

(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
2017年9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/159052 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002401
- (22) 国際出願日: 2017年1月24日(24.01.2017)
- (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 2016-053268 2016年3月17日(17.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社SCREENホールディングス (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 中井 仁司 (NAKAI, Hitoshi); 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP). 安藤幸嗣 (ANDO, Koji); 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 松阪 正弘, 外 (MATSUSAKA, Masahiro et al.); 〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場1丁目11番9号 長堀八千代ビル6階 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, 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, 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.
- (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).

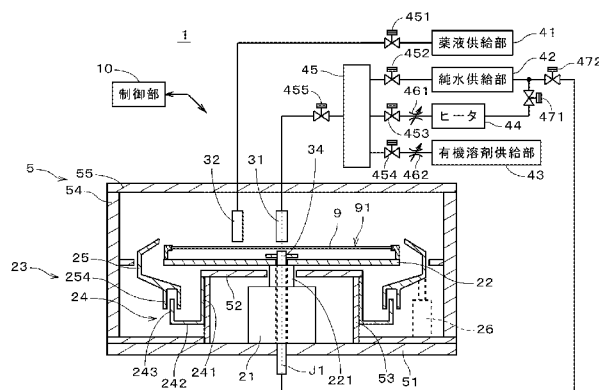
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND SUBSTRATE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 基板処理装置および基板処理方法

[図1]



- 10... CONTROL UNIT
41... CHEMICAL SOLUTION SUPPLY SECTION
42... PURE WATER SUPPLY SECTION
43... ORGANIC SOLVENT SUPPLY SECTION
44... HEATER

(57) Abstract: Pure water, a mixed solution, and an organic solvent are supplied in sequence to a top surface (91) of a rotating substrate (9), and thereafter, the organic solvent on the top surface (91) is removed through the rotation of the substrate (9). The mixed solution is prepared by mixing the organic solvent, which has a lower surface tension than the pure water, with the pure water and has a higher temperature than normal temperature. As a result of the mixed solution, which has higher solubility in the pure water than the organic solvent does, being supplied to the top surface (91) to which the pure water has been applied, local drying of the top surface (91) does not easily occur at the interface between the mixed solution and the pure water, thereby suppressing a pattern element from collapsing. Because the temperature of the substrate (9) is increased by the mixed solution, which has a higher temperature than normal temperature, the substrate (9) can be dried in a short time period, and the time required for processing related to drying can be reduced.

(57) 要約: 回転する基板 (9) の上面 (91) に、純水、混合液および有機溶剤が順に供給され、その後、基板 (9) の回転により上面 (91) 上の有機溶剤が除去される。混合液は、純水よりも表面張力が低い有機溶剤と純水とを混合することにより生成され、常温よりも高い温度である。

度である。純水との溶解性が有機溶剤よりも高い混合液が、純水が付与された上面 (91) に供給されことにより、混合液と純水との界面において上面 (91) の局所的な乾燥が発生しにくくなり、パターン要素の倒壊が抑制される。常温よりも高い温度の混合液により基板 (9) が昇温されていることにより、基板 (9) を短時間にて乾燥させることができ、乾燥に係る処理に要する時間を短くすることができる。

明 細 書

発明の名称：基板処理装置および基板処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板処理装置および基板処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体基板（以下、単に「基板」という。）の製造工程では、基板処理装置を用いて基板に対して様々な処理が施される。例えば、表面上にレジストのパターンが形成された基板に薬液を供給することにより、基板の表面に対してエッチング等の処理が行われる。薬液の供給後には、基板に純水を供給して表面の薬液を除去するリンス処理や、基板を高速に回転して表面の純水を除去する乾燥処理がさらに行われる。

[0003] 基板を乾燥する際には、基板上の純水を、純水よりも表面張力が低い有機溶剤（IPA（イソプロピルアルコール）等）に置換することも行われる。これにより、乾燥処理中に、純水の表面張力に起因して基板上のパターン要素が倒壊することが防止される。例えば、特許第5114252号公報（文献1）では、純水の液膜を基板上に形成し、純水よりも表面張力が低い低表面張力溶剤により基板上の純水を置換し、その後、当該低表面張力溶剤を基板表面から除去して基板表面を乾燥させる手法が開示されている。

[0004] また、特許第4767767号公報（文献2）の装置では、純水による基板の洗浄処理に続いて、乾燥前処理液を基板の主面に供給して、当該主面に残っている純水を乾燥前処理液に置換させ、その後、乾燥前処理液を除去して基板を乾燥させることが行われる。乾燥前処理液は、純水と、純水よりも揮発性の高い有機溶剤とを含む混合液であり、混合液の基板への供給中に、混合液中における有機溶剤の割合が増加される。特許第5139844号公報（文献3）では、リンス液が付着した基板の表面に常温の低表面張力液体を供給する処理に並行して、基板の裏面に高温の温水を供給することにより、基板の表面上で低表面張力液体を温度上昇させる手法が開示されている。

当該手法では、基板の表面上のリンス液と低表面張力液体との置換効率を向上させることができ、基板の表面からリンス液を良好に除去することができる。

[0005] ところで、文献１のように、純水の液膜を基板上に形成する場合、基板の回転数を下げた状態を一定時間保持する必要があるため、リンス処理後、基板の乾燥が完了するまでの乾燥に係る処理に要する時間が長くなる。一方、文献３のように、純水によるリンス処理後に、純水の液膜を形成することなく、主面上に低表面張力液体（ＩＰＡ）を直接供給すると、パターン要素の形状や大きさ、配置等によっては、パターン要素が倒壊する場合がある。文献２の装置でも、乾燥前処理液の除去（基板の乾燥）には一定の時間を要してしまう。したがって、パターン要素の倒壊を抑制しつつ、乾燥に係る処理に要する時間を短くする手法が求められている。

発明の概要

[0006] 本発明は、基板処理装置に向けられており、パターン要素の倒壊を抑制しつつ、乾燥に係る処理に要する時間を短くすることを目的としている。

[0007] 本発明に係る基板処理装置は、基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部を前記基板と共に回転する基板回転機構と、前記基板の上方を向く主面に純水を供給する純水供給部と、純水よりも表面張力が低い有機溶剤と純水とを混合することにより生成され、常温よりも高い温度の混合液を前記主面に供給する混合液供給部と、前記有機溶剤を前記主面に供給する有機溶剤供給部と、前記基板回転機構により回転する前記基板の前記主面に、前記純水供給部、前記混合液供給部および前記有機溶剤供給部により前記純水、前記混合液および前記有機溶剤を順に供給させた後、前記基板の回転により前記主面上の前記有機溶剤を除去する制御部とを備える。

[0008] 本発明によれば、パターン要素の倒壊を抑制しつつ、乾燥に係る処理に要する時間を短くすることができる。

[0009] 本発明の一の好ましい形態では、前記混合液が、常温の有機溶剤と加熱した純水とを混合することにより生成される。

[0010] この場合に、好ましくは、前記混合液における前記有機溶剤の濃度が50 vol %以下である。

[0011] 本発明は、基板処理方法にも向けられている。基板処理方法は、a) 回転する基板の上方を向く主面に純水を供給する工程と、b) 純水よりも表面張力が低い有機溶剤と純水とを混合することにより生成され、常温よりも高い温度の混合液を、回転する前記基板の前記主面に供給する工程と、c) 回転する前記基板の前記主面に前記有機溶剤を供給する工程と、d) 前記基板の回転により前記主面上の前記有機溶剤を除去する工程とを備える。

[0012] 上述の目的および他の目的、特徴、態様および利点は、添付した図面を参照して以下に行うこの発明の詳細な説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]基板処理装置の構成を示す図である。

[図2]基板の処理の流れを示す図である。

[図3]基板の上面上の処理液を示す図である。

[図4]基板の上面上の処理液を示す図である。

[図5]混合液における有機溶剤の濃度と、混合液と純水との溶解性との関係を示す図である。

[図6]混合液における有機溶剤の濃度と、混合液と純水との溶解性との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 図1は、本発明の一の実施の形態に係る基板処理装置1の構成を示す図である。基板処理装置1における各構成要素は、制御部10により制御される。基板処理装置1は、スピンチャック22と、スピンモータ21と、カップ部23と、チャンバ5とを備える。基板保持部であるスピンチャック22は、基板9の周縁に複数の挟持部材を接触させることにより、基板9を挟持する。これにより、基板9が水平な姿勢にてスピンチャック22により保持される。以下の説明では、上方を向く基板9の主面91を「上面91」という。上面91には、所定のパターンが形成されており、当該パターンは、例え

ば直立する多数のパターン要素を含む。

- [0015] スピンチャック 22 には、上下方向（鉛直方向）に伸びるシャフト 221 が接続される。シャフト 221 は、基板 9 の上面 91 に垂直であり、シャフト 221 の中心軸 J1 は、基板 9 の中心を通る。基板回転機構であるスピンモータ 21 は、シャフト 221 を回転する。これにより、スピンチャック 22 および基板 9 が、上下方向を向く中心軸 J1 を中心として回転する。シャフト 221 およびスピンモータ 21 は共に中空状であり、後述の下部ノズル 34 が内部に配置される。
- [0016] カップ部 23 は、液受け部 24 と、ガード部 25 とを備える。液受け部 24 は、ベース部 241 と、環状底部 242 と、周壁部 243 とを備える。ベース部 241 は、中心軸 J1 を中心とする筒状である。ベース部 241 は、後述のチャンバ内側壁部 53 に嵌め込まれて、チャンバ内側壁部 53 の外側面に取り付けられる。環状底部 242 は、中心軸 J1 を中心とする円環板状であり、ベース部 241 の下端部から外側に広がる。周壁部 243 は、中心軸 J1 を中心とする筒状であり、環状底部 242 の外周部から上方に突出する。ベース部 241、環状底部 242 および周壁部 243 は、好ましくは 1 つの部材として一体的に形成される。
- [0017] ガード部 25 は、中心軸 J1 を中心とする略円筒状の部材であり、スピンチャック 22 の周囲を囲む。ガード部 25 の下部には、周壁部 243 との間にて微小な間隙を形成する係合部 254 が設けられる。係合部 254 と周壁部 243 とは、非接触状態が維持される。ガード部 25 は、ガード昇降機構 26 により、上下方向に移動可能である。
- [0018] チャンバ 5 は、チャンバ底部 51 と、チャンバ上底部 52 と、チャンバ内側壁部 53 と、チャンバ外側壁部 54 と、チャンバ天蓋部 55 とを備える。チャンバ底部 51 は、板状であり、スピンモータ 21 およびカップ部 23 の下方を覆う。チャンバ上底部 52 は、中心軸 J1 を中心とする略円環板状である。チャンバ上底部 52 は、チャンバ底部 51 の上方にて、スピンモータ 21 の上方を覆うとともにスピンチャック 22 の下方を覆う。チャンバ内側

壁部 5 3 は、中心軸 J 1 を中心とする略円筒状である。チャンバ内側壁部 5 3 は、チャンバ上底部 5 2 の外周部から下方に広がり、チャンバ底部 5 1 に至る。チャンバ内側壁部 5 3 は、カップ部 2 3 の径方向内側に位置する。

[0019] チャンバ外側壁部 5 4 は、略筒状であり、カップ部 2 3 の径方向外側に位置する。チャンバ外側壁部 5 4 は、チャンバ底部 5 1 の外周部から上方に広がり、チャンバ天蓋部 5 5 の外周部に至る。チャンバ天蓋部 5 5 は、板状であり、カップ部 2 3 およびスピンチャック 2 2 の上方を覆う。チャンバ外側壁部 5 4 には、基板 9 をチャンバ 5 内に搬入および搬出するための搬出入口（図示省略）が設けられる。

[0020] 基板処理装置 1 は、第 1 上部ノズル 3 1 と、第 2 上部ノズル 3 2 と、下部ノズル 3 4 と、薬液供給部 4 1 と、純水供給部 4 2 と、有機溶剤供給部 4 3 と、ヒータ 4 4 とをさらに備える。第 1 上部ノズル 3 1 は、例えば上下方向に伸びるストレートノズルであり、図示省略のノズル移動機構のアームに取り付けられる。ノズル移動機構は、アームを中心軸 J 1 に平行な軸を中心として回転することにより、第 1 上部ノズル 3 1 を、基板 9 の上面 9 1 に対向する対向位置と、上面 9 1 の上方から外れた待機位置とに選択的に配置する。対向位置に配置された第 1 上部ノズル 3 1 は、上面 9 1 の中央部に対向する。待機位置は、水平方向において基板 9 から離れた位置である。ノズル移動機構は、アームを上下方向に昇降することも可能である。第 2 上部ノズル 3 2 も、第 1 上部ノズル 3 1 と同様に、他のノズル移動機構により、対向位置と他の待機位置とに選択的に配置される。上下方向に伸びる下部ノズル 3 4 は、中空状のシャフト 2 2 1 およびスピンモータ 2 1 の内部に配置される。下部ノズル 3 4 の上端は、基板 9 の下面の中央部に対向する。

[0021] 薬液供給部 4 1 は、開閉弁 4 5 1 を介して第 2 上部ノズル 3 2 に接続され、純水供給部 4 2 は、開閉弁 4 5 2 を介して接続部 4 5 に接続される。純水供給部 4 2 は、さらに、開閉弁 4 7 1 を介してヒータ 4 4 に接続され、また、開閉弁 4 7 2 を介して下部ノズル 3 4 に接続される。ヒータ 4 4 は、流量制御弁 4 6 1 および開閉弁 4 5 3 を介して接続部 4 5 に接続され、有機溶剤

供給部４３は、流量制御弁４６２および開閉弁４５４を介して接続部４５に接続される。第２上部ノズル３２と薬液供給部４１との間等にも流量制御弁が設けられてよい。接続部４５は、開閉弁４５５を介して第１上部ノズル３１に接続される。例えば、接続部４５、並びに、接続部４５に近接して設けられる複数の開閉弁４５２～４５５により、１つの多連弁装置（ミキシングバルブ）が構成される。薬液供給部４１、純水供給部４２および有機溶剤供給部４３により、処理液である薬液、純水および有機溶剤が基板９の上面９１にそれぞれ供給される。

[0022] 図２は、基板処理装置１における基板９の処理の流れを示す図である。まず、外部の搬送機構により未処理の基板９がチャンバ５内に搬入され、スピンドル２２にて保持される（ステップＳ１１）。基板９の搬入の際には、ガード昇降機構２６により、ガード部２５を下降させることにより、搬入される基板９がガード部２５に接触することが防止される（後述の基板９の搬出において同様）。搬送機構がチャンバ５外に移動すると、ガード部２５が図１に示す位置まで上昇し、ガード部２５の上端が基板９よりも上方に配置される。

[0023] 続いて、ノズル移動機構により第２上部ノズル３２が、基板９の上面９１の中央部に対向する対向位置に配置され、スピンドル２１により、所定の回転数（回転速度）での基板９の回転が開始される。そして、開閉弁４５１を開くことにより、薬液が第２上部ノズル３２を介して上面９１に連続的に供給される（ステップＳ１２）。上面９１上の薬液は基板９の回転により外縁部へと広がり、上面９１の全体に薬液が供給される。また、外縁部から飛散する薬液は、カップ部２３の内側面により受けられて回収される。薬液は、例えば、希フッ酸（ＤＨＦ）またはアンモニア水を含む洗浄液である。薬液は、基板９上の酸化膜の除去や現像、あるいは、エッチング等、洗浄以外の処理に用いられるものであってよい。薬液の供給は所定時間継続され、その後、開閉弁４５１を閉じることにより停止される。薬液による処理では、ノズル移動機構により、第２上部ノズル３２が水平方向に揺動してもよい。

ステップS 1 2に並行して、純水供給部4 2により純水が下部ノズル3 4を介して基板9の下面に供給されてもよい（後述のステップS 1 3～S 1 5において同様）。

[0024] 薬液による処理が完了すると、第2上部ノズル3 2が、待機位置へと移動し、続いて、第1上部ノズル3 1が対向位置に配置される。開閉弁4 5 2を開くことにより接続部4 5の内部空間にリンス液である純水（常温の純水）が供給され、開閉弁4 5 5を開くことにより、純水が第1上部ノズル3 1を介して上面9 1に連続的に供給される（ステップS 1 3）。これにより、上面9 1上の薬液が純水により洗い流されるリンス処理が行われる。リンス処理中は、図3に示すように、上面9 1の全体が純水により覆われる。純水の供給中も、図1のスピนมータ2 1による、比較的高い回転数での基板9の回転が継続される。例えば、回転数は、5 0 0 r p mであり、後述の混合液の供給時において同様である。基板9から飛散する純水は、カップ部2 3の内側面により受けられて、外部に排出される。

[0025] 純水の供給が所定時間継続されると、開閉弁4 5 2を閉じることにより純水の供給が停止される。続いて、開閉弁4 5 3，4 5 4が同時に開かれる。これにより、ヒータ4 4からの加熱した純水（以下、「温純水」という。）と、常温の有機溶剤とが接続部4 5の内部空間に供給され、有機溶剤と温純水とを混合した混合液（希釈有機溶剤）が接続部4 5において生成される。

[0026] ここで、常温は、基板処理装置1の周囲の温度であり、例えば、2 0℃±1 5℃の範囲である。温純水の温度は、常温よりも高く、例えば5 0℃以上であり、好ましくは、6 5℃以上である（実際には、9 0℃以下）。開閉弁4 7 1は予め開かれており、ヒータ4 4では、およそ一定の温度の温純水が供給可能である。有機溶剤は、例えばI P A（イソプロピルアルコール）、メタノール、エタノール、アセトン等であり、純水よりも表面張力が低い。有機溶剤は、純水よりも蒸気圧が高いことが好ましい。本実施の形態では、有機溶剤としてI P Aが利用される。

[0027] 混合液は、第1上部ノズル3 1を介して上面9 1に連続的に供給される（

ステップS 1 4)。図4に示すように、上面9 1の中央部に供給される混合液は、基板9の回転により外縁部へと広がり、上面9 1上の純水が混合液に置換される。基板9から飛散する混合液は、カップ部2 3の内側面により受けられる。混合液の供給では、制御部1 0が、有機溶剤供給部4 3に接続された流量制御弁4 6 2の開度、および、ヒータ4 4に接続された流量制御弁4 6 1の開度を制御することにより、有機溶剤と温純水との混合比、すなわち、混合液における有機溶剤の濃度が所定の値に調整される。混合液における有機溶剤の濃度については後述する。このとき、常温よりも高い温度の混合液により、基板9の温度も上昇する。なお、第1上部ノズル3 1と接続部4 5との間にインラインミキサ等が設けられてもよい。

[0028] 混合液の供給が所定時間継続されると、開閉弁4 5 4を開いたままで、開閉弁4 5 3が閉じられる。これにより、接続部4 5への温純水の供給がなくなり、ほぼ常温の有機溶剤のみ（純粋な有機溶剤）が第1上部ノズル3 1を介して上面9 1に連続的に供給される（ステップS 1 5）。基板9の回転により、上面9 1の全体が、有機溶剤により覆われる。基板9から飛散する有機溶剤は、カップ部2 3の内側面により受けられる。本実施の形態では、有機溶剤の供給時における基板9の回転数は、混合液の供給時よりも低い（例えば、2 0 0 r p m）。また、有機溶剤のみの供給開始から所定時間経過後に、流量制御弁4 6 2の開度を制御することにより、有機溶剤の供給流量が低減される。これにより、上面9 1上における有機溶剤の液膜の厚さが薄くなる。

[0029] その後、開閉弁4 5 4，4 5 5を閉じることにより、第1上部ノズル3 1からの有機溶剤の吐出が停止される。対向位置に位置する第1上部ノズル3 1は、ノズル移動機構により、上面9 1の上方から外れた待機位置へと移動する。続いて、基板9の回転数が、例えば1 5 0 0 r p mまで増大されることにより、上面9 1上の有機溶剤を除去する乾燥処理が行われる（ステップS 1 6）。このとき、混合液の供給により基板9の温度が常温よりも高くなっているため、有機溶剤の揮発性が高くなり、基板9の乾燥が促進される。

基板 9 の回転が停止されると、外部の搬送機構により、基板 9 がチャンバ 5 外に搬出される（ステップ S 1 7）。

[0030] ここで、純水によるリンス処理後に、純水の液膜を形成する（いわゆる、純水パドルを行う）比較例の処理について説明する。比較例の処理では、純水により基板 9 の上面 9 1 に対してリンス処理を行った後、基板 9 の回転数および純水の供給流量を小さくして、比較的厚い純水の液膜が上面 9 1 上に形成される。基板 9 の回転数は、例えば 1 0 r p m である。続いて、有機溶剤が上面 9 1 上に供給され、有機溶剤の液膜が形成される。このとき、有機溶剤は、純水の液膜と基板 9 の上面 9 1 との間に入り込むようにして上面 9 1 の全体に広がる。比較例の処理では、混合液の供給は行われない。有機溶剤の供給後、基板 9 の回転により上面 9 1 上の有機溶剤が除去される。比較例の処理では、純水の液膜を基板 9 上に形成する際に、基板 9 の回転数を下げた状態を一定時間保持する必要があるため、リンス処理後、基板 9 の乾燥が完了するまでの乾燥に係る処理に要する時間が長くなる（すなわち、スループットが低下する）。

[0031] また、図 2 において、基板 9 に混合液を供給するステップ S 1 4 の処理を省略した他の比較例の処理を想定すると、当該他の比較例の処理では、有機溶剤の供給により、上面 9 1 上のパターン要素が倒壊することがある。パターン要素の倒壊の原因は、必ずしも明確ではないが、一因として、純水が極僅かしか存在しない局所的な領域（すなわち、パターン要素に対して、表面張力の影響を及ぼし得る僅かな純水のみが存在する領域であり、以下、「局所的な乾燥」と表現する。）が発生することが挙げられる。例えば、上面 9 1 の中央部に供給された有機溶剤は、上面 9 1 上の純水（基板 9 の高速回転により薄い層となっている。）を外側に押し出すように広がる、すなわち、有機溶剤と純水との界面が中央部近傍から外縁部に向かって移動するように、有機溶剤が上面 9 1 上にて広がる。このとき、有機溶剤と純水との低い溶解性（両者の混ざりやすさであり、親和性と捉えることもできる。）に起因して、両者の界面において上面 9 1 の局所的な乾燥が発生すると考えられる

。局所的な乾燥が発生すると、パターン要素に作用する純水の表面張力の影響により、パターン要素が倒壊する。

[0032] これに対し、図1の基板処理装置1では、回転する基板9の上面91に、純水、混合液および有機溶剤が順に供給され、その後、基板9の回転により上面91上の有機溶剤が除去される。純水との溶解性が有機溶剤よりも高い（および、純水との表面張力の差が有機溶剤よりも小さい）混合液が、純水が付与された上面91に供給されることにより、混合液と純水との界面において上面91の局所的な乾燥が発生しにくくなる。その結果、純水液膜の形成処理を省略しつつ、パターン要素の倒壊を抑制することができる。また、常温よりも高い温度の混合液により基板9が昇温されていることにより、基板9を短時間にて乾燥させることができ、乾燥に係る処理に要する時間を短くする（スループットを向上する）ことができる。

[0033] 基板処理装置1では、比較的高い回転数にて基板9を回転しつつ、混合液が上面91に供給されるため、混合液を上面91の全体に短時間にて広げることができる。したがって、一定時間の基板の低速回転を伴う純水液膜の形成処理に比べて、ステップS14における混合液の供給に要する時間を短くすることができる。実際には、混合液と有機溶剤との溶解性が高いため、ステップS15における有機溶剤の供給時に、パターン要素間における微小間隙に有機溶剤を短時間にて充填することができ、有機溶剤の供給に要する時間も短くすることができる。このように、ステップS14、S15の処理時間の短縮により、ステップS16の乾燥処理時間の短縮と相俟って、乾燥に係る処理に要する時間をさらに短くすることができる。また、ステップS15における有機溶剤の供給量も少なくすることができる。

[0034] ここで、常温よりも高い温度の混合液を生成する際に、有機溶剤を昇温することも考えられるが、有機溶剤は引火性が高いため、安全対策のコストが増大してしまう。これに対し、基板処理装置1では、常温の有機溶剤と加熱した純水とを混合することにより、常温よりも高い温度の混合液が生成される。これにより、混合液の生成においてコストの増大を伴う有機溶剤の加熱

を避けつつ、高温の混合液を容易に生成することができる。

[0035] ステップS 1 3～S 1 5において、純水、混合液および有機溶剤が同一の第1上部ノズル3 1から順次吐出されることにより、これらの処理液の吐出に係る処理を簡素化することができる。なお、基板処理装置1の設計によっては、純水、混合液および有機溶剤が異なるノズルから吐出されてもよい。

[0036] 次に、混合液における有機溶剤の濃度について述べる。図5および図6は、混合液における有機溶剤（ここでは、IPA）の濃度と、混合液と純水との溶解性との関係を調べた実験結果を示す図である。本実験では、閉塞部材により一端を閉塞した直径19mmのチューブを準備し、上下方向に伸ばした当該チューブに常温の純水15ccを溜めた状態で、IPA濃度が10vol%（体積パーセント濃度）、20vol%、50vol%、100vol%である混合液（IPA濃度が100vol%の場合は、純粋な有機溶剤）2ccを当該チューブの内面に沿わせて注いだ。閉塞部材には、直径3mmのサンプリングチューブが設けられており、混合液と純水との界面近傍における微量の液を、混合液の注入から0.5分、1分、2分経過後にサンプリングチューブにより抽出し、当該液のIPA濃度を測定した。図5および図6は、混合液の注入前における純水の液面の位置（混合液と純水との界面に相当する。）から閉塞部材側に向かってそれぞれ5mmおよび10mmの位置にて抽出された液のIPA濃度を示す。

[0037] 図5および図6より、IPA濃度が100vol%の場合（図5および図6では、「IPA 100%」と記している。以下同様。）には、界面近傍におけるIPA濃度の上昇が小さく、有機溶剤の純水に対する溶解性が低いといえる。一方、IPA濃度が10vol%、20vol%、50vol%の場合には、界面近傍におけるIPA濃度の上昇が、100vol%の場合よりも大きく、混合液の純水に対する溶解性が高いといえる。よって、局所的な乾燥をより確実に抑制するには、混合液における有機溶剤の濃度は50vol%以下かつ10vol%以上であることが好ましい。実際には、当該濃度が50vol%以下であることにより、混合液における純水の割合を

高くする（５０％以上とする）ことができ、混合液の温度を容易に高くすることができる。有機溶剤の消費量を少なくするとともに、混合液の温度をさらに高くするという観点では、当該濃度は、好ましくは３０％以下であり、より好ましくは２０％以下である。この場合、混合液の純水に対する溶解性もさらに高くなる。

[0038] 上記基板処理装置１では様々な変形が可能である。

[0039] 上記実施の形態では、混合液における有機溶剤の濃度が一定とされるが、混合液における有機溶剤の濃度が段階的に高められてもよい。この場合、ステップＳ１４では、有機溶剤供給部４３から接続部４５への有機溶剤の供給流量が徐々に増大され、ヒータ４４から接続部４５への純水の供給流量が徐々に低減される。

[0040] 基板処理装置１の設計によっては、常温の有機溶剤と常温の純水とを混合した混合液を加熱することにより、常温よりも高い温度の混合液が生成されてもよい。

[0041] 基板処理装置１では、純水供給部４２、有機溶剤供給部４３、ヒータ４４および接続部４５を主たる構成要素として、常温よりも高い温度の混合液を上面９１に供給する混合液供給部が構成されるが、混合液供給部は、純水供給部４２および有機溶剤供給部４３とは独立して実現されてもよい。

[0042] 基板９は、様々な態様にて保持されてよい。例えば、基板９の下面を支持する基板保持部により、パターンが形成された主面を上方に向けた状態で基板９が保持されてもよい。

[0043] 基板処理装置１にて処理される基板は半導体基板には限定されず、ガラス基板や他の基板であってもよい。

[0044] 上記実施の形態および各変形例における構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わせられてよい。

[0045] 発明を詳細に描写して説明したが、既述の説明は例示的であって限定的なものではない。したがって、本発明の範囲を逸脱しない限り、多数の変形や態様が可能であるといえる。

符号の説明

[0046]	1	基板処理装置
	9	基板
	10	制御部
	21	スピンモータ
	22	スピンチャック
	42	純水供給部
	43	有機溶剤供給部
	44	ヒータ
	45	接続部
	91	(基板の) 上面
	S11～S17	ステップ

請求の範囲

- [請求項1] 基板処理装置であって、
- 基板を保持する基板保持部と、
- 前記基板保持部を前記基板と共に回転する基板回転機構と、
- 前記基板の上方を向く主面に純水を供給する純水供給部と、
- 純水よりも表面張力が低い有機溶剤と純水とを混合することにより生成され、常温よりも高い温度の混合液を前記主面に供給する混合液供給部と、
- 前記有機溶剤を前記主面に供給する有機溶剤供給部と、
- 前記基板回転機構により回転する前記基板の前記主面に、前記純水供給部、前記混合液供給部および前記有機溶剤供給部により前記純水、前記混合液および前記有機溶剤を順に供給させた後、前記基板の回転により前記主面上の前記有機溶剤を除去する制御部と、
- を備える。
- [請求項2] 請求項1に記載の基板処理装置であって、
- 前記混合液が、常温の有機溶剤と加熱した純水とを混合することにより生成される。
- [請求項3] 請求項2に記載の基板処理装置であって、
- 前記混合液における前記有機溶剤の濃度が50vol%以下である。
- [請求項4] 基板処理方法であって、
- a) 回転する基板の上方を向く主面に純水を供給する工程と、
- b) 純水よりも表面張力が低い有機溶剤と純水とを混合することにより生成され、常温よりも高い温度の混合液を、回転する前記基板の前記主面に供給する工程と、
- c) 回転する前記基板の前記主面に前記有機溶剤を供給する工程と、
- d) 前記基板の回転により前記主面上の前記有機溶剤を除去する工

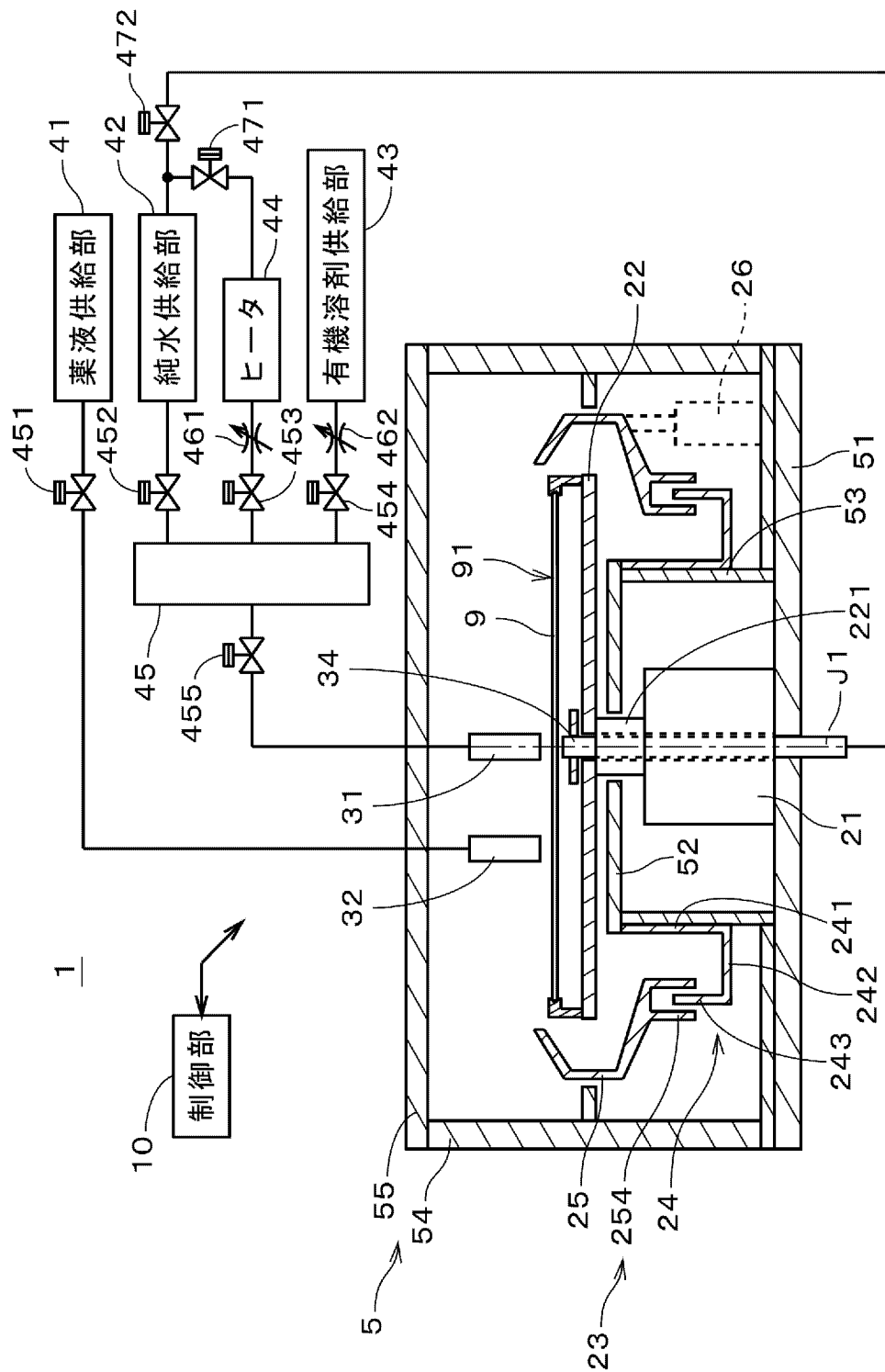
程と、

を備える。

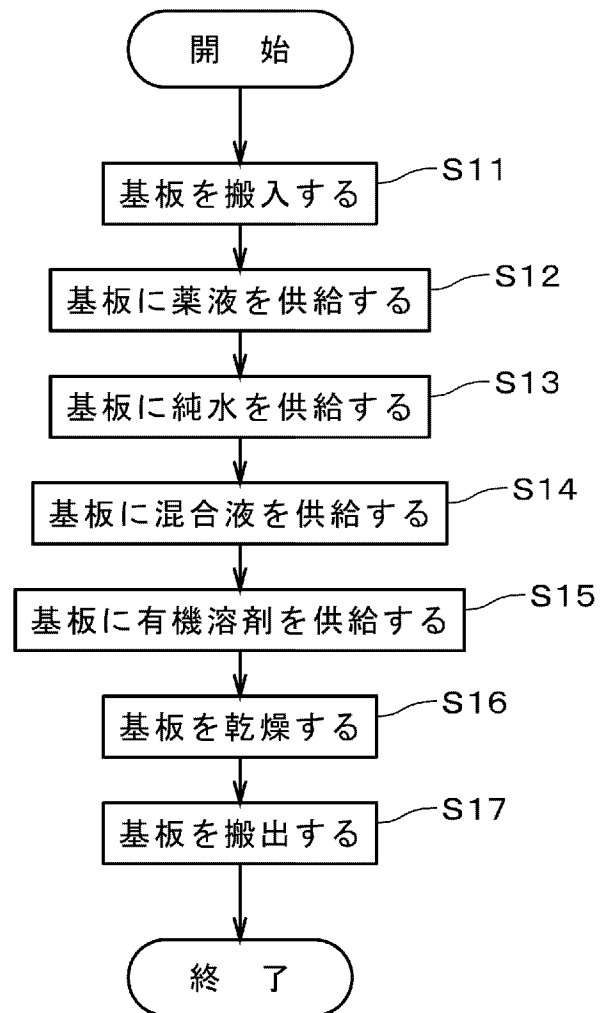
[請求項5] 請求項4に記載の基板処理方法であって、
前記混合液が、常温の有機溶剤と加熱した純水とを混合することにより生成される。

[請求項6] 請求項5に記載の基板処理方法であって、
前記混合液における前記有機溶剤の濃度が50vol%以下である
。

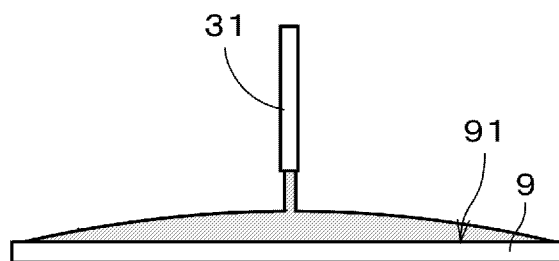
[図1]



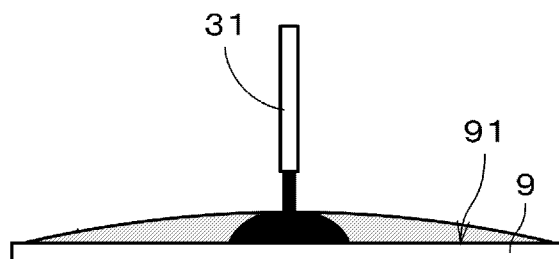
[図2]



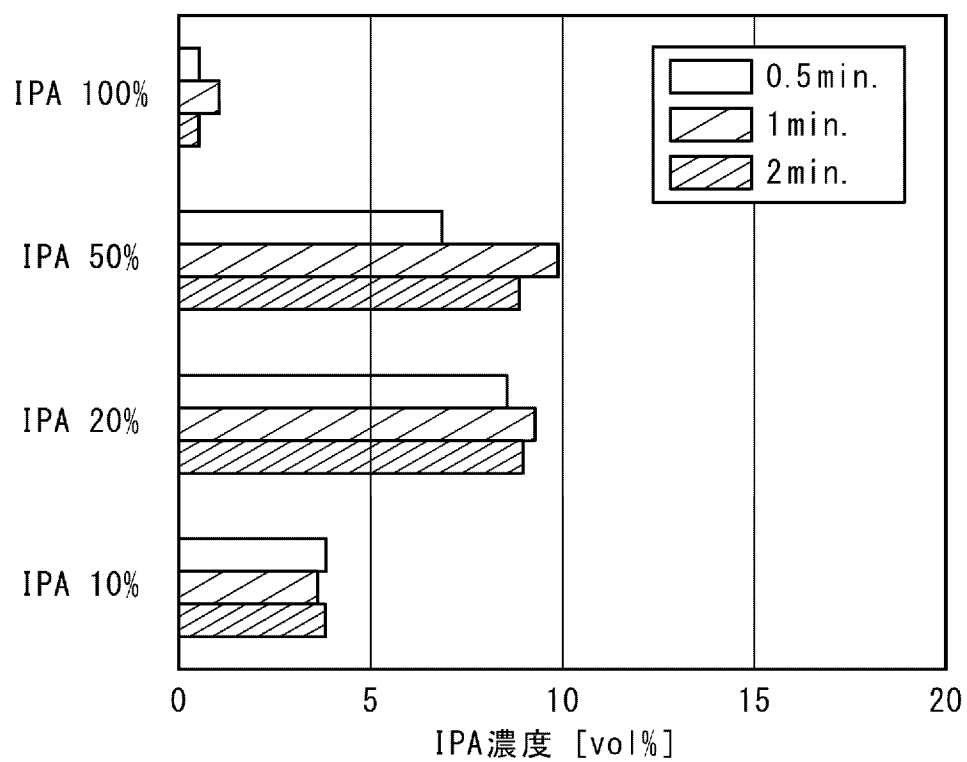
[図3]



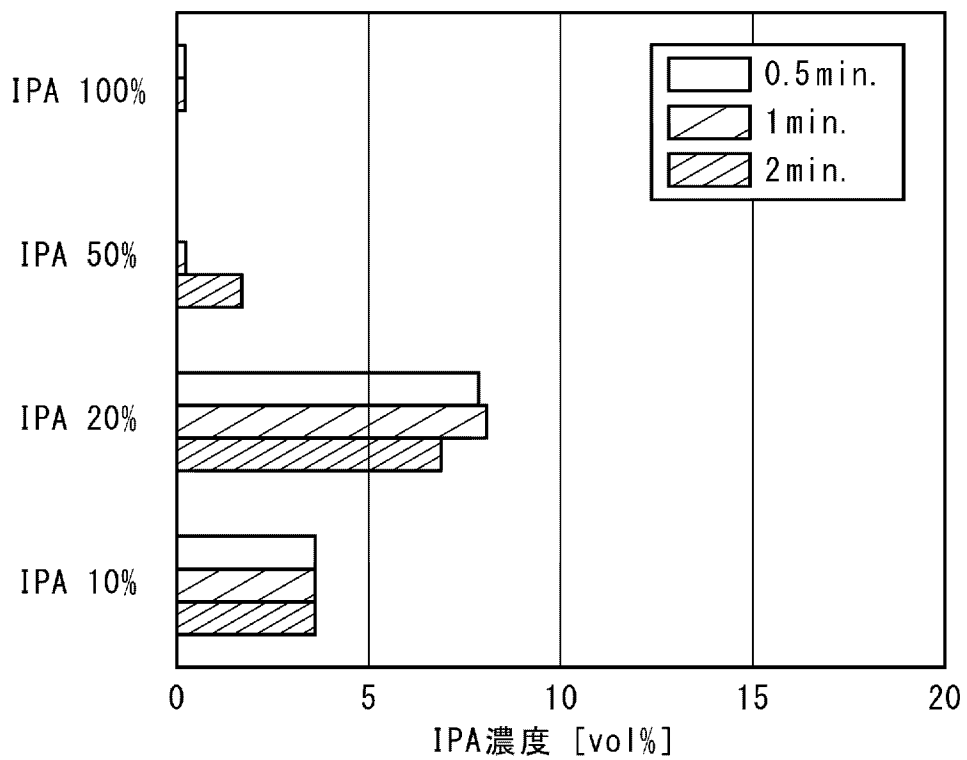
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/002401

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304(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)

H01L21/304

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 A	JP 2007-335815 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0028] to [0047] & US 2007/0289611 A1 paragraphs [0043] to [0066] & KR 10-2007-0120431 A & CN 101093788 A & TW 200807539 A	1, 4 2, 3, 5, 6
Y A	JP 2010-129809 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 10 June 2010 (10.06.2010), paragraphs [0026] to [0038] (Family: none)	1, 4 2, 3, 5, 6

☒ 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 February 2017 (16.02.17)

Date of mailing of the international search report
28 February 2017 (28.02.17)

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/JP2017/002401

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-542607 A (Lam Research AG), 21 November 2013 (21.11.2013), paragraphs [0028] to [0033] & US 2012/0103371 A1 paragraphs [0036] to [0041] & WO 2012/056343 A2 & TW 201250890 A & CN 103153490 A & KR 10-2014-0023253 A	1, 4 2, 3, 5, 6
A	JP 2015-092539 A (Shibaura Mechatronics Co., Ltd.), 14 May 2015 (14.05.2015), paragraphs [0034] to [0050] & US 2015/0090296 A1 paragraphs [0043] to [0061] & EP 2854163 A1 & CN 104517873 A & KR 10-2015-0037543 A & TW 201523725 A	1-6
A	JP 2014-072439 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 21 April 2014 (21.04.2014), paragraphs [0034] to [0046], [0053] & US 2014/0093644 A1 paragraphs [0057] to [0077], [0096]	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/304(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. H01L21/304

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 A	JP 2007-335815 A（大日本スクリーン製造株式会社）2007.12.27, 段落【0028】－【0047】 & US 2007/0289611 A1, 段落[0043]－[0066] & KR 10-2007-0120431 A & CN 101093788 A & TW 200807539 A	1, 4 2, 3, 5, 6
Y A	JP 2010-129809 A（大日本スクリーン製造株式会社）2010.06.10, 段落【0026】－【0038】（ファミリーなし）	1, 4 2, 3, 5, 6

☒ 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

16.02.2017

国際調査報告の発送日

28.02.2017

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）

▲高▼須 甲斐

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

50

4539

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 A	JP 2013-542607 A (ラム・リサーチ・アーゲー) 2013. 11. 21, 段落【0028】－【0033】 & US 2012/0103371 A1, 段落[0036]－[0041] & WO 2012/056343 A2 & TW 201250890 A & CN 103153490 A & KR 10-2014-0023253 A	1, 4 2, 3, 5, 6
A	JP 2015-092539 A (芝浦メカトロニクス株式会社) 2015. 05. 14, 段落【0034】－【0050】 & US 2015/0090296 A1, 段落[0043]－[0061] & EP 2854163 A1 & CN 104517873 A & KR 10-2015-0037543 A & TW 201523725 A	1-6
A	JP 2014-072439 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2014. 04. 21, 段落【0034】－【0046】、【0053】 & US 2014/0093644 A1, 段落[0057]－[0077], [0096]	1-6