



- (51) 国際特許分類:  
G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/057488
- (22) 国際出願日: 2009年4月14日(14.04.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2008-107337 2008年4月16日(16.04.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奈良 圭 (NARA, Kei) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン 知的財産本部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大森 聡(OMORI, Satoshi); 〒2140014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501 大森特許事務所 Kanagawa (JP).

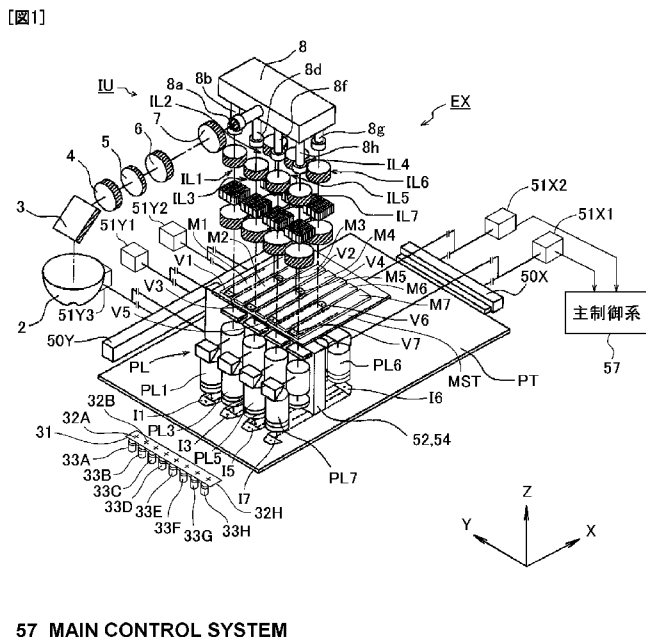
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: EXPOSURE METHOD AND DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(54) 発明の名称: 露光方法及び装置、並びにデバイス製造方法



(57) Abstract: Disclosed is an exposure device that can suppress the occurrence of a connection error in the case where patterns formed on multiple masks are connected with each other and the transfer of the connected patterns are carried out. The exposure device is provided with a mask stage (MST) to support multiple masks (M1-M7) on which patterns are formed, a plate stage on which a plate (PT) is mounted, a control device that individually moves a control subject mask out of the masks (M1-M7) with respect to the mask state (MST) so as to control relative arrangement of the masks (M1-M7), and a lighting device (IU) that irradiates exposure light to the plate (PT) through the patterns of the masks (M1-M7) with the relative arrangement controlled.

(57) 要約: 複数のマスクに形成されたパターンを継ぎ合わせて転写する場合の継ぎ誤差の発生を抑制できる露光装置である。本発明にかかる露光装置は、パターンが形成された複数のマスク (M1~M7) を支持するマスクステージ (MST) と、プレート (PT) が載置されるプレートステージと、マスク (M1~M7) のうちの制御対象のマスクをマスクステージ (MST) に対して個別に動かしてマスク (M1~M7) の相対配置を制御する制御装置と、相対配置が制御されたマスク (M1~M7) のパターンを介してプレート (PT) に露光光を照射する照明装置 (IU) と、を備える。

WO 2009/128439 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：露光方法及び装置、並びにデバイス製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、複数のマスクに形成されたパターンを介して物体を露光する露光技術、及びその露光技術を用いるデバイス製造技術に関する。

### 背景技術

[0002] 例えば半導体素子又は液晶表示素子等のデバイス（電子デバイス、マイクロデバイス）を製造する際に、マスク（レチクル、フォトマスク等）のパターンを投影光学系を介してレジストが塗布されたプレート（ガラスプレート又は半導体ウエハ等）上に投影する投影露光装置が使用されている。例えば液晶表示素子製造用のプレートは益々大型化し、近年では、2 m角を越えるプレートが使用されるようになってきている。このようなプレートに対して例えば等倍の投影光学系を使用するものとする、マスクも大型化する。マスクのコストは、マスク基板の平面度を維持する必要もあり、また、大面積になるほど製造工程が複雑化するため、大型化するほど高くなる。さらに、例えば液晶表示素子の薄膜トランジスタ部を形成するためには、通常4～5層分のマスクが必要とされており多大なコストを要していた。

[0003] そこで、例えば走査方向に2列に分けて配置され、走査方向と直交する方向（以下、非走査方向と呼ぶ。）に隣接して配置された拡大倍率を有する複数の部分投影光学系よりなる拡大系マルチレンズを用いることによって、プレートに比してマスクのパターンを小さくした走査型の投影露光装置（走査型露光装置）が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この従来の拡大系マルチレンズを備えた走査型露光装置では、マスクのパターンが各部分投影光学系に対応して複数のパターン領域に短冊状（条片状）に分割され、各パターン領域内のパターンの投影像が1回の走査露光によってプレート上に非走査方向に継ぎ合わされて転写される。

特許文献1：特開平11-265848号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0004] ところが、上述のような拡大系マルチレンズを備えた走査型露光装置では、分割された各パターン領域間に相互に配置誤差が生じた場合、プレート上に継ぎ合わせて転写されるパターンにおいて、その配置誤差に起因する継ぎ合わせの誤差（以下、継ぎ誤差と呼ぶ。）が発生する問題があった。

[0005] 本発明はこのような事情に鑑み、複数のマスクに形成されたパターンをプレート（基板）上に継ぎ合わせて転写する場合の継ぎ誤差の発生を抑制できる露光方法及び装置、並びに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] 本発明による露光方法は、パターンが形成された複数のマスクを第1ステージ上に支持する支持工程と、前記複数のマスクのうち少なくとも1つの制御対象マスクを前記第1ステージに対して個別に動かして該複数のマスクの相対配置を制御する制御工程と、前記相対配置が制御された前記複数のマスクの前記パターンを介し、第2ステージに載置された物体を露光する露光工程と、を含むものである。

また、本発明による露光装置は、パターンが形成された複数のマスクを支持する第1ステージと、物体が載置される第2ステージと、前記複数のマスクのうち少なくとも1つの制御対象マスクを前記第1ステージに対して個別に動かして該複数のマスクの相対配置を制御する制御装置と、前記相対配置が制御された前記複数のマスクの前記パターンを介して前記物体に露光光を照射する照明系と、を備えるものである。

[0007] また、本発明によるデバイス製造方法は、本発明の露光方法又は露光装置を用いて、複数のマスクのパターンをその第2ステージに載置された感光基板に転写する転写工程と、そのパターンが転写されたその感光基板を現像し、そのパターンに対応する形状の転写パターン層をその感光基板上に形成する現像工程と、その転写パターン層を介してその感光基板を加工する加工工

程と、を含むものである。

### 発明の効果

[0008] 本発明によれば、パターンが形成された複数のマスクのうち少なくとも1つの制御対象マスクを、この複数のマスクを支持するステージに対して個別に動かして、この複数のマスクの相対配置を制御しているため、この複数のマスクに形成されたパターンを基板等の物体上に継ぎ合わせて転写する場合の継ぎ誤差の発生を抑制でき、物体上に高精度にパターンを転写できる。

### 図面の簡単な説明

- [0009] [図1]第1の実施形態に係る投影露光装置の構成を示す斜視図である。
- [図2]図1の2つの部分照明光学系及び2つの投影光学系等の構成を示す断面図である。
- [図3]図3(A)は、マスクステージMST及びその駆動機構等を示す斜視図、図3(B)は、マスクステージMSTを示す斜視図である。
- [図4]図4(A)は、マスクステージMST上のアクチュエータ系の配列の一例を示す平面図、図4(B)は押圧部40Bを示す拡大図、図4(C)はアクチュエータ39Bを示す断面図、図4(D)は図4(A)のIVD-IVD線に沿う拡大断面図である。
- [図5]マスクステージMSTをガイド部材の端部に移動した状態を示す斜視図である。
- [図6]図6(A)は、マスクステージMST上のマスクM1~M7の配置を示す平面図、図6(B)は、プレートステージ上のプレートPTを示す平面図である。
- [図7]図7(A)は走査露光中のプレートPTを示す平面図、図7(B)は走査露光中のマスクステージMSTを示す平面図、図7(C)は走査露光中のマスクM1を示す平面図である。
- [図8]第1の実施形態の露光動作の一例を示すフローチャートである。
- [図9]第1の実施形態の変形例のマスクM1の駆動機構を示す平面図である。
- [図10]図10(A)は、第2の実施形態においてキャリア45上にマスクM

1～M7を載置した状態を示す斜視図、図10(B)は図10(A)のキャリア45をマスクステージMST上に載置した状態を示す斜視図である。

[図11]図11(A)は図10(B)のマスクステージMSTを示す平面図、図11(B)は図11(A)のXIB-XIB線に沿う拡大断面図である。

[図12]図12(A)は、第3の実施形態においてキャリア45上にマスクM1～M7を載置した状態を示す斜視図、図12(B)は図12(A)のマスクM1を示す平面図、図12(C)は図12(A)中の押圧部40SBを示す拡大図、図12(D)は図12(A)中のアクチュエータ39SBを示す拡大図である。

[図13]第2の実施形態のプリアライメント装置を示す斜視図である。

[図14]図14(A)は、第4の実施形態のキャリア47Aを示す平面図、図14(B)はキャリア47A上にマスクM1～M7を載置した状態を示す平面図、図14(C)はキャリア47Aを搬送している状態を示す斜視図である。

[図15]図15(A)は、図14(C)のキャリア47Aが載置されたマスクステージMSTを示す平面図、図15(B)は図15(A)のXVB-XVB線に沿う断面図である。

[図16]液晶デバイスの製造方法を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための最良の形態

[0010] [第1の実施形態]

以下、本発明の好ましい第1の実施形態につき図1～図8を参照して説明する。

図1は、本実施形態のステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（走査型露光装置）EXの概略構成を示す。図1において、投影露光装置EXは、露光光源（不図示）からの光で、複数（図1では7個）の小型のマスクM1、M2、M3、M4、M5、M6、M7に形成されたパターンを照明する照明装置IUと、マスクM1～M7を保持して移動するマスクステージMSTと、マスクM1～M7のパターンの拡大像をそれぞれプレートPT上に

投影する複数の反射屈折型の投影光学系 PL 1 ~ PL 7 を含む投影光学装置 PL と、プレート PT を保持して移動するプレートステージ PTST (図 2 参照) と、マスクステージ MST 及びプレートステージ PTST を駆動するリニアモータ等を含む駆動機構 (不図示) と、この駆動機構等の動作を統括的に制御するコンピュータよりなる主制御系 57 とを備えている。なお、本実施形態のプレート PT は、一例としてフォトレジスト (感光材料) が塗布された 1.9 × 2.2 m 角、2.2 × 2.4 m 角、2.4 × 2.8 m 角、又は 2.8 × 3.2 m 角等の矩形の平板状の液晶表示素子製造用のガラスプレートである。

[0011] 以下では、プレートステージ PTST でプレート PT が載置される面 (ほぼプレート PT の表面に平行な面) 上で直交する 2 方向に X 軸及び Y 軸を取り、その面に垂直に Z 軸を取り、Z 軸に平行な軸の周りの回転方法を  $\theta_z$  方向として説明する。本実施形態では、一例として XY 面が水平面に平行に、-Z 方向が鉛直方向に設定される。また、マスク M1 ~ M7 及びプレート PT を同期して移動する方向、すなわちマスクステージ MST 及びプレートステージ PTST を同期して移動させる方向 (走査方向) を X 方向に設定している。

[0012] 図 1 において、例えば超高压水銀ランプからなる露光光源 (不図示) より射出した光は、照明装置 IU 内で楕円鏡 2 及びダイクロイックミラー 3 により反射されてコリメートレンズ 4 に入射する。楕円鏡 2 の反射膜及びダイクロイックミラー 3 の反射膜により g 線 (波長 436 nm)、h 線 (波長 405 nm) 及び i 線 (波長 365 nm) の光を含む波長域の光が取り出され、取り出された光がコリメートレンズ 4 に入射する。コリメートレンズ 4 で平行光にされた照明光は、所定の露光波長域の光のみを透過させる波長選択フィルタ 5、減光フィルタ 6、及び集光レンズ 7 を介してライトガイドファイバ 8 の入射口 8a に集光される。

[0013] ライトガイドファイバ 8 は、入射口 8a と 7 つの射出口 (以下、射出口 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h という。) を備えている。入射口 8a に入射した照明光は、ライトガイドファイバ 8 の内部を伝播した後、7

つの射出口 8 b ~ 8 h より分割されて射出し、マスク M 1 ~ M 7 を部分的に照明する 7 つの部分照明光学系（以下、部分照明光学系 I L 1, I L 2, I L 3, I L 4, I L 5, I L 6, I L 7 という。）にそれぞれ入射する。各部分照明光学系 I L 1 ~ I L 7 を通過した照明光は、それぞれマスク M 1 ~ M 7 上の対応する照明領域をほぼ均一に照明する。楕円鏡 2 から部分照明光学系 I L 1 ~ I L 7 までの光学部材を用いて照明装置 I U が構成されている。

[0014] マスク M 1 ~ M 7 上の照明領域からの照明光は、マスク M 1 ~ M 7 のパターンの一部の像をプレート P T 上にそれぞれ投影する 7 つの投影光学系（以下、投影光学系 P L 1, P L 2, P L 3, P L 4, P L 5, P L 6, P L 7 という。）のそれぞれに入射する。投影光学系（部分投影光学系）P L 1 ~ P L 7 は、それぞれマスク M 1 ~ M 7 のパターン面（下面）のパターンの像をプレート P T 上に結像する。

[0015] 次に、図 3（A）は、マスクステージ M S T 及びその駆動機構等を示す斜視図、図 3（B）は、マスクステージ M S T を示す斜視図である。図 3（A）において、マスクステージ M S T は、X 軸に平行に不図示のコラムに支持された 1 対のロッド状のガイド部材 5 9 A, 5 9 B 上に、真空予圧型気体軸受を介して X 方向及び  $\theta_z$  方向に移動可能に載置されている。また、マスクステージ M S T の Y 方向の両端部に固定された移動子 6 0 A a 及び 6 0 B a と、不図示のコラムに支持された固定子 6 0 A b 及び 6 0 B b とから、それぞれガイド部材 5 9 A, 5 9 B に対して X 方向にマスクステージ M S T を移動させるための 1 対のリニアモータ 6 0 A 及び 6 0 B が構成されている。リニアモータ 6 0 A 及び 6 0 B の X 方向の駆動量を変化させることによって、マスクステージ M S T の  $\theta_z$  方向の回転角を所定範囲内で制御することも可能である。

[0016] また、マスクステージ M S T の - X 方向の端部に固定された 2 つの移動鏡 5 5 X 1, 5 5 X 2 にレーザ干渉計 5 6 X 1, 5 6 Y 2 から計測用ビームが照射され、マスクステージ M S T の - Y 方向の端部に固定されたロッド状の

移動鏡55Yにレーザ干渉計56Yから計測用ビームが照射されている。レーザ干渉計56X1, 56X2及び56Yによって、例えば投影光学装置PLを支持する不図示のコラムに設けられた参照鏡(不図示)を基準として、マスクステージMSTのX方向、Y方向の位置、及び $\theta_z$ 方向の回転角が計測されている。この計測情報に基づいて主制御系57内のステージ制御部が、リニアモータ60A, 60Bを介してマスクステージMSTのX方向の位置及び速度、並びに $\theta_z$ 方向の回転角を制御する。

[0017] また、マスクステージMSTには、図3(B)に示すように、マスクM1~M7を通過した照明光を通過させるための7つの矩形の開口21が形成されている。さらに、マスクステージMST上には各開口21を囲むように、マスクステージMSTに対してマスクM1~M7を互いに独立にX方向、Y方向、及び $\theta_z$ 方向に駆動するためのアクチュエータ系AC1, AC2, AC3, AC4, AC5, AC6, AC7が設けられている。マスクM1~M7は、このアクチュエータ系AC1~AC7によって、マスクステージMSTに対して個別に駆動される。

[0018] 図4(A)は、図3(A)のマスクステージMST上のアクチュエータ系AC1~AC7の配列の一例を示す平面図であり、図4(D)は図4(A)のIVD-IVD線に沿う拡大断面図である。図4(A)において、マスクM1~M7は、それぞれそのパターン領域PAが開口21を覆うように、マスクステージMST上で真空予圧型気体軸受を構成する4箇所のエアパッド部41A, 41B, 41C, 41Dによって、X方向、Y方向の移動、及び $\theta_z$ 方向の回転が可能な状態で浮上して支持されている。

[0019] 即ち、図4(D)に示すように、マスクステージMSTのエアパッド部41Dの複数の排気孔42Aが通気孔42B及び不図示の可撓性配管を介して真空ポンプ43に連通し、複数の給気孔42Cが通気孔42D及び不図示の可撓性配管を介して加圧源44に連通している。エアパッド部41Dの給気孔42Cから加圧空気等を吹き出す加圧と、排気孔42Aから気体を吸引する真空予圧とを並行して行うことによって、エアパッド部41DとマスクM



1との間に数 $\mu\text{m}$ 程度（例えば5 $\mu\text{m}$ 程度）のギャップ $g$ が維持される。他のエアパッド部41A~41Cも同様に構成されている。

[0020] なお、図4（D）の例では、エアパッド部41DはマスクステージMSTの上面から所定の段差をもって突き出ているが、エアパッド部41A~41Dの上面をマスクステージMSTの他の部分と同じ高さにしてもよい。

また、図4（A）において、アクチュエータ系AC1は、マスクM1をX方向に駆動するアクチュエータ39Aと、X方向に離れた2箇所マスクM1をY方向に駆動する2つのアクチュエータ39B、39Cと、アクチュエータ39A及び39B、39Cに対向してそれぞれマスクM1をX方向及びY方向に付勢する押圧部40A及び40B、40Cとを備えている。Y軸のアクチュエータ39B、39Cの駆動量を変えることでマスクM1の $\theta_z$ 方向の回転角を制御できる。アクチュエータ39B、39Cはアクチュエータ39Aを90°回転して配置したものであり、押圧部40B、40Cは押圧部40Aを90°回転して配置したものである。マスクM1の着脱時に、アクチュエータ系AC1の各先端部とマスクM1との間に或る程度の隙間を確保できるように、押圧部40A~40Cの先端部を随時逆方向に退避できるように構成されている。

[0021] 他のアクチュエータ系AC2~AC7もアクチュエータ系AC1と実質的に同一構成である。ただし、隣接する2つのアクチュエータ系（例えばAC1及びAC2）は、Y軸のアクチュエータ39B、39Cと、Y軸の押圧部40B、40Cとが機械的に干渉しないようにX方向の位置がずれている。アクチュエータ系AC1~AC7は、主制御系57の制御のもとにあるアクチュエータ駆動系58（図4（B）、（C）参照）によって駆動される。アクチュエータ駆動系58からアクチュエータ39A~39Cに供給する駆動信号と、対応するマスクM1~M7の移動量との関係は予めアクチュエータ駆動系58内の記憶部に記憶されている。主制御系57からアクチュエータ駆動系58に対してマスクM1~M7のそれぞれの目標駆動量の情報が供給され、それに応じて一例としてアクチュエータ駆動系58は、マスクM1~

M7が対応する目標駆動量だけ駆動されるように、開ループ制御でアクチュエータ39A~39Cを駆動する。なお、マスクM1~M7のマスクステージMSTに対する変位を検出するセンサ（静電容量型のギャップセンサ等）を設け、閉ループ方式でアクチュエータ39A~39Cを駆動することも可能である。

[0022] 代表的にアクチュエータ39B及び押圧部40Bの構成例につき図4（C）及び図4（B）を参照して説明する。

図4（B）において、押圧部40Bは、マスクステージMSTに固定される本体部40aと、本体部40aに対して挿脱自在に支持された磁性材料からなる移動部材40cと、移動部材40cを外側に付勢するコイルばね40dと、移動部材40cの先端部に回転可能に設けられてマスクM1に直接接触する金属製の球体40eとを含んでいる。さらに、本体部40a内に組み込まれたコイル40bにアクチュエータ駆動系58から通電することによって、移動部材40c（球体40e）を本体部40a側の位置B1に退避できるように構成されている。なお、押圧部40Bとしては、板ばね部材等も使用可能である。

[0023] 一方、図4（C）において、アクチュエータ39Bは、マスクステージMSTに固定されて、多数の小さいピエゾ素子（圧電素子）が周囲に配列された開口を持つ固定子39aと、固定子39aの開口内に挿脱自在に配置された移動子39bと、移動子39bの先端部に回転可能に設けられてマスクM1に直接接触する金属製の球体39cとを含んでいる。即ち、アクチュエータ39Bは直動型のピエゾモータであり、アクチュエータ駆動系58から固定子39a内の多数のピエゾ素子を駆動することで、移動子39bを所望の駆動量だけ移動することができる。さらに、ピエゾモータは、固定子39aに駆動電力を供給しない状態では、移動子39bの位置がそれまでの位置に維持される。

[0024] また、図4（A）において、マスクM1~M7のパターン領域PAのX方向（走査方向）の近傍には、相互の位置関係及びプレートPT上に形成され

ているデバイスパターン（２層目以降に露光する場合）との位置関係を計測するための２対の２次元のアライメントマーク３６Ａ，３６Ｂ及び３７Ａ，３７Ｂが形成されている。

図１に戻り、プレートＰＴはプレートホルダ（不図示）を介してプレートステージＰＴＳＴ（図２参照）上に吸着保持され、プレートステージＰＴＳＴにはＸ軸の移動鏡５０Ｘ及びＹ軸の移動鏡５０Ｙが設けられている。Ｘ軸のレーザ干渉計５１Ｘ１，５１Ｘ２及びＹ軸のレーザ干渉計５１Ｙ１，５１Ｙ２，５１Ｙ３から移動鏡５０Ｘ及び５０Ｙに計測用ビームが照射されている。レーザ干渉計５１Ｘ１，５１Ｘ２及び５１Ｙ１～５１Ｙ３によって、例えば投影光学装置ＰＬを支持する不図示のコラムに設けられた参照鏡（不図示）を基準として、プレートステージＰＴＳＴのＸ方向、Ｙ方向の位置、及び $\theta_z$ 方向の回転角が計測されている。その計測情報に基づいて主制御系５７内のステージ制御部が、駆動機構（不図示）を介してプレートステージＰＴＳＴ（プレートＰＴ）のＸ方向、Ｙ方向の位置及び速度、並びに $\theta_z$ 方向の回転角を制御する。

[0025] 上述の部分照明光学系ＩＬ１～ＩＬ７のうちの一Ｘ方向側の第１列の部分照明光学系ＩＬ１，ＩＬ３，ＩＬ５，ＩＬ７は、走査方向と直交する非走査方向（Ｙ方向）に所定間隔をもって配置され、部分照明光学系ＩＬ１，ＩＬ３，ＩＬ５，ＩＬ７に対応して設けられている第１列の投影光学系ＰＬ１，ＰＬ３，ＰＬ５，ＰＬ７も、同様に投影光学装置ＰＬ内で非走査方向に所定間隔をもって配置されている。また、第２列の部分照明光学系ＩＬ２，ＩＬ４，ＩＬ６は、第１列に対して＋Ｘ方向側に、かつ非走査方向に所定間隔をもって配置されており、部分照明光学系ＩＬ２，ＩＬ４，ＩＬ６に対応して設けられている第２列の投影光学系ＰＬ２，ＰＬ４，ＰＬ６も、第１列に対して＋Ｘ方向に、かつ非走査方向に所定間隔をもって配置されている。

[0026] 第１列の投影光学系ＰＬ１，ＰＬ３，ＰＬ５，ＰＬ７は、それぞれマスクＭ１～Ｍ７が配置される第１面上の非走査方向に平行な直線に沿った視野Ｖ１，Ｖ３，Ｖ５，Ｖ７を持ち、プレートＰＴが配置される第２面上の非走査

方向に平行な直線に沿って所定間隔で配列された像野（投影領域） $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_5$ ,  $I_7$ に像をそれぞれ形成する。また、第2列の投影光学系 $PL_2$ ,  $PL_4$ ,  $PL_6$ は、それぞれその第1面上の非走査方向に平行な直線に沿った視野 $V_2$ ,  $V_4$ ,  $V_6$ を持ち、その第2面上の非走査方向に平行な直線に沿って所定間隔で配列された像野（投影領域） $I_2$ ,  $I_4$ ,  $I_6$ （ $I_2$ ,  $I_4$ は不図示）に像をそれぞれ形成する。なお、視野 $V_1 \sim V_7$ は、部分照明光学系 $IL_1 \sim IL_7$ によるマスク $M_1 \sim M_7$ 上の照明領域（照野）でもある。

[0027] 第1列及び第2列の投影光学系の間には、マスク $M_1 \sim M_7$ 及びプレート $PT$ のフォーカス位置（ $Z$ 方向の位置）を合わせるためのオートフォーカス系52と、プレート $PT$ の位置合わせを行うためのオフアキシスのアライメント系54とが配置されている。

以下、部分照明光学系 $IL_1 \sim IL_7$ 及び投影光学系 $PL_1 \sim PL_7$ の構成につき詳細に説明する。投影光学系 $PL_1 \sim PL_7$ は、それぞれマスク $M_1 \sim M_7$ 上における視野（ここでは照明領域に等しい）内の拡大像である一次像をプレート $PT$ 上の像野内に形成する反射屈折型の投影光学系であり、その走査方向（ $X$ 方向）における拡大倍率が+1倍を超え、且つ非走査方向（ $Y$ 方向）における拡大倍率は-1を下回る。言い換えると、投影光学系 $PL_1 \sim PL_7$ は、それぞれマスク $M_1 \sim M_7$ のパターンの走査方向に正立で、かつ非走査方向に倒立の拡大像をプレート $PT$ 上に形成する。走査方向及び非走査方向の拡大倍率の絶対値は、一例として2.5程度である。

[0028] 本例では、部分照明光学系 $IL_1 \sim IL_7$ は同一構成である。また、第1列の投影光学系 $PL_1$ ,  $PL_3$ ,  $PL_5$ ,  $PL_7$ は同一構成であり、第2列の投影光学系 $PL_2$ ,  $PL_4$ ,  $PL_6$ は投影光学系 $PL_1$ を $180^\circ$ 回転した構成である。以下では代表的に第1列及び第2列の2つの部分照明光学系 $IL_1$ ,  $IL_2$ 及び2つの投影光学系 $PL_1$ ,  $PL_2$ の構成につき説明する。

[0029] 図2は、図1中の2つの部分照明光学系 $IL_1$ ,  $IL_2$ 、及びこれらに対

応する2つの投影光学系 $PL1$ 、 $PL2$ の構成を示す図である。図2において、ライトガイドファイバ8の射出口8b及び8cから射出した光束は、部分照明光学系 $IL1$ 及び $IL2$ に入射して、コリメートレンズ9b及び9cにより集光される。集光された光束は、オプティカルインテグレータであるフライアイレンズ10b及び10cに入射し、フライアイレンズ10b及び10cの後側焦点面に形成された多数の二次光源からの光束は、それぞれコンデンサーレンズ11b及び11cによりマスクM1及びM2をほぼ均一に照明する。

[0030] また、投影光学系 $PL1$ は、凹面反射鏡 $CCMb$ と、マスクM1と凹面反射鏡 $CCMb$ との間の光路中に配置されたZ軸に平行な光軸 $AX11$ を持つ第1レンズ群 $G1b$ 及び第2レンズ群 $G2b$ と、第2レンズ群 $G2b$ から+Z方向に進行する光を-X方向に光軸 $AX12$ に沿って偏向する第1偏向部材 $FM1b$ と、その-X方向に進行する光を-Z方向に偏向する第2偏向部材 $FM2b$ と、第2偏向部材 $FM2b$ とプレートPTとの間の光路中に配置されて、Z軸に平行な光軸 $AX13$ を有する第3レンズ群 $G3b$ とを備えている。投影光学系 $PL1$ は、凹面反射鏡 $CCMb$ を用いた軸外れ光学系である。

[0031] 投影光学系 $PL1$ において、凹面反射鏡 $CCMb$ の反射面の近傍（瞳面）には、投影光学系 $PL1$ のプレートPT側の開口数を決定するための開口絞り $ASb$ が備えられており、開口絞り $ASb$ は、マスクM1側及びプレートPT側が略テレセントリックとなるように位置決めされている。

また、投影光学系 $PL2$ は、投影光学系 $PL1$ と対称に、Z軸に平行な光軸 $AX21$ に沿って配置された第1レンズ群 $G1c$ 、第2レンズ群 $G2c$ 、及び凹面反射鏡 $CCMc$ と、Z軸に平行な光軸 $AX23$ を持つ第3レンズ群 $G3c$ と、第2レンズ群 $G2c$ から+Z方向に向かう光束を光軸 $AX22$ に沿って+X方向に折り曲げる第1偏向部材 $FM1c$ と、その+X方向に向かう光束を-Z方向に折り曲げる第2偏向部材 $FM2c$ と、投影光学系 $PL2$ の瞳面に配置された開口絞り $ASc$ とを備えている。

[0032] さらに、投影光学系 P L 1, P L 2 には倍率補正機構（不図示）が設けられている。なお、投影光学系 P L 1, P L 2 の構成及び倍率は任意であり、投影光学系 P L 1, P L 2 を例えば屈折系で構成してもよい。また、投影光学系 P L 1, P L 2 として中間像を形成する投影光学系を使用してもよい。

また、投影光学系 P L 1 及び P L 2 は、第 1 レンズ群 G 1 b 及び G 1 c の光軸 A X 1 1, A X 2 1 の X 方向（走査方向）における間隔を D m とし、第 3 レンズ群 G 3 b 及び G 3 c の光軸 A X 1 3, A X 2 3 の X 方向における間隔を D p とし、投影光学系 P L 1 及び P L 2 の投影倍率を  $\beta$  とするとき、以下の関係が満足されている。

[0033] 
$$D_p = D_m \times |\beta| \quad \dots (1)$$

図 6 (A) は、図 1 のマスクステージ M S T 上のマスク M 1 ~ M 7 の配置を示す平面図である。図 6 (A) に示すように、マスク M 1 ~ M 7 は、Y 方向（非走査方向）に沿って配置されて、それぞれ図 1 の投影光学系 P L 1 ~ P L 7 の台形状の視野 V 1 ~ V 7 が位置決めされるパターン領域 P A を備えている。視野 V 1 ~ V 7 が台形状であるのは、継ぎ誤差を低減するために、視野 V 1 ~ V 7 の両端部のパターンの像をプレート P T 上に重ねて露光するためである。そのため、マスク M 2 ~ M 6 のパターン領域 P A の両端部には交互に同じパターンが形成されている。ただし、Y 方向の両端部の視野 V 1, V 7 の内側のエッジ部の像は重ねては露光されない部分であるため、視野 V 1, V 7 の内側は X 軸に平行な直線状となっている。

[0034] なお、マスク M 1 ~ M 7 上の視野 V 1, V 2 等を規定するために、一例として、図 2 の部分照明光学系 I L 1 1, I L 2 中に不図示の照明視野絞り及びリレー光学系が配置されている。

図 6 (B) は、プレートステージ P T S T 上のプレート P T を示す平面図である。図 6 (B) において、プレート P T 上の被露光領域 E P は、Y 方向の境界部 E P 1 2 等が重なるように、X 方向に細長い 7 列の部分被露光領域 E P 1 ~ E P 7 に分かれている。部分被露光領域 E P 1 ~ E P 7 上にはそれぞれ投影光学系 P L 1 ~ P L 7 の像野 I 1 ~ I 7 が設定され、走査露光によって

マスクM1～M7のパターン領域PA内のパターンの像がY方向に継ぎ合わせながら露光される。また、プレートPTの被露光領域EPの四隅の近傍には、複数の2次元のアライメントマーク38A～38Dが形成されている。なお、部分被露光領域EP1～EP7毎に複数のアライメントマークを設けてもよい。また、実際にはプレートPT上には、複数の被露光領域が設定される。

[0035] また、図6(A)の第1列の視野V1, V3等の中心を結ぶY軸に平行な直線と、第2列の視野V2, V4等の中心を結ぶY軸に平行な直線とのX方向の間隔をLmとする。同様に、図6(B)の第1列の像野I1, I3等の中心を結ぶY軸に平行な直線と、第2列の像野I2, I4等の中心を結ぶY軸に平行な直線とのX方向の間隔をLpとする。間隔Lm及びLpは図2の間隔Dm及びDpよりも大きい。間隔LmとLpとの間にも式(1)と同様の以下の関係が成立する。

$$[0036] \quad L_p = L_m \times |\beta| \quad \dots (2)$$

この場合、奇数番目のマスクM1, M3, M5, M7のパターン領域PAと、偶数番目のマスクM2, M4, M6のパターン領域PAとをX方向の同じ位置に形成して、マスクオフセットMOを0にしておいても、マスクM1～M7の投影像をプレートPT上で正確に繋ぎ合わせて露光できる。

[0037] なお、例えば第1列の像野と第2列の像野との間隔Lpを小さくするような場合には、式(1)の関係が成立しなくなる。この場合には、マスクオフセットMO(=Lm-Lp/|β|)の分だけ、奇数番目のマスクM1, M3等と、偶数番目のマスクM2, M4等とのパターン領域をX方向にずらせばよい。

また、図2のプレートステージPTSTの-X方向の端部に設けられた光透過性の基準部材31のプレートPT表面と同じ高さの表面には、Y方向に所定間隔の1対の2次元の基準マーク32A, 32B(図1参照)が合計で4対(8個)形成されている。基準部材31の底面のプレートステージPTST内には、対応する基準マークの周囲を通過した照明光を受光して基準マーク等の

像を撮像する、それぞれ結像レンズ34と2次元の撮像素子35とを備える8個の空間像計測系33A~33Hが設置されている。撮像素子35の撮像信号は主制御系57内のアライメント制御部に供給される。

[0038] 図2の状態では、マスクM1のアライメントマーク36Aの投影光学系PL1による像が基準部材31上に形成され、アライメントマーク36Aの像及び基準マーク32Aの像が重ねて空間像計測系33Aの撮像素子35上に形成される。アライメント制御部では、その撮像信号を処理して、基準マーク32Aに対するアライメントマーク36A（又は他のアライメントマーク）の像のX方向、Y方向の位置ずれ量を求める。同様に図1の他の空間像計測系33B~33Hの撮像信号より基準マーク32B等に対するアライメントマークの像のX方向、Y方向の位置ずれ量が求められる。

[0039] また、基準マーク32A、32B等の中心と、プレート用のアライメント系54の検出中心との位置関係は予め求められてアライメント制御部に記憶されている。

さらに、図5は、マスクステージMSTをガイド部材59A、59Bの+X方向の端部に移動した状態を示す。図5において、その端部近傍にマスクライブラリ62が設置され、マスクライブラリ62内にマスクM1と同様の小型のマスクM8~M14等が格納されている。また、マスクライブラリ62とガイド部材59A、59Bの端部との間に、マスクローダ系61が配置されている。マスクローダ系61は、Y軸に平行なガイド部材61aと、ガイド部材61aに沿って移動する多関節部61bと、多関節部61bの先端でマスクM1等を吸着保持して3次元的に移動するハンド部61cとを備えている。

[0040] 以下、本実施形態の投影露光装置EXで走査露光を行う場合の動作の一例につき図8のフローチャートを参照して説明する。この動作は主制御系57によって制御される。初期状態では、マスクステージMST及びプレートステージPTST上にマスク及びプレートはロードされていないものとする。さらに、図4(A)のマスクステージMSTの各アクチュエータ系AC1~AC



7において、押圧部40A~40Cの移動部材40c（球体40e）は本体部40a側に退避し、アクチュエータ39A~39Cの移動子39bは、移動ストローク内の最も外側に移動している。これによって、マスクM1~M7を容易にアクチュエータ39A~39Cと押圧部40A~40Cとの間（アクチュエータ系AC1~AC7の内側）に設置できる。また、エアパッド部41A~41Dの吸引及び加圧動作は停止されている。

[0041] 先ず、図8のステップ201において、図5に示すように、マスクステージMSTをガイド部材59A, 59Bの+X方向の端部に移動して、マスクライブラリ62からマスクローダ系61によって順次、マスクM1~M7をマスクステージMST上のアクチュエータ系AC1~AC7の内側に搬送する。この際に、プリアライメント系（不図示）によってマスクM1~M7上のアライメントマーク36A, 36B（又は37A, 37B）を検出して、大まかなアライメントを行ってもよい。この結果、ステップ202において、マスクステージMST上にマスクM1~M7が並列に載置されている。この状態で、マスクステージMST上の全部のエアパッド部41A~41Dにおいて吸引及び加圧を開始して、マスクステージMST（エアパッド部41A~41D）上に数 $\mu\text{m}$ のギャップを空けてマスクM1~M7を移動及び回転が円滑にできる状態で支持する。また、アクチュエータ系AC1~AC7において、押圧部40A~40Cの球体40eをマスクM1~M7の側面に接触させてマスクM1~M7を付勢し、かつアクチュエータ39A~39Cの移動子39bを移動ストロークの中央に移動する。これによって、マスクM1~M7はアクチュエータ系AC1~AC7内でX方向、Y方向の移動ストロークの中央に保持される。

[0042] 次のステップ203において、マスクステージMSTを-X方向に移動して、図6（A）の奇数番目のマスクM1, M3, M5, M7のアライメントマーク36A, 36B上に視野V1, V3, V5, V7（照明領域）を設定し、部分照明光学系IL1~IL7から照明光を照射する。さらに、プレートステージPTSTを駆動して、図6（B）の奇数番目の像野I1, I3, I5

、 I 7 中に図 1 の基準部材 3 1 の 4 対の基準マーク 3 2 A, 3 2 B を移動して、空間像計測系 3 3 A ~ 3 3 H によって 4 対の基準マーク 3 2 A, 3 2 B とマスク M 1, M 3, M 5, M 7 のアライメントマーク 3 6 A, 3 6 B の像との X 方向、 Y 方向の位置ずれ量を計測する。さらに、マスクステージ M S T を間隔  $L_m$  だけ + X 方向に移動し、偶数番目のマスク M 2, M 4, M 6 のアライメントマーク 3 6 A, 3 6 B 上に視野 V 2, V 4, V 6 を設定するとともに、プレートステージ P T S T を間隔  $L_p$  だけ + X 方向に移動し、偶数番目の像野 I 2, I 4, I 6 中に基準部材 3 1 の内側の 6 個の基準マークを移動する。そして、空間像計測系 3 3 B ~ 3 3 G によって、この 6 個の基準マーク ( 3 対の基準マーク 3 2 B, 3 2 A ) とマスク M 2, M 4, M 6 のアライメントマーク 3 6 A, 3 6 B の像との X 方向、 Y 方向の位置ずれ量を計測する。

[0043] さらに、マスク M 1 ~ M 7 のパターンの X 方向、 Y 方向のスケーリング ( 線形伸縮 ) 、及び直交度も計測する場合には、同様にマスク M 1 ~ M 7 の + X 方向のアライメントマーク 3 7 A, 3 7 B の像の基準マーク 3 2 A, 3 2 B に対する位置ずれ量を計測する。これらの位置ずれ量は主制御系 5 7 内のアライメント制御部で求められる。さらにアライメント制御部では、これらの位置ずれ量の情報から図 6 ( A ) のマスク M 1 ~ M 7 の位置関係として、例えばマスク M 1 を基準とした他のマスク M 2 ~ M 7 の X 方向、 Y 方向の位置ずれ量  $(\Delta X_i, \Delta Y_i)$  (  $i = 2 \sim 7$  ) 、及び  $\theta_z$  方向の回転角のずれ量  $\Delta \theta_i$  を求める。この各ずれ量は、マスク M 1 ~ M 7 間の相対的な配置誤差に相当する。また、アライメント制御部では、 + Y 方向の端部の基準マーク 3 2 A, 3 2 B の位置とマスク M 1 のアライメントマーク 3 6 A, 3 6 B 等の像との位置関係の情報も求める。

[0044] また、そのアライメント制御部はアクチュエータ駆動系 5 8 に対してその位置ずれ量  $(\Delta X_i, \Delta Y_i)$  及び回転角のずれ量  $\Delta \theta_i$  の情報を供給する。これに応じて、アクチュエータ駆動系 5 8 では、その位置ずれ量  $(\Delta X_i, \Delta Y_i)$  及び回転角のずれ量  $\Delta \theta_i$  を相殺するようにアクチュエータ系 A

C2～AC7を駆動する。これによって、マスクM1～M7のパターン領域PA内のパターンは、マスクM1～M7のパターンを1枚の大型のマスクに形成した場合と同様の位置関係に設定される。従って、小型の複数のマスクM1～M7を用いても、このマスクM1～M7のパターンをプレートPT上に継ぎ合わせて転写する場合の継ぎ誤差の発生を抑制することができ、プレートPT上に目標とするパターン（継ぎ合わせられた一連のパターン）を高精度に転写できる。

[0045] また、マスクM1～M7のアライメントマーク37A, 37Bをも計測して、マスクM1～M7のパターンのX方向、Y方向のスケーリング、及び直交度も計測した場合、Y方向のスケーリングは、投影光学系PL1～PL7内の倍率補正機構によって補正できる。また、X方向のスケーリングは、後述の走査露光中にプレートステージPTSTに対するマスクステージMSTの走査速度を初期の目標値に対して増減することで補正できる。さらに、図7（C）に示すように、直交度誤差（ここではプレートPT上のパターンに対する誤差）を補正して、マスクM1のパターンを仮想的にマスクM1'のパターンのように変形させる場合には、視野V1に対してマスクM1をX方向に移動する際にマスクM1を次第にY方向にシフトすればよい。これは他のマスクM2～M7についても同様である。

[0046] 次のステップ204において、プレートステージPTST上にプレートPTをロードする。プレートPTには予め不図示のコータ・デベロッパにおいてフォトレジストが塗布されている。次のステップ205において、アライメント系54を用いてプレートPT上のアライメントマーク38A～38Dの位置を検出し、この検出結果に基づいて主制御系57内のアライメント制御部で、基準マーク32A, 32B等に対するプレートPTの被露光領域EPの位置関係を求める。この動作（プレートPTのアライメント）によって、マスクM1～M7とプレートPTとの間の相対的な配置誤差として、マスクM1～M7のパターンの投影像と、プレートPTの被露光領域EP等との位置関係の誤差（X方向、Y方向の位置ずれ量、及び $\theta_z$ 方向の回転誤差）を求

めることができる。アライメント制御部は、この位置ずれ量及び回転誤差の情報をアクチュエータ駆動系58に対して供給し、アクチュエータ駆動系58は、この供給された位置ずれ量及び回転誤差を相殺するようにアクチュエータ系AC1~AC7を駆動することができる。

[0047] また、ステップ203のマスクM1~M7のアライメントの結果と、そのプレートPTのアライメントの結果とを用いて、一例として、主制御系57では、プレートステージPTST（プレートPT）の走査方向の位置（X座標）の関数として、マスクステージMST上のマスクM1~M7の目標位置（回転角を含む）を算出する。これ以降は、プレートステージPTSTのX座標が所定量ずつ変化する毎に、マスク側のレーザ干渉計56X1, 56X2, 56Y及びプレート側のレーザ干渉計51X1, 51X2, 51Y1~51Y3の計測値から、マスクM1~M7の各目標位置からのずれ量（マスクM1~M7のパターンの像とプレートPT（被露光領域EP）との位置ずれ量及び回転誤差）が同期誤差として求められる。

[0048] 次のステップ206において、マスクステージMSTを駆動して、図6（A）の視野V1~V7の例えば手前にマスクM1~M7を移動し、プレートステージPTSTを駆動して、図6（B）の像野I1~I7の手前にプレートPTの被露光領域EPを移動し、上記の同期誤差が0になるような位置関係で、マスクステージMST及び/又はプレートステージPTSTを駆動する。これ以降は、投影光学系PL1~PL7の投影倍率 $\beta$ を考慮して、その位置関係が維持されるようにマスクステージMST及びプレートステージPTSTを同期して駆動することで、プレートPTの走査露光を開始する。

[0049] そして、視野（照明領域）V1~V7への照明光の照射を開始して、マスクM1~M7のパターンの像を投影光学系PL1~PL7を介してプレートPTの被露光領域EP上の像野I1~I7に投影露光した状態で、マスクステージMSTを矢印SM1で示す+X方向に速度VMで移動するのに同期して、プレートステージPTST（プレートPT）を印SP1で示す+X方向に速度 $VM \times |\beta|$ で移動する。なお、そのようにマスクステージMST及び

レートステージPTSTを同期移動しても、上記の同期誤差が或る程度は残存する可能性がある。

[0050] そこで、この走査露光中にステップ207に示すように、マスク側のレーザ干渉計56X1, 56X2, 56Y及びプレート側のレーザ干渉計51X1, 51X2, 51Y1~51Y3によって、上記のマスクM1~M7のパターンの像とプレートPTとの位置ずれ量及び回転誤差である同期誤差の計測を継続して行う。そして、その同期誤差が所定の許容範囲を超えた場合には、その誤差を補正するように図6(A)のアクチュエータ系AC1~AC7を駆動して、マスクステージMSTに対するマスクM1~M7のX方向、Y方向の位置、及び $\theta_z$ 方向の回転角を個別にダイナミックに補正する。本実施形態では、投影光学系PL1~PL7は拡大倍率であるため、マスクM1~M7を駆動することによって、プレートPTの位置を調整する場合に比べて、少ない駆動量で高速に同期誤差を補正できる。

[0051] その同期誤差の補正方法の一例につき図7(A)及び(B)を参照して説明する。図7(A)及び(B)はそれぞれ走査露光中のプレートPT及びマスクステージMSTを示す。図7(A)に示すように、プレートPT(被露光領域EP)の目標回転角に対する回転誤差を $\theta$ (rad)として、被露光領域EPの中心を通りX軸に平行な直線から像野I1の中心までのY方向の距離を $P1_y$ とする。このとき、像野I1の位置は本来の位置から $\theta \cdot P1_y$ だけX方向にずれる。この対策として、予め主制御系57は、マスクM1に関しては図7(B)に示すように、マスクステージMSTに対する回転角(プレートステージPTSTのX座標に応じた目標回転角)を $-\theta$ に設定しておく。さらに、マスクM1のX方向の中心から視野V1の中心までの距離を $M_a(x)$ として、マスクM1のマスクステージMSTに対するX方向、Y方向の移動量( $\Delta X_{M1}$ ,  $\Delta Y_{M1}$ )(X方向、Y方向の目標位置)を近似的に次のように設定しておく。

$$[0052] \quad \Delta X_{M1} = -\theta \cdot P1_y / |\beta| \quad \dots (3)$$

$$\Delta Y_{M1} = \theta \cdot M_a(x) \quad \dots (4)$$

他のマスクM2～M7についても同様に目標位置の設定（補正）を行う。これによって、走査露光中の同期誤差を高い追従速度で補正できる。なお、投影光学系PL1～PL7の投影像が正立正像である場合には、マスクM1～M7の回転角は $\theta$ でよい。

- [0053] 被露光領域EPへの走査露光終了後に、照明光の照射を停止する。そして、プレートPT上の他の被露光領域にも露光する場合には、プレートPTのY方向への移動（ステップ移動）を行った後、例えばマスクステージMSTを図6（A）の矢印SM2で示す-X方向に移動させ、プレートPTを図6（B）の矢印SP2で示す-X方向に同期して移動させることで、走査露光を行う。プレートPT上の全部の被露光領域への走査露光終了後のステップ208において、プレートPTのアンロードが行われる。アンロードされたプレートPTには不図示のコータ・デベロッパにおいて現像が行われる。この露光及び現像工程は、後述のステップS401のパターン形成工程及びステップS402のカラーフィルタ形成工程の一部である。
- [0054] その後、ステップ209で次のプレートを露光する場合には、動作はステップ204に移行して、ステップ204～208までの露光動作が繰り返される。ステップ209で露光対象のプレートがない場合には、一例としてステップ210に移行して、マスクステージMSTのマスクM1～M7に対するエアパッド部41A～41Dの吸引及び加圧動作を解除して、アクチュエータ系AC1～AC7の押圧部40A～40Cの球体40eを本体部40a側に退避する。これによって、マスクM1～M7をマスクステージMSTから容易に取り出すことが可能になる。次のステップ211において、マスクステージMSTを図5のガイド部材59A、59Bの端部に移動した後、マスクローダ系61によってマスクステージMST上のマスクM1～M7を順次アンロードしてマスクライブラリ62に格納して、露光が終了する。
- [0055] このように本実施形態によれば、転写対象のパターンをマスクM1～M7に分割して形成し、かつマスクM1～M7のパターンの像を拡大倍率を持つ投影光学系PL1～PL7を介してプレートPT上に継ぎ合わせて露光して

いるため、投影光学系を大型化することなく、プレートPT上に大面積のデバイスパターンを高いスループットでかつ高精度に露光できる。

[0056] 本実施形態の作用効果等は以下の通りである。

(1) 本実施形態の投影露光装置EXによる露光方法は、複数のマスクM1～M7をマスクステージMST上に支持するステップ202と、マスクM1～M7をマスクステージMSTに対して個別に動かしてマスクM1～M7の相対的な位置及び回転角を制御するステップ203と、その相対的な位置及び回転角が制御されたマスクM1～M7のパターンを介し、プレートステージPTSTに載置されたプレートPTを露光するステップ206, 207と、を含んでいる。

また、投影露光装置EXは、マスクM1～M7を支持するマスクステージMSTと、プレートPTが載置されるプレートステージPTSTと、マスクM1～M7をマスクステージMSTに対して個別に動かしてマスクM1～M7の相対的な位置及び回転角を制御する主制御系57を含む制御機構と、その相対的な位置及び回転角が制御されたマスクM1～M7のパターンを介してプレートPTに照明光を照射する照明装置IUと、を備えている。

[0057] 本実施形態によれば、プレートPT上の各被露光領域に露光されるデバイスパターンを生成するためのパターンを分割してマスクM1～M7に形成することによって、個々のマスクM1～M7を小型化できる。従って、例えば小型の電子線描画装置を用いてマスクM1～M7を個々に、安価にかつ高精度に製造できる。さらに、ステップ203において、例えばマスクM1を基準としてマスクM2～M7の相対的な位置及び回転角を補正することによって、マスクM1～M7のパターン間の相対的な位置誤差及び回転誤差（相対的な配置誤差）を低減でき、マスクM1～M7のパターンを1枚の大型のマスクに形成した場合と同様の位置関係に設定できる。このため、マスクM1～M7のパターンをプレートPT上に継ぎ合わせて転写する場合の継ぎ誤差の発生を抑制することができ、プレートPT上に高精度にデバイスパターンを転写できる。

- [0058] また、ステップ207において、プレートPT上の被露光領域に前工程で形成されているパターンとマスクM1～M7のパターンとの相対的な位置誤差及び回転誤差（同期誤差）を低減するようにマスクM1～M7を駆動することで、重ね合わせ精度が向上する。なお、例えばプリアライメント精度が高い場合にはステップ203を省略してもよく、走査露光中の同期誤差をマスクステージMST及びプレートステージPTSTの動作のみで補正可能な場合には、ステップ207を省略することが可能である。
- [0059] また、本実施形態では、全部のマスクM1～M7を制御対象のマスクとしている。しかしながら、例えば図1の投影光学装置PLを1列の投影光学系PL1, PL3, PL5, PL7のみから構成し、1回目の走査露光で奇数番目のマスクM1, M3, M5, M7のパターンの像をプレートPT上に露光し、2回目の走査露光で偶数番目のマスクM2, M4, M6のパターンの像を先に露光した像にY方向に継ぎ合わせて露光することも可能である。この場合には、1回目の走査露光では奇数番目のマスクが制御対象（アクチュエータ系AC1～AC7による駆動対象）となり、2回目の走査露光では偶数番目のマスクが制御対象となる。
- [0060] さらに、例えば1番目のマスクM1の位置及び回転角はマスクステージMST自体で補正し、他のマスクM2～M7のマスクステージMSTに対する位置及び回転角をアクチュエータ系AC2～AC7で補正してもよい。この場合には、マスクM1用のアクチュエータ系AC1の代わりに、単にマスクM1の位置決めを行う部材を設けてもよい。
- なお、本実施形態ではマスクステージMST上に7個のマスクM1～M7が載置されるが、マスクステージMST上には2個以上の任意の数のマスクを載置してもよい。従って、制御対象のマスクは少なくとも一つでよい。
- [0061] （2）また、本実施形態では、マスクM1～M7のX方向、Y方向の位置及び $\theta_z$ 方向の回転角を制御しているが、その位置及び回転角の少なくとも一方を制御するのみでもよい。これによって、マスクM1～M7のパターンの相対誤差及び／又は重ね合わせ誤差を改善できる。



(3) また、ステップ203は、空間像計測系33A~33Hによって基準マーク32A, 32B等を基準としてマスクM1~M7のアライメントマーク36A, 36B等の位置関係を計測し、この計測結果からマスクM1 (マスクステージMST) に対するマスクM2~M7の相対的な位置及び回転角 (この少なくとも一方でもよい) を求める工程と、その計測結果に基づいてアクチュエータ系AC1~AC7によってマスクM1~M7の位置及び回転角 (この少なくとも一方でもよい) を変化させる工程とを含んでいる。

[0062] これによって、マスクM1~M7のパターン間の相対的な位置及び/又は回転角の誤差を高精度に補正できる。

なお、ステップ203では、空間像計測系33A~33Hによる計測を行うことなく、例えばプリアライメント系 (不図示) によって予め計測 (取得) されているマスクM1~M7のアライメントマーク36A, 36B等の位置関係等に基づいて、マスクM1~M7の位置等を補正してもよい。

[0063] また、本実施形態では、アクチュエータ系AC1~AC7のアクチュエータ39A~39Cとしてピエゾモータが使用されているが、ピエゾモータの他に直動型の超音波モータ、又はボイスコイルモータ等も使用できる。

(4) また、ステップ207は、マスク側のレーザ干渉計56X1, 56X2等及びプレート側のレーザ干渉計51X1, 51X2等によって、プレートPT上の被露光領域EPとマスクM1~M7のパターンの像との相対的な位置及び回転角の誤差 (この少なくとも一方でもよい) を求める工程と、その計測結果に基づいてアクチュエータ系AC1~AC7によってマスクM1~M7の位置及び回転角 (この少なくとも一方でもよい) を個別に制御する工程とを含んでいる。

[0064] これによって、マスクM1~M7のパターンの像をプレートPTの被露光領域EP上に高い重ね合わせ精度で露光できる。

(5) また、本実施形態では、図4(A)に示すように、アクチュエータ系AC1~AC7のアクチュエータ39A~39CによってマスクM1~M7を直接駆動しているため、例えばマスクステージMST上にマスクM1~

M7が載置される小型の複数の可動ステージを設ける場合に比べて、マスクステージMST上にアクチュエータ系AC1～AC7を配置するためのスペースを十分に確保できる。

[0065] なお、図9に示すように、アクチュエータ系AC1のアクチュエータ39A～39C及び押圧部40A～40CによるマスクM1（他のマスクM2～M7も同様）の外面の接触部に、例えば金属製のスペーサ48（緩衝部材）を接着等によって設けてもよい。これによって、マスクM1～M7の駆動時にマスクM1～M7の側面が損傷を受ける恐れがなくなる。

[0066] （6）また、本実施形態では、マスクステージMST（マスクM1～M7）及びプレートステージPTST（プレートPT）をX方向に同期して移動させながら、マスクM1～M7のパターンの投影光学系PL1～PL7による像でプレートPTを走査露光している。従って、1回の走査露光で効率的にマスクM1～M7のパターンをプレートPT上の各被露光領域EPに転写することができる。

[0067] なお、例えば図4（A）において、マスクM1のパターン領域PAのパターンを1つの投影光学系を介してプレートPT上に一括露光した後、マスクステージMST及びプレートPTをY方向にステップ移動しながら、マスクM2～M7のパターンの像を順次継ぎ合わせながらステップ・アンド・リピート方式でプレートPT上に露光してもよい。

[0068] [第2の実施形態]

本発明の第2の実施形態につき図10及び図11を参照して説明する。本実施形態の投影露光装置は図1の投影露光装置EXとほぼ同じであるが、複数のマスクM1～M7を個々にマスクステージMST上に載置するのではなく、図10（A）に示すように、マスクM1～M7を矩形の平板状のキャリア45に載置した状態でマスクステージMST上に載置する点が異なっている。図10（A）、図10（B）及び図11（A）、図11（B）において、図3（A）、図3（B）及び図4（A）～図4（D）に対応する部分には同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0069] 図10(A)はキャリア45上にマスクM1~M7を載置した状態を示し、図10(B)はそのキャリア45をマスクステージMST上に載置した状態を示す。図10(A)において、キャリア45上のマスクM1~M7の周囲にはそれぞれアクチュエータ39A~39C及び押圧部40A~40Cを含むアクチュエータ系AC1~AC7が設置されている。キャリア45には、アクチュエータ39A~39C及び押圧部40A~40Cを駆動する電力を供給するためのコネクタ46が設けられている。

[0070] マスクM1~M7は初めて露光される際に、マスクローダ系(不図示)によってマスクステージMST上のキャリア45上に並列に載置される。

図10(B)において、マスクステージMST上のキャリア45のコネクタ46は可撓性のケーブル70を介してアクチュエータ駆動系58に連結され、アクチュエータ駆動系58は、図4(A)の例と同様にアクチュエータ系AC1~AC7を介してマスクステージMSTに対してマスクM1~M7を駆動する。

[0071] 図11(A)は図10(B)のマスクステージMSTを示す平面図、図11(B)は図11(A)のXIB-XIB線に沿う拡大断面図である。図11(A)において、キャリア45にはマスクM1~M7のパターン領域PAを覆うように開口22が形成され、マスクステージMSTには開口22を覆うように開口21が形成されている。また、図4(A)のマスクステージMST上のエアパッド部41A~41D(本実施形態では吸着用に使用される)に対応して、キャリア45の開口22の周囲に真空予圧型気体軸受を構成する4箇所のエアパッド部41E~41Hが形成されている。

[0072] 図11(B)において、マスクステージMST内の通気孔42Bに連通する排気孔42Eからの吸引によって、キャリア45はマスクステージMSTのエアパッド部41Dに吸着保持される。さらに、キャリア45のエアパッド部41Hには、エアパッド部41D内の排気孔42A及び給気孔42Cに接続されるようにそれぞれ排気孔42A1及び給気孔42C1が形成されている。他の構成は図4(A)と同様であり、エアパッド部41Hからの吸引

及び加圧によって、マスクM1はエアパッド部41Hからギャップgを開けて浮上して保持される。従って、マスクM1～M7はアクチュエータ系AC1～AC7によってキャリア45（マスクステージMST）に対してX方向、Y方向、 $\theta_z$ 方向に円滑に駆動できる。

[0073] 本実施形態の作用効果等は以下の通りである。

(1) 本実施形態において、マスクM1～M7を初めて使用する際には、図11(A)に示すようにマスクM1～M7をマスクステージMST上のキャリア45上のアクチュエータ系AC1～AC7内に載置して、エアパッド部41E～41Hの吸引及び加圧を開始する。その後、図8のステップ203に対応して、プレートステージPTST上の基準マーク32A、32B等と、マスクM1～M7のアライメントマーク36A、36B等の像との位置ずれ量を計測し、例えばマスクM1（ひいてはキャリア45又はマスクステージMST）を基準として、他のマスクM2～M7の相対位置及び相対角度の誤差（又はこれらの少なくとも一方）を計測する。

[0074] その後、その誤差を補正するように、アクチュエータ系AC1～AC7を介してキャリア45に対するマスクM1～M7の位置及び回転角の少なくとも一方を変化させることによって、マスクM1～M7のパターンを1枚の大きなマスクに形成されている場合と等価な位置関係に設定できる。従って、プレートPT上に所望の大きなデバイスパターンを高精度に露光できる。

[0075] さらに、走査露光中にステップ207に対応して、レーザ干渉計を介して計測されるマスクM1～M7のパターン（マスクステージMST）の像とプレートPTの被露光領域EP（プレートステージPTST）との位置ずれ量を補正するように、キャリア45上のアクチュエータ系AC1～AC7を駆動することで、重ね合わせ誤差を低減できる。

(2) その露光後、コネクタ46からケーブル70を外した後、マスクM1～M7はキャリア45に載置された状態でマスクローダ系（不図示）によってマスクステージMSTとマスクライブラリ（不図示）との間を搬送され、キャリア45に載置された状態でマスクライブラリに収納される。2回目

以降にマスクM1～M7を使用する際には、マスクM1～M7はキャリア45に載置された状態でマスクローダ系によってマスクステージMST上に載置される。

[0076] この際に、アクチュエータ系AC1～AC7のアクチュエータ39A～39Cとしては、電力が供給されない状態で作動位置をほぼ一定に維持するピエゾモータ（又は超音波モータ、小型電動マイクロメータ等でもよい）が使用されているため、キャリア45上に並列に載置されたマスクM1～M7の相対位置等は、マスクステージMSTからマスクライブラリを経てマスクステージMSTに戻る間でほぼ一定の関係に維持される。従って、2回目以降に、マスクM1～M7が載置されたキャリア45をマスクステージMST上に載置した状態では、マスクM1～M7の相対位置等がその前の露光時に設定された状態（ほぼマスクM1～M7間の相対位置誤差等が補正された状態）であるため、ステップ203に対応するマスクアライメント動作を極めて短時間で実行できるか、又はステップ203に対応する動作を省略して、露光時間を短縮できる。また、キャリア45を用いてマスクM1～M7を一括して搬送することができるため、ステップ201に対応するマスクM1～M7の搬送時間を短縮できる。

[0077] （3）なお、本実施形態において、ステップ203に対応する工程では、キャリア45とマスクステージMSTとの相対位置及び相対角度の少なくとも一方を計測し、この計測結果に基づいてキャリア45のマスクステージMSTに対する位置及び回転角の少なくとも一方を変化させるようにしてもよい。これは、例えばマスクステージMST上に設けられる不図示の画像処理型のプリアライメント系と、マスクローダ系とを用いて行うことができる。

[0078] [第3の実施形態]

本発明の第3の実施形態につき図12及び図13を参照して説明する。本実施形態では、第2の実施形態と同様に図12（A）に示すように、キャリア45上にマスクM1～M7を載置するが、キャリア45上のアクチュエータ系ACS1～ACS7が第2の実施形態とは異なりオペレータによってマ

ニユアルで駆動される点が異なっている。以下、図12(A)、図12(B)及び図13において、図10(A)、図10(B)及び図11(A)、図11(B)に対応する部分には同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0079] 図12(A)はキャリア45上にマスクM1~M7を載置した状態を示し、図12(B)は図12(A)のマスクM1を示す。図12(A)のマスクM1用のアクチュエータ系ACS1は、図12(B)に示すようにマスクM1を駆動する手動の3軸のアクチュエータ39SA~39SCと、これらにマスクM1を押圧する押圧部40SA~40SCとを備えている。代表的にアクチュエータ39SABは、図12(D)に示すように手動のマイクロメータであり、押圧部40SBは、図12(C)に示すようにコイルばね式のプランジャである。他のアクチュエータ系ACS2~ACS7も同様に構成されている。

[0080] また、図13は、本実施形態でマスクライブラリ(不図示)と図10(B)のマスクステージMSTとの間に配置されるプリアライメント装置を示す。図13において、X軸、Y軸、Z軸よりなる直交座標系を設定する。プリアライメント装置は、X軸の移動鏡64X1, 64X2及びY軸の移動鏡64Y1を備え、不図示のガイド部材に沿ってX方向に移動するXステージ63と、そのベース部材に対して不図示のフレームを介してY軸(X軸に直交する軸)に平行に架設されたY軸ガイド65と、Y軸の移動鏡64Y2を備え、Y軸ガイド65に沿ってY方向に移動する撮像装置66と、移動鏡64X1, 64X2のX方向の位置、及び移動鏡64Y1, 64Y2のY方向の位置をそれぞれ計測する4軸のレーザ干渉計(不図示)と、撮像装置66の撮像信号を処理する処理装置(不図示)とを含んでいる。Xステージ63上にキャリア45が吸着保持される。

[0081] マスクM1~M7を初めて使用する際には、マスクローダ系によってキャリア45上のアクチュエータ系ACS1~ACS7内にマスクM1~M7が載置される。その状態でキャリア45をXステージ63上に載置して吸着保

持した後、マスクM1～M7のプリアライメントを行う。即ち、Xステージ63をX方向に駆動する動作と、撮像装置66をY軸ガイド65に沿ってY方向に駆動する動作とを組み合わせ、撮像装置66によってマスクM1～M7のアライメントマーク36A、36B（及び／又は37A、37B）の座標を計測する。その後、例えばマスクM1（キャリア45）を基準として他のマスクM2～M7のX方向、Y方向の位置ずれ量、及びZ軸の周りの回転角（又はこれらの少なくとも一方でもよい）を求める。さらに上記の処理装置では、その位置ずれ量及び回転角を相殺するための図12（A）のアクチュエータ系ACS2～ACS7のアクチュエータ39SA～39SC（マイクロメータ）の駆動量を求める。その後、オペレータがその求められた駆動量だけアクチュエータ39SA～39SCを手動で操作することによって、マスクM1～M7の相対的な位置ずれ量及び回転角の誤差を補正できる。

[0082] このようにプリアライメントが行われたキャリア45は、不図示のマスクローダ系によって図10（B）のマスクステージMST上に搬送される。この際に、キャリア45上のマスクM1～M7はプリアライメントが完了しており、マスクM1～M7のパターンが形成された1枚の大型のマスクとして扱うことができる。従って、マスクステージMST上では、例えば両端のマスクM1及びM7のアライメントマークの像と対応するプレートステージ上の基準マークとの位置ずれ量を検出するのみでマスクM1～M7の最終的なアライメント（ファインアライメント）を迅速に行うことができる。

[0083] なお、本実施形態では、アクチュエータ系ACS1～ACS7はマニュアル方式で駆動されるため、露光中にマスクM1～M7を個別に駆動する動作は実行されない。そのため、マスクM1～M7のキャリア45に対する保持は、単なる真空吸着のみでよく、加圧を行う必要はない。

また、露光後には、マスクM1～M7はキャリア45に載置された状態でマスクライブラリに搬送されて格納される。その後、マスクM1～M7を使用する際には、プリアライメントが完了しているため、マスクM1～M7が載置されたキャリア45をそのままマスクステージMST上に搬送するのみ

でよい。従って、マスクM1～M7のアライメントを迅速に行うことができる。

[0084] [第4の実施形態]

本発明の第4の実施形態につき図14及び図15を参照して説明する。本実施形態では、第2の実施形態と同様に図14(A)に示すように、キャリア47A上にマスクM1～M7を載置して搬送するが、キャリア47Aにはアクチュエータ系が設けられておらず、第1の実施形態と同様にマスクステージMST上にアクチュエータ系AC1～AC7が設けられている。以下、図15(A)、図15(B)において、図4(A)、図4(D)に対応する部分には同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0085] 図14(A)は本実施形態のキャリア47Aを示す平面図、図14(B)はキャリア47A上にマスクM1～M7を載置した状態を示す平面図、図14(C)はマスクローダ系61でキャリア47Aを搬送している状態を示す斜視図である。図14(A)において、矩形の平板状のキャリア47Aには、マスクM1～M7を通過した照明光を通過させるとともに、位置B2で示すように4隅及び対向する長辺の中央部でマスクM1～M7を保持できる7つの矩形状の開口23が設けられている。開口23には、マスクステージMST上のアクチュエータ系AC1～AC7及びエアパッド部41A～41Dが通過できるように切り欠き部23a～23fが設けられている。

[0086] また、図14(C)において、マスクライブラリ62には、キャリア47Aと同一形状でそれぞれ7枚のマスクMB1～MB7、MC1～MC7、MD1～MD7が載置された複数のキャリア47B～47Dが格納されている。マスクライブラリ62にはキャリア47Aを格納するスペースも設けられている。マスクローダ系61は、キャリア47A～47Dを搬送するためのハンド部61dを備えている。

[0087] マスクM1～M7は、最初は例えば個別にマスクを搬送するマスクローダ系(不図示)によってキャリア47A上に載置される。その後、マスクM1～M7はキャリア47Aに載置された状態でマスクライブラリ62内に格納



される。マスクM1～M7を露光に使用する際には、マスクM1～M7が載置されたキャリア47Aをマスクローダ系61によってマスクライブラリ62からマスクステージMST上に搬送する。

[0088] 図15(A)はキャリア47Aが搬送されたマスクステージMSTを示す平面図、図15(B)は図15(A)のXVB-XVB線に沿う断面図である。キャリア47Aに載置されたマスクM1～M7をマスクステージMSTに受け渡す際には、キャリア47Aの開口23の切り欠き部23a～23fをアクチュエータ系AC1～AC7及びエアパッド部41A～41Dが通過して、エアパッド部41A～41D上にマスクM1～M7が受け渡される。この際に、図15(B)に示すように、キャリア47Aは、マスクM1(マスクM2～M7についても同様)とマスクステージMSTとの間の空間に退避される。なお、マスクステージMST上に2点鎖線で示す溝部25を設けておき、溝部25内にキャリア47Aを埋設して退避させてもよい。

[0089] この結果、マスクM1～M7はキャリア47Aから分離された状態になるため、第1の実施形態と同様にマスクステージMST上のアクチュエータ系AC1～AC7によって個別に駆動することができる。また、露光終了後には、図15(B)の状態からマスクローダ系によってキャリア47AをZ方向に上昇させることによって、キャリア47A上にマスクM1～M7が載置される。その後、マスクM1～M7はキャリア47Aに載置された状態でマスクライブラリに格納される。

[0090] 以上説明した実施形態の投影露光装置(走査型露光装置)を用いて、基板(ガラスプレート)上に所定のパターン(回路パターン、電極パターン等)を形成することによって、液晶表示素子等の液晶デバイスを製造することができる。以下、図16のステップS401～S404を参照して、この製造方法の一例につき説明する。

図16のステップS401(パターン形成工程)では、先ず、露光対象の基板上にフォトリジストを塗布して感光基板を準備する塗布工程、上記の走査型露光装置を用いて液晶表示素子用のマスクのパターンをその感光基板上

に転写露光する露光工程、及びその感光基板を現像する現像工程が実行される。この塗布工程、露光工程、及び現像工程を含むリソグラフィ工程によって、その基板上に所定のレジストパターンが形成される。このリソグラフィ工程に続いて、そのレジストパターンを加工用のマスクとしたエッチング工程、及びレジスト剥離工程等を経て、その基板上に多数の電極等を含む所定パターンが形成される。そのリソグラフィ工程等は、その基板上のレイヤ数に応じて複数回実行される。

[0091] その次のステップS402（カラーフィルタ形成工程）では、赤R、緑G、青Bに対応した3つの微細なフィルタの組をマトリックス状に多数配列するか、又は赤R、緑G、青Bの3本のストライプ状の複数のフィルタの組を水平走査線方向に配列することによってカラーフィルタを形成する。その次のステップS403（セル組立工程）では、例えばステップS401にて得られた所定パターンを有する基板とステップS402にて得られたカラーフィルタとの間に液晶を注入して、液晶パネル（液晶セル）を製造する。

[0092] その後のステップS404（モジュール組立工程）では、そのようにして組み立てられた液晶パネル（液晶セル）に表示動作を行わせるための電気回路、及びバックライト等の部品を取り付けて、液晶表示素子として完成させる。上述の液晶表示素子の製造方法によれば、露光工程で使用するマスクM1～M7等の製造コストを低減できる。さらに、露光中にもマスクM1～M7等を駆動することによって重ね合わせ精度も向上するため、低コストで、かつ高精度に液晶表示素子の製造を行うことができる。

[0093] なお、本発明は、液晶表示素子の製造プロセスへの適用に限定されることなく、例えば、プラズマディスプレイ等のディスプレイ装置の製造プロセスや、撮像素子（CCD等）、マイクロマシーン、MEMS (Microelectromechanical Systems : 微小電気機械システム)、セラミックスウエハ等を基板として用いる薄膜磁気ヘッド、及び半導体素子等の各種デバイスの製造プロセスにも広く適用できる。

[0094] なお、上述の実施形態では、光源として放電ランプを備え、必要となるg

線、h線、及びi線等の光を選択するようにしていた。しかしながら、これに限らず、露光光として紫外LEDからの光、KrFエキシマレーザ（248nm）やArFエキシマレーザ（193nm）からのレーザ光、又は固体レーザ（半導体レーザ等）の高調波等を用いる場合であっても本発明を適用することが可能である。

[0095] また、上述の実施形態では、マスクM1～M7のパターンの像を投影光学系PL1～PL7によって投影する投影露光装置に本発明を適用するものとして説明したが、投影露光装置に限定されず、プロキシミティ露光を行う露光装置にも適用できる。

[0096] また、上述の実施形態では、パターンが形成されたマスクM1～M7として、露光光を透過させる透過型マスクを用いるものとして説明したが、露光光を反射させる反射型マスクを用いることもできる。反射型マスクとしては、例えば複数の微小なミラーエレメントによってパターンが形成されるDMD（Digital Micromirror DeviceまたはDeformable Micromirror Device）を用いることができる。

[0097] また、上述の実施形態では、マスクM1～M7のパターンを転写する物体（パターンを介して露光する物体）としてガラスプレート等のプレートPTを用いるものとして説明したが、ガラスプレート等の堅固なプレート（基板）に限らず、柔軟なフィルム状あるいはシート状の物体を用いることもできる。

また、上記の実施形態の投影露光装置EX（露光装置）は、本願請求の範囲に挙げられたステージ（MST, PTST）等の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、電気的精度、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気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及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。

[0098] なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。また、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む2008年4月16日付け提出の日本国特許出願第2008-107337の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用して本願に組み込まれている。

#### 符号の説明

[0099] M1～M7…マスク、MST…マスクステージ、PL1～PL7…投影光学系、PT…プレート、PTST…プレートステージ、AC1～AC7…アクチュエータ系、36A, 36B…アライメントマーク、39A～39C…アクチュエータ、40A～40C…押圧部、41A～41C…エアパッド部、45…キャリア、47A～47D…キャリア

## 請求の範囲

- [請求項1]           パターンが形成された複数のマスクを第1ステージ上に支持する支持工程と、
- 前記複数のマスクのうち少なくとも1つの制御対象マスクを前記第1ステージに対して個別に動かして該複数のマスクの相対配置を制御する制御工程と、
- 前記相対配置が制御された前記複数のマスクの前記パターンを介し、第2ステージに載置された物体を露光する露光工程と、
- を含むことを特徴とする露光方法。
- [請求項2]           前記制御工程は、
- 前記複数のマスク間の相対的な配置誤差と、前記制御対象マスクと前記物体との間の相対的な配置誤差との少なくとも一方を計測する計測工程と、
- 前記計測工程の計測結果に基づいて前記制御対象マスクを前記第1ステージに対して動かす駆動工程と、を含むことを特徴とする請求項1に記載の露光方法。
- [請求項3]           前記第1ステージと前記第2ステージとを同期して移動させる同期移動工程を含み、
- 前記制御工程は、前記計測工程の計測結果に基づいて、前記第1ステージの移動位置に対応する前記制御対象マスクの駆動量を設定する設定工程を含み、
- 前記駆動工程は、前記第1ステージの移動にともない、前記設定工程によって設定された前記駆動量に基づいて前記制御対象マスクを動かすことを特徴とする請求項2に記載の露光方法。
- [請求項4]           前記計測工程は、前記複数のマスクに設けられた各計測マークと前記第2ステージに設けられた基準マークとの間の位置ずれ量を計測し、該位置ずれ量に基づいて前記複数のマスク間の相対的な配置誤差を計測することを特徴とする請求項2または3に記載の露光方法。

- [請求項5] 前記計測工程は、前記複数のマスクに設けられた各計測マークの座標を計測し、該座標に基づいて前記複数のマスク間の相対的な配置誤差を計測することを特徴とする請求項2または3に記載の露光方法。
- [請求項6] 前記計測工程は、前記制御対象マスクに設けられた各マスク上マークと前記物体に設けられた物体上マークとの間の位置ずれ量を計測し、該位置ずれ量に基づいて前記制御対象マスクと前記物体との間の相対的な配置誤差を計測することを特徴とする請求項2～5のいずれか一項に記載の露光方法。
- [請求項7] 前記相対的な配置誤差は、相対的な位置誤差及び回転誤差の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項2～6のいずれか一項に記載の露光方法。
- [請求項8] 前記支持工程は、保持部材を介して前記複数のマスクを支持し、  
前記駆動工程は、前記制御対象マスクを前記保持部材に対して動かすことを特徴とする請求項2～7のいずれか一項に記載の露光方法。
- [請求項9] 前記駆動工程は、前記制御対象マスクに外設された部材を介して該制御対象マスクを動かすことを特徴とする請求項2～8のいずれか一項に記載の露光方法。
- [請求項10] 前記駆動工程は、前記制御対象マスクの位置及び回転角の少なくとも一方を変化させることを特徴とする請求項2～9のいずれか一項に記載の露光方法。
- [請求項11] 前記複数のマスクを搬送部材上に載置し、前記複数のマスクが載置された前記搬送部材を前記第1ステージ上に搬送し、前記搬送部材上の前記複数のマスクを前記第1ステージに受け渡し、前記複数のマスクを受け渡した前記搬送部材を前記第1ステージの退避部に退避させる退避工程を含むことを特徴とする請求項1～10のいずれか一項に記載の露光方法。
- [請求項12] 前記複数のマスクを前記保持部材上に載置するマスク載置工程と、  
前記複数のマスクが載置された前記保持部材を前記第1ステージ上

に搬送する部材搬送工程と、

を含むことを特徴とする請求項 8 に記載の露光方法。

[請求項13] 前記露光工程は、前記複数のマスクにそれぞれ対応して配置された複数の投影光学系を介して前記物体を露光することを特徴とする請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の露光方法。

[請求項14] 前記第 1 ステージと前記第 2 ステージとを同期して移動させる同期移動工程を含み、

前記露光工程は、前記同期移動工程中に前記物体を露光することを特徴とする請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の露光方法。

[請求項15] 請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の露光方法を用いて、前記複数のマスクの前記パターンを前記第 2 ステージに載置された感光基板に転写する転写工程と、

前記パターンが転写された前記感光基板を現像し、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記感光基板上に形成する現像工程と、

前記転写パターン層を介して前記感光基板を加工する加工工程と、  
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

[請求項16] パターンが形成された複数のマスクを支持する第 1 ステージと、  
物体が載置される第 2 ステージと、

前記複数のマスクのうち少なくとも 1 つの制御対象マスクを前記第 1 ステージに対して個別に動かして該複数のマスクの相対配置を制御する制御装置と、

前記相対配置が制御された前記複数のマスクの前記パターンを介して前記物体に露光光を照射する照明系と、

を備えることを特徴とする露光装置。

[請求項17] 前記制御装置は、

前記複数のマスク間の相対的な配置誤差と、前記制御対象マスクと前記物体との間の相対的な配置誤差との少なくとも一方を計測する計

測装置と、

前記計測装置の計測結果に基づいて前記制御対象マスクを前記第 1 ステージに対して動かす駆動装置と、を含むことを特徴とする請求項 16 に記載の露光装置。

[請求項18]

前記第 1 ステージと前記第 2 ステージとを同期して移動させるステージ制御部を備え、

前記制御装置は、前記計測装置の計測結果に基づいて、前記第 1 ステージの移動位置に対応する前記制御対象マスクの駆動量を設定する設定制御部を含み、

前記駆動装置は、前記第 1 ステージの移動にともない、前記駆動量に基づいて前記制御対象マスクを動かすことを特徴とする請求項 17 に記載の露光装置。

[請求項19]

前記計測装置は、前記複数のマスクに設けられた各計測マークと前記第 2 ステージに設けられた基準マークとの間の位置ずれ量を計測し、該位置ずれ量に基づいて前記複数のマスク間の相対的な配置誤差を計測することを特徴とする請求項 17 または 18 に記載の露光装置。

[請求項20]

前記計測装置は、前記複数のマスクに設けられた各計測マークの座標を計測し、該座標に基づいて前記複数のマスク間の相対的な配置誤差を計測することを特徴とする請求項 17 または 18 に記載の露光装置。

[請求項21]

前記計測装置は、前記制御対象マスクに設けられた各マスク上マークと前記物体に設けられた物体上マークとの間の位置ずれ量を計測し、該位置ずれ量に基づいて前記制御対象マスクと前記物体との間の相対的な配置誤差を計測することを特徴とする請求項 17 ~ 20 のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項22]

前記相対的な配置誤差は、相対的な位置誤差及び回転誤差の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項 17 ~ 21 のいずれか一項に記載の露光装置。



- [請求項23] 前記第1ステージは、保持部材を介して前記複数のマスクを支持し、
- 前記駆動装置は、前記制御対象マスクを前記保持部材に対して動かすことを特徴とする請求項17～22のいずれか一項に記載の露光装置。
- [請求項24] 前記駆動装置は、前記制御対象マスクに外設された部材を介して該制御対象マスクを動かすことを特徴とする請求項17～23のいずれか一項に記載の露光装置。
- [請求項25] 前記駆動装置は、前記制御対象マスクの位置及び回転角の少なくとも一方を変化させることを特徴とする請求項17～24のいずれか一項に記載の露光装置。
- [請求項26] 前記駆動装置は、電力が供給されない状態で作動位置をほぼ一定に維持することを特徴とする請求項17～25のいずれか一項に記載の露光装置。
- [請求項27] 前記複数のマスクが載置された搬送部材を前記第1ステージ上に搬送し、前記搬送部材上の前記複数のマスクを前記第1ステージのマスク支持部に受け渡し、該複数のマスクを受け渡した前記搬送部材を前記第1ステージの退避部に退避させる搬送装置を備えることを特徴とする請求項16～26のいずれか一項に記載の露光装置。
- [請求項28] 前記複数のマスクが載置された前記搬送部材を保管する保管部を備え、
- 前記搬送装置は、前記保管部に保管された前記搬送部材を前記第1ステージ上に搬送することを特徴とする請求項27に記載の露光装置。
- [請求項29] 前記複数のマスクが載置された前記保持部材を前記第1ステージ上に搬送する搬送装置を備えることを特徴とする請求項23に記載の露光装置。
- [請求項30] 前記複数のマスクに対応して配置され、該複数のマスクの前記パタ

一の像を前記物体上に投影する複数の投影光学系を備え、

前記照明系は、前記複数の投影光学系を介して前記物体に前記露光光を照射することを特徴とする請求項 16～29 のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項31] 前記投影光学系は、前記パターンの像を拡大して投影することを特徴とする請求項 30 に記載の露光装置。

[請求項32] 前記第 1 ステージと前記第 2 ステージとを同期して移動させるステージ制御部を備え、

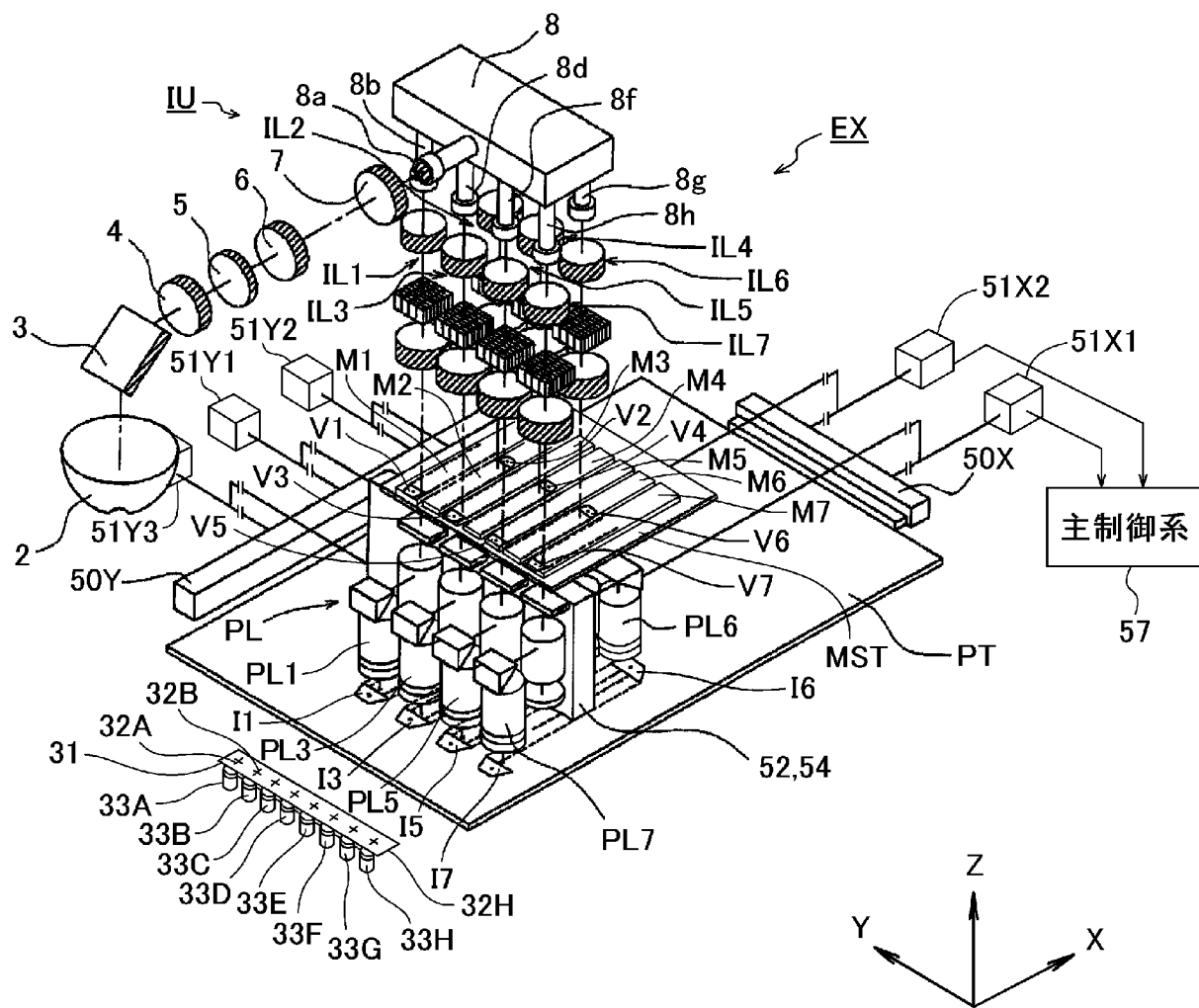
前記照明系は、前記ステージ制御部が移動させる前記第 1 ステージ上の前記複数のマスクの前記パターンを介し、該第 1 ステージに同期して移動される前記第 2 ステージ上の前記物体に露光光を照射することを特徴とする請求項 16～31 のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項33] 請求項 16～32 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて、前記複数のマスクの前記パターンを前記第 2 ステージに載置された感光基板に転写する転写工程と、

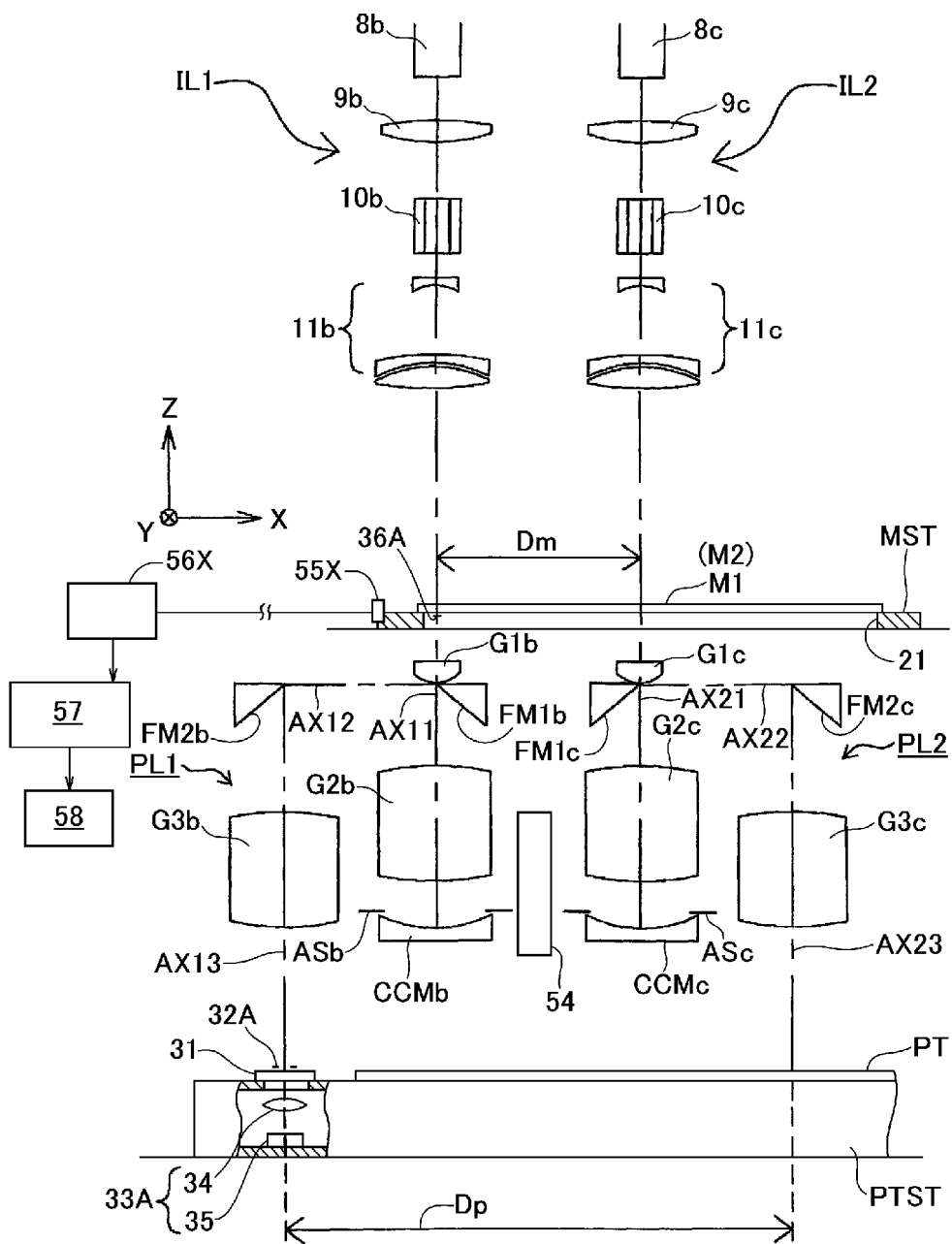
前記パターンが転写された前記感光基板を現像し、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記感光基板上に形成する現像工程と、

前記転写パターン層を介して前記感光基板を加工する加工工程と、を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

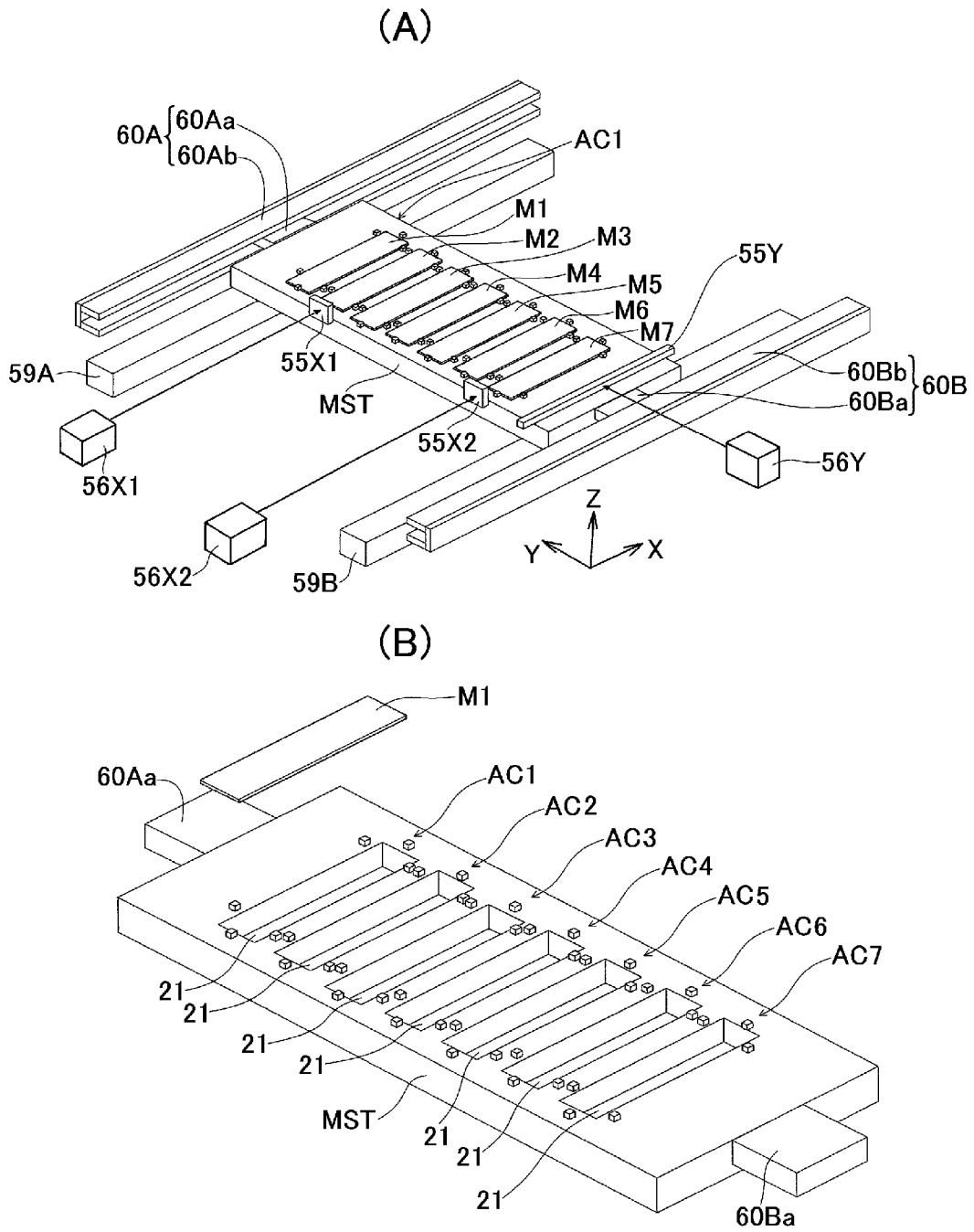
[図1]



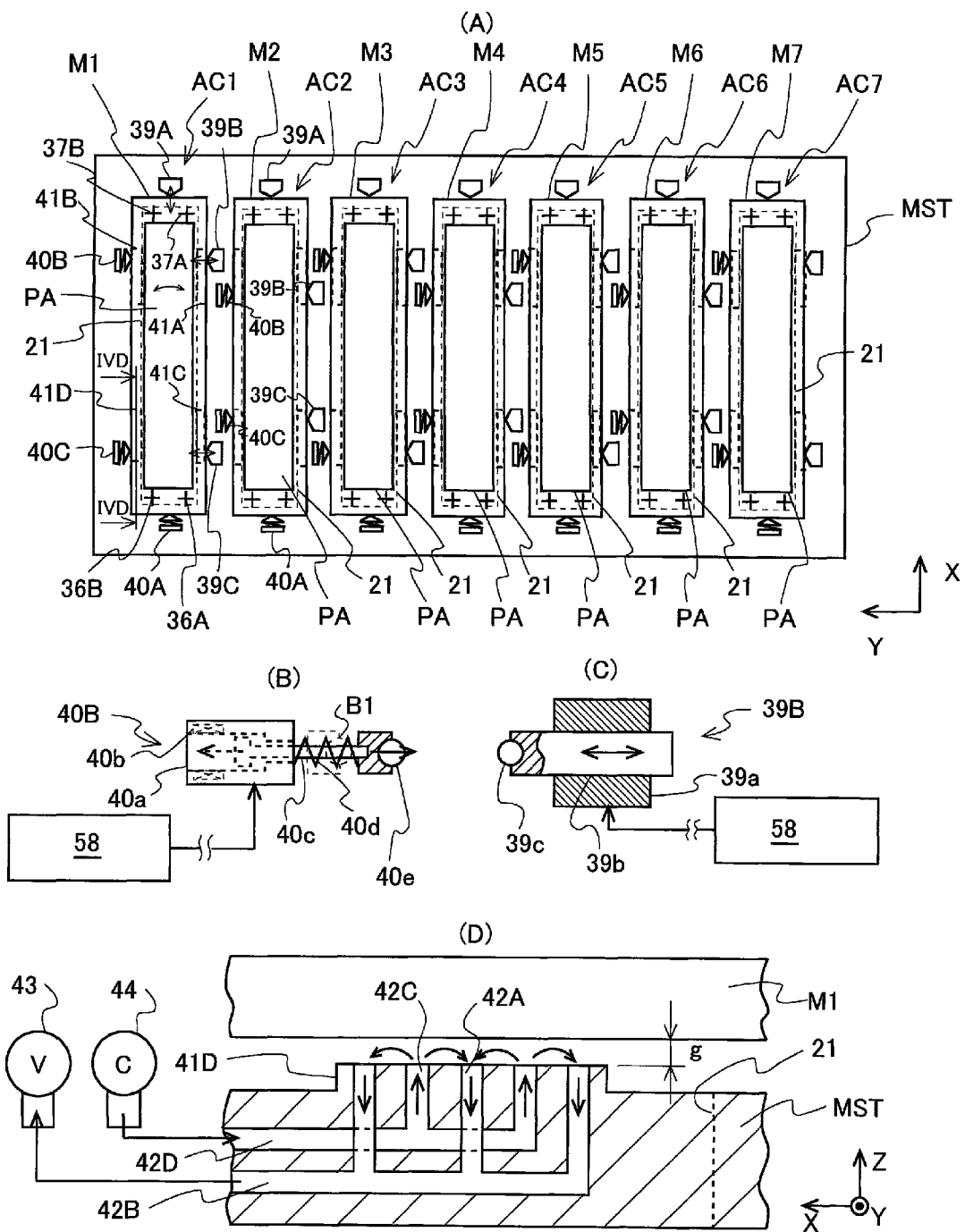
[圖2]



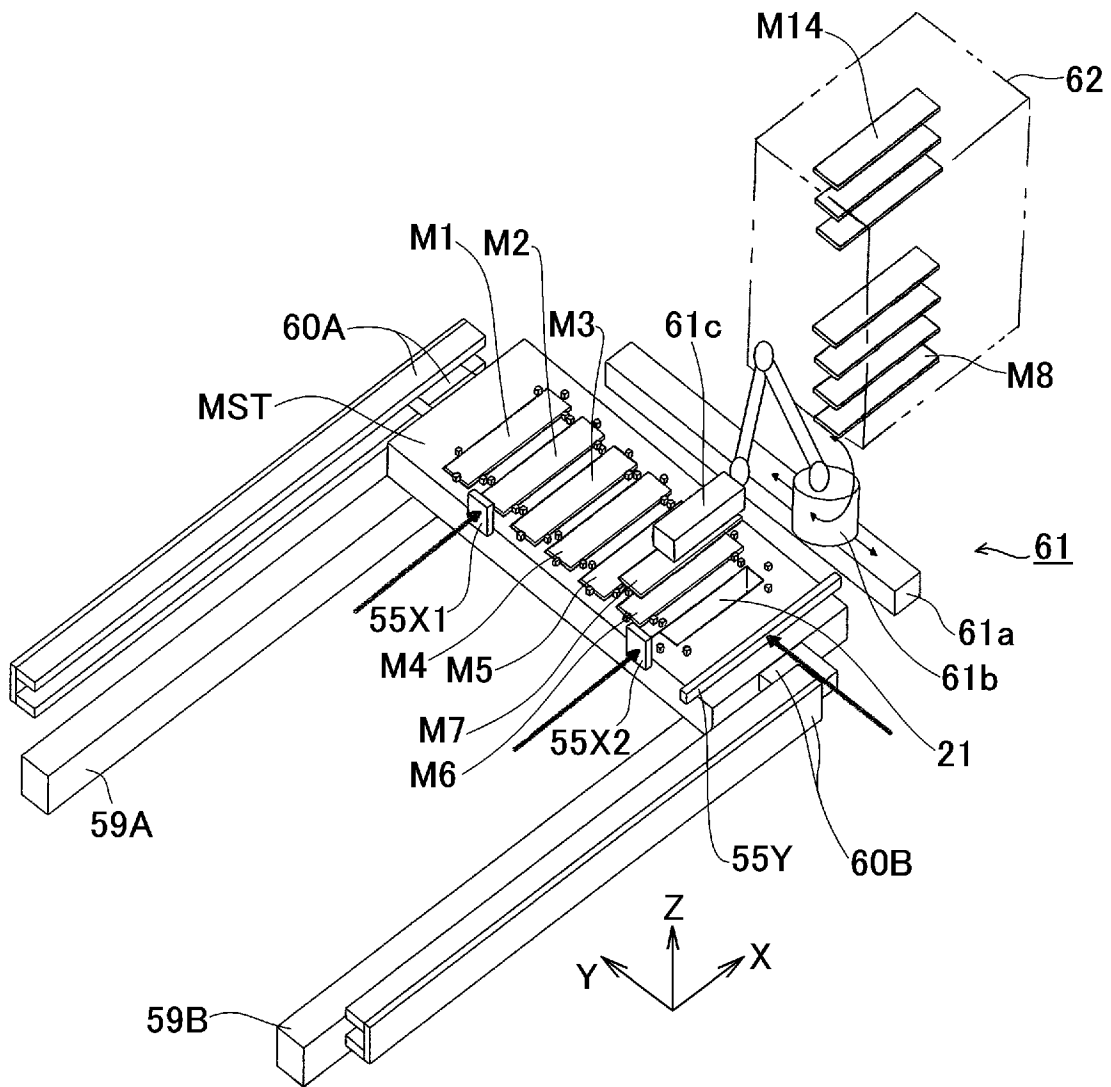
[図3]



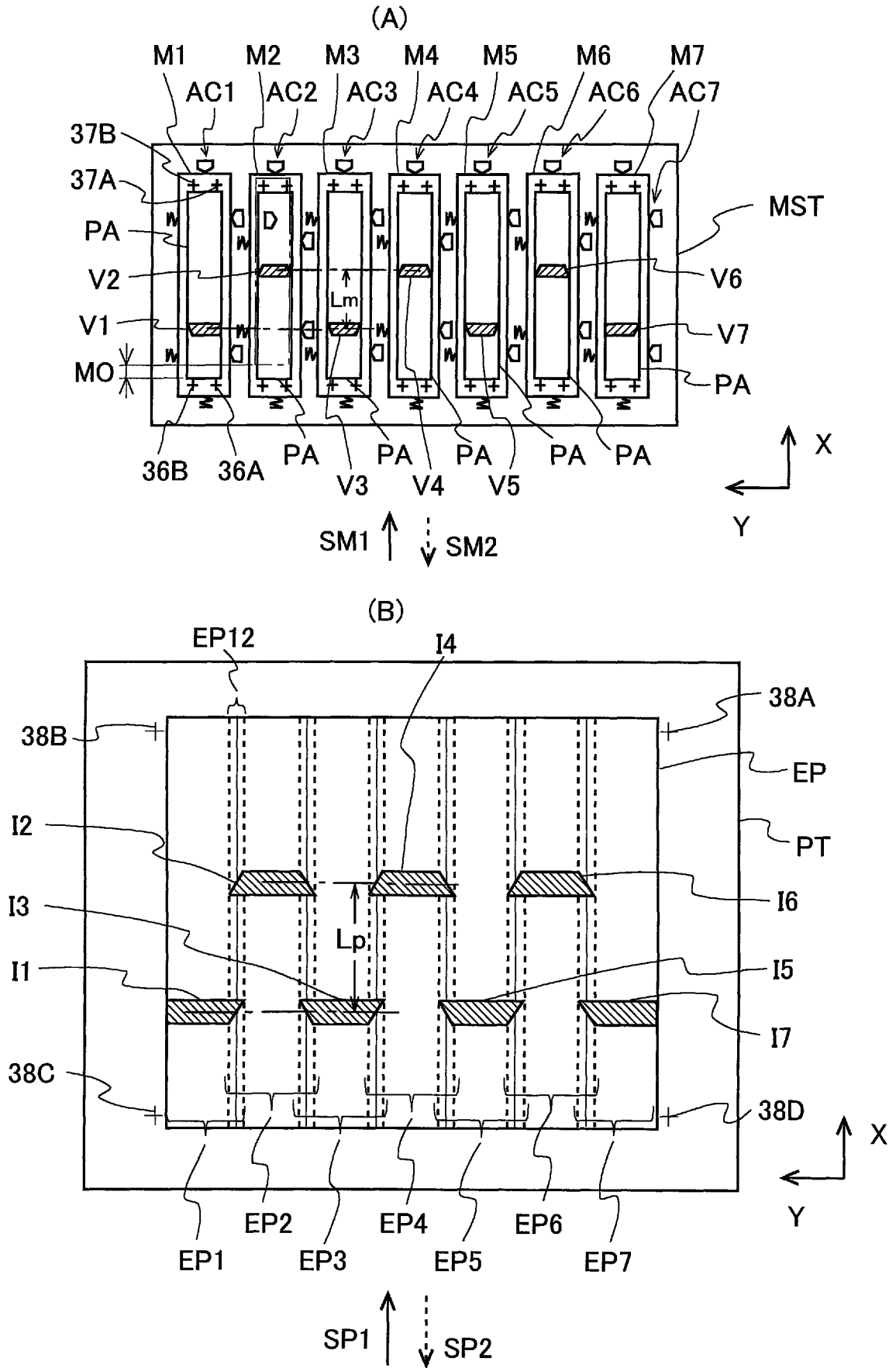
[図4]



[図5]

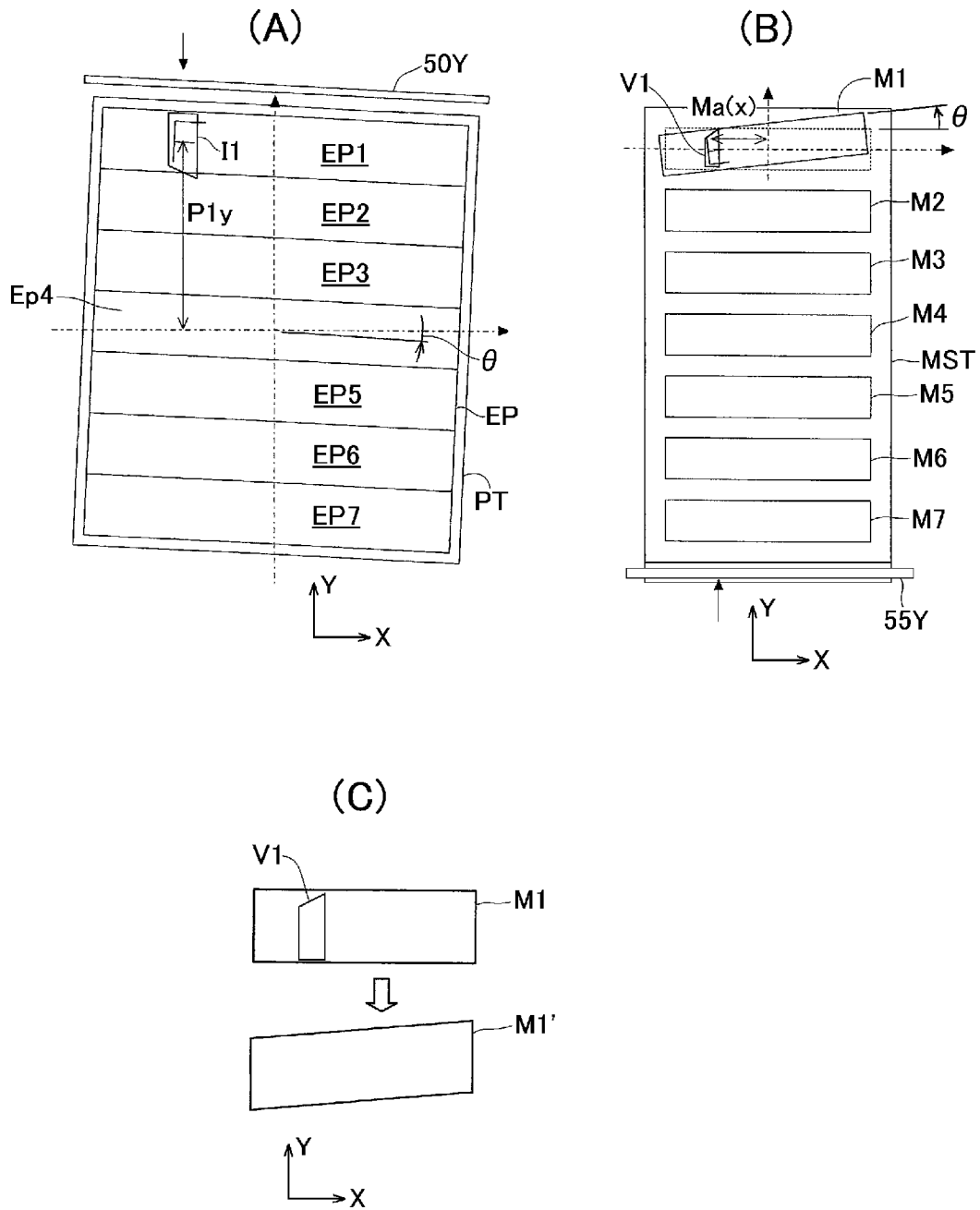


[図6]

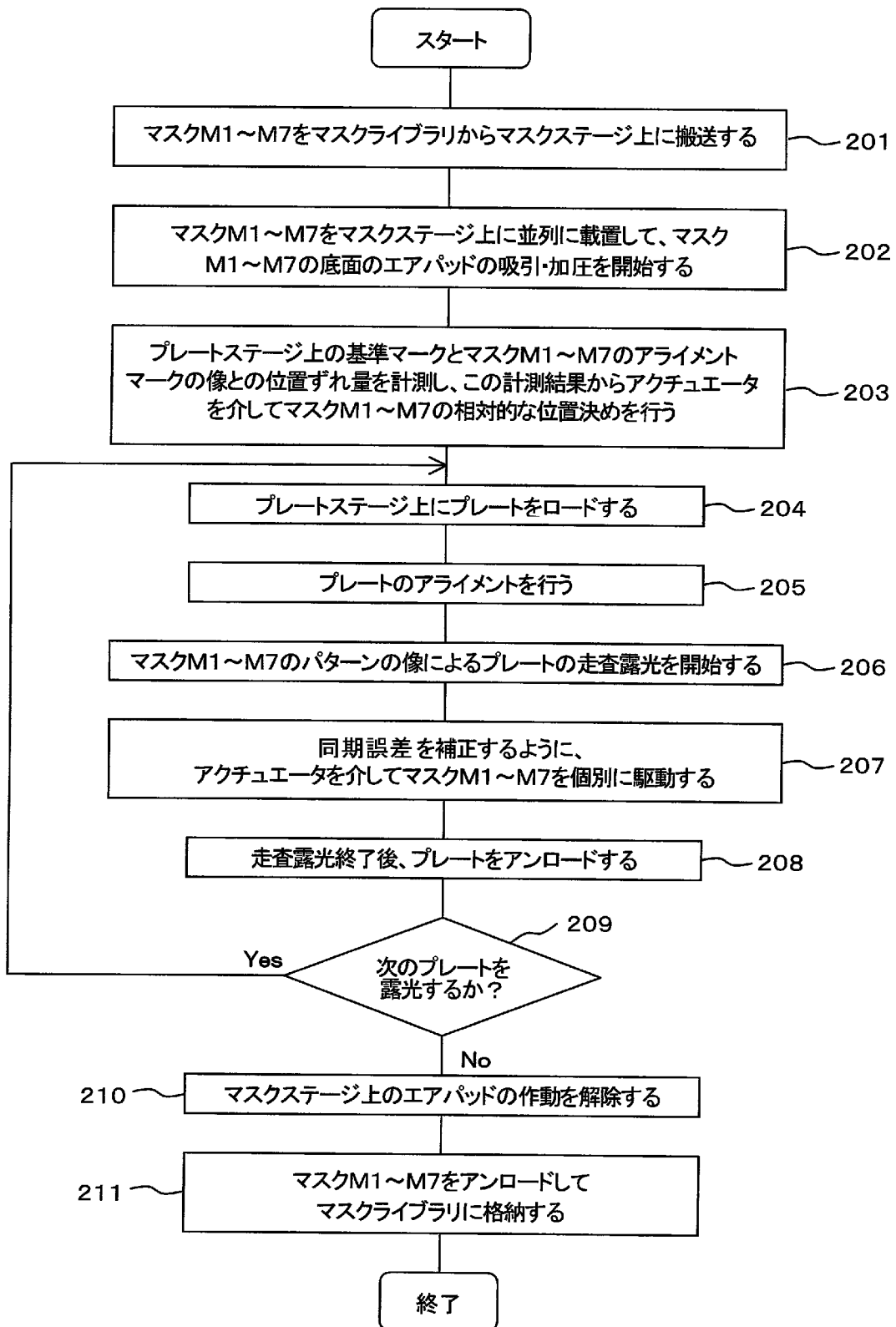




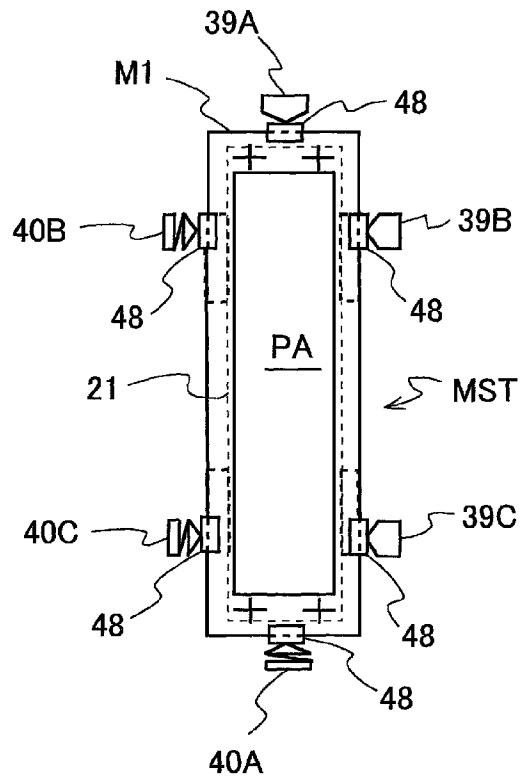
[図7]



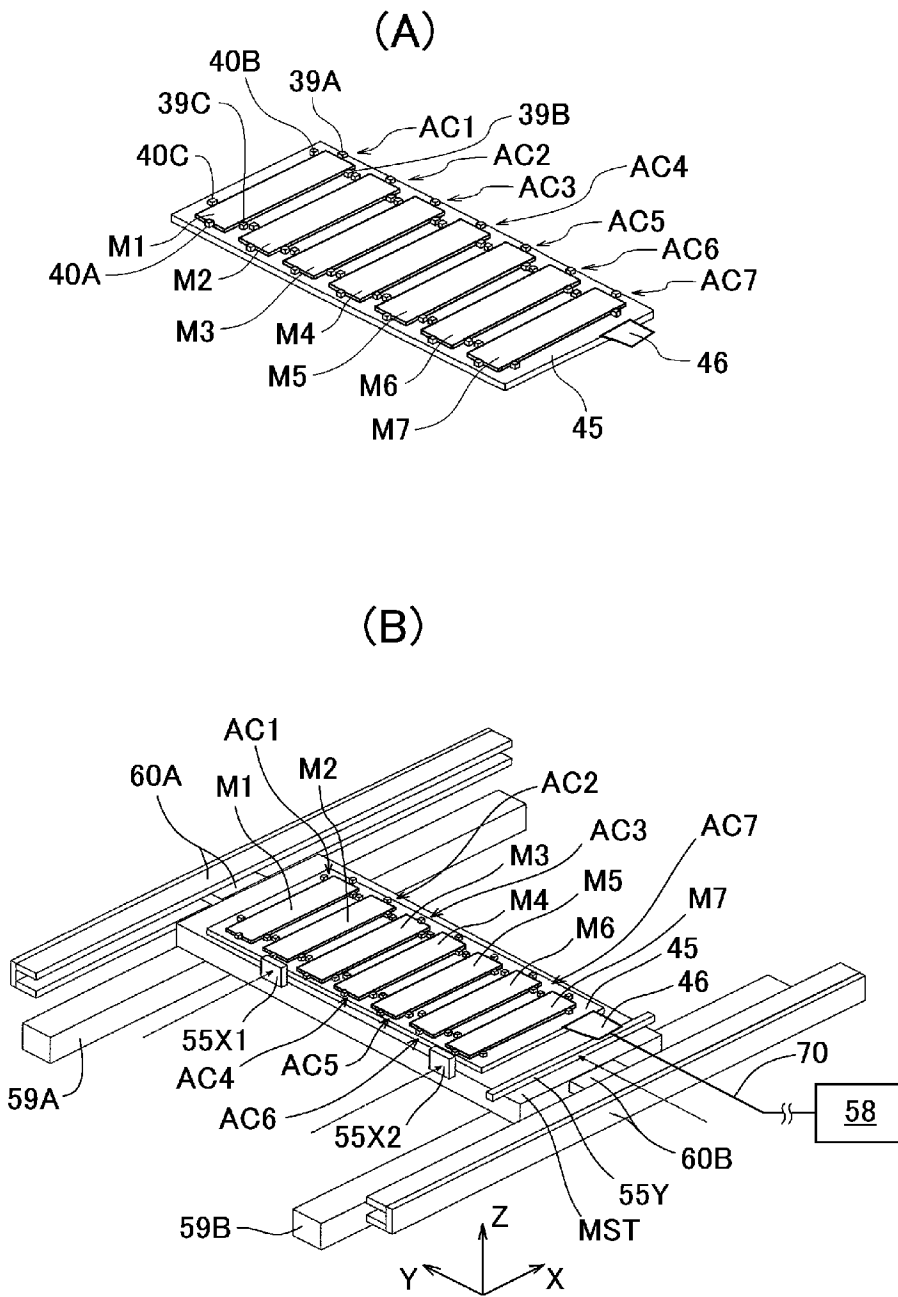
[図8]



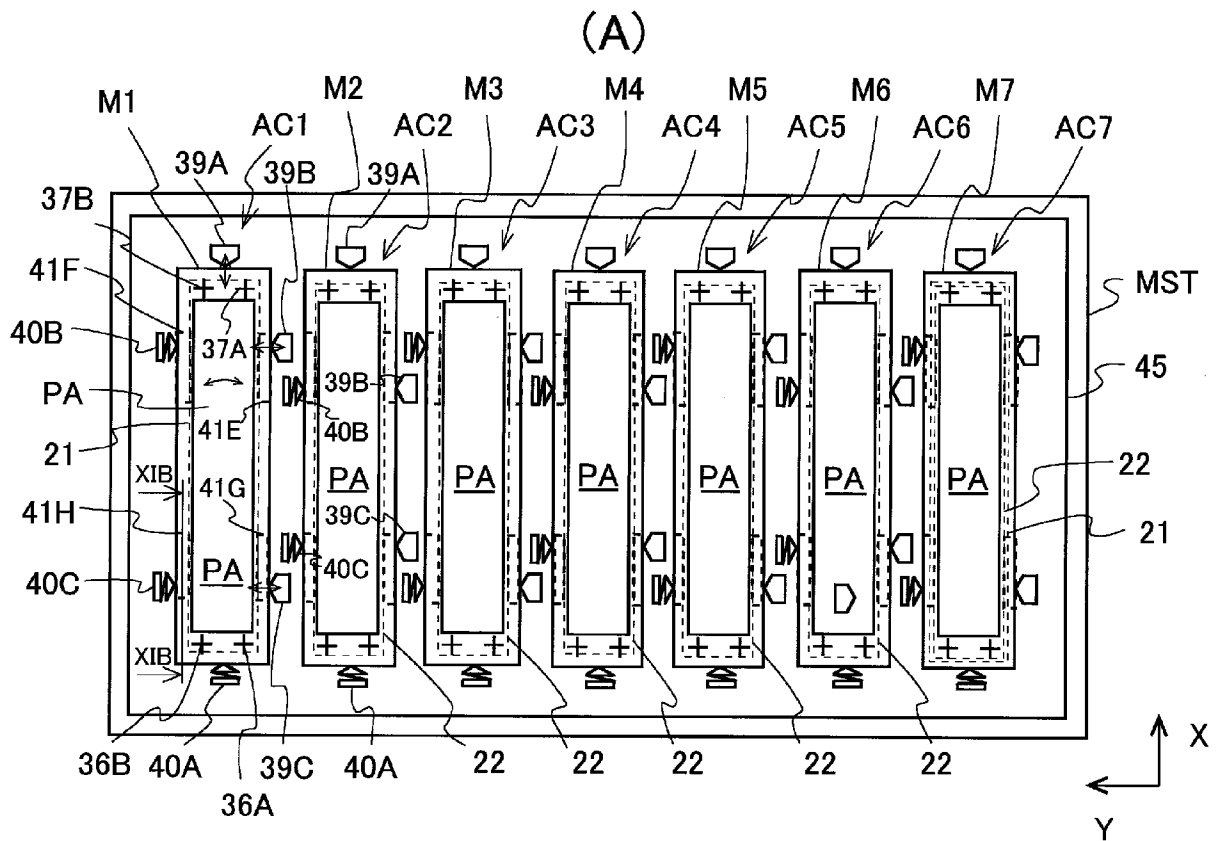
[図9]



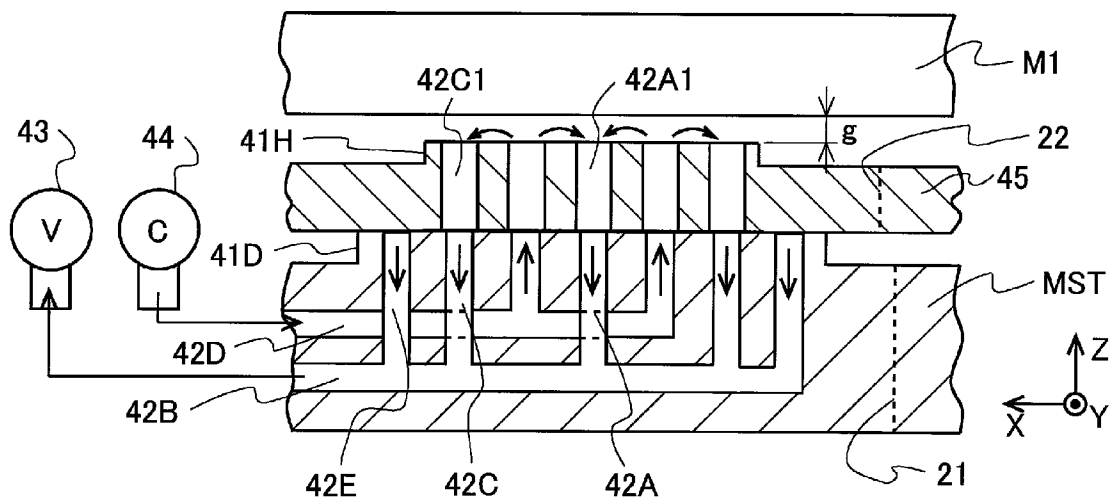
[図10]



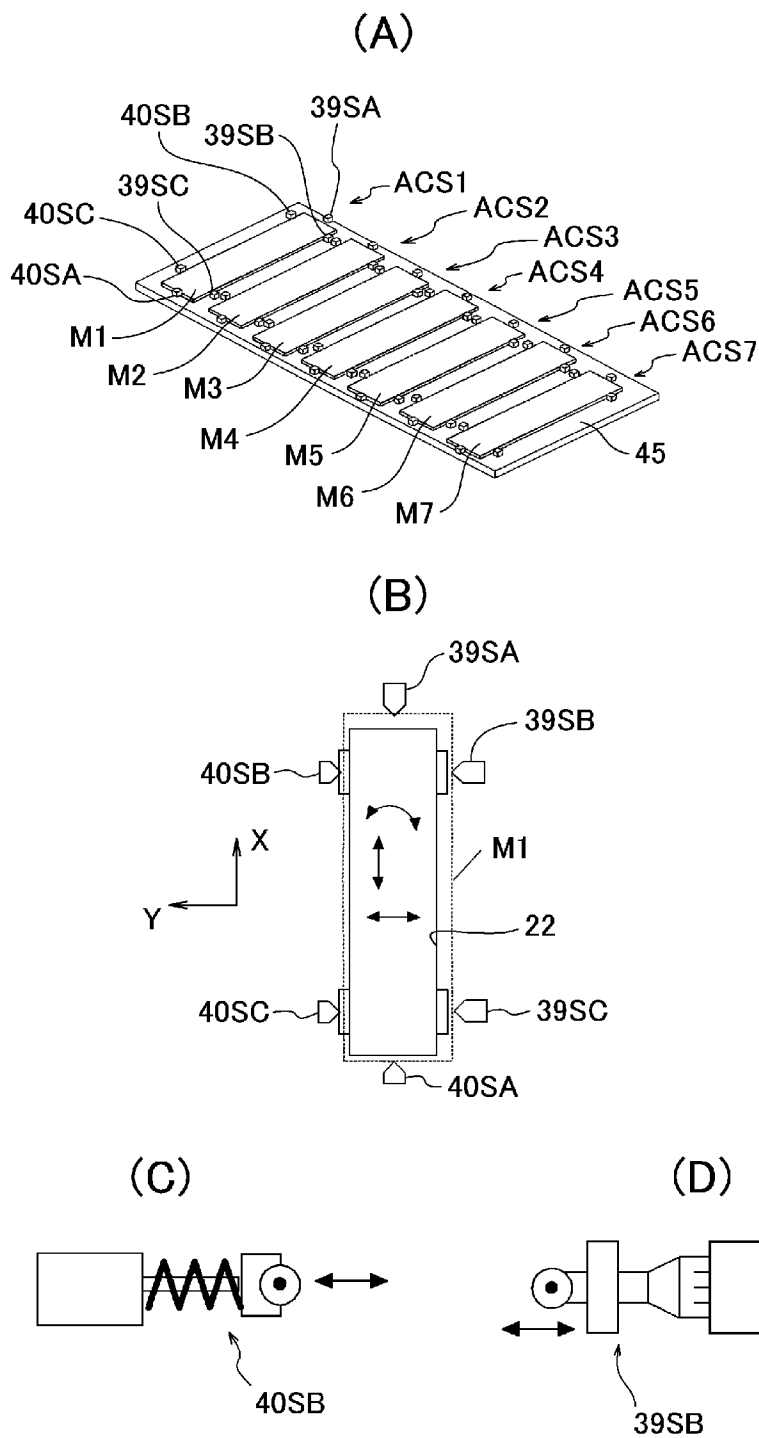
[図11]



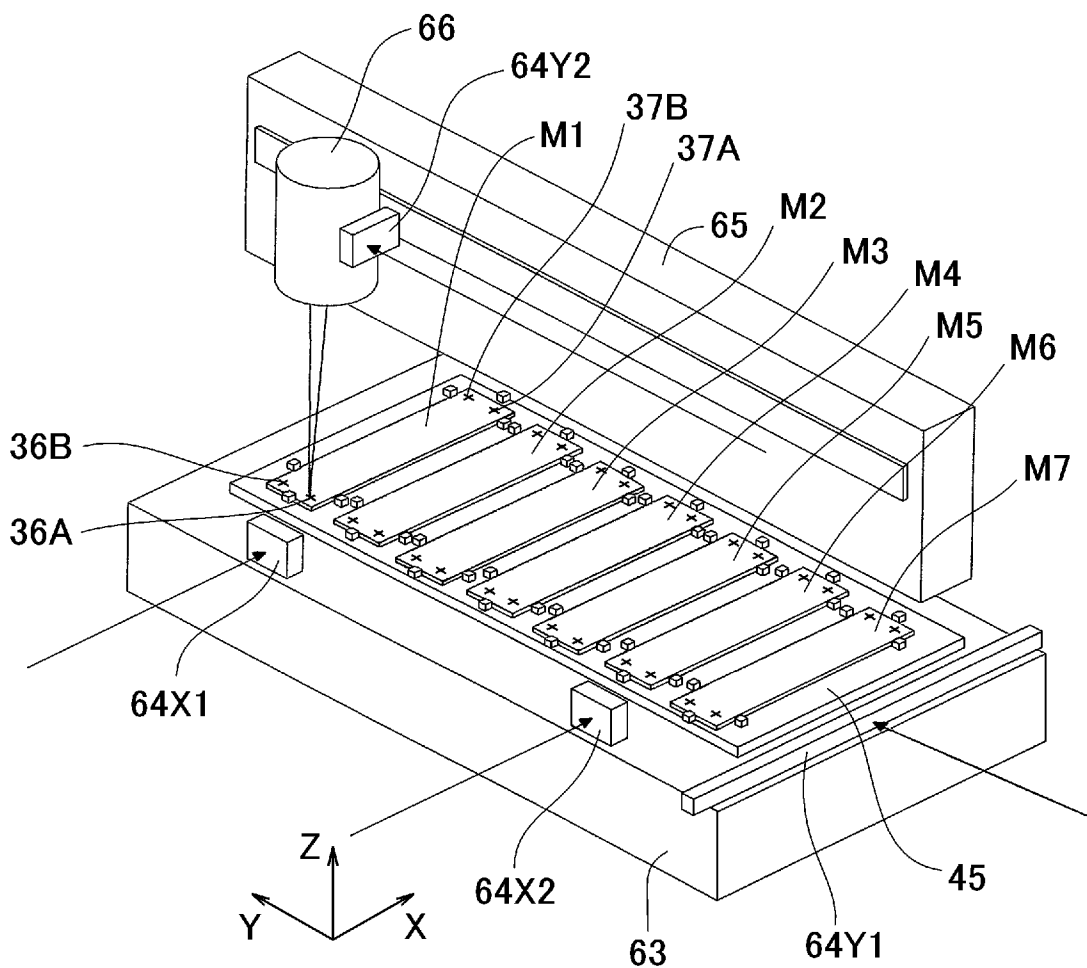
(B)



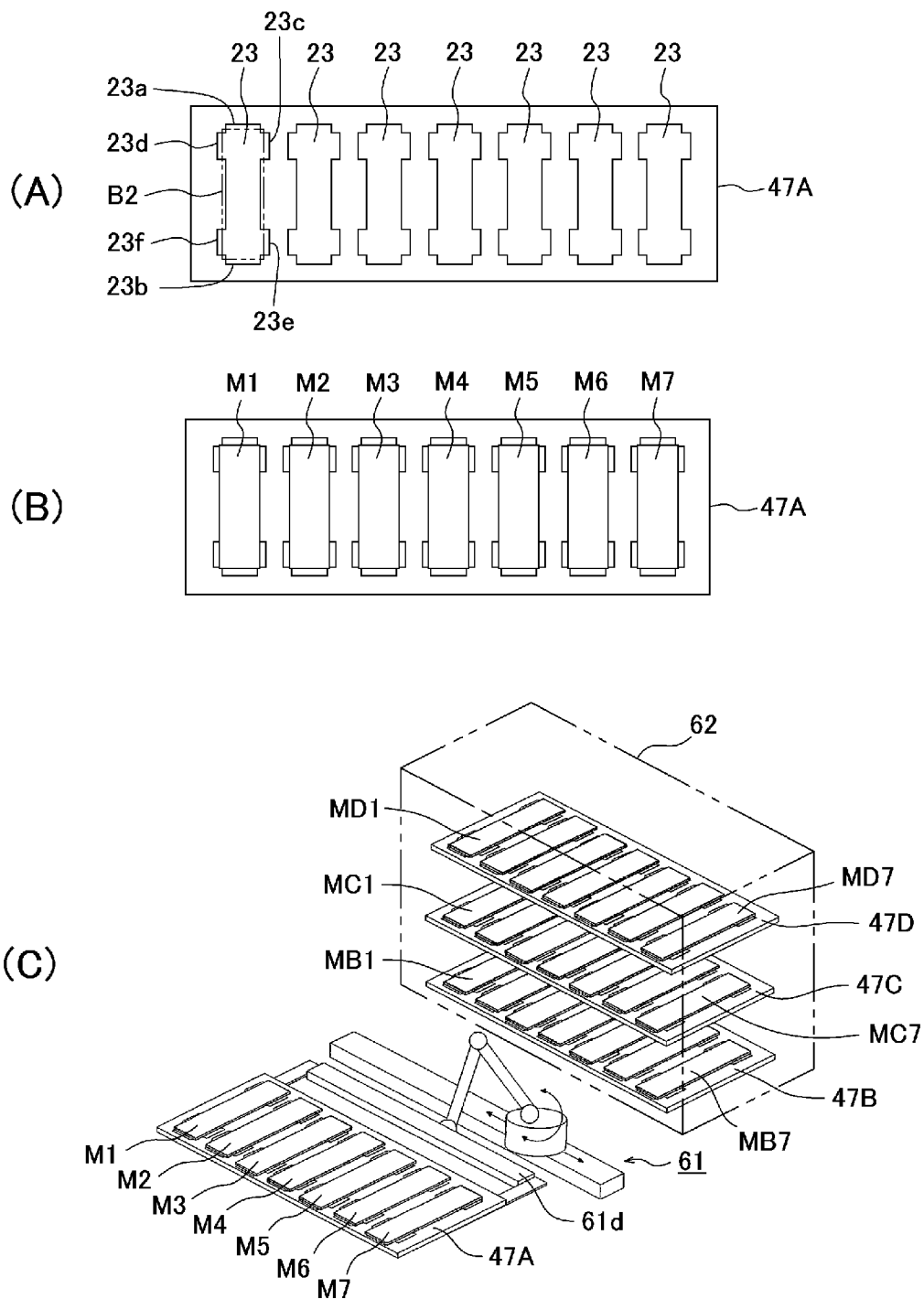
[図12]



[図13]

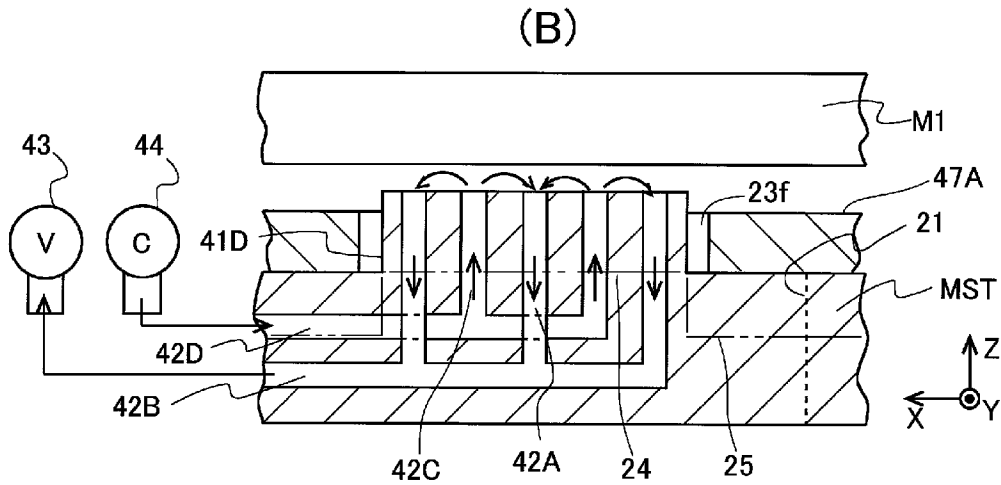
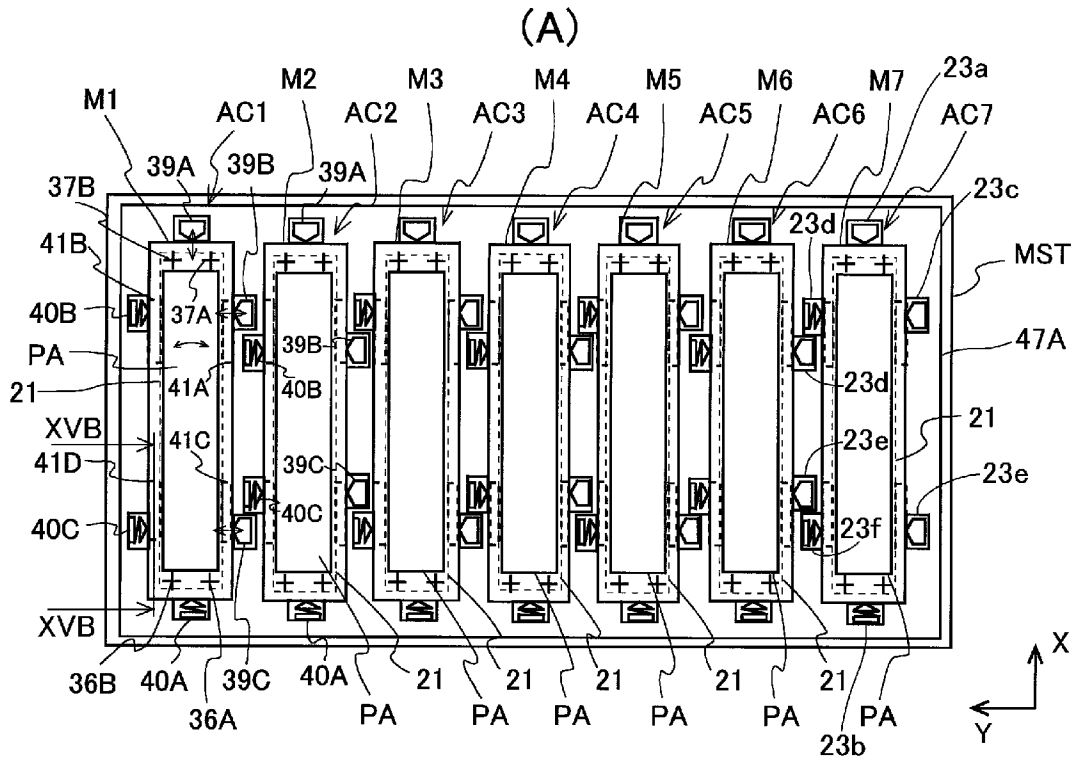


[図14]

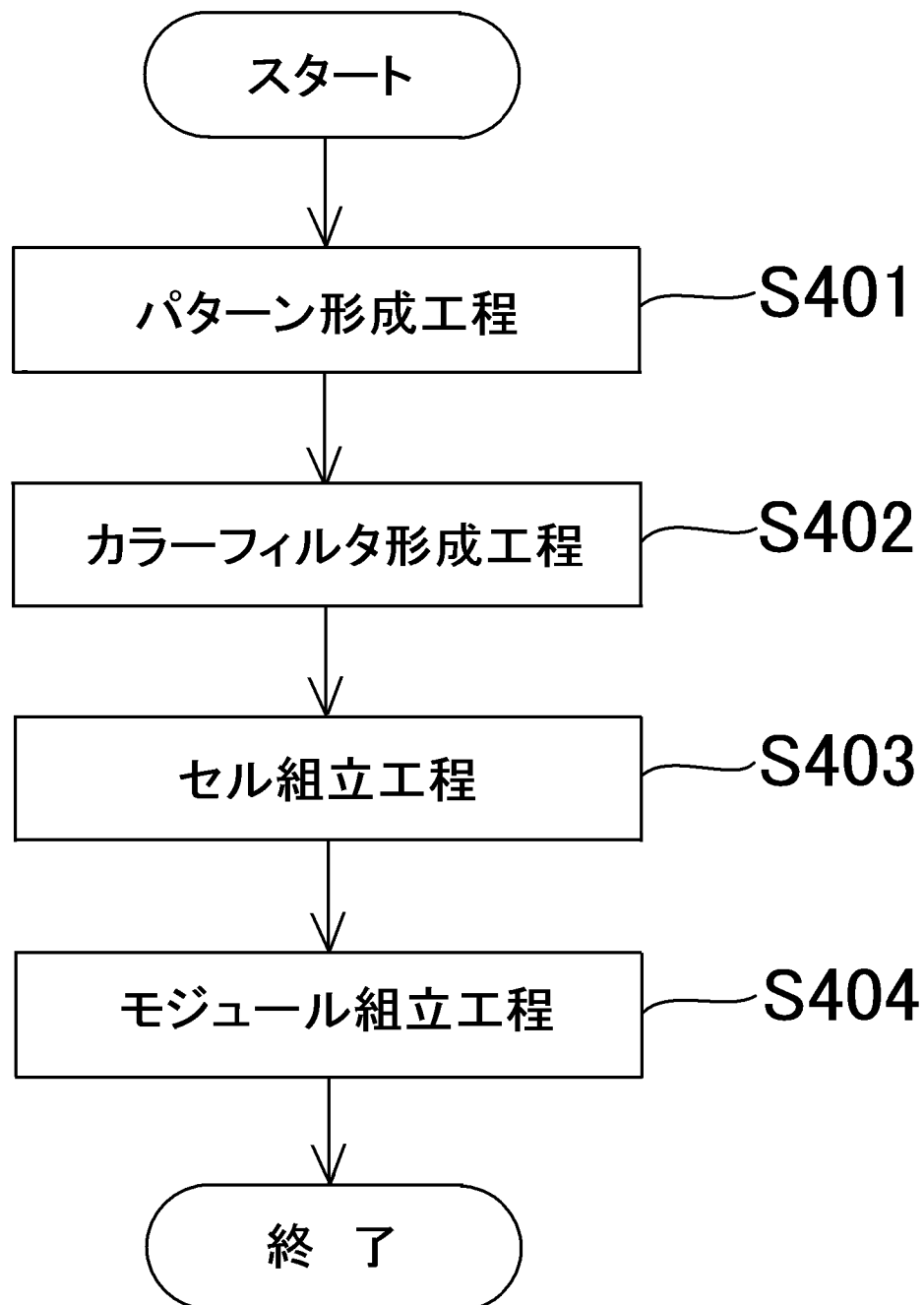




[図15]



[図16]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2009/057488

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G03F7/20(2006.01) i, H01L21/027(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)  
G03F7/20, 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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-251152 A (Nikon Corp.), 27 September, 2007 (27.09.07), Full text; all drawings (particularly, Par. Nos. [0032] to [0037], [0103] to [0110], [0122]; Figs. 2, 13) & WO 2007/094414 A1 & US 2007/279606 A1 & EP 1986223 A1	1-12, 14-29, 32, 33 13, 30, 31
Y	JP 2007-249169 A (Nikon Corp.), 27 September, 2007 (27.09.07), Full text; all drawings (particularly, Figs. 1, 12) & WO 2007/094235 A1 & US 2008/013061 A1 & EP 1986221 A1 & IN 200806922 P1	13, 30, 31

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01 May, 2009 (01.05.09)	Date of mailing of the international search report 19 May, 2009 (19.05.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/057488

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-201457 A (Nikon Corp.), 09 August, 2007 (09.08.07), Full text; all drawings (particularly, Par. Nos. [0056] to [0061]; Fig. 9) & WO 2007/077875 A1 & US 2007/242255 A1 & EP 1978546 A1	1, 16

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/057488

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

A structure common to the inventions in claims 1-33 is a method for exposure or an exposure device in which multiple masks are individually moved with respect to a stage. Since a result of the search shows, however, that the structure set forth above is disclosed in the document listed in the International Search, it has become clear that the structure is not novel.

As a result, since the structure does not make any contribution over the prior art, the structure is not the special technical feature in the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- the  The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G03F7/20(2006.01) i, 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 (IPC))  
 Int.Cl. G03F7/20, 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 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2009年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-251152 A (株式会社ニコン) 2007.09.27, 全文全図 (特に【0032】～【0037】、【0103】～【0110】、【0122】、図	1-12, 14-29, 3
Y	2, 13) & WO 2007/094414 A1 & US 2007/279606 A1 & EP 1986223 A1	2, 33 13, 30, 31
Y	JP 2007-249169 A (株式会社ニコン) 2007.09.27, 全文全図 (特に図1, 12) & WO 2007/094235 A1 & US 2008/013061 A1 & EP 1986221 A1 & IN 200806922 P1	13, 30, 31

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。

<p>* 引用文献のカテゴリー                  「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの                  「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                  「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)                  「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                  「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献                  「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの                  「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                  「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 01.05.2009	国際調査報告の発送日 19.05.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 多田 達也 電話番号 03-3581-1101 内線 3274

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
X	JP 2007-201457 A (株式会社ニコン) 2007.08.09, 全文全図 (特に【0056】～【0061】、図9) & WO 2007/077875 A1 & US 2007/242255 A1 & EP 1978546 A1	1, 16

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1～33に係る発明の共通の構成は、複数のマスクをステージに対して個別に動かす露光方法や装置であるが、調査の結果、上記の構成は次の国際調査に挙げる文献に開示されていることから、新規でないことが明らかになった。

結果として、上記構成は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、特別な技術的特徴ではない。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。