

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)



W O I P O



(10) 国際公開番号

W O 2013/085055 A 1

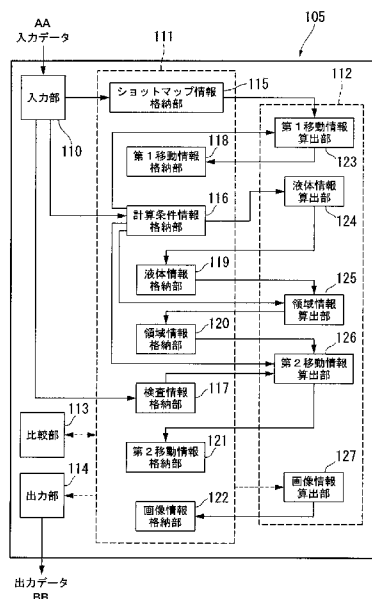
- (51) 国際特許分類 :
H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 12/08 1940
- (22) 国際出願日 : 2012 年 12 月 10 日 (10.12.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
61/568,277 2011 年 12 月 8 日 (08.12.2011) U S
- (71) 出願人 : 株式会社ニコン (MKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒100833 1 東京都千代田区有楽町一丁目
1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者 : 西野 峰之 (NISHINO Mineyuki); 〒
100833 1 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1
- 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 中野 勝志
(NAKANO Katsushi); 〒100833 1 東京都千代田区有
楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内
Tokyo (JP). f 橋 聡志 (TAKAHASHI Satoshi); 〒
100833 1 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1
号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人 : 志賀 正武, 外 (SHIGA Masatake et al.); 〒
1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号
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,
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE APPARATUS AND EXPOSURE METHOD

(54) 発明の名称 : 露光装置及び露光方法

[図7]



(57) Abstract: An information calculating method of the present invention includes: calculation of liquid information relating to a liquid on a subject when the subject is moved, said subject facing an optical member that outputs exposure light; and calculation of region information, which indicates a region where the liquid information meets predetermined conditions, said region being on the subject.

(57) 要約 : 情報算出方法は、露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの物体上の液体に関する液体情報を算出することと、物体上の、液体情報が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出することと、を含む。

110 I P J N I T
113 C R I S O N U N I T
114 O T U N I T
115 S H O T M A P I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
116 C A L C U L A T I O N C O N D I T I O N I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
117 I N S P E C T I O N I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
118 F I R S T T R A N S F E R I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
119 L I Q U I D I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
120 R E G I O N I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
121 S E C O N D I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
122 I M A G E I N F O R M A T I O N S T O R A G E U N I T
123 F I R S T M O V E I N F O R M A T I O N C A L C U L A T I N G U N I T
124 L I Q U I D I N F O R M A T I O N C A L C U L A T I N G U N I T
125 R E G I O N I N F O R M A T I O N C A L C U L A T I N G U N I T
126 S E C O N D I N F O R M A T I O N C A L C U L A T I N G U N I T
127 I M A G E I N F O R M A T I O N C A L C U L A T I N G U N I T
A A I N P U T D A T A
B B O U T P U T D A T A

2 085055 A1



MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

／＜ (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, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可) ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類：

－ 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発 明 の 名 称 ： 露 光 装 置 及 び 露 光 方 法

技 術 分 野

[0001] 本発明は、情報算出方法、露光装置、露光方法、デバイス製造方法、プログラム、及び記録媒体に関する。

本願は、2011年12月08日に提出された米国仮出願61/568,277号に基づき優先権を主張しその内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 半導体デバイス、電子デバイス等のマイクロデバイスの製造工程において、例えば下記特許文献に開示されているような、液体を介して露光光で基板を露光する露光装置が使用される。露光装置は、基板を保持して移動可能な基板ステージを備え、基板ステージに保持された基板を露光する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1 :米国特許出願公開第2008/0043211号
特許文献2 :米国特許出願公開第2008/0100812号

発 明 の 概 要

発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題

[0004] 液浸露光装置において、例えば液浸空間の状態によっては、露光不良が発生する可能性がある。その結果、不良デバイスが発生する可能性がある。

[0005] 本発明の態様は、露光不良の発生を抑制できる情報算出方法、露光装置、露光方法、プログラム、及び記録媒体を提供することを目的とする。また、本発明の態様は、不良デバイスの発生を抑制できるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の第1の態様に従えば、露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの物体上の液体に関する液体情報を算出することと、物体上の、液体情報が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出することと、を含む情報算出方法が提供される。
- [0007] 本発明の第2の態様に従えば、露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの物体上の液体に関する液体情報を、物体の移動を示す第1移動情報に基づいて算出することを含む情報算出方法が提供される。
- [0008] 本発明の第3の態様に従えば、露光光を射出する光学部材に対向する物体に関して、第1移動情報に従って移動させた物体上の液体の残留を検査した結果に基づいて、物体の移動を示す第2移動情報を算出することを含み、第1移動情報が示す第1のショット領域から第2のショット領域までの第1経路に液体の残留が検出されている場合に、第2移動情報は、第1のショット領域から第2のショット領域までの経路が、第1経路よりも長くなるように算出される情報算出方法が提供される。
- [0009] 本発明の第4の態様に従えば、露光光を射出する光学部材に対向する基板と光学部材との間に液浸空間が形成された状態で第1移動情報に従って移動させながら露光した基板の露光不良を検査した結果に基づいて、基板の移動を示す第2移動情報を算出することを含み、基板のショット領域に露光不良が検出されている場合に、第2移動情報は、第1移動情報と比較してショット領域に至る基板の経路が長くなるように、算出される情報算出方法が提供される。
- [0010] 本発明の第5の態様に従えば、液浸空間を介して基板を露光光で露光する液浸露光装置であって、基板に対向する位置に配置され、露光光を照射する光学部材と、基板と光学部材との間に液浸空間を形成する液浸部材と、第1から第4のいずれかの態様の情報算出方法によって算出された情報に基づいて、基板の移動を制御する制御装置と、を備える露光装置が提供される。
- [0011] 本発明の第6の態様に従えば、液浸空間を介して基板を露光光で露光する

液浸露光装置であって、基板に対向する位置に配置され、露光光を照射する光学部材と、基板と光学部材との間に液浸空間を形成する液浸部材と、基板の第1のショット領域を露光してから、第1のショット領域の露光中に液浸空間が接触した領域を含む第2のショット領域を露光するまでの間に、領域が液浸空間の外側に配置されるように、基板の移動を制御する制御装置と、を備える露光装置が提供される。

[001 2] 本発明の第7の態様に従えば、液浸空間を介して基板を露光光で露光する液浸露光方法であって、露光光を照射する光学部材を基板に対向する位置に配置することと、基板と光学部材との間に液浸空間を形成することと、第1から第4のいずれかの態様の情報算出方法によって算出された情報に基づいて、基板の移動を制御することと、を含む露光方法が提供される。

[001 3] 本発明の第8の態様に従えば、液浸空間を介して基板を露光光で露光する液浸露光方法であって、露光光を照射する光学部材を基板に対向する位置に配置することと、基板と光学部材との間に液浸空間を形成することと、基板の第1のショット領域を露光してから、第1のショット領域の露光中に液浸空間が接触した領域を含む第2のショット領域を露光までの間に、領域が液浸空間の外側に配置されるように、基板の移動を制御することと、を含む露光方法が提供される。

[0014] 本発明の第9の態様に従えば、第5又は第6の態様の露光装置によって基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

[001 5] 本発明の第10の態様に従えば、第5又は第6の態様の露光方法によって基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

[001 6] 本発明の第11の態様に従えば、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの物体上の液体に関する液体情報を算出することと、物体上の、液体情報が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出することと、を実行させるプログラムが提供される。

- [001 7] 本発明の第 1 2 の態様に従えば、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの物体上の液体に関する液体情報を、物体の移動を示す第 1 移動情報に基づいて算出することを実行させるプログラムが提供される。
- [001 8] 本発明の第 1 3 の態様に従えば、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体に関して、第 1 移動情報に従って移動させた物体上の液体の残留を検査した結果に基づいて、物体の移動を示す第 2 移動情報を算出することを実行させ、第 1 移動情報が示す第 1 のショット領域から第 2 のショット領域までの第 1 経路に液体の残留が検出されている場合に、第 2 移動情報は、第 1 のショット領域から第 2 のショット領域までの経路が、第 1 経路よりも長くなるように算出されるプログラムが提供される。
- [001 9] 本発明の第 1 4 の態様に従えば、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する基板と光学部材との間に液浸空間が形成された状態で第 1 移動情報に従って移動させながら露光した基板の露光不良を検査した結果に基づいて、基板の移動を示す第 2 移動情報を算出することを実行させ、基板のショット領域に露光不良が検出されている場合に、第 2 移動情報は、第 1 移動情報と比較してショット領域に至る基板の経路が長くなるように、算出されるプログラムが提供される。
- [0020] 本発明の第 1 5 の態様に従えば、第 1 1 から第 1 4 のいずれかの態様のプログラムを記録し、コンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

発明の効果

- [0021] 本発明の態様によれば、露光不良の発生を抑制できる情報算出方法を提供することができる。また、本発明の態様によれば、露光不良の発生を抑制できる露光装置を提供することができる。本発明の第 7 の態様、第 8 の態様によれば、露光不良の発生を抑制できる露光方法を提供することができる。また、本発明の態様によれば、不良デバイスの発生を抑制できるデバイス製造方法を提供することができる。また、本発明の態様によれば、露光不良の発生を抑制できるプログラムを提供することができる。また、本発明の態様に

よれば、露光不良の発生を抑制できる記録媒体を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1] 本実施形態のデバイス製造システムの構成を示す図である。
- [図2] 本実施形態の露光装置の一例を示す概略構成図である。
- [図3] 本実施形態の基板ステージ及び計測ステージの一例を示す平面図である。
- [図4] 本実施形態のエンコーダシステム、第1検出システム、及び第2検出システムの一例を示す平面図である。
- [図5] 本実施形態の液浸部材及び基板ステージの一例を示す側断面図である。
- [図6] 本実施形態の第1保持部材に保持された基板の一例を示す図である。
- [図7] 本実施形態のシミュレータの機能構成を示すブロック図である。
- [図8] 本実施形態の移動軌跡及び液浸空間の例を示す図である。
- [図9] 本実施形態の移動軌跡及び液浸空間の例を示す図である。
- [図10] 本実施形態の液浸空間の例を示す図である。
- [図11] 本実施形態の液浸空間の例を示す図である。
- [図12] 本実施形態の移動軌跡及び液浸空間の例を示す図である。
- [図13] 本実施形態の画像情報が示す画像の例を示す図である。
- [図14] 本実施形態の画像情報が示す画像の例を示す図である。
- [図15] 本実施形態のコンピュータシステムの構成の例を示す図である。
- [図16] 本実施形態の情報算出方法を示すフローチャートである。
- [図17] 本実施形態のデバイス製造方法を示すフローチャートである。
- [図18] 露光装置の一例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

- [0023] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。
- [0024] 図1は、本実施形態のデバイス製造システム100の構成を示す図である。図1に示すデバイス製造システム100は、基板を搬送する搬送装置101と、基板を処理する基板処理装置102と、基板処理装置102によって

処理された基板を検査する検査装置 103 と、デバイス製造システム 100 の少なくとも一部を制御する上位制御装置 104（ホストコントローラ）と、上位制御装置 104 に情報を供給するシミュレータ 105（情報算出装置）とを備える。

[0025] 本実施形態において、搬送装置 101 は、搬送ライン 106 に沿って基板を搬送する。搬送装置 101 は、例えば、複数の基板が収容されたケースを搬送することにより、複数の基板を一組にして搬送する。本実施形態において、デバイス製造システム 100 は、複数の基板処理装置 102 を備え、複数の基板処理装置 102 のそれぞれは、搬送ライン 106 に接続されている。本実施形態において、搬送装置 101 は、複数の基板処理装置 102 のそれぞれに対して、搬送ライン 106 を介して基板処理装置 102 へ基板を搬入（供給）する搬入処理を実行する。また、本実施形態において、搬送装置 101 は、基板処理装置 102 が処理した基板を、複数の基板処理装置 102 のそれぞれから搬送ライン 106 を介して搬出する搬出処理を実行する。

[0026] 本実施形態において、上位制御装置 104 は、搬送装置 101 を制御することによって、基板処理装置 102 による搬入処理と搬出処理の一方又は双方を実行させる。また、本実施形態の上位制御装置 104 は、搬送装置 101 を制御することによって、搬送ライン 106 を搬送されている処理前の基板を複数の基板処理装置 102 のいずれに供給するかを管理する。また、本実施形態において、上位制御装置 104 は、搬送装置 101 を制御することによって、搬送ライン 106 を搬送されている処理後の基板のそれぞれが複数の基板処理装置 102 のいずれにより処理されたかを管理する。

[0027] 本実施形態において、基板処理装置 102 は、搬送ライン 106 に接続されたコータ・デベロツバ装置 CD と、コータ・デベロツバ装置 CD に接続されたインターフェース IF と、インターフェース IF を介してコータ・デベロツバ装置 CD に接続された露光装置 EX とを備える。

[0028] 本実施形態の露光装置 EX は、液体を介して基板を露光する液浸露光装置である。本実施形態の露光装置 EX は、搬送ライン 106 を介して基板が配

置される基板ステージ 2 P を備える。本実施形態の露光装置 E X は、基板が配置されている基板ステージ 2 P を露光装置 E X において相対的に移動しながら、基板ステージ 2 P に配置されている基板を露光する。本実施形態の露光装置 E X は、基板ステージ 2 P の相対的な移動を制御する制御装置 4 を備える。また、本実施形態の露光装置 E X は、基板を搬送する搬送システム 10 (図 2 等に示す) を備えている。搬送システム 10 は、基板ステージ 2 P に基板を搬入する処理、及び基板ステージ 2 P から基板を搬出する処理を実行可能である。

[0029] 本実施形態において、コータ・デベロツバ装置 C D は、基板上に薄膜を形成するコーティング装置、及び露光装置 E X によって露光処理が施された基板を現像するデベロツバ装置を備える。基板上に形成される薄膜は、例えば、半導体ウェハ等の基材上に形成される感光材からなる膜、及びその感光材からなる膜を覆うトップコート膜と呼ばれる膜等を含む。

[0030] 本実施形態において、露光装置 E X の搬送システム 10 は、コータ・デベロツバ装置 C D のコーティング装置によって薄膜が形成された基板を、コーティング装置からインターフェース I F を介して露光装置 E X の基板ステージ 2 P に搬入する。本実施形態において、露光装置 E X の搬送システム 10 は、露光装置 E X によって露光処理が施された基板を、露光装置 E X の基板ステージ 2 P からインターフェース I F を介してコータ・デベロツバ装置 C D のデベロツバ装置に搬出する。

[0031] 本実施形態において、上位制御装置 104 は、基板処理装置 102 の各部を制御する。例えば、上位制御装置 104 は、コータ・デベロツバ装置 C D を制御することによって、搬送ライン 106 からコーティング装置に搬入された基板に薄膜を形成する処理を実行させる。また、上位制御装置 104 は、露光装置 E X 及びインターフェース I F を制御することによって、コーティング装置により薄膜が形成された基板を露光装置 E X に搬入する処理を実行させる。また、上位制御装置 104 は、露光装置 E X を制御することによって、コータ・デベロツバ装置 C D から露光装置 E X に搬入された基板に対

する露光処理を実行させる。本実施形態において、露光装置EXは、制御装置4が上位制御装置104からの指令に従って露光装置EXの各部を制御することによって、露光処理を実行する。上位制御装置104は、露光装置EX及びインターフェースIFを制御することによって、露光装置EXにより露光処理が施された基板を露光装置EXからコータ・デベロツバ装置CDのデベロツバ装置に搬出する処理を実行させる。上位制御装置104は、コータ・デベロツバ装置CDを制御することによって、露光装置EXからデベロツバ装置に搬出された基板を現像する処理を実行させる。

[0032] なお、上述のような基板処理装置102の一部の装置は、省略されていてもよい。例えば、基板処理装置102は、露光装置EXを備え、コータ・デベロツバ装置CDを備えていなくてもよく、例えば、コータ・デベロツバ装置CDが基板処理装置102の外部の装置であってもよい。また、コータ・デベロツバ装置CDの一部の装置は、省略されていてもよいし、コータ・デベロツバ装置CDの外部の装置であってもよい。また、例えば露光装置EXの搬送システム10（後述する）等のように、露光装置EXの一部の装置は、インターフェースIFの一部であってもよいし、コータ・デベロツバ装置CDの一部であってもよい。

[0033] 本実施形態の検査装置103は、搬送ライン106において、基板処理装置102よりも搬送経路の下流側に接続されている。本実施形態において、検査装置103は、基板に対する露光処理の結果を検出する。本実施形態において、検査装置103は、露光装置EXにより露光処理が施された後にデベロツバ装置により現像された基板を検査する。本実施形態において、検査装置103は、例えば、現像された基板における感光材からなる膜のパターンを検出し、検出したパターンと所定のパターンとを比較することによって、この基板に対する露光処理の結果を検出する。検査装置103は、例えば、液浸空間への気泡の混入による露光不良を検出することができる。また、検査装置103は、例えば、液浸空間から分離した液体によるウォーターマーク等による露光不良を検出することができる。

[0034] 本実施形態において、検査装置 103 は、露光処理の結果を示す情報を上位制御装置 104 に供給する。露光処理の結果を示す露光結果情報は、例えば、基板において露光不良が発生したか否かを示す情報を含む。露光処理の結果を示す情報は、例えば、基板において露光不良が発生した位置と領域の一方又は双方を示す情報を含んでいてもよい。露光処理の結果を示す情報は、例えば、基板において露光不良が発生していない位置と領域の一方又は双方を示す情報を含んでいてもよい。

[0035] なお、検査装置 103 は、現像された感光材からなる膜をマスクとしてエッチングされた基板に対して、検査を実行してもよい。例えば、検査装置 103 は、エッチングによって基板に形成されたパターンを検出してもよい。検査装置 103 は、現像又はエッチングによって基板に形成されたパターンを検出することによって、上述したような露光処理の結果を検出して、例えば露光不良に関する検査を実行してもよい。また、検査装置 103 は、基板処理装置 102 の一部であってもよく、例えば、コート・デベロツバ装置 CD の一部であってもよい。また、検査装置 103 は、検査の結果を示す情報を上位制御装置 104 に供給しなくてもよく、デバイス製造システム 100 の外部の装置であってもよいし、省略されていてもよい。

[0036] 本実施形態の上位制御装置 104 は、例えばオペレータ（作業者）の指令に基づいて、デバイス製造システム 100 の各部を制御することによって、上述したような各種の処理を実行させる。

[0037] 本実施形態の上位制御装置 104 は、複数の基板処理装置 102 のそれぞれから、複数の基板処理装置 102 のそれぞれの動作条件を示す動作条件情報を取得する。本実施形態の上位制御装置 104 は、複数の露光装置 EX のそれぞれから、複数の露光装置 EX のそれぞれの動作条件を示す動作条件情報を各制御装置 4 から取得可能である。本実施形態において、露光装置 EX の動作条件は、基板ステージ 2P が移動可能な位置の条件（可動範囲）、基板ステージ 2P が移動する速度の条件、基板ステージ 2P が移動する加速度の条件のうち少なくとも 1 つを含む。速度の条件は、例えば、基板ステージ

2 P が移動する速度の上限値、平均値、及び推奨値の少なくとも1つを含む速度範囲を含む。加速度の条件は、例えば、基板ステージ2 P が移動する加速度の上限値、平均値、及び推奨値の少なくとも1つを含む加速度範囲を含む。上位制御装置104は、基板処理装置102から取得した動作条件情報を、図示略の記憶装置に記憶させる。

[0038] 本実施形態の上位制御装置104は、検査装置103から、露光処理が施された基板を検査した結果を示す検査結果情報を取得する。本実施形態において、上位制御装置104は、検査装置103から取得した検査結果情報を、図示略の記憶装置に記憶させる。

[0039] 本実施形態のシミュレータ105は、露光装置EXにおいて後述する投影光学系に対向して配置される物体上の液体（液浸空間）に関する液体情報を含む情報を算出する。物体は、例えば、露光基板を含む。本実施形態において、上位制御装置104は、デバイス製造システム100の各部から取得した情報の少なくとも一部を、シミュレータ105に供給する。例えば、上位制御装置104は、露光装置EXから取得した情報をシミュレータ105に供給する。本実施形態において、シミュレータ105は、上位制御装置104から供給された情報に基づいて、液体情報を含む情報を算出する。なお、シミュレータ105が、液体情報を含む情報を算出する際に、シミュレータ105に供給された露光装置EXからの情報を使わなくてもよいし、シミュレータ105に露光装置EXからの情報を供給しなくてもよい。

[0040] 本実施形態において、シミュレータ105は、算出した情報の少なくとも一部を、上位制御装置104に供給する。本実施形態において、上位制御装置104は、シミュレータ105から供給された情報を、図示略の記憶装置に記憶させる。本実施形態において、上位制御装置104は、シミュレータ105から供給された情報に基づいて露光装置EXの制御装置4を制御し、例えば、露光光が照射される基板が配置された基板ステージ2 P の移動を制御する。

[0041] なお、上位制御装置104とシミュレータ105との間の情報の受け渡し

は、有線又は無線の通信により実行されてもよいし、記録媒体を介して実行されてもよい。例えば、上位制御装置 104 は、シミュレータ 105 が算出した情報を記録した記録媒体から情報を読み出すことによって、シミュレータ 105 が算出した情報を取得してもよい。また、上位制御装置 104 は、シミュレータ 105 に情報を供給しなくてもよい。また、シミュレータ 105 は、算出した情報を上位制御装置 104 に供給しなくてもよい。デバイス製造システム 100 は、例えば、上位制御装置 104 とシミュレータとの間で情報の受け渡しがなされない場合に、シミュレータ 105 を備えていなくてもよい。また、シミュレータ 105 は、上位制御装置 104 の一部であってもよいし、露光装置 EX の一部であってもよく、デバイス製造システム 100 の外部の装置であってもよい。また、シミュレータ 105 は、上位制御装置 104 と露光装置 EX とに分けて実装されていてもよい。

[0042] なお、デバイス製造システム 100 が備える基板処理装置 102 の数は、1 つでもよいし、2 つ以上でもよい。また、デバイス製造システム 100 は、上位制御装置 104 を備えていなくてもよい。例えば、デバイス製造システム 100 は、上位制御装置 104 が省略されており、シミュレータ 105 が露光装置 EX の制御装置 4 と接続されていてもよいし、シミュレータ 105 が露光装置 EX の制御装置 4 と接続されていなくてもよい。

[0043] 次に、デバイス製造システム 100 の各部について説明する。図 2 は、本実施形態に係る露光装置 EX の一例を示す概略構成図である。図 3 は、本実施形態に係る基板ステージ 2 P 及び計測ステージ 2 C の一例を示す平面図である。

[0044] 以下の説明においては、図 2 等を示す X Y Z 直交座標系を設定し、この X Y Z 直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。水平面内の所定方向を X 軸方向、水平面内において X 軸方向と直交する方向を Y 軸方向、X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれと直交する方向（すなわち鉛直方向）を Z 軸方向とする。また、X 軸、Y 軸、及び Z 軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 e_x 、 Θ_y 、及び e_z 方向とする。

[0045] 本実施形態の露光装置 E X は、液体 L Q を介して露光光 E L で基板 P を露光する液浸露光装置である。本実施形態においては、露光光 E L の光路の少なくとも一部が液体 L Q で満たされるように液浸空間 L S が形成される。液浸空間とは、液体で満たされた部分（空間、領域）をいう。基板 P は、液浸空間 L S の液体 L Q を介して露光光 E L で露光される。本実施形態においては、液体 L Q として、水（純水）を用いる。

[0046] また、本実施形態の露光装置 E X は、例えば米国特許第 6 8 9 7 9 6 3 号、及び欧州特許出願公開第 1 7 1 3 1 1 3 号等を開示されているような、基板ステージ 2 P と計測ステージ 2 C とを備えた露光装置である。

[0047] 図 2 及び図 3 において、露光装置 E X は、マスク M を保持して移動可能なマスクステージ 1 と、基板 P を保持して移動可能な基板ステージ 2 P と、基板 P を保持せずに、計測器（例えば、露光光 E L を受光するセンサの少なくとも一部）、計測部材などを搭載して移動可能な計測ステージ 2 C と、マスク M を露光光 E L で照明する照明系 I L と、露光光 E L で照明されたマスク M のパターンの像を基板 P に投影する投影光学系 P L と、基板 P に照射される露光光 E L の光路が液体 L Q で満たされるように基板 P との間で液体 L Q を保持して液浸空間 L S を形成する液浸部材 3 と、露光装置 E X 全体の動作を制御する制御装置 4 と、制御装置 4 に接続され、露光に関する各種の情報を記憶する記憶装置 5 とを備えている。記憶装置 5 は、例えば R A M 等のメモリ、ハードディスク、C D — R O M 等の記録媒体を含む。記憶装置 5 には、コンピュータシステムを制御するオペレーティングシステム（O S）がインストールされ、露光装置 E X を制御するためのプログラムが記憶されている。

[0048] また、本実施形態の露光装置 E X は、例えば米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 2 8 8 1 2 1 号を開示されているような、基板ステージ 2 P が有するスケール部材 2 2 を用いてその基板ステージ 2 P の位置を計測するエンコーダシステム 6 を備えている。

[0049] また、本実施形態の露光装置 E X は、基板 P の表面の位置を検出する第 1

検出システム 7 と、基板 P の位置を検出する第 2 検出システム 8 と、マスクステージ 1、基板ステージ 2 P、及び計測ステージ 2 C の位置を計測する干渉計システム 9 とを備えている。

[0050] また、本実施形態において、露光装置 EX は、基板 P を搬送する搬送システム 10 を備えている。搬送システム 10 は、基板ステージ 2 P に基板 P を搬入する処理、及び基板ステージ 2 P から基板 P を搬出する処理を実行可能である。

[0051] マスク M は、基板 P に投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含む。マスク M は、例えばガラス板等の透明板と、その透明板上にクロム等の遮光材料を用いて形成されたパターンとを有する透過型マスクを含む。なお、マスク M として、反射型マスクを用いることもできる。

[0052] 基板 P は、デバイスを製造するための基板である。基板 P は、例えば半導体ウェハ等の基材と、その基材上に形成された感光膜とを含む。感光膜は、感光材（フォトレジスト）の膜である。また、基板 P が、感光膜に加えて別の膜を含んでもよい。例えば、基板 P が、反射防止膜を含んでもよいし、感光膜を保護する保護膜（トップコート膜）を含んでもよい。

[0053] 照明系 IL は、所定の照明領域 IR に露光光 EL を照射する。照明領域 IR は、照明系 IL から射出される露光光 EL が照射可能な位置を含む。照明系 IL は、照明領域 IR に配置されたマスク M の少なくとも一部を、均一な照度分布の露光光 EL で照明する。照明系 IL から射出される露光光 EL として、例えば水銀ランプから射出される輝線（g 線、h 線、i 線）及び KrF エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（DUV 光）、ArF エキシマレーザ光（波長 193 nm）、及び F₂ レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（VUV 光）等が用いられる。本実施形態においては、露光光 EL として、紫外光（真空紫外光）である ArF エキシマレーザ光を用いる。

[0054] マスクステージ 1 は、マスク M を保持した状態で、照明領域 IR を含むベース部材 11 のガイド面 11G 上を移動可能である。本実施形態において、

ガイド面 11G と XY 平面とは実質的に平行である。マスクステージ 1 は、例えば米国特許第 6452292 号に開示されているような平面モータを含む駆動システムの作動により移動する。平面モータは、マスクステージ 1 に配置された可動子と、ベース部材 11 に配置された固定子とを有する。本実施形態においては、マスクステージ 1 は、駆動システムの作動により、ガイド面 11G 上において、X 軸、 γ 軸、三軸、 e_x 、 $\Theta\gamma$ 、及び e_z 方向の 6 つの方向に移動可能である。なお、マスクステージ 1 を移動させる駆動システムは、平面モータでなくてもよい。例えば、駆動システムが、リニアモータを含んでもよい。

[0055] 投影光学系 PL は、所定の投影領域 PR に露光光 EL を照射する。投影領域 PR は、投影光学系 PL から射出される露光光 EL が照射可能な位置を含む。投影光学系 PL は、投影領域 PR に配置された基板 P の少なくとも一部に、マスク M のパターンの像を所定の投影倍率で投影する。本実施形態の投影光学系 PL は、その投影倍率が例えば $1/4$ 、 $1/5$ 、又は $1/8$ 等の縮小系である。なお、投影光学系 PL は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。本実施形態においては、投影光学系 PL の光軸 AX は、Z 軸と平行である。また、投影光学系 PL は、反射光学素子を含まない屈折系、屈折光学素子を含まない反射系、反射光学素子と屈折光学素子とを含む反射屈折系のいずれであってもよい。また、投影光学系 PL は、倒立像と正立像とのいずれを形成してもよい。

[0056] 投影光学系 PL は、投影光学系 PL の像面に向けて露光光 EL が射出される射出面 13 を有する。投影光学系 PL の複数の光学素子のうち、投影光学系 PL の像面に最も近い終端光学素子 12 が、射出面 13 を有する。投影領域 PR は、射出面 13 から射出される露光光 EL が照射可能な位置を含む。本実施形態において、射出面 13 は、 $-Z$ 側を向いており、XY 平面と平行である。なお、 $-Z$ 側を向いている射出面 13 は、凸面であってもよいし、凹面であってもよい。終端光学素子 12 の光軸は、Z 軸と平行である。本実施形態において、射出面 13 から射出される露光光 EL は、 $-Z$ 側に進行す

る。

[0057] 基板ステージ 2 P は、基板 P を保持した状態で、投影領域 P R を含むベース部材 1 4 のガイド面 1 4 G 上を移動可能である。本実施形態において、ガイド面 1 4 G と X Y 平面とは実質的に平行である。計測ステージ 2 C は、計測器（計測部材）を搭載した状態で、投影領域 P R を含むベース部材 1 4 のガイド面 1 4 G 上を移動可能である。基板ステージ 2 P 及び計測ステージ 2 C は、例えば米国特許第 6 4 5 2 2 9 2 号に開示されているような平面モータを含む駆動システムの作動により移動する。平面モータは、基板ステージ 2 P 及び計測ステージ 2 C のそれぞれに配置された可動子と、ベース部材 1 4 に配置された固定子とを有する。本実施形態においては、基板ステージ 2 P 及び計測ステージ 2 C のそれぞれは、駆動システムの作動により、ガイド面 1 4 G 上において、X 軸、 γ 軸、三軸、 e_x 、 $\Theta\gamma$ 、及び e_z 方向の 6 つの方向に移動可能である。なお、基板ステージ 2 P 及び計測ステージ 2 C を移動させる駆動システムは、平面モータでなくてもよい。例えば、駆動システムが、リニアモータを含んでもよい。

[0058] 干渉計システム 9 は、マスクステージ 1 に配置された計測ミラーを用いてそのマスクステージ 1 の位置を計測するレーザ干渉計ユニット 9 A と、基板ステージ 2 P に配置された計測ミラー及び計測ステージ 2 C に配置された計測ミラーを用いてその基板ステージ 2 P 及び計測ステージ 2 C の位置を計測するレーザ干渉計ユニット 9 B とを有する。レーザ干渉計ユニット 9 A、9 B の計測結果は、制御装置 4 に出力される。

[0059] 基板ステージ 2 P は、基板 P をリリース可能に保持する第 1 保持部材 2 0 を有する。また、本実施形態において、基板ステージ 2 P は、第 1 保持部材 2 0 の周囲の少なくとも一部に配置されるカバー部材 2 1 を有する。また、本実施形態において、基板ステージ 2 P は、カバー部材 2 1 の周囲の少なくとも一部に配置されるスケール部材 2 2 を有する。スケール部材 2 2 は、基板ステージ 2 P が移動することによって、移動する。例えば、スケール部材 2 2 は、基板ステージ 2 P がガイド面 1 4 G に沿って X Y 平面内を移動する

とき、移動する。基板ステージ 2 P が移動することによって、スケール部材 2 2 も移動する。例えば基板ステージ 2 P がガイド面 1 4 G に沿って X Y 平面内を移動するとき、スケール部材 2 2 も移動する。

[0060] 本実施形態において、基板ステージ 2 P は、第 1 保持部材 2 0 の周囲の少なくとも一部に配置される第 2 保持部材 2 3 を有する。第 2 保持部材 2 3 は、カバー部材 2 1 をリリース可能に保持する。第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 は、第 1 保持部材 2 0 に保持されている基板 P の周囲の少なくとも一部に配置される。本実施形態において、カバー部材 2 1 は、開口 2 4 を有する。本実施形態において、第 1 保持部材 2 0 に保持されている基板 P は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の開口 2 4 の内側に配置される。すなわち、本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 は、第 1 保持部材 2 0 に保持されている基板 P を環状に囲むように、配置される。

[0061] 本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 は、スケール部材 2 2 をリリース可能に保持する。スケール部材 2 2 は、カバー部材 2 1 と独立して第 2 保持部材 2 3 から取り外すことができる。第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の周囲の少なくとも一部に配置される。第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 は、第 1 保持部材 2 0 に保持されている基板 P と第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の間の少なくとも一部に配置される。本実施形態において、スケール部材 2 2 は、開口 2 5 を有する。本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の開口 2 5 の内側に配置される。本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 を環状（枠状）に囲むように、配置される。

[0062] 本実施形態において、スケール部材 2 2 は、Y 軸方向に関する基板ステージ 2 P の位置を計測するための Y スケール 2 6 及び Y スケール 2 7 と、X 軸

方向に関する基板ステージ 2 P の位置を計測するための X スケール 2 8 及び X スケール 2 9 と、を含む。Y スケール 2 6 は、開口 2 4 (第 1 保持部材 2 0 の中心) に対して -X 側に配置される。Y スケール 2 7 は、開口 2 4 に対して +X 側に配置される。X スケール 2 8 は、開口 2 4 に対して -Y 側に配置される。X スケール 2 9 は、開口 2 4 に対して +Y 側に配置される。

[0063] Y スケール 2 6、2 7 のそれぞれは、X 軸方向に長く、Y 軸方向に所定ピッチで配置された複数の格子 (格子線) を含む。すなわち、Y スケール 2 6、2 7 は、Y 軸方向を周期方向とする一次元格子を含む。X スケール 2 8 と X スケール 2 9 のそれぞれは、Y 軸方向に長く、X 軸方向に所定ピッチで配置された複数の格子 (格子線) を含む。すなわち、X スケール 2 8 と X スケール 2 9 は、X 軸方向を周期方向とする一次元格子を含む。

[0064] 本実施形態において、格子は、回折格子である。すなわち、本実施形態において、Y スケール 2 6 と Y スケール 2 7 は、Y 軸方向を周期方向とする回折格子を有する。X スケール 2 8 と X スケール 2 9 は、X 軸方向を周期方向とする回折格子を有する。また、本実施形態においては、Y スケール 2 6 と Y スケール 2 7 は、Y 軸方向を周期方向とする反射型格子 (反射回折格子) が形成された反射型スケールである。X スケール 2 8 と X スケール 2 9 は、X 軸方向を周期方向とする反射型格子 (反射回折格子) が形成された反射型スケールである。

[0065] 本実施形態において、搬送システム 1 0 は、基板ステージ 2 P に基板 P を搬入 (ロード) する第 1 搬送部材 1 0 A と、基板ステージ 2 P から基板 P を搬出 (アンロード) する第 2 搬送部材 1 0 B とを有する。第 1 搬送部材 1 0 A は、例えば露光前の基板 P を基板ステージ 2 P の第 1 保持部材 2 0 に搬入する。第 2 搬送部材 1 0 B は、例えば露光後の基板 P を基板ステージ 2 P の第 1 保持部材 2 0 から搬出する。

[0066] 本実施形態において、基板ステージ 2 P は、少なくとも一部が射出面 1 3 と対向する位置 E P と、射出面 1 3 と対向しない位置 C P 1 と、射出面 1 3 と対向しない位置 C P 2 との間を移動可能である。

[0067] 本実施形態においては、位置 E P に配置された物体に、射出面 13 から射出された露光光 E L が照射可能である。本実施形態においては、位置 C P 1 において、露光前の基板 P を第 1 保持部材 20 に搬入する処理が実行される。位置 C P 2 において、第 1 保持部材 20 から露光後の基板 P を搬出する処理が実行される。

[0068] 以下の説明において、位置 E P を適宜、露光位置 E P、と称する。また、以下の説明において、位置 C P 1 を適宜、第 1 基板交換位置 C P 1、と称し、位置 C P 2 を適宜、第 2 基板交換位置 C P 2、と称する。

[0069] 本実施形態において、第 1、第 2 基板交換位置 C P 1、C P 2 は、露光位置 E P に対して + Y 側の位置である。本実施形態において、第 1 基板交換位置 C P 1 は、第 2 基板交換位置 C P 2 に対して - X 側の位置である。

[0070] 第 1 保持部材 20 に基板 P を搬入するとき、制御装置 4 は、基板ステージ 2 P を第 1 基板交換位置 C P 1 に移動する。制御装置 4 は、第 1 搬送部材 10 A を用いて、第 1 基板交換位置 C P 1 に配置された基板ステージ 2 P の第 1 保持部材 20 に、基板 P を搬入する。

[0071] 第 1 保持部材 20 から基板 P を搬出するとき、制御装置 4 は、基板ステージ 2 P を第 2 基板交換位置 C P 2 に移動する。制御装置 4 は、第 2 搬送部材 10 B を用いて、第 2 基板交換位置 C P 2 に配置された基板ステージ 2 P の第 1 保持部材 20 から、基板 P を搬出する。

[0072] 図 4 は、エンコーダシステム 6、第 1 検出システム 7、及び第 2 検出システム 8 の一例を示す平面図である。

[0073] 第 1 検出システム 7 は、例えば米国特許第 5448332 号等を開示されているような、所謂、斜入射方式の多点フォーカス・レベリング検出システムを含む。第 1 検出システム 7 は、検出光を射出する照射装置 7 A と、検出光を受光可能な受光装置 7 B とを有する。第 1 検出システム 7 は、照射装置 7 A から射出される検出光を検出領域 A F に照射して、その検出領域 A F に配置された物体の表面（被検面）の位置を検出する。物体の表面に照射された照射装置 7 A からの検出光は、その物体の表面で反射する。物体の表面で

反射した検出光の少なくとも一部は、受光装置 7 B に受光される。第 1 検出システム 7 は、受光装置 7 B の受光結果に基づいて、例えば三軸、 e_x 、及び e_y 方向に関する物体の表面の位置を検出する。

[0074] 本実施形態において、第 1 検出システム 7 の検出領域 A F は、第 1、第 2 基板交換位置 C P 1、C P 2 と露光位置 E P との間に配置される。第 1 検出システム 7 は、第 1、第 2 基板交換位置 C P 1、C P 2 と露光位置 E P との間において、物体の表面の位置を検出する。換言すれば、第 1 検出システム 7 は、第 1、第 2 基板交換位置 C P 1、C P 2 と露光位置 E P との間に配置される物体の表面の位置を検出する。

[0075] 本実施形態においては、第 1 検出システム 7 は、例えば第 1 保持部材 2 0 に保持された基板 P の表面の位置、及びスケール部材 2 2 の表面の位置を検出可能である。なお、第 1 検出システム 7 が、計測ステージ 2 C の表面の位置を検出してもよい。

[0076] 本実施形態において、第 1 検出システム 7 は、液浸空間 L S が通った基板 P 上の液体の残留を検出可能である。本実施形態において、第 1 検出システム 7 は、露光後の基板 P 上に残留している液体を検出する。例えば、制御装置 4 は、第 1 検出システム 7 の受光装置 7 B の出力に基づいて、露光後の基板 P の表面に残留している液体の有無、位置、数の少なくとも一つを検知することができる。本実施形態において、第 1 検出システム 7 が用いて検出した残留液体に関する情報は、制御装置 4 に供給され、制御装置 4 及び上位制御装置 1 0 4 を介して、シミュレータ 1 0 5 に供給できる。なお、可能であれば、露光処理の少なくとも一部と並行して、第 1 検出システム 7 による基板 P の表面の残留液体の検出を行ってもよい。

[0077] なお、第 1 検出システム 7 は、液浸空間 L S が通った基板 P 上の液体の残留を検出しなくてもよい。また、第 1 検出システム 7 とは別の装置は、液浸空間 L S が通った基板 P 上の液体の残留を検出してもよい。この装置は、露光装置 E X の一部であつてもよいし、露光装置 E X の外部の装置であつてもよい。

[0078] 第2検出システム8は、例えば米国特許5493403号に開示されているような、基板Pの感光膜を感光させないプロードバンドな検出光を対象マークに照射し、その対象マークで反射した検出光により受光面に結像された対象マークの像と指標の像とをCCD等の撮像素子を用いて撮像し、それらの撮像信号を画像処理することで対象マークの位置を計測するFIA (Field Image Alignment) 方式のアライメント装置を含む。本実施形態において、第2検出システム8は、複数のアライメント装置8A~8Eを含む。本実施形態において、複数のアライメント装置8A~8Eは、X軸方向に配置される。

[0079] アライメント装置8Aは、検出光を検出領域ALAに照射して、その検出領域ALAに配置された対象マークの位置を検出する。対象マークに照射された検出光は、その対象マークで反射する。対象マークで反射した検出光に基づく対象マークの像は、撮像素子で撮像される。アライメント装置8Aは、撮像素子の撮像結果に基づいて、例えば例えば三軸、 θX 、及び θY 方向に関する対象マークの位置を検出する。同様に、アライメント装置8B~8Eのそれぞれは、検出領域ALB~ALEに検出光を照射して、検出領域ALB~ALEのそれぞれに配置された対象マークの位置を検出する。

[0080] 本実施形態において、第2検出システム8の検出領域ALA~ALEは、X軸方向に配置される。また、検出領域ALA~ALEは、第1、第2基板交換位置CP1、CP2と露光位置EPとの間に配置される。第2検出システム8は、第1、第2基板交換位置CP1、CP2と露光位置EPとの間において、対象マークの位置を検出する。換言すれば、第2検出システム8は、第1、第2基板交換位置CP1、CP2と露光位置EPとの間に配置される対象マークの位置を検出する。

[0081] また、本実施形態において、第2検出システム8は、第1検出システム7よりも+Y側に配置される。本実施形態において、検出領域ALA~ALEは、検出領域AFよりも+Y側に配置される。換言すれば、検出領域ALA~ALEは、第1、第2基板交換位置CP1、CP2と検出領域AFとの間

に配置される。

[0082] 本実施形態においては、第2検出システム8は、例えば第1保持部材20に保持された基板Pのアライメントマークの位置を検出可能である。なお、第2検出システム8が、例えば計測ステージ2Cに配置されたマークの位置を検出してもよい。

[0083] エンコーダシステム6は、例えば米国特許出願公開第2007/0288121号に開示されているような、計測光を射出する照射装置及び計測光を受光する受光装置を有し、スケール部材22が有する格子（スケール、格子線）に照射装置からの計測光を照射し、その格子を介した計測光を受光装置で受光して、その格子の位置を計測するエンコーダヘッド15を有する。

[0084] 本実施形態において、エンコーダシステム6は、エンコーダヘッド15を複数有する。エンコーダシステム6は、X軸方向に配置された複数のエンコーダヘッド15を含み、終端光学素子12（液浸部材3）の－X側に配置されるリニアエンコーダ6Aと、Y軸方向に配置された複数のエンコーダヘッド15を含み、終端光学素子12（液浸部材3）の－Y側に配置されるリニアエンコーダ6Bと、X軸方向に配置された複数のエンコーダヘッド15を含み、終端光学素子12（液浸部材3）の＋X側に配置されるリニアエンコーダ6Cと、Y軸方向に配置された複数のエンコーダヘッド15を含み、終端光学素子12（液浸部材3）の＋Y側に配置されるリニアエンコーダ6Dとを有する。

[0085] 本実施形態において、リニアエンコーダ6Aとリニアエンコーダ6Cは、Yスケール26とYスケール27を用いて、Y軸方向に関する基板ステージ2Pの位置を計測する。リニアエンコーダ6Bとリニアエンコーダ6Dは、Xスケール28とXスケール29を用いて、X軸方向に関する基板ステージ2Pの位置を計測する。

[0086] リニアエンコーダ6A～6D（エンコーダヘッド15）は、スケール部材22の表面が対向可能な位置に配置される。スケール部材22は、リニアエンコーダ6A～6Dのエンコーダヘッド15と対向する位置に移動可能であ

る。エンコーダヘッド15は、照射装置から射出される計測光を計測領域に照射して、その計測領域に配置されたスケール部材22の格子を検出する。スケール部材22に照射された照射装置からの計測光の少なくとも一部は、そのスケール部材22で反射する。スケール部材22で反射した計測光の少なくとも一部は、受光装置に受光される。エンコーダシステム6は、リニアエンコーダ6A~6Dのそれぞれが有する複数のエンコーダヘッド15の受光装置の受光結果に基づいて、例えばX軸、Y軸、及びeZ方向に関するスケール部材22（基板ステージ2P）の位置を計測する。

[0087] 本実施形態において、リニアエンコーダ6Dの少なくとも一部は、第1、第2基板交換位置CP1、CP2と、露光位置EPとの間に配置される。リニアエンコーダ6Dは、第1、第2基板交換位置CP1、CP2と露光位置EPとの間において、基板ステージ2Pの位置を計測する。換言すれば、リニアエンコーダ6Dは、第1、第2基板交換位置CP1、CP2と露光位置EPとの間に配置されるスケール部材（基板ステージ2P）の位置を計測する。

[0088] 本実施形態において、リニアエンコーダ6A~6Cは、検出領域AFよりも-Y側に配置される。すなわち、本実施形態において、リニアエンコーダ6A~6Cは、検出領域AF及び検出領域ALA~ALEよりも、第1、第2基板交換位置CP1、CP2から離れている。

[0089] 図5は、本実施形態に係る液浸部材3及び基板ステージ2Pの一例を示す側断面図である。なお、図5においては、投影領域PR（終端光学素子12及び液浸部材3と対向する位置）に、基板Pが配置されている。露光装置EXは、計測ステージ2Cを投影領域PRに配置することもできるし、基板ステージ2P及び計測ステージ2Cを投影領域PRに配置することもできる。

[0090] 本実施形態において、基板Pは、表面（上面P1）と、表面の反対を向く裏面（下面P2）とを有する。本実施形態において、上面P1は、実質的に平坦である。本実施形態において、第1保持部材20は、基板Pの上面P1とXY平面とが実質的に平行となるように、基板Pの下面P2を保持する。

[0091] なお、基板 P の上面 P 1 の少なくとも一部は、平坦でなくてもよく、例えば凹部、凸部、及び曲面の少なくとも 1 つを含んでもよい。また、基板 P は、上面 P 1 の少なくとも一部が X Y 平面と非平行になるように、露光装置 E X に配置されてもよい。

[0092] 本実施形態において、第 1 保持部材 2 0 は、例えばピンチャック機構のような吸着機構を有する。第 1 保持部材 2 0 は、基板ステージ 2 P の支持面 3 1 S に配置された周壁部 3 5 と、周壁部 3 5 の内側の支持面 3 1 S に配置された支持部 3 6 と、支持面 3 1 S に配置された吸引口 3 7 とを有する。周壁部 3 5 は、基板 P の下面 P 2 が対向可能である。支持部 3 6 は、基板 P の下面 P 2 に接触する複数のピン部材を含む。吸引口 3 7 は、流体吸引装置と接続され、流体を吸引する。この流体吸引装置は、制御装置 4 に制御される。

[0093] 本実施形態において、周壁部 3 5 の上面は、基板 P の下面 P 2 と対向可能である。周壁部 3 5 は、基板 P の下面 P 2 との間の少なくとも一部に負圧空間を形成可能である。制御装置 4 は、基板 P の下面 P 2 と周壁部 3 5 の上面とが接触された状態で、吸引口 3 7 の吸引動作を実行することによって、周壁部 3 5 と基板 P の下面 P 2 と支持面 3 1 S とで形成される空間 3 1 H を負圧にすることができる。これにより、基板 P が第 1 保持部材 2 0 に保持される。また、吸引口 3 7 の吸引動作が解除されることによって、基板 P は第 1 保持部材 2 0 から解放される。

[0094] 本実施形態において、カバー部材 2 1 は、プレート状の部材である。本実施形態において、カバー部材 2 1 は、表面（上面 4 0）と、表面の反対を向く裏面（下面 4 1）とを有する。カバー部材 2 1 の上面 4 0 は、実質的に平坦である。第 2 保持部材 2 3 は、カバー部材 2 1 の上面 4 0 が X Y 平面と実質的に平行となるように、カバー部材 2 1 の下面 4 1 を保持する。本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 の少なくとも一部は、終端光学素子 1 2 の射出面 1 3 と対向可能である。本実施形態において、カバー部材 2 1 の上面 4 0 は、開口 2 4 の縁の少なくとも一部を含む内周部 4 2 と、外周 4 3 の縁の少なくとも一部を含む外周部 4

４とを有する。本実施形態において、内周部４２は、開口２４の縁に沿った環状（枠状）の部分であり、外周部４４は、内周部４２を環状（枠状）に囲む部分である。

[0095] 本実施形態において、カバー部材２１の上面４０（内周部４２）は、第１保持部材２０に保持されている基板Ｐの上面Ｐ１の周囲の少なくとも一部に配置される。カバー部材２１の上面４０は、第１保持部材２０に保持されている基板Ｐの上面Ｐ１を環状に囲むように、配置される。第２保持部材２３に保持されているカバー部材２１の上面４０は、基板Ｐの上面Ｐ１と間隙Ｇ_aを介して隣接する。間隙Ｇ_aは、第１保持部材２０に保持されている基板Ｐと第２保持部材２３に保持されているカバー部材２１との間の間隙を含む。

[0096] 本実施形態において、第２保持部材２３に保持されているカバー部材２１の上面４０は、第１保持部材２０に保持されている基板Ｐの上面Ｐ１と実質的に平行である。第１保持部材２０に保持されている基板Ｐの上面Ｐ１と、第２保持部材２３に保持されているカバー部材２１の上面４０とは、実質的に同一平面内に配置される（面一である）。

[0097] なお、カバー部材２１は、プレート状の部材でなくてもよく、例えばプロック状の部材であってもよい。また、カバー部材２１の上面４０の少なくとも一部は、平坦でなくてもよく、例えば凹部、凸部、及び曲面の少なくとも一つを含んでもよい。また、第２保持部材２３に保持されているカバー部材２１の上面４０の少なくとも一部は、第１保持部材２０に保持されている基板Ｐに対して、傾斜していてもよい。

[0098] なお、第２保持部材２３に保持されているカバー部材２１の上面４０は、第１保持部材２０に保持されている基板Ｐの上面Ｐ１の周囲に離散的に配置されていてもよい。例えば、露光装置ＥＸは、複数のカバー部材２１を備え、第１保持部材２０に保持されている基板Ｐの上面Ｐ１を囲むように、複数のカバー部材２１の上面４０が配置されてもよい。また、カバー部材２１は、複数の第１の部材に分割可能であってもよい。例えば、複数の第１の部材

が第2保持部材23に保持され、カバー部材21の上面40は、複数の第1の部材の上面によって形成されてもよい。また、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40は、第1保持部材20に保持されている基板Pの上面P1の周囲の一箇所にのみ配置されていてもよい。

[0099] なお、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40の少なくとも一部は、第1保持部材20に保持されている基板Pの上面P1に対して段差を有していてもよい。例えば、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40の少なくとも一部は、第1保持部材20に保持されている基板Pの上面P1に対して上方（+Z側）又は下方（-Z側）に配置されてもよい。

[0100] 本実施形態において、スケール部材22は、プレート状の部材である。本実施形態において、スケール部材22は、表面（上面45）と、表面の反対を向く裏面（下面46）とを有する。スケール部材22の上面45は、実質的に平坦である。第2保持部材23は、スケール部材22の上面45がXY平面と実質的に平行となるように、スケール部材22の下面46を保持する。本実施形態において、スケール部材22の上面45は、開口25の縁の少なくとも一部を含む内周部47と、外周48の縁の少なくとも一部を含む外周部49とを有する。本実施形態において、内周部47は、開口25の縁に沿った環状（枠状）の部分であり、外周部49は、内周部47を環状（枠状）に囲む部分である。

[0101] 本実施形態において、スケール部材22の上面45（内周部47）は、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40（外周部44）の周囲の少なくとも一部に配置される。スケール部材22の上面45は、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40を環状に囲むように、配置される。第2保持部材23に保持されているスケール部材22の上面45は、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40と間隙Gbを介して隣接する。間隙Gbは、第2保持部材23に保持されているカバー部材21と第2保持部材23に保持されているスケール部材22

との間の間隙を含む。

[01 02] 本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の上面 4 5 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 と実質的に平行である。第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の上面 4 5 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 に対して、段差 G_c を有している。本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の上面 4 5 の少なくとも一部は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 よりも上方 (+ Z 側) に配置される。第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の上面 4 5 の内周部 4 7 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 の外周部 4 4 よりも上方に配置される。スケール部材 2 2 の上面 4 5 の内周部 4 7 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 の外周部 4 4 を環状に囲む部分である。本実施形態において、スケール部材 2 2 の上面 4 5 の内周部 4 7 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 の外周のいずれの位置においても、カバー部材 2 1 の上面 4 0 の外周に対して上方に配置されている。

[01 03] なお、スケール部材 2 2 は、プレート状の部材でなくてもよく、例えばブロック状の部材であってもよい。また、スケール部材 2 2 の上面 4 5 の少なくとも一部は、平坦でなくてもよく、例えば凹部、凸部、及び曲面の少なくとも 1 つを含んでもよい。また、第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の上面 4 5 の少なくとも一部は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 に対して、傾斜していてもよい。

[01 04] なお、第 2 保持部材 2 3 に保持されているスケール部材 2 2 の上面 4 5 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 の周囲において、離散的に配置されていてもよい。例えば、露光装置 EX は、複数のスケール部材 2 2 を備え、複数のスケール部材 2 2 の上面 4 5 は、第 2 保持部材 2 3 に保持されているカバー部材 2 1 の上面 4 0 を囲むように、配置されてもよい。また、スケール部材 2 2 は、複数の第 2 の部材に分割可能であつ

てもよい。例えば、複数の第2の部材が第2保持部材23に保持され、スケール部材22の上面45は、複数の第2の部材の上面を含んでいてもよい。複数の第2の部材は、例えば、Xスケールを有する部材とYスケールを有する部材の一方又は双方を含んでいてもよい。また、第2保持部材23に保持されているスケール部材22の上面45は、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40の周囲の一箇所にのみ配置されていてもよい。

[01 05] なお、第2保持部材23に保持されているスケール部材22の上面45の少なくとも一部は、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40の下方（ $-Z$ 側）に配置されてもよい。また、第2保持部材23に保持されているスケール部材22の上面45と、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40とは、実質的に同一平面内に配置されてもよい（面一であってもよい）。また、例えばスケール部材22とカバー部材21とが一体的に形成又は接合されており、第2保持部材23に保持されているスケール部材22の上面45と、第2保持部材23に保持されているカバー部材21の上面40は、実質的に間隙G_bを有していなくてもよい。基板ステージ2P上にスケール部材22とは別の計測部材、計測器が配置されていてもよい。例えば、スケール部材22は、基板ステージ2Pと対向可能な位置に配置されており、このスケール部材22と対向可能な基板ステージ2P上にスケール部材22を介した光を検出するエンコーダーヘッド（測定器、測定部材）が配置されていてもよい。また、露光装置EXは、スケール部材22を備えていなくてもよいし、エンコーダシステム6を備えていなくてもよい。

[01 06] 本実施形態において、第2保持部材23は、例えばピンチャック機構等のような吸着機構を有する。第2保持部材23は、基板ステージ2Pの支持面32Sにおいて周壁部35を囲むように配置された周壁部38と、支持面32Sにおいて周壁部38を囲むように配置された周壁部39と、周壁部38と周壁部39との間の支持面32Sに配置された支持部33と、支持面32

S に配置された吸引口 3 4 とを有する。周壁部 3 8 及び周壁部 3 9 は、カバー部材 2 1 の下面 4 1 が対向可能である。支持部 3 3 は、カバー部材 2 1 の下面 4 1 に接触する複数のピン部材を含む。吸引口 3 4 は、流体吸引装置と接続され、流体を吸引する。この流体吸引装置は、制御装置 4 に制御される。

[01 07] 本実施形態において、周壁部 3 8 の上面及び周壁部 3 9 の上面は、カバー部材 2 1 の下面 4 1 と対向可能である。周壁部 3 8 及び周壁部 3 9 は、カバー部材 2 1 の下面 4 1 との間の少なくとも一部に負圧空間を形成可能である。制御装置 4 は、周壁部 3 8 の上面及び周壁部 3 9 の上面がカバー部材 2 1 の下面 4 1 と接触された状態で、吸引口 3 4 の吸引動作を実行することによって、周壁部 3 8 と周壁部 3 9 とカバー部材 2 1 の下面 4 1 と支持面 3 2 S とで形成される空間を負圧にすることができる。これにより、カバー部材 2 1 が第 2 保持部材 2 3 に保持される。また、吸引口 3 4 の吸引動作が解除されることによって、カバー部材 2 1 は第 2 保持部材 2 3 から解放される。

[01 08] 本実施形態において、第 2 保持部材 2 3 は、基板ステージ 2 P の支持面 3 2 S において周壁部 3 9 を囲むように配置された周壁部 5 0 と、支持面 3 2 S において周壁部 5 0 を囲むように配置された周壁部 5 1 と、周壁部 5 0 と周壁部 5 1 との間の支持面 3 2 S に配置された支持部 5 2 と、支持面 3 2 S に配置された吸引口 5 4 とを有する。周壁部 5 0 及び周壁部 5 1 は、スケール部材 2 2 の下面 4 6 が対向可能である。支持部 5 2 は、スケール部材 2 2 の下面 4 6 に接触する複数のピン部材を含む。吸引口 5 4 は、流体吸引装置と接続され、流体を吸引する。この流体吸引装置は、制御装置 4 に制御される。

[01 09] 本実施形態において、周壁部 5 0 の上面及び周壁部 5 1 の上面は、スケール部材 2 2 の下面 4 6 と対向可能である。周壁部 5 0 及び周壁部 5 1 は、スケール部材 2 2 の下面 4 6 との間の少なくとも一部に負圧空間を形成可能である。制御装置 4 は、周壁部 5 0 の上面及び周壁部 5 1 の上面がスケール部材 2 2 の下面 4 6 と接触された状態で、吸引口 5 4 の吸引動作を実行するこ

とによって、周壁部 5 0 と周壁部 5 1 とスケール部材 2 2 の下面 4 6 と支持面 3 2 S とで形成される空間を負圧にすることができる。これにより、スケール部材 2 2 が第 2 保持部材 2 3 に保持される。また、吸引口 5 4 の吸引動作が解除されることによって、スケール部材 2 2 は第 2 保持部材 2 3 から解放される。

[01 10] なお、本実施形態においては、カバー部材 2 1 及びスケール部材 2 2 は、基板ステージ 2 P からリリース可能であるが、カバー部材 2 1 とスケール部材 2 2 の少なくとも一方の部材は、基板ステージ 2 P からリリース不能であってもよい。例えば、基板ステージ 2 P は、カバー部材 2 1 及びスケール部材 2 2 が基板ステージ 2 P からリリース不能であって、第 2 保持部材 2 3 を有していなくてもよい。

[01 11] なお、本実施形態においては、第 2 保持部材 2 3 は、カバー部材 2 1 及びスケール部材 2 2 を保持するが、カバー部材 2 1 とスケール部材 2 2 の一方の部材を保持し、カバー部材 2 1 とスケール部材 2 2 の他方の部材を保持しなくてもよい。例えば、基板ステージ 2 P は、カバー部材 2 1 とスケール部材 2 2 の一方の部材を第 2 保持部材 2 3 が保持し、カバー部材 2 1 とスケール部材 2 2 の他方の部材を第 2 保持部材 2 3 と別の第 3 保持部材が保持してもよい。

[01 12] なお、本実施形態においては、カバー部材 2 1 は、スケール部材 2 2 と別の部材であるが、スケール部材 2 2 と一体的に形成された部材でもよいし、スケール部材 2 2 と接合された部材でもよい。また、本実施形態においては、カバー部材 2 1 は、スケール部材 2 2 と独立して第 2 保持部材 2 3 から取り外し可能であるが、例えばスケール部材 2 2 と一体的に形成又は接合されており、スケール部材 2 2 とともに第 2 保持部材 2 3 から取り外し可能であってもよい。

[01 13] 図 6 は、第 1 保持部材 2 0 (基板ステージ 2 P) に保持された基板 P の一例を示す図である。本実施形態において、基板 P 上の露光対象領域であるシヨット領域 S は、マトリクス状に複数配置されている。制御装置 4 は、基板

P上に定められた複数のショット領域Sを順次露光する。なお、図6において、液浸空間LSは、説明の便宜上、XY面に射影した液浸空間LSの形状が円形状であるように模式的に図示されているが、液浸空間LSの形状に限定はない。

[01 14] 図4に示すように、本実施形態の液浸部材3は、少なくとも一部が終端光学素子12の射出面13と対向する対向部60と、少なくとも一部が終端光学素子12の周囲に配置される本体部61とを含む。対向部60は、射出面13と対向する位置に孔（開口）62を有する。対向部60は、少なくとも一部が射出面13とギャップを介して対向する上面63と、基板P（物体）が対向可能な下面64とを有する。孔62は、上面63と下面64とを結ぶように形成される。上面63は、孔62の上端の周囲に配置され、下面64は、孔62の下端の周囲に配置される。射出面13から射出された露光光ELは、孔62を通過して、基板Pに照射可能である。

[01 15] 本実施形態において、上面63及び下面64のそれぞれは、光路Kの周囲に配置される。本実施形態において、下面64は、平坦面である。下面64は、基板P（物体）との間で液体LQを保持可能である。以下の説明において、下面64を適宜、保持面65と称する。

[01 16] また、液浸部材3は、液体LQを供給可能な供給口66と、液体LQを回収可能な回収口67とを有する。供給口66は、例えば基板Pの露光時において液体LQを供給する。回収口67は、例えば基板Pの露光時において液体LQを回収する。なお、供給口66は、基板Pの露光時及び非露光時の一方又は双方において液体LQを供給可能である。また、回収口67は、基板Pの露光時及び非露光時の一方又は双方において液体LQを回収可能である。

[01 17] 供給口66は、射出面13から射出される露光光ELの光路Kの近傍において、その光路Kに面するように配置されている。なお、供給口66は、射出面13と孔62との間の空間及び終端光学素子12の側面の一方又は双方に面していればよい。本実施形態において、供給口66は、上面63と射出

面 13 との間の空間に液体 LQ を供給する。供給口 66 から供給された液体 LQ は、その上面 63 と射出面 13 との間の空間を流れた後、孔 62 を介して、基板 P（物体）上に供給される。

[01 18] 供給口 66 は、流路 68 を介して、液体供給装置 69 と接続されている。

液体供給装置 69 は、清浄で温度調整された液体 LQ を送出可能である。流路 68 は、液浸部材 3 の内部に形成された供給流路 70、及びその供給流路 70 と液体供給装置 69 とを接続する供給管で形成される流路を含む。液体供給装置 69 から送出された液体 LQ は、流路 68 を介して供給口 66 に供給される。少なくとも基板 P の露光において、供給口 66 は、液体 LQ を供給する。

[01 19] 回収口 67 は、液浸部材 3 の下面 64 と対向する物体上の液体 LQ の少なくとも一部を回収可能である。回収口 67 は、露光光 EL が通過する孔 62 の周囲の少なくとも一部に配置される。本実施形態においては、回収口 67 は、保持面 65 の周囲の少なくとも一部に配置される。回収口 67 は、物体の表面と対向する液浸部材 3 の所定位置に配置されている。少なくとも基板 P の露光において、回収口 67 に基板 P が対向する。基板 P の露光において、回収口 67 は、基板 P 上の液体 LQ を回収する。

[01 20] 本実施形態において、本体部 61 は、基板 P（物体）に面する開口 71 を有する。開口 71 は、保持面 65 の周囲の少なくとも一部に配置される。本実施形態において、液浸部材 3 は、開口 71 に配置された多孔部材 72 を有する。本実施形態において、多孔部材 72 は、複数の孔（openings あるいは pores）を含むプレート状の部材である。なお、開口 71 に、網目状に多数の小さい孔が形成された多孔部材であるメッシュフィルタが配置されてもよい。

[01 21] 本実施形態において、多孔部材 72 は、基板 P（物体）が対向可能な下面 73 と、下面 73 の反対方向を向く上面 74 と、上面 74 と下面 73 とを結ぶ複数の孔とを有する。下面 73 は、保持面 65 の周囲の少なくとも一部に配置される。本実施形態において、液浸部材 3 の下面 64 の少なくとも一部は、保持面 65 及び下面 73 を含む。

- [01 22] 本実施形態において、回収口 6 7 は、多孔部材 7 2 の孔を含む。本実施形態において、基板 P（物体）上の液体 L Q は、多孔部材 7 2 の孔（回収口 6 7）を介して回収される。なお、液浸部材 3 は、多孔部材 7 2 を備えていなくてもよい。
- [01 23] 回収口 6 7 は、流路 7 5 を介して、液体回収装置 7 6 と接続されている。液体回収装置 7 6 は、回収口 6 7 を真空システムに接続可能であり、回収口 6 7 を介して液体 L Q を吸引可能である。流路 7 5 は、液浸部材 3 の内部に形成された回収流路 7 7、及び回収流路 7 7 と液体回収装置 7 6 とを接続する回収管で形成される流路を含む。回収口 6 7 から回収された液体 L Q は、流路 7 5 を介して、液体回収装置 7 6 に回収される。
- [01 24] 本実施形態においては、制御装置 4 は、供給口 6 6 からの液体 L Q の供給動作と並行して、回収口 6 7 からの液体 L Q の回収動作を実行することによって、一方側の終端光学素子 1 2 及び液浸部材 3 と、他方側の物体との間に液体 L Q で液浸空間 L S を形成可能である。
- [01 25] なお、液浸部材 3 として、例えば米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 1 3 2 9 7 6 号明細書、欧州特許出願公開第 1 7 6 8 1 7 0 号明細書に開示されているような液浸部材（ノズル部材）を用いることができる。
- [01 26] 本実施形態の露光装置 E X は、基板 P のショット領域 S を露光するとき、終端光学素子 1 2 及び液浸部材 3 と基板 P とが対向され、終端光学素子 1 2 と基板 P との間の露光光 E L の光路 K が液体 L Q で満たされるように液浸空間 L S が形成される。本実施形態において、露光装置 E X は、基板 P の複数のショット領域 S を順次露光するとき、終端光学素子 1 2 及び液浸部材 3 を含む第 1 部と、第 1 部に対向する第 2 面との間との間に液体 L Q で液浸空間 L S が形成されている状態で、基板ステージ 2 P が X Y 平面内において移動される。上記の第 2 面は、基板 P の上面 P 1 及び基板ステージ 2 P の上面 2 U の一方又は双方を含む。制御装置 4 は、終端光学素子 1 2 及び液浸部材 3 を含む第 1 部と、第 1 部に対向する第 2 面との間との間に液体 L Q で液浸空間 L S が形成されている状態で、基板ステージ 2 P を移動しながら、基板 P

の露光を実行する。

[01 27] 本実施形態において、制御装置 4 は、基板 P 上の複数のショット領域 S のうち最初のショット領域 (第 1 のショット領域) S を露光するために、その第 1 のショット領域 S 1 を露光開始位置に移動する。制御装置 4 は、液浸空間 L S が形成された状態で、第 1 のショット領域 S 1 (基板 P) を投影光学系 P L の投影領域 P R に対して Y 軸方向に移動しながら、その第 1 のショット領域 S 1 に対して露光光 E L を照射する。

[01 28] 本実施形態において、制御装置 4 は、第 1 のショット領域 S 1 の露光が終了した後、次の第 2 のショット領域 S 2 を露光するために、液浸空間 L S が形成された状態で、基板 P を X 軸方向 (あるいは X Y 平面内において X 軸方向に対して傾斜する方向) に移動し、第 2 のショット領域 S 2 を露光開始位置に移動する。制御装置 4 は、第 1 のショット領域 S 1 と同様に、第 2 のショット領域 S 2 を露光する。

[01 29] 本実施形態において、制御装置 4 は、スキャン露光動作とステッピング動作とを繰り返しながら、基板 P 上の複数のショット領域 S を、投影光学系 P L 及び液浸空間 L S の液体 L Q を介して順次露光する。露光光 E L は、基板 P の複数のショット領域 S に対して、次照射される。なお、上記のスキャン露光動作は、投影領域 P R に対してショット領域 S を Y 軸方向に移動しながらそのショット領域 S に露光光 E L を照射する動作を含む。また、ステッピング動作は、今回のショット領域 S の露光が終了した後、次のショット領域 S を露光開始位置に移動するための動作を含む。

[01 30] 本実施形態において、制御装置 4 は、投影光学系 P L の投影領域 P R と基板 P とが、図 6 中に矢印 R 1 で示す移動軌跡に沿って相対的に移動するように基板ステージ 2 P を移動しつつ投影領域 P R に露光光 E L を照射して、液体 L Q を介して基板 P の複数のショット領域 S を露光光 E L で順次露光する。本実施形態において、図 1 に示したシミュレータ 105 は、基板ステージ 2 P の移動を制御するための移動情報を上位制御装置 104 に供給する。上位制御装置 104 は、シミュレータ 105 から供給された移動情報を、露光

装置 E X の制御装置 4 に供給する。本実施形態において、露光装置 E X は、上位制御装置 104 から供給された移動情報に基づいて、基板 P の各ショット領域を露光するときの基板ステージ 2 P の移動を制御する。

[0131] 一般的に、例えば液浸部材（終端光学素子）と基板ステージとの相対移動等によって、液浸空間から液体が分離することがありえる。液浸空間から分離した液滴等の液体（以下、分離液体という）は、基板などの物体の表面に残留すると、残留した液体が乾燥した後にシミ（液体 L Q が純水の場合には、いわゆるウォーターマーク）の発生を招くことがありえる。例えば、分離液体が基板上に残留すると、露光不良の発生を招くことがありえる。

[0132] また、分離液体は、基板の外側に流れて、基板の外側に配置される部材において不都合の発生を招くことがありえる。例えば、分離液体は、基板の外側に配置された計測部材を濡らすことによって、計測部材を利用した計測の精度を低下させることがありえる。結果として、露光不良が発生することがある。また、例えば液浸部材と基板ステージとの相対移動等によって、液体空間を形成する液体中に気泡が混入（発生）することがありえる。例えば、液浸空間が間隙をまたぐ際に（間隙上を液浸空間が通過する際に）、気泡が混入することがありえる。液浸空間に混入した気泡は、露光不良の発生を招くことがありえる。例えば、液浸空間に混入した気泡が基板 P の表面に付着し、基板 P の表面の気泡が付着した部分に露光光 E L が照射されると露光不良が発生する。

[0133] 本実施形態において、シミュレータ 105 は、露光光 E L を射出する終端光学素子 12 に対向する物体上での液体 L Q に関する液体情報を算出する。例えば、シミュレータ 105 が算出する液体情報は、露光光 E L を射出する終端光学素子 12 に対向する物体上を動かしたときの液体 L Q の動きに関する情報を含む。本実施形態において、シミュレータ 105 は、終端光学素子 12 に対向する物体を移動させたときの、この物体上での液体 L Q の動きを推定する。シミュレータ 105 が算出した情報は、例えば、露光不良の発生を抑制することに利用できる。本実施形態において、露光装置 E X は、シミ

ユレータ 105 の算出した情報に基づいて露光処理を実行するので、露光不良の発生を抑制できる。結果として、本実施形態のデバイス製造システム 100 は、不良デバイスの発生を抑制できる。

[01 34] 図 7 は、本実施形態のシミュレータ 105 の機能構成の一例を示す図である。図 7 に示すシミュレータ 105 は、入力部 110、情報格納部 111、情報算出部 112、比較部 113、及び出力部 114 等の機能部を備える。本実施形態において、入力部 110 は、シミュレータ 105 の外部からの情報（入力データ）の入力を受け付ける。本実施形態において、情報格納部 111 は、シミュレータ 105 の外部から入力された情報、情報算出部 112 が算出した情報等を格納する。本実施形態において、情報算出部 112 は、情報格納部 111 に格納されている情報等に基づいて、各種情報を算出する。本実施形態において、比較部 113 は、情報格納部 111 に格納されている情報を比較する。本実施形態において、出力部 114 は、情報格納部 111 に格納されている情報をシミュレータ 105 の外部に出力する。

[01 35] なお、シミュレータ 105 の機能部は、その一部が省略されていてもよい。例えば、後述の比較動作を行わない場合には、比較部 113 を設けなくてもよい。また、シミュレータ 105 の機能部の 2 以上は、統合されていてもよい。

[01 36] 本実施形態において、入力データは、図 1 に示した上位制御装置 104 から入力される情報と、オペレータから入力される情報の一方又は双方を含む。なお、シミュレータ 105 は、シミュレータ 105 の外部から情報が入力されなくてもよく、この場合に入力部 110 は省略されていてもよい。例えば、シミュレータ 105 は、シミュレータ 105 による情報の算出に必要とされる情報を、シミュレータ 105 の内部に保持していてもよい。

[01 37] 本実施形態において、上位制御装置 104 から入力部 110 に入力される情報は、上位制御装置 104 が基板処理装置 102 から取得した装置情報、および上位制御装置 104 が検査装置 103 等から取得した検査情報の一方又は双方を含む。装置情報は、例えば、基板処理装置 102 の動作条件を示

す情報を含む。基板処理装置 102 の動作条件は、露光装置 EX の基板ステージ 2 P の動作条件を含む。基板ステージ 2 P の動作条件は、露光装置 EX の基板ステージ 2 P によって基板 P を移動可能な位置の条件（可動範囲）、基板ステージ 2 P による基板 P の移動の速度の条件、基板ステージ 2 P による基板 P の移動の加速度の条件の少なくとも 1 つの項目を含む。検査情報は、例えば、露光装置 EX の第 1 検出システム 7 が基板 P 上の液体の残留を検出した結果を含む。また、検査情報は、例えば、露光処理が施された基板 P を検査装置 103 が検査した結果として、露光処理の結果等を示す情報を含む。

[01 38] 本実施形態において、オペレータから入力される情報は、オペレータが指定する露光条件を示す情報等を含む。オペレータが指定する露光条件は、例えば、基板 P におけるショット領域 S の配置（分布）を示すショットマップ情報を含む。ショットマップ情報は、例えば、複数のショット領域 S のそれぞれの位置（座標）と寸法の方又は双方を含む。なお、オペレータが指定する露光条件として、ショットマップ情報に加えて、露光装置 EX による基板 P のスキャン条件を入力してもよい。スキャン条件は、例えば、各ショット領域に対するスキャン速度を含む。なお、スキャン条件として、各ショット領域に対するスキャン方向が含まれてもよい。また、スキャン条件として、基板ステージ 2 P の移動速度の範囲（上限速度）、と基板ステージ 2 P の加速度の範囲（上限加速度）の少なくとも一方を含んでもよい。また、露光条件として、液体 L Q に関する情報と、基板 P に関する情報の少なくとも一方を含んでもよい。液体 L Q に関する情報は、例えば、液体 L Q の種類（組成）を示す情報と、液体 L Q の粘性等の物性値を示す情報の一方又は双方を含む。基板 P に関する情報は、例えば、液体 L Q に対する基板 P の表面（レジスト表面、あるいはトップコート表面）の接触角等の情報を含む。

[01 39] なお、オペレータから入力される情報として説明した情報の少なくとも一部は、露光装置 EX に保持されており、露光装置 EX の制御装置 4 からデバイス製造システム 100 の上位制御装置 104 を介して入力部 110 に入力

されてもよい。また、オペレータから入力される情報として説明した情報の少なくとも一部は、デバイス製造システム 100 の上位制御装置 104 に保持されており、上位制御装置 104 から入力部 110 に入力されてもよい。例えば、オペレータが上位制御装置 104 に露光条件の少なくとも一部を入力し、上位制御装置 104 は、オペレータから入力された情報の少なくとも一部をシミュレータ 105 に供給してもよい。また、デバイス製造システム 100 は、露光条件の基準値、推奨値、初期値等が予め設定されており、オペレータが指定しない項目の露光条件について、シミュレータ 105 が上述したような予め設定された値を用いることもできる。

[0140] 本実施形態の情報格納部 111 は、入力部 110 に入力された情報を格納（保持）する。本実施形態の情報格納部 111 は、ショットマップ情報格納部 115、計算条件情報格納部 116、及び検査情報格納部 117 等の機能部を備える。本実施形態のショットマップ情報格納部 115 は、入力部 110 に入力された情報のうち、基板 P におけるショット領域 S の配置を示すショットマップ情報を格納する。本実施形態の計算条件情報格納部 116 は、情報算出部 112 が情報を算出する上で必要とされる計算条件を示す情報を格納する。計算条件情報格納部 116 に格納される情報は、例えば、基板処理装置 102 の動作条件を示す装置情報と露光条件を示す情報の一方又は双方を含む。検査情報格納部 117 は、入力部 110 に入力された情報のうち、露光処理の結果を示す検査情報を格納する。情報算出部 112 で検査情報が使われない場合には、検査情報格納部 117 はなくてもよい。

[0141] また、本実施形態の情報格納部 111 は、情報算出部 112 による算出の結果を示す情報を格納する。本実施形態の情報格納部 111 は、第 1 移動情報格納部 118、液体情報格納部 119、領域情報格納部 120、第 2 移動情報格納部 121、及び画像情報格納部 122 等の機能部を備える。

[0142] 本実施形態の情報算出部 112 は、第 1 移動情報算出部 123、液体情報算出部 124、領域情報算出部 125、第 2 移動情報算出部 126、及び画像情報算出部 127 等の機能部を備える。

[0143] 本実施形態において、第 1 移動情報算出部 123 は、ショットマップ情報と計算条件情報（露光条件など）とに基づいて、基板 P を保持した基板ステージ 2 P の移動を制御するための第 1 移動情報を算出する。本実施形態において、第 1 移動情報は、基板 P が配置された基板ステージ 2 P の位置情報と速度情報と加速度情報の少なくとも 1 つを含む。例えば、位置情報は、基板 P が基板ステージ 2 P に配置されている期間中の各時刻における基板ステージ 2 P の位置を示す。本実施形態において、位置情報は、基板ステージ 2 P に配置されている基板 P の各時刻における位置も示す。各時刻における基板 P の位置は、例えば、適宜選択される基準位置に対する基板 P の X Y 平面内での座標である。上記の基準位置は、例えば投影光学系 P L の光軸の位置であってもよい。また、速度情報（加速度情報）は、各時刻における基板ステージ 2 P の速度を示すとともに、基板ステージ 2 P に配置されている基板 P の各時刻における速度（加速度）も示す。

[0144] 図 8 及び図 9 は、それぞれ、移動情報に基づいて決定された基板 P の移動軌跡と液浸空間 L S の例を示す図である。本実施形態の第 1 移動情報算出部 123 で、例えば図 8 に示すように、ショットマップ情報に規定された複数のショット領域 S が投影領域 P R を通過するように、基板 P の第 1 の移動軌跡 T r 1 を決定される。

[0145] 本実施形態において、第 1 移動情報算出部 123 は、基板 P の移動が装置情報に規定された動作条件、及び計算条件情報に規定された露光条件を満たすように、第 1 移動情報を算出する。第 1 移動情報算出部 123 は、例えば、基板 P の移動が装置情報に規定された動作条件、及び計算条件情報に規定された露光条件を満たし、かつ適宜マージンを考慮した上で、1 枚の基板が基板ステージ 2 P にロードされてからアンロードされるまでの時間が最小になるように、第 1 移動情報を算出する。第 1 移動情報算出部 123 は、例えば、スループットが最大化されるように、第 1 移動情報を算出する。第 1 移動情報算出部 123 は、算出した第 1 移動情報を第 1 移動情報格納部 118 に格納する。なお、第 1 移動情報が入力部 110 から入力される場合には、

第 1 移動情報算出部 123 はなくてもよい。

[0146] なお、上記の位置情報は、上記の速度情報が示す速度を時間積分すること、上記の加速度情報が示す加速度を 2 回時間積分すること等によっても得られる。また、上記の速度情報は、上記の位置情報が示す位置を時間微分すること、上記の加速度情報が示す加速度を時間積分すること等によっても得られる。また、上記の加速度情報は、上記の位置情報が示す位置を 2 回時間微分すること、上記の速度情報が示す速度を時間微分すること等によつて得ることもできる。

[0147] 本実施形態の液体情報算出部 124 は、露光光 EL を射出する終端光学素子 12 に対向する物体上での液体 LQ に関する液体情報を算出する。

[0148] 図 10 及び図 11 は、それぞれ、液浸空間 LS の例を示す図である。図 10 及び図 11 に示すように、本実施形態において、終端光学素子 12 に対向する物体は、基板ステージ 2P に配置されている基板 P と、基板 P の周囲の少なくとも一部に配置されるカバー部材 21 と、カバー部材 21 の周囲の少なくとも一部に配置されるスケール部材 22 の少なくとも一つを含む。本実施形態において、終端光学素子 12 に対向する物体上の液浸空間を形成可能な領域を、対向領域 A1 という。本実施形態において、対向領域 A1 は、終端光学素子 12 に対向する物体の表面（以下、対向面 130 という）、物体上の間隙等を含む。本実施形態において、対向面 130 は、基板ステージ 2P に保持されている基板 P の上面 P1 と、基板ステージ 2P に保持されているカバー部材 21 の上面 40 と、基板ステージ 2P に保持されているスケール部材 22 の上面 45 の少なくとも一部を含む。本実施形態において、対向領域 A1 における物体上の間隙は、基板 P とカバー部材 21 との間の間隙 Ga、及びカバー部材 21 とスケール部材 22 との間の間隙 Gb の一方又は双方を含む。

[0149] 本実施形態において、液体情報は、次に説明するような複数の情報を含むが、以下の複数の情報の少なくとも 1 つを含んでいなくてもよい。また、シミュレータ 105 は、液体情報の複数の情報の少なくとも 1 つを算出しなく

てもよい。例えば、液体情報の複数の情報の少なくとも1つは、シミュレータ105の外部（例えば、上位制御装置104）からシミュレータ105に供給されてもよい。

[0150] 本実施形態の液体情報は、液浸空間LSとその外部（気体空間GS）との界面131の位置を示す界面位置情報を含む。界面位置情報は、例えば、対向領域A1上に液浸空間LSが配置されている期間の各時刻における液浸空間LSの界面131の位置を示す情報を含む。すなわち、界面位置情報は、液浸空間LSの界面131の動き（時間変化）を示す情報を含む。界面位置情報は、例えば、界面位置情報は、対向領域A1における液浸空間LSの界面131の位置を示す情報を含む。なお、液体情報は、液浸空間LSの界面の変形を示す界面変形情報を含んでいてもよい。界面変形情報は、例えば、基板ステージ2Pの移動に対する液浸空間LSの移動の追従性（時間遅れ等）を示す情報を含んでいてもよい。液体情報は、例えば液浸空間LSの界面131が実質的に変形しない場合等に、界面変形情報を含んでいなくてもよい。

[0151] 本実施形態において、液体情報は、対向領域A1（対向面130）のうち液体LQ（液浸空間LS）が接触する領域を示す液体接触情報を含む。液体接触情報は、例えば、対向面130における液浸空間LSの界面131に囲まれる領域を示す情報である。また、本実施形態において、液体情報は、対向面130の各位置が液浸空間LSと接触する回数を示す接触回数情報を含む。例えば、接触回数情報は、対向領域A1において液浸空間LSと接触する回数の分布を示す情報を含む。ところで、対向領域A1（対向面130）において液浸空間LSと1回接触した際に分離液体が発生した場合に、この分離液体が発生した位置に液浸空間LSが再度接触すると、分離液体が液浸空間LSに取り込まれることがある。結果として、対向領域A1に分離液体が残留することが抑制される。換言すると、接触回数情報は、例えば、対向領域A1（対向面130）における分離液体の残留を推定すること等利用できる。

[01 52] 図 10 に示すように、本実施形態のカバー部材 21 は、基板ステージ 2P に保持されている基板 P に対して、間隙 Ga を介して配置される (カバー部材 21 は、カバー部材 21 と基板 P との間に間隙 Ga が形成されるように配置される)。本実施形態において、液浸空間 LS は、基板 P の上面 P1 とカバー部材 21 の上面 40 とに、間隙 Ga をまたいで配置される場合がある (液浸空間 LS は、基板 P の上面 P1 の一部と、カバー部材 21 の上面 40 の一部と、間隙 Ga の一部とを覆うように配置される場合がある)。なお、一例において、間隙 Ga をまたぐは、(1) 間隙 Ga の一部と、(2) 基板 P の上面 P1 の一部と、(3) カバー部材 21 の上面 40 の一部と、を覆うように、液浸空間 LS が配置される場合を含む。別の例において、間隙 Ga をまたぐは、(1) 間隙 Ga の一部と、(2) 基板 P の上面 P1 の一部又はカバー部材 21 の上面 40 の一部と、を覆うように、液浸空間 LS が配置される場合を含む。

[01 53] 本実施形態において、液体情報は、間隙 Ga の各位置 (間隙 Ga の一部分) を液浸空間 LS がまたぐ回数 (水没回数) を示す水没回数情報を含む。例えば、図 10 に示すように、間隙 Ga のある部分を第 1 部分 132 とすると、第 1 部分 132 の水没回数は、第 1 部分 132 上に液浸空間 LS が形成された回数である (例えば、第 1 部分 132 の水没回数は、基板 P の上面 P1 の縁の一部上、又はカバー部材 21 の上面 40 の縁の一部上に液浸空間 LS が配置された回数である)。例えば、液浸空間 LS が第 1 部分 132 をまたいだときに水没回数がカウントされ、その後第 1 部分 132 が液浸空間 LS の外側に配置され、その後液浸空間 LS が第 1 部分 132 をまたいだときに水没回数が再度カウントされる。例えば、第 1 部分の水没回数は、界面 131 が第 1 部分 132 を 1 回通過した時点で、1 回である。また、第 1 部分の水没回数は、界面 131 が第 1 部分 132 を 3 回通過した時点で、2 回である。水没回数は、例えば、上述の界面位置情報と、第 1 移動情報に基づいて移動される基板ステージ 2P の位置情報などから求められる。

[01 54] ところで、液浸空間 LS が間隙 Ga をまたぐ際に液浸空間 LS からの液体

の分離、液浸空間 L S への気泡の混入等が発生することがある。換言すると、水没回数情報は、例えば、間隙 G a の各位置における分離液体の発生しやすさと、気泡の発生のしやすさの一方又は双方を推定するための情報等として利用できる。また、間隙 G a のうち水没回数が複数回数である位置においては、水没回数が 1 回である位置と比較して、液浸空間 L S における気泡が発生する確率、あるいは気泡の発生量が増加することがある。例えば、間隙 G a のうち水没回数が 2 回である位置は、水没回数が 1 回である位置と比較して、液浸空間 L S 中の気泡の発生量が 2 倍よりも大きくなることがある。換言すると、水没回数情報は、例えば、気泡の発生確率と発生量（期待値）の一方又は双方を推定するための情報等として利用できる。

[01 55] 本実施形態において、液体情報は、間隙 G a の各位置を液浸空間 L S がまたいでいる時間（水没時間）を示す水没時間情報を含む。水没時間は、例えば、上述の界面位置情報と、第 1 移動情報に基づいて移動される基板ステージ 2 P の位置情報などから求められる。例えば、液浸空間 L S が間隙 G a の第 1 部分 1 3 2 をまたいでいる時間は、液浸空間 L S の界面 1 3 1 が第 1 部分 1 3 2 を 1 回通過した時点から界面 1 3 1 が第 1 部分 1 3 2 を 2 回通過した時点までの時間である。なお、液浸空間 L S が第 1 部分 1 3 2 を複数回数またぐ場合に、水没時間情報は、積算の水没時間を示す情報であってもよいし、各水没時間を個別に示す情報であってもよい。

[01 56] ところで、液浸空間 L S が間隙 G a 上に形成されることによって、間隙 G a を形成する第 1 側（例えば基板 P 側）と第 2 側（例えばカバー部材 2 1 側）との間に液体 L Q が進入し、間隙 G a に液体 L Q が滞留する現象（ブリッジ現象）が発生することがある。ブリッジ現象は、水没する回数が多くなるにつれて、あるいは水没時間が長くなるにつれて発生確率、発生量が増加する。換言すると、水没回数情報、及び水没時間情報は、例えばブリッジ現象の発生確率と発生量の一方又は双方を推定するための情報等として利用できる。

[01 57] 本実施形態において、液体情報は、間隙 G a の各位置を液浸空間 L S が通

過してからの経過時間を示す経過時間情報を含む。間隙 G_a のある位置を液浸空間 L_S が 1 回通過する際に、この位置を液浸空間 L_S の界面 131 は 2 回通過する。間隙 G_a の各位置を液浸空間 L_S が通過してからの経過時間は、例えば、液浸空間 L_S の界面 131 の移動を示す情報から求められる。例えば、液浸空間 L_S が間隙 G_a の第 1 部分 132 を通過してから次に液浸空間 L_S が第 1 部分 132 をまたぐまでの経過時間は、液浸空間 L_S の界面 131 が第 1 部分 132 を 2 回通過した時点から界面 131 が第 1 部分 132 を 3 回通過した時点までの時間である。

[01 58] ところで、上述のようなブリッジ現象は、間隙 G_a を液浸空間 L_S が通過してからの経過時間が長くなるにつれて、解消される可能性が高くなる。例えば、基板ステージ 2 P に間隙 G_a に流入した液体を回収する液体回収部が設けられている場合には、その液体回収部によってブリッジ現象を発生させている液体が除去されることがありえる。換言すると、間隙 G_a を液浸空間 L_S が通過してからの経過時間を示す情報は、例えばブリッジ現象が発生しているか否か、ブリッジ現象が発生している確率、ブリッジ現象を発生させている液体の残留量のうち少なくとも 1 つを推定するための情報等として利用できる。

[01 59] 本実施形態において、液体情報は、液浸空間 L_S が間隙 G_a をまたいでいる状態における間隙 G_a から液浸空間 L_S の界面 131 までの距離 L_1 を示す界面離間情報を含む。界面離間情報は、例えば、液浸空間 L_S が基板 P の内側から外側に向う場合に、液浸空間 L_S が間隙 G_a をまたいでいる状態における、間隙 G_a から基板 P の外側の液浸空間 L_S の界面 131 までの距離に関する情報を含む。界面離間情報は、間隙 G_a から基板 P の外側の液浸空間 L_S の界面 131 までの最大の距離に関する情報を含む。界面離間情報は、例えば、投影光学系 PL の光軸に関する放射方向における、間隙 G_a と界面 131 との距離を示す情報を含む。

[01 60] なお、界面離間情報は、基板ステージ 2 P の加速度の絶対値が極小となる時点における、間隙 G_a から基板 P の外側の液浸空間 L_S の界面 131 まで

距離を示す情報を含んでいてもよい。また、界面離間情報は、基板ステージ 2 P に保持されている基板 P の中心からの放射方向における、間隙 G a と界面 1 3 1 との距離を示す情報を含んでいてもよい。また、界面離間情報は、スキャン露光動作中の基板ステージ 2 P の移動方向（走査方向）における、間隙 G a と界面 1 3 1 との距離を示す情報を含んでいてもよい。また、界面離間情報は、走査方向に交差する方向における、間隙 G a と界面 1 3 1 との距離を示す情報を含んでいてもよい。

[0161] ところで、液浸空間 L S は、基板ステージ 2 P の移動方向が変化する際に、間隙 G a において液浸空間 L S がまたいでいる位置から液浸空間 L S の界面 1 3 1 までの距離が短くなるにつれて、分離液体が発生しやすくなる。換言すると、界面離間情報は、例えば、分離液体の発生確率と発生量の一方又は双方を推定するための情報等として利用できる。

[0162] 図 1 1 に示すように、本実施形態のスケール部材 2 2 は、基板ステージ 2 P に保持されているカバー部材 2 1 に対して、間隙 G b を介して配置される場合がある。本実施形態において、液浸空間 L S は、カバー部材 2 1 の上面 4 0 とスケール部材 2 2 の上面 4 5 とに、間隙 G b をまたいで配置される場合がある。本実施形態において、液体情報は、間隙 G a について説明したのと同様に、間隙 G b に関する水没回数情報と、間隙 G b に関する水没時間情報と、間隙 G b に関する経過時間情報と、間隙 G b に関する界面離間情報を含む。

[0163] 本実施形態において、図 7 に示した液体情報算出部 1 2 4 は、上述したような液体情報を第 1 移動情報に基づいて算出する。本実施形態において、液体情報算出部 1 2 4 は、液体情報算出部 1 2 4 は、第 1 移動情報算出部 1 2 3 が算出した第 1 移動情報を第 1 移動情報格納部 1 1 8 から取得し、取得した第 1 移動情報に基づいて液体情報を算出する。本実施形態において、液体情報算出部 1 2 4 は、第 1 移動情報を用いて、液浸空間 L S が対向領域 A 1 から受けるせん断力（X Y 平面にほぼ平行な力）と、液浸空間 L S の界面 1 3 1 に働く表面張力等を考慮した物理モデルに基づいて、X Y 平面に射影し

た液浸空間 L S の二次元形状（輪郭）を算出する。本実施形態において、液体情報算出部 124 は、液浸空間 L S の内部における流場の非定常計算を行うことなく、液浸空間 L S の界面 131 の移動を示す情報を算出する。

[0164] 本実施形態において、液体情報算出部 124 は、液体情報の算出に必要とされる計算条件情報を、計算条件情報格納部 116 から取得する。本実施形態において、液体情報の算出に用いる物理モデルは、液体 L Q の粘性等の物性値、基板 P の液体 L Q に対する基板 P の接触角等の物性値等により定まるパラメータを含む。本実施形態において、物理モデルのパラメータは、第 1 移動情報に従って物体を移動させたときの液体の動きを検出した結果を用いて、調整されている。このパラメータは、例えば、物体を移動させたときの液体の動きを計測した計測結果に基づいて、シミュレータ 105 の算出結果が測定結果に近づくようにチューニングされる。液体情報算出部 124 が用いる物理モデルのパラメータは、ナビエス トークス方程式と数値的に直接的に解く手法（D N S）、乱流モデル等を適宜用いてレベルセット法等の界面追跡法を用いる手法等の各種の数値流体力学（C F D）的な手法によって、液体の動きを算出した結果を用いて、調整されていてもよい。

[0165] 本実施形態において、液体情報の算出に用いる物理モデルが含むパラメータは、液体 L Q の種類と基板 P の種類とに応じた値が計算条件情報格納部 116 に格納されている。本実施形態において、液体情報算出部 124 は、例えば液体 L Q の種類、基板 P の種類等を示す情報としてオペレータが入力した情報に基づいて、物理モデルが含むパラメータの値を示す情報を計算条件情報格納部 116 から取得し、液体情報を算出する。本実施形態において、液体情報算出部 124 は、算出した液体情報を液体情報格納部 119 に格納する。

[0166] なお、液体情報を算出する手法としては、上述したような各種の数値流体力学的手法を用いることもできる。例えば、液体情報算出部 124 は、液浸空間 L S と気体空間 G S の流場を非定常計算により算出してもよいし、三次元的な流場について算出してもよい。また、液体情報算出部 124 が液体

情報の算出に用いる情報は、例えば液浸空間 L S が配置される環境の温度、湿度、圧力等を示す情報を含んでいてもよい。また、液体情報の算出に用いる物理モデルが含むパラメータは、固定値であつてもよい。

[01 67] 本実施形態において、領域情報算出部 1 2 5 は、図 1 0 等 に示した対向領域 A 1 のうち液体情報が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出する。本実施形態において、領域情報算出部 1 2 5 は、液体情報算出部 1 2 4 が算出した液体情報を液体情報格納部 1 1 9 から取得し、取得した液体情報に基づいて領域情報を算出する。本実施形態において、領域情報算出部 1 2 5 は、算出した領域情報を領域情報格納部 1 2 0 に格納する。

[01 68] 本実施形態において、所定の条件は、複数の条件を含み、所定の条件を満たす領域は、所定の条件のうち少なくとも 1 つの条件を満たす領域を含む。例えば、領域情報算出部 1 2 5 は、所定の条件のうち第 1 条件を満たす領域を示す第 1 の領域情報を算出し、また所定の条件のうち第 2 条件を満たす領域を示す第 2 の領域情報を算出する。この場合に、第 1 の領域情報が示す領域は、第 2 の領域情報が示す領域の一部と重複していてもよいし、重複していなくてもよい。

[01 69] 本実施形態において、領域情報算出部 1 2 5 は、対向領域 A 1 のうちの少なくとも一部の領域における液体情報と所定の条件とを比較し、対向領域 A 1 上の各領域（各位置）が所定の条件を満たすか否かを判定する。また、領域情報算出部 1 2 5 は、上記判定に基づいて、対向領域 A 1 のうち所定の条件を満たす領域を抽出する。

[01 70] 本実施形態において、所定の条件は、液浸空間 L S がまたいでいる対向領域 A 1 の間隙のうち液浸空間 L S の界面 1 3 1 までの距離が閾値以下である条件を含む。この閾値は、例えば、液浸空間 L S の液体 L Q の物性値、対向面 1 3 0 の液体 L Q に対する接触角等の物性値、対向領域 A 1 の間隙の寸法、液浸空間 L S の寸法等のパラメータ、間隙における位置（例えば第 1 部分 1 3 2）から界面 1 3 1 までの距離を規定する方向等の各種条件の一部又は全部に応じて定められる値である。

[0171] 本実施形態において、対向領域 A 1 の間隙から液浸空間 L S の界面 131 までの距離の閾値を示す情報は、計算条件情報格納部 116 に格納されている。本実施形態において、領域情報算出部 125 は、計算条件情報及び界面離間情報等を参照し、所定の条件を満たす領域として液浸空間 L S がまたいでいる対向領域 A 1 の間隙に対して液浸空間 L S の界面 131 までの距離の最大値が閾値以下である領域の位置を示す領域情報を算出する。この領域情報は、例えば、液浸空間 L S からの液体 L Q の分離が対向面 130 のうち相対的に発生しやすい領域を示す情報等として利用できる。

[0172] ここで、図 8 に示す移動軌跡及び液浸空間の例について説明する。図 8 に示すように、液浸空間 L S は、基板 P が第 1 の移動軌跡 T r 1 に従って相対移動するにつれて、基板 P に対して相対移動する。例えば、図 8 (a) においては、基板 P の -Y 方向への移動によって、投影領域 P R が第 1 のショット領域 S 1 を +Y 方向に走査（スキャン露光動作）するとき、液浸空間 L S は、基板 P の内側から外側に向かって移動する。ショット領域 S 1 は、間隙 G a に近いため、図 8 (b) に示すように第 1 のショット領域 S 1 の露光終了後から、次に露光される第 2 のショット領域 S 2 の露光が開始されるまでの期間の少なくとも一部において、液浸空間 L S は、その一部が基板 P とカバー部材 21 との間隙 G a をまたぐ状態になる。図 8 (b) は、基板 P の移動方向が -Y 方向から +Y 方向に切り替わる時点を示し、図 8 (c) 投影領域 P R が第 2 のショット領域 S 2 の走査を開始する直前の状態を示す。

[0173] 図 8 (a) から図 8 (c) に示すように、基板 P とカバー部材 21 との間隙 G a のうち液浸空間 L S がまたぐ領域（以下、水没領域 A 2 という）は、液浸空間 L S の相対移動によって変化する。水没領域 A 2 から液浸空間 L S の界面 131 までの距離 L 1 は、例えば図 8 (b) に示すように、間隙 G a における位置の違いに応じて空間的に変化する。また、例えば図 8 (b) 及び図 8 (c) に示すように、水没領域 A 2 から液浸空間 L S の界面 131 までの距離 L 1 は、液浸空間 L S と間隙 G a との相対移動によって時間的に変化する。

[01 74] 本実施形態において、領域情報算出部 125 は、液浸空間 L S の界面 131 までの距離 L1 の最大値が閾値以下となる水没領域 A2 の位置を示す領域情報を算出する。水没領域 A2 から液浸空間 L S の界面 131 までの距離 L1 の最大値が閾値以下となる場合に、図 8 (b) に示すように、液浸空間 L S は、水没領域 A2 に対して基板 P の外側に配置されている空間 A3 を含む。本実施形態において、領域情報算出部 125 は、空間 A3 の位置を示す領域情報を算出する。また、本実施形態において、領域情報算出部 125 は、対向面 130 のうち空間 A3 の周囲の少なくとも一部に配置される領域 A4 (図 8 (c) 参照) の位置を示す領域情報を算出する。本実施形態において、領域 A4 は、空間 A3 が基板ステージ 2 P の移動に伴って対向面 130 に接触する領域を含む。本実施形態において、領域 A4 は、基板 P の外側に形成された液浸空間 L S の界面のうち、基板 P が + Y 方向に移動するときに領域 A3 上を通過した界面 131 が移動する基板 P 上の領域を含む。以上のような水没領域 A2 を示す領域情報は、例えば、対向領域 A1 の間隙のうち、分離液体が発生する起点に相対的になりやすい領域を示す情報等として利用できる。また、領域 A4 を示す領域情報は、例えば、対向領域 A1 のうち分離液体が相対的に発生 (付着) しやすい領域を示す情報等として利用できる。なお、ショット領域 S2 の露光終了後に、基板 P が X 方向へのステップ移動を開始するまでに界面 131 が通過する基板 P 上の領域をすべて領域 A4 としてもよいし、実験、シミュレーション等に基づいて領域 A4 の Y 方向の幅 (距離) を設定してもよい。

[01 75] また、本実施形態の領域情報算出部 125 は、接触回数情報等を参照し、所定の条件を満たす領域として、領域 A4 のうち液浸空間 L S と接触する回数が 1 回である領域を抽出し、抽出した領域の位置を示す領域情報を算出する。この領域情報は、例えば、分離液体が対向面 130 のうち相対的に残留しやすい領域を示す情報等として利用できる。

[01 76] また、本実施形態の領域情報算出部 125 は、接触回数情報等を参照し、所定の条件を満たす領域として、液浸空間 L S と接触した後に液浸空間 L S

と再度接触する領域を抽出し、抽出した領域の位置を示す領域情報を算出する。この領域情報は、例えば、液浸空間LSとの最初の接触で分離液体が発生したとしても、液浸空間LSとの次の接触によって、分離液体が液浸空間LSに取り込まれ、分離液体が残留しにくい領域を示す情報等として利用できる。例えば、領域A4のうち再度液浸空間LSと接触する領域は、領域A4から除くことができる。

[0177] 上述のように、本実施形態の領域情報算出部125は、液体情報と所定の条件とを比較することによって、液浸空間LSからの液体の分離に関する情報を算出する。例えば、領域情報算出部125は、分離液体が発生しやすい領域を示す情報、分離液体が残留しやすい領域を示す情報、及び分離液体が残留しにくい領域を示す情報の少なくとも1つを参照し、例えば各種の情報が示すパラメータに重み付けを行うこと等によって、分離液体が残留する確率の対向面130における分布を示す液体残留情報を算出する。液体残留情報は、例えば、対向面130上の位置（座標）と分離液体が残留する確率とを関係付けた情報を含む。

[0178] 本実施形態において、所定の条件は、対向領域A1の間隙のうち液浸空間LSがまたぐ回数（水没回数）が1回である条件を含む。本実施形態において、領域情報算出部125は、液体情報の水没回数情報等を参照して、対向領域A1の間隙のうち水没回数が1回である間隙（領域）の位置を示す領域情報を算出する。この領域情報は、例えば、液浸空間LSに気泡が発生している可能性が低い領域を対向領域A1から抽出するための情報等として利用できる。

[0179] 本実施形態において、所定の条件は、対向領域A1の間隙のうち液浸空間LSがまたいでいる時間が閾値以上である条件を含む。この閾値は、例えば、液浸空間LSの液体LQの物性値、対向面130の液体LQに対する接触角等の物性値、対向領域A1の間隙の寸法、液浸空間LSの寸法等のパラメータのうち少なくとも1つにより定まる値である。本実施形態において、液浸空間LSがまたいでいる時間の閾値を示す情報は、計算条件情報格納部1

16 に格納されている。本実施形態において、領域情報算出部 125 は、計算条件情報及び水没時間情報等を参照し、所定の条件を満たす領域として対向領域 A1 の間隙のうち液体がまたいでいる時間が閾値以上である間隙（領域）を抽出し、抽出した間隙の位置を示す領域情報を算出する。この領域情報は、例えば、ブリッジ現象の発生確率、発生量が相対的に高い間隙（領域）を示す情報等として利用できる。また、この領域情報は、例えば、液浸空間 LS に気泡が発生している可能性が高い領域を、対向領域 A1 から抽出するための情報等として利用できる。

[0180] 本実施形態において、所定の条件は、対向領域 A1 の間隙のうち液浸空間 LS がまたぐ回数が複数回である条件を含む。本実施形態において、領域情報算出部 125 は、液体情報の水没回数情報等を参照して、対向領域 A1 の間隙のうち水没回数が 2 回である領域を抽出し、抽出した領域の位置を示す領域情報を算出する。また、本実施形態において、領域情報算出部 125 は、対向領域 A1 の間隙のうち水没回数が 3 回である領域等についても抽出して、対向領域 A1 の間隙の部分領域を水没回数ごとに分類し、各水没回数に対応する領域情報を算出する。これらの領域情報は、例えば、抽出された間隙（領域）上を通過した液浸空間 LS に気泡が発生している可能性が高い領域を、対向領域 A1 から抽出するための情報等として利用できる。

[0181] なお、水没回数が複数回である条件を満たす領域は、水没回数が 1 回である条件を満たさない領域として扱うこともできる。このように、シミュレータ 105 は、所定の条件を満たさない領域を示す領域情報を算出してもよい。

[0182] 本実施形態において、液体情報が所定の条件を満たす領域は、対向領域 A1 の間隙のうち水没回数が複数回である間隙（領域）の周囲の少なくとも一部の領域を含む。本実施形態において、領域情報算出部 125 は、液体接触情報及び水没回数情報の少なくとも一方を参照して、所定の条件を満たす領域として、水没回数が複数回であるという条件を満たす間隙（領域）上に液浸空間 LS が形成されている間に、液浸空間 LS と接触する対向領域 A

1 の対向面 130 少なくとも一部の領域を液浸空間 LS に気泡が発生している (気泡が付着している) 可能性が高い領域として抽出し、抽出した領域の位置を示す領域情報を算出する。なお、水没回数が複数回数であるという条件を満たす間隙 (領域) 上を通過した液浸空間 LS が新たに接触する対向面 130 少なくとも一部の領域を抽出するようにしてもよい。

[0183] ここで、図 9 に示す移動軌跡及び液浸空間の例について説明する。図 9 (a) では、液浸空間 LS は、基板 P の外側から内側に向って—Y 方向に移動している。液浸空間 LS は、投影領域 PL が第 1 のショット領域 S1 の前のショット領域 S を通過し、—X 方向に移動した後に、基板 P の外側から内側に向って—Y 方向に移動 (ステッピング動作、ステップ移動) する。図 9 (a) は、—X 方向へのステップ移動を終えた直後の状態を示す。図 9 (a) に示す状態の水没領域 A6 は、その前に少なくとも一度水没した水没領域 A5 の一部と重複している。水没領域 A5 と水没領域 A6 とが重複する水没領域 A7 において、水没回数は複数回数である。図 9 (a) において、液浸空間 LS は、基板 P の外側に位置する空間 (領域) A8 を含む。液浸空間 LS の空間 A8 は、液浸空間 LS が—Y 方向に移動すると、水没領域 A7 (間隙) 上を通過する。本実施形態において、液浸空間 LS がまたぐ回数が複数回数である水没領域 A7 の周囲の領域は、液浸空間 LS の空間 A8 が通過する基板上の領域 A9 を含む。この領域 A9 は、図 9 (b) に示すように、投影領域 PR が第 1 のショット領域 S1 を走査している間に、第 1 のショット領域 S1 の次に露光される第 2 のショット領域 S2 を含む場合がある。また、この領域 A9 は、図 9 (c) に示すように、投影領域 PR が第 1 のショット領域 S1 から第 2 のショット領域 S2 に向う間、すなわち、第 1 のショット領域 S1 の露光終了後、第 2 のショット領域 S2 の露光開始までの間に、液浸空間 LS から出ない領域 A10 を第 2 のショット領域 S2 に含む場合がある。領域 A9 は、液浸空間 LS の空間 A8 が水没領域 A7 を通過するため、液浸空間 LS に気体が発生して、基板 P 上に気泡が付着する可能性が高い領域である。領域 A9 のうち、液浸空間 LS が通過する領域は、液浸空間 LS

が通過した直後に基板 P 上に付着した気泡が消える可能性が高い領域である。また、領域 A 10 のように液浸空間 L S が通過しない領域は、気泡が付着している可能性が高い領域である。

[01 84] 本実施形態の領域情報算出部 125 は、第 2 のショット領域 S 2 のうち、水没回数が複数回数である水没領域 A 7 上を通った液浸空間 L S（空間 A 8）と接触した領域 A 9 を抽出し、抽出した領域を示す領域情報を算出する。領域 A 9 を示す領域情報は、例えば、液浸空間 L S に混入した気泡が運ばれる可能性がある領域を示す情報等として利用できる。

[01 85] 本実施形態の領域情報算出部 125 は、領域 A 9 のうち、投影領域 P R が第 1 のショット領域 S 1 から第 2 のショット領域 S 2 に至る間に液浸空間 L S の外部（気体空間 G S）に配置されない領域 A 10 を抽出し、抽出した領域 A 10 の位置を示す領域情報を算出する。領域 A 10 を示す領域情報は、例えば、次に露光されるショット領域のうち気泡が存在する可能性がある領域を示す情報等として利用できる。また、領域 A 10 を示す領域情報は、気泡が付着したまま走査露光されるショット領域を抽出するための情報等として利用できる。

[01 86] 本実施形態の領域情報算出部 125 は、液体情報と所定の条件とを比較することによって、液浸空間 L S における気泡に関する情報を算出してもよい。本実施形態において、領域情報算出部 125 は、水没時間情報、間隙を液浸空間 L S が通過してからの経過時間を示す情報等を参照し、水没回数が複数回数である間隙の領域を液浸空間 L S が 2 回目以降にまたぐ際にブリッジ現象が存在する確率、その量等に関する情報を算出する。そして、ブリッジ現象が発生している間隙 G a 上を液浸空間 L S がまたぐ際にブリッジ現象を発生させている液体上の気体が液浸空間 L S に取り込まれる確率、その量に関する情報等を算出する。また、領域情報算出部 125 は、対向領域 A 1 の間隙のうち水没回数が複数回数である水没領域 A 7 を通った液浸空間 L S の空間 A 8 を示す情報、対向面 130 において液浸空間 L S の空間 A 8 と接触した領域 A 9 を示す情報、領域 A 9 のうち液浸空間 L S の外部に配置されな

い領域 A 1 0 を示す情報のうち少なくとも 1 つを参照し、例えば各種の情報が示すパラメータに重み付けを行うこと等によって、露光中に液浸空間 L S に気泡が存在する確率、気泡量の期待値等の分布を示す気泡分布情報を算出する。気泡分布情報は、例えば、各ショット領域 S において露光中に液浸空間 L S に気泡が存在する確率を示す情報、存在する気泡量の期待値等を示す情報の少なくとも一方又は双方を含む。

[01 87] 本実施形態において、図 7 に示した第 2 移動情報算出部 1 2 6 は、上述のような領域情報に基づいて、露光光 E L を射出する終端光学素子 1 2 に対向する物体（基板 P）の移動を示す第 2 移動情報を算出する。本実施形態において、第 2 移動情報算出部 1 2 6 は、算出した第 2 移動情報を第 2 移動情報格納部 1 2 1 に格納する。

[01 88] 本実施形態において、第 2 移動情報は、第 1 移動情報と同様に、基板 P が配置された基板ステージ 2 P の位置情報と速度情報と加速度情報の少なくとも 1 つを含む。すなわち、本実施形態において、第 2 移動情報算出部 1 2 6 により、ショットマップ情報に規定された複数のショット領域が投影領域を通過するように、基板 P の第 2 の移動軌跡が決定される。また、本実施形態において、第 2 移動情報算出部 1 2 6 は、基板 P の移動が装置情報に規定された動作条件、及び計算条件情報に規定された露光条件を満たすように、第 2 移動情報を算出する。

[01 89] 本実施形態において、第 2 移動情報算出部 1 2 6 は、液体情報に基づいて算出された領域情報を参照して、第 2 移動情報を算出する。本実施形態において、第 2 移動情報が示す物体の移動の経路と速度と加速度の少なくとも 1 つは、対向領域 A 1 のうち液体情報が所定の条件を満たす領域の少なくとも一部において、第 1 移動情報が示す物体の移動と異なる。例えば、第 2 移動情報に基づく基板 P の移動軌跡は、第 1 移動情報に基づく基板 P の移動軌跡とは異なる。

[01 90] 例えば、本実施形態の第 2 移動情報算出部 1 2 6 は、第 1 のショット領域 S 1、第 2 のショット領域 S 2 を順に露光するために、第 1 移動情報に基づ

いて決定された移動軌跡にしたがって基板 P を移動させると、上述のように液体情報が所定の条件を満たす領域が発生してしまう場合に、第 1 のショット領域 S 1 から第 2 のショット領域 S 2 までステップ移動において、走査方向 (Y 方向) のステップ移動が長くなるように、第 2 移動情報を算出する。走査方向 (Y 方向) のステップ移動距離を長くする手法をオーバースキャン手法と呼ぶことにする。

[0191] 例えば、図 8 (c) に示した例のように、第 1 移動情報に基づく第 1 経路 T r 1 a に沿って基板 P を移動しながら、第 1 のショット領域 S 1、第 2 のショット領域 S 2 を順次露光する際に、所定の条件を満たす領域 A 4 が発生してしまう場合に、第 2 移動情報算出部 126 は、図 8 (d) に示す第 2 経路 T r 2 a に従って基板 P が移動するように、すなわち、第 1 のショット領域 S 1 の露光終了後、走査方向 (Y 方向) のステップ移動の距離が、第 1 移動情報に基づく第 1 経路 T r 1 a よりも長くなるように、第 2 移動情報を算出する。図 8 (d) の例においては、本実施形態の第 2 移動情報算出部 126 は、液浸空間 L S がまたいでいる間隙 G a の少なくとも一部において界面 131 からの距離が、第 1 移動情報に基づいて基板 P を動かす場合よりも長くなるように、第 2 移動情報を算出する。本実施形態の第 2 移動情報算出部 126 は、基板 P が第 1 経路 T r 1 a を通る場合と比較して、基板 P の外側形に成されている液浸空間 L S の界面と間隙 G a との距離が閾値よりも小さい領域 (間隙) がなくなるように、あるいは閾値よりも小さい領域 (間隙) の割合が少なくなるように、第 2 移動情報を算出する。

[0192] 図 8 (d) に示すように、第 2 移動情報に基づく第 2 の移動経路 T r 2 にしたがって基板 P を移動した場合には、例えば液浸空間 L S の界面 131 が安定した状態で間隙 G a 上を、基板 P の外側から内側へ通過するため、分離液体の発生確率と発生量の一方又は双方が減少する。

[0193] また、例えば、図 9 (c) に示した例のように、第 1 移動情報に基づく第 1 経路 T r 1 b に沿って基板 P を移動しながら、第 1 のショット領域 S 1、第 2 のショット領域 S 2 を順次露光する際に、所定の条件を満たす領域 A 1

0 が存在する場合に、第 2 移動情報算出部 126 は、図 9 (d) に示す第 2 経路 T_{r2b} に従って基板 P が移動するように、すなわち、第 1 のショット領域 S_1 の露光終了後、走査方向 (Y 方向) のステップ移動の距離が、第 1 移動情報に基づく第 1 経路 T_{r1b} よりも長くなるように、第 2 移動情報を算出する。図 9 (d) の例においては、本実施形態の第 2 移動情報算出部 126 は、第 1 のショット領域 S_1 の露光終了から第 2 のショット領域 S_2 の露光開始までの期間の少なくとも一部において、図 9 (c) の領域 A_{10} が発生しないように、すなわち、第 2 のショット領域 S_2 中の領域 A_9 が、液浸空間 LS の外側に配置されるように、第 2 移動情報を算出する。本実施形態の第 2 移動情報算出部 126 は、第 1 のショット領域 S_1 の露光終了から第 2 のショット領域 S_2 の露光開始までの期間の少なくとも一部において、液浸空間 LS の空間 A_8 が第 2 のショット領域 S_2 と接触しなくなるように、第 2 移動情報を算出する。

[0194] 図 9 (d) に示すように、第 2 移動情報に従って基板 P を移動すると、次に露光される第 2 のショット領域 S_2 の露光開始前に、第 2 のショット領域 S_2 に含まれる領域 A_9 が液浸空間 LS の外側に配置されるので、第 2 のショット領域 S_2 の露光中の液浸空間 LS (投影領域 PL) 内に気泡が存在しなくなる、あるいは気泡が存在する確率が低下する。

[0195] なお、第 1 のショット領域 S_1 の露光終了後、走査方向 (Y 方向) のステップ移動の距離は、「第 2 のショット領域 S_2 に含まれる領域 A_9 が液浸空間 LS の外側に配置される」という条件を満たすように、ショット領域の大きさ (方向の長さ) や液浸空間 LS の大きさ、形状などを考慮して算出される。また、オーバースキャン手法は、例えば、第 1 のショット領域 S_1 と第 2 のショット領域 S_2 との間に、第 3 のショット領域があるものとして移動情報を算出する手法を含む。シミュレータ 105 は、例えば、ショットマップ情報が示すショット領域に加えて第 3 のショット領域があるものとして、第 1 移動情報算出部 123 が移動情報を算出することによって、実質的にオーバースキャン手法が考慮された移動情報 (第 2 移動情報) を算出してもよ

し。この場合に、第 1 移動情報算出部 123 は、第 2 移動情報算出部 126 を兼ねていてもよい。なお、第 3 のショット領域は、露光光が照射されない領域であつてもよいし、露光光が照射される領域であつてもよい。

[0196] 以上のように本実施形態において、第 2 移動情報が示す基板 P の第 2 の移動経路は、第 1 移動情報が示す第 1 の移動経路と比較して、第 1 のショット領域 S1 から第 2 のショット領域 S2 までの経路が長いので、液浸空間 LS が第 1 のショット領域 S1 から第 2 のショット領域 S2 まで移動する時間が長くなる。

[0197] なお、第 2 移動情報算出部 126 は、第 1 移動情報に基づいて基板 P を移動しながら、第 1 のショット領域 S1、第 2 のショット領域 S2 を順次露光する際に、液体情報が所定の条件を満たす領域が発生してしまう場合に、その領域で、残留液体の発生と液浸空間 LS 中の気泡の発生の少なくとも一方が防止されるように、基板 P のステップ移動速度と走査露光速度の一方または両方を、第 1 移動情報に基づく速度よりも遅くしてもよい。基板 P のステップ移動速度と走査露光速度の一方又は双方を遅くする手法をリデューススキップ手法と呼ぶことにする。例えば、図 8 (b) に示したように、第 1 移動情報に基づいて基板 P を移動した場合に、領域 A4 が発生してしまう場合には、液浸空間 LS が間隙 Ga 上に形成されている期間の少なくとも一部における基板 P のステップ移動速度と走査露光速度の少なくとも一方が第 1 移動情報に基づく速度よりも遅くなるように、第 2 移動情報が算出されてもよい。例えば、図 8 (b) の例では、第 1 のショット領域 S1 の露光終了後、第 2 のショット領域 S2 の露光開始前の、基板 P の -X 方向へのステップ移動速度と、+Y 方向へのステップ移動速度の少なくとも一方を遅くする。なお、例えば、図 8 (b) の例において、第 2 のショット領域 S2 の露光開始後も液浸空間 LS が間隙 Ga 上に存在する場合には、第 2 のショット領域 S2 の走査露光速度を遅くしてもよい。必要であれば、第 1 のショット領域 S1 の走査露光速度、あるいは第 1 のショット領域 S1 の露光終了後の -Y 方向へのステップ移動速度を遅くしてもよい。このように、液浸空間 LS が間

隙 G a 上に形成されている期間の少なくとも一部における基板 P のステップ移動速度と走査露光速度の少なくとも一方を遅くすることによって、例えば図 8 (b) のように、基板 P の外側に形成された液浸空間 L S の界面 1 3 1 と間隙 G a との距離が小さくても、基板 P 上に残留液体が発生するのを防止、あるいは抑制することができる。

[01 98] また、例えば、図 9 に示したように、第 1 移動情報に基づいて基板 P を移動した場合に、領域 A 9、A 10 が発生してしまう場合には、液浸空間 L S が間隙 G a 上に形成されている期間の少なくとも一部における基板 P のステップ移動速度と走査露光速度の少なくとも一方が第 1 移動情報に基づく速度よりも遅くなるように、第 2 移動情報が算出されてもよい。例えば、図 9 の例では、第 1 のショット領域 S 1 の露光前の基板 P の + Y 方向へのステップ移動速度を遅くする。すなわち、液浸空間 L S の空間 A 8 が間隙 G a (水没領域 A 7) 上に形成されている、第 1 のショット領域 S 1 の露光前の基板 P の + Y 方向へのステップ移動中の速度を遅くする。なお、例えば、図 9 の例において、第 1 のショット領域 S 1 の露光開始後も液浸空間 L S の空間 A 8 が間隙 G a 上に存在する場合には、第 1 のショット領域 S 1 の走査露光速度を遅くしてもよい。必要であれば、第 1 のショット領域 S 1 の露光開始前の + X 方向へのステップ移動速度、あるいは第 1 のショット領域 S 1 の露光開始前の - Y 方向へのステップ移動速度を遅くしてもよい。このように、液浸空間 L S が間隙 G a 上に形成されている期間の少なくとも一部における基板 P のステップ移動速度と走査露光速度の少なくとも一方を遅くすることによって、例えば図 9 に示したように、再水没領域 A 7 上を液浸空間 L S が移動する場合にも、液浸空間 L S 中に気泡が発生するのを防止、あるいは抑制することができる。

[01 99] また、第 1 移動情報に基づいて基板 P を移動しながら、第 1 のショット領域 S 1、第 2 のショット領域 S 2 を順次露光する際に、液体情報が所定の条件を満たす領域が発生してしまう場合に、第 2 移動情報算出部 1 2 6 は、第 1 のショット領域 S 1 の露光終了後、第 2 のショット領域 S 2 の露光開始ま

での期間の一部において基板 P を停止するように、第 2 移動情報を算出してもよい。このステップ移動中に基板 P を停止させる手法を、ポーズ手法と呼ぶことにする。例えば図 8 (b) のように、基板 P の外側に形成された液浸空間 L S の界面 131 と間隙 G a との距離が小さくても、基板 P を停止させているため、基板 P の外側の界面 131 の変形が少なくなった後に、その界面 131 が間隙 G a 上を通過するため、基板 P 上に残留液体が発生したり、液浸空間 L S 中に気泡が発生したりするのを防止、あるいは抑制することができる。また、図 9 に示した例においても、第 1 のショット領域の露光終了後に基板 P を停止することによって、第 2 のショット領域 S 2 内の領域 A 9 が液浸空間 L S の外側に配置されるようにしてもよい。

[0200] なお、上述したようなオーバースキャン、リデューススキャン、ポーズ等の手法は、いずれか 1 つを単独で用いてもよいし、2 以上を組み合わせ用いてもよい。

[0201] なお、上述手法において、あるいは上述の手法とは別に、例えば、第 1 のショット領域 S 1 から第 2 のショット領域 S 2 までの経路において、第 2 移動情報に規定される基板 P の速度の絶対値の時間平均値が、第 1 移動情報に規定される基板 P の速度の絶対値の時間平均値よりも小さくするようにしてもよいし、また、第 1 のショット領域 S 1 から第 2 のショット領域 S 2 までの経路において、第 2 移動情報に規定される基板 P の加速度の絶対値の時間平均値が、第 1 移動情報に規定される基板 P の加速度の絶対値の時間平均値よりも小さくてもよい。

[0202] 本実施形態において、第 2 移動情報算出部 126 は、分離液体の発生を抑制するように調整された移動経路と、気泡の残留を抑制するように調整された移動経路とが決定されるように、第 2 移動情報を算出する。

[0203] 本実施形態の第 2 移動情報算出部 126 は、検査情報に基づいて、第 2 移動情報を算出してもよい。本実施形態の検査情報は、第 1 移動情報に基づいて基板 P を移動させながら露光した基板 P を図 1 に示した検査装置 103 が検査した結果を示す情報を含む。本実施形態において、検査装置 103 が検

査した結果を示す情報は、分離液体の残留により露光不良が発生したショット領域の位置を示す情報を含む。例えば、第2移動情報算出部126は、検査情報が分離液体の残留を示すショット領域において分離液体の残留が抑制されるように、第2移動情報を算出してもよい。

[0204] 本実施形態において、検査装置103が検査した結果を示す情報に、液浸空間LSへの気泡の混入により露光不良が発生したショット領域の位置を示す情報が含まれる場合には、第2移動情報算出部126は、検査情報が液浸空間LSへの気泡の混入を示すショット領域において気泡の残留が抑制されるように、第2移動情報を算出してもよい。

[0205] また、本実施形態の検査情報に、露光装置EXの第1検出システム7が検出した結果を示す情報が含まれる場合には、第2移動情報算出部126は、検査情報が分離液体の残留を示すショット領域において分離液体の残留が抑制されるように、第2移動情報を算出してもよい。

[0206] なお、本実施形態のシミュレータ105は、液浸空間LSが形成される対向領域A1の各領域における液浸空間LSに関する情報を算出してもよい。例えば、本実施形態のシミュレータ105は、カバー部材21とスケール部材22との間の間隙Gbをまたぐ液浸空間Aに関する情報を算出することもできる。

[0207] 図12は、本実施形態の移動軌跡及び液浸空間の他の例を示す図である。図12に示す例では、第1のショット領域S1がカバー部材21とスケール部材22との間の間隙Gbの近くに配置されているので、第1のショット領域S1に対する露光の終了時から第2のショット領域S2に対する露光の開始時までの期間の少なくとも一部において、液浸空間LSが間隙Gbをまたぐ場合がある。

[0208] 本実施形態において、基板Pとカバー部材21との間隙Gaに関して説明したのと同様に、間隙Gbをまたいでいる液浸空間LSの界面131から間隙Gbまでの距離L2が閾値未満であると、分離液体が発生する可能性がある。本実施形態において、シミュレータ105は、間隙Gbのうち距離L2

が閾値未満となる部分の位置を示す領域情報を算出してもよい。また、シミュレータ 105 は、間隙 G b のうち距離 L 2 が閾値未満となる第 2 部分に対して、液浸空間 L S のうち基板 P の外側に配置されている第 2 空間の位置を示す領域情報を算出してもよい。また、シミュレータ 105 は、基板ステージ 2 P の移動によって液浸空間 L S の第 2 空間と接触するカバー部材 2 1 の領域の位置を示す領域情報を算出してもよい。また、シミュレータ 105 は、基板ステージ 2 P の移動によって液浸空間 L S の第 2 空間と接触する基板 P の領域の位置を示す領域情報を算出してもよい。また、シミュレータ 105 は、間隙 G b の周囲において分離液体の発生が抑制されるように、第 2 移動情報を算出してもよい。

[0209] また、シミュレータ 105 は、液浸空間 L S が形成される対向領域 A 1 が間隙を含んでいない場合に、この対向領域 A 1 における液浸空間 L S に関する情報を算出してもよい。また、シミュレータ 105 は、露光処理を行うときの液浸空間 A に関する情報の他に、露光処理以外の動作時の対向領域 A 1 における液体に関する情報を算出してもよい。例えば、シミュレータ 105 は、計測ステージ 2 C 上の対向領域 A 1 における液体の情報を算出してもよい。シミュレータ 105 は、基板ステージ 2 P 上と計測ステージ 2 C 上の一方又は双方の対向領域 A 1 において、液浸空間 L S を形成する液体 L Q とは別の液体に関する情報を算出してもよい。例えば、シミュレータ 105 は、対向領域 A 1 を洗浄するために対向領域 A 1 上に配置された液体に関する情報を算出してもよい。

[0210] 本実施形態において、図 7 に示した画像情報算出部 127 は、情報格納部 111 に格納されている各種の情報を画像として表示するための画像情報を算出（生成）する。画像情報算出部 127 は、例えばオペレータからの指令により、オペレータが指定する表示対象の情報を情報格納部 111 から取得する。そして、画像情報算出部 127 は、取得した情報に基づいて、この情報に対応するグラフ、表等が描かれた画像を示す画像情報を算出する。本実施形態において、画像情報算出部 127 は、算出した画像情報を画像情報格

納部 122 に格納する。

[021 1] 図 13 は、本実施形態の水没回数を示す画像 $Im1$ の例を示す図である。

本実施形態の画像情報算出部 127 は、例えばオペレータから水没回数の表示の指令を受けると、領域情報格納部 120 から対向領域 A1 の間隙 (例えば間隙 Ga) における水没回数の分布を示す情報を取得する。本実施形態の画像情報算出部 127 は、水没回数の分布を示す情報に基づいて、間隙 Ga の各位置を液浸空間 LS がまたぐ回数に応じて、水没回数異なる位置を区別して表示するための画像情報を算出する。本実施形態において、画像情報算出部 127 は、水没回数の違いにより間隙 Ga の各位置を表示する色と明るさの一方又は双方異なる画像になるように、画像情報を形成する。本実施形態において、画像情報算出部 127 は、各時刻における水没回数の分布を示す画像を形成し、このような画像を時刻順に並べることによって、動画形式の画像情報を出力することもできる。

[021 2] 図 14 は、本実施形態の水没回数を示す画像 $Im2$ の例を示す図である。

本実施形態の画像情報算出部 127 は、例えばオペレータから水没時間の表示の指令を受けると、領域情報格納部 120 から対向領域 A1 の間隙 (例えば間隙 Ga) の各位置の水没時間を示す水没時間情報を取得する。本実施形態の画像情報算出部 127 は、水没時間情報に基づいて、間隙 Ga の各位置における水没時間を示す図形が基板 P の中心 133 と間隙 Ga の各位置との線上に配置された画像を示す画像情報を算出する。例えば、中心 133 の周りの回転位置について、適宜選択される基準線 134 からの第 2 位置 135 の回転角が θ [°] であるとする。本実施形態において、領域情報格納部 120 は、中心 133 を起点とし、基準線からの回転角が θ [°] であって、水没時間に比例する長さのベクトル v の終点 136 の位置に、第 2 位置 135 の水没時間を示すプロットを作成する。本実施形態の領域情報格納部 120 は、回転角が 0° から 360° の範囲から適宜選択される複数の第 2 位置 135 のそれぞれについて水没時間を示すプロットを作成する。本実施形態において、領域情報格納部 120 は、複数のプロットを回転角の順に結ぶ平

滑線 137 を例えばスプライン補間等によって作成する。本実施形態の領域情報格納部 120 は、例えば基板 P を示す図形、間隙 G a を示す図形、平滑線 137 を示す図形等を含んだ画像に対応する画像情報を算出する。

[021 3] 本実施形態の画像情報算出部 127 は、例えばオペレータから指定された 1 点又は 2 点以上の位置について、上述したような水没時間を示すベクトルが表示するように、画像情報を算出することもできる。また、本実施形態の画像情報算出部 127 は、水没時間を示すベクトルと水没時間を示す文字情報を併せて表示するように、画像情報を算出することもできる。本実施形態において、画像情報算出部 127 は、各時刻における水没時間の分布を示す画像を形成し、このような画像を時刻順に並べることによって、動画形式の画像情報を出力することもできる。

[0214] 本実施形態の画像情報算出部 127 は、水没回数を示す画像、水没時間を示す画像の他に、ショットマップ情報、第 1 移動情報、計算条件情報、液体情報、領域情報、検査情報、第 2 移動情報等の各種の情報の少なくとも 1 つを示す画像を生成することもできる。例えば、本実施形態の画像情報算出部 127 は、露光中に液浸空間 L S に気泡が存在する確率に応じて、複数のショット領域を区別して表示するための画像を形成することができる。また、例えば、本実施形態の画像情報算出部 127 は、分離液体が残留する確率に応じて、複数のショット領域を区別して表示するための画像を形成することができる。本実施形態の画像情報算出部 127 は、上述のような各種の情報の 1 項目を示す画像を生成することができ、また、複数の項目を併せて示す画像を生成することもできる。

[021 5] ところで、図 1 に示したように、本実施形態において、デバイス製造システム 100 は、複数の基板処理装置 102 を備え、複数の基板処理装置 102 において動作条件がばらつくことがありえる。本実施形態において、情報算出部 112 は、複数の基板処理装置 102 における代表的な動作条件を示す情報に基づいて、各種の情報を算出する。代表的な動作条件は、複数の基板処理装置 102 における平均値であってもよいし、最低値であってもよく

、最高値であってもよい。本実施形態において、比較部 113 は、情報算出部 112 が算出した情報と装置情報とを比較し、例えば情報算出部 112 が算出した情報が装置情報と整合するか否かを判定する。例えば、本実施形態において、第 2 移動情報算出部 126 は、代表的な動作条件に基づいて第 2 移動情報を算出し、比較部 113 は、各基板処理装置 102 の基板ステージ 2P が第 2 移動情報に従って基板 P を移動できるか否かを判定する。本実施形態の比較部 113 は、いずれかの基板処理装置 102 の基板ステージ 2P が第 2 移動情報に従って基板 P を移動できないと判定した場合に、警告を示す情報を発信することができる。また、本実施形態の比較部 113 は、例えば計算条件情報格納部 116 に格納されている装置情報を調整（更新）し、更新された装置情報に基づいて第 2 移動情報算出部 126 に第 2 移動情報を算出させることもできる。なお、情報算出部 112 は、各基板処理装置 102 の装置情報に基づいて、基板処理装置 102 ごとに各種の情報を算出してもよい。

[021 6] 本実施形態において、シミュレータ 105 は、例えば比較部 113 で、情報算出部 112 が算出した分離液体に関する情報と、第 1 検出システム 7 による検出の結果を示す情報とを比較してもよい。例えば、比較部 113 は、分離液体の残留しやすさの分布を情報算出部 112 が算出した結果と、分離液体の残留の分布を第 1 検出システム 7 が検出した結果とを比較する。また、比較部 113 での比較結果に基づいて、情報算出部 112 による算出の結果が第 1 検出システム 7 による検出の結果に近づくように、分離液体の残留しやすさの分布を算出する上での係数等を調整（更新）してもよい。このような比較処理は、シミュレータ 104 以外の装置に実行されてもよく、例えば上位制御装置 104 により実行されてもよいし、露光装置 EX の制御装置 105 により実行されてもよい。

[021 7] 本実施形態において、シミュレータ 105 は、例えば比較部 113 で、情報算出部 112 が算出した気泡に関する情報と、検査装置 103 による検査の結果を示す情報とを比較してもよい。例えば、比較部 113 は、露光中の

液浸空間 L S に気泡が存在する確率の分布を情報算出部 112 が算出した結果と、露光処理が施された基板 P において露光不良が発生した領域の分布を検査装置 103 が検出した結果とを比較する。また、比較部 113 での比較結果に基づいて、情報算出部 112 による算出の結果が検査装置 103 による検出の結果に近づくように、露光中の液浸空間 L S に気泡が存在する確率の分布を算出する上での係数等を調整（更新）してもよい。このような比較処理は、シミュレータ 104 以外の装置に実行されてもよく、例えば上位制御装置 104 により実行されてもよいし、露光装置 E X の制御装置 105 により実行されてもよい。

[021 8] 本実施形態において、シミュレータ 105 は、例えば比較部 113 で、上述したように更新した係数等を計算条件情報格納部 116 に格納してもよい。本実施形態において、情報算出部 112 は、更新された計算条件情報に基づいて、各種の情報の算出をやり直すこともできる。例えば、更新された情報に基づいて、第 3 移動情報を算出してもよい。第 3 移動情報は、基板ステージ 2 P（基板 P）の位置情報、速度情報、加速度情報の少なくとも一つを含む。例えば、第 2 移動情報算出部 126 は、第 2 移動情報に従って移動させた基板 P を検査した情報に基づいて第 3 移動情報を算出することができる。また、第 2 移動情報算出部 126 は、第 2 移動情報に従って移動しながら露光処理が施された基板 P を検査装置 103 が検査した結果に基づいて、分離液体の残留、液浸空間 L S への気泡の混入等による露光不良が減少するように、第 3 移動情報を算出することもできる。また、第 2 移動情報算出部 126 は、第 2 移動情報に従って移動する基板 P 上の液体の動きを第 1 検出システム 7 が検出した結果に基づいて、分離液体の残留が減少するように、第 3 移動情報を算出してもよい。なお、第 3 移動情報を算出する際に基板口の移動経路を調整する手法は、例えば、上述したようなオーバースキャン手法、リデューススキャンスピード手法、ポーズ手法等の 1 つを単独で用いる手法でもよいし、2 つ以上を組み合わせて用いる手法でもよい。

[021 9] 本実施形態において、図 7 に示した出力部 114 は、情報格納部 111 に

格納されている情報の少なくとも一部を、シミュレータ 105 の外部に出力する。例えば、本実施形態の出力部 114 は、情報格納部 111 に格納されている第 2 移動情報を上位制御装置 104 に出力する。本実施形態において、上位制御装置 104 は、出力部 114 が出力した第 2 移動情報を露光装置 EX の制御装置 4 に出力する。すなわち、第 2 移動情報は、シミュレータ 105 から上位制御装置 104 を介して露光装置 EX に出力される。露光装置 EX は、シミュレータ 105 から供給された第 2 移動情報に従って基板ステージ 2 P を移動させる。本実施形態の出力部 114 は、情報格納部 111 に格納されている情報を、光学ディスク、メモリ装置等の記録媒体に出力することもできる。

[0220] また、本実施形態の出力部 114 は、情報格納部 111 に格納されている画像情報を図示略の表示装置に出力する。この表示装置は、出力部 114 から出力された画像情報に従って、情報格納部 111 に格納されている各種の情報を示す画像を表示する。この表示装置は、例えば、シミュレータ 105 に併設されていてもよいし、上位制御装置 104 に併設されていてもよく、露光装置 EX 等に併設されていてもよい。例えば、本実施形態の出力部 114 は、情報格納部 111 に格納されている画像情報を上位制御装置 104 に出力し、上位制御装置 104 は、情報格納部 111 に格納されている各種の情報を示す画像を表示装置に表示させてもよい。また、この表示装置は、デバイス製造システム 100 の外部の装置であってもよい。

[0221] なお、シミュレータ 105 が出力する情報は、上述したような各種の情報のうち 1 項目でもよいし、2 項目以上でもよい。また、シミュレータ 105 が出力する情報は、対向領域 A1 の一部の領域に関する情報のみを出力してもよいし、対向領域 A1 の全体の領域に関する情報を出力してもよい。例えば、シミュレータ 105 は、オペレータの指令等により指定された特定の領域についての情報を出力してもよい。

[0222] 次に、図 15 を参照しつつ、シミュレータ 105 として機能するコンピュータの構成例について説明する。図 15 は、シミュレータ 105 をコンピュ

ータ等の電子情報処理装置で構成した場合のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0223] 図15に示すコンピュータ140は、CPU (Central Processing Unit) 周辺部と、入出力部と、レガシー入出力部とを備える。CPU周辺部は、ホスト'コントローラ141により相互に接続されるCPU142、RAM (Random Access Memory) 143、及びグラフィック・コントローラ144を備える。入出力部は、入出力コントローラ145によりホスト'コントローラ141に接続される通信インターフェース146、ハードディスクドライブ147、及び光学ディスクドライブ148を備える。レガシー入出力部は、入出力コントローラ145に接続されるROM (Read Only Memory) 149、及び入出力チップ150を有する。

[0224] ホスト'コントローラ141は、RAM143と、高い転送レートでRAM143をアクセスするCPU142、及びグラフィック・コントローラ144とを接続する。CPU142は、ROM149、及びRAM143に格納されたプログラムに基づいて動作して、各部の制御をする。グラフィック・コントローラ144は、CPU142等がRAM143内に設けたフレーム・バッファ上に生成する画像データを取得して、表示装置151上に表示させる。これに代えて、グラフィック・コントローラ144は、CPU142等が生成する画像データを格納するフレーム・バッファを、内部に含んでもよい。

[0225] 入出力コントローラ145は、ホスト'コントローラ141と、比較的高速な入出力装置であるハードディスクドライブ147、通信インターフェース146、光学ディスクドライブ148を接続する。ハードディスクドライブ147は、CPU142が使用するプログラム、及びデータを格納する。通信インターフェース146は、ネットワーク通信装置152に接続してプログラム又はデータを送受信する。光学ディスクドライブ148は、光学ディスクからプログラム又はデータを読み取り、RAM143を介してハード

ディスクドライブ 147、及び通信インターフェース 146 に提供する。

[0226] 入出力コントローラ 145 は、ROM 149、及び入出力チップ 150 の比較的低速な入出力装置が接続される。ROM 149 は、シミュレータ 105 が起動時に実行するブート・プログラム、あるいはシミュレータ 105 のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。入出力チップ 150 は、パラレル・ポート、シリアル・ポート、キーボード・ポート、マウス・ポート等を介して、キーボード、マウス、トラックボール、タッチパネル等の各種の入力装置 153 を接続する。

[0227] CPU 142 が実行するプログラムは、光学ディスク、IC (Integrated Circuit) カード等の記録媒体に格納され、利用者によって提供される。記録媒体に格納されたプログラムは圧縮されていても非圧縮であってもよい。プログラムは、記録媒体からハードディスクドライブ 147 にインストールされ、RAM 143 に読み出されて CPU 142 により実行される。CPU 142 により実行されるプログラムは、コンピュータ 140 を、図 7 に示したシミュレータ 105 の各機能部として機能させる。

[0228] すなわち、本実施形態において、上記のプログラムは、物体に液浸空間を介して露光光を照射する光学部材に対向可能な第 1 面における液浸空間に関する情報をコンピュータに算出させるプログラムであって、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体と光学部材との間の液体について、物体を移動させたときの物体上での液体の動きに関する液体情報を算出することと、物体の表面のうち液体情報が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出することと、を実行させる。

[0229] 本実施形態において、上記のプログラムは、物体に液浸空間を介して露光光を照射する光学部材に対向可能な第 1 面における液浸空間に関する情報をコンピュータに算出させるプログラムであって、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体と光学部材との間の液体について、物体の移動を示す第 1 移動情報に基づいて、物体上での液体の動きに関する液体情報を算出することと、液体情報に基づいて、物体の移動を示す第 2 移動情報

を算出することと、を実行させてもよい。

[0230] 本実施形態において、上記のプログラムは、物体に液浸空間を介して露光光を照射する光学部材に対向可能な物体における液体に関する情報をコンピュータに算出させるプログラムであって、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体と光学部材との間の液体について、第1移動情報に従って移動させた物体における液体の残留を検査した結果に基づいて、物体の移動を示す第2移動情報を算出することを実行させ、第1移動情報が示す第1のショット領域から第2のショット領域までの第1経路に液体の残留が検出されている場合に、第2移動情報は、第1のショット領域から第2のショット領域までの経路が、第1経路よりも長くなるように算出されてもよい。

[0231] 本実施形態において、上記のプログラムは、物体に液浸空間を介して露光光を照射する光学部材に対向可能な物体における液体に関する情報をコンピュータに算出させるプログラムであって、コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する基板と光学部材との間の液体について、第1移動情報に従って移動させながら露光した基板の露光不良を検査した結果に基づいて、基板の移動を示す第2移動情報を算出することを実行させ、基板のショット領域に露光不良が検出されている場合に、第2移動情報は、第1移動情報と比較してショット領域に至る基板の経路が長くなるように、算出されてもよい。

[0232] なお、露光装置EXの制御装置4は、上述のようなコンピュータを含んでもよい。また、デバイス製造システム100の上位制御装置104は、上述のようなコンピュータを含んでもよい。

[0233] 以上に示したプログラムは、外部の記憶媒体に格納されてもよい。記憶媒体としては、フレキシブルディスク、CD-ROMの他に、DVD (Digital Versatile Disk) 又はPD (Phase Disk) 等の光学記録媒体、MD (MiniDisk) 等の光磁気記録媒体、テープ媒体、ICカード等の半導体メモリ等を用いることができる。本実施形

態において、コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等を含む。また、コンピュータ140は、通信回線によってプログラムが配信され、この配信に応じて当該プログラムを実行してもよい。また、シミュレータ105の少なくとも1つは、ASIC等のハードウェアによって構成されていてもよい。

[0234] 次に、本実施形態の情報算出方法について説明する。図16は、本実施形態の情報算出方法を示すフローチャートである。本実施形態の情報算出方法は、例えば、上述したようなシミュレータ105により実行可能である。

[0235] 本実施形態において、図7に示したシミュレータ105の第1移動情報算出部123は、図16に示すステップ160において、ショットマツプ情報に基づいて第1移動情報を算出する。本実施形態において、液体情報算出部124は、ステップ161において第1移動情報に基づいて液体情報を算出する。本実施形態において、領域情報算出部120は、ステップ162において液体情報に基づいて領域情報を算出する。本実施形態において、第2移動情報算出部126は、ステップ163において、領域情報に基づいて第2移動情報を算出する。

[0236] 次に、本実施形態のデバイス製造方法について説明する。図17は、本実施形態のデバイス製造方法を示すフローチャートである。本実施形態のデバイス製造方法は、例えば、上述したようなデバイス製造システム100により実行可能である。

[0237] 半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図17に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、上述の実施形態に従って、マスクのパターンからの露光光で基板を露光すること、及び露光された基板を現像することを含む基板処理（露光処理）を含む基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの

加工プロセスを含む) 205、検査ステップ206等を経て製造される。

[0238] 以上のような本実施形態の情報算出方法は、液浸空間LSの動きに関する情報を算出するので、例えば液浸空間LSからの液体の分離、液浸空間LSへの気泡の混入を推定することができ、露光不良の発生を抑制できる。また、本実施形態の情報算出方法は、液浸空間LSの界面131と物体との関係を所定の条件と比較することによって、例えば液浸空間LSからの液体の分離、液浸空間LSへの気泡の混入を推定することができ、液浸空間LSの内部の流場を解く必要性が低くなり、情報の算出に要する負荷を減らすことができる。また、実施形態の情報算出方法は、液浸空間LSの界面131と物体との関係が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出するので、例えば液浸空間LSから液体が分離しやすい領域、液浸空間LSへの気泡の混入しやすい領域の情報を得ることができる。また、本実施形態の情報算出方法は、液体情報に基づいて第2移動情報を算出するので、例えば対向面130における分離液体の残留、液浸空間LSにおける気泡の残留等を抑制できる。結果として、本実施形態の露光装置EX及び露光方法は、露光不良の発生を抑制することができる。また、本実施形態のデバイス製造システム100及びデバイス製造方法は、不良デバイスの発生を抑制できる。

[0239] なお、シミュレータ105は、上述したような各種の情報を算出しているが、各種の情報の少なくとも一部を算出しなくてもよい。この場合に、シミュレータ105の少なくとも一部は、省略されていてもよい。また、シミュレータ105が算出する上述のような各種の情報の利用方法は、一例であって、上述の例に限定されない。

[0240] 例えば、本実施形態のシミュレータ105は、第1移動情報を算出しているが、第1移動情報を算出しなくてもよい。例えば、シミュレータ105とは別の装置が第1移動情報を算出し、シミュレータ105は、第1移動情報を別の装置から取得してもよい。この場合に、シミュレータ105は、例えばショットマップ情報格納部115、第1移動情報算出部118等を備えていなくてもよい。また、第1移動情報を算出する装置は、例えば、露光装置

EXの一部であってもよいし、デバイス製造システム100において露光装置EX以外の装置であってもよく、デバイス製造システム100の外部の装置であってもよい。また、第1移動情報は、ショットマツプ情報に基づくことなく算出されてもよいし、算出されなくてもよい。例えば、シミュレータ105は、適宜設定された第1移動情報に基づいて、情報を算出してもよい。

[0241] また、本実施形態のシミュレータ105は、液体情報を算出しているが、液体情報を算出しなくてもよい。例えば、シミュレータ105は、第1移動情報に従って移動させた物体における液体の残留を検査した結果に基づいて、例えばオーバースキャン等の手法によって液体の残留が抑制されるように、第2移動情報を算出してもよい。また、例えば、シミュレータ105は、第1移動情報に従って移動させながら露光した基板の露光不良を検査した結果に基づいて、例えばオーバースキャン等の手法によって気泡の混入、液体の残留等が抑制されるように、第2移動情報を算出してもよい。このような場合に、シミュレータ105は、液体の動きを推定しなくてもよいし、液体情報算出部124を備えていなくてもよい。

[0242] また、本実施形態のシミュレータ105は、領域情報を算出しているが、領域情報を算出しなくてもよい。例えば、シミュレータ105は、液体情報から領域情報を算出することなく、液体情報から直接的に第2移動情報を算出してもよい。このような場合に、シミュレータ105は、領域情報算出部125を備えていなくてもよい。

[0243] また、本実施形態のシミュレータ105は、第2移動情報を算出しているが、第2移動情報を算出しなくてもよい。例えば、オペレータは、第2移動情報を用いなくてもよく、液体情報に基づいてショット領域の配置を調整してもよい。また、第2移動情報は、シミュレータ105とは別の装置によって算出されてもよい。この場合に、第2移動情報を算出する装置は、露光装置EXの一部であってもよいし、デバイス製造システム100において露光装置EX以外の装置であってもよく、デバイス製造システム100の外部の

装置であってもよい。また、露光装置EXは、シミュレータ105から第2移動情報が供給されなくてもよい。露光装置EXは、シミュレータ105から第2移動情報が供給されることなく、例えばオーバースキャン、リデューススキャンスピード、ポーズ、ダミーショット等の動作を行って、例えば分離液体の発生、液浸空間LSにおける気泡の残留等を抑制してもよい。

[0244] また、本実施形態のシミュレータ105は、画像情報を算出しているが、画像情報を算出しなくてもよい。例えば、シミュレータ105は、液体情報、領域情報、第2移動情報等を数値データで出力してもよい。画像情報は、シミュレータ105とは別の装置によって算出されてもよく、この別の装置は、露光装置EXの一部であってもよいし、デバイス製造システム100において露光装置EX以外の装置であってもよく、デバイス製造システム100の外部の装置であってもよい。

[0245] 本実施形態のシミュレータ105は、気泡に関する情報を算出しているが、気泡に関する情報を算出しなくてもよい。例えば、シミュレータ105が出力する情報に基づいて、オペレータが液浸空間LSへの気泡の混入、残留等を推定してもよい。また、本実施形態のシミュレータ105は、液浸空間LSからの液体LQの分離に関する情報を算出しているが、液浸空間LSからの液体LQの分離に関する情報を算出しなくてもよい。例えば、シミュレータ105が出力する情報に基づいて、オペレータが液浸空間LSからの液体LQの分離、対向面130における分離液体の残留等を推定してもよい。

[0246] なお、本実施形態において、シミュレータ105は、検査情報及び装置情報を取得しているが、検査情報と装置情報の一方又は双方を取得しなくてもよい。例えば、シミュレータ105は、検査情報と装置情報の一方又は双方を情報の算出に用いなくてもよいし、算出した情報を検査情報と装置情報の一方又は双方と比較しなくてもよい。

[0247] なお、本実施形態において、シミュレータ105は、上位制御装置104と別の装置であるが、シミュレータ105の少なくとも一部は、上位制御装置104に含まれていてもよいし、露光装置EXに含まれていてもよく、デ

バイス製造システム 100 のうち上位制御装置 104、露光装置 EX 以外の装置に含まれていてもよい。

[0248] なお、本実施形態において、終端光学素子 12 に対向する物体は、間隙 G a 及び間隙 G b を含んでいるが、間隙 G a と間隙 G b の一方又は双方を含んでいなくてもよいし、間隙 G a と間隙 G b 以外の間隙を含んでいてもよい。また、露光装置 EX は、カバー部材 21 とスケール部材 22 の一方又は双方を備えていなくてもよい。シミュレータ 105 は、物体が間隙を有していない場合の液浸空間 LS に関する情報を算出してもよい。また、液浸空間 LS における液体の分離等の各種の現象が発生する条件を実験的な手法、CFD 的な手法等により求めておき、シミュレータ 105 は、算出した液体の動きに関する情報と各種の現象が発生する条件とを比較して、現象の発生の有無を推定してもよい。

[0249] なお、上述の各実施形態においては、投影光学系 PL の終端光学素子 12 の射出側（像面側）の光路が液体 L Q で満たされているが、例えば国際公開第 2004/019128 号に開示されているように、終端光学素子 12 の入射側（物体面側）の光路も液体 L Q で満たされる投影光学系 PL を採用することができる。

[0250] なお、上述の各実施形態においては、液体 L Q として水を用いているが、水以外の液体であってもよい。液体 L Q としては、露光光 EL に対して透過性であり、露光光 EL に対して高い屈折率を有し、投影光学系 PL あるいは基板 P の表面を形成する感光材（フォトリソグ）などの膜に対して安定なものが好ましい。例えば、液体 L Q として、ハイドロフロロエーテル（HFE）、過フッ化ポリエーテル（PFPE）、フロンオイル等を用いることも可能である。また、液体 L Q として、種々の流体、例えば、超臨界流体を用いることも可能である。

[0251] なお、上述の各実施形態の基板 P としては、半導体デバイス製造用の半導体ウェハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウェハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチ

クルの原版（合成石英、シリコンウェハ）等が適用される。

[0252] 露光装置 EX としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニングステツパ）の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステツパ）にも適用することができる。

[0253] さらに、ステップ・アンド・リピート方式の露光において、第 1 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第 1 パターンの縮小像を基板 P 上に転写した後、第 2 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第 2 パターンの縮小像を第 1 パターンと部分的に重ねて基板 P 上に一括露光してもよい（ステイツチ方式の一括露光装置）。また、ステイツチ方式の露光装置としては、基板 P 上で少なくとも 2 つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板 P を順次移動させるステップ・アンド・ステイツチ方式の露光装置にも適用できる。

[0254] また、例えば米国特許第 6 6 1 1 3 1 6 号に開示されているように、2 つのマスクのパターンを、投影光学系を介して基板上で合成し、1 回の走査露光によって基板上の 1 つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置などにも本発明を適用することができる。また、プロキシミティ方式の露光装置、ミラープロジェクション・アライナーなどにも本発明を適用することができる。

[0255] また、露光装置 EX が、例えば米国特許第 6 3 4 1 0 0 7 号、米国特許第 6 2 0 8 4 0 7 号、及び米国特許第 6 2 6 2 7 9 6 号等を開示されているような、複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置でもよい。例えば、図 1 8 に示すように、露光装置 EX が 2 つの基板ステージ 2 P a、2 P b を備えている場合、射出面 1 3 と対向するように配置可能（液浸空間 LS を形成可能）な物体は、一方の基板ステージ、その一方の基板ステージの基板保持部に保持された基板、他方の基板ステージ、及びその他方の基板

ステージの基板保持部に保持された基板の少なくとも一つを含む。また、第2の基板ステージ2 P bは、第1の基板ステージ2 P aの周囲に、第1の基板ステージ2 P aと間隙を介して、又は実質的に間隙を有さないで配置されていてもよい。この場合に、液浸空間L Sは、第1の基板ステージ2 P a上と第2の基板ステージ2 P b上とにわたって移動してもよい。上述したシミュレータ105は、このような液浸空間L Sに関する情報を算出することもできる。なお、2つの基板ステージ2 P a、2 P bの一方又は双方に、図18に示すように部材154が配置されていてもよい。部材154は、例えば計測部材と計測器の一方又は双方であつてもよい。基板ステージに配置される部材154の数は、1つでもよいし、2つ以上でもよい。また、基板ステージ2 P a上に配置される部材154は、基板ステージ2 P b上に配置される部材154と同じでもよいし、異なってもよい。

[0256] なお、上述の各実施形態において、露光装置E Xが、複数の基板ステージと計測ステージとを備えた露光装置でもよい。

[0257] 露光装置E Xの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(C C D)、マイクロマシン、MEMS、DNAチップ、あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

[0258] なお、上述の各実施形態においては、例えば各ステージに設けられるスケール(回折格子)を検出するエンコーダシステムを用いて各ステージの位置を計測することとしたが、エンコーダシステムがなくてもよい。

[0259] なお、上述の実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン(又は位相パターン・減光パターン)を形成した光透過型マスクを用いたが、このマスクに代えて、例えば米国特許第6778257号に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する可変成形マスク(電子マスク、アクティブマスク、あるいはイメージジェネレータとも呼ばれる)を用

いてもよい。また、非発光型画像表示素子を備える可変成形マスクに代えて、自発光型画像表示素子を含むパターン形成装置を備えるようにしても良い。

[0260] 上述の各実施形態においては、投影光学系 PL を備えた露光装置を例に挙げて説明してきたが、投影光学系 PL を用いない露光装置及び露光方法に本発明を適用することができる。例えば、レンズ等の光学部材と基板との間に液浸空間を形成し、その光学部材を介して、基板に露光光を照射することができる。

[0261] また、例えば国際公開第 2001/035168 号に開示されているように、干渉縞を基板 P 上に形成することによって、基板 P 上にライン・アンド・スペースパターンを露光する露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用することができる。

[0262] 上述の実施形態の露光装置 EX は、各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電氣的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電氣的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

[0263] なお、上述の実施形態、変形例の要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態及び変形例で引用した露光装置などに関する

全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

符号の説明

[0264] 3・・・液浸部材 4・・・制御装置 103・・・検査装置 105・・・
シミュレータ EX・・・露光装置 GS'...'気体空間 LS'...'液
浸空間 Ga・・・間隙 Gb・・・間隙 P・・・基板 S・・・ショット
領域

請求の範囲

- [請求項 1] 露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの前記物体上の前記液体に関する液体情報を算出することと、
前記物体上の、前記液体情報が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出することと、を含む情報算出方法。
- [請求項 2] 前記液体情報を算出することは、前記物体を移動させたときの前記物体上での前記液体の動きを推定することを含む
請求項 1 記載の情報算出方法。
- [請求項 3] 前記液体情報は、前記物体上の、前記液体が接触する領域を示す情報を含む
請求項 1 又は 2 記載の情報算出方法。
- [請求項 4] 前記液体情報は、前記物体上の各位置が前記液体と接触する回数を示す情報を含む
請求項 1 から 3 のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項 5] 前記液体情報は、前記物体上の前記液体の界面の動きを示す情報を含む
請求項 1 から 4 のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項 6] 前記液体情報は、前記物体に対する前記液体の動きを示す情報を含む
請求項 1 から 5 のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項 7] 前記物体の移動は、前記液体が、前記物体上の第 1 領域と第 2 領域との間隙をまたぐ状態、を含む
請求項 1 から 6 のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項 8] 前記液体情報は、前記間隙の各位置を前記液体がまたぐ回数を示す情報を含む
請求項 7 記載の情報算出方法。
- [請求項 9] 前記液体情報は、前記間隙の各位置を前記液体がまたいでいる時間を示す情報を含む

請求項 7 又は 8 記載の情報算出方法。

[請求項 10] 前記液体情報は、前記間隙の各位置を前記液体が通過してからの経過時間を示す情報を含む

請求項 7 から 9 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 11] 前記液体情報は、前記液体が前記間隙をまたいでいる状態における前記間隙から前記液体の界面までの距離を示す情報を含む

請求項 7 から 10 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 12] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記間隙のうち前記液体がまたぐ回数が 1 回である領域を含む

請求項 7 から 11 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 13] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記間隙のうち前記液体がまたぐ回数が複数回である領域の周囲の少なくとも一部の領域を含む

請求項 7 から 12 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 14] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域を前記液体がまたぐ回数に応じて区別して表示するための画像情報を算出することを含む

請求項 12 又は 13 記載の情報算出方法。

[請求項 15] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記間隙のうち前記液体がまたいだ領域を、前記液体が再度またいでいる間に前記液体が接触している前記物体の表面の少なくとも一部を含む

請求項 7 から 14 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 16] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記間隙のうち前記液体がまたいでいる時間が閾値以上である領域を含む

請求項 7 から 15 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 17] 前記間隙の各位置を前記液体がまたいでいる時間を示す画像の画像情報を算出することを含み、

前記画像において、前記時間に応じた図形が所定の位置と前記間隙の各位置とを結ぶ線上に配置される

請求項 16 記載の情報算出方法。

[請求項 18] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記液体が前記間隙をまたいでいる状態において、前記間隙のうち前記液体の界面までの距離が閾値以下となる第 3 領域を含む

請求項 7 から 17 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 19] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記液体が前記間隙をまたいでいる状態において前記間隙のうち前記液体の界面までの距離が閾値以下となる第 3 領域に対して、前記物体の表面のうち前記第 3 領域の周囲の少なくとも一部に配置される第 4 領域を含む

請求項 7 から 18 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 20] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記第 4 領域のうち前記液体と接触する回数が 1 回である領域を含む

請求項 19 記載の情報算出方法。

[請求項 21] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記第 4 領域のうち前記液体と接触した後前記液体と再度接触する領域を含む

請求項 19 又は 20 記載の情報算出方法。

[請求項 22] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記物体の表面のうち前記液体が接する回数が 1 回である領域を含む

請求項 1 から 21 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 23] 前記液体情報が所定の条件を満たす領域は、前記物体の表面のうち前記液体が接する回数が複数回数である領域を含む

請求項 1 から 22 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 24] 前記物体の移動を示す第 1 移動情報に基づいて、前記液体情報を算出する

請求項 1 から 23 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項 25] 前記領域情報に基づいて、前記物体の移動を示す第 2 移動情報を算出することと、を含む

請求項 1 から 23 のいずれか一項記載の情報算出方法。

- [請求項26] 前記物体の移動を示す第1移動情報に基づいて、前記液体情報を算出する
請求項25記載の情報算出方法。
- [請求項27] 露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの前記物体上の前記液体に関する液体情報を、前記物体の移動を示す第1移動情報に基づいて算出することを含む情報算出方法。
- [請求項28] 前記液体情報に基づいて、前記物体の移動を示す第2移動情報を算出することを含む
請求項27記載の情報算出方法。
- [請求項29] 前記物体上のショット領域の配置に基づいて、前記第1移動情報を算出することを含む
請求項24、26から28のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項30] 前記第1移動情報は、前記物体の位置情報を含む
請求項24、26から29のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項31] 前記位置情報は、前記光学部材に対する前記物体の位置情報を含む
請求項30記載の情報算出方法。
- [請求項32] 前記第1移動情報は、前記物体の速度情報を含む
請求項30又は31記載の情報算出方法。
- [請求項33] 前記第1移動情報は、前記物体の加速度情報を含む
請求項30から32のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項34] 前記液体情報は、前記第1移動情報に従って前記物体を移動させたときの前記液体の動きを検出した結果に基づいて、算出される
請求項24、26から33のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項35] 前記第2移動情報が示す前記物体の移動は、前記物体の表面のうち前記液体情報が所定の条件を満たす領域において、前記第1移動情報が示す前記物体の移動と異なる
請求項26から28のいずれか一項記載の情報算出方法。
- [請求項36] 前記物体の表面は、露光光が照射される基板の表面を含み、

前記基板の表面は、第1のショット領域と、前記第1のショット領域の次に前記露光光が照射される第2のショット領域とを含む

請求項35記載の情報算出方法。

[請求項37]

前記第1移動情報が示す前記第1のショット領域から前記第2のショット領域までの第1経路に前記液体情報が所定の条件を満たす領域の少なくとも一部が含まれる場合に、前記第2移動情報は、前記第1のショット領域から前記第2のショット領域までの経路が、前記第1経路よりも長くなるように算出される

請求項36記載の情報算出方法。

[請求項38]

前記第1移動情報が示す前記第1のショット領域から前記第2のショット領域までの第1経路に前記液体情報が所定の条件を満たす領域の少なくとも一部が含まれる場合に、前記第2移動情報は、前記液体が前記第1のショット領域から前記第2のショット領域まで移動する時間が、前記第1経路を前記液体が移動する時間よりも長くなるように、算出される

請求項36又は37記載の情報算出方法。

[請求項39]

前記第2移動情報は、前記液体が前記第1のショット領域から前記第2のショット領域まで移動する経路上に第3のショット領域を配置可能なように、算出される

請求項36から38のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項40]

前記第2移動情報は、前記液体情報が所定の条件を満たす領域の周囲の少なくとも一部に前記液体が配置される期間の前記物体の速度が、前記第1移動情報が示す前記期間の前記物体の速度よりも遅くなるように算出される

請求項36から39のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項41]

前記第2移動情報は、前記液体情報が所定の条件を満たす領域の周囲の少なくとも一部に前記液体が配置される期間の一部において前記光学部材と前記物体とが相対移動しないように、算出される

請求項 36 から 40 のいずれか一項記載の情報算出方法。

- [請求項 42] 前記第 1 のショット領域に前記液体が接触している際に前記第 2 のショット領域が前記液体と接触する第 5 領域を含む場合に、前記第 2 移動情報は、前記第 1 のショット領域に露光光が照射されてから前記第 2 のショット領域に露光光が照射されるまでの間に前記第 5 領域が前記液体の外側に配置されるように、算出される

請求項 36 から 41 のいずれか一項記載の情報算出方法。

- [請求項 43] 前記第 2 移動情報は、前記液体が前記第 5 領域を通過した後に前記第 5 領域に配置されるように、算出される。

請求項 42 記載の情報算出方法。

- [請求項 44] 前記第 2 移動情報は、前記第 1 移動情報に従って前記物体を移動させながら前記物体を露光した結果に基づいて、算出される

請求項 36 から 43 のいずれか一項記載の情報算出方法。

- [請求項 45] 前記第 2 移動情報は、前記第 1 移動情報に従って前記物体を移動させたときの前記液体の動きを検出した結果に基づいて、算出される

請求項 36 から 44 のいずれか一項記載の情報算出方法。

- [請求項 46] 前記液体情報と所定の条件とを比較することによって、前記液体中の気泡に関する気泡情報を算出することを含む

請求項 25 から 45 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

- [請求項 47] 前記第 2 移動情報は、前記気泡情報に基づいて算出される

請求項 46 記載の情報算出方法。

- [請求項 48] 前記液体情報と所定の条件とを比較することによって、前液体の分離に関する分離情報を算出することを含む

請求項 25 から 47 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

- [請求項 49] 前記第 2 移動情報は、前記分離情報に基づいて算出される

請求項 48 記載の情報算出方法。

- [請求項 50] 前記第 2 移動情報は、前記物体を移動させる移動装置の動作条件を満たすように算出される

請求項 25 から 49 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 51] 前記物体を移動させる移動装置の動作条件を示す情報と前記第 2 移動情報とを比較することを含む

請求項 25 から 50 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 52] 前記動作条件は、前記移動装置によって前記物体を移動可能な位置の範囲を含む

請求項 50 又は 51 記載の情報算出方法。

[請求項 53] 前記動作条件は、前記移動装置による前記物体の速度の範囲を含む
請求項 50 から 52 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 54] 前記動作条件は、前記移動装置による前記物体の加速度の範囲を含む

請求項 50 から 53 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 55] 前記移動装置を備える液浸露光装置から前記動作条件を示す情報を取得することを含む

請求項 50 から 54 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 56] 物体に液体を介して露光光を照射する液浸露光装置に前記第 2 移動情報を供給することを含む

請求項 25 から 55 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 57] 前記第 2 移動情報に従って前記物体を移動させながら前記物体を露光した結果を示す情報と前記第 2 移動情報とを比較することを含む

請求項 25 から 56 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 58] 前記第 2 移動情報に従って前記物体を移動させながら前記物体を露光した結果を示す情報に基づいて、前記物体の移動を示す第 3 移動情報を算出することを含む

請求項 25 から 57 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 59] 前記第 2 移動情報に従って前記物体を移動させた際の前記物体上の前記液体を検出した結果を示す情報と前記第 2 移動情報とを比較することを含む

請求項 25 から 58 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項60]

前記第 2 移動情報に従って前記物体を移動させた際の前記物体上の前記液体を検出した結果示す情報に基づいて、前記物体の移動を示す第 3 移動情報を算出することを含む

請求項 25 から 59 のいずれか一項記載の情報算出方法。

[請求項61]

露光光を射出する光学部材に対向する物体に関して、第 1 移動情報に従って移動させた前記物体上の液体の残留を検査した結果に基づいて、前記物体の移動を示す第 2 移動情報を算出することを含み、

前記第 1 移動情報が示す第 1 のショット領域から第 2 のショット領域までの第 1 経路に前記液体の残留が検出されている場合に、前記第 2 移動情報は、第 1 のショット領域から第 2 のショット領域までの経路が、第 1 経路よりも長くなるように算出される情報算出方法。

[請求項62]

露光光を射出する光学部材に対向する基板と前記光学部材との間に液浸空間が形成された状態で第 1 移動情報に従って移動させながら露光した前記基板の露光不良を検査した結果に基づいて、前記基板の移動を示す第 2 移動情報を算出することを含み、

前記基板のショット領域に前記露光不良が検出されている場合に、前記第 2 移動情報は、前記第 1 移動情報と比較して前記ショット領域に至る前記基板の経路が長くなるように、算出される情報算出方法。

[請求項63]

前記液体情報は、前記液体の物性値または前記物体の物性値を考慮して算出される請求項 1 ～ 60 のいずれか一項に記載の情報算出方法。

[請求項 64]

液浸空間を介して基板を露光光で露光する液浸露光装置であって、前記基板に対向する位置に配置され、前記露光光を照射する光学部材と、

前記基板と前記光学部材との間に液浸空間を形成する液浸部材と、請求項 1 から 62 のいずれか一項記載の情報算出方法によって算出された情報に基づいて、前記基板の移動を制御する制御装置と、を備

える露光装置。

[請求項65]

液浸空間を介して基板を露光光で露光する液浸露光装置であって、
前記基板に対向する位置に配置され、前記露光光を照射する光学部材と、

前記基板と前記光学部材との間に液浸空間を形成する液浸部材と、
前記基板の第1のショット領域を露光してから、前記第1のショット領域の露光中に前記液浸空間が接触した領域を含む第2のショット領域を露光するまでの間に、前記領域が前記液浸空間の外側に配置されるように、前記基板の移動を制御する制御装置と、を備える露光装置。

[請求項66]

前記基板の周囲の少なくとも一部に、前記基板と間隙を介して配置される部材を備え、

前記第1のショット領域は、前記液体が前記間隙を複数回数またいだのに続いて、前記露光光が照射される領域を含む

請求項65記載の露光装置。

[請求項67]

液浸空間を介して基板を露光光で露光する液浸露光方法であって、
前記露光光を照射する光学部材を前記基板に対向する位置に配置することと、

前記基板と前記光学部材との間に液浸空間を形成することと、

請求項1から63のいずれか一項記載の情報算出方法によって算出された情報に基づいて、前記基板の移動を制御することと、を含む露光方法。

[請求項68]

液浸空間を介して基板を露光光で露光する液浸露光方法であって、
前記露光光を照射する光学部材を前記基板に対向する位置に配置することと、

前記基板と前記光学部材との間に液浸空間を形成することと、

前記基板の第1のショット領域を露光してから、前記第1のショット領域の露光中に前記液浸空間が接触した領域を含む第2のショット

領域を露光までの間に、前記領域が前記液浸空間の外側に配置されるように、前記基板の移動を制御することと、を含む露光方法。

[請求項69] 請求項64から66のいずれか一項記載の露光装置によって基板を露光することと、

前記露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

[請求項70] 請求項67又は68記載の露光方法によって基板を露光することと、

前記露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

[請求項71] コンピュータに、

露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの前記物体上の前記液体に関する液体情報を算出することと、

前記物体上の、前記液体情報が所定の条件を満たす領域を示す領域情報を算出することと、を実行させるプログラム。

[請求項72] コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体を移動させたときの前記物体上の前記液体に関する液体情報を、前記物体の移動を示す第1移動情報に基づいて算出することを実行させるプログラム。

[請求項73] コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する物体に関して、第1移動情報に従って移動させた前記物体上の液体の残留を検査した結果に基づいて、前記物体の移動を示す第2移動情報を算出することを実行させ、

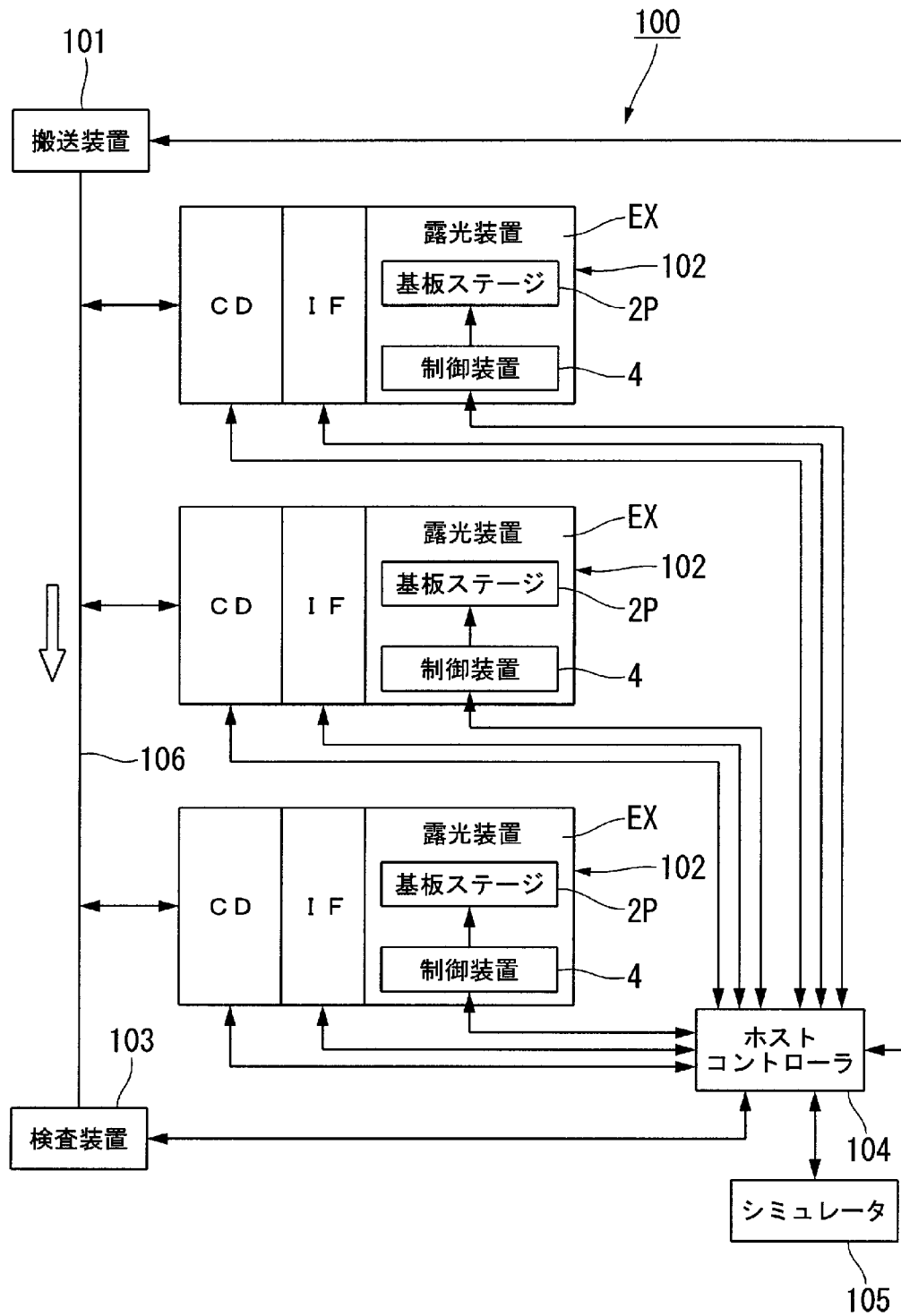
前記第1移動情報が示す第1のショット領域から第2のショット領域までの第1経路に前記液体の残留が検出されている場合に、前記第2移動情報は、第1のショット領域から第2のショット領域までの経路が、第1経路よりも長くなるように算出されるプログラム。

[請求項74] コンピュータに、露光光を射出する光学部材に対向する基板と前記光学部材との間に液浸空間が形成された状態で第1移動情報に従って移動させながら露光した前記基板の露光不良を検査した結果に基づい

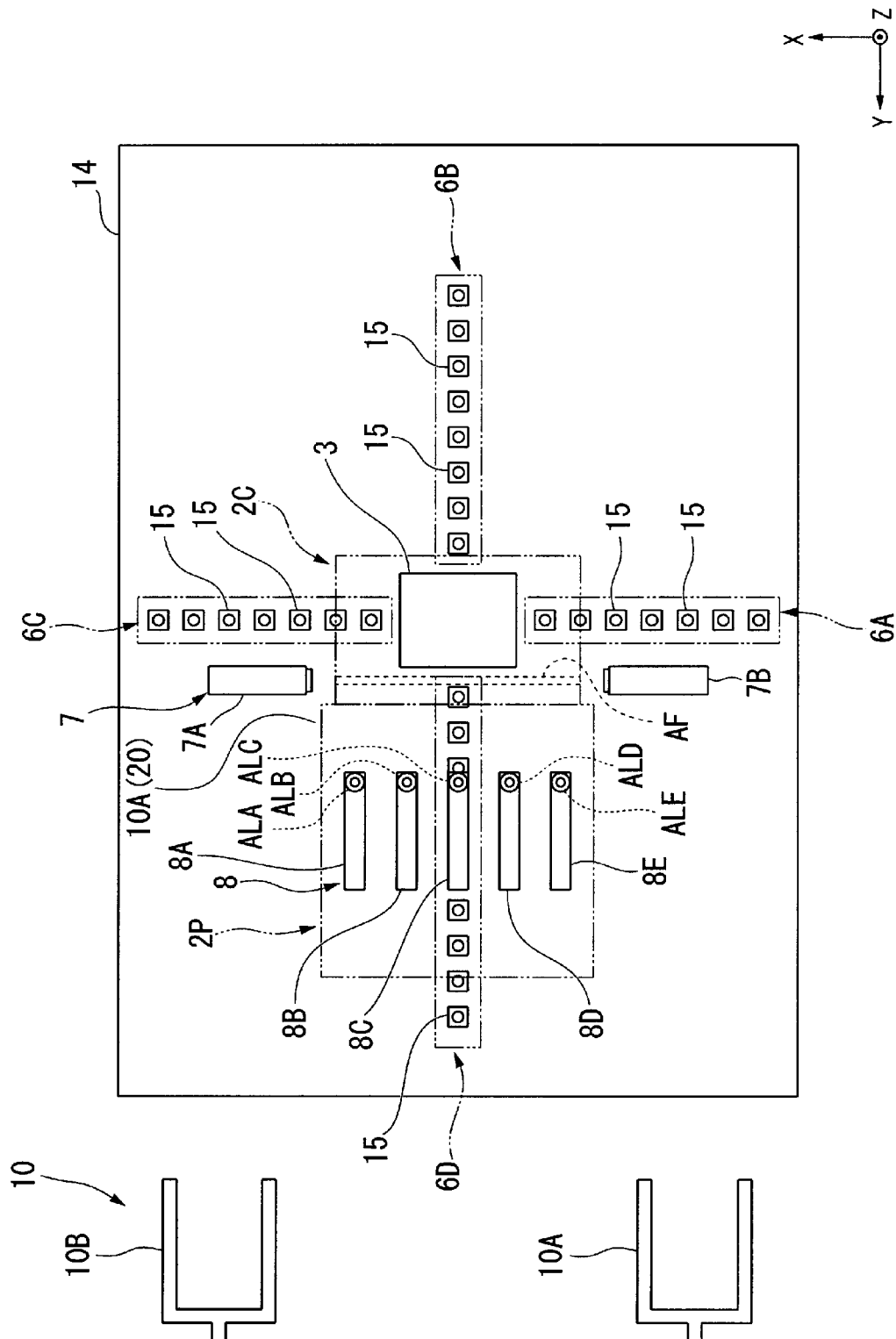
て、前記基板の移動を示す第２移動情報を算出することを実行させ、

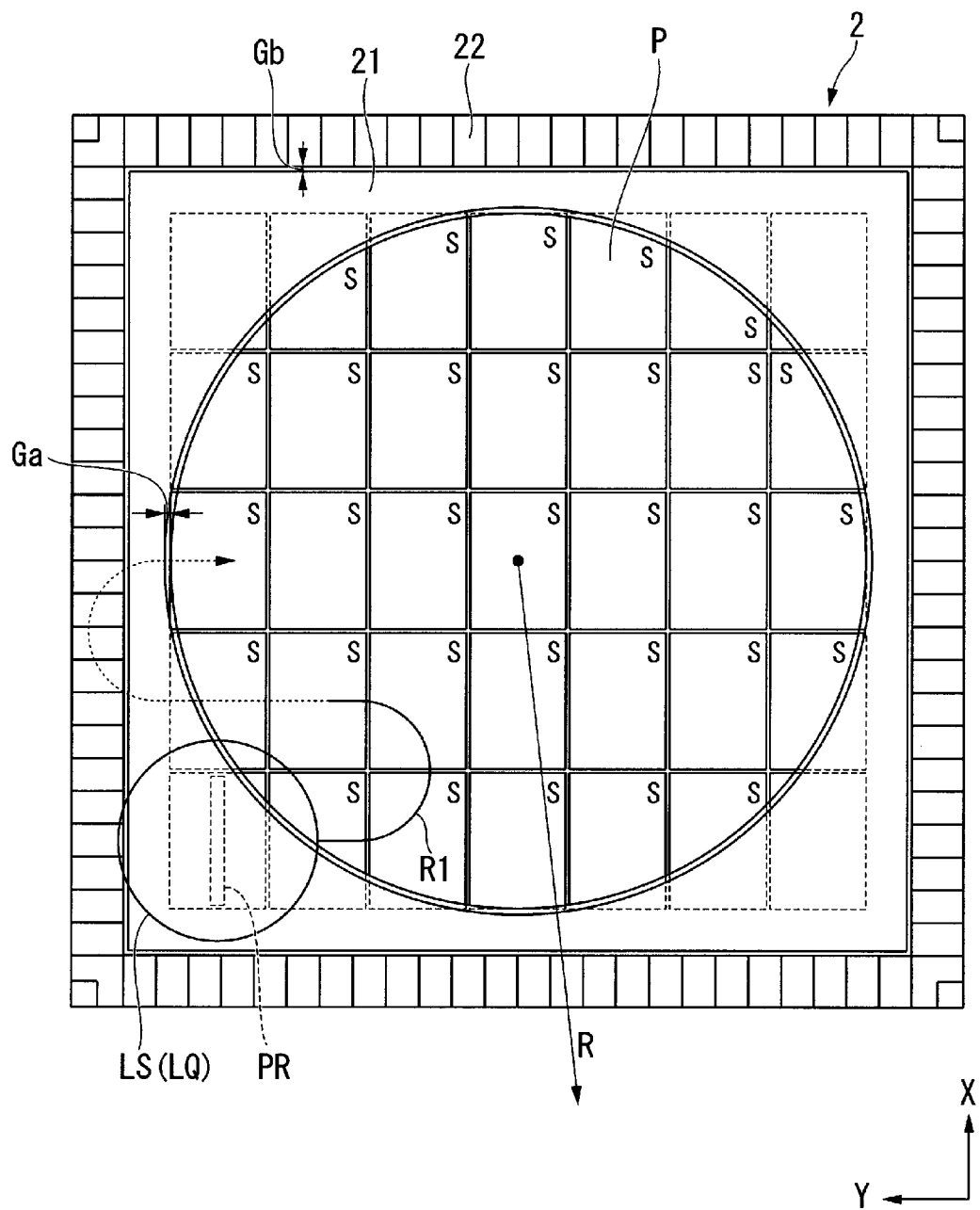
前記基板のショット領域に前記露光不良が検出されている場合に、
前記第２移動情報は、前記第１移動情報と比較して前記ショット領域
に至る前記基板の経路が長くなるように、算出されるプログラム。

[請求項 75] 請求項 71 から 74 のいずれか一項記載のプログラムを記録し、コ
ンピュータ読み取り可能な記録媒体。

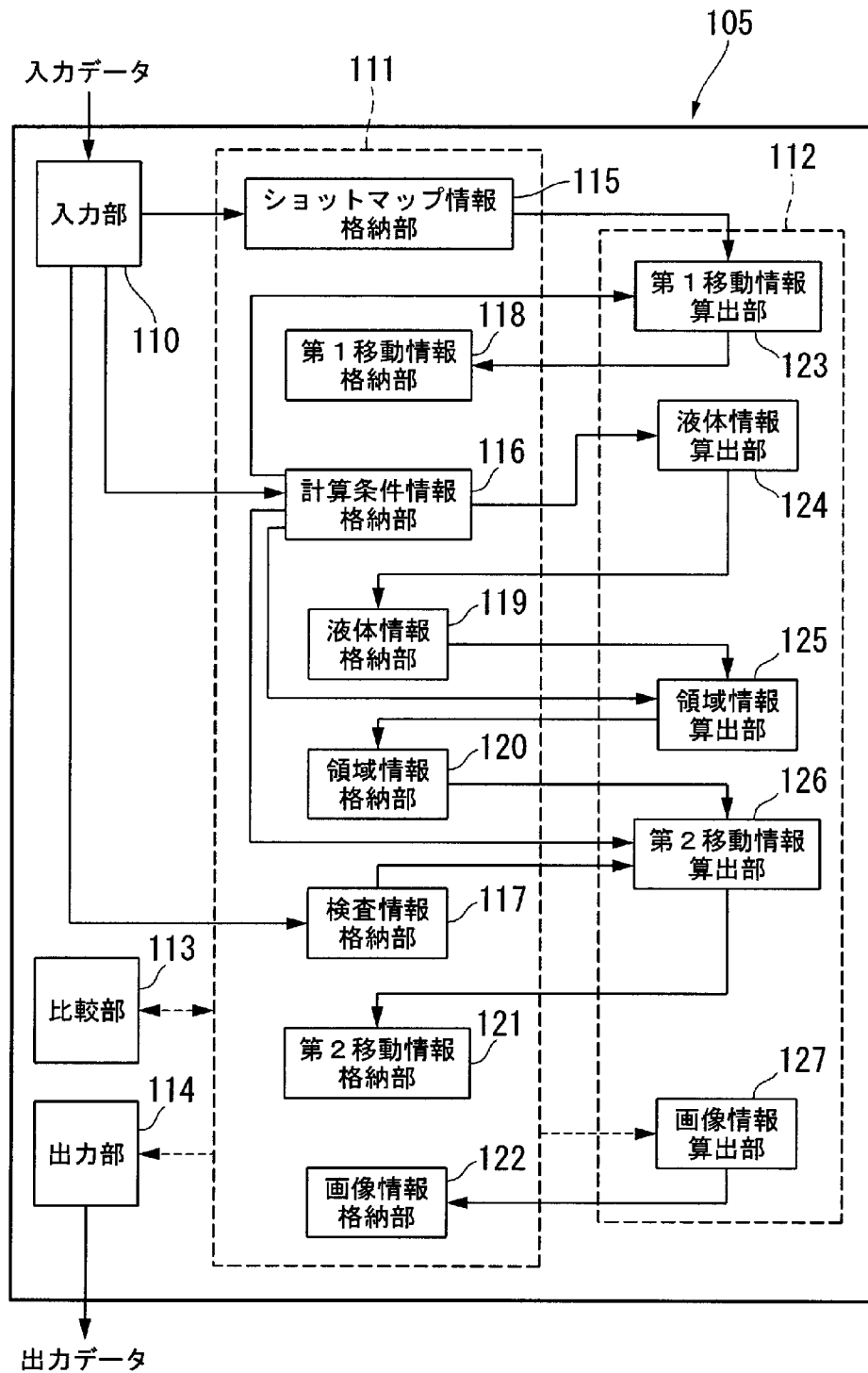


[図4]

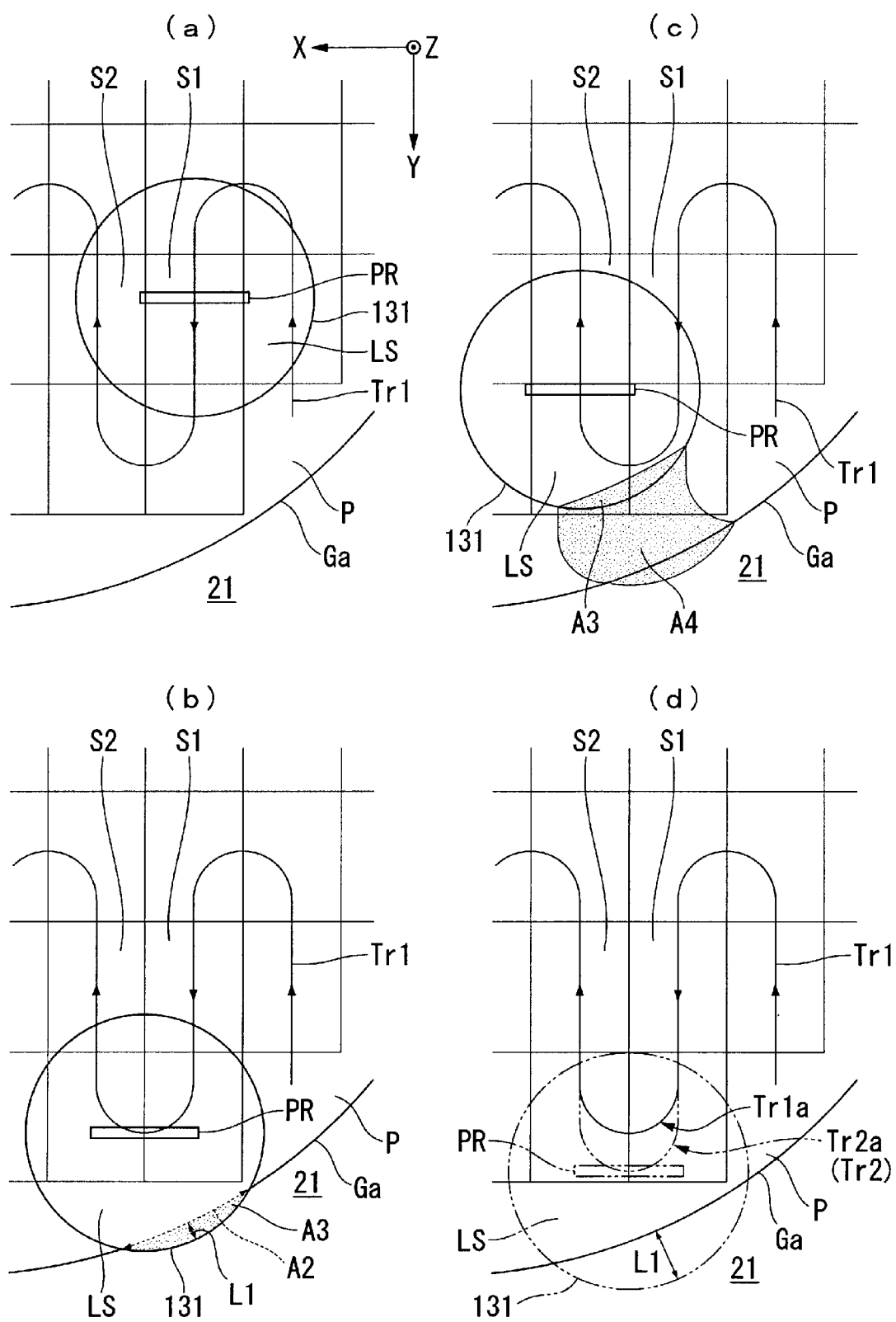




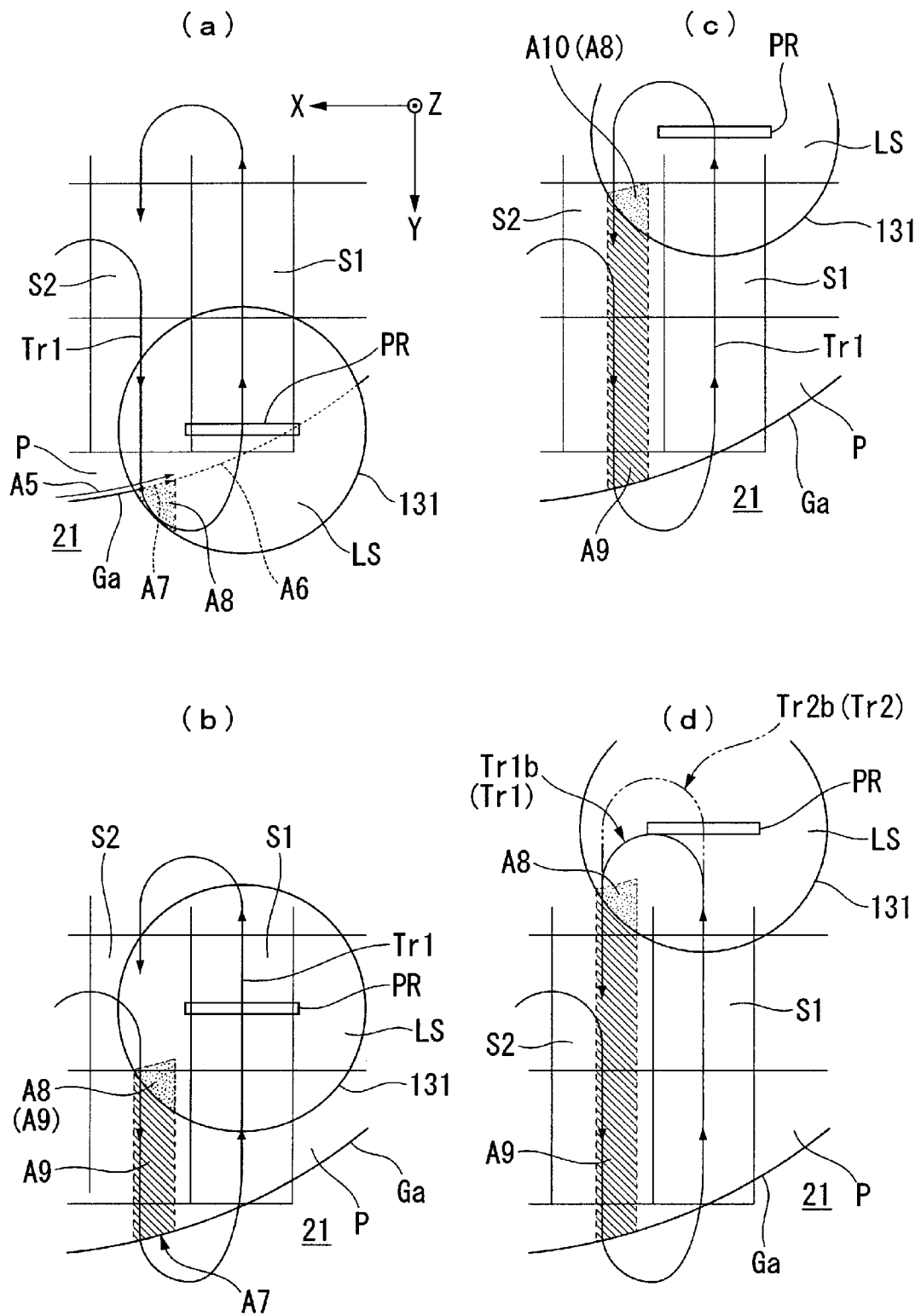
[図7]



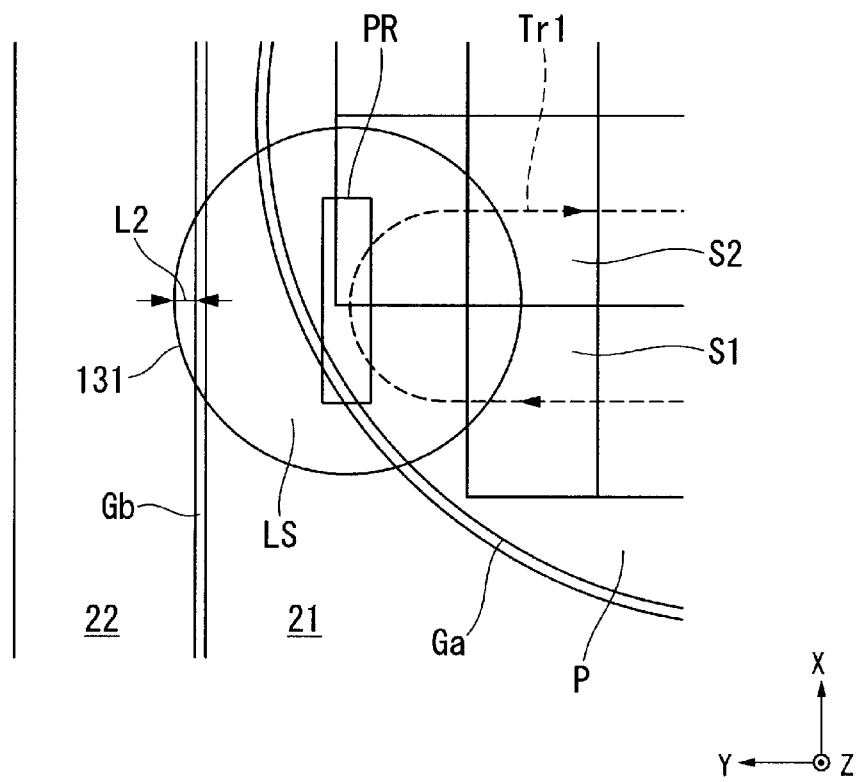
[図8]



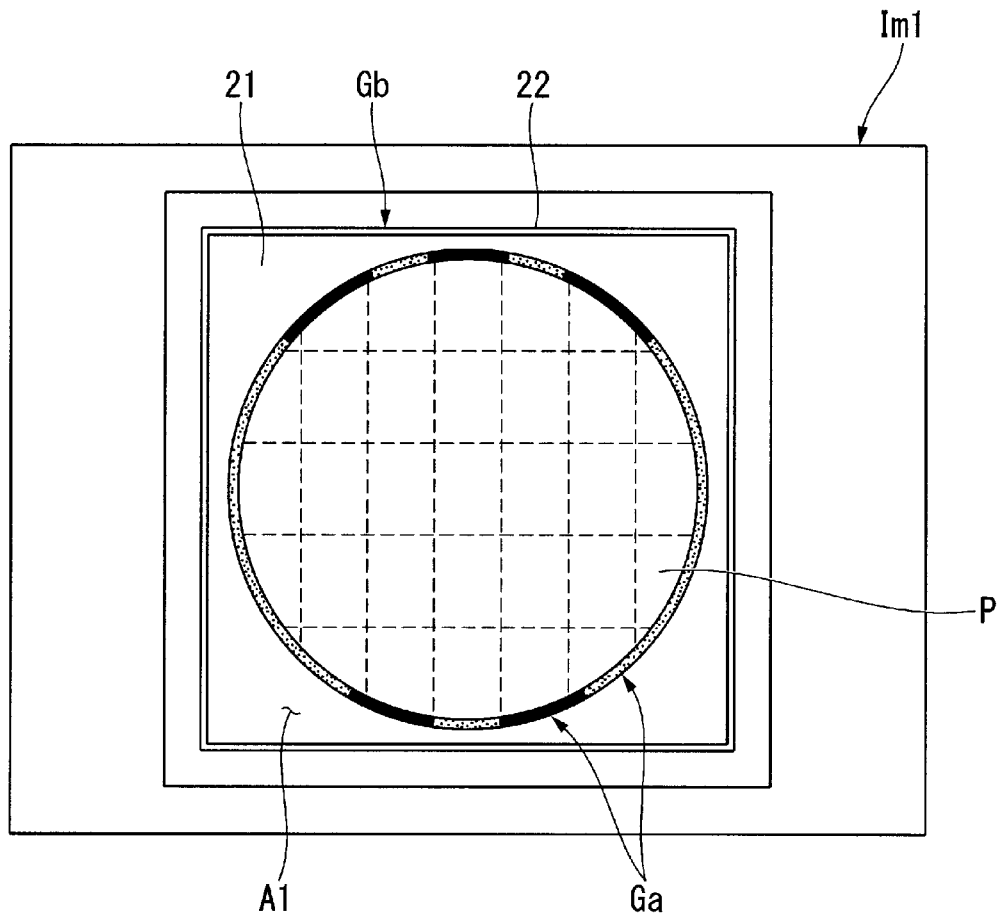
[図9]



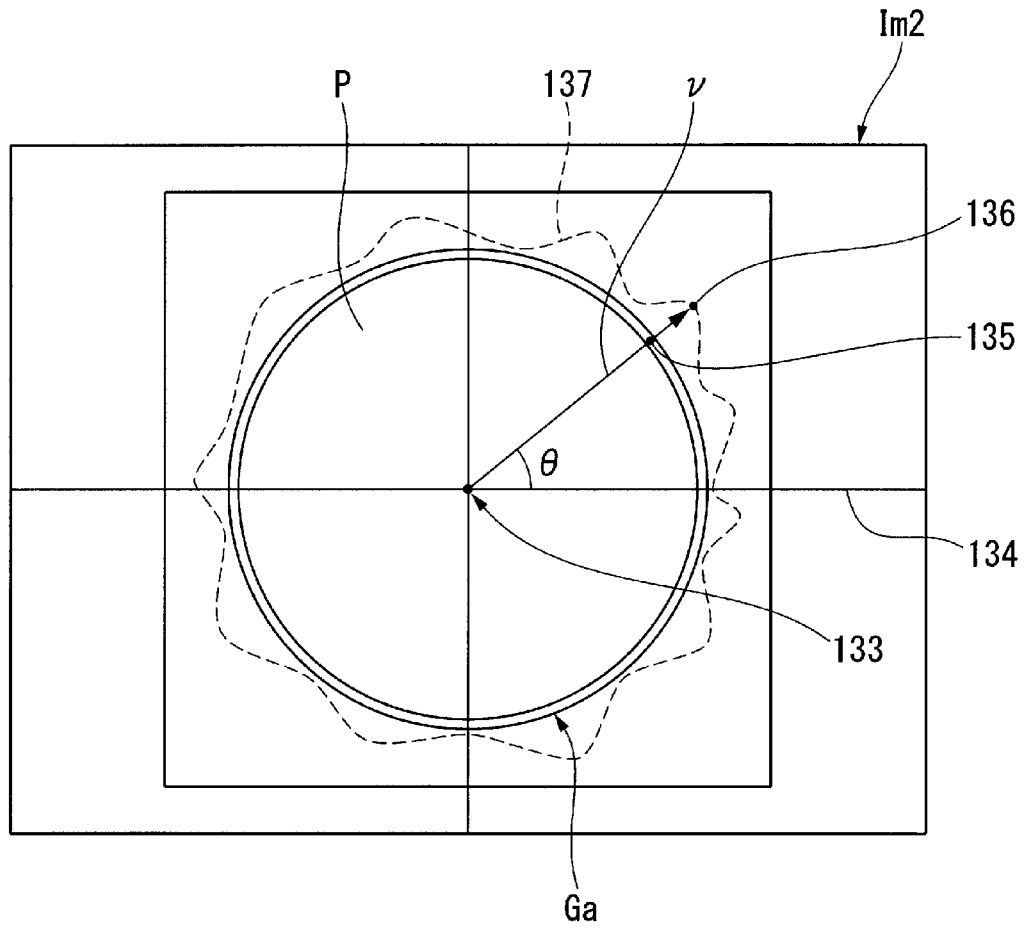
[図12]



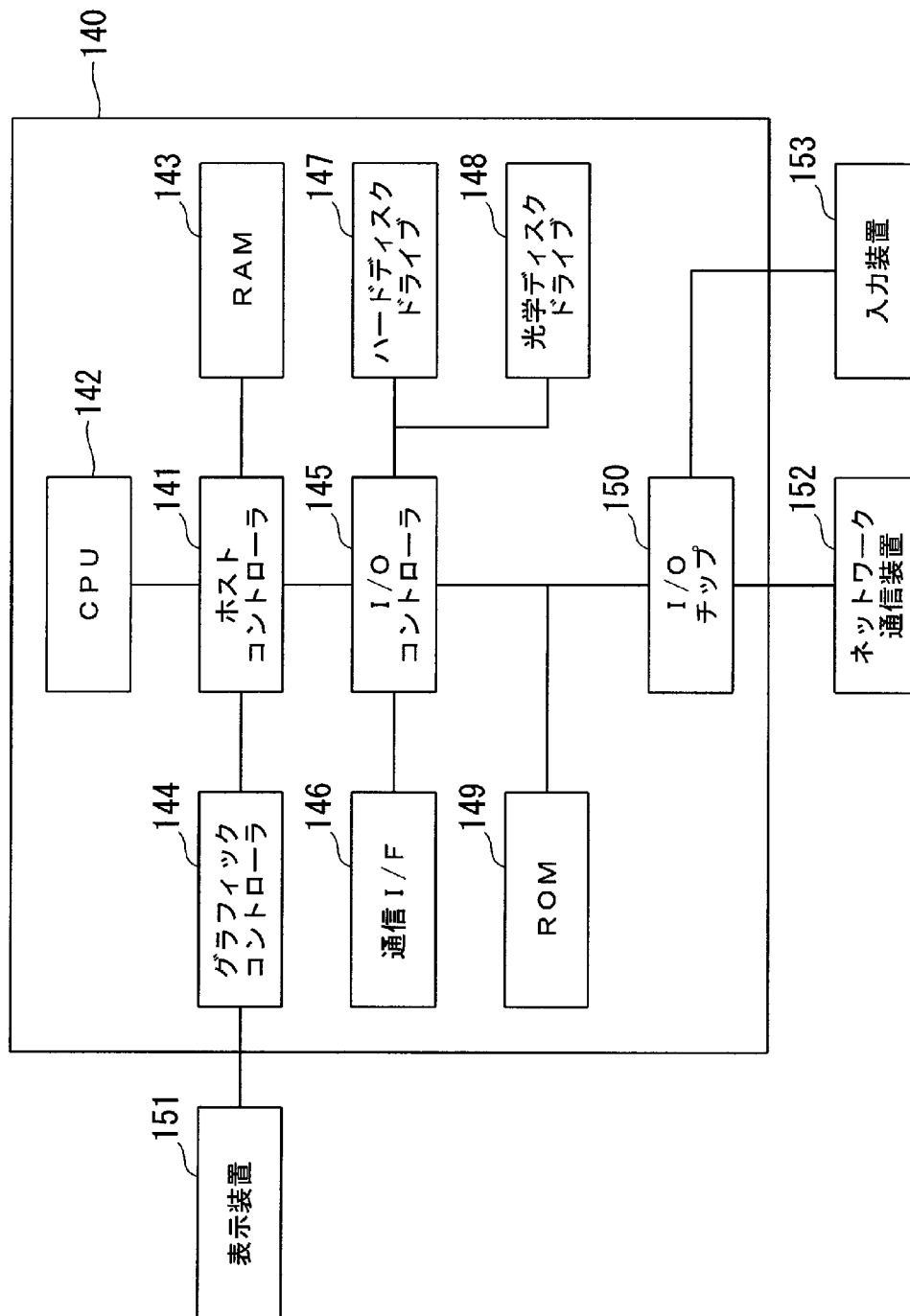
[図13]



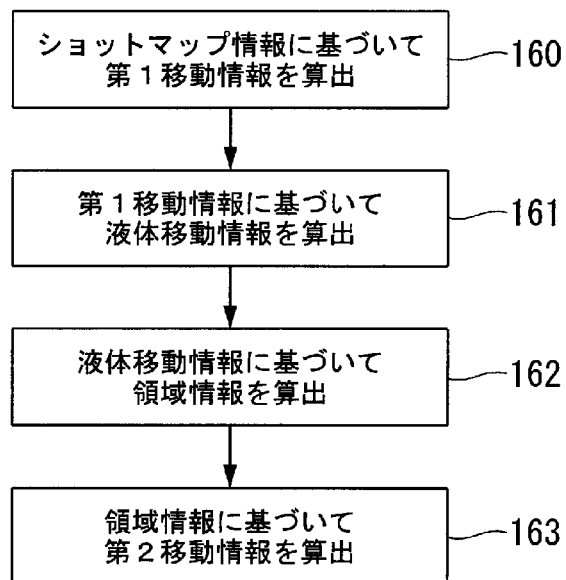
[図14]



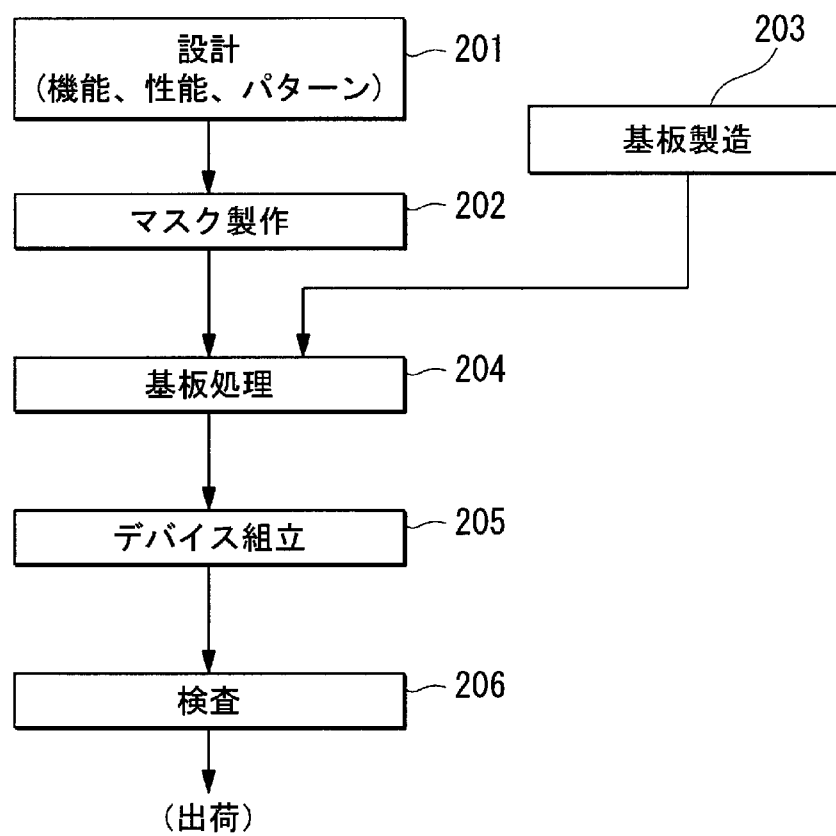
[図15]



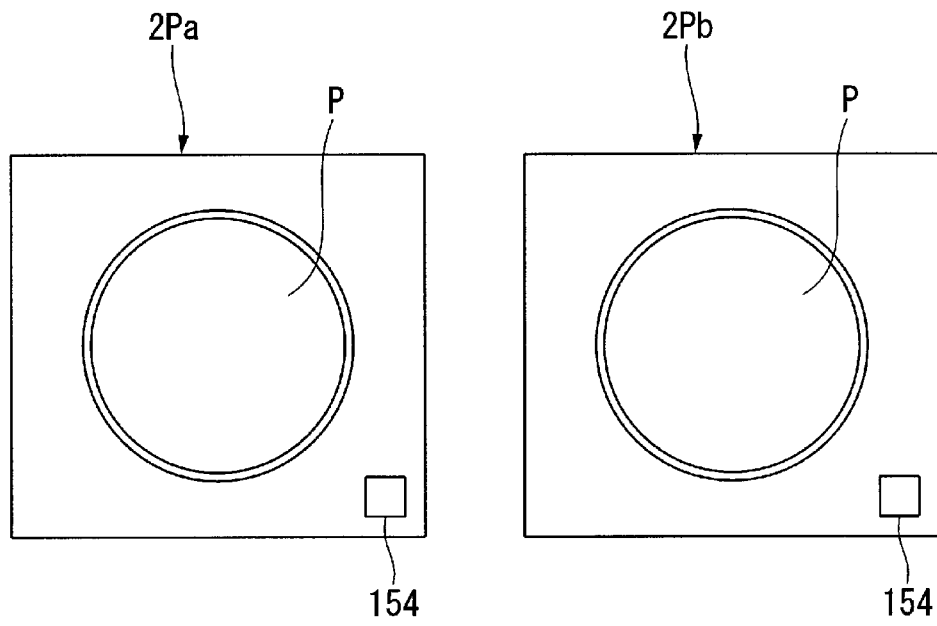
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 081940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01 L21/027 (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)

H01L21/027

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

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2012
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2012	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/118108 AI (Nikon Corp.), 09 November 2006 (09.11.2006), paragraphs [0062] to [0067] & JP 2008-47847 A & JP 2012-49572 A & US 2008/0246937 AI & EP 1879219 AI & CN 101156226 A & KR 10-2008-0005362 A & CN 102520592 A	1-75
A	JP 2011-238930 A (ASML Netherlands B.V.), 24 November 2011 (24.11.2011), entire text; all drawings & NL 2006615 A	1-75
A	JP 2007-288039 A (Nikon Corp.), 01 November 2007 (01.11.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-75



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

"I" 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
26 December, 2012 (26.12.12)Date of mailing of the international search report
15 January, 2013 (15.01.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 081940

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 2011-124415 A (Ni kon Corp.), 23 June 2011 (23.06.2011), paragraphs [0096] to [0111] (Family : none)	1-75
A	JP 2009-200494 A (ASML Holding N.V.), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text ; all drawings & US 2009/0213343 A1 & NL 1036596 A	1-75
A	WO 2006/051909 A1 (Ni kon Corp.), 18 May 2006 (18.05.2006), entire text ; all drawings & JP 2010-219555 A & US 2008/0107999 A1 & EP 1816671 A1 & KR 10-2007-0085214 A	1-75
A	JP 2007-194484 A (Toshiba Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), entire text ; all drawings & US 2007/0188733 A1 & KR 10-2007-0077119 A & CN 101004558 A & TW 336902 B1	1-75

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027 (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. H01L21/027

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
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0

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)
年

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	W0 2006/118108 A1 (株式会社ニコン) 2006. 11. 09 , 段落 0 0 6 2 乃至 0 0 6 7 & JP 2008-47847 A & JP 2012-49572 A & US 2008/0246937 AI & EP 1879219 AI & CN 101156226 A & KR 10-2008-0005362 A & CN 102520592 A	1-75

☒ 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

IA 「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」
IE 「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」
I 「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)」
IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
IP 「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」
IX 「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」
IY 「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」
I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

2 6 . 1 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 1 . 2 0 1 3

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)

佐野 浩樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

2 M

4 0 7 1

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 2011-238930 A (エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ.) 2011. 11. 24 , 全文全図 & NL 2006615 A	1-75
A	JP 2007-288039 A (株式会社ニコン) 2007. 11. 01 , 全文全図 (ファミリーなし)	1-75
A	JP 2011-124415 A (株式会社ニコン) 2011. 06. 23 , 段落 0096 乃至 0111 (ファミリーなし)	1-75
A	JP 2009-200494 A (エーエスエムエル ホールディング エヌ. ブ イ.) 2009. 09. 03 , 全文全図 & US 2009/0213343 AI & NL 1036596 A	1-75
A	wo 2006/051909 AI (株式会社ニコン) 2006. 05. 18 , 全文全図 & JP 2010-219555 A & US 2008/0107999 AI & EP 1816671 AI & KR 10-2007-0085214 A	1-75
A	JP 2007-194484 A (株式会社東芝) 2007. 08. 02 , 全文全図 & US 2007/0188733 AI & KR 10-2007-0077119 A & CN 101004558 A & TW 336902 BI	1-75