

(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9月7日(07.09.2018)



(10) 国際公開番号
WO 2018/159005 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/036074

(22) 国際出願日: 2017年10月4日(04.10.2017)

(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 2017-038236 2017年3月1日(01.03.2017) JP

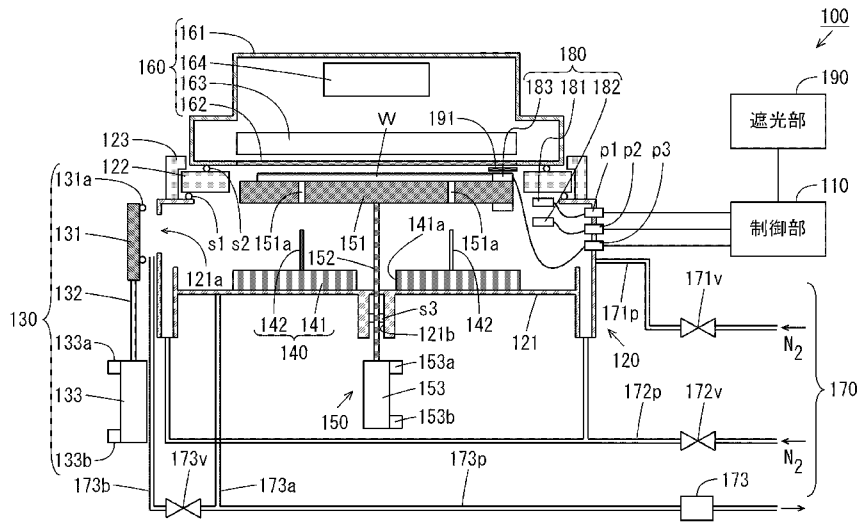
(71) 出願人: 株式会社 SCREENホールディングス (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP];
〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 福本 靖博 (FUKUMOTO, Yasuhiro);
〒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). 大木 孝文 (OKI, Takafumi);
〒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). 松尾 友宏 (MATSUO, Tomohiro);
〒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). 浅井 正也 (ASAI, Masaya);
〒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 S

(54) Title: EXPOSURE DEVICE, SUBSTRATE TREATMENT DEVICE, SUBSTRATE EXPOSURE METHOD, AND SUBSTRATE TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置、基板処理装置、基板の露光方法および基板処理方法

[図1]



110 Control unit
190 Light-shielding unit

(57) Abstract: An exposure device (100) comprises a light-projecting unit (160), an illuminometer (183), a light-shielding unit (190), and a light projection control unit (12). Vacuum ultraviolet radiation is radiated, by the light-projecting unit, on a to-be-treated surface of a substrate (W). In an irradiation period of vacuum ultraviolet radiation from the light-projecting unit onto the substrate, a portion of the vacuum ultraviolet radiation is received by the illuminometer, and the illuminance of the received vacuum ultraviolet radiation is measured. In the irradiation period, impingement of vacuum ultraviolet

C R E E Nセミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP). 春本 将彦(**HARUMOTO, Masahiko**); 〒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S C R E E Nセミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP). 田中 裕二(**TANAKA, Yuji**); 〒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S C R E E Nセミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP). 中山 知佐世(**NAKAYAMA, Chisayo**); 〒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S C R E E Nセミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 福島 祥人 (**FUKUSHIMA, Yoshito**); 〒5640052 大阪府吹田市広芝町4番1号江坂・ミタカビル3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, JO, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

radiation on a light-receiving surface of the illuminometer is intermittently blocked by the light-shielding unit. On the basis of the illuminance measured using the illuminometer, irradiation of the vacuum ultraviolet radiation by the light-projecting unit onto the substrate is halted.

(57) 要約: 露光装置(100)は、投光部(160)と、照度計(183)と、遮光部(190)と、投光制御部(12)とを備える。投光部により基板(W)の被処理面に真空紫外線が照射される。投光部から基板への真空紫外線の照射期間に、照度計により真空紫外線の一部が受光され、受光された真空紫外線の照度が計測される。照射期間において照度計の受光面への真空紫外線の入射が遮光部により断続的に遮られる。照度計により計測された照度に基づいて投光部による基板への真空紫外線の照射が停止される。

明 細 書

発明の名称：

露光装置、基板処理装置、基板の露光方法および基板処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板に露光処理を行う露光装置、基板処理装置、基板の露光方法および基板処理方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、基板に形成されるパターンを微細化するために、ブロック共重合体の誘導自己組織化（D S A : Directed Self Assembly）を利用したフォトリソグラフィ技術の開発が進められている。このようなフォトリソグラフィ技術においては、ブロック重合体が塗布された基板に加熱処理が施された後、基板の一面が露光されることによりブロック重合体が改質される。この処理においては、基板の露光量を正確に調整することが求められる。

[0003] 特許文献1には、基板上の誘導自己組織化材料を含む膜（D S A膜）に露光処理を行う露光装置が記載されている。露光装置は、断面帯状の真空紫外線を出射可能な光出射部を有し、基板が光出射部からの真空紫外線の経路を横切るように光出射部の前方位置から後方位置に移動可能に構成される。露光処理前に、真空紫外線の照度が照度センサにより予め検出され、所望の露光量の真空紫外線が照射されるように、検出された照度に基づいて基板の移動速度が算出される。露光処理時に、基板が算出された移動速度で移動することにより、所望の露光量の真空紫外線が基板上のD S A膜に照射される。

特許文献1：特開2016-183990号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 長期にわたって露光装置を使用すると、照度センサが劣化するとともに、その特性が変化する。そのため、照度センサの交換および保守の頻度が増加する。照度センサの交換または保守を頻繁に行うと、露光装置の運用コスト

が増加するとともに、露光装置の稼働停止時間が長期化することにより稼働効率が低下する。

[0005] 本発明の目的は、稼働効率を向上させることが可能な露光装置、基板処理装置、露光方法および基板処理方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] (1) 本発明の一局面に従う露光装置は、基板の被処理面に真空紫外線を照射可能に設けられた投光部と、投光部から基板への真空紫外線の照射期間に、真空紫外線の一部を受光する受光面を有し、受光した真空紫外線の照度を計測する照度計と、照射期間において照度計の受光面への真空紫外線の入射を断続的に遮る遮光部と、真空紫外線を基板に照射するように投光部を制御するとともに、照度計により計測された照度に基づいて基板への真空紫外線の照射を停止するように投光部を制御する投光制御部とを備える。

[0007] この露光装置においては、投光部により基板の被処理面に真空紫外線が照射される。投光部から基板への真空紫外線の照射期間に、照度計により真空紫外線の一部が受光され、受光された真空紫外線の照度が計測される。照射期間において照度計の受光面への真空紫外線の入射が遮光部により断続的に遮られる。照度計により計測された照度に基づいて投光部による基板への真空紫外線の照射が停止される。

[0008] この構成によれば、照度計に真空紫外線が断続的に照射されるので、照度計の劣化の速度が低下する。そのため、照度計が長寿命化する。したがって、照度計の交換および保守を頻繁に行う必要がない。これにより、露光装置の運用コストを低減するとともに、露光装置の稼働停止時間を最小にすることができ。その結果、露光装置の稼働効率を向上させることができる。

[0009] (2) 照度計は、照射期間において投光部からの真空紫外線の一部を受光可能な位置に設けられ、遮光部は、照射期間において照度計の受光面への真空紫外線の入射を断続的に遮るように移動可能な遮光部材と、遮光部材を移動させる第1の駆動部とを含んでもよい。この場合、照度計の受光面への真空紫外線の入射を簡単な構成で断続的に遮ることができる。

- [0010] (3) 遮光部は、照度計を照射期間において投光部からの真空紫外線の一部を受光可能な第1の位置と投光部からの真空紫外線を受光不能な第2の位置とに交互に移動させる第2の駆動部を含んでもよい。この場合、照度計の受光面への真空紫外線の入射を簡単な構成で断続的に遮ることができる。
- [0011] (4) 投光部は、基板の一面の全体領域および基板外の領域に真空紫外線を照射するように構成され、照度計は、照射期間において受光面への真空紫外線の少なくとも入射時に基板外の領域に位置してもよい。この場合、照度計は基板と干渉することなく真空紫外線の照度を計測することができる。
- [0012] (5) 基板は円形状を有し、投光部における真空紫外線の出射部は、基板の領域に相当する円形領域を内包する矩形状を有し、照度計の受光面は、照射期間において投光部の出射部における円形領域を除く角部領域から出射される真空紫外線が入射可能な位置に移動可能にまたは固定的に配置されてもよい。この場合、露光装置を大型化することなく照度計を配置することができる。
- [0013] (6) 照度計は、受光面が照射期間における基板の被処理面を基準とする一定の高さに位置するように配置されてもよい。この場合、投光部から基板の被処理面に到達するまでの真空紫外線の減衰率と、投光部から照度計の受光面に到達するまでの真空紫外線の減衰率とが相関する。そのため、照度計により計測される照度に基づいて基板の被処理面に照射される真空紫外線の照度を正確に取得することができる。それにより、照度計により計測される照度に基づいて基板の露光量を正確に算出することができる。
- [0014] (7) 照度計は、受光面が照射期間における基板の被処理面と同一の高さに位置するように配置されてもよい。この場合、投光部から基板の被処理面に到達するまでの真空紫外線の減衰率と、投光部から照度計の受光面に到達するまでの真空紫外線の減衰率とが等しい。これにより、基板の被処理面に照射される真空紫外線の照度と照度計により計測される照度とが等しくなる。その結果、照度計により計測される照度に基づいて基板の露光量をより容易に算出することができる。

- [0015] (8) 露光装置は、処理対象の基板を収容する処理室と、処理室内において、投光部の下方に設けられ、基板が載置される載置部と、処理室内と外部との間での基板の受け渡しの際に載置部が第3の位置に移動し、投光部の真空紫外線の出射の際に載置部が第3の位置の上方の第4の位置に移動するように載置部を制御する載置制御部とをさらに備えてもよい。この場合、基板を投光部に干渉させることなく処理室内と外部との間で容易に受け渡すことができる。また、投光部から基板への真空紫外線の照射の際には、光源部と基板とが近接するので、基板を効率よく露光することができる。
- [0016] (9) 照度計は、載置部の移動に追従して上下方向に移動してもよい。この場合、載置部の移動中においても、照度計の受光面が真空紫外線の照射期間における基板の被処理面を基準とする一定の高さに位置する。そのため、載置部の移動中に基板に真空紫外線を照射した場合でも、基板の正確な露光量が算出される。したがって、基板が処理室内に搬入された後、載置部が第3の位置と第4の位置とで移動する過程においても基板に真空紫外線を照射することにより、基板の露光をより短時間で終了することができる。
- [0017] (10) 載置部は、基板が載置される第1の部分と、真空紫外線の受光時に照度計が配置される第2の部分とを含んでもよい。この場合、載置部の移動に追従して照度計を上下方向に容易に移動させることができる。
- [0018] (11) 本発明の他の局面に従う基板処理装置は、基板に処理液を塗布することにより基板に膜を形成する塗布処理部と、塗布処理部により膜が形成された基板を熱処理する熱処理部と、熱処理部により熱処理された基板を露光する本発明の一局面に従う露光装置と、露光装置により露光された基板に溶剤を供給することにより基板の膜を現像する現像処理部とを備える。
- [0019] この基板処理装置においては、塗布処理部により基板に処理液が塗布されることにより基板に膜が形成される。塗布処理部により膜が形成された基板が熱処理部により熱処理される。熱処理部により熱処理された基板が上記の露光装置により露光される。露光装置により露光された基板に現像処理部により溶剤が供給されることにより基板の膜が現像される。

- [0020] 露光装置においては、照度計に真空紫外線が断続的に照射されるので、照度計の劣化の速度が低下し、照度計が長寿命化する。これにより、露光装置の運用コストを低減するとともに、露光装置の稼働停止時間を最小にすることができる。その結果、露光装置の稼働効率を向上させることができる。
- [0021] (12) 処理液は、誘導自己組織化材料を含んでもよい。この場合、誘導自己組織化材料を含む処理液が塗布された基板が熱処理されることにより、基板の一面上でマイクロ相分離が生じる。また、マイクロ相分離により2種類の重合体のパターンが形成された基板が露光および現像される。これにより、2種類の重合体のうちの一方が除去され、微細化されたパターンを形成することができる。
- [0022] (13) 本発明のさらに他の局面に従う露光方法は、投光部により基板の被処理面に真空紫外線を照射するステップと、投光部から基板への真空紫外線の照射期間に、照度計により真空紫外線の一部を照度計により受光し、受光された真空紫外線の照度を計測するステップと、照射期間において照度計の受光面への真空紫外線の入射を遮光部により断続的に遮るステップと、照度計により計測された照度に基づいて投光部による基板への真空紫外線の照射を停止するステップとを含む。
- [0023] 露光方法によれば、照度計に真空紫外線が断続的に照射されるので、照度計の劣化の速度が低下し、照度計が長寿命化する。これにより、露光装置の運用コストを低減するとともに、露光装置の稼働停止時間を最小にすることができる。その結果、露光装置の稼働効率を向上させることができる。
- [0024] (14) 本発明のさらに他の局面に従う基板処理方法は、塗布処理部により基板の被処理面に処理液を塗布することにより基板に膜を形成するステップと、塗布処理部により膜が形成された基板を熱処理部により熱処理するステップと、熱処理部により熱処理された基板を露光装置により露光する本発明のさらに他の局面に従う露光方法と、露光装置により露光された基板の被処理面に現像処理部により溶剤を供給することにより基板の膜を現像するステップとを含む。

[0025] この基板処理方法によれば、膜の形成後でかつ現像前の基板が真空紫外線により露光される。露光方法においては、照度計に真空紫外線が断続的に照射されるので、照度計の劣化の速度が低下し、照度計が長寿命化する。これにより、露光装置の運用コストを低減するとともに、露光装置の稼働停止時間を最小にすることができる。その結果、露光装置の稼働効率を向上させることができる。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、露光装置の稼働効率を向上させることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は本発明の第1の実施の形態に係る露光装置の構成を示す模式的断面図である。

[図2]図2は照度計の配置を説明するための図である。

[図3]図3は露光装置の断面斜視図である。

[図4]図4は露光装置の縦断面図である。

[図5]図5は筐体内の酸素濃度と排気時間との関係を示すグラフである。

[図6]図6は光源部により基板に照射される真空紫外線の照度と光源部の点灯時間との関係を示すグラフである。

[図7]図7は図1の制御部の構成を示す機能ブロック図である。

[図8]図8は露光装置の動作を説明するための模式図である。

[図9]図9は露光装置の動作を説明するための模式図である。

[図10]図10は露光装置の動作を説明するための模式図である。

[図11]図11は露光装置の動作を説明するための模式図である。

[図12]図12は図7の制御部により行われる露光処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]図13は図7の制御部により行われる露光処理の一例を示すフローチャートである。

[図14]図14は図7の制御部により行われる露光処理の一例を示すフローチャートである。

[図15]図15は図1の露光装置を備えた基板処理装置の全体構成を示す模式的ブロック図である。

[図16]図16は図15の基板処理装置による基板の処理の一例を示す模式図である。

[図17]図17は本発明の第2の実施の形態における露光装置の断面斜視図である。

[図18]図18は図17の露光装置の縦断面図である。

[図19]図19は本発明の第3の実施の形態における露光装置の断面斜視図である。

[図20]図20は図19の露光装置の縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0028] [1] 第1の実施の形態

(1) 露光装置の構成

以下、本発明の第1の実施の形態に係る露光装置、基板処理装置、露光方法および基板処理方法について図面を用いて説明する。なお、以下の説明において、基板とは、半導体基板、液晶表示装置もしくは有機EL (Electro Luminescence) 表示装置等のFPD (Flat Panel Display) 用基板、光ディスク用基板、磁気ディスク用基板、光磁気ディスク用基板、フォトマスク用基板または太陽電池用基板等をいう。

[0029] 図1は、本発明の第1の実施の形態に係る露光装置の構成を示す模式的断面図である。図1に示すように、露光装置100は、制御部110、処理室120、閉塞部130、受渡部140、昇降部150、投光部160、置換部170、計測部180および遮光部190を含む。制御部110は、計測部180から計測値を取得するとともに、閉塞部130、昇降部150、投光部160、置換部170および遮光部190の動作を制御する。制御部110の機能については後述する。

[0030] 処理室120は、上部開口および内部空間を有する筐体121、環状部材122および被覆部材123を含む。筐体121の側面には、筐体121の

内部と外部との間で処理対象の基板Wを搬送するための搬送開口121aが形成される。なお、本実施の形態においては、処理対象の基板Wには、誘導自己組織化材料を含む膜（以下、DSA（Directed Self Assembly）膜と呼ぶ。）が形成されている。また、筐体121の底面には、後述する昇降部150の連結部材152が通過する開口部121bが形成される。

[0031] 後述する投光部160のハウジング161が環状部材122を介して筐体121の上部に配置されることにより、筐体121の上部開口が閉塞される。筐体121と環状部材122との間、および環状部材122とハウジング161との間には、それぞれシール部材s1, s2が取り付けられる。また、環状部材122の外周面を覆うように筐体121とハウジング161との間に被覆部材123が取り付けられる。

[0032] 閉塞部130は、シャッタ131、棒形状の連結部材132および駆動装置133を含む。連結部材132は、シャッタ131と駆動装置133とを連結する。駆動装置133は、例えばステッピングモータである。駆動装置133は、シャッタ131が搬送開口121aを開放する開放位置と、シャッタ131が搬送開口121aを閉塞する閉塞位置との間でシャッタ131を移動させる。

[0033] シャッタ131には、シール部材131aが取り付けられる。シャッタ131が閉塞位置にある状態においては、シール部材131aが筐体121における搬送開口121aを取り囲む部分に密着することにより筐体121の内部が密閉される。なお、シール部材131aと筐体121との摩擦を防止するため、駆動装置133は、シャッタ131を開放位置と閉塞位置との間で移動させる際には、シャッタ131を筐体121から離間させた状態で上下方向に移動させる。

[0034] 駆動装置133には、シャッタ131の上限位置および下限位置をそれぞれ検出する位置センサ133a, 133bが取り付けられる。位置センサ133a, 133bは、検出結果を制御部110に与える。本実施の形態においては、駆動装置133および後述する駆動装置153, 192は、処理室

120の外に設けられる。そのため、駆動装置133, 153, 192の駆動により塵埃が発生する場合でも、筐体121内に塵埃が直接侵入することが防止される。

[0035] 受渡部140は、例えば円板形状の支持板141および複数（本例では3個）の支持ピン142を含む。支持板141は、筐体121内に水平姿勢で配置される。支持板141の中央部には、後述する昇降部150の連結部材152が通過する開口部141aが形成される。複数の支持ピン142は、開口部141aを取り囲むように支持板141の上面から上方に延びる。複数の支持ピン142の上端部に、処理対象の基板Wを載置することができる。

[0036] 昇降部150は、平板形状の載置板151、棒形状の連結部材152および駆動装置153を含む。載置板151は、筐体121内において、受渡部140の支持板141の上方に水平姿勢で配置される。載置板151には、支持板141の複数の支持ピン142にそれぞれ対応する複数の貫通孔151aが形成される。

[0037] 連結部材152は筐体121の開口部121bおよび支持板141の開口部141aを通して上下に延びるように配置され、駆動装置153は筐体121の下方に配置される。連結部材152は、載置板151と駆動装置153とを連結する。連結部材152の外周面と開口部121bの内周面との間には、連結部材152が上下方向に摺動可能にシール部材s3が配置される。

[0038] 駆動装置153は、例えばステッピングモータであり、複数の支持ピン142の上端部よりも上方の処理位置と、複数の支持ピン142の上端部よりも下方の待機位置との間で載置板151を上下方向に移動させる。載置板151が待機位置にある状態においては、複数の支持ピン142が複数の貫通孔151aにそれぞれ挿通される。駆動装置153には、載置板151の上限位置および下限位置をそれぞれ検出する位置センサ153a, 153bが取り付けられる。位置センサ153a, 153bは、検出結果を制御部11

0に与える。

[0039] 投光部160は、下部開口および内部空間を有するハウジング161、透光板162、面状の光源部163および電源装置164を含む。本実施の形態では、透光板162は石英ガラス板である。透光板162の材料として、後述する真空紫外線を透過する他の材料が用いられてもよい。上記のように、ハウジング161は、筐体121の上部開口を閉塞するように筐体121の上部に配置される。透光板162は、ハウジング161の下部開口を閉塞するようにハウジング161に取り付けられる。筐体121の内部空間とハウジング161の内部空間とは、透光板162により光学的にアクセス可能に隔てられる。

[0040] 光源部163および電源装置164は、ハウジング161内に収容される。本実施の形態においては、波長約120nm以上約230nm以下の真空紫外線を出射する複数の棒形状の光源が所定の間隔で水平に配列されることにより光源部163が構成される。各光源は、例えばキセノンエキシマランプであってもよいし、他のエキシマランプまたは重水素ランプ等であってもよい。光源部163は、透光板162を通して筐体121内に略均一な光量分布を有する真空紫外線を出射する。光源部163における真空紫外線の出射面の面積は、基板Wの被処理面の面積よりも大きい。電源装置164は、光源部163に電力を供給する。

[0041] 置換部170は、配管171p, 172p, 173p、バルブ171v, 172vおよび吸引装置173を含む。配管171p, 172pは筐体121の給気口と不活性ガスの供給源との間に接続される。本実施の形態では、不活性ガスは例えば窒素ガスである。配管171p, 172pにはバルブ171v, 172vが介挿される。

[0042] 配管171pを通して支持板141の側方から筐体121内に不活性ガスが供給される。配管172pを通して支持板141の下方から筐体121内に不活性ガスが供給される。不活性ガスの流量は、バルブ171v, 172vにより調整される。本実施の形態では、不活性ガスとして窒素ガスが用い

られる。

[0043] 配管 173 p は、枝管 173 a と枝管 173 b とに分岐する。枝管 173 a は筐体 121 の排気口に接続され、枝管 173 b の端部は筐体 121 とシャッタ 131 との間に配置される。配管 173 p には、吸引装置 173 が介挿される。枝管 173 b にはバルブ 173 v が介挿される。吸引装置 173 は、例えばエジャクタである。配管 173 p は、排気設備に接続される。吸引装置 173 は、筐体 121 内の雰囲気気を枝管 173 a および配管 173 p を通して排出する。また、吸引装置 173 は、筐体 121 とシャッタ 131 との間の雰囲気気をシャッタ 131 の移動により発生する塵埃等とともに枝管 173 b および配管 173 p を通して排出する。吸引装置 173 により排出された気体は、排気設備により無害化される。

[0044] 計測部 180 は、酸素濃度計 181、オゾン濃度計 182 および照度計 183 を含む。酸素濃度計 181、オゾン濃度計 182 および照度計 183 は、筐体 121 に設けられた接続ポート p1, p2, p3 をそれぞれ通して制御部 110 に接続される。酸素濃度計 181 は、例えばガルバニ電池式酸素センサまたはジルコニア式酸素センサであり、筐体 121 内の酸素濃度を計測する。オゾン濃度計 182 は、筐体 121 内のオゾン濃度を計測する。

[0045] 照度計 183 は、フォトダイオード等の受光素子を含み、受光素子の受光面に照射される光源部 163 からの真空紫外線の照度を計測する。ここで、照度とは、受光面の単位面積当たりに照射される真空紫外線の仕事率である。照度の単位は、例えば「W/m²」で表される。本実施の形態においては、照度計 183 は、受光素子の受光面が基板 W の被処理面と略同一の高さに位置するように載置板 151 に取り付けられる。図 2 は、照度計 183 の配置を説明するための図である。

[0046] 図 2 に示すように、透光板 162 は矩形状を有し、基板 W は円形状を有する。そのため、透光板 162 の角部近傍は、平面視において、処理位置の基板 W とは重ならない。そこで、載置板 151 は、平面視において、透光板 162 の中央部に重なる円形部 151 b と、透光板 162 の 1 つの角部近傍に

重なる角部 151c とを含む。露光処理時には、基板 W は円形部 151b に載置される。照度計 183 は、角部 151c に取り付けられる。この配置によれば、照度計 183 は、基板 W と干渉することなく真空紫外線の照度を計測することができる。

[0047] 図 3 は、図 1 の露光装置 100 の断面斜視図である。図 4 は、図 3 の露光装置 100 の縦断面図である。図 3 および図 4 においては、露光装置 100 の内部構成の理解を容易にするため、一部の構成要素の図示を省略している。図 3 および図 4 に示すように、遮光部 190 は、遮光部材 191、駆動装置 192、ガイド部 193、棒形状の支持部材 194 および平板形状の連結部材 195 を含む。

[0048] 駆動装置 192 は、例えばエアシリンダであり、一方向に進退可能な駆動軸 192a を有する。駆動装置 192 は、筐体 121 の外側面に取り付けられる。ガイド部 193 は、筐体 121 の外側面に取り付けられ、駆動軸 192a の進退方向に平行な方向に移動可能に支持部材 194 を案内する。支持部材 194 は、ガイド部 193 を通して筐体 121 の側壁を貫通するように設けられる。

[0049] 遮光部材 191 は、水平板 191a および垂直板 191b からなる断面逆 L 字形状を有する。垂直板 191b の下端が筐体 121 内で支持部材 194 の一端部に取り付けられる。連結部材 195 は、筐体 121 外で支持部材 194 の他端部と駆動装置 192 の駆動軸 192a の先端部とを連結する。

[0050] 駆動装置 192 の駆動軸 192a が進退することにより、図 4 に矢印で示すように、遮光部材 191 は遮光位置と非遮光位置との間で移動する。ここで、遮光位置は、水平板 191a が光源部 163 から照度計 183 に照射される真空紫外線を遮光する遮光部材 191 の位置である。非遮光位置は、水平板 191a が光源部 163 から照度計 183 に照射される真空紫外線を遮光しない遮光部材 191 の位置である。図 4 においては、遮光位置における遮光部材 191 が実線で図示され、非遮光位置における遮光部材 191 が一点鎖線で図示される。

[0051] (2) 露光装置の概略動作

図1の露光装置100においては、光源部163から基板Wに真空紫外線が照射されることにより露光処理が行われる。しかしながら、筐体121内の酸素濃度が高い場合、酸素分子が真空紫外線を吸収して酸素原子に分離するとともに、分離した酸素原子が他の酸素分子と再結合することによりオゾンが発生する。この場合、基板Wに到達する真空紫外線が減衰する。真空紫外線の減衰は、約230nmよりも長い波長の紫外線の減衰に比べて大きい。

[0052] そこで、露光処理時には、筐体121内の雰囲気置換部170により不活性ガスに置換される。これにより、筐体121内の酸素濃度が低下する。図5は、筐体121内の酸素濃度と排気時間との関係を示すグラフである。図5の縦軸は酸素濃度を示し、横軸は排気時間を示す。図5に示すように、排気時間が長くなるほど、筐体121内の酸素濃度が低下する。酸素濃度計181により計測される酸素濃度が予め定められた露光開始濃度まで低下した時点t0で、光源部163から基板Wへの真空紫外線の照射が開始される。

[0053] ここで、露光開始濃度は、真空紫外線が光源部163から基板Wまで到達可能でかつオゾンが基板Wの被処理面に形成された膜に損傷を与えないように予め定められる酸素濃度である。具体的な露光開始濃度は、処理対象の基板Wに形成される膜の種類および成分により異なるが、筐体121内にほとんど酸素が残存していないとみなされる酸素濃度1%よりも高くかつ大気中の酸素濃度よりも低い。酸素濃度は、時点t1で1%まで低下する。本実施の形態では、酸素濃度が1%まで低下する時点t1よりも Δt だけ早い時点t0で真空紫外線の照射が開始される。それにより、露光処理に要する時間を短縮することができる。

[0054] 光源部163により基板Wに照射される真空紫外線の露光量が予め定められた設定露光量に到達した場合、真空紫外線の照射が停止され、露光処理が終了する。ここで、露光量とは、露光処理時に基板Wの被処理面の単位面積

当たりに照射される真空紫外線のエネルギーである。露光量の単位は、例えば「 J/m^2 」で表される。したがって、真空紫外線の露光量は、照度計 183 により計測される真空紫外線の照度の積算により取得される。

[0055] 図 6 は、光源部 163 から出射される真空紫外線の照度と光源部 163 の点灯時間との関係を示すグラフである。図 6 の縦軸は照度を示し、横軸は点灯時間を示す。真空紫外線を出射する光源部 163 の光源は比較的高価である。そのため、真空紫外線を基板 W に照射しない期間においては、電源装置 164 から光源部 163 に供給される電力を遮断し、光源部 163 を消灯することが好ましい。これにより、光源部 163 の寿命を長期化することができる。

[0056] しかしながら、光源部 163 の点灯直後には、図 6 に示すように、基板 W に照射される真空紫外線の照度が時間とともに低下し、所定時間後に一定値 L_V に収束する。そのため、露光処理前に一定値 L_V を有する照度を計測することは困難である。本実施の形態においては、露光処理中に、真空紫外線が基板 W および照度計 183 に同時に照射される。したがって、基板 W に照射される真空紫外線の照度が増加した場合に、照度計 183 により計測される真空紫外線の照度も同様に増加する。

[0057] また、上記のように、本実施の形態においては、照度計 183 は、受光素子の受光面が基板 W の被処理面と略同一の高さに位置するように設けられる。したがって、基板 W と光源部 163 との間に残存する酸素分子により真空紫外線が部分的に吸収されて減衰する場合でも、基板 W の被処理面と照度計 183 の受光面とに略同程度の真空紫外線が到達することとなる。基板 W の被処理面に照射される真空紫外線の照度と照度計 183 により計測される照度とが等しくなる。その結果、基板 W に到達する真空紫外線の照度を簡単な構成で正確に計測することができる。

[0058] 一方で、照度計 183 に真空紫外線を長期間照射し続けると、照度計 183 が劣化しやすくなり、照度計 183 の寿命が低下する。また、照度計 183 の校正等の保守作業を行う頻度が増加する。本実施の形態においては、露

光処理中に、遮光部材 191 が遮光位置と非遮光位置との間で移動する。この場合、照度計 183 に真空紫外線が断続的に照射され、照度計 183 に真空紫外線が連続的に照射される場合に比べて照度計 183 の劣化の速度が低下する。これにより、照度計 183 が長寿命化する。また、照度計 183 の保守作業の頻度を低減することができる。

[0059] この構成においては、遮光部材 191 が遮光位置にある期間（以下、遮光期間と呼ぶ。）には、基板Wに照射される真空紫外線の照度が計測されない。そのため、遮光期間において基板Wに照射される真空紫外線の照度が補間されることが好ましい。遮光期間における照度の補間は、遮光期間の前後において照度計 183 により計測された照度に基づいて行うことが可能である。例えば、遮光期間の前後において計測された照度の値をスプライン曲線で接続することにより、遮光期間における照度をスプライン補間することができる。

[0060] （3）制御部

図7は、図1の制御部110の構成を示す機能ブロック図である。図7に示すように、制御部110は、閉塞制御部1、昇降制御部2、排気制御部3、給気制御部4、濃度取得部5、濃度比較部6、遮光制御部7、照度取得部8、照度補間部9、露光量算出部10、露光量比較部11および投光制御部12を含む。

[0061] 制御部110は、例えばCPU（中央演算処理装置）およびメモリにより構成される。制御部110のメモリには、制御プログラムが予め記憶されている。制御部110のCPUがメモリに記憶された制御プログラムを実行することにより、制御部110の各部の機能が実現される。

[0062] 閉塞制御部1は、図1の位置センサ133a, 133bの検出結果に基づいて、シャッタ131が閉塞位置と開放位置との間で移動するように駆動装置133を制御する。昇降制御部2は、図1の位置センサ153a, 153bの検出結果に基づいて、載置板151が待機位置と処理位置との間で移動するように駆動装置153を制御する。

- [0063] 排気制御部 3 は、図 1 の筐体 1 2 1 内の雰囲気および筐体 1 2 1 とシャッタ 1 3 1 との間の雰囲気を排気するように吸引装置 1 7 3 およびバルブ 1 7 3 v を制御する。給気制御部 4 は、筐体 1 2 1 内に不活性ガスを供給するように図 1 のバルブ 1 7 1 v, 1 7 2 v を制御する。
- [0064] 濃度取得部 5 は、図 1 の酸素濃度計 1 8 1 により計測された酸素濃度の値を取得する。濃度比較部 6 は、濃度取得部 5 により計測された酸素濃度と露光開始濃度とを比較する。
- [0065] 遮光制御部 7 は、図 4 の遮光部材 1 9 1 が遮光位置と非遮光位置との間で往復移動するように駆動装置 1 9 2 を制御する。照度取得部 8 は、図 1 の照度計 1 8 3 により計測された真空紫外線の照度の値を取得する。照度補間部 9 は、遮光制御部 7 による遮光部材 1 9 1 の制御タイミングおよび照度取得部 8 により取得された照度の値に基づいて、遮光期間に基板 W に照射される真空紫外線の照度を補間する。
- [0066] 露光量算出部 1 0 は、照度取得部 8 により取得された真空紫外線の照度と、照度補間部 9 により補間された真空紫外線の照度と、図 1 の光源部 1 6 3 から基板 W への真空紫外線の照射時間とに基づいて基板 W に照射される真空紫外線の露光量を算出する。露光量比較部 1 1 は、露光量算出部 1 0 により算出された露光量と予め定められた設定露光量とを比較する。
- [0067] 投光制御部 1 2 は、濃度比較部 6 による比較結果に基づいて光源部 1 6 3 が真空紫外線を出射するように図 1 の電源装置 1 6 4 から光源部 1 6 3 への電力の供給を制御する。また、投光制御部 1 2 は、電源装置 1 6 4 から光源部 1 6 3 への電力の供給時間を光源部 1 6 3 から基板 W への真空紫外線の照射時間として露光量算出部 1 0 に与える。さらに、投光制御部 1 2 は、露光量比較部 1 1 による比較結果に基づいて光源部 1 6 3 が真空紫外線の出射を停止するように電源装置 1 6 4 を制御する。
- [0068] (4) 露光処理
- 図 8 ~ 図 1 1 は、露光装置 1 0 0 の動作を説明するための模式図である。図 8 ~ 図 1 1 においては、筐体 1 2 1 内およびハウジング 1 6 1 内の構成の

理解を容易にするために、一部の構成要素の図示が省略されるとともに、筐体121およびハウジング161の輪郭が一点鎖線で示される。図12、図13および図14は、図7の制御部110により行われる露光処理の一例を示すフローチャートである。以下、図8～図11を参照しながら制御部110による露光処理を説明する。

[0069] 図8に示すように、露光処理の初期状態においては、シャッタ131が閉塞位置にあり、載置板151が待機位置にあり、遮光部材191が非遮光位置にある。また、筐体121内の酸素濃度は、酸素濃度計181により常時または定期的に計測され、濃度取得部5により取得されている。この時点においては、酸素濃度計181により計測される筐体121内の酸素濃度は大気中の酸素濃度に等しい。

[0070] まず、閉塞制御部1は、図9に示すように、シャッタ131を開放位置に移動させる（ステップS1）。これにより、搬送開口121aを通して処理対象の基板Wを複数の支持ピン142の上端部に載置することができる。本例では、後述する図15の搬送装置220により基板Wが複数の支持ピン142の上端部に載置される。

[0071] 次に、昇降制御部2は、基板Wが複数の支持ピン142の上端部に載置されたか否かを判定する（ステップS2）。基板Wが載置されていない場合、昇降制御部2は、基板Wが複数の支持ピン142の上端部に載置されるまで待機する。基板Wが載置された場合、昇降制御部2は、シャッタ131を閉塞位置に移動させる（ステップS3）。

[0072] 続いて、排気制御部3は、図1の吸引装置173により筐体121内の雰囲気気を排出させる（ステップS4）。また、給気制御部4は、図1の配管171p、172pを通して筐体121内に不活性ガスを供給させる（ステップS5）。ステップS4、S5の処理は、いずれが先に開始されてもよいし、同時に開始されてもよい。その後、昇降制御部2は、図10に示すように、載置板151を待機位置から上昇させることにより、載置板151に基板Wを載置させる（ステップS6）。この時点で基板Wの載置面と照度計18

3の受光面との高さが一致する。

[0073] 次に、濃度比較部6は、筐体121内の酸素濃度が露光開始濃度まで低下したか否かを判定する（ステップS7）。酸素濃度が露光開始濃度まで低下していない場合、濃度比較部6は、酸素濃度が露光開始濃度まで低下するまで待機する。酸素濃度が露光開始濃度まで低下した場合、投光制御部12は、光源部163により真空紫外線を出射させる（ステップS8）。これにより、光源部163から透光板162を通して真空紫外線が基板Wに照射され、被処理面に形成されたDSA膜L3の露光が開始される。また、昇降制御部2は、載置板151の上昇を開始させる（ステップS9）。

[0074] 続いて、照度取得部8は、照度計183に真空紫外線の照度の計測を開始させ、計測された照度を照度計183から取得する（ステップS10）。さらに、遮光制御部7は、遮光部材191を遮光位置と非遮光位置との間で複数回往復移動させる（ステップS11）。ステップS8～S11の処理は、いずれが先に開始されてもよいし、同時に開始されてもよい。

[0075] 照度補間部9は、遮光期間の真空紫外線の照度を補間する（ステップS12）。露光量算出部10は、照度取得部8により取得される真空紫外線の照度および照度補間部9により補間される真空紫外線の照度を積算することにより基板Wに照射される真空紫外線の露光量を算出する（ステップS13）。

[0076] その後、昇降制御部2は、載置板151が処理位置に到達したか否かを判定する（ステップS14）。載置板151が処理位置に到達していない場合には、昇降制御部2はステップS16の処理に進む。一方、載置板151が処理位置に到達した場合には、昇降制御部2は、載置板151の上昇を停止させる（ステップS15）。なお、図11に示すように、載置板151が処理位置に到達した場合には、基板Wが透光板162に近接する。

[0077] 次に、露光量比較部11は、露光量算出部10により算出された露光量が設定露光量に到達したか否かを判定する（ステップS16）。露光量が設定露光量に到達していない場合、露光量比較部11は、ステップS10の処理

に戻る。露光量が設定露光量に到達するまで、ステップS10～S16の処理が繰り返される。

[0078] 露光量が設定露光量に到達した場合、投光制御部12は、光源部163からの真空紫外線の出射を停止させる（ステップS17）。また、照度取得部8は、照度計183による照度の計測を停止させる（ステップS18）。さらに、遮光制御部7は、遮光部材191の移動を停止させる（ステップS19）。本例では、遮光部材191は非遮光位置に戻される。

[0079] 次に、昇降制御部2は、図10に示すように、載置板151を待機位置に下降させる（ステップS20）。これにより、基板Wが載置板151から複数の支持ピン142に受け渡される。続いて、排気制御部3は、吸引装置173による筐体121内の雰囲気（霧）の排出を停止させる（ステップS21）。また、給気制御部4は、配管171p, 172pからの筐体121内への不活性ガスの供給を停止させる（ステップS22）。ステップS17～S22の処理は、いずれが先に開始されてもよいし、同時に開始されてもよい。

[0080] その後、閉塞制御部1は、図9に示すように、シャッタ131を開放位置に移動させる（ステップS23）。これにより、搬送開口121aを通して露光後の基板Wを複数の支持ピン142上から筐体121の外部へ搬出することができる。本例では、後述する図15の搬送装置220により基板Wが複数の支持ピン142上から筐体121の外部へ搬出される。

[0081] 次に、閉塞制御部1は、基板Wが複数の支持ピン142上から搬出されたか否かを判定する（ステップS24）。基板Wが搬出されていない場合、閉塞制御部1は、基板Wが複数の支持ピン142上から搬出されるまで待機する。基板Wが搬出された場合、閉塞制御部1は、図8に示すように、シャッタ131を閉塞位置に移動させ（ステップS25）、露光処理を終了する。上記の動作が繰り返されることにより、複数の基板Wに露光処理を順次行うことができる。

[0082] 上記の露光処理においては、載置板151が処理位置に移動される前に光源部163から基板Wに真空紫外線が照射される。この場合、載置板151

が待機位置から処理位置へ移動する過程においても基板Wに真空紫外線が照射される。そのため、基板Wの露光がより短時間で終了する。これにより、基板Wの露光処理の効率をより向上させることができる。

[0083] 一方で、載置板151が処理位置に移動された後に光源部163から基板Wに真空紫外線が照射されてもよい。すなわち、ステップS9、S14、S15の処理がステップS6～S8の処理の間に実行されてもよく、ステップS7の処理と同時に実行されてもよい。この場合、筐体121内の酸素濃度を露光開始濃度まで低下させる期間に載置板151を待機位置に移動させることができる。そのため、基板Wの露光がより短時間で終了する。これにより、基板Wの露光処理の効率をより向上させることができる。

[0084] また、上記の露光処理においては、基板Wの露光量が設定露光量に到達した後に載置板151が処理位置から待機位置に移動するが、本発明はこれに限定されない。基板Wの露光量が設定露光量に到達する前に載置板151が処理位置から待機位置に移動してもよい。すなわち、ステップS20の処理がステップS16の処理の前に実行されてもよい。この場合、載置板151が処理位置から待機位置へ移動する過程においても基板Wに真空紫外線が照射される。そのため、より早い時点で基板Wが処理室120から搬出され、露光処理が終了する。これにより、基板Wの露光処理の効率をより向上させることができる。

[0085] (5) 基板処理装置

図15は、図1の露光装置100を備えた基板処理装置の全体構成を示す模式的ブロック図である。以下に説明する基板処理装置200においては、ブロック共重合体の誘導自己組織化(DSA)を利用した処理が行われる。具体的には、基板Wの被処理面上に誘導自己組織化材料を含む処理液が塗布される。その後、誘導自己組織化材料に生じるマイクロ相分離により基板Wの被処理面上に2種類の重合体のパターンが形成される。2種類の重合体のうち一方のパターンが溶剤により除去される。

[0086] 誘導自己組織化材料を含む処理液をDSA液と呼ぶ。また、マイクロ相分離

により基板Wの被処理面上に形成される2種類の重合体のパターンのうち一方を除去する処理を現像処理と呼び、現像処理に用いられる溶剤を現像液と呼ぶ。

[0087] 図15に示すように、基板処理装置200は、露光装置100に加えて、制御装置210、搬送装置220、熱処理装置230、塗布装置240および現像装置250を備える。制御装置210は、例えばCPUおよびメモリ、またはマイクロコンピュータを含み、搬送装置220、熱処理装置230、塗布装置240および現像装置250の動作を制御する。また、制御装置210は、図1の露光装置100の閉塞部130、昇降部150、投光部160、置換部170および遮光部190の動作を制御するための指令を制御部110に与える。

[0088] 搬送装置220は、処理対象の基板Wを保持しつつその基板Wを露光装置100、熱処理装置230、塗布装置240および現像装置250の間で搬送する。熱処理装置230は、塗布装置240による塗布処理および現像装置250による現像処理の前後に基板Wの熱処理を行う。

[0089] 塗布装置240は、基板Wの被処理面にDSA液を供給することにより、膜の塗布処理を行う。本実施の形態では、DSA液として、2種類の重合体から構成されるブロック共重合体が用いられる。2種類の重合体の組み合わせとして、例えば、ポリスチレンーポリメチルメタクリレート（PS-PMMA）、ポリスチレンーポリジメチルシロキサン（PS-PDMS）、ポリスチレンーポリフェロセニルジメチルシラン（PS-PFS）、ポリスチレンーポリエチレンオキシド（PS-PEO）、ポリスチレンーポリビニルピリジン（PS-PVP）、ポリスチレンーポリヒドロキシスチレン（PS-PHOST）、およびポリメチルメタクリレートーポリメタクリレートポリヘドラルオリゴメリックシルセスキオキサン（PMMA-PMAPOSS）等が挙げられる。

[0090] 現像装置250は、基板Wの被処理面に現像液を供給することにより、膜の現像処理を行う。現像液の溶媒として、例えば、トルエン、ヘプタン、ア

セトン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）、プロピレングリコールモノメチルエーテル（PGME）、シクロヘキサノン、酢酸、テトラヒドロフラン、イソプロピルアルコール（IPA）または水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）等が挙げられる。

[0091] 図16は、図15の基板処理装置200による基板Wの処理の一例を示す模式図である。図16では、処理が行われるごとに変化する基板Wの状態が断面図で示される。本例では、基板Wが基板処理装置200に搬入される前の初期状態として、図16（a）に示すように、基板Wの被処理面を覆うように下地層L1が形成され、下地層L1上に例えばフォトレジストからなるガイドパターンL2が形成されている。以下、図15および図16を用いて基板処理装置200の動作を説明する。

[0092] 搬送装置220は、処理対象の基板Wを、熱処理装置230および塗布装置240に順に搬送する。この場合、熱処理装置230において、基板Wの温度がDSA膜L3の形成に適した温度に調整される。また、塗布装置240において、基板Wの被処理面にDSA液が供給され、塗布処理が行われる。それにより、図16（b）に示すように、ガイドパターンL2が形成されていない下地層L1上の領域に、2種類の重合体から構成されるDSA膜L3が形成される。

[0093] 次に、搬送装置220は、DSA膜L3が形成された基板Wを、熱処理装置230および露光装置100に順に搬送する。この場合、熱処理装置230において、基板Wの加熱処理が行われることにより、DSA膜L3にマイクロ相分離が生じる。これにより、図16（c）に示すように、一方の重合体からなるパターンQ1および他方の重合体からなるパターンQ2が形成される。本例では、ガイドパターンL2に沿うように、線状のパターンQ1および線状のパターンQ2が指向的に形成される。

[0094] その後、熱処理装置230において、基板Wが冷却される。また、露光装置100において、マイクロ相分離後のDSA膜L3の全体にDSA膜L3を改質させるための真空紫外線が照射され、露光処理が行われる。これにより

、一方の重合体と他方の重合体との間の結合が切断され、パターンQ1とパターンQ2とが分離される。

[0095] 続いて、搬送装置220は、露光装置100による露光処理後の基板Wを、熱処理装置230および現像装置250に順に搬送する。この場合、熱処理装置230において、基板Wが冷却される。また、現像装置250において、基板W上のDSA膜L3に現像液が供給され、現像処理が行われる。これにより、図16(d)に示すように、パターンQ1が除去され、最終的に、基板W上にパターンQ2が残存する。最後に、搬送装置220は、現像処理後の基板Wを現像装置250から回収する。

[0096] (6) 効果

本発明に係る露光装置100においては、照度計183に真空紫外線が断続的に照射されるので、照度計183の劣化の速度が低下する。そのため、照度計183が長寿命化する。したがって、照度計183の交換および保守を頻繁に行う必要がない。これにより、露光装置100の運用コストを低減するとともに、露光装置100の稼働停止時間を最小にすることができる。その結果、露光装置100の稼働効率を向上させることができる。

[0097] [2] 第2の実施の形態

第2の実施の形態に係る露光装置および基板処理装置について、第1の実施の形態に係る露光装置および基板処理装置と異なる点を説明する。図17は、本発明の第2の実施の形態における露光装置の断面斜視図である。図18は、図17の露光装置100の縦断面図である。図17および図18においては、露光装置100の内部構成の理解を容易にするため、一部の構成要素の図示を省略している。

[0098] 図18に示すように、本実施の形態に係る露光装置100においては、照度計183が固定部材124により筐体121の内側面に固定される。照度計183は、平面視において透光板162の1つの角部近傍に重なり、かつ受光素子の受光面が処理位置における基板Wの被処理面と略同一の高さに位置するように配置される。このように、本実施の形態においては、照度計1

83は載置板151には取り付けられないので、載置板151は照度計183を取り付けるための図2の角部151cを有さない。

[0099] また、図17および図18に示すように、本実施の形態に係る露光装置100は、図3の遮光部190に代えて遮光部190Aを含む。遮光部190Aは、遮光部材191、駆動装置192および棒形状の支持部材194を含む。遮光部材191は、例えばシャッタであり、光源部163から照度計183に照射される真空紫外線を遮光する遮光位置と、真空紫外線を遮光しない非遮光位置との間で移動可能に設けられる。

[0100] 駆動装置192は、例えばステッピングモータであり、回転可能な駆動軸192aを有する。駆動装置192は、駆動軸192aが上方を向くように筐体121の下面に取り付けられる。支持部材194は、上下方向に延びるように遮光部材191と駆動装置192の駆動軸192aとを連結する。駆動装置192の駆動軸192aが上下方向に平行な軸を中心に回転することにより、遮光部材191が遮光位置と非遮光位置との間で移動する。

[0101] 本実施の形態においては、照度計183は上下方向に移動しない。そのため、露光処理においては、基板Wが処理位置に移動され、基板Wの被処理面と照度計183の受光素子の受光面とが略同一の高さになった後に、光源部163から真空紫外線が出射されることが好ましい。したがって、本実施の形態における露光処理においては、図12～図14のステップS9、S14、S15の処理がステップS6～S8の処理の間に実行されることが好ましい。

[0102] [3] 第3の実施の形態

第3の実施の形態に係る露光装置および基板処理装置について、第1の実施の形態に係る露光装置および基板処理装置と異なる点を説明する。図19は、本発明の第3の実施の形態における露光装置の断面斜視図である。図20は、図19の露光装置100の縦断面図である。図19および図20においては、露光装置100の内部構成の理解を容易にするため、一部の構成要素の図示を省略している。

- [0103] 図19および図20に示すように、本実施の形態に係る露光装置100は、図3の遮光部190に代えて遮光部190Bを含む。遮光部190Bは、遮光部材191を含まない点を除き、図3の遮光部190と同様の構成を有する。支持部材194は、遮光部材191に代えて照度計183を一端部により支持する。第2の実施の形態と同様に、本実施の形態においては、照度計183は載置板151には取り付けられないので、載置板151は照度計183を取り付けるための図2の角部151cを有さない。
- [0104] 駆動装置192の駆動軸192aが進退することにより、図20に矢印で示すように、照度計183が真空紫外線を受光可能な非遮光位置と、真空紫外線を受光不可能な遮光位置との間で移動する。図20においては、非遮光位置における照度計183が実線で図示され、遮光位置における照度計183が一点鎖線で図示される。具体的には、非遮光位置は、平面視において、透光板162の1つの角部近傍に重なる位置である。遮光位置は、平面視において、透光板162よりも外方の位置である。
- [0105] すなわち、本実施の形態においては、露光処理中に、遮光部材191ではなく照度計183が非遮光位置と遮光位置との間で移動する。したがって、本実施の形態の露光処理においては、図13のステップS11で、遮光部材191ではなく照度計183が非遮光位置と遮光位置との間で移動される。また、図13のステップS19で、遮光部材191ではなく照度計183の移動が停止される。
- [0106] また、本実施の形態においても、非受光期間において基板Wに照射される真空紫外線の照度が補間されることが好ましい。本実施の形態の非受光期間における照度の補間方式は、第1の実施の形態の遮光期間における照度の補間方式と同様である。
- [0107] さらに、本実施の形態においては、第2の実施の形態と同様に、照度計183は上下方向に移動しない。そのため、露光処理においては、基板Wが処理位置に移動され、基板Wの被処理面と照度計183の受光素子の受光面とが略同一の高さになった後に、光源部163から真空紫外線が出射されるこ

とが好ましい。したがって、本実施の形態における露光処理においては、図12～図14のステップS9，S14，S15の処理がステップS6～S8の処理の間に実行されることが好ましい。

[0108] [4] 他の実施の形態

(1) 第1～第3の実施の形態において、処理液としてDSA液が用いられるが、本発明はこれに限定されない。DSA液とは異なる他の処理液が用いられてもよい。

[0109] (2) 第1～第3の実施の形態において、真空紫外線の出射面は基板Wの被処理面よりも大きく、基板Wの全面露光が行われるが、本発明はこれに限定されない。真空紫外線の出射面は基板Wの被処理面よりも小さくてもよいし、面状の真空紫外線が出射されなくてもよい。この場合、真空紫外線の出射面と基板Wの被処理面とが相対的に移動されることにより基板Wの被処理面の全体に真空紫外線が照射される。

[0110] (3) 第1～第3の実施の形態において、露光処理時に筐体121内に不活性ガスが供給されるが、本発明はこれに限定されない。露光処理時に筐体121内の酸素濃度が十分に低減可能である場合には、筐体121内に不活性ガスが供給されなくてもよい。

[0111] (4) 第1～第3の実施の形態において、透光板162は矩形状を有するが、本発明はこれに限定されない。透光板162は、矩形状以外の多角形状、円形状、長円形状または楕円形状等の他の形状を有してもよい。この場合、照度計183は、平面視において、透光板162と基板Wの被処理面との非重複領域に重なる位置に配置される。これにより、照度計183は基板Wと干渉することなく真空紫外線の照度を計測することができる。

[0112] (5) 第1の実施の形態において、照度計183が載置板151に取り付けられるが、本発明はこれに限定されない。照度計183が載置板151の移動に追従して上下方向に移動可能である限り、照度計183は載置板151に取り付けられなくてもよい。この場合において、照度計183は、載置板151と共通の駆動装置153により移動可能に構成されてもよいし、駆

動装置 153 とは異なる駆動装置により移動可能に構成されてもよい。

[0113] (6) 第2の実施の形態において、露光装置 100 に遮光部 190A が設けられるが、本発明はこれに限定されない。露光装置 100 に遮光部 190A ではなく第1の実施の形態と同様の遮光部 190 が設けられてもよい。

[0114] (7) 第2の実施の形態において、照度計 183 が固定され、遮光部材 191 が駆動装置 192 により移動可能に構成されるが、本発明はこれに限定されない。遮光部材 191 が固定され、照度計 183 が駆動装置 192 により移動可能に構成されてもよい。すなわち、照度計 183 と遮光部材 191 とは、相対的に移動可能であればよい。この構成においては、照度計 183 と遮光部材 191 とが平面視において重なる位置が遮光位置となり、照度計 183 と遮光部材 191 とが平面視において重ならない位置が非遮光位置となる。

[0115] なお、第1の実施の形態においても、遮光部材 191 が固定され、照度計 183 が駆動装置 192 により移動可能に構成されてもよい。この場合においては、照度計 183 が取り付けられた載置板 151 の角部 151c が、円形部 151b とは独立して水平面内で移動可能に構成されることが好ましい。

[0116] (8) 第1～第3の実施の形態において、照度計 183 は、受光面が処理位置における基板Wの被処理面と略同一の高さになるように配置されるが、本発明はこれに限定されない。照度計 183 は、受光面が処理位置における基板Wの被処理面を基準とする一定の高さに位置するように配置されてもよい。また、照度計 183 が十分な正確さで真空紫外線の照度を計測可能である場合には、第2および第3の実施の形態において、処理位置に移動される過程の基板Wに照射される真空紫外線を計測してもよい。

[0117] (9) 第1～第3の実施の形態において、酸素濃度が露光開始濃度まで低下した時点で光源部 163 から基板Wへの真空紫外線の照射が開始されるが、本発明はこれに限定されない。酸素濃度が露光開始濃度よりも低い酸素濃度（例えばオゾンが発生しない酸素濃度）まで低下した時点で光源部 163

から基板Wへの真空紫外線の照射が開始されてもよい。

[0118] (10) 第1～第3の実施の形態において、遮光期間における照度の補間が行われるが、本発明はこれに限定されない。遮光期間における照度の補間が行われなくてもよい。したがって、制御部110は、遮光制御部7および照度補間部9を含まなくてもよい。

[0119] [5] 請求項の各構成要素と実施の形態の各部との対応関係

以下、請求項の各構成要素と実施の形態の各構成要素との対応の例について説明するが、本発明は下記の例に限定されない。

[0120] 上記実施の形態においては、基板Wが基板の例であり、投光部160が投光部の例であり、照度計183が照度計の例であり、遮光部190, 190A, 190Bが遮光部の例である。投光制御部12が投光制御部の例であり、露光装置100が露光装置の例であり、遮光部材191が遮光部材の例であり、駆動装置192が第1または第2の駆動部の例であり、透光板162が出射部の例である。

[0121] 処理室120が処理室の例であり、載置板151が載置部の例であり、昇降制御部2が載置制御部の例であり、円形部151bが第1の部分の例であり、円形部151bが第2の部分の例である。塗布装置240が塗布処理部の例であり、熱処理装置230が熱処理部の例であり、現像装置250が現像処理部の例であり、基板処理装置200が基板処理装置の例である。

[0122] 請求項の各構成要素として、請求項に記載されている構成または機能を有する他の種々の構成要素を用いることもできる。

請求の範囲

- [請求項1] 基板の被処理面に真空紫外線を照射可能に設けられた投光部と、
前記投光部から基板への真空紫外線の照射期間に、真空紫外線の一部を受光する受光面を有し、受光した真空紫外線の照度を計測する照度計と、
前記照射期間において前記照度計の前記受光面への真空紫外線の入射を断続的に遮る遮光部と、
真空紫外線を基板に照射するように前記投光部を制御するとともに、前記照度計により計測された照度に基づいて基板への真空紫外線の照射を停止するように前記投光部を制御する投光制御部とを備える、露光装置。
- [請求項2] 前記照度計は、前記照射期間において前記投光部からの真空紫外線の一部を受光可能な位置に設けられ、
前記遮光部は、
前記照射期間において前記照度計の前記受光面への真空紫外線の入射を断続的に遮るように移動可能な遮光部材と、
前記遮光部材を移動させる第1の駆動部とを含む、請求項1記載の露光装置。
- [請求項3] 前記遮光部は、前記照度計を前記照射期間において前記投光部からの真空紫外線の一部を受光可能な第1の位置と前記投光部からの真空紫外線を受光不能な第2の位置とに交互に移動させる第2の駆動部を含む、請求項1記載の露光装置。
- [請求項4] 前記投光部は、基板の一面の全体領域および基板外の領域に真空紫外線を照射するように構成され、
前記照度計は、前記照射期間において前記受光面への真空紫外線の少なくとも入射時に前記基板外の領域に位置する、請求項1～3のいずれか一項に記載の露光装置。
- [請求項5] 基板は円形状を有し、

前記投光部における真空紫外線の出射部は、基板の前記全体領域に相当する円形領域を内包する矩形状を有し、

前記照度計の前記受光面は、前記照射期間において前記投光部の前記出射部における前記円形領域を除く角部領域から出射される真空紫外線が入射可能な位置に移動可能にまたは固定的に配置される、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項6] 前記照度計は、前記受光面が前記照射期間における基板の被処理面を基準とする一定の高さに位置するように配置される、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項7] 前記照度計は、前記受光面が前記照射期間における基板の被処理面と同一の高さに位置するように配置される、請求項 6 記載の露光装置。

[請求項8] 処理対象の基板を収容する処理室と、

前記処理室内において、前記投光部の下方に設けられ、基板が載置される載置部と、

前記処理室内と外部との間での基板の受け渡しの際に前記載置部が第 3 の位置に移動し、前記投光部の真空紫外線の出射の際に前記載置部が前記第 3 の位置の上方の第 4 の位置に移動するように前記載置部を制御する載置制御部とをさらに備える、請求項 1～7 のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項9] 前記照度計は、前記載置部の移動に追従して上下方向に移動する、請求項 8 記載の露光装置。

[請求項10] 前記載置部は、

基板が載置される第 1 の部分と、

真空紫外線の受光時に前記照度計が配置される第 2 の部分とを含む、請求項 9 記載の露光装置。

[請求項11] 基板に処理液を塗布することにより基板に膜を形成する塗布処理部と、

前記塗布処理部により膜が形成された基板を熱処理する熱処理部と

、

前記熱処理部により熱処理された基板を露光する請求項 1～10 のいずれか一項に記載の露光装置と、

前記露光装置により露光された基板に溶剤を供給することにより基板の膜を現像する現像処理部とを備える、基板処理装置。

[請求項12] 処理液は、誘導自己組織化材料を含む、請求項 11 記載の基板処理装置。

[請求項13] 投光部により基板の被処理面に真空紫外線を照射するステップと、

前記投光部から基板への真空紫外線の照射期間に、照度計により真空紫外線の一部を受光し、受光した真空紫外線の照度を計測するステップと、

前記照射期間において前記照度計の受光面への真空紫外線の入射を遮光部により断続的に遮るステップと、

前記照度計により計測された照度に基づいて前記投光部による基板への真空紫外線の照射を停止するステップとを含む、露光方法。

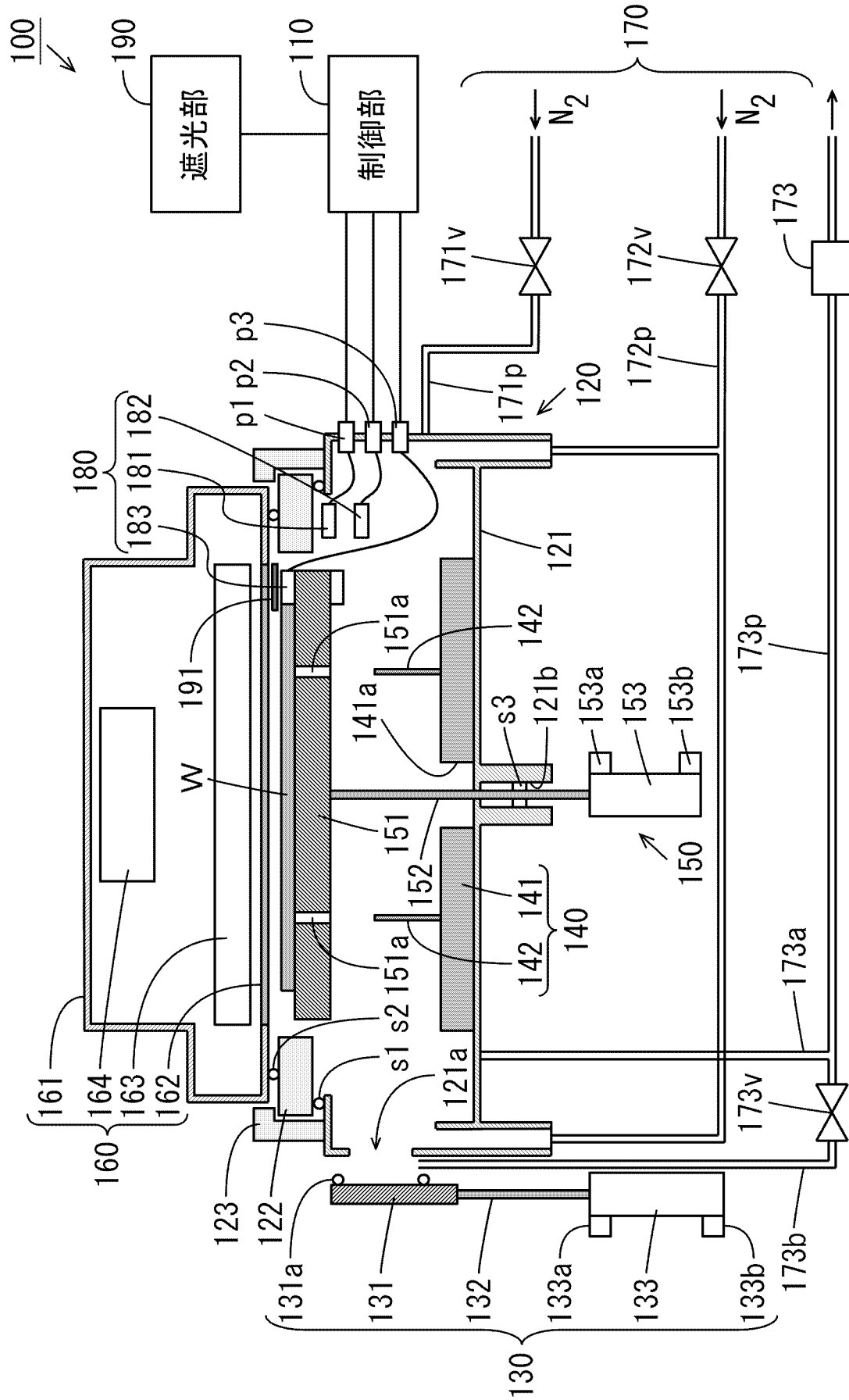
[請求項14] 塗布処理部により基板の被処理面に処理液を塗布することにより基板に膜を形成するステップと、

前記塗布処理部により膜が形成された基板を熱処理部により熱処理するステップと、

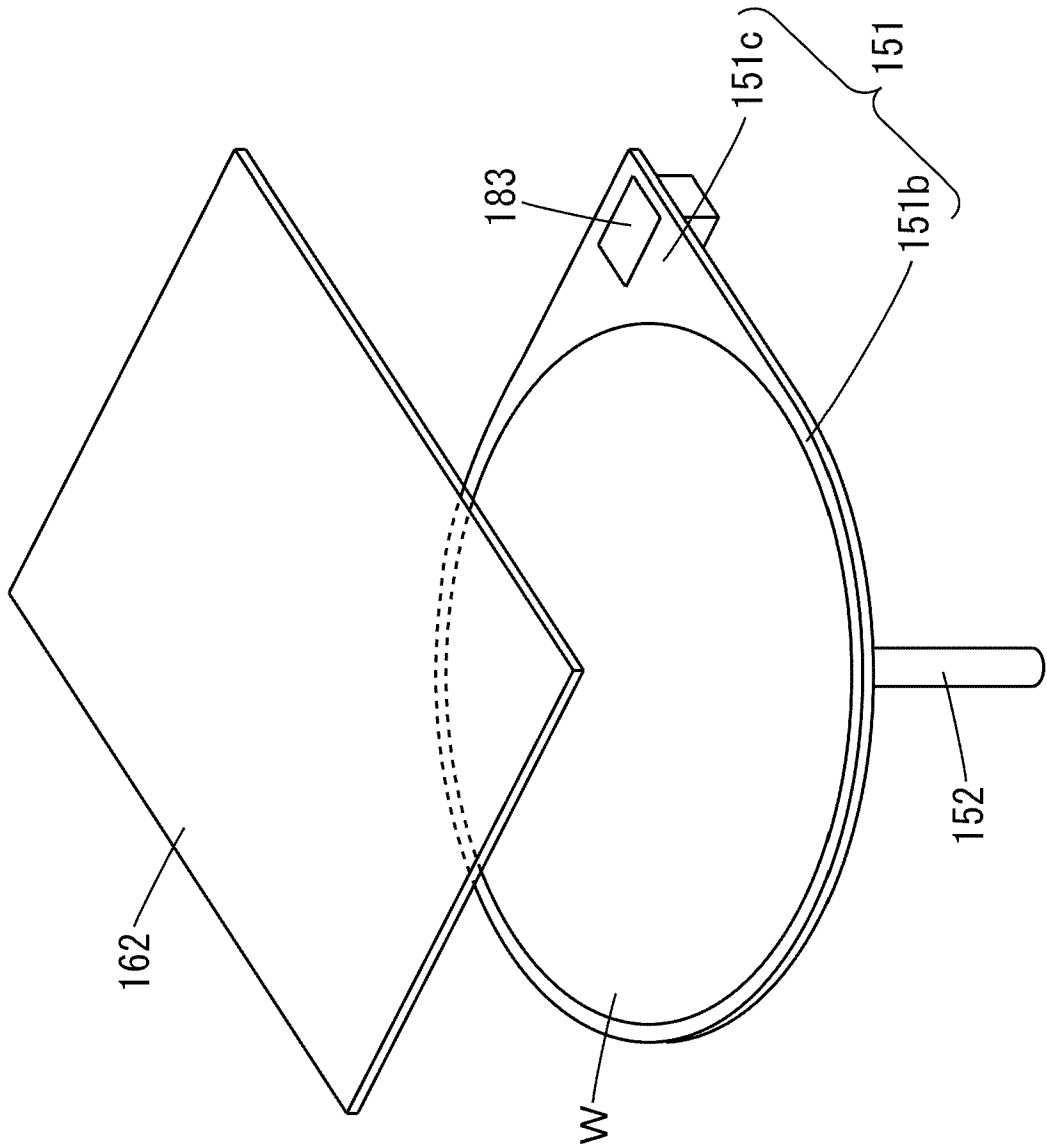
前記熱処理部により熱処理された基板を露光装置により露光する請求項 13 記載の露光方法と、

前記露光装置により露光された基板の被処理面に現像処理部により溶剤を供給することにより基板の膜を現像するステップとを含む、基板処理方法。

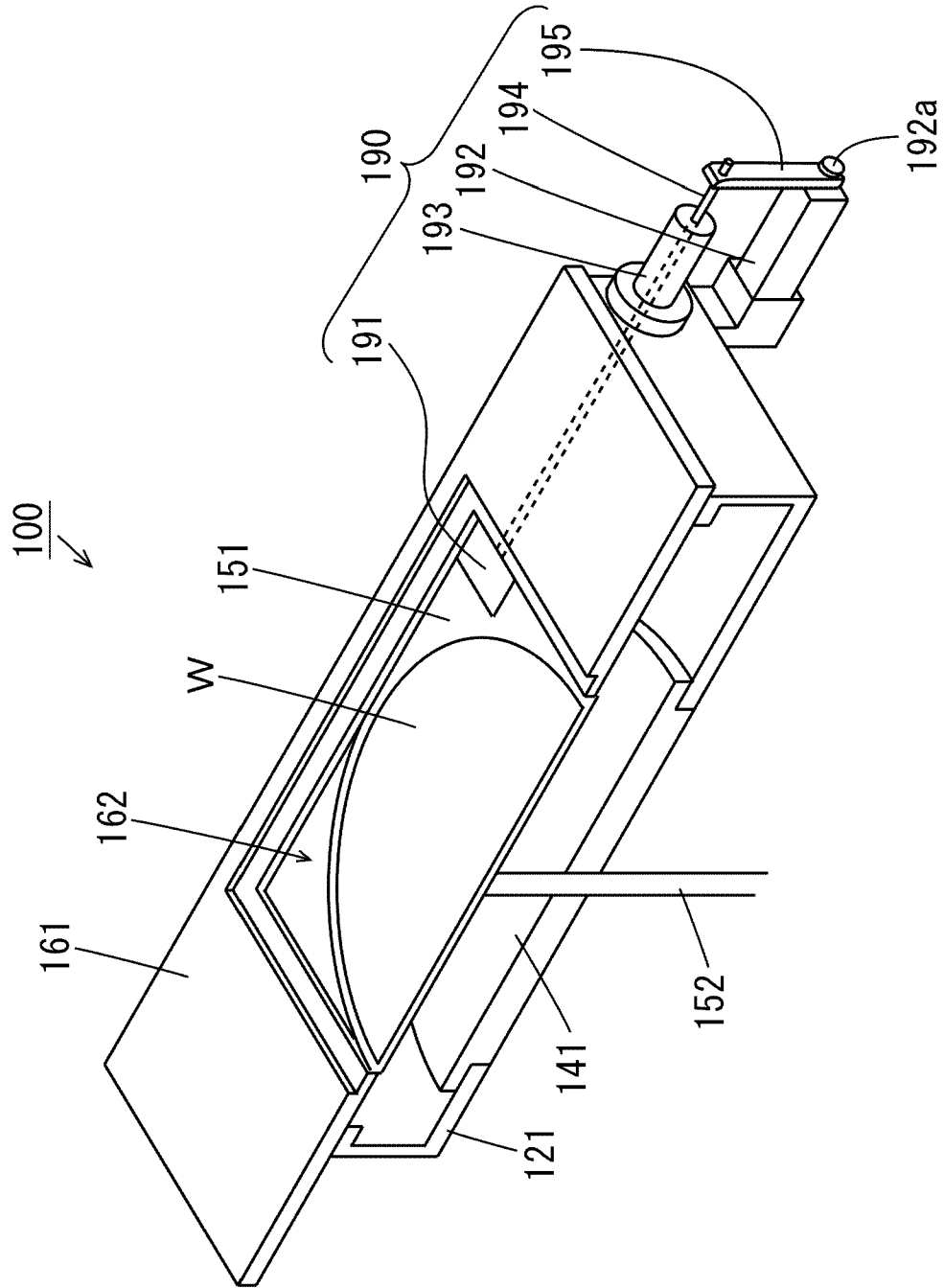
[図1]



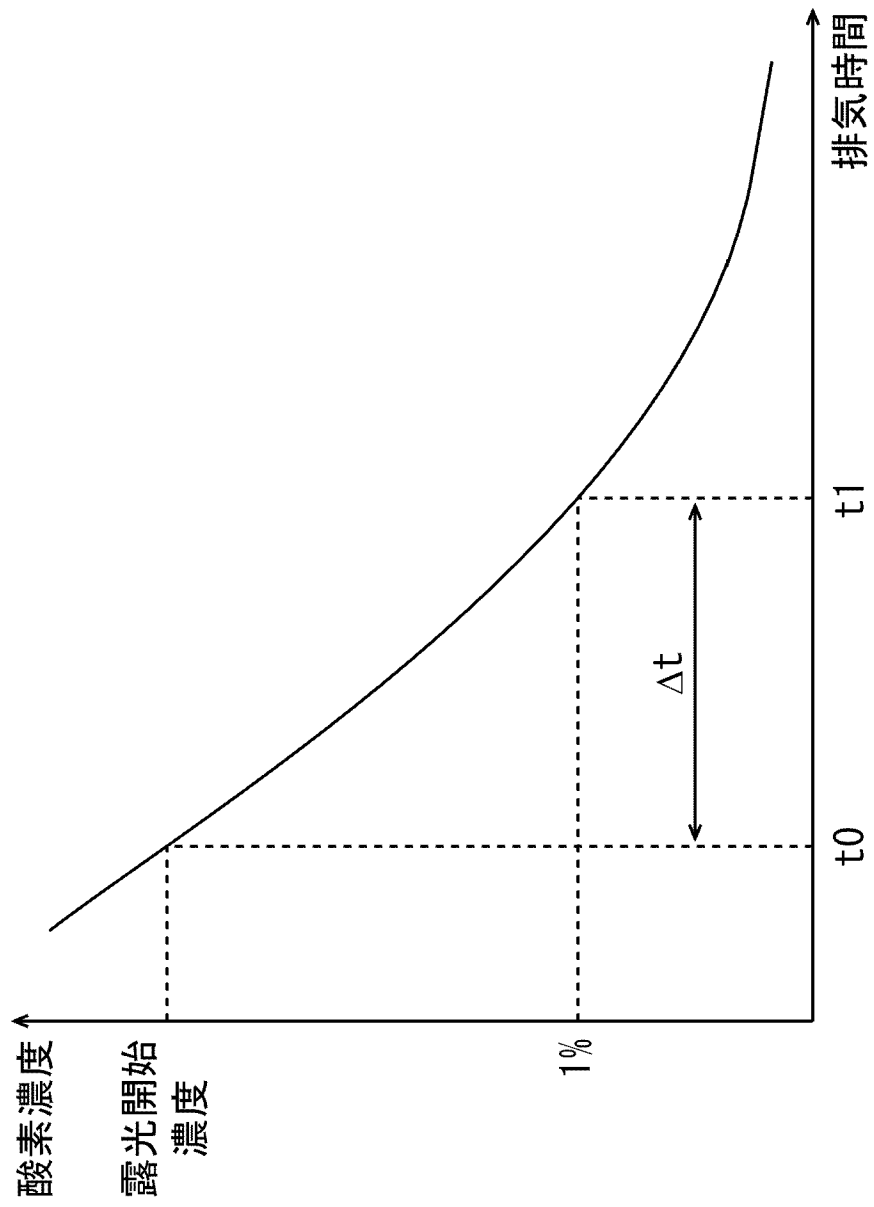
[図2]



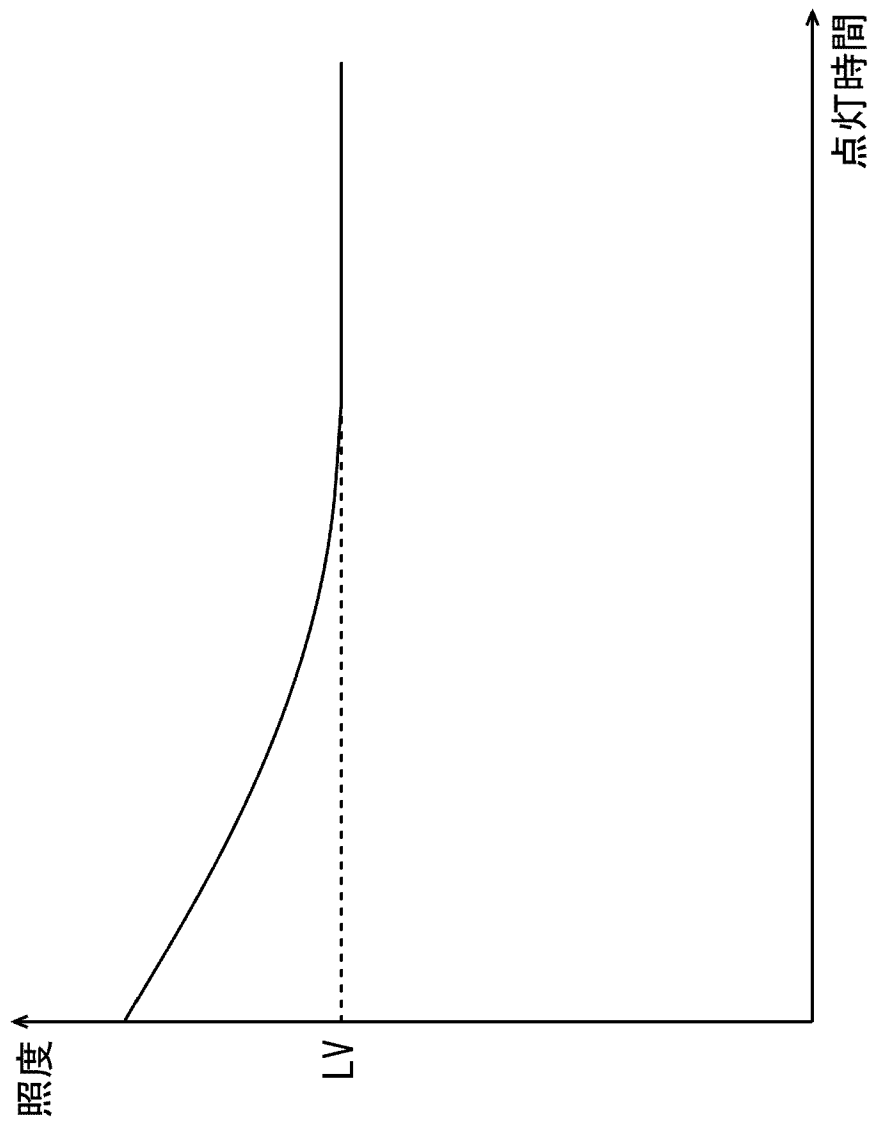
[図3]



[図5]

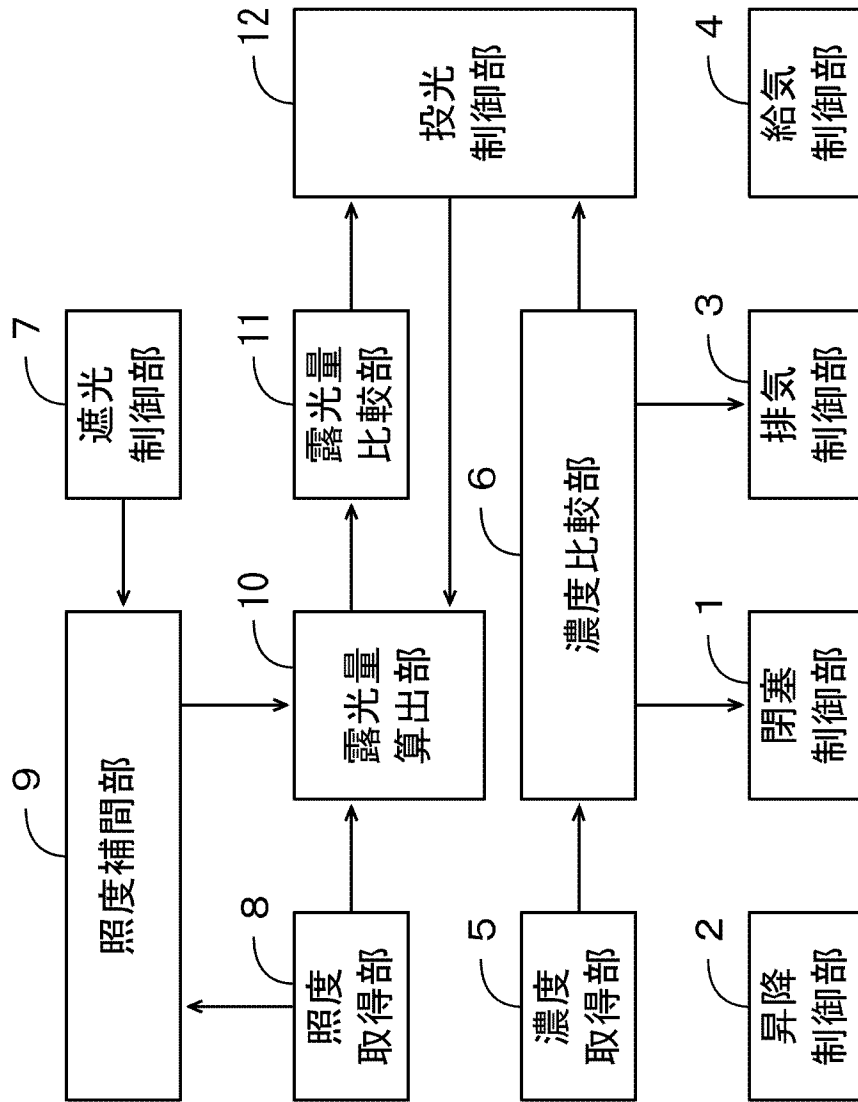


[図6]

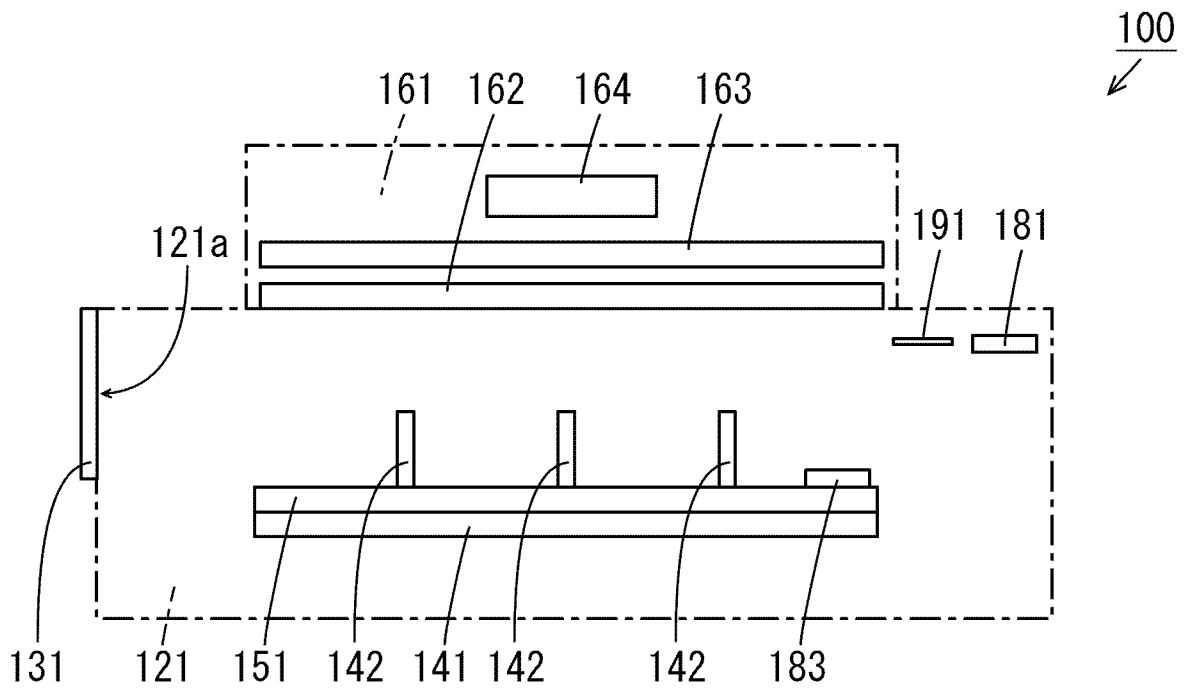


[図7]

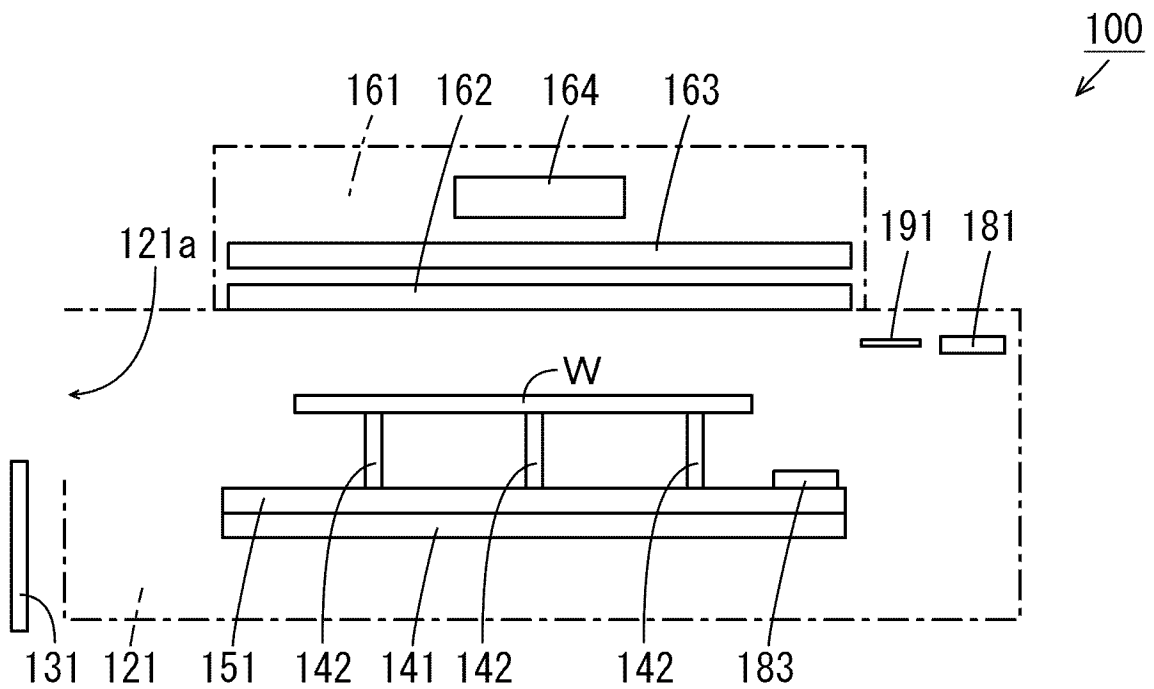
110 ↙



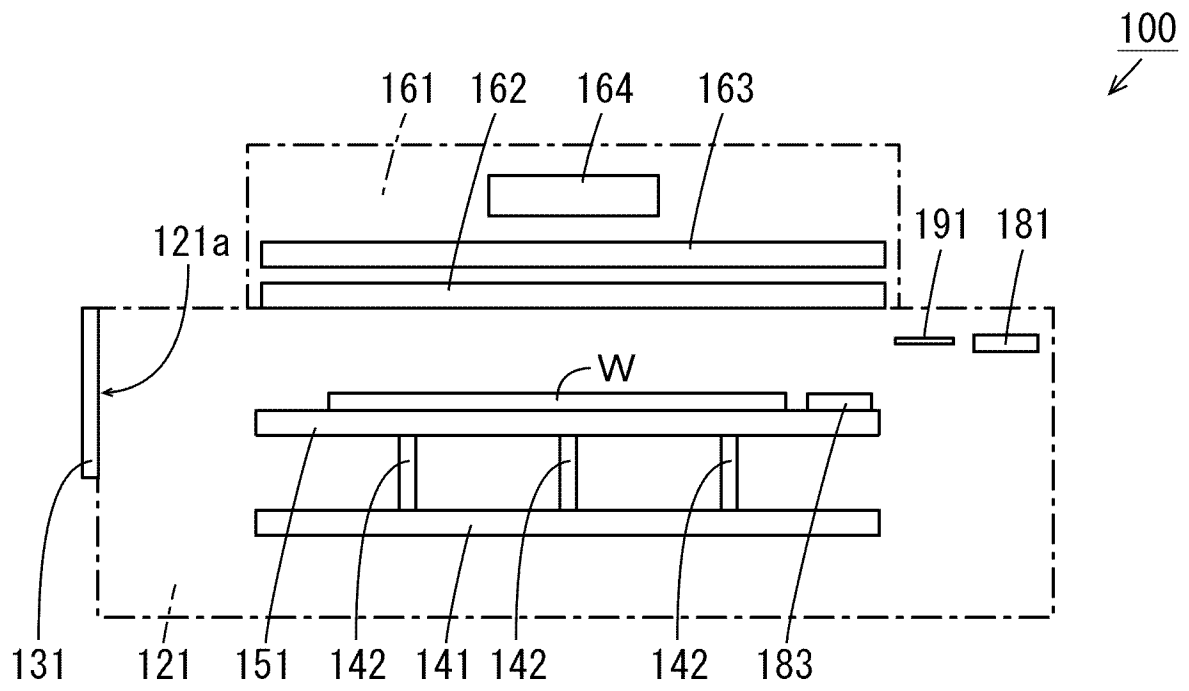
[図8]



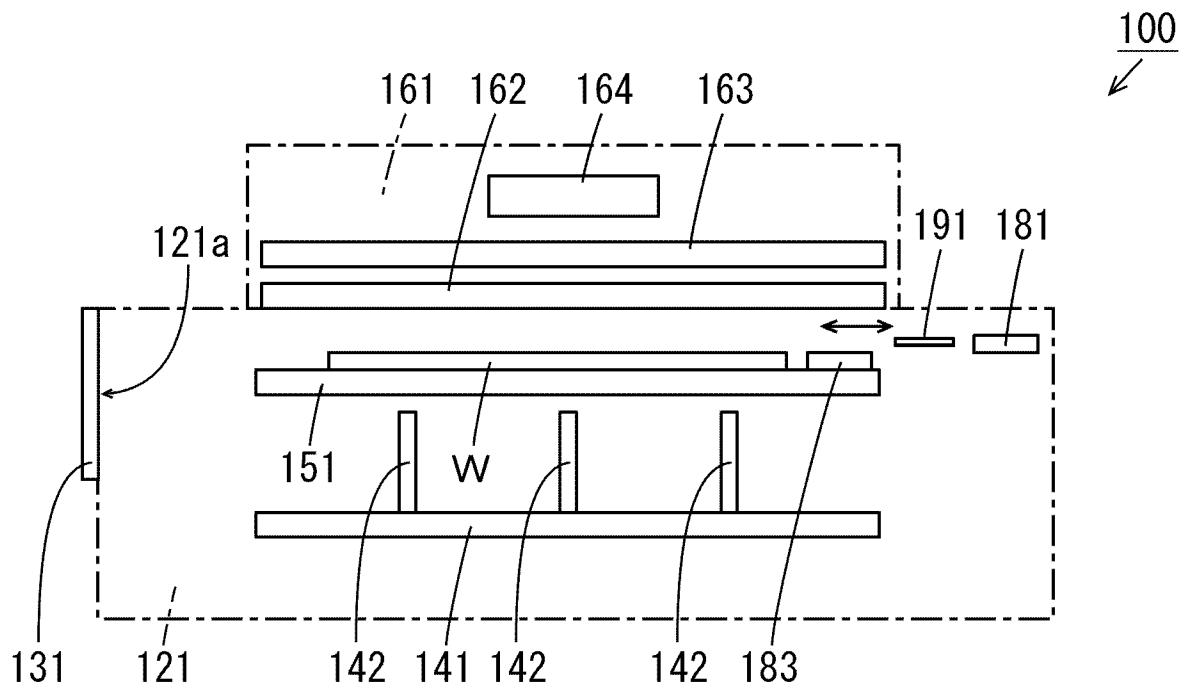
[図9]



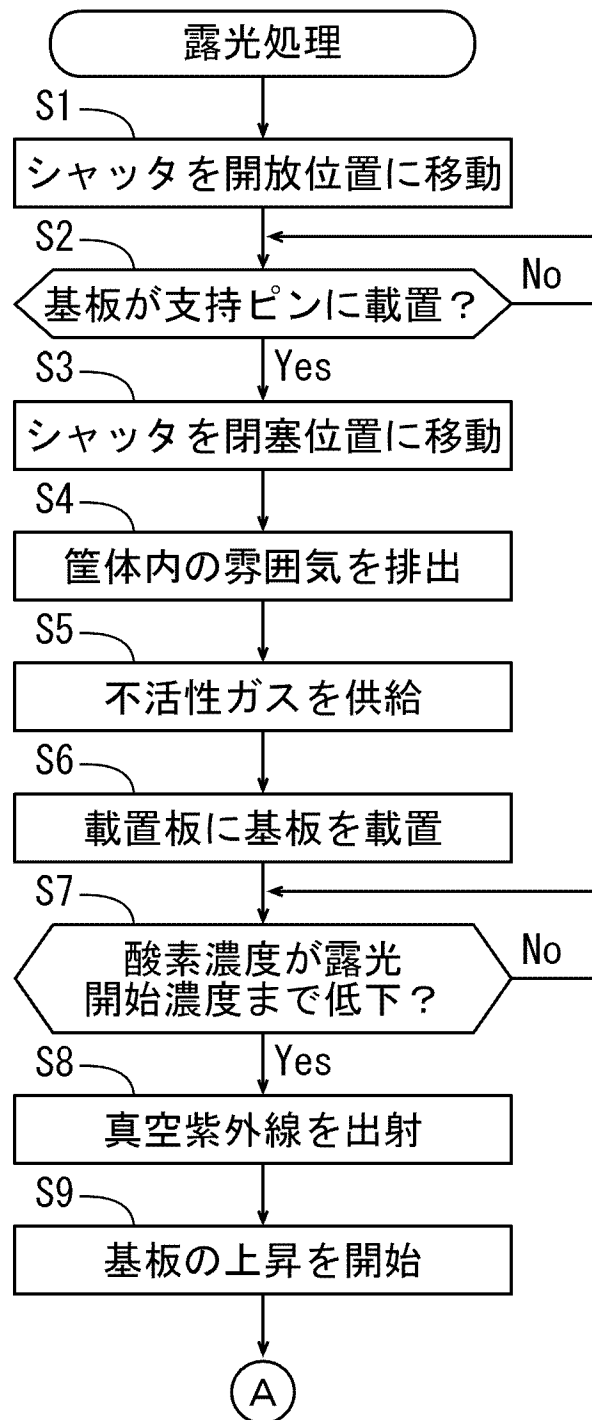
[図10]



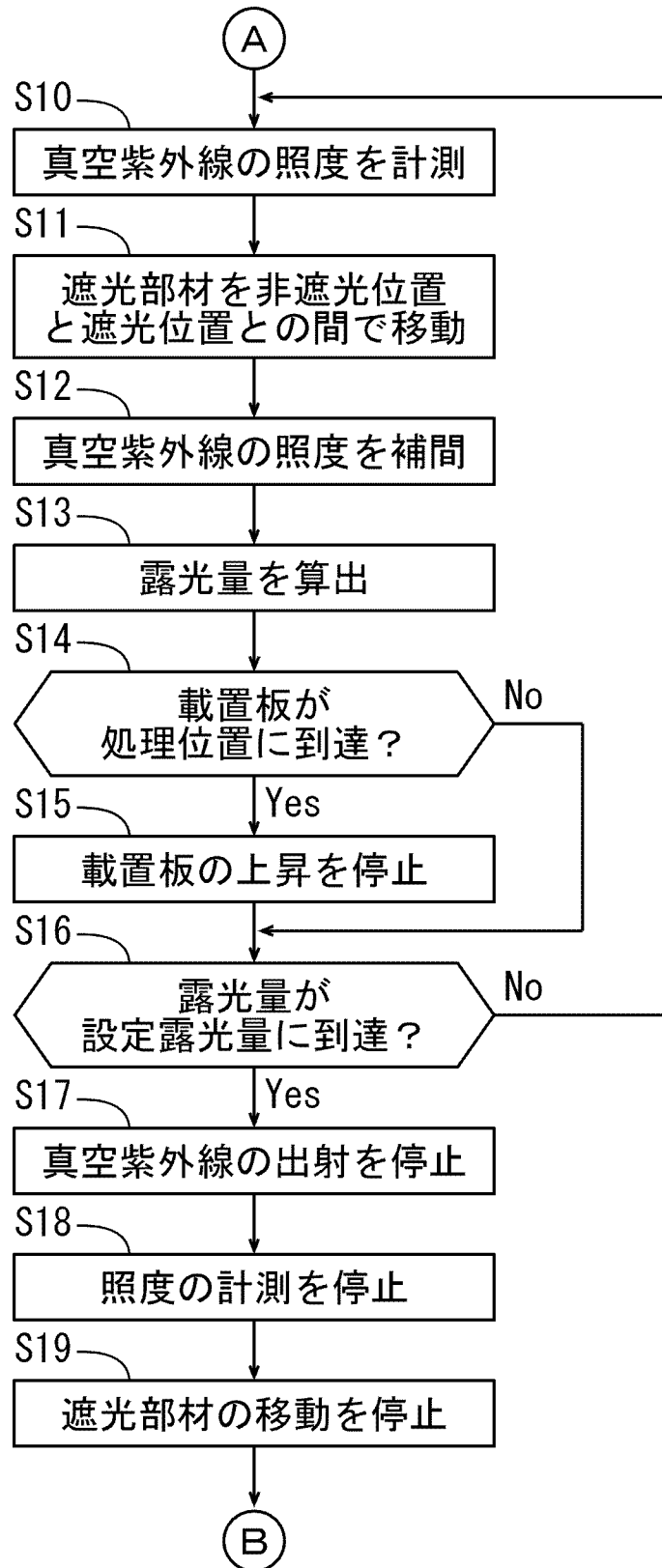
[図11]



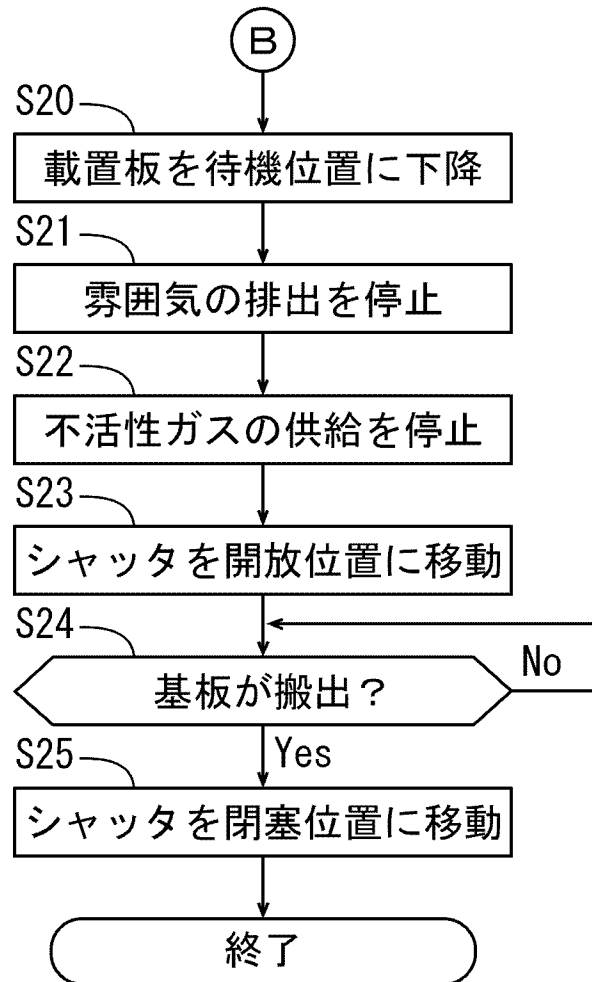
[図12]



[図13]

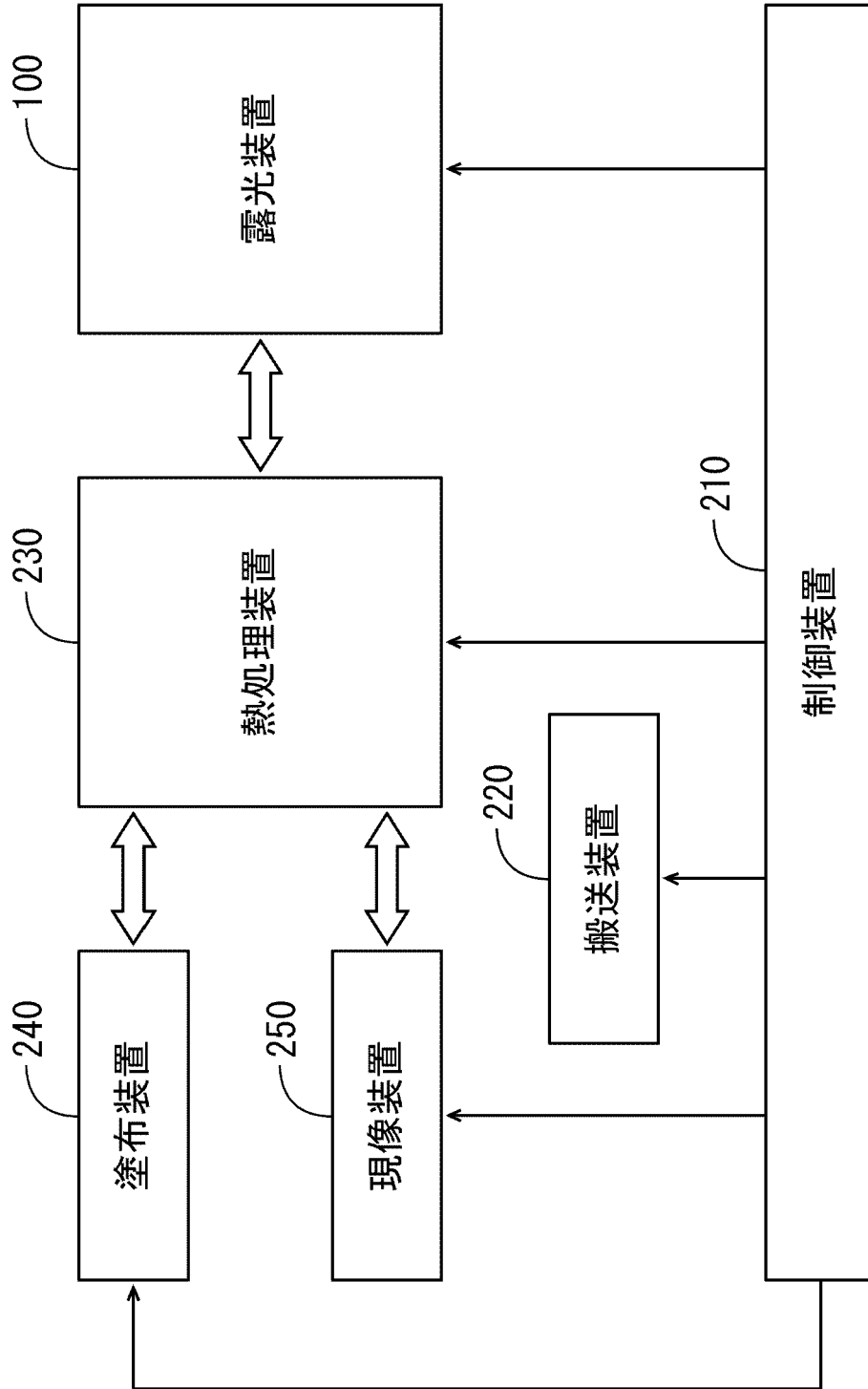


[図14]



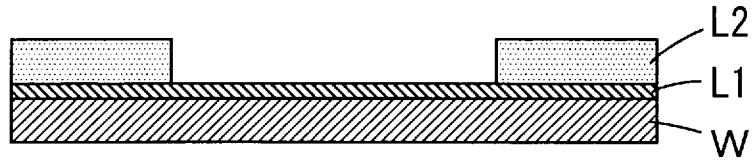
[圖15]

200 ↙

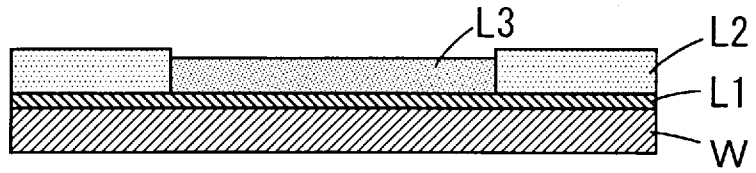


[図16]

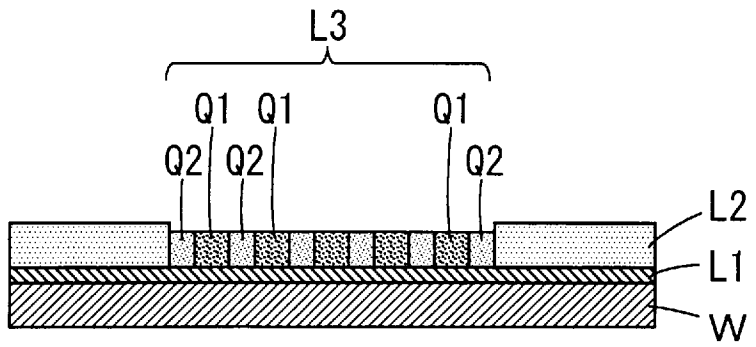
(a)



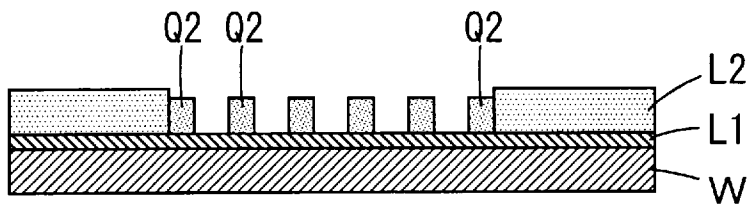
(b)



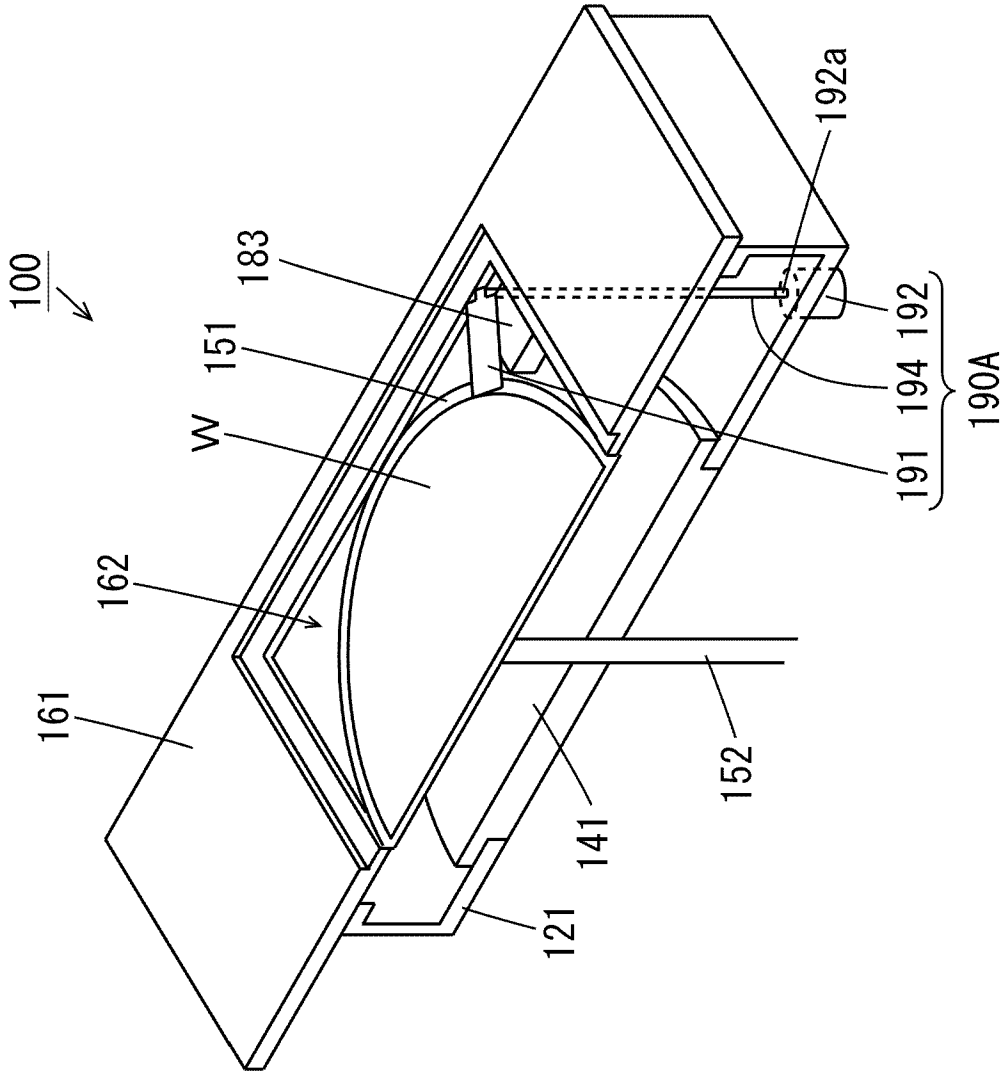
(c)



(d)

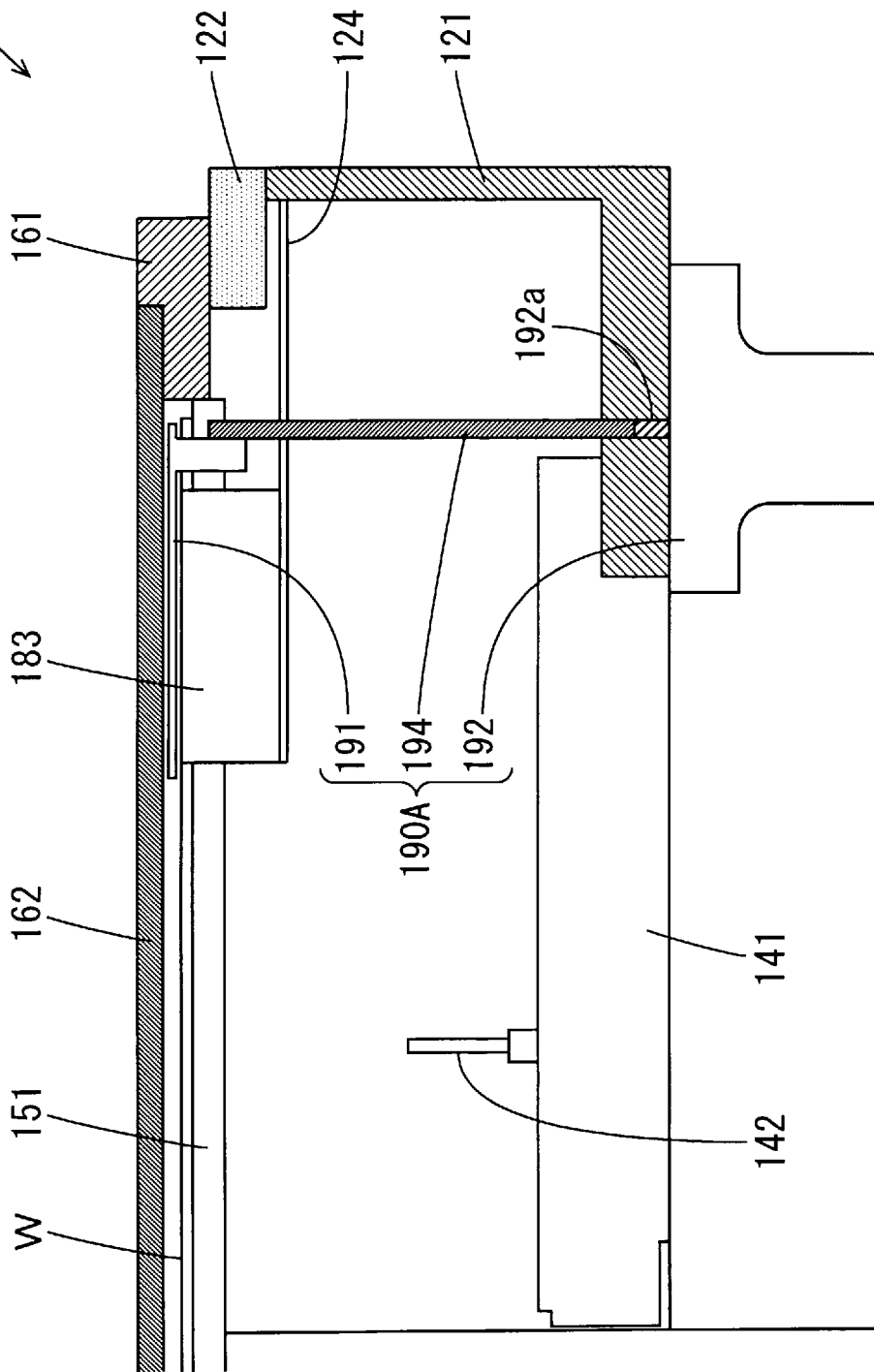


[図17]

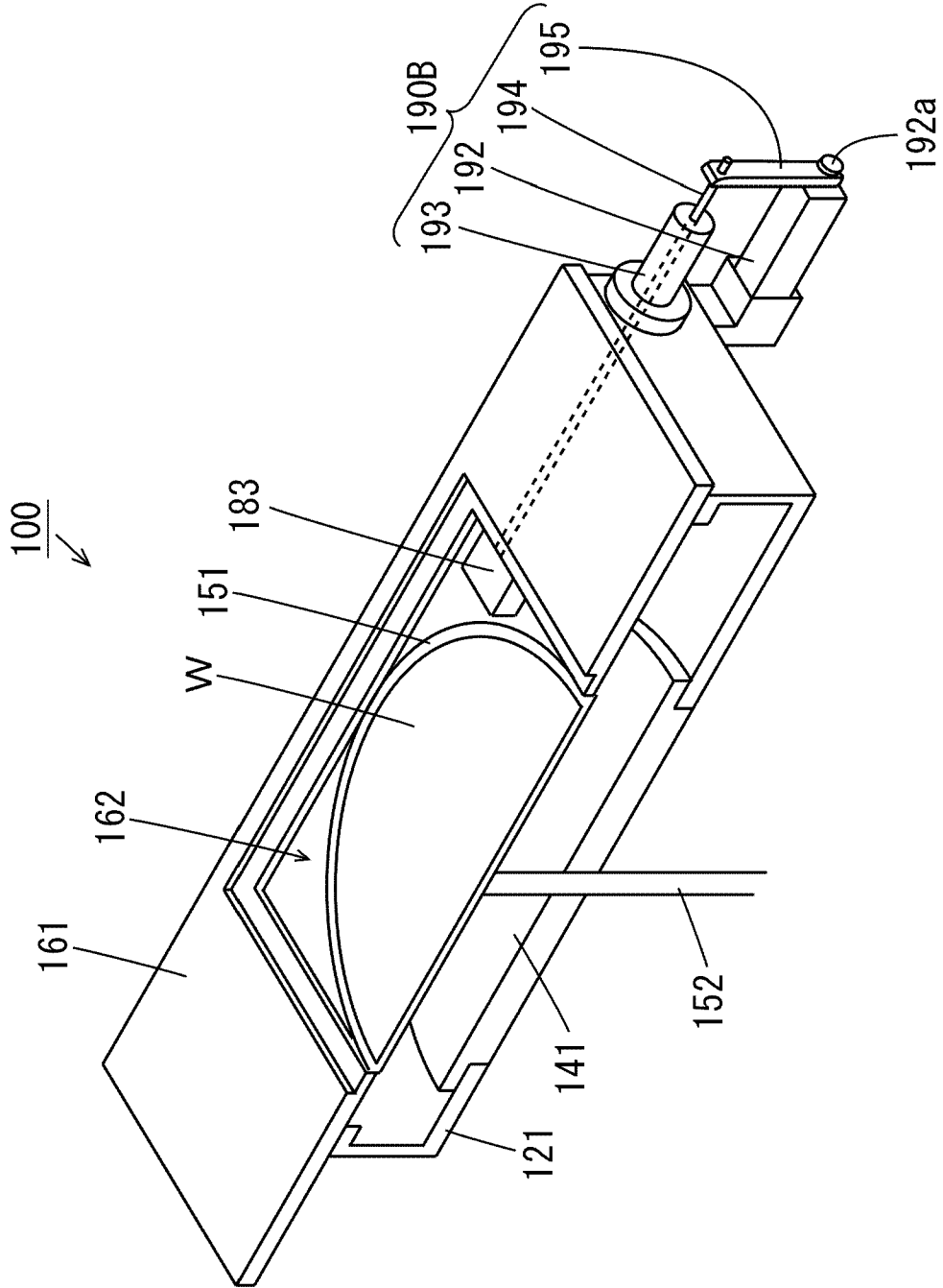


[18]

100



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/036074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/027(2006.01) i, G03F7/20(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. H01L21/027, H01L21/027, H01L21/46, G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/12, G03F1/00-1/92

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	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.
A	JP 2016-183990 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 20 October 2016, entire text, all drawings & US 2016/0282725 A1 & KR 10-2016-0115774 A	1-14
A	JP 2006-49730 A (SHARP CORPORATION) 16 February 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 19.12.2017	Date of mailing of the international search report 09.01.2018
---	--

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/JP2017/036074

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 2015-222417 A (V TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 December 2015, entire text, all drawings & CN 105045043 A	1-14
A	JP 5-343288 A (NIKON CORPORATION) 24 December 1993, entire text, all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 10-284407 A (NIKON CORPORATION) 23 October 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2001-110710 A (NIKON CORPORATION) 20 April 2001, entire text, all drawings & US 6628371 B1	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(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. H01L21/027, H01L21/027, H01L21/46, G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/12, G03F1/00-1/92											
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 <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>				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
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									
A	JP 2016-183990 A (株式会社SCREENホールディングス) 2016.10.20, 全文、全図 & US 2016/0282725 A1 & KR 10-2016-0115774 A	1-14									
A	JP 2006-49730 A (シャープ株式会社) 2006.02.16, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 19.12.2017		国際調査報告の発送日 09.01.2018									
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) 田口 孝明	2G 6002								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3226								

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
A	JP 2015-222417 A (株式会社ブイ・テクノロジー) 2015. 12. 10, 全文、全図 & CN 105045043 A	1-14
A	JP 5-343288 A (株式会社ニコン) 1993. 12. 24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 10-284407 A (株式会社ニコン) 1998. 10. 23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2001-110710 A (株式会社ニコン) 2001. 04. 20, 全文、全図 & US 6628371 B1	1-14