図3は、第1真空室における水蒸気分圧が制御されるタイムチャート図である。横軸は、時間（規格値）であり、左縦軸は、水蒸気分圧（規格値）であり、右縦軸は、ガス供給源70からの水蒸気流量（規格値）である。

[0058] 成膜装置101においては、第1真空室11で基板21に透明導電膜が形成される際に、制御装置80が第2圧力計75bにより測定された水蒸気分圧（ P_{H_2O} ）に応じて、ガス供給源70から第1真空室11に供給する水蒸気の流量を制御する。例えば、透明導電膜の成膜中に、制御装置80は、第1真空室11の水蒸気分圧を第1分圧（ P_1 ）以上第2分圧（ P_2 ）以下の範囲に制御する。ここで、第2分圧（ P_2 ）は、第1分圧（ P_1 ）よりも高い分圧であるとする。

[0059] 例えば、成膜装置101の第1真空室11に、別の真空室から基板21及びキャリア22が第1真空室11に移送されたとする。続いて、排気機構によって第1真空室11が真空排気される。これにより、第1真空室11の水蒸気分圧（ P_{H_2O} ）が徐々に減少する（図3：A区間）。この段階では、ガス

供給源 70 によって第 1 真空室 11 に水蒸気が供給されない。

[0060] 次に、第 1 真空室 11 の水蒸気分圧 (P_{H_2O}) が第 3 分圧 (P_3) 以下になった場合、制御装置 80 は、第 1 真空室 11 にガス供給源 70 によって水蒸気ガスを第 1 流量 (F_1) で供給する制御を行う。ここで、第 3 分圧 (P_3) は、第 2 分圧 (P_2) よりも低く第 1 分圧 (P_1) よりも高い分圧である。

[0061] 次に、第 1 真空室 11 の水蒸気分圧 (P_{H_2O}) が第 4 分圧 (P_4) 以下になった場合、制御装置 80 は、第 1 真空室 11 にガス供給源 70 によって水蒸気ガスを第 1 流量 (F_1) よりも大きい第 2 流量 (F_2) で供給する制御を行う。ここで、第 4 分圧 (P_4) は、第 3 分圧 (P_3) よりも低く第 1 分圧 (P_1) よりも高い分圧である。

[0062] 次に、第 1 真空室 11 の水蒸気分圧 (P_{H_2O}) が第 3 分圧 (P_3) よりも大きくなった場合、制御装置 80 は、第 1 真空室 11 にガス供給源 70 によって水蒸気を第 1 流量 (F_1) よりも小さい第 3 流量 (F_3) で供給する制御を行う。

[0063] 一例として、第 1 分圧 (P_1) は、 $8 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以上 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下であり、第 4 分圧 (P_4) は、 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以上 $5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下であり、第 3 分圧 (P_3) は、 $5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以上 $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以下であり、第 2 分圧 (P_2) は、 $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以上 $2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以下である。第 2 流量 (F_2) は、第 1 流量 (F_1) の 100% よりも大きく 120% 以下の流量である。例えば、第 2 流量 (F_2) は、第 1 流量 (F_1) の 110% の流量である。第 3 流量 (F_3) は、第 1 流量 (F_1) の 80% 以上で 100% よりも小さい流量である。例えば、第 3 流量 (F_3) は、第 1 流量 (F_1) の 90% の流量である。

[0064] 透明導電膜の成膜は、水蒸気分圧が第 1 分圧 (P_1) 以上第 2 分圧 (P_2) 以下の範囲に収まった状態 (図 3 : B 区間) で遂行される。このような制御を行えば、第 1 真空室 11 の水蒸気分圧が第 1 分圧 (P_1) 以上第 2 分圧 (P_2) 以下の範囲に確実に制御されて、透明導電膜の膜質 (例えば、抵抗

率)のばらつきが抑制される。

[0065] このように、本実施形態では、基板 21 及びキャリア 22 の搬入出が可能な第 1 真空室 11 に、水蒸気ガスを供給し、第 1 真空室 11 に配置された成膜源 30 から、透明導電膜材料を発生させる。そして、第 1 真空室 11 の水蒸気分圧 (P_{H_2O}) を第 1 分圧 (P_1) 以上第 2 分圧 (P_2) 以下の範囲に制御して透明導電膜を基板 21 に形成する。

[0066] このような成膜装置 101 によれば、第 1 真空室 11 において、改めて、ガス供給源 70 以外から水蒸気が放出しても、第 1 真空室 11 における水蒸気分圧 (P_{H_2O}) が第 1 分圧 (P_1) 以上第 2 分圧 (P_2) 以下の範囲に制御され、透明導電膜の膜質がより安定する。

[0067] さらに、水蒸気分圧を適格に制御すると、透明導電膜の特性としてさらなる効果が得られた。

[0068] 図 4 (a) 及び図 4 (b) は、酸素分圧と ITO 膜の抵抗率との関係の一例を示すグラフ図である。但し、図 4 (b) には、ITO の成膜中に、水蒸気ガスが添加された場合の例が示されている。

[0069] 成膜条件は、以下の通りである。なお、図中の白抜きの三角マークについては、成膜後に 120℃、60 分の膜アニールが施されている。

ターゲット材：酸化インジウム (95 wt %) / 酸化スズ (5 wt %)

電力：6 kW / m (DC 電源)

放電ガス：アルゴン / 酸素 (図 4 (a))、アルゴン / 酸素 / 水蒸気 (図 4 (b))

全圧：0.4 Pa

酸素分圧：0.004 Pa 以上 0.023 Pa 以下

水蒸気分圧：0.009 Pa (図 4 (b))

基板温度：37℃

[0070] 図 4 (a) に示すように、酸素分圧に応じて、ITO 膜の抵抗率が変化している。例えば、図 4 (a) では、酸素分圧が 0.004 Pa から 0.018 Pa まで上昇すると、ITO 膜の抵抗率が下がっている。但し、酸素分圧

が0.018Paを超えると、ITO膜の抵抗率が再び上昇する傾向にある。このような抵抗率の変化は、例えば、一つの要因として、酸素欠損によって電子移動度が低下したり、逆に酸素欠損によってキャリアが増加したりすることによる。また、成膜後のITO膜にアニール処理を施すと、ITO膜の抵抗率がさらに下がる傾向にある。これは、アニール処理により、ITO膜の結晶化が進行して、ITO膜の抵抗率がさらに下がったと考えられる。

[0071] 一方、成膜中の添加ガスとして、酸素とともに水蒸気を添加すると、図4(b)に示すように、ITO膜の抵抗率がさらに下がった。この要因の1つとして、成膜中に水蒸気を添加すると、ITO膜における微結晶化が抑制される、と推測している。このことを裏付けるように、水蒸気を添加したITO膜にアニール処理を施すと、その抵抗率がさらに下がった。これは、水蒸気添加によってITO膜の微結晶化が予め抑制されたので、アニール処理によりITO膜の結晶化がさらに進行した、と推測している。

[0072] このように、ITO膜形成において、水蒸気分圧を調整にすることにより、ITO膜の抵抗率の選択幅が広がることが分かった。

[0073] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態にのみ限定されるものではなく種々変更を加え得ることは勿論である。

符号の説明

- [0074] 10…真空容器
10wa、10wb…側壁
10p…防着板
10d…排気口
11…第1真空室
12…第2真空室
13…第3真空室
15、16…バルブ
20…基板搬送機構
20r…ローラ回転機構

2 0 f … フレーム部
2 1 … 基板
2 1 d … 成膜面
2 2 … キャリア
3 0 … 成膜源
3 1 … 第 1 成膜源
3 1 M … 第 1 磁気回路
3 1 T … 第 1 ターゲット
3 1 B … 第 1 バックリングチューブ
3 2 … 第 2 成膜源
3 2 M … 第 2 磁気回路
3 2 B … 第 2 バックリングチューブ
3 2 T … 第 2 ターゲット
3 1 c、3 2 c … 中心軸
3 5 P … 第 1 電源
3 6 P … 第 2 電源
7 0 … ガス供給源
7 1 … 流量調整器
7 1 b … 第 1 流量調整器
7 1 a … 第 2 流量調整器
7 1 c … 第 3 流量調整器
7 2 … ガスノズル
7 2 a … 第 1 ガスノズル
7 2 b … 第 2 ガスノズル
7 2 c … 第 3 ガスノズル
7 5 … 圧力計
7 5 a … 第 1 圧力計
7 5 b … 第 2 圧力計

8 0 …制御装置

1 0 1 …成膜装置

請求の範囲

- [請求項1] 減圧状態が維持され、基板を保持するキャリアの搬入出が可能な第1真空室と、
- 前記第1真空室に、水蒸気ガスを供給することが可能なガス供給源と、
- 前記第1真空室に配置され、前記基板に形成される透明導電膜の材料を発生させることが可能な成膜源と、
- 前記透明導電膜が前記基板に形成される際に、前記第1真空室の水蒸気分圧を第1分圧以上で前記第1分圧よりも高い第2分圧以下の範囲に制御する制御装置と
- を具備する成膜装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の成膜装置であって、
- 前記第1真空室の前記水蒸気分圧は、前記ガス供給源から供給される前記水蒸気ガスによる分圧と、前記第1真空室の内壁、前記基板、前記キャリア及び前記成膜源の少なくともいずれかから放出する水蒸気ガスによる分圧とを含む
- 成膜装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の成膜装置であって、
- 前記制御装置は、前記第1真空室の前記水蒸気分圧が前記第2分圧よりも低く前記第1分圧よりも高い第3分圧以下になった場合、前記第1真空室に前記ガス供給源によって前記水蒸気ガスを第1流量で供給し、前記第1真空室の前記水蒸気分圧が前記第3分圧よりも低く前記第1分圧よりも高い第4分圧以下になった場合、前記第1真空室に前記ガス供給源によって前記水蒸気ガスを前記第1流量よりも大きい第2流量で供給し、前記第1真空室の前記水蒸気分圧が前記第3分圧よりも大きくなった場合、前記第1真空室に前記ガス供給源によって前記水蒸気ガスを前記第1流量よりも小さい第3流量で供給する制御を行う

成膜装置。

[請求項4]

請求項1～3のいずれか1つに記載の成膜装置であって、
前記第1真空室に減圧状態で連結可能な第2真空室と、
前記第2真空室と前記第1真空室との間で前記キャリアが移送される開口と、
前記開口を開閉するバルブとをさらに備えた
成膜装置。

[請求項5]

請求項3または4に記載の成膜装置であって、
前記第2流量は、前記第1流量の100%よりも大きく120%以下であり、
前記第3流量は、前記第1流量の80%以上で100%よりも小さい
成膜装置。

[請求項6]

減圧状態が維持され基板を保持するキャリアの搬入出が可能な第1真空室に、水蒸気ガスを供給し、
前記第1真空室に配置された成膜源から透明導電膜材料を発生させ、
前記第1真空室の水蒸気分圧を第1分圧以上で前記第1分圧よりも高い第2分圧以下の範囲に制御して透明導電膜を前記基板に形成する
成膜方法。

[請求項7]

請求項6に記載の成膜方法であって、
前記第1真空室の前記水蒸気ガスとして、ガス供給源から供給される水蒸気ガスと、前記第1真空室の内壁、前記基板、前記キャリア及び前記成膜源の少なくともいずれかから放出する水蒸気ガスとを用いる
成膜方法。

[請求項8]

請求項6または8に記載の成膜方法であって、
前記第1真空室の前記水蒸気分圧が前記第2分圧よりも低く前記第

1 分圧よりも高い第 3 分圧以下になった場合、前記第 1 真空室に前記ガス供給源によって前記水蒸気ガスを第 1 流量で供給し、前記第 1 真空室の前記水蒸気分圧が前記第 3 分圧よりも低く前記第 1 分圧よりも高い第 4 分圧以下になった場合、前記第 1 真空室に前記ガス供給源によって前記水蒸気ガスを前記第 1 流量よりも大きい第 2 流量で供給し、前記第 1 真空室の前記水蒸気分圧が前記第 3 分圧よりも大きくなった場合、前記第 1 真空室に前記ガス供給源によって前記水蒸気ガスを前記第 1 流量よりも小さい第 3 流量で供給する

成膜方法。

[請求項9]

請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 つに記載の成膜方法であって、

前記第 1 真空室に減圧状態で連結可能な第 2 真空室を用い、

前記第 2 真空室から開口を介して前記第 1 真空室に、前記基板及び前記キャリアを搬入し、

前記第 1 真空室で前記基板にスパッタリング成膜をする

成膜方法。

[請求項10]

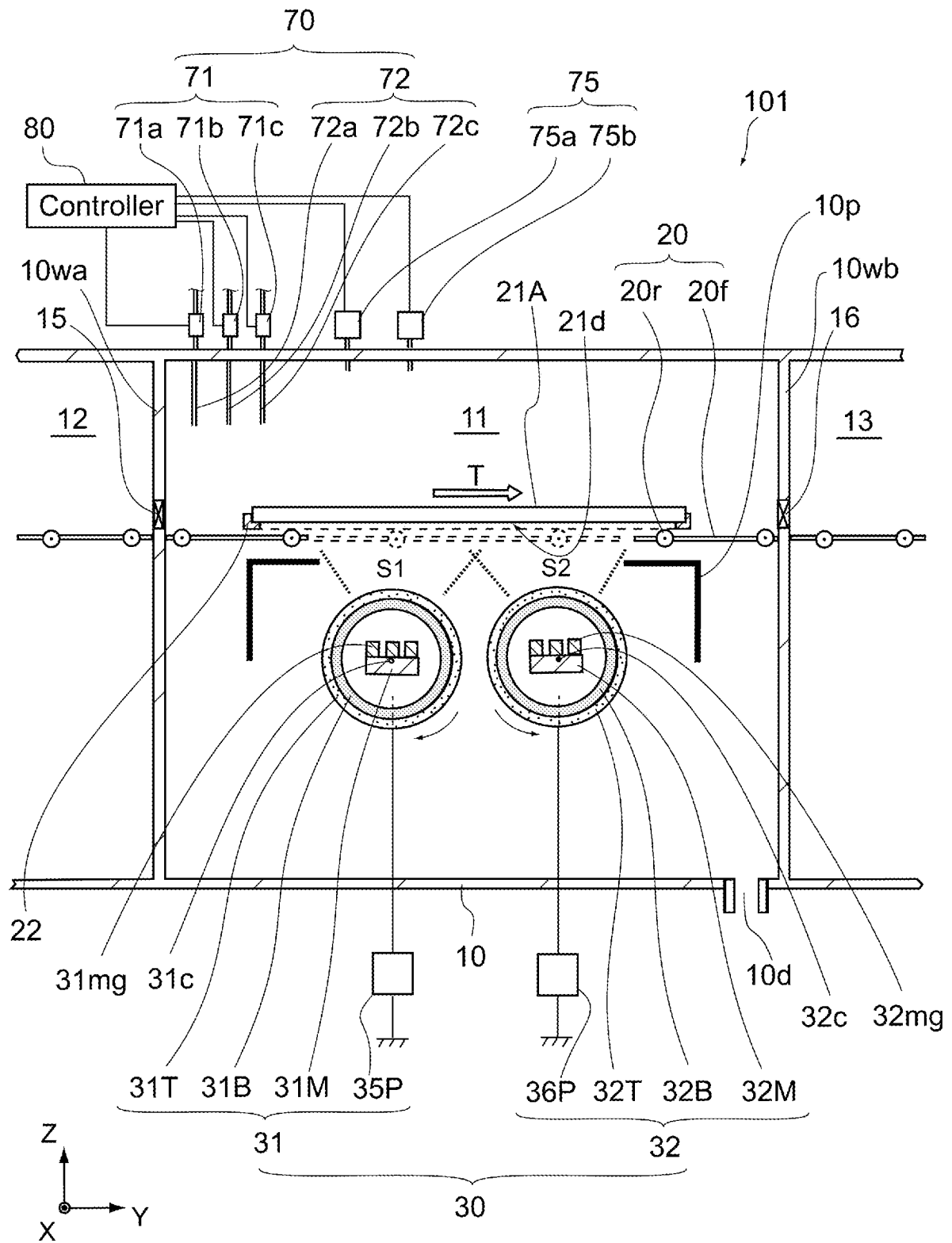
請求項 8 または 9 に記載の成膜方法であって、

前記第 2 流量は、前記第 1 流量の 100% よりも大きく 120% 以下であり、

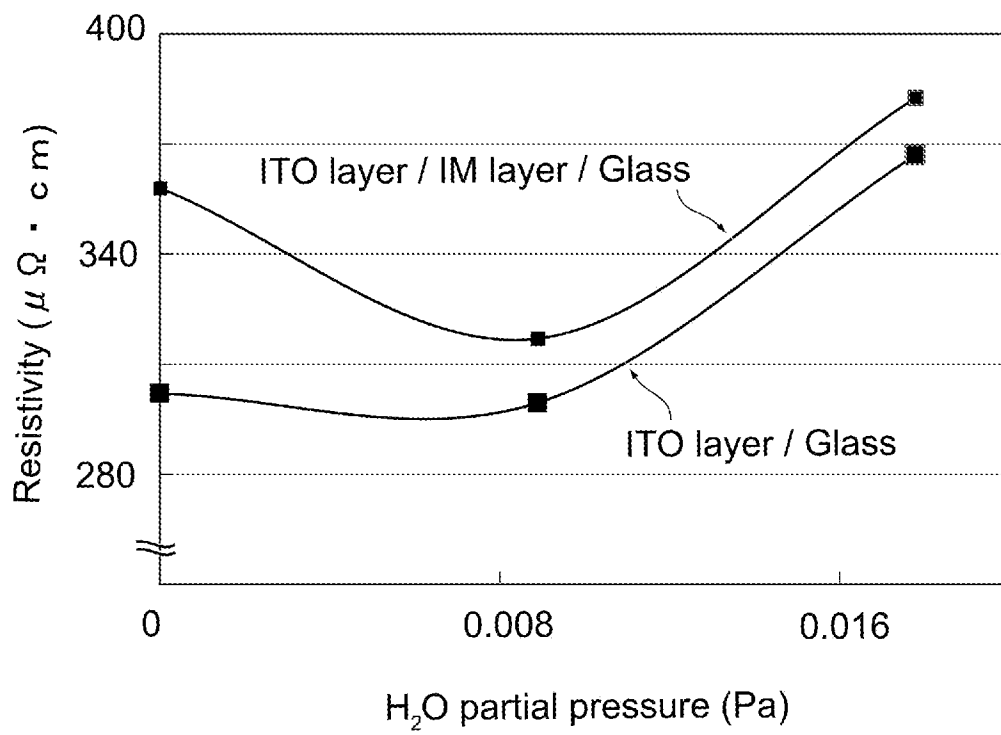
前記第 3 流量は、前記第 1 流量の 80% 以上で 100% よりも小さい

成膜方法。

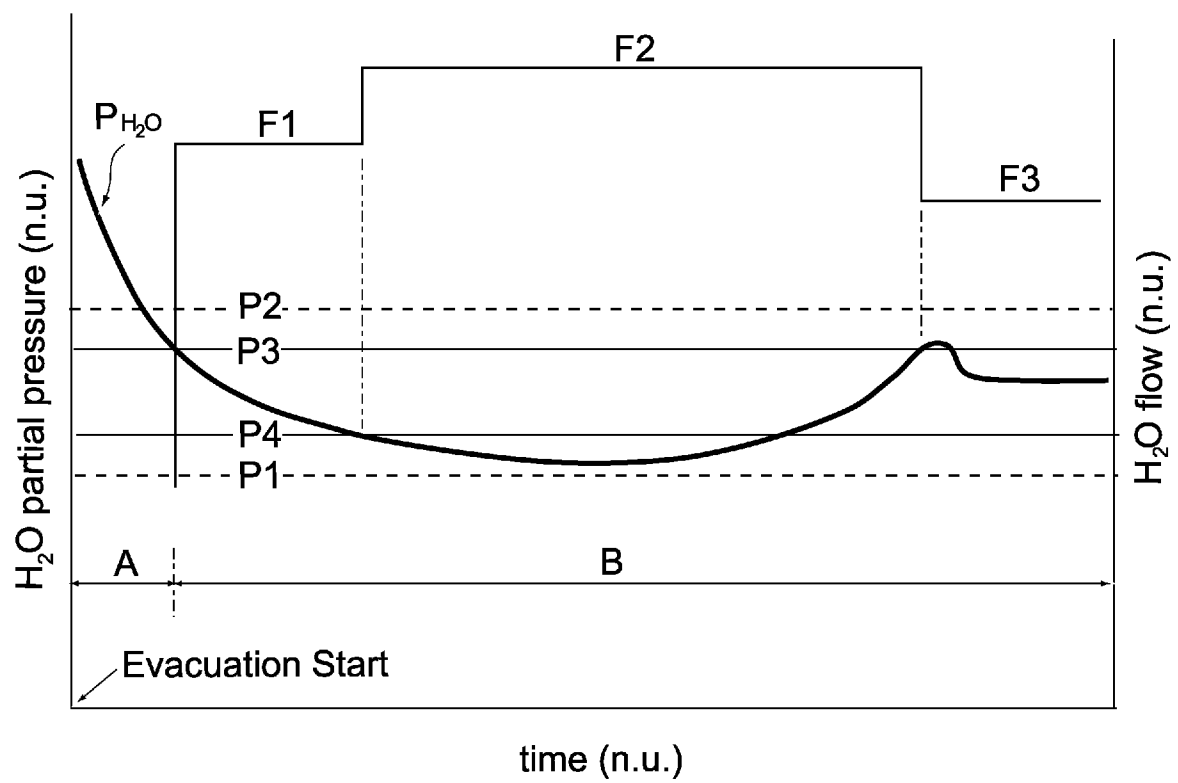
[図1]



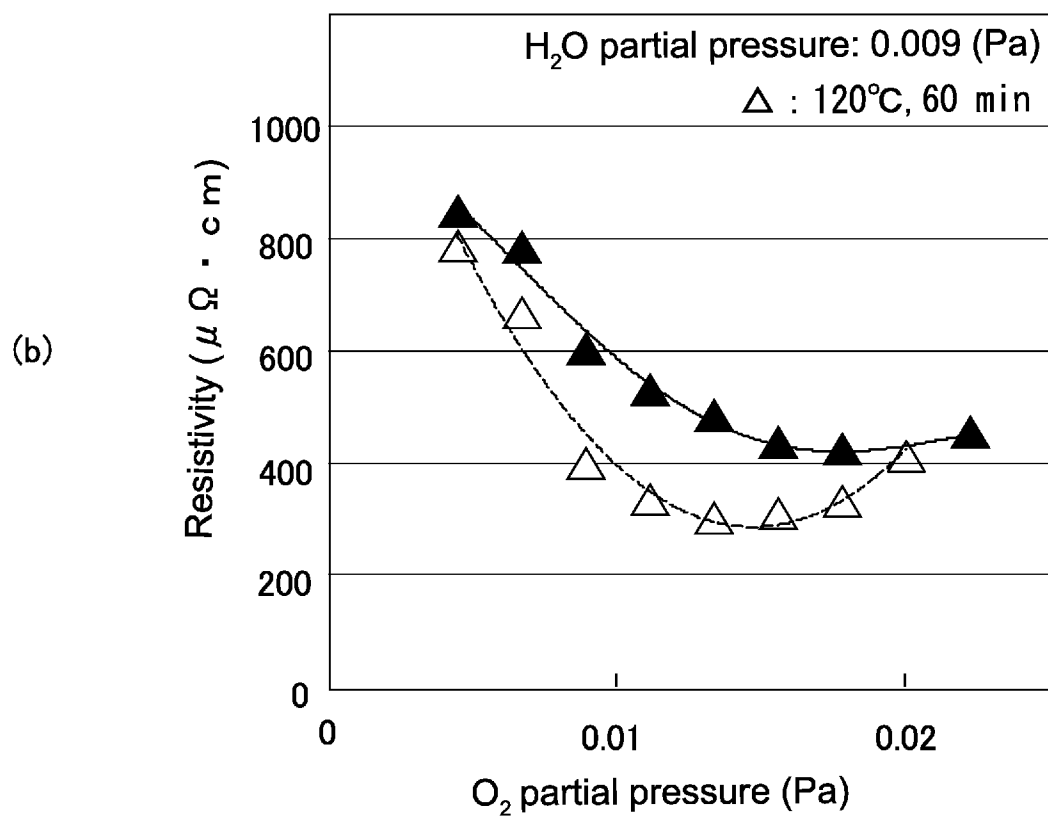
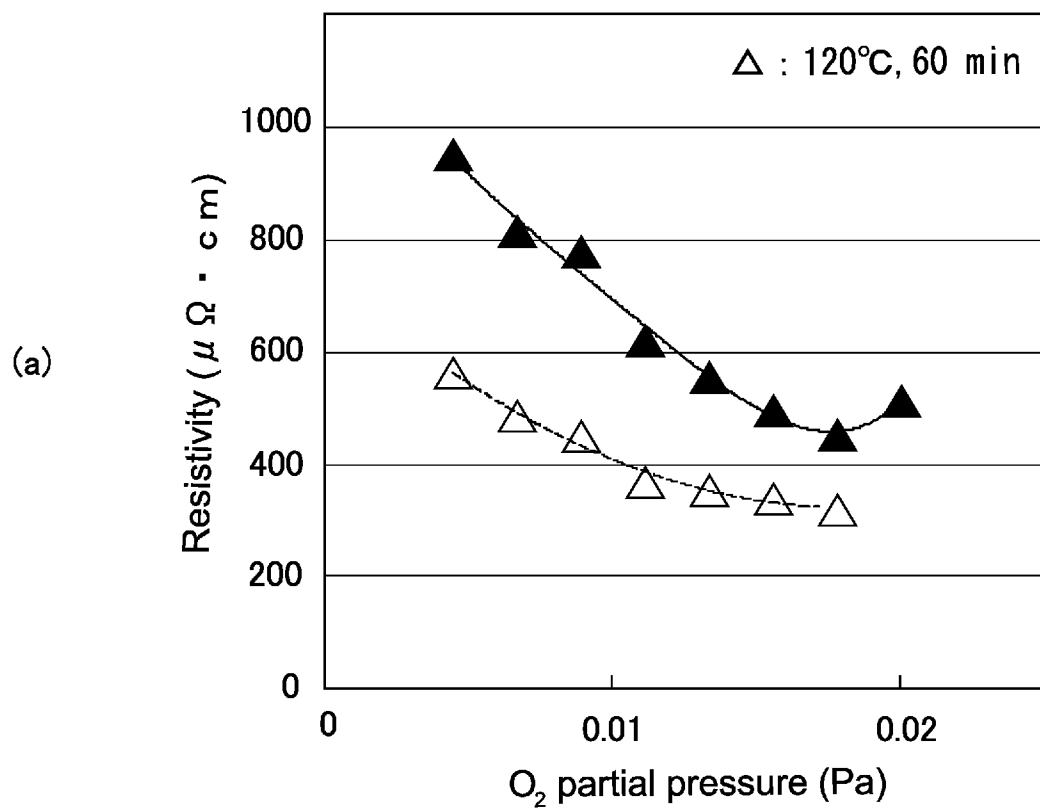
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C23C14/34 (2006.01) i, H01B13/00 (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)

Int.Cl. C23C14/00-14/58, H01B13/00-13/34

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2013-1991 A (ULVAC, INC.) 07 January 2013, claims 1-3, paragraphs [0001], [0006], [0008], [0013]-[0025], fig. 1 (Family: none)	1, 4, 6, 9
Y		1, 2, 4, 6, 7, 9
A		3, 5, 8, 10
Y		1, 2, 4, 6, 7, 9
	JP 2003-16858 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 17 January 2003, claims 1, 4, 5, paragraphs [0001]-[0026] & US 2003/0037843 A1, claims 1, 4, 5, paragraphs [0001]-[0038] & KR 10-2003-0003060 A & CN 1395138 A & TW 284931 B	



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
07 March 2018 (07.03.2018)

Date of mailing of the international search report
27 March 2018 (27.03.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005743

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-242017 A (HITACHI, LTD.) 28 August 1992, claim 1, paragraphs [0001], [0005], [0013], [0014], fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4, 6, 7, 9
A	JP 8-17268 A (SUMITOMO BAKELITE CO., LTD.) 19 January 1996, entire specification (Family: none)	1-10
A	WO 2010/044265 A1 (ULVAC, INC.) 22 April 2010, entire specification & US 2011/0194181 A1, entire specification & DE 112009002574 T & CN 102159971 A & KR 10-2011-0059632 A & TW 201022463 A	1-10
A	JP 2-112112 A (NEC ANELVA CORPORATION) 24 April 1990, entire specification (Family: none)	1-10
A	JP 2-163363 A (JAPAN VACUUM ENGINEERING CO., LTD.) 22 June 1990, entire specification (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C14/34(2006.01)i, H01B13/00(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 (IPC))

Int.Cl. C23C14/00-14/58, H01B13/00-13/34

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 Y A	JP 2013-1991 A (株式会社アルバック) 2013.01.07, 請求項1-3, [0001], [0006], [0008], [0013] - [0025], 図1 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9 1, 2, 4, 6, 7, 9 3, 5, 8, 10
Y	JP 2003-16858 A (三洋電機株式会社) 2003.01.17, 請求項1, 4, 5, [0001] - [0026] & US 2003/0037843 A1, 請求項1, 4, 5, [0001] - [0038] & KR 10-2003-0003060 A & CN 1395138 A & TW 284931 B	1, 2, 4, 6, 7, 9

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

07.03.2018

国際調査報告の発送日

27.03.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

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)

末松 佳記

4G

3443

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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
Y	JP 4-242017 A (株式会社日立製作所) 1992.08.28, 請求項1, [0001], [0005], [0013], [0014], 図1 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6, 7, 9
A	JP 8-17268 A (住友ベークライト株式会社) 1996.01.19, 明細書全文 (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2010/044265 A1 (株式会社アルバック) 2010.04.22, 明細書全文 & US 2011/0194181 A1, 明細書全文 & DE 112009002574 T & CN 102159971 A & KR 10-2011-0059632 A & TW 201022463 A	1-10
A	JP 2-112112 A (日電アネルバ株式会社) 1990.04.24, 明細書全文 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2-163363 A (日本真空技術株式会社) 1990.06.22, 明細書全文 (ファミリーなし)	1-10