

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5534549号
(P5534549)

(45) 発行日 平成26年7月2日 (2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014.5.9)

(51) Int.Cl.	F I
G O 3 F 7/20 (2006.01)	G O 3 F 7/20 5 0 5
G O 3 F 9/00 (2006.01)	G O 3 F 9/00 Z
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 2 9
	H O 1 L 21/30 5 1 8
	H O 1 L 21/30 5 2 3
請求項の数 20 (全 34 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2009-60400 (P2009-60400)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成21年3月13日 (2009.3.13)		株式会社ニコン
(65) 公開番号	特開2010-217207 (P2010-217207A)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(43) 公開日	平成22年9月30日 (2010.9.30)	(74) 代理人	100106541
審査請求日	平成24年2月20日 (2012.2.20)		弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	福井 達雄
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
			式会社ニコン内
		審査官	赤尾 隼人
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 転写装置、転写方法、及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可撓性を有する帯状の基板の長手方向に沿って所定の間隔で配置される複数の露光領域の各々に、電気デバイスのパターンを順次転写する転写装置であって、

前記基板を前記長手方向に移送する移送装置と、

前記基板の前記露光領域を含む一部を保持し、前記基板の表面に沿って前記長手方向と交差した短手方向と前記長手方向とに移動可能なステージ装置と、

前記基板上の1つの露光領域の前記長手方向の異なる複数の領域の各々に前記電気デバイスに対応したパターンの像が投影されるように、前記長手方向に配列された複数の投影光学系と、該投影光学系の各々による前記パターンの像の投影位置、又は像回転の少なくとも1つを個別に補正する為の補正装置とを備えたパターン生成装置と、

前記基板の前記露光領域の前記長手方向の周辺と前記短手方向の周辺に形成された複数のマークの各位置を検出する為のアライメントセンサと、

該検出された前記複数のマークの各位置に基づいて、前記露光領域の変形に関する情報を算出する演算装置と、

前記基板を保持した前記ステージ装置を前記短手方向に所定の速度で移動させつつ、前記変形に関する情報に基づいて前記補正装置を制御して、前記パターン生成装置から投影される前記パターンの像を補正しながら、前記露光領域を前記短手方向に走査露光する制御装置と、

を備えることを特徴とする転写装置。

【請求項 2】

前記パターン生成装置は、前記基板上の 1 つの露光領域に対応したパターンが描画されたマスクを保持するように構成され、

前記補正装置は、前記複数の投影光学系の各々の光路内に微動可能に設けられた光学部材であること、

を特徴とする請求項 1 に記載の転写装置。

【請求項 3】

前記パターン生成装置は、前記基板上の 1 つの露光領域に対応したパターンを生成する為の反射型又は透過型の空間光変調器を備え、前記補正装置は、前記空間光変調器に設けられること、

を特徴とする請求項 1 に記載の転写装置。

【請求項 4】

前記ステージ装置は、前記基板の一部を保持して前記長手方向に移動し、

前記アライメントセンサは、前記ステージ装置が前記長手方向に移動している際に、前記基板上の前記露光領域の周辺で前記長手方向に沿って所定の間隔で形成された複数の前記マークの各位置を検出することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の転写装置。

【請求項 5】

前記移送装置は、前記基板を前記長手方向に移送する為に、前記ステージ装置に対して移送方向の前後に配置されたローラを含み、

前記走査露光の際の前記ステージ装置の前記短手方向への移動に同期して、前記ローラを前記短手方向へ移動することを特徴とする請求項 4 に記載の転写装置。

【請求項 6】

前記ステージ装置の前記長手方向の移動位置、及び前記短手方向の移動位置を測定する測定装置を備え、前記アライメントセンサによる前記マークの位置検出の際に、前記測定装置によって測定される前記ステージ装置の移動位置に基づいて、検出した前記マークの座標位置を特定することを特徴とする請求項 5 に記載の転写装置。

【請求項 7】

前記ステージ装置と前記アライメントセンサとの相対位置に関する情報を検出するため、前記ステージ装置上の前記短手方向の一方の周辺部に配置されて、前記アライメントセンサで検出可能な第 1 基準パターンを前記長手方向に沿って設けた第 1 基準部材を有すること、を特徴とする請求項 6 に記載の転写装置。

【請求項 8】

前記ステージ装置上の前記長手方向の一方の周辺部に配置されて、前記アライメントセンサで検出可能な第 2 基準パターンを前記短手方向に沿って設けた第 2 基準部材を有すること、を特徴とする請求項 7 に記載の転写装置。

【請求項 9】

前記パターン生成装置は、前記電気デバイスに対応したパターンと一定の位置関係で設けられるマスク側 A I S マークを、前記投影光学系を介して前記ステージ装置に向けて投影可能であり、

前記ステージ装置は、前記パターン生成装置から投影される前記パターンの像と前記ステージ装置との相対位置に関する情報を検出するため、前記投影光学系を介して投影される前記マスク側 A I S マークの投影像の位置を検出する位置検出部を有すること、を特徴とする請求項 7 または 8 のいずれか一項に記載の転写装置。

【請求項 10】

前記複数の投影光学系の各々は、前記基板に投影される前記パターンの像を前記長手方向に伸びた台形状の投影領域内に投影し、

該台形状の投影領域のうち前記長手方向に隣り合う前記投影領域同士は一部重複するように配置され、

前記位置検出部によって前記マスク側 A I S マークの投影像を検出する際は、前記台形状の投影領域の前記一部重複する領域内に前記マスク側 A I S マークが投影されるように

10

20

30

40

50

設定し、前記ステージ装置を移動させて前記位置検出部を前記マスク側 A I S マークの投影像の下に設置すること、

を特徴とする請求項 9 に記載の転写装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 基準部材は、熱膨張係数が小さく且つ光を透過する透明部材で構成され、

前記位置検出部は、前記第 1 基準パターンと共に前記透明部材上に形成される基板側 A I S マークと、前記投影光学系から投影されて前記マスク側 A I S マークの投影像の前記透明部材を通過した光を受光する撮像素子とを備えること、
を特徴とする請求項 1 0 に記載の転写装置。

【請求項 1 2】

前記ステージ装置は、前記基板の法線方向に移動する高さ調整部を有する、請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか一項に記載の転写装置。

【請求項 1 3】

可撓性を有する帯状の基板上の長手方向に沿って所定の間隔で配置される複数の露光領域の各々に、電気デバイスのパターンを順次転写する方法であって、

前記基板の前記長手方向と交差した短手方向と前記長手方向とに移動可能な平坦なステージ装置に、前記基板の前記露光領域を含む一部を保持する工程と、

前記基板上の前記露光領域の前記長手方向の周辺と前記短手方向の周辺とに形成された複数のマークの各位置をアライメントセンサで検出し、該検出された前記各位置に基づいて前記露光領域の変形に関する情報を得る工程と、

前記基板の前記長手方向に配列された複数の投影光学系を備えたパターン生成装置によって、前記基板上の 1 つの露光領域の前記長手方向の異なる複数の領域の各々に前記電気デバイスに対応したパターンの像を投影する工程と、

前記複数の投影光学系毎に投影される前記パターンの像の投影位置又は像回転を、前記変形に関する情報に基づいて補正する補正装置を制御しつつ、前記ステージ装置を前記短手方向に所定の速度で移動させて前記基板上の前記露光領域を前記短手方向に走査露光する工程と、

を含むことを特徴とする転写方法。

【請求項 1 4】

前記基板の一部を前記ステージ装置に保持する工程の前に、前記基板を前記長手方向に移送する移送装置によって、前記基板上の 1 つの露光領域が前記ステージ装置の保持面上に位置するように移送する工程を含むこと、

を特徴とする請求項 1 3 に記載の転写方法。

【請求項 1 5】

前記変形に関する情報を得る工程は、

前記アライメントセンサが前記基板上の前記露光領域の周辺で前記長手方向に沿って所定の間隔で形成された複数の前記マークを順次検出するように、前記基板の一部を保持した前記ステージ装置を前記長手方向に移動させる段階を含むこと、

を特徴とする請求項 1 4 に記載の転写方法。

【請求項 1 6】

前記変形に関する情報を得る工程は、

前記アライメントセンサが前記基板上の前記露光領域の周辺で前記短手方向に沿って所定の間隔で形成された複数の前記マークを順次検出するように、前記基板の一部を保持した前記ステージ装置を前記短手方向に移動させると共に、前記ステージ装置の移動に同期して前記移送装置を前記短手方向に移動させる段階を含むこと、

を特徴とする請求項 1 4 または 1 5 のいずれか一項に記載の転写方法。

【請求項 1 7】

前記パターン生成装置は、前記基板上の 1 つの露光領域に対応したパターンが描画されたマスクを保持するように構成され、

前記補正装置は、前記複数の投影光学系の各々の光路内に微動可能に設けられた光学部

10

20

30

40

50

材で構成されること、

を特徴とする請求項 13 ~ 16 のいずれか一項に記載の転写方法。

【請求項 18】

前記パターン生成装置は、前記電気デバイスのパターンに対応した投影像を生成する為の反射型又は透過型の空間光変調器を備え、前記補正装置は、前記空間光変調器に設けられること、

を特徴とする請求項 13 ~ 16 のいずれか一項に記載の転写方法。

【請求項 19】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の転写装置を用いたデバイスの製造方法であって、

可撓性を有する帯状の樹脂製の基板を、該基板の長手方向に移送し、前記基板の前記露光領域を含む一部を前記ステージ装置に保持する工程と、

前記ステージ装置を前記長手方向と交差する短手方向に所定の速度で移動させつつ、前記パターン生成装置から投影される前記デバイスに対応したパターンの投影像を、前記アライメントセンサと前記演算装置によって計測された前記変形に関する情報に基づいて補正しながら、前記露光領域を前記短手方向に走査露光する工程と、

該走査露光する工程の後で、前記パターンが転写された前記基板を該パターンに基づいて加工する工程と、

を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 20】

可撓性を有する帯状の基板上の長手方向に沿って所定の間隔で配置される複数の露光領域の各々に、デバイスのパターンを形成する製造方法であって、

前記基板の前記長手方向と交差した短手方向と前記長手方向とに移動可能なステージ装置に、前記基板の前記露光領域を含む一部を保持する工程と、

前記基板上の前記露光領域の前記長手方向の周辺と前記短手方向の周辺とに形成された複数のマークの各位置をアライメントセンサで検出し、該検出された前記各位置に基づいて前記露光領域の変形に関する情報を得る工程と、

前記長手方向には前記露光領域に渡る範囲を有し、前記短手方向には前記露光領域の一部の範囲を有する投影領域を備えたパターン生成装置によって、前記露光領域に前記デバイスに対応したパターンの一部の像を投影する工程と、

前記パターン生成装置に設けられて前記投影領域内に投影される前記パターンの一部の像の位置又は回転を補正する補正装置を、前記変形に関する情報に基づいて制御しつつ、前記ステージ装置を前記短手方向に所定の速度で移動させて前記基板上の前記露光領域を前記短手方向に走査露光する工程と、

を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、帯状の基板に設けられた複数の区画領域にパターン部材に設けられたパターンを転写する転写装置、転写方法及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶ディスプレイ（LCD）、プラズマディスプレイパネル（PDP）又は有機ELといったフラットパネルディスプレイ（FPD）に用いられるガラス基板又は樹脂基板は、画面の大型化の要望に応じサイズが大型化する傾向にある。パターン部材の回路パターンをガラス基板又は樹脂基板に照射する露光装置は、ガラス基板又は樹脂基板の大型化に応じて大型化している。

【0003】

また露光装置の中には、FPDなどの量産及び大型化に対応するために、ロール状に巻

10

20

30

40

50

かれた帯状の基板を搬送させて照射する装置も出現している。例えば特許文献1で開示される投影露光装置は、帯状の基板を真空及び真空解除を交互に行うとともにステージ装置が搬送方向に移動することで、帯状の基板を間欠的に搬送している。この特許文献1の投影露光装置によれば、帯状の基板の位置ずれ、伸び、波うち、しわ等が生じるおそれなく、帯状の基板の搬送が行われ、パターン部材のパターンが帯状の基板に照射される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-114385号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、ロール状に巻かれた帯状の基板は、一般に薄くやわらかいため、基板にかかる引張力又は熱処理によって伸縮変形しやすい。また基板に複数の加工が施されると、その変形は複雑である。このため、基板に設けられた区画領域（パターン形成領域）も複雑に変形することとなり、その区画領域に予め形成されたパターンに対して新たなパターンを精度よく重ね合わせることができないという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の態様は、帯状の基板に設けられた区画領域に対して、その変形の有無によらず精度よくパターンを転写することのできる転写装置、転写方法及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

20

【0007】

本実施形態の第1の態様に従えば、可撓性を有する帯状の基板の長手方向に沿って所定の間隔で配置される複数の露光領域の各々に、電気デバイスのパターンを順次転写する転写装置が提供される。該転写装置は、前記基板を前記長手方向に移送する移送装置と、前記基板の前記露光領域を含む一部を保持し、前記基板の表面に沿って前記長手方向と交差した短手方向と前記長手方向とに移動可能なステージ装置と、前記基板上の1つの露光領域の前記長手方向の異なる複数の領域の各々に前記電気デバイスに対応したパターンの像が投影されるように、前記長手方向に配列された複数の投影光学系と、該投影光学系の各々による前記パターンの像の投影位置、又は像回転の少なくとも1つを個別に補正する為の補正装置とを備えたパターン生成装置と、前記基板の前記露光領域の前記長手方向の周辺と前記短手方向の周辺に形成された複数のマークの各位置を検出する為のアライメントセンサと、該検出された前記複数のマークの各位置に基づいて、前記露光領域の変形に関する情報を算出する演算装置と、前記基板を保持した前記ステージ装置を前記短手方向に所定の速度で移動させつつ、前記変形に関する情報に基づいて前記補正装置を制御して、前記パターン生成装置から投影される前記パターンの像を補正しながら、前記露光領域を前記短手方向に走査露光する制御装置と、を備えることを特徴とする。

30

【0008】

40

本実施形態の第2の態様に従えば、可撓性を有する帯状の基板上の長手方向に沿って所定の間隔で配置される複数の露光領域の各々に、電気デバイスのパターンを順次転写する転写方法が提供される。該転写方法は、前記基板の前記長手方向と交差した短手方向と前記長手方向とに移動可能な平坦なステージ装置に、前記基板の前記露光領域を含む一部を保持する工程と、前記基板上の前記露光領域の前記長手方向の周辺と前記短手方向の周辺とに形成された複数のマークの各位置をアライメントセンサで検出し、該検出された前記各位置に基づいて前記露光領域の変形に関する情報を得る工程と、前記基板の前記長手方向に配列された複数の投影光学系を備えたパターン生成装置によって、前記基板上の1つの露光領域の前記長手方向の異なる複数の領域の各々に前記電気デバイスに対応したパターンの像を投影する工程と、前記複数の投影光学系毎に投影される前記パターンの像の投

50

影位置又は像回転を、前記変形に関する情報に基づいて補正する補正装置を制御しつつ、前記ステージ装置を前記短手方向に所定の速度で移動させて前記基板上の前記露光領域を前記短手方向に走査露光する工程と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本実施形態の第3の態様に従えば、可撓性を有する帯状の基板上の長手方向に沿って所定の間隔で配置される複数の露光領域の各々に、デバイスのパターンを形成する製造方法が提供される。該製造方法は、前記基板の前記長手方向と交差した短手方向と前記長手方向とに移動可能なステージ装置に、前記基板の前記露光領域を含む一部を保持する工程と、前記基板上の前記露光領域の前記長手方向の周辺と前記短手方向の周辺とに形成された複数のマークの各位置をアライメントセンサで検出し、該検出された前記各位置に基づいて前記露光領域の変形に関する情報を得る工程と、前記長手方向には前記露光領域に渡る範囲を有し、前記短手方向には前記露光領域の一部の範囲を有する投影領域を備えたパターン生成装置によって、前記露光領域に前記デバイスに対応したパターンの一部の像を投影する工程と、前記パターン生成装置に設けられて前記投影領域内に投影される前記パターンの一部の像の位置又は回転を補正する補正装置を、前記変形に関する情報に基づいて制御しつつ、前記ステージ装置を前記短手方向に所定の速度で移動させて前記基板上の前記露光領域を前記短手方向に走査露光する工程と、を含むことを特徴とする。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

20

本発明の態様によれば、帯状の基板に設けられた区画領域に対して、その変形の有無によらず精度よくパターンを転写することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 (a) は本実施形態の露光装置 E X を示す概略平面図であり、理解を助けるため帯状の基板 F B より下側の主要部分が描かれている。(b) は露光装置 E X の概略側面図である。

【 図 2 】 (a) は基板ステージ F B S の上面図であり、(b) は図 2 (a) の A - A 断面図である。

【 図 3 】 図 2 (a) の B - B 断面図である。

30

【 図 4 】 帯状の基板 F B を支持する基板ステージ F B S の別の実施例を示した概念図である。(a) は本実施形態の基板ステージ F B S を示す概略平面図であり、理解を助けるため帯状の基板 F B より下側の部分が描かれている。(b) は露光装置 E X の概略側面図である。

【 図 5 】 アライメントセンサ L S A を示した図である。

【 図 6 】 L S A 用のアライメントマーク A M を示した図である。

【 図 7 】 投影光学系 P L の概略斜視図である。

【 図 8 】 第 1 例の露光方法のフローチャートである。

【 図 9 】 第 1 例の露光方法の露光動作を示した概念平面図である。

【 図 1 0 】 第 1 例の露光方法の露光動作を示した概念平面図である。

40

【 図 1 1 】 投影光学系 P L により投影像 P I を調整して露光領域 E A のずれを補正する説明図である。(a) は露光領域 E A が点線で示されたような変形がない理想的な形状から実線で示されたような変形形状に変形した平面図で、(b) は露光領域 E A の X 軸方向のずれを補正した平面図で、(c) は露光領域 E A の Y 軸方向のずれ及びローテーションを補正した平面図である。

【 図 1 2 】 第 2 例の露光装置 E X を示す平面図である。

【 図 1 3 】 第 2 例の露光方法の露光動作を示した概念平面図である。

【 図 1 4 】 第 2 例の露光方法の露光動作を示した概念平面図である。

【 図 1 5 】 電気デバイス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形態 】

50

【 0 0 1 2 】

本発明の実施形態では、露光装置を一例として転写装置について説明する。

< 露光装置の全体構成：第 1 例 >

以下、第 1 例の露光装置 E X について図 1 を参照しながら説明する。図 1 (a) は本実施形態の露光装置 E X を示す概略平面図であり、理解を助けるため帯状の基板 F B より下側の主要部分が描かれている。図 1 (b) は露光装置 E X の概略側面図である。

【 0 0 1 3 】

本実施形態に係る露光装置 E X は、露光光 E X L に対してマスク M と帯状の基板 F B とを同期走査して露光する走査型露光装置である。露光装置 E X は帯状の基板 F B の露光領域 E A を走査露光する。図 1 では露光済みの露光領域 E A を網目で示し、未露光の露光領域 E A を白く示している。なお、投影光学系 P L の光軸方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な方向でマスク M 及び帯状の基板 F B の同期移動方向を Y 軸方向（走査方向）、Z 軸方向及び Y 軸方向と直交する方向を X 軸方向（非走査方向）とする。

【 0 0 1 4 】

露光装置 E X は、移送装置として帯状の基板 F B を供給する供給ローラ F R と帯状の基板 F B を巻き取る巻き取りローラ W R とを有する。供給ローラ F R 及び巻き取りローラ W R は矢印方向に回転することができ、帯状の基板 F B を X 軸方向に移送することができる。ここで帯状の基板 F B はロール状に巻き取ることができる薄い樹脂フィルムである。帯状の基板 F B はその面積に対して厚さが十分に薄い基板であり可撓性を有する。帯状の基板 F B は例えば X 軸方向に 1 0 0 メートルの長さであり、Y 軸方向に 1 メートルの幅であり、厚さが 1 0 0 マイクロメートルである。この帯状の基板 F B のマスク M 側の片面にフォトリソグが塗布されている。帯状の基板 F B は、具体的には、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエステル樹脂、エチレンビニル共重合体樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、セルロース樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、酢酸ビニル樹脂を使うことができる。マスク M は、線膨張係数が小さく、且つ、湿度による変化も小さい透光性基材、具体的にはガラスや石英が用いられ、透光性基材上に微細なマスクパターンが遮光材料で形成されている。

【 0 0 1 5 】

本実施例では、パターン生成装置としてマスク M を用いているが、その他にも反射型または透過型の空間光変調器などが用いられる。反射型の空間光変調器としては、選択的に光透過する面積を調節できる素子、例えば、液晶材料、エレクトロクロミック材料を有する素子、或いは、選択的に光反射が調節できる素子、例えばデジタルマイクロミラーデバイス（DMD）がある。DMD とは空間光変調器の一種であり、静電界作用などによって固定軸周りに回転するマイクロミラーと呼ばれる複数の小型ミラーが S i 等の半導体基板にマトリクス状に配置されたデバイスである。また、透過型の空間光変調器としては、光学効果により透過光を変調する光学素子である P L Z T 素子を用いることができる。なお、P L Z T 素子とは、鉛、ランタン、ジルコン、チタンを含む酸化物セラミックスで、それぞれの元素記号の頭文字から P L Z T と呼ばれているデバイスである。P L Z T 素子は、透明なセラミックスで光を透過するが、電圧をかけると偏向の向きを変えることができ、偏光子と組み合わせることによって光制御装置が構成される。なお、反射型の空間光変調器にも透過型の空間光変調器にも補正装置が設けられてパターンの変形を補正することができる。

【 0 0 1 6 】

露光装置 E X は、パターンが形成されたマスク M を支持するマスクステージ M S T と、帯状の基板 F B を支持する基板ステージ F B S とを備えている。マスク M は石英ガラスに回路パターンなどが描画された部材である。露光装置 E X は、マスク M を支持するマスクステージ M S T の X 軸方向及び Y 軸方向における位置を検出する複数のレーザー干渉計 L M と、帯状の基板 F B を支持する基板ステージ F B S の X 軸方向及び Y 軸方向における位

10

20

30

40

50

置を検出する複数のレーザー干渉計MMとを備えている。マスクステージMSTは、不図示のリニアモータなどによって走査方向である矢印AR1方向(Y軸方向)に長いストロークを移動可能でありX軸方向に短いストロークを移動可能である。基板ステージFBSも同様に走査方向であるAR1方向に長いストロークを移動可能であり、非走査方向である矢印AR2の方向にも長いストローク移動可能である。また、基板ステージFBSは供給ローラFRと巻き取りローラWRとともに基板FBの搬送装置を構成する。本実施形態に係る露光装置EXは、図1(a)に描かれている矢印AR1の方向に露光光EXLに対してマスクMと帯状の基板FBとを同期移動して走査露光する走査型露光装置である。なお、図1(b)ではX軸方向の位置を検出するレーザー干渉計LMx及びレーザー干渉計MMxを1つずつしか描いていない。

10

【0017】

また露光装置EXは、不図示の照明光学系による露光光EXLで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージFBSに支持されている帯状の基板FBに投影する投影光学系PLを有している。図1(a)にマスクMのパターンの投影像PIが台形状に示されているように、露光装置EXはY軸方向に2列に配置されてX軸方向に交互に並んだ5つの投影光学系PLを有している。マスクステージMSTに支持されているマスクMと基板ステージFBSに支持されている帯状の基板FBとは、投影光学系PLを介して共役な位置関係に配置される。

【0018】

20

露光装置EXは投影光学系PLに隣接して帯状の基板FBに設けられているアライメントマークAMを検出するアライメントセンサLSA(LSA1, LSA2, LSA3, LSA4)を4つ有している。以下の説明では特に個々のアライメントセンサLSAを特定するときには「LSA1」などの数字を語尾に付け、アライメントセンサLSA1からLSA4までを区別しないときには、アライメントセンサLSAと呼ぶ。また、該アライメントセンサLSAはその検出結果によって露光領域EAの変形に関する情報を演算する演算部FPに連結されている。

【0019】

図1(a)に示されるように、アライメントセンサLSA1、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA4は、Y軸方向に並んで配置されている。また、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA3は、X軸方向に並んで配置されている。

30

【0020】

アライメントセンサLSAは、ドット列状に形成されたアライメントマークAMにレーザーを照射し、当該アライメントマークAMで回折または散乱した光を用いてそのマーク位置を検出するLSA(Laser Step Alignment)方式のセンサである。アライメントマークAMは、帯状の基板FBにおいて露光光EXLの照射領域である露光領域EAの周辺にすでに複数形成されている。本実施形態において、1つの露光領域EAの周辺ごとに全部で36個のアライメントマークAMが形成されている。

【0021】

40

本実施形態における4つのアライメントセンサLSAはオフアクシス方式であり、アライメント処理を行うに際し、マスクMとアライメントセンサLSAとの相対位置であるベースライン量が計測される。なお、図1(b)ではアライメントセンサLSAを2つしか描いていない。

【0022】

基板ステージFBSにはY軸用LSAマーク14、基板用LSAマーク16と基板側AISマーク17とを有する第1基準部材18が設けられている。また、基板ステージFBSにはX軸用LSAマーク15を有する第2基準部材19が設けられている。なお、本実施例では基準部材としてY軸用LSAマーク14とX軸用LSAマーク15とに分けられているが、一体の基準部材に形成されてもよいし、パターンの形によって基準部材の形を

50

変化させることができる。図 1 (b) に示されるように、マスク M にはベースライン計測用のマスク側 A I S マーク 1 1 が設けられており、また、マスク側 A I S マーク 1 1 は、マスク M の特定位置 (例えば中心位置) に対して所定の位置関係で設けられている。マスク側 A I S マーク 1 1 と基板側 A I S マーク 1 7 とは対応しており、マスク側 A I S マーク 1 1 及び基板側 A I S マーク 1 7 は X 軸方向に例えば 6 つ並んで設けられている。6 つの基板側 A I S マーク 1 7 の近傍には、それぞれ Y 軸方向に伸びる 6 つの基板用 L S A マーク 1 6 が配置されている。

【 0 0 2 3 】

< 基板ステージの構成 >

図 2 (a) は基板ステージ F B S の上面図であり、図 2 (b) は図 2 (a) の A - A 断面図である。また、図 3 は図 2 (a) の B - B 断面図である。なお、図 2 (a) には、第 1 基準部材 1 8 及び第 2 基準部材 1 9 に対するアライメントセンサ L S A 1 から L S A 4 の視野領域を点線で描いている。

【 0 0 2 4 】

基板ステージ F B S には設けられた第 1 基準部材 1 8 及び第 2 基準部材 1 9 は、熱膨張係数が小さく且つ光を透過する透明部材で構成されており、Y 軸用 L S A マーク 1 4、X 軸用 L S A マーク 1 5、基板用 L S A マーク 1 6、基板側 A I S マーク 1 7 はその透明部材の表面にクロムなどの金属で形成されている。なお、図 2 などの図面ではこれらのマークを誇張して描いてある。


【 0 0 2 5 】

第 1 基準部材 1 8 は、X 軸方向に伸びる Y 軸用 L S A マーク 1 4 を有している。アライメントセンサ L S A 2 及びアライメントセンサ L S A 3 は同時にこの Y 軸用 L S A マーク 1 4 を検出することができる。この Y 軸用 L S A マーク 1 4 により、アライメントセンサ L S A 2 及びアライメントセンサ L S A 3 の Y 軸方向の位置を把握することができる。

【 0 0 2 6 】

第 2 基準部材 1 9 は、Y 軸方向に伸びる X 軸用 L S A マーク 1 5 を有している。アライメントセンサ L S A 1、アライメントセンサ L S A 2 及びアライメントセンサ L S A 4 は同時にこの X 軸用 L S A マーク 1 5 を検出することができる。この X 軸用 L S A マーク 1 5 により、アライメントセンサ L S A 1、アライメントセンサ L S A 2 及びアライメントセンサ L S A 4 の Y 軸方向の位置を把握することができる。

【 0 0 2 7 】

第 1 基準部材 1 8 に形成された基板側 A I S マーク 1 7 は、例えば十字状のマークであるがこれに限定されず例えばボックスマーク「」でもよい。この基板側 A I S マーク 1 7 の下側、すなわち基板ステージ F B S の内部には、図 2 (b) に示されるように、第 1 基準部材 1 8 を通過した光を集光するレンズ系 2 3 と、レンズ系 2 3 を介した通過光を受光する A I S 撮像素子 2 4 とが埋設されている。A I S 撮像素子 2 4 は M O S 又は C C D など二次元画像素子である。

【 0 0 2 8 】

基板用 L S A マーク 1 6 と基板側 A I S マーク 1 7 とは正確に形成されており、それらは X 軸方向に距離 P X 離れて形成されている。また、Y 軸用 L S A マーク 1 4 と基板側 A I S マーク 1 7 とは正確に形成されており、それらは Y 軸方向に距離 P Y 離れて形成されている。なお、図 2 (a) では基板用 L S A マーク 1 6 及び基板側 A I S マーク 1 7 が Y 軸用 L S A マーク 1 4 よりマイナス Y 軸側に配置されているが、逆に基板用 L S A マーク 1 6 及び基板側 A I S マーク 1 7 が Y 軸用 L S A マーク 1 4 よりプラス Y 軸側に配置されていてもよい。

【 0 0 2 9 】

図 3 に示されるように、Y 軸用 L S A マーク 1 4 及び基板側 A I S マーク 1 7 を有する第 1 基準部材 1 8 の表面は点線で示された帯状の基板 F B の表面高さと同等の高さ (Z 軸方向) に配置されている。図示されていないが、第 2 基準部材 1 9 の表面高さも帯状の基板 F B の表面高さと同等の高さである。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

さて、図 2 (a) 及び図 3 に示されるように、基板ステージ F B S の表面には帯状の基板 F B を真空吸着する真空配管 2 1 が配置されている。この真空配管 2 1 は不図示の真空ポンプに接続されている。基板ステージ F B S は真空配管 2 1 を介して帯状の基板 F B を保持する。また基板ステージ F B S の下側に X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向の中心とした Z 方向 (回転方向) に移動させる基板ステージ移動部 2 8 が備えられている。基板ステージ移動部 2 8 は、Y 軸方向と X 軸方向とに基板ステージ F B S を 1 m あまり移動させることができる。この基板ステージ移動部 2 8 は不図示の制御装置により制御される。

【 0 0 3 1 】

基板ステージ移動部 2 8 の上部には、3 点又は 4 点の高さ調整部 2 6 が載置されている。高さ調整部 2 6 は Z 軸方向に約 1 0 m m のストロークを有している。例えば露光装置 E X が露光領域 E A を走査露光した後、帯状の基板 F B のみが移送され次の露光領域 E A が基板ステージ F B S の上に移動するまで、帯状の基板 F B と基板ステージ F B S とを数 m m の間隙を空けることが好ましい。そのため高さ調整部 2 6 は帯状の基板 F B と基板ステージ F B S との間隙を形成するためのストロークを有している。また、高さ調整部 2 6 は、投影光学系 P L の結像面と基板ステージ F B S に吸着された帯状の基板 F B の表面とを一致させるため、基板ステージ F B S を光軸方向 (Z 軸方向) に移動させる。また、3 点又は 4 点の高さ調整部 2 6 のうちの 1 点又は 2 点を移動させて、X 軸方向を中心とした X 方向 (回転方向) 、及び Y 軸方向を中心とした Y 方向 (回転方向) に基板ステージ F B S を移動させることも可能となっている。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、帯状の基板 F B を支持する基板ステージ F B S の別の実施例を示した概念図である。図 4 (a) は本実施形態の基板ステージ F B S を示す概略平面図であり、理解を助けるため帯状の基板 F B より下側の部分が描かれている。図 4 (b) は露光装置 E X の概略側面図である。

【 0 0 3 3 】

図 2 及び図 3 では基板ステージ F B S は真空配管 2 1 を備えていたが、必ずしも真空配管 2 1 を備える必要はない。例えば図 4 に示されるように、露光領域 E A を X 軸方向に挟むように一對の圧着固定部 3 0 を設けても良い。圧着固定部 3 0 は 2 対のピストン部 3 3 と 1 対の圧着板 3 5 とからなる。2 対のピストン部 3 3 は基板ステージ F B S の四隅付近に配置され、その 1 対のピストン部 3 3 に 1 枚の Y 軸方向に伸びる圧着板 3 5 が配置されている。但し、図 4 (b) に描かれるように、露光領域 E A が平坦になるように図中左側の 1 枚の圧着板 3 5 は、第 2 基準部材 1 9 よりも露光領域 E A 側に配置されることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

図 4 (b) に描かれた状態から 2 対のピストン部 3 3 が Z 軸方向に下がると、一對の圧着板 3 5 は帯状の基板 F B を基板ステージ F B S の表面に圧着させる。後述するように基板ステージ F B S が Y 軸方向に移動するために、余分な張力が帯状の基板 F B に加わるおそれもある。これらの場合であっても、帯状の基板 F B が Z 軸方向に圧着板 3 5 で基板ステージ F B S に押し付けられているため、帯状の基板 F B の位置がずれるおそれがない。

【 0 0 3 5 】

なお、基板ステージ F B S に設けられた真空配管 2 1 に加えて、圧着固定部 3 0 を設けても良い。このような構成にすれば、帯状の基板 F B と基板ステージ F B S との位置ずれがより少なくなる。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、アライメントセンサ L S A を示した図である。アライメントセンサ L S A は、レーザー光源 4 1 を備えている。レーザー光源 4 1 として、たとえば H e - N e レーザー光源を用いることができる。レーザー光源 4 1 から射出されたビーム (直線偏光) は、以降の光学系からの戻り光を防止するための光アイソレータ 4 2 などを経た後、シリンドリカルレンズ 4 3 を介して、線状ビームを形成するように整形作用および集光作用を受け

る。シリンドリカルレンズ 4 3 を介したビームは、ビームスプリッタ 4 4 に入射し、X 軸方向計測用の L S A ビームと Y 軸方向計測用の L S A ビームとに分割される。すなわち、ビームスプリッタ 4 4 を透過した X 軸方向計測用の L S A ビームは、帯状の基板 F B 面と共役な位置に配置された視野絞り 4 5 a によって所定のビーム形状に制限された後、ミラー 4 6 a に入射する。また、ビームスプリッタ 4 4 で反射された Y 軸方向計測用の L S A ビームは、帯状の基板 F B 面と共役な位置に配置された視野絞り 4 5 b によって所定のビーム形状に制限された後、ミラー 4 6 b に入射する。

【 0 0 3 7 】

X 軸方向計測用の L S A ビームは偏光ビームスプリッタ 4 7 a に入射する。偏光ビームスプリッタ 4 7 a を透過した各ビームは、反射鏡 4 9 a に反射してフーリエ変換レンズ 5 0 a を介して、視野合成ミラー 5 1 に入射する。一方、ミラー 4 6 b で反射された Y 軸方向計測用の L S A ビームは偏光ビームスプリッタ 4 7 b に入射する。偏光ビームスプリッタ 4 7 b を透過した各ビームは、反射鏡 4 9 b に反射してフーリエ変換レンズ 5 0 b を介して、視野合成ミラー 5 1 に達する。

10

【 0 0 3 8 】

視野合成ミラー 5 1 を介して、X 軸方向計測用の L S A ビームと Y 軸方向計測用の L S A ビームとが視野合成される。視野合成ミラー 5 1 を介して視野合成された各ビームは、1 / 4 波長板 5 2 を介して円偏光となった後、対物レンズ 5 3 を介して、帯状の基板 F B 上に到達する。帯状の基板 F B 上には L S A ビーム A B が形成される。帯状の基板 F B 上に形成された L S A 用のアライメントマーク A M を点線で示している。対物レンズ 5 3 によって集光された X 軸方向計測用の L S A ビーム A B は、帯状の基板 F B 上において Y 方向に沿って延びた X 軸方向計測用の線状ビーム A B - X を形成する。また、対物レンズ 5 3 によって集光された Y 軸方向計測用の L S A ビーム A B は、帯状の基板 F B 上において X 方向に沿って延びた Y 軸方向計測用の線状ビーム A B - Y を形成する。

20

【 0 0 3 9 】

図 6 は L S A 用のアライメントマーク A M を示した図である。図 6 (a) に示されるように、帯状の基板 F B の露光領域 E A の周囲には、線状ビーム A B - X に対応する X 軸方向計測用のアライメントマーク A M および線状ビーム A B - Y に対応する Y 軸方向計測用のアライメントマーク A M がそれぞれ格子状パターンとして形成されている。図 6 (b) は、アライメントマーク A M の横断面を示している。アライメントマーク A M は、例えば、一辺 4 μ m の正方形形状の凸状部 T a からなる。この凸状部 T a が 8 μ m ピッチで複数並んで設けられている。アライメントマーク A M が線状ビーム A B を横切ると、回折または散乱した光が発生する。図 6 (c) は、(a) の点線 C で囲んだ部分の拡大平面図である。図 6 (c) に示されるように、アライメントマーク A M が線状ビーム A B を通り過ぎる際に発生する回折光または散乱光が最大となるので、当該位置におけるレーザー干渉計 M M (図 1 参照) の測定値からアライメントマーク A M の座標を検出することができる。

30

【 0 0 4 0 】

再び図 5 に戻り、各アライメントマーク A M からの回折光または散乱光は、対物レンズ 5 3 および 1 / 4 波長板 5 2 を介して、視野合成ミラー 5 1 に達する。X 軸方向計測用のアライメントマーク A M からの回折光は、視野合成ミラー 5 1 の反射面で反射され、フーリエ変換レンズ 5 0 a を介して偏光ビームスプリッタ 4 7 a に入射する。偏光ビームスプリッタ 4 7 a で反射された回折光または散乱光は光検出器 4 8 a に達する。そして、光検出器 4 8 a において、アライメントマーク A M からの回折光または散乱光が選択的に受光される。一方、Y 軸方向計測用のアライメントマーク A M からの回折光は、視野合成ミラー 5 1 を通過し、フーリエ変換レンズ 5 0 b を介して偏光ビームスプリッタ 4 7 b に入射する。偏光ビームスプリッタ 4 7 b で反射された回折光または散乱光は光検出器 4 8 b に達する。そして、光検出器 4 8 b において、アライメントマーク A M からの回折光または散乱光が選択的に受光される。その後、演算部 F P が該検出結果によって露光領域 E A の

40

50

変形に関する情報を演算することができる。

【 0 0 4 1 】

なお、図 1 に示されたように、基板ステージ F B S の X 軸方向及び Y 軸方向の移動量は、レーザー干渉計 M M によって常時計測されている。したがって、光検出器 4 8 における受光光量の変化とレーザー干渉計 M M の出力とに基づいて、アライメントマーク A M の X 軸方向及び Y 軸方向の位置を検出することができる。

【 0 0 4 2 】

図 7 は、投影光学系 P L の概略斜視図である。図 7 に示されるように投影光学系 P L は、直角プリズムミラー 6 3、6 9 と、レンズ 6 6、7 0 と、凹面鏡 6 7、7 1 とを介してマスク M のパターンを基板 F B に投影する。直角プリズムミラー 6 3 は一対の piezo 素子 6 2 a、6 2 b を介してプリズム台 6 1 に固定される。ここで、piezo 素子 6 2 a、6 2 b は数 μ m のストロークを有する。また、直角プリズムミラー 6 3 とレンズ 6 6 との間には倍率調整に用いられるズーム光学系 6 4 が設けられ、ズーム光学系 6 4 の上方にはアクチュエータ 6 5 が設けられている。アクチュエータ 6 5 は、ズーム光学系 6 4 のレンズの間隔を制御することで投影倍率の制御が可能である。さらに、直角プリズムミラー 6 3 と直角プリズムミラー 6 9 の間には視野絞り 6 8 が設けられ、視野絞り 6 8 は投影像 P I の形状が台形形状になるようにする。

【 0 0 4 3 】

直角プリズムミラー 6 3 の上方にはシフター部として二つの平行平板ガラス S F - X、S F - Y が設けられている。平行平板ガラス S F - X、S F - Y は投影像 P I を X 軸又は Y 軸方向に移動させる。シフター部は X 方向シフト用の平行平板ガラス S F - X 及び Y 方向シフト用の平行平板ガラス S F - Y をモータなどの駆動装置によって X 軸又は Y 軸を中心として回転させることで、帯状の基板 F B に転写される投影像 P I を X 方向又は Y 方向にシフトさせる。これにより X 軸または Y 軸のずれを補正することができる。例えば、図 7 に示されたように平行平板ガラス S F - X、S F - Y により入射光を調整する場合に、投影像 P I は矢印 A R 3 のように X 軸方向に沿って移動して P I X の位置に到達し、または矢印 A R 4 のように Y 軸方向に沿って移動して P I Y の位置に到達する。

【 0 0 4 4 】

また、プリズム台 6 1 に piezo 素子 6 2 a、6 2 b を介して固定されている直角プリズムミラー 6 3 が、Z 軸と平行な軸の回りに回転することでローテーション補正が行われる。詳しくは、piezo 素子 6 2 a、6 2 b のどちらか一方を駆動することで、あるいは両方の piezo 素子 6 2 a、6 2 b を逆方向に駆動することで、直角プリズムミラー 6 3 が矢印 D またはその反対方向に回転する。したがって、マスク M のパターンの投影像 P I は矢印 A R 5 の回転方向またはその反対方向に回転することができる。例えば、直角プリズムミラー 6 3 が矢印 D に回転する場合に、マスク M のパターンの投影像 P I は P I R の位置まで回転する。これにより、ローテーション補正が行われる。なお、図 7 の中では一対の piezo 素子 6 2 a、6 2 b を 2 箇所配置しているが、3 個または 4 個の piezo 素子を用いて直角プリズムミラー 3 1 を支持するようにしても良い。

【 0 0 4 5 】

< アライメント及び露光方法：第 1 例 >

図 8 は第 1 例の露光装置 E X を用いて露光する第 1 例の露光方法のフローチャートである。図 9 及び図 1 0 は露光装置 E X の露光動作を示した概念平面図である。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 1 1 からステップ S 1 1 4 までは、アライメントセンサ L S A 1 からアライメントセンサ L S A 4 のベースライン計測の工程である。ベースライン計測の際には、帯状の基板 F B が基板ステージ F B S に送り込まれる前に行われる。

【 0 0 4 7 】

ステップS 1 1 1において、X軸LSAマーク15によりアライメントセンサLSA1、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA4のX軸方向の基準位置が計測される。まず、アライメントセンサLSA1、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA4で同時に基板ステージFBS上のX軸LSAマーク15を検出する。基板ステージFBSがX軸方向に移動することによって、アライメントセンサLSA1、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA4がX軸LSAマーク15を検出する。図6で説明したように、基板ステージFBSの位置はレーザー干渉計MMで計測されている。このため、X軸LSAマーク15の位置を基準として、アライメントセンサLSA1、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA4のX軸方向の相対的な位置が把握できる。

10

【0048】

また、アライメントセンサLSA4は基板ステージFBSの第1基準部材18の上の基板用LSAマーク16を検出する。ここで、図2に示されたように、基板用LSAマーク16と基板側AISマーク17との位置は固定されているので、アライメントセンサLSA4はX軸LSAマーク15と基板側AISマーク17との相対位置関係を計測できる。したがって、X軸LSAマーク15の位置を基準としてアライメントセンサLSA1、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA4のX軸方向の相対的な位置を把握しているため、アライメントセンサLSA1及びアライメントセンサLSA2も、基板側AISマーク17との相対位置関係を計測できる。

【0049】

20

ステップS 1 1 2において、Y軸LSAマーク14によりアライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA3のY軸方向の位置が検出される。Y軸LSAマーク14の位置を基準として、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA3のY軸方向の相対的な位置が把握できる。ここで、Y軸LSAマーク14と基板側AISマーク17との位置は固定されているので、アライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA3と基板側AISマーク17との相対位置関係が計測できる。したがって、基板側AISマーク17とアライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA3との相対位置関係も計測できる。

【0050】

ステップS 1 1 3においては、図1(b)に示されたマスク側AISマーク11と図2(b)で示されたように、投影光学系PLを介してマスク側AISマーク11と基板側AISマーク17との相対的な位置関係が計測される。AIS撮像素子24でマスク側AISマーク11と基板側AISマーク17各々の像を検出する。これにより基板側AISマーク17の位置を基準にマスク側AISマーク11の像位置を計測することができる。

30

【0051】

ステップS 1 1 4において、上述のステップS 1 1 1、S 1 1 2及びS 1 1 3の結果に基づいて、アライメントセンサLSA1からLSA4の計測基準位置とマスクM投影像PIとのX軸方向及びY軸方向の相対位置関係が計測される。即ち、アライメントセンサLSA1からLSA4までのベースラインが計測できる。

40

【0052】

ステップS 1 1 5において、帯状の基板FBと基板ステージFBSとがZ軸方向に離れた状態で、供給ローラFR及び巻き取りローラWRによって帯状の基板FBが-X方向に移送されてくる(図9(a)を参照)。帯状の基板FBは露光領域EAが基板ステージFBSに位置合わせるようにラフアライメント装置(不図示)で帯状の基板FBに対してラフアライメントが行われる。次に、基板ステージFBSが高さ調整部26(図3参照)によって上昇し、帯状の基板FBと基板ステージFBSとが接して、真空配管21により基板FBが基板ステージFBSに真空吸着される。

【0053】

ステップS 1 1 6において、図9(a)から図9(b)に示されるように基板ステージ

50

FBSが移動する。すなわち、帯状の基板FBがX軸方向に沿って移動されながらアライメントセンサLSA1及びアライメントセンサLSA2は帯状の基板FBの露光領域EAの周囲でX軸方向に沿って設けられたアライメントマークAMを検出する。同時に、レーザー干渉計MMx(図1参照)によりアライメントマークAMのX座標が求められる。

【0054】

ステップS117において、図9(b)から図9(c)に示されるように基板ステージFBSがY方向に移動する。すなわち、帯状の基板FBをY軸方向に沿って移動しながらアライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA3により帯状の基板FBの露光領域EAの周囲でY軸方向に沿って設けられたアライメントマークAMが検出される。同時に、レーザー干渉計MMyによりアライメントマークAMのY座標が求められる。なお、基板ステージFBSが移動する際には、供給ローラFRと巻き取りローラWRとから帯状の基板FBがそれぞれ-X方向と+X方向に送り出される。このようにして、帯状の基板FBに点線Fに示された領域に余分な引張力が加わらないようにしている。

10

【0055】

ステップS118において、図9(c)の位置まで基板ステージFBSが移動するとちょうど基板ステージFBSは露光スタートの位置になる。またこのとき、ステップS114において求めたベースライン計測結果をアライメントマークAMの計測座標に対して補正する。その一方で、ステップS114、ステップS116及びステップS117の結果に基づいて、帯状の基板FBの伸縮状態、X軸もしくはY軸方向の位置ずれ又は帯状の基板FBの回転(Z軸を中心とした回転)状態が求められる。

20

【0056】

ステップS119において、上述のステップS118で求められた帯状の基板FBの伸縮状態、X軸もしくはY軸方向の位置ずれ又は帯状の基板FBの回転などに基づいて、投影光学系PLによりマスクMのパターンの投影像PIの位置が調整される。上述のように、ステップS116及びS117にて求めたアライメントマークAMのX座標及びY座標を標準座標(露光領域EAが変形のない理想的な形状であるときのアライメントマークAMの座標)と比べてみる。この結果により帯状の基板FBの露光領域EAがその標準位置からの伸縮量が求められる。そして、平行平板ガラスSF-X、SF-Y及びピエゾ素子62a、62bを動作させることで、マスクMの投影像PIが調整される。例えば、投影像PIがX軸方向にずれている場合は、平行平板ガラスSF-Xを傾けて補正を行い、投影像PIがY軸方向にずれている場合は、平行平板ガラスSF-Yを傾けて補正を行い、投影像PIのローテーション補正が必要な場合は、ピエゾ素子62a、62bを伸縮することで補正される。詳しくは、図11を参照しながら説明する。

30

【0057】

図11は、投影光学系PLにより投影像PIを調整して露光領域EAのずれを補正する説明図である。(a)は露光領域EAが点線で示されたような変形がない理想的な形状から実線で示されたような変形形状に変形された平面図で、(b)は平行平板ガラスSF-Xにより露光領域EAのX軸方向のずれを補正した平面図で、(c)は平行平板ガラスSF-Yにより露光領域EAのY軸方向のずれを補正し、ピエゾ素子62a、62bにより露光領域EAのローテーションを補正した平面図である。

40

【0058】

図11(a)において、露光領域EAは点線で示されたような変形がない理想的な形状から変形されている状態である。その変形形状は、ステップS114、ステップS116及びステップS117にて求めたアライメントマークAMのX座標及びY座標とに基づいて研鑽できる。図11(a)では、露光領域EAは+X方向に伸ばしている。また、+X方向の短辺がY方向に伸張されている。逆に-X方向の短辺は短縮されている状態である。このため、変形がない理想的な露光領域EAの形状に応じて、配置されている投影光学系PLの投影像PIの全体の長さは露光領域EAの長辺より短くなっている。

50

【 0 0 5 9 】

このため、まず図 1 1 (b) に示されたように投影像 P I の全体の長さが露光領域 E A の長辺より長くなるように各投影光学系 P L のズーム光学系 6 4 及びアクチュエータ 6 5 により投影像 P I を大きくする。さらに、平行平板ガラス S F - X を回転することで各投影像 P I を X + 方向に沿って移動させる。

【 0 0 6 0 】

そして、図 1 1 (c) に示されたように、投影像 P I 1 及び P I 4 はピエゾ素子 6 2 a 、 6 2 b を伸縮することで回転され、投影光学系 P L の平行平板ガラス S F - Y を回転することで Y + 方向に沿って移動する。また、投影像 P I 2 はピエゾ素子 6 2 a 、 6 2 b を伸縮することで回転する。さらに、投影像 P I 3 及び P I 5 はピエゾ素子 6 2 a 、 6 2 b を伸縮することで回転され、投影光学系 P L の平行平板ガラス S F - Y を回転することで Y - 方向に沿って移動する。これにより、投影像 P I の位置は変形されている露光領域 E A の形状に応じて調整される。

10

【 0 0 6 1 】

再び図 8 に戻り、ステップ S 1 2 0 において、基板ステージ F B S が図 9 (c) から図 1 0 (d) へ移動しながらスキャン露光が行われる。つまり、基板ステージ F B S は - Y 方向に沿って移動しながら、露光領域 E A に対してスキャン露光が行われる。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 2 1 において、露光が終了した後、基板 F B と基板ステージ F B S との真空吸着が終了し、基板ステージ F B S が高さ調整部 2 6 によって下降される。したがって、基板 F B と基板ステージ F B S とが離れる。そして、基板ステージ F B S は図 1 0 (e) に示された未露光領域の露光領域 E A へ進む。図 1 0 (e) で示される基板ステージ F B S の状態は、ステップ S 1 1 1 で説明した基板ステージ F B S の位置、すなわち図 9 (a) と同じ状態に戻る。

20

【 0 0 6 3 】

< 露光装置の全体構成：第 2 例 >

図 1 2 は、第 2 例の露光装置 E X を示す平面図である。

図 1 2 に示されたように、第 2 例の露光装置 E X は、供給ローラ F R と巻き取りローラ W R との下方にレール R がそれぞれ設けられ、供給ローラ F R と巻き取りローラ W R とが基板ステージ F B S と同期して Y 軸方向で自由に移動することができる。

30

【 0 0 6 4 】

図 9 (c) に示されたように第 1 例の露光装置 E X で基板 F B を露光するとき、基板ステージ F B S が Y 軸方向に移動する際には帯状の基板 F B に引張力が加わり易く、また帯状の基板 F B がねじれて、点線 F に示される領域にしわが生じてしまう。この場合に対応して、第 2 例の露光装置 E X では供給ローラ F R と巻き取りローラ W R とが基板ステージ F B S と同期に Y 軸方向で自由に移動する。第 2 例では、帯状の基板 F B に生じる上述のしわを防止することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、第 2 例の露光装置 E X においてレール R の以外の構成は第 1 例の露光装置 E X と同じなので、ここでは説明を省略する。

40

【 0 0 6 6 】

< アライメント及び露光方法：第 2 例 >

図 1 3 及び図 1 4 は、第 2 例の露光装置 E X により帯状の基板 F B を露光する露光動作を示した平面図である。ここで、第 1 例のアライメント及び露光方法との差異点は、帯状の基板 F B を載置している基板ステージ F B S が Y 軸方向に沿って移動する際、供給ローラ F R と巻き取りローラ W R とも同時に移動する点である。

【 0 0 6 7 】

まず、第 1 例のアライメント及び露光方法のステップ S 1 1 1 からステップ S 1 1 4 までに示されたようにベースライン量を測定する。

そして図 1 3 (a) では、帯状の基板 F B と基板ステージ F B S とが Z 軸方向に離れた

50

状態で、供給ローラFR及び巻き取りローラWRによって帯状の基板FBが-X方向に移送されてくる。帯状の基板FBは露光領域EAが基板ステージFBSに位置合わせるようにラフアライメント装置（不図示）で帯状の基板FBに対してラフアライメントが行われる。そして、基板ステージFBSが高さ調整部26によって上昇し、帯状の基板FBと基板ステージFBSとが接する。その後、真空配管21（図3参照）により基板FBは基板ステージFBSに真空吸着される。

【0068】

次に、図13(a)から図13(b)に示されるように基板ステージFBSが-X軸方向に移動する。すなわち、帯状の基板FBがX軸方向に沿って移動されながらアライメントセンサLSA1及びアライメントセンサLSA2は帯状の基板FBの露光領域EAの周囲でX軸方向に沿って設けられたアライメントマークAMを検出する。同時に、レーザー干渉計MMx（図1参照）によりアライメントマークAMのX座標が求められる。

10

【0069】

次に、図13(b)から図13(c)を介して図14(d)に示されるように基板ステージFBSがY方向に移動する。すなわち、帯状の基板FBをY軸方向に沿って移動しながらアライメントセンサLSA2及びアライメントセンサLSA3により帯状の基板FBの露光領域EAの周囲でY軸方向に沿って設けられたアライメントマークAMが検出される。

この基板ステージFBSの移動の際には、供給ローラFRと巻き取りローラWRとが基板ステージFBSと同期してY軸方向に移動する。このため、帯状の基板FBには、余分な張力がかかったりまたねじれが生じたりすることがない。

20

【0070】

次に図14(d)から図14(e)に示されるように、基板ステージFBSが移動しながらスキャン露光が行われる。つまり、基板ステージFBSは-Y方向に沿って移動しながら、露光領域EAに対してスキャン露光が行われる。また、供給ローラFRと巻き取りローラWRとが基板ステージFBSと同期してY軸方向に移動する。

【0071】

最後に図14(f)に示されるように、露光が終了した後、帯状の基板FBと基板ステージFBSとの真空吸着が終了し、基板ステージFBSが高さ調整部26によって下降して基板FBと離れて最初位置に戻る。

30

【0072】

<デバイス製造方法>

図15は、電気デバイス製造方法を示すフローチャートである。

図15に示されたように、電気デバイスは、デバイスの機能・性能・パターン設計を行うステップS211と、ステップS211に基づいてマスクMを制作するステップS212と、感光剤が塗布された帯状の基板FBを制作するステップS213とを有している。

また第1例又は第2例で説明された露光方法によってマスクMのパターンを帯状の基板FBに露光する（ステップS214）。その後、帯状の基板FBの感光剤が現像され（ステップS215）、帯状の基板FBにマスクMのパターンに対応する凹凸形状を有した転写パターン層が形成される（ステップS216）。転写パターン層を介して基板を加工されて（ステップS217）、デバイスが組み合わせる（ステップS218）。このようにして電気デバイスが製造される。

40

【産業上の利用可能性】

【0073】

以上、本発明の最適な実施例について詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本発明はその技術的範囲内において実施例に様々な変更・変形を加えて実施することができる。

【0074】

50

本発明の転写装置として、複数のマークからの回折光を検出する検出装置を備えた露光装置を用いて説明してきた。しかし本発明の転写装置は露光装置に限られず、凹凸を有する金型で材料を押圧するスタンパ方式（インプリント）、液状材料を吐出して液状材料を徐々に堆積させながら硬化するインクジェット・プリンターなどにも適用される。

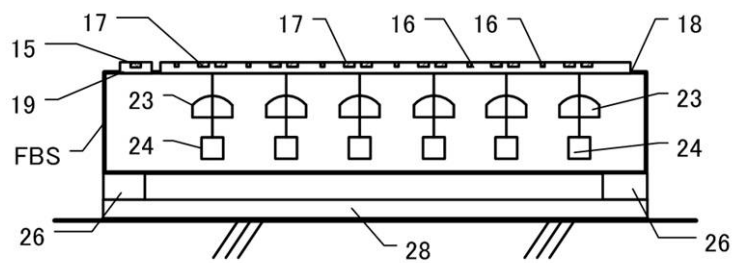
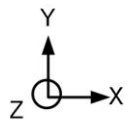
【符号の説明】

【0075】

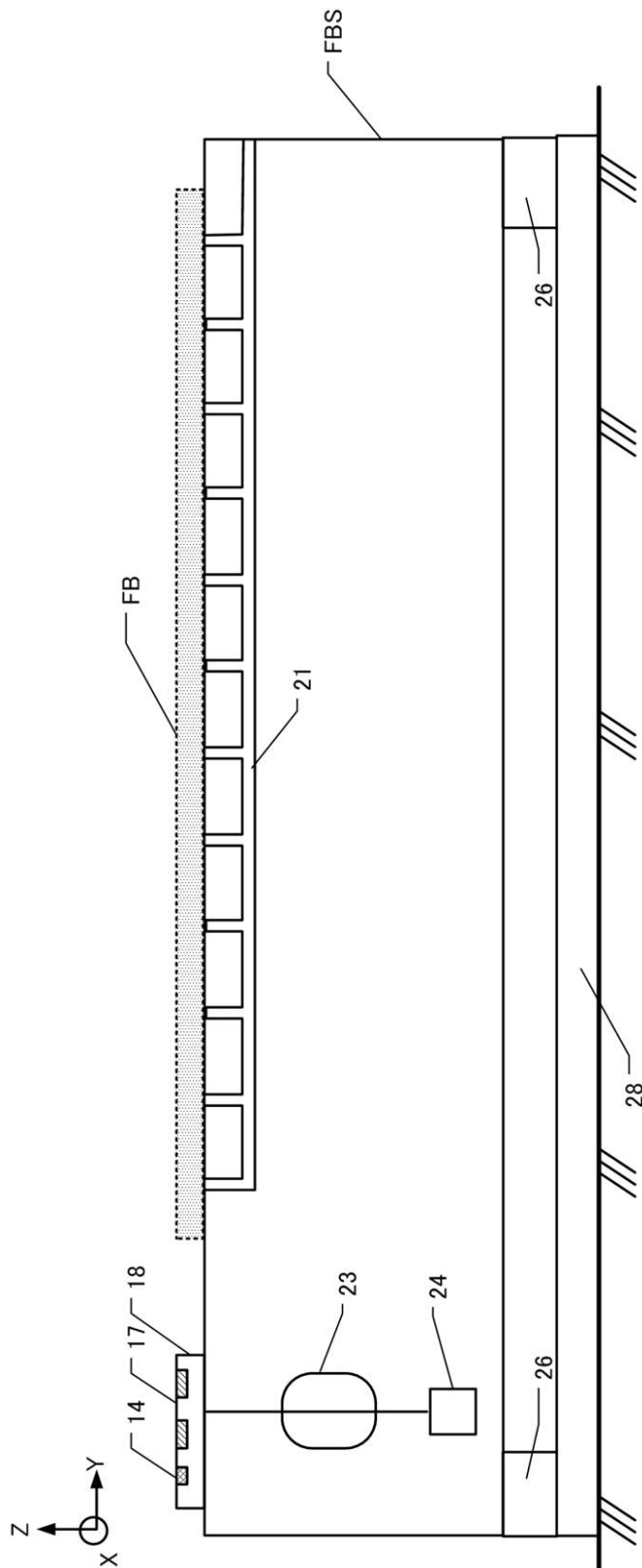
11	マスク側 A I S マーク	
14	Y 軸 L S A マーク、	15 X 軸 L S A マーク
16	基板用 L S A マーク、	17 基板側 A I S マーク
18	第 1 基準部材、	19 第 2 基準部材
21	真空吸着孔	
23	レンズ系	
24	A I S 撮像素子	
26	高さ調整部	
28	基板ステージ移動部	
30	圧着固定部	
33	ピストン部	
35	圧着板	
41	レーザー光源、	42 光アイソレータ
43	シリンドリカルレンズ、	44 ビームスプリッタ
45 a、45 b	視野絞り、	46 a、46 b ミラー
47 a、47 b	偏光ビームスプリッタ、	48 a、48 b 光検出器
49 a、49 b	反射鏡	
50 a、50 b	フーリエ変換レンズ	
51	視野合成ミラー、	52 1 / 4 波長板、
		53 対物レンズ
61	プリズム台、	62 a、62 b ピエゾ素子
63	直角プリズムミラー、	64 ズーム光学系、
		65 アクチュエータ
66	レンズ、	67 凹面鏡、
		68 視野絞り、
		69 直角プリズムミ
ラー		
70	レンズ、	71 凹面鏡
A B、A B - X、A B - Y	線状ビーム	
A M	アライメントマーク	
E A	露光領域	
E X	露光装置	
E X L	露光光	
F B	基板	
F B S	基板ステージ	
F P	演算部	
F R	供給ローラ	
L M、L M x	レーザー干渉計	
L S A、L S A 1、L S A 2、L S A 3、L S A 4	アライメントセンサ	
M	マスク	
M S T	マスクステージ	
M M、M M x	レーザー干渉計	
P I	投影像	
P L	投影光学系	
R	レール	
S F - X、S F - Y	平行平板ガラス	
T a	凸状部	

W R 巻き取りローラ

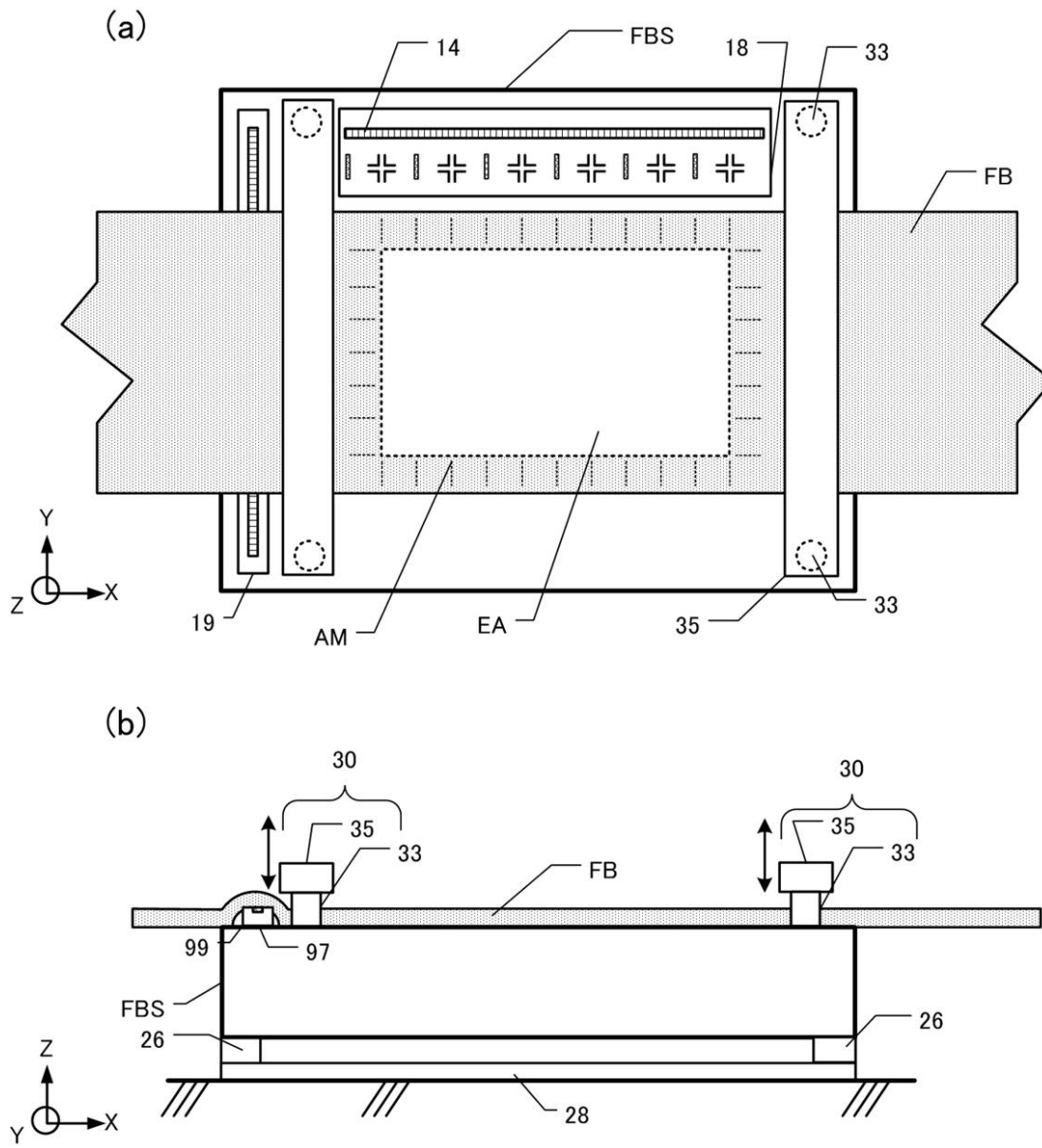
(a)



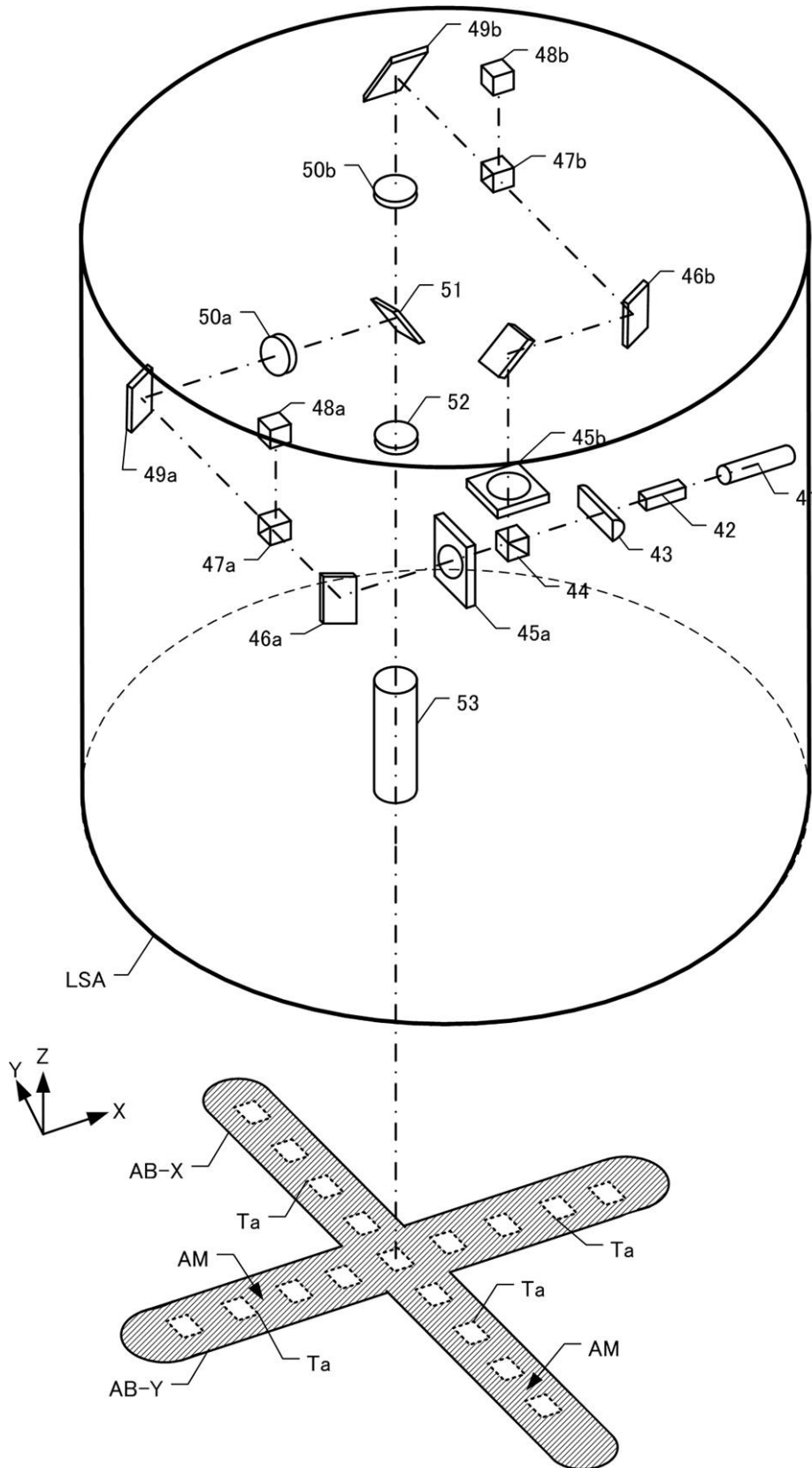
【図 3】



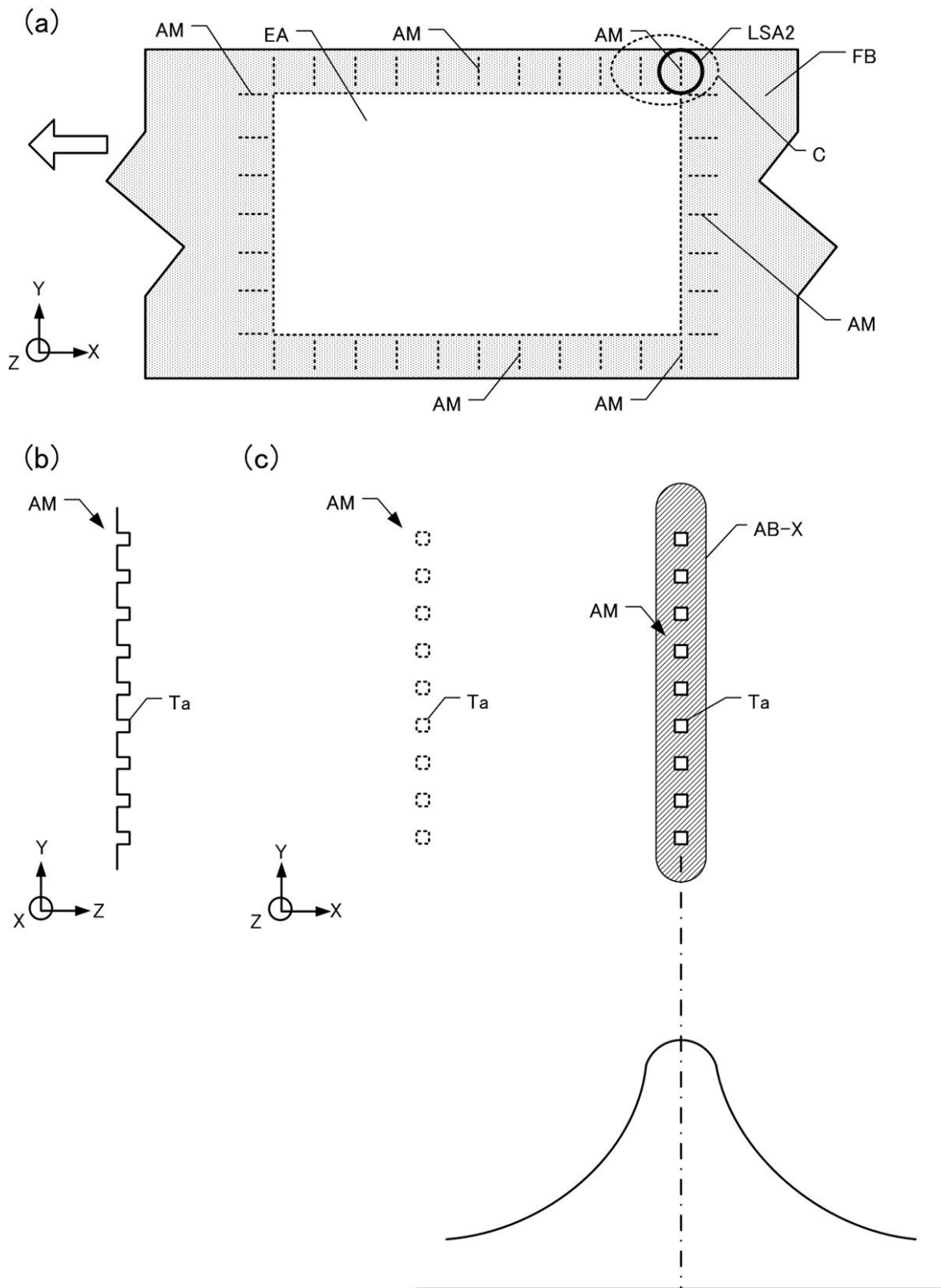
【図4】



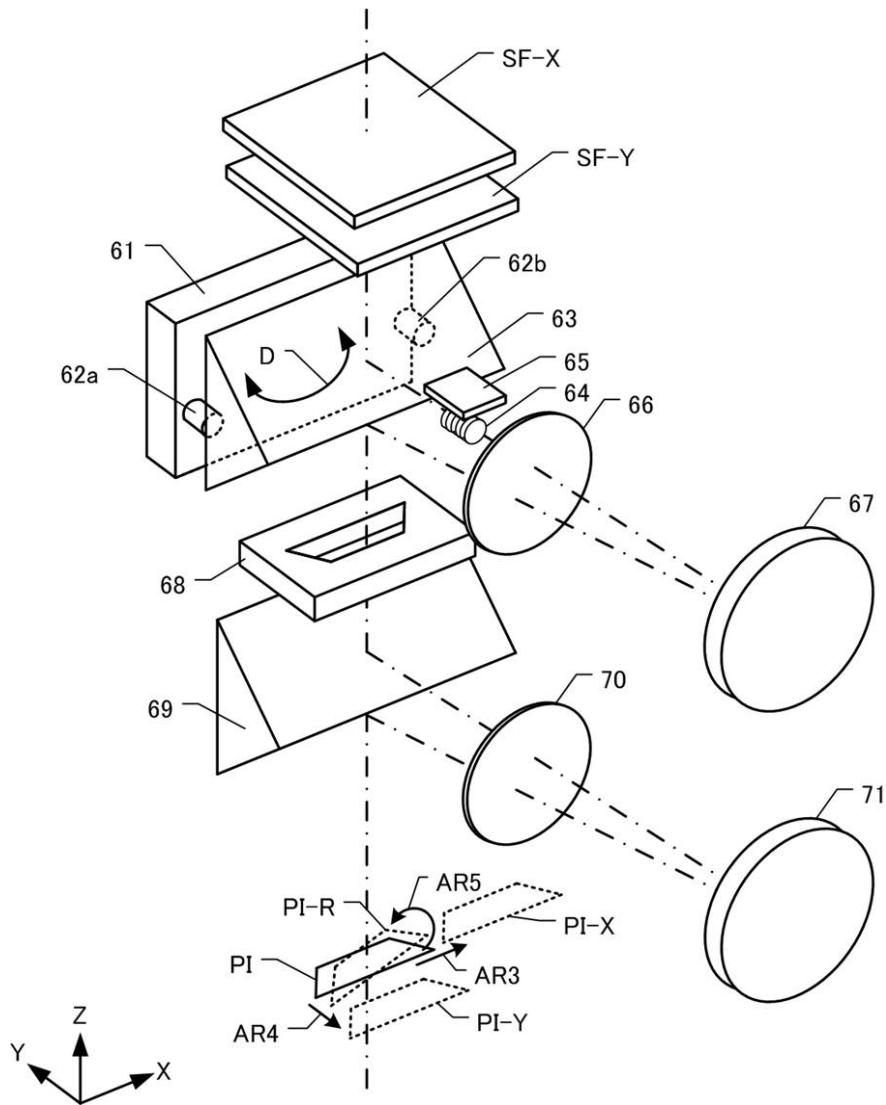
【図5】



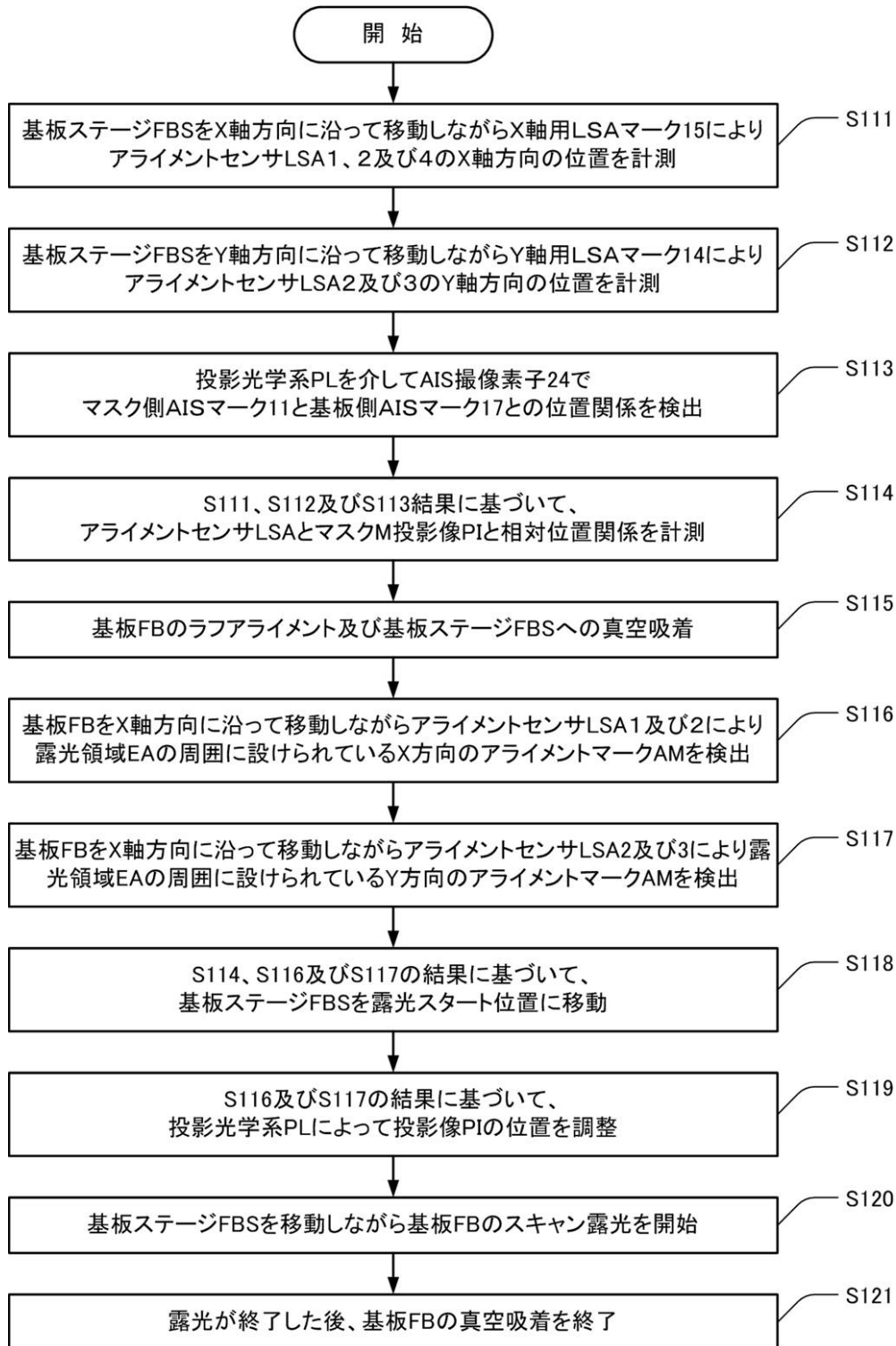
【図 6】



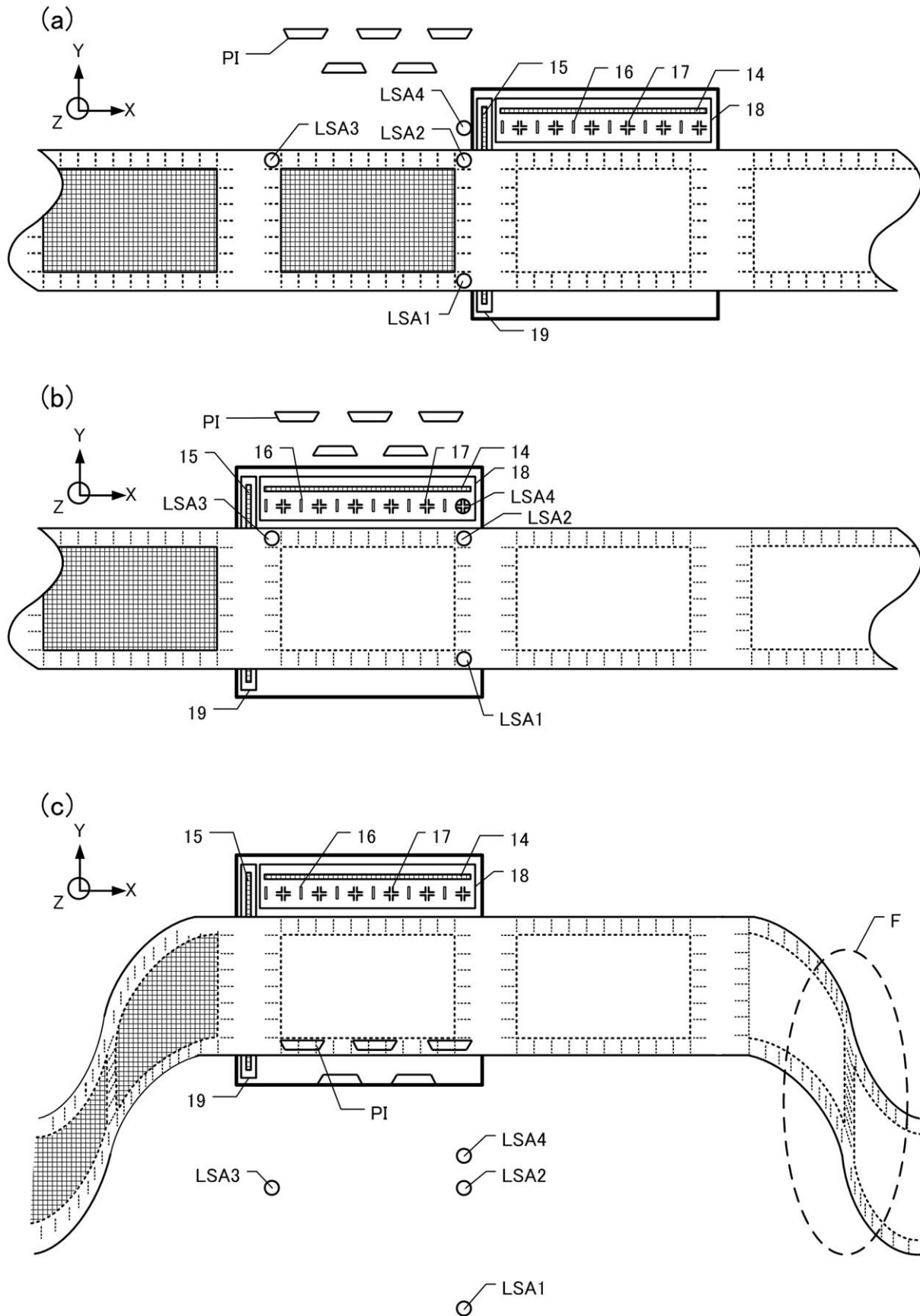
【図 7】



【図 8】

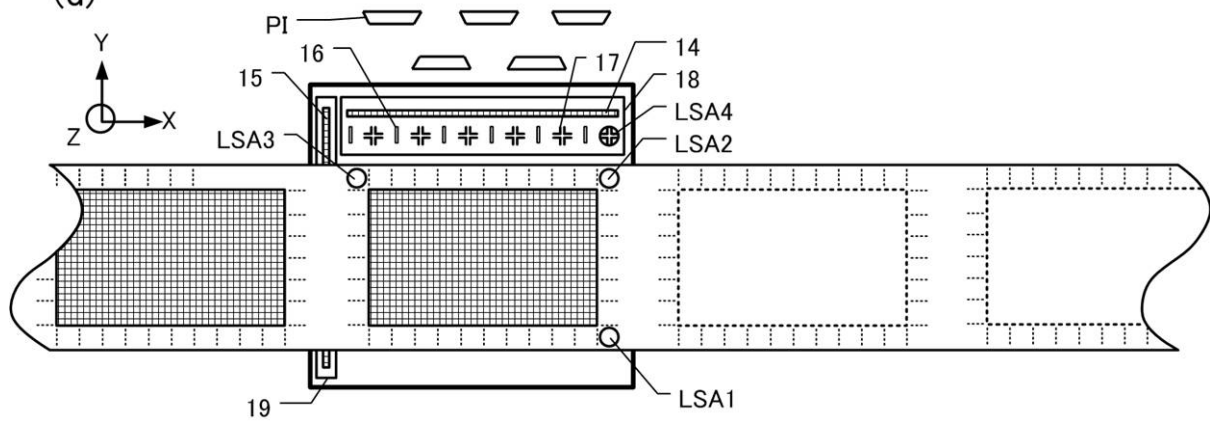


【図 9】

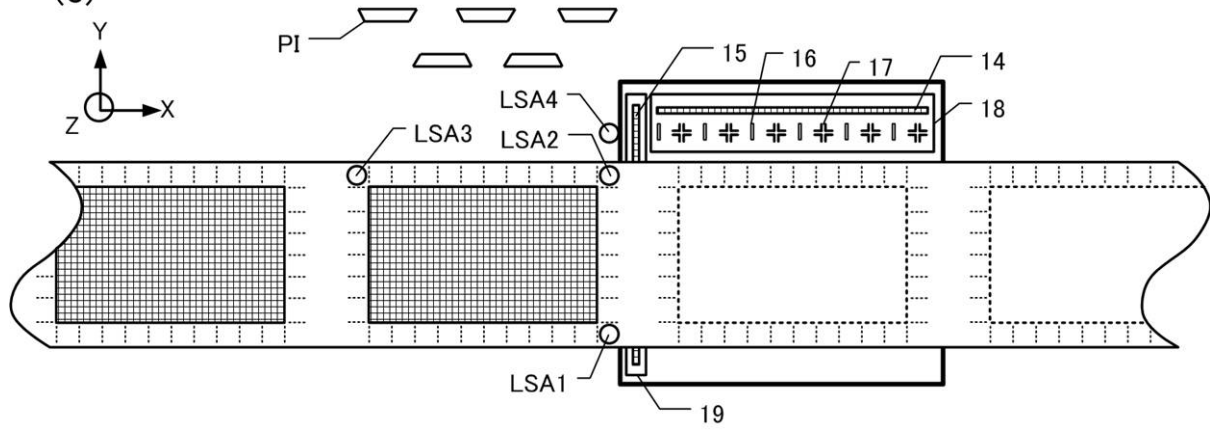


【図10】

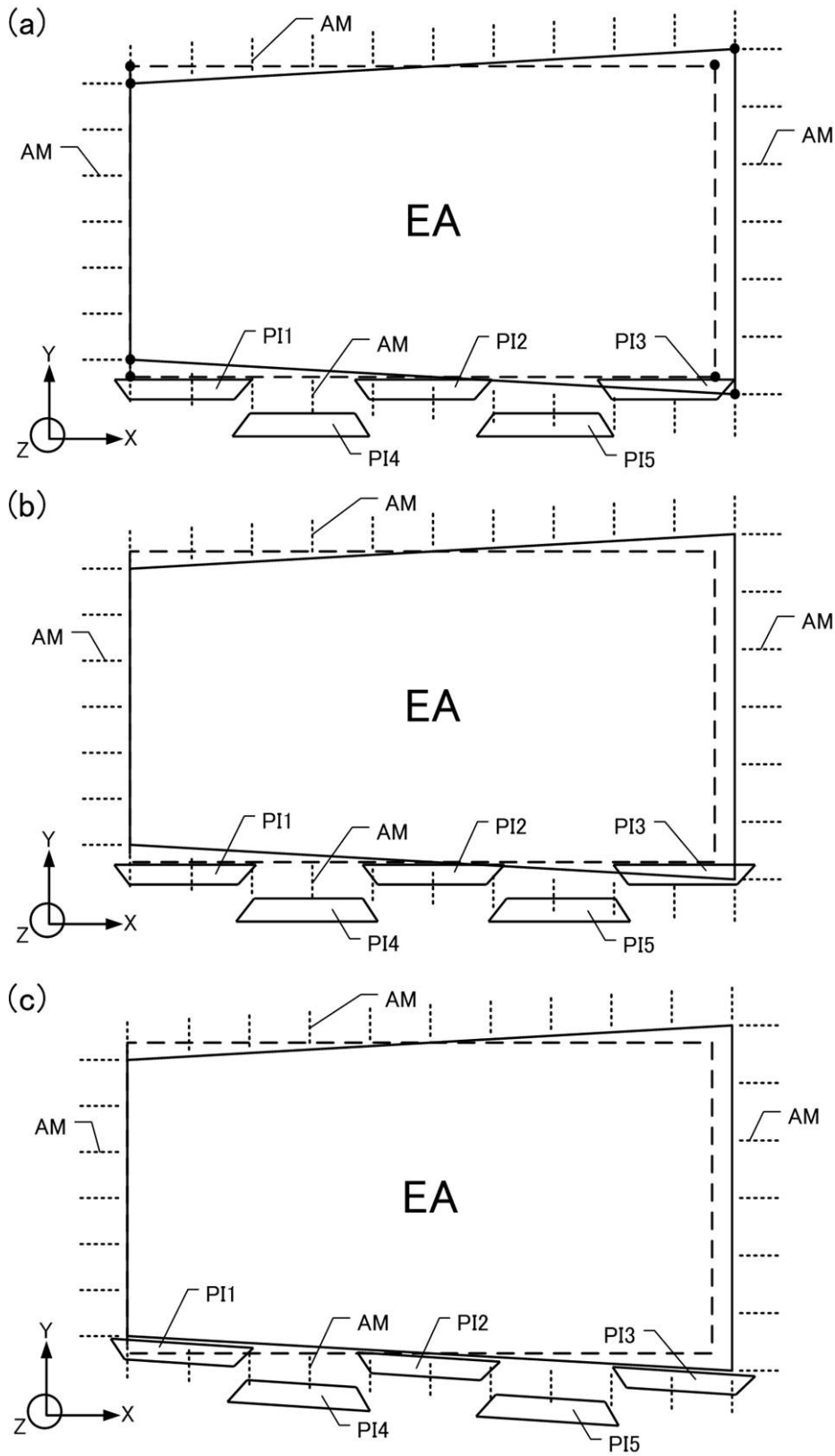
(d)



(e)

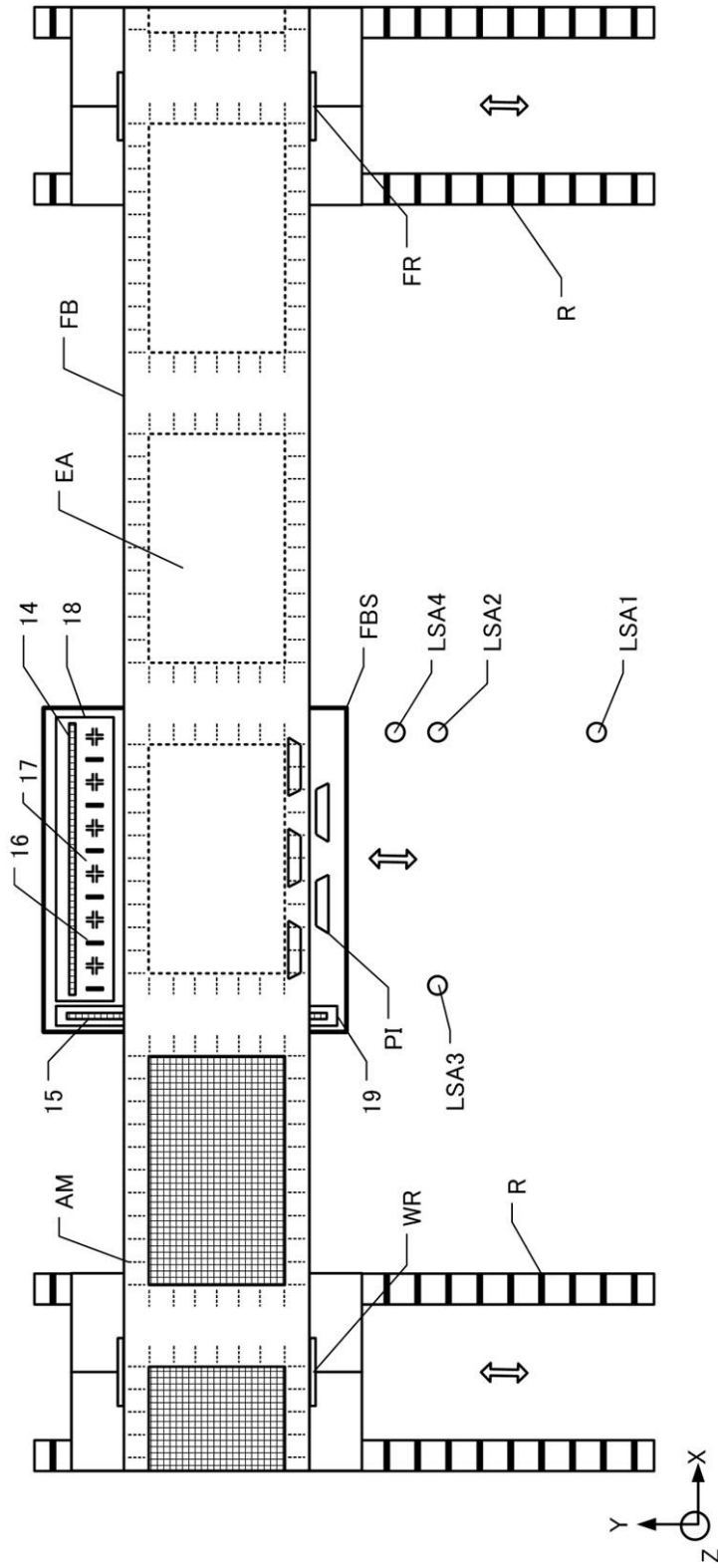


【図 11】

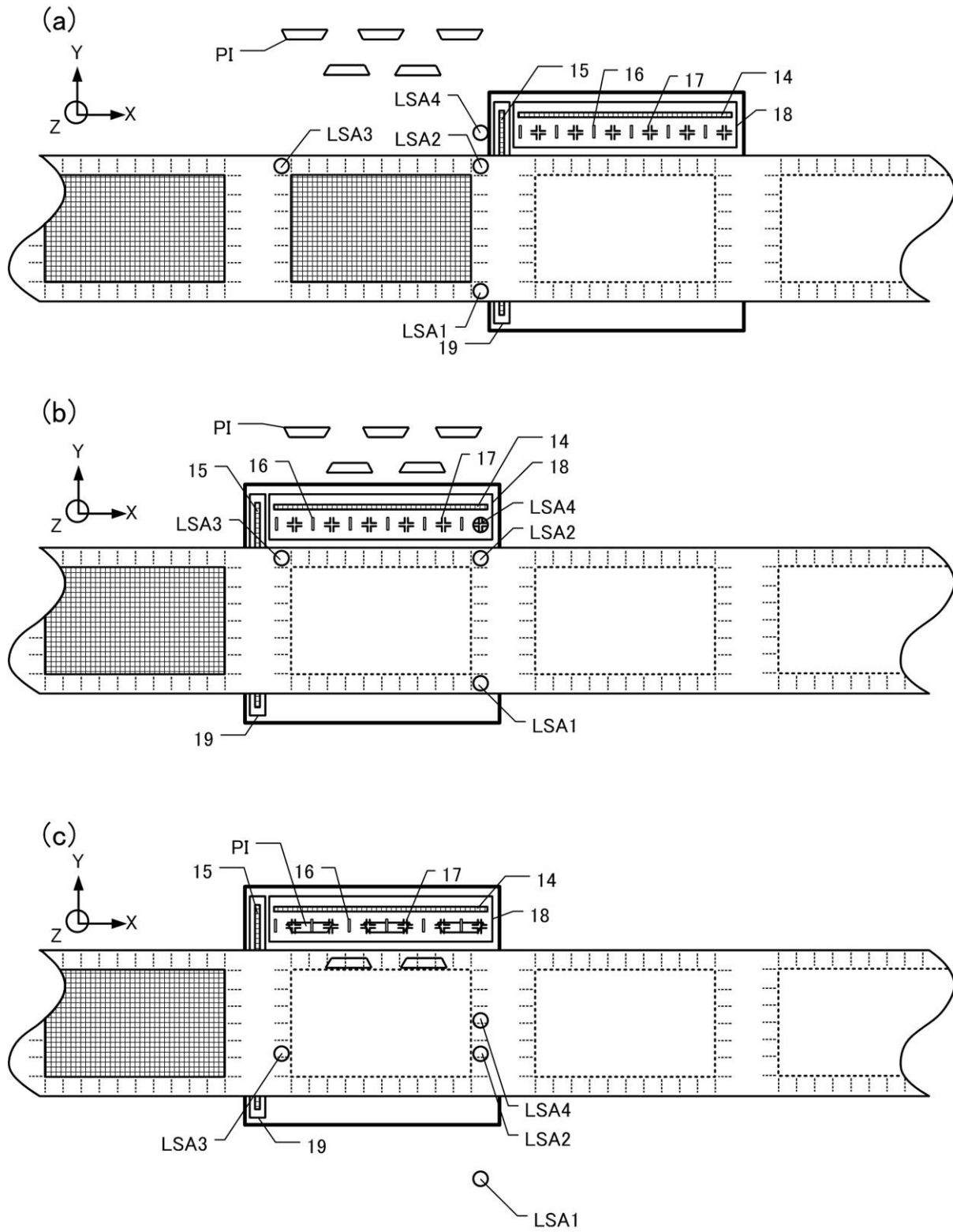


【図 12】

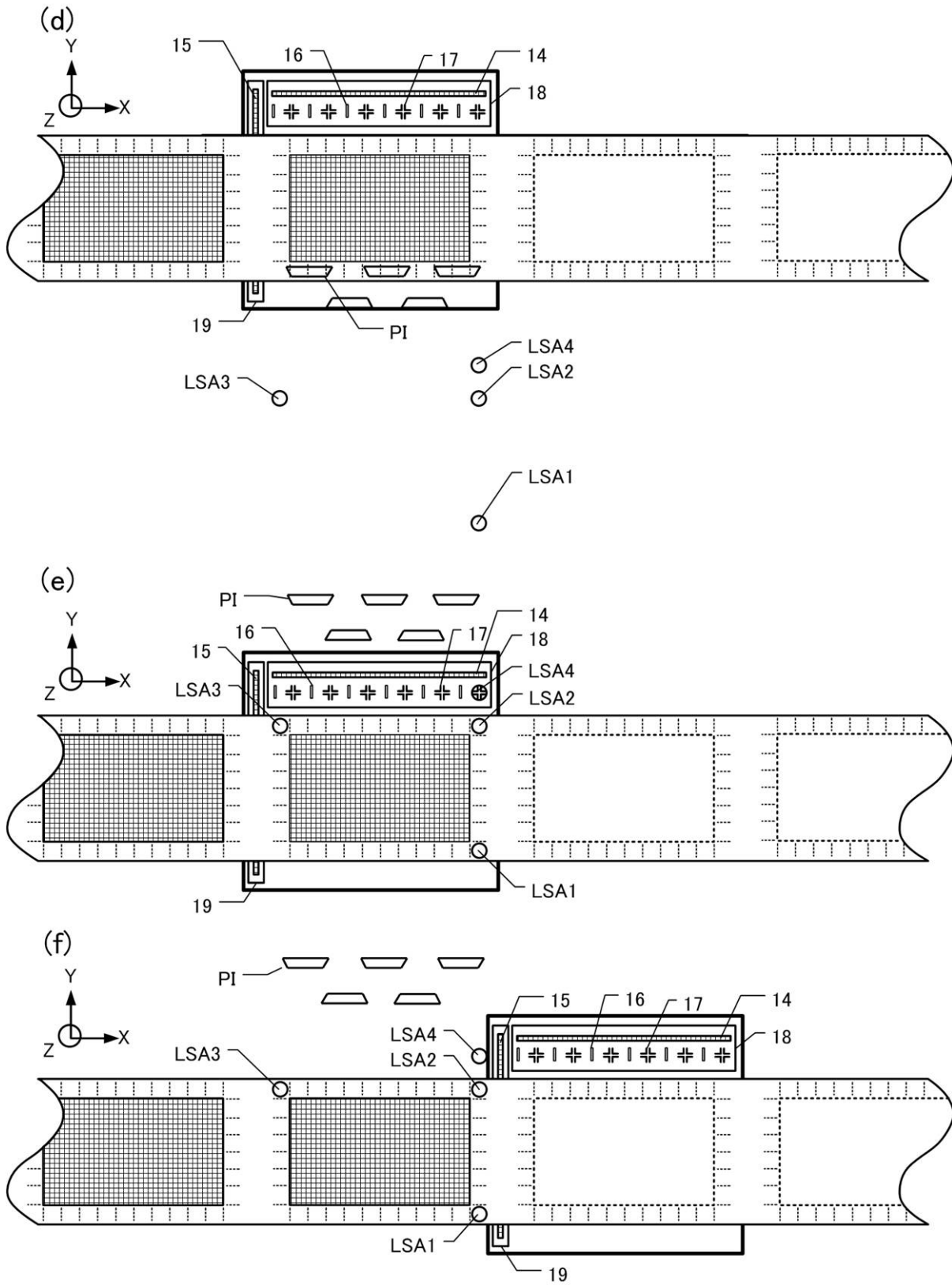
EX



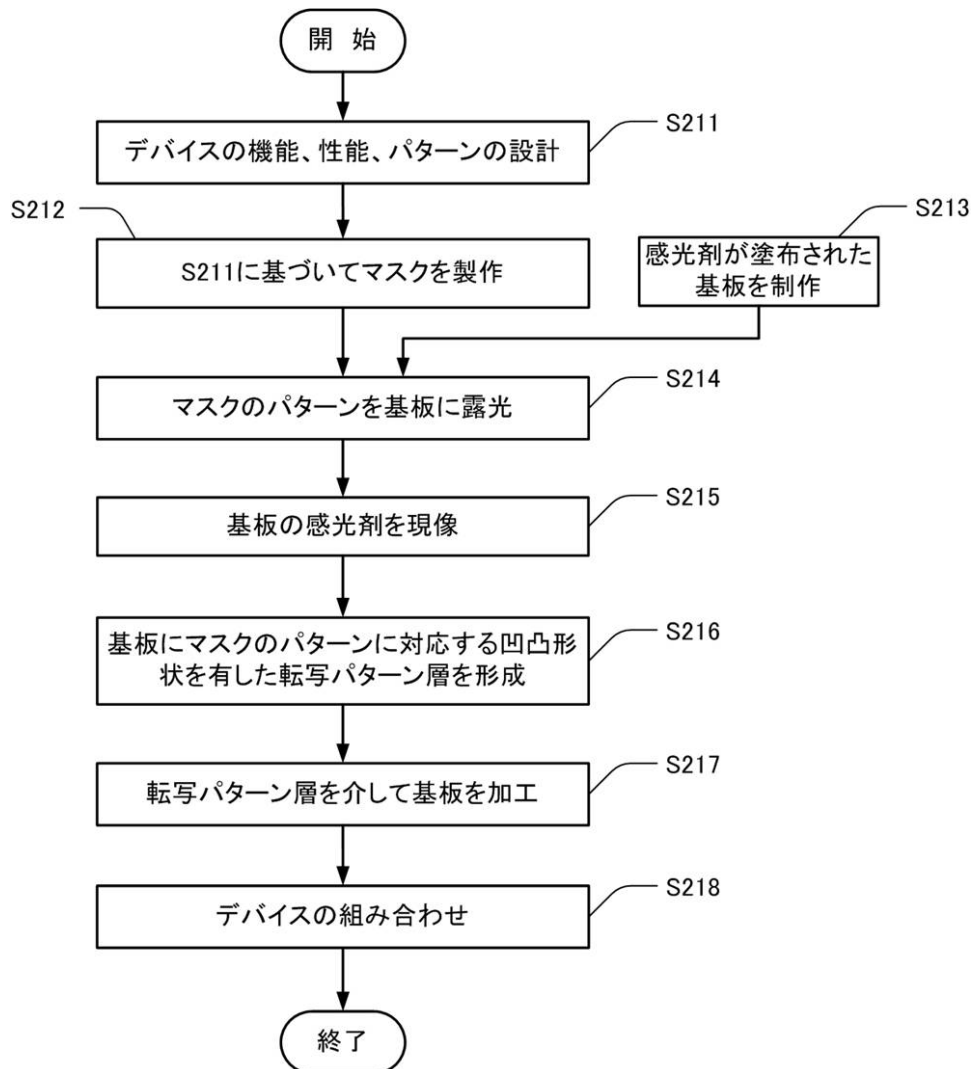
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/30 5 2 5 W

(56)参考文献 特開2006-098727(JP,A)
特開平07-183212(JP,A)
特開平02-054103(JP,A)
特開平10-187937(JP,A)
特開2000-214595(JP,A)
特開2007-114385(JP,A)
特開2006-102991(JP,A)
特開2005-345832(JP,A)
特開2006-106097(JP,A)
特開2006-106505(JP,A)
特開平08-055784(JP,A)
特開平08-250399(JP,A)
特開2006-337873(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 3 F 7 / 0 0 - 7 / 2 0 ; 9 / 0 0 - 9 / 0 2
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7