

(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
2016 年 12 月 1 日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/190005 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)
C23C 16/04 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/062400
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 19 日(19.04.2016)
- (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 2015-106856 2015 年 5 月 26 日(26.05.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社日本製鋼所 (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松本 竜弥 (MATSUMOTO Tatsuya); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 2 丁目 2 番 1 号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP). 鷺尾 圭亮 (WASHIO Keisuke); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 2 丁目 2 番 1 号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 横井 幸喜 (YOKOI Koki); 〒1080014 東京都港区芝 4 丁目 3 番 7 号エムジー田町ビル 4 階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.
- (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).

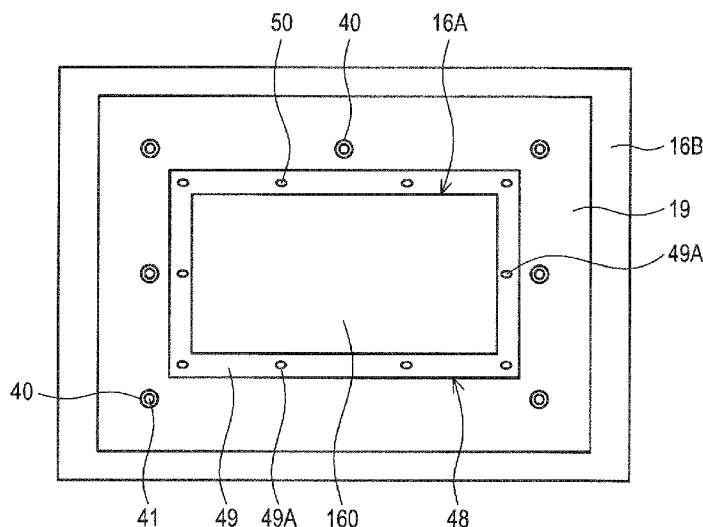
[続葉有]

(54) Title: ATOMIC LAYER GROWTH DEVICE

(54) 発明の名称: 原子層成長装置

[図3]

FIG.3



(57) Abstract: An atomic layer growth device that forms a thin film upon a substrate and that is provided with: a film-formation container; a stage that is arranged inside the film-formation container; a susceptor that holds the substrate upon the stage; a mask that is arranged upon the substrate and that is large enough to surround the substrate; a vertically movable mask pin that supports the mask; and a mask-pin hole that vertically passes through the stage and the susceptor and that has the mask pin inserted therethrough such that the mask pin is vertically movable. The susceptor has: a susceptor main body that has a holding surface for the substrate; and a susceptor peripheral-edge section that is located at the perimeter of the susceptor main body and that is shorter in height than the holding surface. The mask-pin hole opens in the susceptor peripheral-edge section. An inactive-gas supply port that upwardly discharges gas to the perimeter of the holding surface is provided to the susceptor peripheral-edge section within

the region surrounded by the mask. An inactive-gas supply path that supplies an inactive gas to the inactive-gas supply port is connected to the susceptor peripheral-edge section.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

基板上に薄膜を形成する原子層成長装置であって、成膜容器と、成膜容器内に設置されたステージと、ステージ上で基板を保持するサセプタと、基板上に配置され、基板を囲む大きさのマスクと、マスクを支持して上下に可動可能なマスクピンと、ステージおよびサセプタを上下に貫通して、マスクピンが上下動可能に挿通されるマスクピン穴を備え、サセプタは、基板の保持面を有するサセプタ本体と、サセプタ本体の周囲に位置して保持面よりも低い高さのサセプタ周縁部とを有し、マスクピン穴は、サセプタ周縁部に開口し、サセプタ周縁部には、マスクの囲み領域内で、保持面の周囲にガスを上方側に排出する不活性ガス供給口が設けられ、不活性ガス供給口に不活性ガスを供給する不活性ガス供給路が接続されている。

明 細 書

発明の名称：原子層成長装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板上に薄膜を形成する原子層成長装置に関する。

背景技術

[0002] 原子層成長法は、形成しようとする薄膜を構成する元素のガスを基板上に交互に供給し、基板上に原子層単位で薄膜を形成するもので、薄膜を均一に形成する技術として知られている。原子層成長法は、一般的なCVD（Chemical Vapor Deposition）法と比較して、段差被覆性や膜厚制御性に優れている。

[0003] 従来のスパッタ成膜装置においては、特許文献1のようなマスクを利用することが可能である。スパッタ成膜は膜の段差被覆性が低いため、マスク裏面への成膜量は小さいため、パーティクル発生量は小さく、メンテナンス周期も長い。しかし、原子層成長成膜においては、膜の段差被覆性が高いため、マスク裏面への着膜量は多い。微細な隙間に侵入したガスは、厚膜及び粉となり、パーティクルの要因となる。特にマスクの表面粗さは、マスクの平坦性を維持するために大きくできないため、マスク交換頻度が増大する。

[0004] そこで、マスクを利用した原子層成長成膜においては、サセプタ周辺からの不活性ガスパージが有効となる。特許文献2では、ステージにガス供給口を設け、サセプタの裏面から不活性ガスを供給している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-339581号公報

特許文献2：特開2000-243711号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、特許文献2に示された装置に従って、ステージ本体にガス供給口

を設けると、ステージの設計及び作製が煩雑となる。よって、基板サイズが変更される場合は、ステージ自体の構成の変更が必要となるため汎用性が低いという問題がある。

[0007] 本発明は、上記事情を背景としてなされたものであり、マスク裏面への着膜を抑制し、かつ、基板サイズの変更に容易に対応することができる原子層成長装置を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の原子層成長装置のうち、第1の形態は、
基板上に薄膜を形成する原子層成長装置であって、
成膜容器と、
前記成膜容器内に設置されたステージと、
前記ステージ上で前記基板を保持するサセプタと、
前記基板上に配置され、前記基板を囲む大きさのマスクと、
前記マスクを支持して上下に可動可能なマスクピンと、
前記ステージおよび前記サセプタを上下に貫通して、前記マスクピンが上下動可能に挿通されるマスクピン穴と、を備え、
前記サセプタは、前記基板の保持面を有するサセプタ本体と、前記サセプタ本体の周囲に位置して前記保持面よりも低い高さのサセプタ周縁部とを有し、
前記マスクピン穴は、前記サセプタ周縁部に開口し、
前記サセプタ周縁部には、前記マスクの囲み領域内で、前記保持面の周囲にガスを上方側に排出する不活性ガス供給口が設けられ、前記不活性ガス供給口に不活性ガスを供給する不活性ガス供給路が接続されていることを特徴とする。

[0009] 第2の形態の原子層成長装置の本発明は、前記形態の本発明において、前記サセプタ本体を基準にして、前記マスクピン穴よりも外側に、前記不活性ガス供給口が設けられていることを特徴とする。

[0010] 第3の形態の原子層成長装置の本発明は、前記形態の本発明において、前

記不活性ガス供給口が、前記保持面の周囲で全周に沿って複数個または全周に亘って連続して形成されていることを特徴とする。

[0011] 第4の形態の原子層成長装置の本発明は、前記形態の本発明において、前記不活性ガス供給口が前記不活性ガス供給路に対しシャワーヘッド構造を有することを特徴とする。

[0012] 第5の形態の原子層成長装置の本発明は、前記形態の本発明において、前記マスクと前記サセプタ周縁部との間に形成される隙間が0.1mm以上、10mm以下であることを特徴とする。

[0013] 第6の形態の原子層成長装置の本発明は、前記形態の本発明において、前記マスク周縁端と前記不活性ガス供給口の近接側との距離が1mm以上、200mm以下であることを特徴とする。

[0014] 第7の形態の原子層成長装置の本発明は、前記形態の本発明において、前記サセプタ周縁部上面に、防着材が設置されていることを特徴とする。

[0015] 第8の形態の原子層成長装置の本発明は、前記形態の本発明において、前記不活性ガスは、ステージ面温度と $\pm 10\%$ 以内の温度で前記不活性ガス供給口から排出されることを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、マスク裏面への着膜を抑制し、基板サイズ変更に対応できるため、マスク及びサセプタのクリーニング頻度を低減することが可能となり、且つ様々な基板サイズ、プロセス条件に対応可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態の原子層成長装置について、一部を省略した概略構成図である。

[図2]同じく、ガス流れ方向に平行な成膜室側面から見た場合のサセプタ周辺を示す拡大図である。

[図3]同じく、サセプタ周辺の拡大した平面図である。

[図4]他の実施形態における原子層成長装置について、ガス流れ方向に平行な成膜室側面から見た場合のサセプタ周辺を示す拡大図である。

[図5]同じく、サセプタ周辺の拡大した平面図である。

[図6]本発明の一実施形態における、原子層成長方法の一例を示すフローチャートである。

[図7]図7A、図7B、図7C、図7Dは、同じく、基板の上に薄膜が形成される工程を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] まず、図1を参照して、本実施形態の原子層成長装置の構成を説明する。

図1は、本実施形態の原子層成長装置の一例を示す概略構成図である。

本実施形態の原子層成長装置10は、原料ガスと反応ガスとを交互に供給し、基板13上に原子層単位で薄膜を形成する。その際、反応活性を高めるため、基板13を加熱させることができる。本実施形態では原料ガスとしてTMA (Tri-Methyl-Aluminum) を用い、その際、反応活性を高めるため、プラズマを発生させる。本実施形態では、プラズマの発生に平行平板電極を用いるが、この方式に限定されない。

成膜容器11は原料ガス、反応ガス、パージガスを導入するガス導入部20と排気部30と、ステージ14と、平板電極12と、高周波電源15と、サセプタ16と、基板搬入口17と、基板13上に配置するマスク56と、を備える。ガス導入部20は、成膜容器11外側から設けられたインジェクタ21と、成膜容器11内側から設けられたインジェクタ防着材22を有し、排気部30は、成膜容器11内側から設けられた排気防着材31と成膜容器11外側から設けられた排気配管接続部32とを有している。

[0019] ステージ14はヒータ（図示しない）を備え、基板13の温度を調整することができる。例えば、プラズマ原子層成長成膜の場合、基板13を50～200℃に加熱する。

平板電極12は高周波電源15と接続されている。高周波電源15が所定の周波数の高周波電流を供給することにより、平板電極12とステージ14との間でプラズマが生成される。

基板13は、ステージ14の下方からリフトピン18によって支持される

。リフトピン１８は、ステージ１４の昇降によって、基板１３の受け渡しを搬送室空間６１にて可能とする。

原料ガス、反応ガス、パージガスを導入するガス導入部２０は、原料ガス、反応ガス、パージガスを成膜容器１１内に供給する。排気部３０は、原料ガス、反応ガス、パージガスを成膜容器１１から外部に排気する。

図１は、原子層成長装置の基本構造を示しており、以下で説明する一部の構成は省略している。

[0020] （実施形態１）

図２は、ガス流れ方向に平行な成膜室側面から見た場合のサセプタ１６外周の拡大図であり、図３は、サセプタ周辺の一部を示す拡大平面図である。

サセプタ１６は、ステージ１４に支持され、基板１３を保持する保持面１６０を上面に有するサセプタ本体１６Ａと、その周囲に位置して保持面１６０よりも低い高さ面のサセプタ周縁部１６Ｂとを有している。保持面１６０は、基板１３の大きさに合わせた形状を有している。

[0021] マスク５６は、サセプタ１６上に設置され、基板１３を囲む大きさを有している。基板１３を超える大きさは、本発明としては特に限定されるものではないが、この実施形態では、基板１３を超えている大きさを５０ｍｍ以下とする。

サセプタ周縁部１６Ｂは、保持面１６０に近い側の上面に、不活性ガス供給口４８が形成されており、この実施形態では、凹溝形状でサセプタ本体１６Ａを囲むように形成されている。さらに、凹溝内には、溝の底面と溝の内外周面との間で小隙間を有するように、リング板状のシャワープレート４９が設置されている。

[0022] シャワープレート４９は、例えば下面に不連続の突部を形成することで、溝底面と隙間を確保することができ、また、溝の内外周幅よりも狭い幅で形成することで、溝の内外周面との間で小隙間を形成することができる。また、シャワープレートには、例えば、所定径（例えば１ｍｍ径）の吹き出し穴４９Ａを所定間隔（例えば１００ｍｍピッチ）で形成するようにしてもよい。

。

なお、シャワープレート49は、基板13の周囲を覆っていることが好ましい。

上記シャワープレート49により不活性ガス供給口48は、シャワーヘッド構造を有する。シャワーヘッド構造により、不活性ガスをサセプタ本体16Aの周りで均等に吹き出すことが可能になる。

[0023] サセプタ周縁部16Bは、内部に前記不活性ガス供給口48に連通する不活性ガス供給路47を有しており、該不活性ガス供給路47の終端はサセプタ周縁部16Bの外周壁に達している。不活性ガス供給路47は、一つまたは複数を形成してもよく、例えば、3mm径で形成することができる。

不活性ガス供給路47には、サセプタ16の外周側に配置した不活性ガス供給チューブ46が接続されており、不活性ガス供給チューブ46の他端側は、成膜容器11に設けた不活性ガス通気口45に接続されている。不活性ガス通気口45には、図示しない不活性ガス供給部が接続されている。

不活性ガス供給チューブ46は、例えば、ステンレス製チューブ、ベローズフレキシブルチューブなどで構成することができる。基板13を成膜容器11内に搬入または搬出する際にはステージ14が上下するが、不活性ガス供給チューブ46はその上下稼働に追従することが必要となる。不活性ガス供給チューブ46も不活性ガス供給路の一部を構成するものである。

[0024] また、サセプタ周縁部16Bでは、不活性ガス供給口48の外周側に、ステージ14およびサセプタ周縁部16Bを貫通するマスクピン穴40が形成されており、マスクピン穴40内に、上下に稼働可能で、マスク56を上下に移動することができるマスクピン41が挿入されている。

また、サセプタ周縁部16Bでは、不活性ガス供給口48およびマスクピン穴40を除いて、上面の露出面に、サセプタ防着板19が被覆されている。サセプタ防着板19の上面高さは、シャワープレート49の上面高さと面一にするのが望ましい。

[0025] ここで、マスク56下面とサセプタ防着板19上面とで形成される距離a

は、0.1 mm以上、10 mm以下であることが好ましく、さらには1 mmであることが好ましい。距離aが小さいほど、隙間へ侵入する原料ガス及び反応ガス量を抑制することが可能となり、必要とする不活性ガス供給量も低減する。マスクは絶縁体であることが好ましいが、ステンレス等の金属でもよい。ただし、マスクが金属の場合は、前記隙間で放電を生じる可能性がある。その場合は、バッシュェンの法則を利用し、前記距離aと前記隙間の圧力との積が放電条件を満たさないよう、前記隙間の圧力調整を行う。

[0026] また、マスク56の外周縁端とサセプタ防着板19との重なりの距離b、すなわち、不活性ガス供給口48の外周側端部との距離は、1 mm以上、200 mm以下であることが好ましく、さらには20 mmであることが好ましい。距離bが小さいと、不活性ガスが供給されていても、原料ガス及び反応ガスの拡散によりシャワープレート49まで侵入する可能性があるためである。値が大きすぎると、マスク及び真空容器サイズも大きくなるため、好ましくない。

[0027] 不活性ガス供給部から供給された不活性ガスは、不活性ガス通気口45、不活性ガス供給チューブ46、不活性ガス供給路47、不活性ガス供給口48を通り、シャワープレート49を経由して、シャワープレート49と不活性ガス供給口48との隙間や吹き出し穴49Aを通して吹き出される。不活性ガスは、マスク56とサセプタ防着板19により形成される隙間を通り、サセプタ16の外周側に排気され、排気部30を通して排気される。

また、サセプタ防着板19をサセプタ周縁部16B上に設けることが好ましいが、サセプタ周縁部16Bのみでもよい。このときは、サセプタ周縁部16B上面とマスク56下面との距離がaとなり、マスク56外周端からシャワープレート49の外周端側までの距離がbとなる。

[0028] また、不活性ガスは、ステージ温度と±10%以内の温度まで加熱されたあとに前記不活性ガス供給口48から放出されることが好ましい。例えば、ステージを100℃に加熱する場合、常温の不活性ガスを供給すると、サセプタ16外周が冷却されるため、基板13の温度分布も低下し、膜厚均一性

および膜質均一性が低下する。よって、サセプタ 16 の温度を一定に保つため、例えば 90～110℃の不活性ガスを供給することが好ましい。

[0029] (実施形態 2)

図 4 は、図 2 の不活性ガス供給口の設置位置を最適化したサセプタ構成である。

マスクピン穴 40 が、成膜空間 60 と搬送室空間 61 を完全にシールすることができない場合、両者に圧力差があると、ガスはどちらか一方へ流れることになる。

ステージ 14、サセプタ 16 および搬送室空間 61 は、通常、メンテナンスを実施するのが困難である。よって、これら部分にパーティクルを生じてしまうと、パーティクルの除去は困難となる。例えば、マスクピン穴 40 にパーティクルが存在する状態で、搬送室空間 61 が正圧、成膜空間 60 が負圧であれば、パーティクルがガス流に乗って成膜空間 60 に放出され、基板 13 にパーティクルが付着するため好ましくない。よって、成膜空間 60 が正圧、搬送室空間 61 が負圧であることが好ましい。

[0030] しかし、図 2 で示したサセプタ構造の場合、成膜空間 60 と搬送室空間 61 の圧力差次第では、不活性ガス供給口 48 から供給された不活性ガスがマスクピン穴 40 へ吸い込まれ、同時に原料ガスおよび反応ガスを吸い込む可能性がある。同圧であっても、拡散によりマスクピン穴まで原料ガス及び反応ガスが拡散する可能性が有る。吸い込まれた原料ガス及び反応ガスは反応するため、マスクピン穴でパーティクルが発生する。よって、不活性ガス供給口は図 4 のようにマスクピン穴 40 よりも外周側へ設けることが好ましい。

[0031] 上記に沿った原子層成長装置の構成を図 4 に基づいて説明する。なお、原子層成長装置の基本構成は図 1 に示すように、前記実施形態 1 と同様であり、その記載を省略または簡略にする。

図 4 は、ガス流れ方向に平行な成膜室側面から見た場合のサセプタ 16 外周の拡大図であり、図 5 は、サセプタ周辺の一部を示す拡大平面図である。

サセプタ 16 は、前記実施形態 1 と同様に、ステージ 14 に支持され、基板 13 を保持する保持面 160 を有するサセプタ本体 16A と、その周囲に位置して保持面 160 よりも低い高さのサセプタ周縁部 16B とを有している。保持面 160 は、基板 13 の大きさに合わせた形状を有している。

マスク 56 は、サセプタ 16 上に設置され、基板 13 を囲む大きさを有している。基板 13 を超えている大きさも実施形態 1 と同様に 50mm 以下とする。

[0032] サセプタ周縁部 16B は、保持面 160 に近接した位置の上面に、ステージ 14 およびサセプタ周縁部 16B を貫通するマスクピン穴 40 が複数個形成されており、マスクピン穴 40 内に、上下に稼働可能で、マスク 56 を上下に移動するマスクピン 41 が挿入されている。

サセプタ本体 16A を基準にして、マスクピン穴 40 の外周側には、不活性ガス供給口 50 が、凹溝形状でサセプタ本体 16A を囲むように形成されており、該凹溝内に、溝の底面と内外周面と小隙間を有するように、シャワープレート 51 が設置されている。シャワープレート 51 は、例えば下面に不連続の突部を形成することで、溝底面と隙間を確保することができる。また、シャワープレート 51 には、例えば、所定径（例えば 1mm～3mm 径）の吹き出し穴 51A を所定間隔（例えば 10～200mm ピッチ）で形成するようにしてもよい。

[0033] なお、シャワープレート 51 は、基板 13 の周囲を覆っていることが好ましい。

上記シャワープレート 51 により不活性ガス供給口 50 は、シャワーヘッド構造を有する。

また、シャワーヘッド構造では、サセプタ周縁部 16B に吹き出し穴を設けてシャワーを作製してもよく、シャワープレートを個別に作製し、サセプタ周縁部 16B に取り付けてもよい。

なお、サセプタ周縁部 16B では、マスクピン穴 40 および不活性ガス供給口 50 を除いて、上面の露出面にサセプタ防着板 19A が被覆されている

。サセプタ防着板 19 A の上面高さは、シャワープレート 51 の上面高さと面一になっているのが望ましい。

[0034] サセプタ周縁部 16 B は、内部に前記不活性ガス供給口 50 に連通する不活性ガス供給路 47 を有しており、該不活性ガス供給路 47 の終端はサセプタ周縁部 16 B の外周壁に達している。不活性ガス供給路 47 は、一つまたは複数を形成してもよく、例えば、3 mm 径で形成することができる。

不活性ガス供給路 47 には、サセプタ 16 の外周側に配置した不活性ガス供給チューブ 46 が接続されており、不活性ガス供給チューブ 46 の他端側は、成膜容器 11 に設けた不活性ガス通気口 45 に接続されている。不活性ガス通気口 45 には、図示しない不活性ガス供給部が接続されている。不活性ガス供給チューブ 46 は、例えば、ステンレス製チューブ、ベローズフレキシブルチューブなどで構成することができる。

[0035] マスク 56 下面とサセプタ防着板 19 A 上面とで形成される距離 a は、0.1 mm 以上、10 mm 以下であることが好ましく、さらには 1 mm であることが好ましい。距離 a が小さいほど、隙間へ侵入する原料ガス及び反応ガスを抑制することが可能となり、必要とする不活性ガス供給量も低減する。マスクは絶縁体であることが好ましいが、ステンレス等の金属でもよい。ただし、マスクが金属の場合は、前記隙間で放電を生じる可能性がある。その場合は、バッシュェンの法則を利用し、前記距離 a と前記隙間の圧力との積が放電条件を満たさないよう、前記隙間の圧力調整を行う。

[0036] また、マスク 56 の外周縁端部とサセプタ防着板 19 A との重なり距離 b 、すなわち、不活性ガス供給口 50 の外周端部との距離は、1 mm 以上、200 mm 以下であることが好ましく、さらには 20 mm であることが好ましい。距離 b が小さいと、不活性ガスが供給されていても、原料ガス及び反応ガスの拡散によりシャワープレート 51 まで侵入する可能性があるためである。値が大きすぎると、マスク及び真空容器サイズも大きくなるため、好ましくない。

ただし、この実施形態では、マスクピン 40 の外周側で不活性ガスが吹き

出しされており、原料ガスや反応ガスの拡散を抑止する作用が大きい。

[0037] 不活性ガス供給部から供給された不活性ガスは、不活性ガス通気口45、不活性ガス供給チューブ46、不活性ガス供給路47、不活性ガス供給口50を通り、シャワープレート51を経由して、不活性ガス供給口50との隙間や吹き出し穴51Aを通して吹き出され、マスク56とサセプタ防着板19Aにより形成される隙間を通り、排気部30へ供給される。

また、サセプタ防着板19Aをサセプタ周縁部16B上に設けることが好ましいが、サセプタ周縁部16Bのみでもよい。このときは、サセプタ周縁部16B上面とマスク56下面との距離がaとなり、マスク56外周端からシャワープレート51の外周端側までの距離がbとなる。

[0038] 上記各実施形態で基板13のサイズが変更される場合は、サセプタ16のサイズを変更することで対応が可能であり、ステージ構成を変更する必要はない。また、プロセス条件変更の際、不活性ガス供給条件を伴うが、これも不活性ガス供給口、シャワープレートのみの変更でよい。

[0039] 次に、上記原子層成長装置10における処理手順を説明する。

図6は、本実施形態の原子層堆積方法の一例を示すフローチャートである。図7A～Dは、基板Sの上に薄膜が形成される工程を示す図である。

[0040] まず、原料ガス供給部が成膜容器11の内部に原料ガスを供給する（ステップs1）。具体的には、ガス導入部20に原料ガスを供給する。原料ガスは、成膜容器11の内部に供給される。原料ガスは、例えば、0.1秒間、成膜容器11の内部に供給する。図7Aに示されるように、ステップs1によって、成膜容器11の内部に原料ガス110が供給され、基板Sの上に原料ガス110が吸着して、吸着層102が形成される。

[0041] また、ステップs1において、インジェクタ21の内表面およびインジェクタ防着材22の外表面に不活性ガスを供給する。また、排出部30では、排気防着材31および排気配管接続部32にも不活性ガスを供給する。さらに、サセプタ周縁部16Bにおいても不活性ガスを供給する

本実施形態では、ステップs1のみでなく、後述するステップs2～s4

も含めて、常に不活性ガスを供給する。そのため、ステップs 1において、成膜容器11の内部に原料ガスを供給する際に、成膜容器11とインジェクタ防着材22との隙間および、成膜容器11と排気防着材31との隙間および、マスク56とサセプタ16との隙間に原料ガスが入り込むのを抑制することができる。

[0042] 次に、原料ガスの供給を停止し、ガス導入部でパージガスを供給する（ステップs 2）。パージガスは、成膜容器11の内部に供給される。原料ガスは、排気部30から成膜容器11の外部に排出される。

パージガスは、例えば、0.1秒間、成膜容器11の内部に供給する。排気部30が成膜容器11の内部の原料ガス110やパージガス112を排気する。排気部30は、例えば、2秒間、成膜容器11の内部の原料ガス110やパージガス112を排気する。図7Bに示されるように、ステップs 2によって、成膜容器11の内部にパージガス112が供給され、基板Sの上に吸着していない原料ガス110が成膜容器11からパージされる。

[0043] 次に、成膜容器11の内部に反応ガスを供給する（ステップs 3）。具体的には、ガス導入部20を通して反応ガスを供給する。反応ガスは、ガス導入部20の通路を通して、成膜容器11の内部に供給される。反応ガスは、例えば、1秒間、成膜容器11の内部に供給される。図7Cに示されるように、ステップs 3によって、成膜容器11の内部に反応ガス114が供給される。

[0044] また、ステップs 3においても、インジェクタ21の内表面やインジェクタ防着材22の外表面や排気部30、サセプタ周縁部16Bで不活性ガスを供給する。そのため、ステップs 3において、成膜容器11の内部に反応ガスを供給する際に、成膜容器11とインジェクタ防着材22との隙間および、成膜容器11と排気防着材31との隙間および、マスク56とサセプタ16との隙間に反応ガスが入り込むのを抑制することができる。

[0045] 次に、反応ガスの供給を停止し、ガス導入部20にパージガスを供給する（ステップs 4）。パージガスは、成膜容器11の内部に供給される。パー

ジガスは、排気部30から成膜容器11の外部に排出される。パージガスは、例えば、0.1秒間、成膜容器11の内部に供給される。排気部30が、成膜容器11の内部の反応ガス114やパージガス112を排気する。図7Dに示されるように、ステップs4によって、成膜容器11の内部にパージガス112が供給され、反応ガス114が成膜容器11からパージされる。

[0046] 以上説明したステップs1～s4により、基板Sの上に一原子層分の薄膜層104が形成される。以下、ステップs1～s4を所定回数繰り返すことにより、所望の膜厚の薄膜層104を形成することができる。

[0047] 本実施形態の原子層成長装置10では、不活性ガスがインジェクタ21の内表面およびインジェクタ防着材22の外表面を流れるため、成膜容器11とインジェクタ21との隙間に原料ガスや反応ガスが入り込むのを抑制することができる。そのため、成膜容器11とインジェクタ21との隙間に薄膜が付着するのを抑制することができる。また、排気部30も同様に薄膜の付着が防止される。

さらに、サセプタ周縁部16Bで不活性ガスが流れ出るため、マスク底面や基板側面および基板底面、サセプタなどに対する着膜を防止する。

[0048] また、例えば、原料ガスとしてTMAを用い、反応ガスとして O_3 を用いて形成されるアルミナ膜は、 BCl_3 ガスによりガスエッチングを行うことができる。 BCl_3 ガスによりアルミナ膜をガスエッチングするためには、例えば、500℃程度の高温に加熱する必要がある。

ステージ14にはヒーター（図示しない）が設けられており、該ヒーターの付近に位置する成膜容器11の内壁は、ヒーターにより500℃程度の高温に加熱することが可能となる。そのため、ヒーターの付近に位置する成膜容器11の内壁に付着した薄膜は、ガスエッチングにより除去することが可能となる。

[0049] 以上のように、本実施形態によれば、成膜容器11の内壁やサセプタなどに薄膜が付着するのを抑制でき、また、内壁やサセプタに付着した薄膜をガスエッチングにより除去することができるので、ウェットエッチングによる

クリーニングの頻度を低減させることができる。

実施例 1

[0050] 図1、図4に示した原子層成長装置を用いて、370mm×470mmのG2ガラス基板にAlON薄膜を形成した。本原子層成長装置の各種値は下記のとおりとした。

a : 1 mm

b : 20 mm

シャワー穴径 : 1 mm

シャワーピッチ : 100 mm

ステージ温度 : 100℃

不活性ガス温度 : 100℃

不活性ガス流量 : 500 sccm

[0051] 液体原料（Al源）としてTMA（トリメチルアルミニウム）、反応ガスとして酸素プラズマおよび窒素プラズマを用いた。成膜は図6に示したシーケンスとした。成膜容器内圧力は100Paとし、不活性ガス供給部より500 sccmの窒素を供給し、成膜シーケンス中、常時供給とした。

20μmの成膜を実施した後、マスク56下面とサセプタ防着板19A上面への着膜量を目視で観察すると、薄膜による干渉膜は観測されず、その膜量は50nm以下であることが確認された。よって、基板サイズ変更、プロセス条件変更に容易に対応できる構造でありながら、マスク及びサセプタのクリーニング頻度を低減することが可能となることが確認された。

[0052] 以上、本発明について、上記実施形態に基づいて説明を行ったが、本発明の範囲を逸脱しない限りは本実施形態における適宜の変更が可能である。

[0053] 本願は、2015年5月26日に日本において特許出願された特願2015-106856号の優先権を主張するものであり、当該出願に記載された全ての内容を参照し、援用する。

符号の説明

[0054] 10 原子層成長装置

- 1 1 成膜容器
- 1 3 基板
- 1 4 ステージ
- 1 5 高周波電源
- 1 6 サセプタ
- 1 6 A サセプタ本体
- 1 6 B サセプタ周縁部
- 1 9 サセプタ防着板
- 1 9 A サセプタ防着板
- 2 0 ガス導入部
- 3 0 排気部
- 4 0 マスクピン穴
- 4 6 不活性ガス供給チューブ
- 4 7 不活性ガス供給路
- 4 8 不活性ガス供給口
- 4 9 シャワープレート
- 4 9 A 吹き出し穴
- 5 0 不活性ガス供給口
- 5 0 A 吹き出し穴
- 5 1 シャワープレート
- 5 6 マスク
- S 基板
- 1 0 2 吸着層
- 1 0 4 薄膜層
- 1 1 0 原料ガス
- 1 1 2 パージガス
- 1 1 4 反応ガス

請求の範囲

- [請求項1] 基板上に薄膜を形成する原子層成長装置であって、
成膜容器と、
前記成膜容器内に設置されたステージと、
前記ステージ上で前記基板を保持するサセプタと、
前記基板上に配置され、前記基板を囲む大きさのマスクと、
前記マスクを支持して上下に可動可能なマスクピンと、
前記ステージおよび前記サセプタを上下に貫通して、前記マスクピンが上下動可能に挿通されるマスクピン穴と、を備え、
前記サセプタは、前記基板の保持面を有するサセプタ本体と、前記サセプタ本体の周囲に位置して前記保持面よりも低い高さのサセプタ周縁部とを有し、
前記マスクピン穴は、前記サセプタ周縁部に開口し、
前記サセプタ周縁部には、前記マスクの囲み領域内で、前記保持面の周囲にガスを上方側に排出する不活性ガス供給口が設けられ、前記不活性ガス供給口に不活性ガスを供給する不活性ガス供給路が接続されていることを特徴とする原子層成長装置。
- [請求項2] 前記サセプタ本体を基準にして、前記マスクピン穴よりも外側に、前記不活性ガス供給口が設けられていることを特徴とする請求項1記載の原子層成長装置。
- [請求項3] 前記不活性ガス供給口が、前記保持面の周囲で全周に沿って複数個または全周に亘って連続して形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の原子層成長装置。
- [請求項4] 前記不活性ガス供給口が、前記不活性ガス供給路に対しシャワーヘッド構造を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の原子層成長装置。
- [請求項5] 前記マスクと前記サセプタ周縁部との間に形成される隙間が0.1 mm以上、10 mm以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれ

れか1項に記載の原子層成長装置。

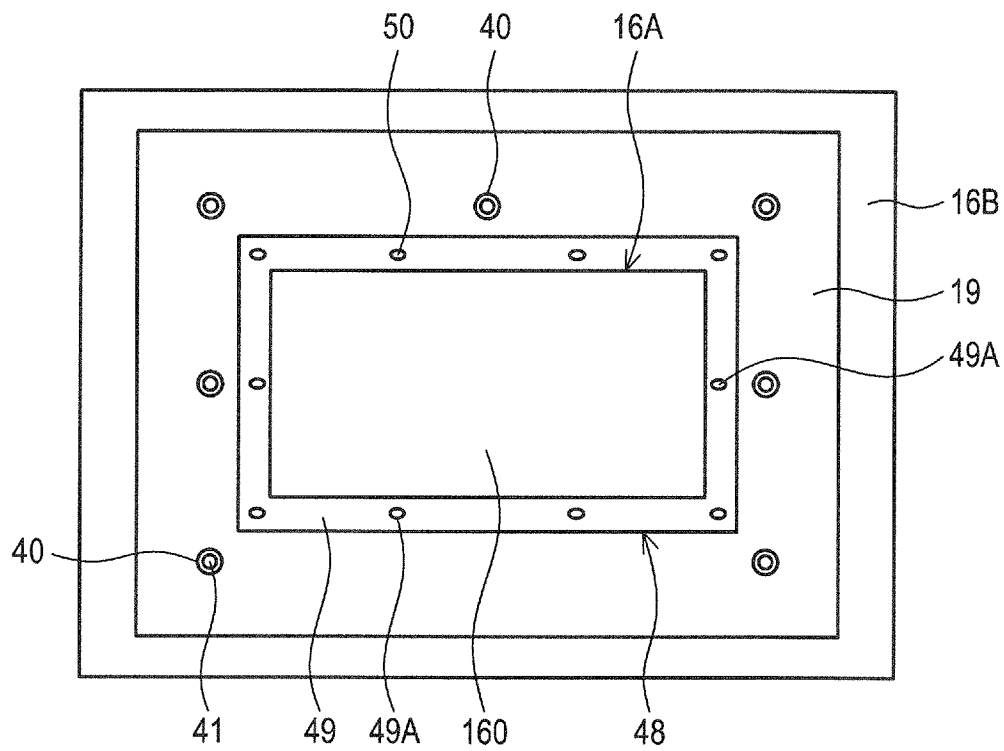
[請求項6] 前記マスク周縁端と前記不活性ガス供給口の近接側との距離が1 m m以上、200 m m以下であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の原子層成長装置。

[請求項7] 前記サセプタ周縁部上面に、防着材が設置されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の原子層成長装置。

[請求項8] 前記不活性ガスは、ステージ面温度と±10%以内の温度で前記不活性ガス供給口から排出されることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の原子層成長装置。

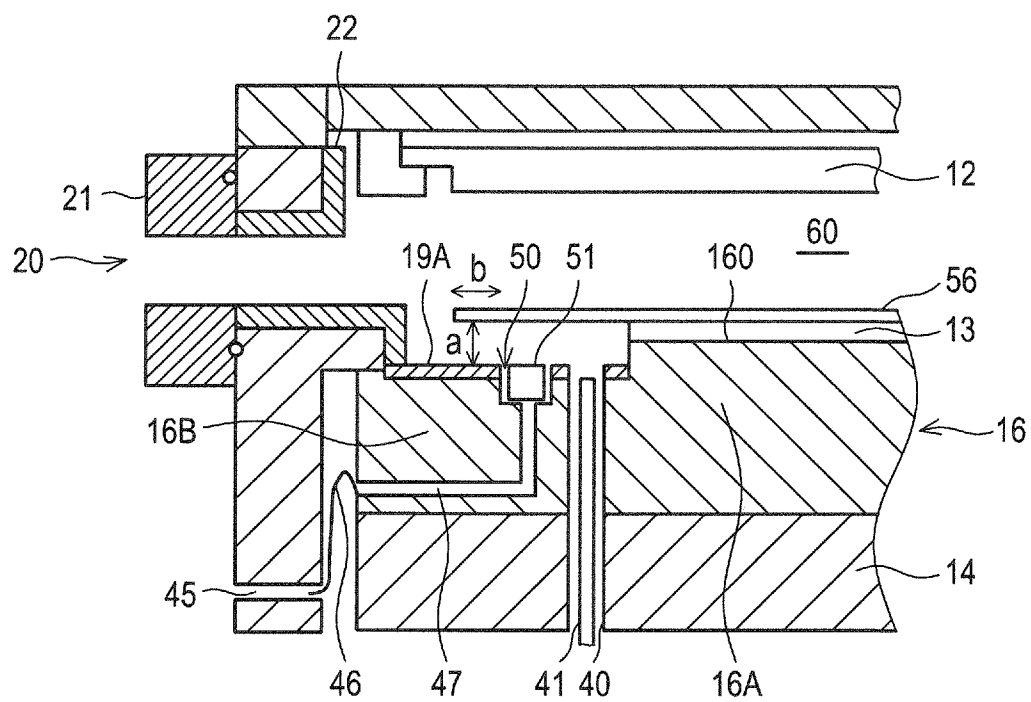
[図3]

FIG.3



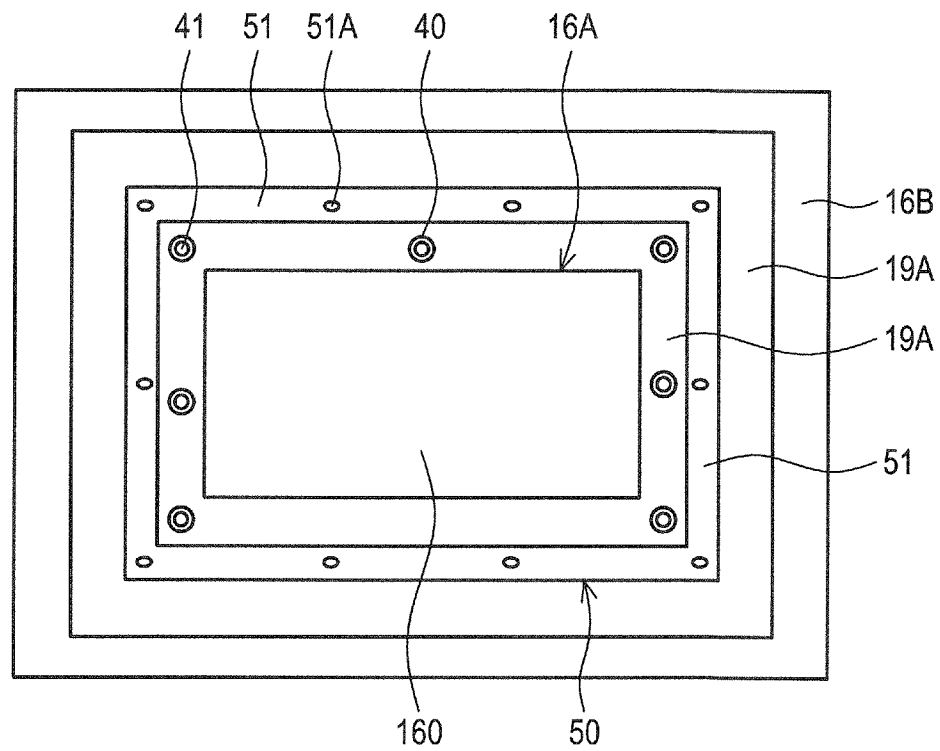
[図4]

FIG.4



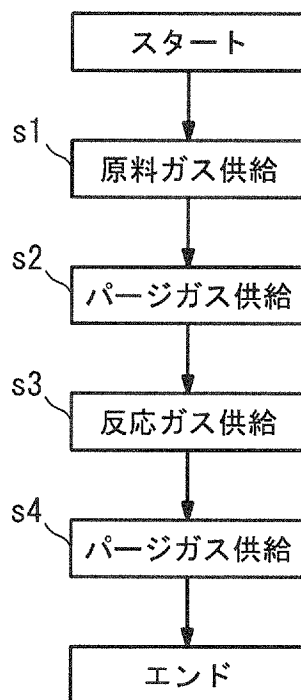
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG. 6



[図7]

FIG.7A

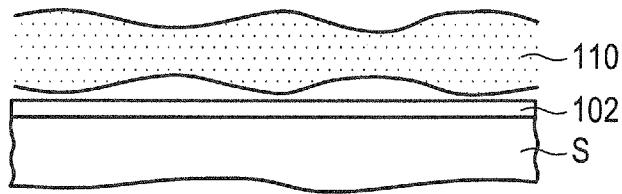


FIG.7B

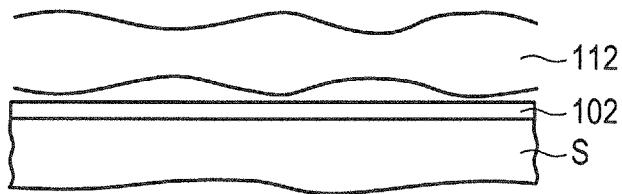


FIG.7C

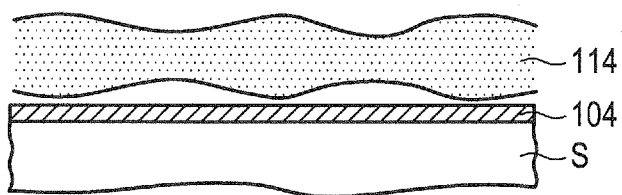
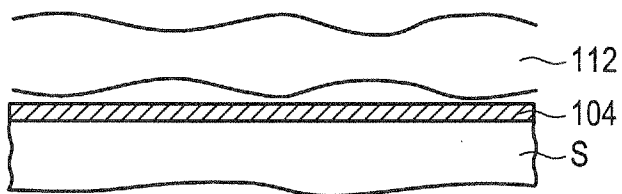


FIG.7D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/31(2006.01)i, C23C16/04(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, C23C16/455(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)

H01L21/31, C23C16/04, C23C16/44, C23C16/455

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	WO 2007/116940 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraphs [0035], [0039] to [0044]; fig. 6 & US 2009/0277389 A1 paragraphs [0032], [0051] to [0066]; fig. 6 & JP 2007-281150 A & CN 101356630 A & KR 10-2008-0098687 A & KR 10-1028605 B1	1-8
Y	JP 9-115993 A (Tokyo Electron Ltd.), 02 May 1997 (02.05.1997), paragraphs [0003], [0025]; fig. 1, 3, 7 & US 5997651 A column 1, lines 30 to 50; column 8, lines 14 to 23; fig. 1, 3, 11	1-8

☒ 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
21 July 2016 (21.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

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/JP2016/062400

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 2000-208439 A (Tokyo Electron Ltd.), 28 July 2000 (28.07.2000), paragraphs [0031] to [0033]; fig. 4, 5 & US 6733593 B1 column 6, lines 37 to 63 & WO 2000/042235 A1 & TW 457524 B	1-8
A	JP 2002-302770 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 18 October 2002 (18.10.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/31(2006.01)i, C23C16/04(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i, C23C16/455(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. H01L21/31, C23C16/04, C23C16/44, C23C16/455

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
Y	WO 2007/116940 A1（東京エレクトロン株式会社）2007.10.18, 段落 [0035]、[0039]-[0044]、図6 & US 2009/0277389 A1, 段落[0032]、[0051]-[0066]、図6 & JP 2007-281150 A & CN 101356630 A & KR 10-2008-0098687 A & KR 10-1028605 B1	1-8

☒ 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 1 . 0 7 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 8 . 2 0 1 6

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）

正山 旭

5 0

9 2 7 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9

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 9-115993 A (東京エレクトロン株式会社) 1997.05.02, 段落【0003】、【0025】、図1、3、7 & US 5997651 A, 第1欄第30-50行、第8欄第14-23欄、図1、3、11	1-8
Y	JP 2000-208439 A (東京エレクトロン株式会社) 2000.07.28, 段落【0031】－【0033】、図4、5 & US 6733593 B1, 第6欄第37-63行 & WO 2000/042235 A1 & TW 457524 B	1-8
A	JP 2002-302770 A (株式会社日立国際電気) 2002.10.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8