(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3711586号
(P3711586)
(45)発行日　平成17年11月2日(2005.11.2)　(24)登録日　平成17年8月26日(2005.8.26)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01L 21/027　H01L 21/30　518
G03F 7/20　G03F 7/20　521

請求項の数 6　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平7-160064
(22)出願日　平成7年6月2日(1995.6.2)
(65)公開番号　特開平8-330220
(43)公開日　平成8年12月13日(1996.12.13)
審査請求日　平成14年5月31日(2002.5.31)

(73)特許権者　000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号
(74)代理人　100099793
弁理士　川北　喜十郎
(74)代理人　100102901
弁理士　立石　篤司
(72)発明者　鈴木　一明
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　佐藤　秀樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】走査露光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

マスク上の照明領域を光ビームで照射する照明光学系を有し、前記照明領域に対して前記マスクと感光基板とを同期して走査することにより、前記マスク上のパターン像で前記感光基板を露光する装置において、

前記マスク上での前記照明領域の走査方向の幅を設定するための固定視野絞りと、

前記照明領域の走査方向の幅を制限する第１及び第２の遮光板と、前記照明領域の前記走査方向と直交する方向の幅を設定するとともに、少なくとも一方が前記照明光学系の光軸とほぼ垂直な面内で回転移動する第３及び第４の遮光板とからなる可変視野絞りと、

前記第３及び第４の遮光板をそれぞれ独立に回転させる駆動部材と、

前記走査方向と直交する方向に沿って複数のパターン像を部分的に重畳させつつ前記感光基板上につなぎ合わせて形成するときに、前記複数のパターン像を部分的に重畳させて前記感光基板を露光した後の前記感光基板上の前記複数のパターン像の重畳部に与えられた露光量が重畳部以外の部分に与えられた露光量と略同一となるように、前記第３及び第４の遮光板のうちパターンを重畳させる側の遮光板を回転させる前記駆動部材を制御する制御部とを備える走査露光装置。

【請求項２】

前記第１及び第２の遮光板は、前記照明光学系内の前記マスクのパターン面と実質的に共役な面内に配置され、前記第３及び第４の遮光板は、前記第１及び第２の遮光板に近接した位置及び前記第１及び第２の遮光板と実質的に共役な位置の一方の位置に配置される

ことを特徴とする請求項１に記載の走査露光装置。
【請求項３】
前記走査方向と直交する方向に沿って複数のパターン像を部分的に重畳させつつ前記感光基板上につなぎ合わせて形成するために、一回の走査露光後にマスクを交換するかまたは前記マスクを前記走査方向と直交する方向に移動するとともに、前記感光基板を前記走査方向と直交する方向に移動させながら、前記走査露光を複数回行うことを特徴とする請求項１または２に記載の走査露光装置。
【請求項４】
マスク上の照明領域を照明光で照射する照明光学系を有し、前記照明領域に対して前記マスクと感光基板とを同期して走査することにより、前記マスク上のパターン像で前記感光基板を露光する装置において、
前記マスク上での前記照明領域の走査方向の幅を設定するための第１視野絞りと、
前記照明領域の前記走査方向と直交する非走査方向の幅を設定する二つの遮光板を有し、その二つの遮光板の少なくとも一方が前記照明光学系の光軸とほぼ垂直な面内で回転可能な第２視野絞りと、
前記二つの遮光板をそれぞれ独立に回転させる駆動部材と、
前記走査方向と直交する方向に沿って複数のパターン像を部分的に重畳させつつ前記感光基板上につなぎ合わせて形成するときに、前記複数のパターン像を部分的に重畳させて前記感光基板を露光した後の前記感光基板上の前記複数のパターン像の重畳部に与えられた露光量が重畳部以外の部分に与えられた露光量と略同一となるように、前記第２視野絞りの二つの遮光板のうち、パターンを重畳させる側の遮光板を回転させる前記駆動部材を制御する制御部とを備える走査露光装置。
【請求項５】
前記制御部は、前記二つの遮光板のうち、パターンを重畳させる側の遮光板を回転させて、該遮光板のエッジを前記走査方向に対して所定角度で傾斜させることを特徴とする請求項４に記載の走査露光装置。
【請求項６】
前記二つの遮光板は、前記照明光学系の光軸方向と略平行に移動可能であることを特徴とする請求項４または５に記載の走査露光装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、マスク上の照明領域に対してマスクと感光基板とを同期して走査することによりマスク上のパターン像を感光基板上に走査露光する装置に関し、さらに詳細には、走査方向と直交する方向に沿って複数のパターン像を部分的に重畳させながら複数回、走査露光を行うことによって感光基板上にパターンをつなぎ合わせて形成するスキャンアンドステッチ型の走査露光装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をフォトリソグラフィー技術を用いて製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを投影光学系を介して、フォトレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の感光基板上に露光する投影露光装置が使用されている。最近は、半導体素子の１個のチップパターン等が大型化する傾向にあり、投影露光装置においては、レチクル上でより大きな面積のパターンを感光基板上に露光する、転写対象パターンの大面積化が求められている。
【０００３】
また、半導体素子等のパターンが微細化するのに応じて投影光学系の解像度を向上することが要求されている。投影光学系の解像度を向上するためには、投影光学系の露光フィールドを大きくすることが設計上あるいは製造上難しい。特に、投影光学系として、反射屈

折系を使用するような場合には、無収差の露光フィールドの形状が円弧状の領域となることもある。

【０００４】

かかる転写対象パターンの大面積化及び投影光学系の露光フィールドの制限に対処するために、例えば矩形、円弧状又は６角形等の照明領域（以下、これらを「スリット状の照明領域」と総称する）に対してレチクル及び感光基板を同期して走査することにより、レチクル上のスリット状照明領域より広い面積のパターンを感光基板上に露光する所謂スリットスキャン露光方式の投影露光装置が開発されている。更に、この露光方式を採用しつつ、走査方向と直交する方向（本明細書において非走査方向ともいう）に沿って複数のパターン像を部分的に重畳させながら一連のパターンを感光基板上につなぎ合わせて形成するスキャンアンドステッチ型の投影露光装置が提案されている。このタイプの投影露光装置では、一回の走査露光後に、レチクルを交換するかあるいはレチクルをレチクルステージ上で走査方向と直交する方向に移動するとともに、感光基板を走査露光方向と直交する方向に移動させながら、走査露光が複数回行われる。一般に、投影露光装置においては、感光基板上の感光材に対する適正露光量及び照度均一性の条件が定められているため、スリットスキャン露光方式の投影露光装置においても、感光基板に対する露光量を適正露光量に対して所定の許容範囲内で合致させると共に、ウエハに対する露光光の照度均一性を所定の水準に維持するための露光量制御が行われている。また、上記スキャンアンドステッチ型露光装置においても同様にウエハに対する露光光の照度均一性を所定の水準に維持するための露光量制御が必要である。

【０００５】

ところで、このスキャンアンドステッチ型露光装置では、一連のパターンを感光基板上につなぎ合わせて形成するために、感光基板上の継ぎ部において局所的に積算露光量が大きい領域や小さい領域が発生する可能性がある。これは、スリット状の照明領域の非走査方向（走査方向と直交する方向）の両端部において、光強度が照明領域の外側から内側にかけてステップ関数的に０から１００％に上昇すると仮定した場合に、感光基板の位置決め精度が低いと感光基板上の継ぎ部での積算露光量が他の領域に比べて２倍になったり０になったりする可能性があるからである。

【０００６】

これに対処するために、特公昭４６－３４０５７号公報は、水銀ランプのような連続発光の光源を用いて非走査方向に画面（チップパターン）を継ぐ場合、感光基板上に露光領域の非走査方向の光強度をその両端部で低下させて、非走査方向に対する光強度分布の形状を等脚台形状にする技法を開示している。この公報のように露光領域の照度分布を変形させる技術は、特公昭５３－２５７９０号やＤ．Ａ．ＭａｒｋｌｅによるＳＰＩＥ，Ｖｏｌ．７７４，１０８頁（１９８７年）にも開示されている。

【０００７】

露光領域の照度分布を変化させる別の技術としては、静止露光方式、走査露光方式等の露光方式にかかわらず、Ｊ．Ｐ．ＲｏｍｉｎｇｅｒがＳＰＩＥ，Ｖｏｌ．９２２，１８８頁（１９８８年）で報告しているように視野絞りを光軸方向に沿って移動することにより照明領域をデフォーカスして形成する方法や、特開平６－１３２１９５号に開示されているように、透過率分布が直線的に変化しているＮＤフィルターを用いることによって、照明領域の走査方向と直交する方向における照度分布の形状を等脚台形状としている。

【０００８】

ところで、近年、レチクル交換に要する時間を短縮してスループットを向上させるために、レチクル上に複数の回路パターン領域が同時に設けられている。これらのレチクル上の複数の回路パターン領域中から所望の転写パターン領域を選択するために、可動の視野絞りが使用される。可動の視野絞りは、露光したいパターン領域周辺の遮光領域の幅を充分に小さくするために、通常、レチクルパターンの近傍もしくは、照明系中のレチクルパターンと共役な位置に配置される。この可動視野絞りによって形成される開口の面積は、露光したいパターンの領域の大きさに従って変更可能である。例えば、本出願人による特開

平７－９４３８７号公報には、スキャン露光装置の走査方向に配列した２枚の可動羽根（遮光板）を有する可動の視野絞りが開示されており、走査露光が行われている間、視野絞りの開口部を画定する各羽根のエッジ部は、レチクル上の遮光帯として区画された部分以外の遮光されるべきレチクルパターン部分を覆うようにレチクルの走査移動に同期して移動する。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

上記の露光領域の非走査方向の照度分布を変形させる技術においては、感光基板上で走査方向と直交する方向にパターンをつなぐ場合に、露光領域の走査方向と直交する方向の光強度分布は左右対称であり、継ぎ部とその反対側において露光量は同一であった。例えば、照度を走査方向に渡って積分した非走査方向に対する照度分布が等脚台形状の照度分布になる前記従来技術の場合、継ぎ部と反対側の領域においても露光光の照度は非走査方向の両端部に向かって徐々に低下する。従って、パターン像が重畳されない側の露光部分では低光強度で一回しか露光は行われないために中央部に比べてアンダー露光が生じることになる。このため、感光基板全体として均一な露光が得られないという問題があった。かかる局部的なアンダー露光を防止するためには、継ぎ部を構成しない側に従来より幅広の遮光板を設置する必要があった。

【００１０】

本発明の目的は、走査方向と直交する方向に複数のパターン像を部分的に重畳させることによって感光基板上に所定のパターンを継ぎ合わせて形成する際に、複数のパターン像の重畳部と他の露光領域における露光量をほぼ同一にすることができる走査露光装置を提供することにある。

【００１１】

本発明の別の目的は、スキャンアンドステッチタイプの投影露光を行う際に、照明領域の非走査方向のいずれか一方の端部において独立に光強度を低下させることができる投影露光装置を提供することにある。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

本発明の第１の態様に従えば、マスク上の照明領域を光ビームで照射する照明光学系を有し、前記照明領域に対して前記マスクと感光基板とを同期して走査することにより、前記マスク上のパターン像で前記感光基板を露光する装置において、

前記マスク上での前記照明領域の走査方向の幅を設定するための固定視野絞りと、

前記照明領域の走査方向の幅を制限する第１及び第２の遮光板と、前記照明領域の前記走査方向と直交する方向の幅を設定するとともに、少なくとも一方が前記照明光学系の光軸とほぼ垂直な面内で回転移動する第３及び第４の遮光板とからなる可変視野絞りと、

前記第３及び第４の遮光板をそれぞれ独立に回転させる駆動部材と、

前記走査方向と直交する方向に沿って複数のパターン像を部分的に重畳させつつ前記感光基板上につなぎ合わせて形成するときに、前記複数のパターン像を部分的に重畳させて前記感光基板を露光した後の前記感光基板上の前記複数のパターン像の重畳部に与えられた露光量が重畳部以外の部分に与えられた露光量と略同一となるように、前記第３及び第４の遮光板のうちパターンを重畳させる側の遮光板を回転させる前記駆動部材を制御する制御部とを備える走査露光装置が提供される。

【００１３】

上記走査露光装置において、前記第１及び第２の遮光板は、前記照明光学系内の前記マスクのパターン面と実質的に共役な面内に配置され、前記第３及び第４の遮光板は、前記第１及び第２の遮光板に近接した位置及び前記第１及び第２の遮光板と実質的に共役な位置の一方の位置に配置されることが好ましい。

【００２０】

また、本発明の第２の態様に従えば、マスク上の照明領域を照明光で照射する照明光学系を有し、前記照明領域に対して前記マスクと感光基板とを同期して走査することにより

、前記マスク上のパターン像で前記感光基板を露光する装置において、
前記マスク上での前記照明領域の走査方向の幅を設定するための第１視野絞り（５）と、前記照明領域の前記走査方向と直交する非走査方向の幅を設定する二つの遮光板（７Ａ，７Ｂ）を有し、その二つの遮光板の少なくとも一方が前記照明光学系の光軸とほぼ垂直な面内で回転可能な第２視野絞り（７）と、
前記二つの遮光板をそれぞれ独立に回転させる駆動部材（６Ａ，６Ｂ）と、
前記走査方向と直交する方向に沿って複数のパターン像を部分的に重畳させつつ前記感光基板上につなぎ合わせて形成するときに、前記複数のパターン像を部分的に重畳させて前記感光基板を露光した後の前記感光基板上の前記複数のパターン像の重畳部に与えられた露光量が重畳部以外の部分に与えられた露光量と略同一となるように、前記第２視野絞りの二つの遮光板のうち、パターンを重畳させる側の遮光板を回転させる前記駆動部材を制御する制御部とを備える走査露光装置が提供される。

【００２１】

【作用】

請求項１の走査露光装置において、走査方向と直交する方向の照明領域の幅を設定する可動視野絞りの第３及び第４の遮光板を照明光学系の光軸とほぼ垂直な面内で独立に回転移動できるようにしており、走査方向と直交する方向に沿って複数のレチクルパターン像を部分的に重畳させつつ感光基板上につなぎ合わせて形成させる、いわゆるスキャンアンドステッチ方式の露光操作に用いる場合、複数のパターン像を部分的に重畳させて感光基板を露光した後の感光基板上の複数のパターン像の重畳部に与えられた露光量が重畳部以外の部分に与えられた露光量と略同一となるように、第３及び第４の遮光板のうちパターンを重畳させる側の遮光板を独立に前記光軸と垂直な面内で回転させることができる。より具体的には、パターン像が重畳される側の遮光板のエッジ部を走査方向に対して傾斜させて照明領域の非走査方向端部を照射する光の一部を遮光するとともに、パターン像が重畳されない側の遮光板のエッジ部を走査方向と平行に配置させる。このように操作することによって、感光基板の露光領域において、パターン像が重畳されない側でのアンダー露光を容易に防止するとともに、感光基板上の複数のパターンの重畳部とそれ以外の領域での露光量をほぼ同一にすることができる。

【００２２】

また、請求項４の走査露光装置において、走査方向と直交する方向の照明領域の幅を設定する第２視野絞りの二つの遮光板を照明光学系の光軸とほぼ垂直な面内で独立に回転移動できるようにし、走査方向と直交する方向に沿って複数のレチクルパターン像を部分的に重畳させつつ感光基板上につなぎ合わせて形成させる、いわゆるスキャンアンドステッチ方式の露光操作に用いる場合、複数のパターン像を部分的に重畳させて感光基板を露光した後の感光基板上の複数のパターン像の重畳部に与えられた露光量が重畳部以外の部分に与えられた露光量と略同一となるように、前記第２視野絞りの二つの遮光板のうち、パターンを重畳させる側の遮光板を前記光軸と垂直な面内で回転させるようにしている。例えば、パターン像が重畳される側の遮光板のエッジ部を走査方向に対して傾斜させて照明領域の非走査方向端部を照射する光の一部を遮光する。このように操作することによって、感光基板の露光領域において、感光基板上の複数のパターンの重畳部とそれ以外の領域での露光量をほぼ同一にすることができる。

【００２３】

【実施例】

以下、本発明によるスキャンアンドステッチ型の投影露光装置の一実施例を、図１～図６を参照しながら説明する。図１に、本実施例の投影露光装置の概略図を示す。この投影露光装置は、主に、照明光を発生するパルス光源１と、照明光を均一な照度とし且つレチクルＲ上での照明領域を画定する照明光学系と、レチクルＲを走査するレチクルステージ９と、レチクルパターンをウエハＷに投影する投影光学系１３と、ウエハＷを２次元方向に移動するウエハステージ１４から構成されている。

【００２４】

パルス光源１としては、ＡｒＦエキシマレーザ若しくはＫｒＦエキシマレーザ等のエキシマレーザ光源、金属蒸気レーザ光源、又はＹＡＧレーザの高調波発生装置等が使用される。または、パルス光源の他に、水銀ランプからの輝線（ｉ線等）を始めとする連続光を用いてもよい。

【００２５】

照明光学系は、シリンドリカルレンズやビームエクスパンダ等よりなるビーム整形光学系２、フライアイレンズ３、コンデンサーレンズ４、固定視野絞り５、可動ブラインド７及びリレーレンズ８から構成されている。パルス光源１から射出された光はビーム整形光学系２によりビーム径が拡大されてフライアイレンズ３に達する。フライアイレンズ３の射出面には多数の２次光源が形成され、これら２次光源からのパルス照明光はコンデンサーレンズ４によって集光され、固定の視野絞り５を経て可動ブラインド７に達する。

【００２６】

図２に、図１の露光装置における固定の視野絞り５及び可動ブラインド７の構成及び配置を示す。図２は、可動ブラインド７の構造を明瞭に示すために斜め下方からみた斜視図として表してあり、照明光は図面下方から上方に進行する。固定視野絞り５は、走査方向と直交する方向を長手方向とする矩形の平板であり、その内部に矩形のスリット状の開口部７０が形成されている。リレーレンズ４からの光束は、視野絞り５の開口部７０を通過することによって、矩形のスリット状の断面を有する光束となる。固定視野絞り７０の下方（図面中、上方）には、レチクル上の照明領域を制限する４枚の矩形の遮光板から構成される可動のブラインド７が配置されている。ここで、可動ブラインド７は可動視野絞りとして機能する。レチクルＲ上の照明領域の走査方向の幅を制限する遮光板７Ｃ及び７Ｄは、レチクルＲのパターン面と共役な面内に位置し、固定視野絞りの開口部７０を挟んで走査方向に対向して配置している。遮光板７Ｃ及び７Ｄは、図示しない駆動部によりそれぞれ独立して走査方向に移動して、固定視野絞り７の開口部７０の走査方向の幅を自在に制限することができる。

【００２７】

一方、走査方向と直交する方向のレチクルＲ上の照明領域の幅を制限する一対の遮光板７Ａ，７Ｂは、遮光板７Ｃ及び７Ｄの下方（図面中、上方）で且つそれらの近傍に位置している。遮光板７Ａ及び７Ｂは、駆動部６Ａ及び６Ｂ（図１参照）により非走査方向（図中Ｘまたは－Ｘ方向）に移動可能である。また、遮光板７Ａ及び７Ｂは、並進駆動部及びモータとギヤによる回転駆動部との組み合わせ機構により遮光板の可動ブラインドの開口部を画定する長手方向エッジＡＬの中点ＡＸ及びエッジＢＬの中点ＢＸを中心として光軸に垂直な平面内で回転可能である。また、この遮光板７Ａ及び７Ｂは、後述するようにそれぞれ駆動部６Ａ及び６Ｂにより独立に光軸とほぼ平行に移動できるように構成することもできる。上記のような可動ブラインド７の構成により、固定の視野絞り５により最初に設定されることになるレチクルＲ上のスリット状の照明領域２１は、さらに可動ブラインド７により制限されて感光基板上で所望の露光領域を形成する。可動ブラインド７の駆動部の動作は可動ブラインド制御部１１により制御される。可動ブラインドの動作については後に詳述する。

【００２８】

上記可動ブラインド７により制限された光束はリレーレンズ系８に入射する。リレーレンズ系８は、可動ブラインド７のうちレチクル上の照明領域の走査方向の幅を制限する遮光板７Ｃ及び７Ｄとレチクルのパターン形成面とを共役に維持するレンズ系である。リレーレンズ系８は両側テレセントリックな光学系である。

【００２９】

レチクルＲが載置されるレチクルステージ９は、レチクルステージ駆動部１０に駆動されてレチクルＲを走査方向に移動させる。ここで、投影光学系１３の光軸に垂直な２次元平面内で、スリット状の照明領域２１に対するレチクルＲの走査方向をＹ方向（または－Ｙ方向）（図１の紙面に垂直な方向）、走査方向に垂直な方向をＸ方向（または－Ｘ方向）、投影光学系１３の光軸に平行な方向をＺ方向とする。レチクルステージ９は、走査方向

に移動するだけではなく、また、レチクルパターンの画面継ぎを実行するために、走査方向に直交する方向（画面継ぎ方向）にも移動可能である。この移動は、図６に示したような２次元エアステージを用いて行うことができる。このエアステージは、レチクルＲを載置し且つＸ方向に移動可能なＸステージ３５と、Ｘステージ３５上に配置されるＹ方向に移動可能なＹステージ３４から構成されている。Ｘステージ３４は、Ｘステージの走査方向の両側に取り付けられたＸ方向エアガイド４０がステージ基板３３に連結されたＸ方向リニアモータ３１上を非接触で移動することによってレチクルＲをＸ方向に移動させる。また、Ｙステージ３４は、Ｙステージの非走査方向の両側に取り付けられたＹ方向エアガイド４１がステージ基板３３に連結されたＹ方向リニアモータ３２上を非接触で移動することによってレチクルＲをＹ方向に移動させる。画面継ぎの操作は、可動ブラインド７の動作とともに後述する。

【００３０】

レチクルＲ上のスリット状の照明領域２１内で且つ可動ブラインド７により規定された回路パターンの像が、投影光学系１３を介してウエハW上に投影露光される。ウエハWはウエハステージ１４上に載置されており、ウエハW上にはスリット状の照明領域２１と共役なスリット状露光領域２２が形成される。ウエハステージ１４は、投影光学系１３の光軸に垂直な面内でウエハWの位置決めを行うと共にウエハWを±Ｙ方向に走査すると共に、画面継ぎのためにＸまたは－Ｘ方向にステッピングするＸＹステージ及びＺ方向にウエハWの位置決めを行うＺステージ等より構成されている。

【００３１】

主制御系１２は、ウエハステージ駆動部１５を介してウエハステージ１４の位置決め動作及び走査動作を制御する。また、上記レチクルステージ駆動部１０及び可動ブラインド制御部１１の動作は、装置全体の動作を制御する主制御系１２で管理される。

【００３２】

上記のような装置構成において、レチクルＲ上のパターン像をスキャン方式で投影光学系１３を介してウエハW上の各ショット領域に露光する際には、レチクルＲを、視野絞り５により設定されるスリット状の照明領域２１に対してＹ方向（又は－Ｙ方向）にレチクルステージ９を介して走査する。また、この走査と同期して、スリット状の照明領域２１と共役なスリット状の露光領域２２に対して－Ｙ方向（又はＹ方向）に、ウエハステージ１４を介してウエハWを走査する。即ち、この－Ｙ方向（又はＹ方向）がウエハWの走査方向である。このようにレチクルＲ及びウエハWを同期して走査することにより、ウエハW上の各ショット領域にはレチクルＲの回路パターン像が逐次転写される。

【００３３】

前記のようにレチクル上に複数の回路パターン領域が同時に設けられる場合には、これらのレチクル上の複数の回路パターン領域中から所望の転写パターン領域を選択するために、可動ブラインドが使用される。本実施例の投影露光装置においても上記可動ブラインド７は、かかる目的で使用される。このため、本実施例の投影露光装置には、レチクルＲ上の回路パターン領域に関する情報を入力する入力部１６と、この入力部１６からの回路パターン情報を記憶するメモリー部１７とが設けられ、主制御系１２は、そのメモリー部１７の回路パターン情報に基づいて可動ブラインド制御部１１及び可動ブラインド７の遮光板７Ｃ，７Ｄの駆動部を介して遮光板７Ｃ，７Ｄを駆動する。

【００３４】

上記投影露光装置において走査露光を行う際の可動ブラインド７Ｃ，７Ｄの動作の一例につき図１及び図３を参照して説明する。なお、この動作の詳細については本出願人により特開平４－１９６５１３号公報や特開平７－９４３８７号公報に開示されており、それを参照することができる。図３（ａ）～（ｆ）に、複数のパターンが設けられたレチクルＲを可動ブラインド７を用いて特定のパターンだけを照明する場合において、照明領域と可動ブラインド７の遮光板７Ｃ，Ｄとレチクルのパターン領域との関係を示す。同図中、説明を簡略するために、図２中に示した走査方向と直交する照明領域の幅を制限する遮光板７Ａ，７Ｂを省略してある。図３（ａ）に示す如く、レチクルＲ上には２つの回路パタ

ーン領域２０Ａ及び２０Ｂが形成され、これら回路パターン領域２０Ａ，２０Ｂの境界部には走査方向の幅がＬ１の遮光部（遮光帯）２０Ｃが形成され、回路パターン領域２０Ａ，２０Ｂの走査方向の外側にも同じく幅Ｌ１の遮光部２０Ｄ，２０Ｅがそれぞれ形成されているとする。また、レチクルＲ上に形成されるスリット状の照明領域２１は、図３（ａ）に示すように、走査方向の幅がＬ２の細長い長方形であり、遮光部２０Ｃ，２０Ｄ，２０Ｅの幅Ｌ１は照明領域２１の幅Ｌ２より狭く設定されている。

【００３５】

かかるレチクルＲを用いて走査露光する際に、先ず、オペレータは図１の入力部１６を介してメモリー部１７に、レチクルＲ上の回路パターン領域２０Ａ，２０Ｂに関する情報を入力する。第１の回路パターン領域２０Ａ内のパターン像を投影光学系１３を介してウエハW上に転写する場合には、主制御系１２はメモリー部１７に記憶された回路パターン情報中の第１の回路パターン領域２０Ａに関する情報を読み出し、この情報に基づいて可動ブラインド制御部１１を介して可動ブラインド７の遮光板７Ｃ，７Ｄの走査方向の位置を制御する。これにより、レチクルＲを照明領域２１に対して－Ｙ方向に走査する場合、図３（ｂ）～（ｆ）に示すように、レチクルＲ上の第２の回路パターン領域２０Ｂを常に他方の遮光板７Ｄで覆い、第１の回路パターン領域２０Ａのみにスリット状の照明領域２１の照明光が照射されるようにする。なお、図３において、レチクルＲ上には実際には可動ブラインド７の遮光板７Ｃ及び７Ｄの像が投影されるが、それらの像をそれぞれ遮光板７Ｃ及び７Ｄとみなしている。

【００３６】

図３（ａ）～（ｆ）に示された操作において、レチクルＲ及び可動ブラインド７の動作に同期して、主制御系１２は、ウエハステージ駆動部１５を介してウエハステージ１４を駆動してウエハWを走査方向（Ｙ方向）に走査する。投影光学系１３のレチクルＲからウエハWへの投影倍率をM_{RW}とすると、露光中にはレチクルＲが－Ｙ方向（又はＹ方向）に速度V_{R0}で走査されるのと同期して、ウエハWはＹ方向（又は－Ｙ方向）に速度V_{W0}（＝M_{RW}・V_{R0}）で走査される。この場合、レチクルＲ上の第１の回路パターン領域２０Ａのみにパルス照明光が照射されるので、ウエハW上には第１の回路パターン領域２０Ａのパターン像のみが転写される。なお、前述の場合と異なり、レチクルＲを照明領域２１に対してＹ方向に走査する場合には、可動ブラインド７の遮光板７Ｃ，７Ｄは図３（ｆ）～図２（ｂ）の順序で制御される。

【００３７】

また、ウエハW上に図３（ａ）のレチクルＲ上の第２の回路パターン領域２０Ｂのパターンを転写する場合には、主制御系１２はメモリー部１７に記憶された入力情報の内の第２の回路パターン領域２０Ｂに関する情報を読み出し、この情報に基づいて可動ブラインド制御部１１を介して遮光板７Ｃ，７Ｄの走査方向の位置を制御する。即ち、図３と同様の考え方で、露光開始時に遮光板７Ｃを遮光部２０Ｃに、露光終了時に遮光板７Ｄを遮光部２０Ｅにそれぞれ追従させ、レチクルＲ上の第１の回路パターン領域２０Ａを遮光板７Ｃで覆うようにして、第２の回路パターン領域２０Ｂのみにスリット状の照明領域２１の照明光を照射する。これにより、回路パターン領域２０Ｂのパターン像のみがウエハW上に転写される。

【００３８】

図３において、走査方向に垂直な方向（非走査方向）の開口幅を規定する遮光板７Ａ，７Ｂを図示しなかったが、遮光板７Ａ，７Ｂによって形成される開口部は走査露光中は固定することができ、後述するように複数のパターンを走査方向と直交する方向に重畳してパターンを継いで露光する場合には、画面継ぎの際に遮光板７Ａ，７Ｂを回転移動することもできる。

【００３９】

ここで、固定視野絞り５及び可動ブラインド７により画定される照明領域の照度について考察する。固定視野絞り５がレチクルＲとの共役位置からずれているため、固定視野絞りのみで区画されるスリット状の照明領域は非走査方向及び走査方向のいずれにおいても端

部で光の強度は中央に比べて低下している。非走査方向の照度分布でみると照度曲線の両端が下降する傾斜部をもち、照明領域の非走査方向の照度分布は台形状となっている。しかしながら、照明領域の非走査方向の長さをレチクルＲとほぼ共役な位置にある遮光板７Ａ，７Ｂにて規定しているために、スリット状の照明領域内の非走査方向の照度分布は投影レンズの露光フィールド内で一定に保たれている。

【００４０】

前述したように本実施例では、レチクルＲのパターン面と共役な面からの遮光板７Ａ，７Ｂのずれ量と、照明光学系の光軸と垂直な面内での遮光板７Ａ，７Ｂの移動量との少なくとも一方を調整可能に構成し、これによりレチクルＲ（またはウエハW）上での照明領域の非走査方向の照度分布、特に、端部での照度の変化率（照度曲線の傾き）や照度分布が下降する傾斜部の非走査方向の幅を変更としている。これに対して照明領域の走査方向の照度分布は固定視野絞り５によって一義的に決められる。即ち、固定視野絞り５とレチクルＲのパターン面と共役な面との光軸方向の間隔に応じて端部での照度分布（傾きやその幅）が設定されている。これにより、照明領域の走査方向の照度分布が台形形状またはガウス分布となり、例えば、特開平７－６６１０３号公報に開示されているように、特にパルス光を用いた走査露光でウエハ上のショット領域全面にほぼ均一な露光量を与えることができるという利点がある。なお、走査露光の開始前後及び終了前後では、固定視野絞り５の開口７０によって規定されるレチクルＲ上での照明領域の走査方向の幅が遮光板７Ｃ，７Ｄにより制限されるが、これは１回の走査露光によってウエハWに転写すべきレチクルＲ上のパターン以外の部分を照明光が通過して、ウエハW上のショット領域（そのパターン像の形成領域）以外を不要に感光させるのを防止するためである。

【００４１】

本実施例においては、レチクルＲ上での実質的なスリット状の照明領域２１の形状は、走査方向は固定視野絞り５により、非走査方向は可動ブラインド７の遮光板７Ａ及び７Ｂによりそれぞれ規定されることによって、以下に説明するように画面継ぎの場合にも露光量が調節される。

【００４２】

図４に、一連のレチクルパターンを複数の領域に分割してその一部を重畳して走査露光する場合における非走査方向の可動ブラインドの遮光板７Ａ，７Ｂの動作を例示する。この例では、レチクルＲは、図３に説明した例におけるレチクルパターンと異なり、図４（ａ）に示したように、走査方向及び非走査方向においてもスリット状の照明領域２１よりも十分広い連続パターン領域を有している。この場合、レチクルＲのパターン領域を非走査方向に２０Ｆ及び２０Ｇに２分割し、領域２０Ｆと領域２０Ｇを継ぎ部２００にて継いで照明しなければならず、継ぎ部２００近傍の所定幅Δの領域は重畳されて照明され、それに対応する感光基板の領域も重畳されて走査露光されることになる。

【００４３】

最初に、図４（ａ）に示したように、レチクルＲの領域２０Ｆ上に照明領域２１が形成されるようにレチクルＲをレチクルステージ９により非走査方向に移動して走査開始位置にセットする。この際、レチクルのパターンの走査方向と直交する方向の長さより、可動ブラインド７の非走査方向の幅を規定する遮光板７Ａ，７Ｂの間隔が決定され、駆動装置６Ａ，Ｂにより調整される。そして、遮光板７Ａ，７Ｂのうち画面継ぎ部２００と反対側（図面左側）を遮光する遮光板７Ａは、長手方向のエッジ部ＡＬが走査方向と平行になるように配置される。一方、継ぎ部２００側の遮光板７Ｂは、駆動装置６Ｂにより可動ブラインド７開口部側のエッジ部ＢＬが継ぎ部２００上に配置された後に、エッジ部ＢＬの中点ＢＸを軸として光軸に直交する面内で反時計方向に角度α回転して、遮光板７Ｂの長手方向エッジ部は走査方向に対して角度αだけ傾斜される。遮光板７Ａ，７Ｂが上記のようにセットされた後、この回転角を維持したまま、図３において説明したように、照明領域２１に対してレチクルステージ９を－Ｙ方向に移動するとともに、感光基板WをＸＹステージ１４によりＹ方向に移動することによって領域２０Ｆの相対走査を実行する。

【００４４】

領域２０Ｆの走査露光が終了した後、照度を走査方向に積分して領域２０Ｆにおける照度分布を求め、非走査方向を横軸として図４（ａ）下方に表した。遮光板７Ｂの回転によりエッジ部ＢＬが照明領域２１の走査方向の両端部と交差する２点の走査方向と直交する方向の間隔Δにおいては、遮光板７Ｂにより照明光が部分的に遮光されるために、領域２０Ｇに向かうに従って照度の積分値も徐々に低下し、照度分布において下降するスロープ部を形成している。この間隔Δの領域は、レチクルのパターン領域２０Ｇが走査露光される際に、重畳して照明されることになる。

【００４５】

パターン領域２０ＦのＹ方向の走査及びそれに対応する感光基板領域の走査露光が終了した後、レチクルステージ９が非走査方向（－Ｘ方向）に移動して、照明領域２１に対してパターン領域２０Ｇを位置決めする。同時に、ウエハＷもステージ１４により非走査方向（＋Ｘ方向）に移動する。次いで、レチクルパターン右端部を遮光する遮光板７Ｂは、長手方向エッジ部ＢＬが走査方向と平行になるようにエッジ部ＢＬの中点ＢＸを軸として角度－αだけ回転させられる。一方、レチクルパターン内の継ぎ部２００側に位置する遮光板７Ａは、レチクルステージ９の非走査方向の移動によりエッジＡＬが継ぎ部２００上に位置している。そして、エッジＡＬの中点ＡＸを中心として光軸に直交する面内で回転移動してエッジ部ＡＬが走査方向に対して傾斜する。この回転移動における回転角は、前記領域２０Ｆの走査の際に回転された遮光板７Ｂのエッジ部ＢＬの回転角＋αと同じでなければならない。この遮光板７Ａ，７Ｂの回転位置の調整が行われた後、領域２０Ｆの場合と同様にレチクルＲの領域２０Ｇと感光基板の相対走査が行われる。但し、レチクル及び感光基板の走査方向は領域２０Ｆにおける場合と逆方向である。領域２０Ｇの走査が終了後、領域２０Ｇに渡って積分して求めた照度分布を図４（ｂ）下側に示す。この照度分布に見られるように、領域２０Ｆの走査の場合と対称的な照度分布が得られ、間隔Δの領域における面積は領域２０Ｆの走査露光と領域２０Ｇの走査露光で同一である。上記のように領域２０Ｆの走査における遮光板７Ｂの回転角と領域２０Ｇの走査における遮光板７Ａの回転角が同一になるように調節することにより、領域２０Ｆと２０Ｇの走査において重複して照明される領域Δにおける照明光量の走査方向の積分値は、領域２０Ｆの走査露光と領域２０Ｇの走査露光の両者を積算するとΔ以外のレチクルパターン領域での一回の走査露光の照度の積分値と等しくなる。従って、画面継ぎ露光によってもウエハ上の露光継ぎ部と他のウエハ上の領域とでは露光量とで同一となり、露光むらが起こらず、ウエハ全体として均一が露光が行われることになる。

【００４６】

上記の遮光板７Ａ，７Ｂの回転において、回転方向は図４（ｂ）に示すように時計周り（７Ａ”）または反時計周り（７Ａ’）のいずれでもよい。また、非走査方向の位置決め誤差εで生じる露光量不均一性の許容度をＡとした場合、Δ≧ε／Ａを満足するように遮光板の回転角を設定すればよい。

【００４７】

次に、図５に、パターン領域が図４に示したレチクルよりもさらに大きいレチクルＲを２回の画面継ぎにより走査露光する例を示す。このレチクルＲのパターン内に２ヵ所の画面継ぎ部２０１及び２０２を想定し、この継ぎ部２０１及び２０２により分割される３つのパターン領域２０Ｈ，２０Ｉ及び２０Ｊを継ぎ部の近傍を重畳しながら３回に分けて走査露光する。最初に領域２０ＨをＹ方向に走査するために、図４（ａ）の場合と同様に最初に、レチクルＲの領域２０Ｈ上に照明領域２１が形成されるようにレチクルＲをレチクルステージ９により非走査方向に移動して走査開始位置にセットする。走査露光前に、可動ブラインド７の非走査方向の幅を規定する遮光板７Ａ，７Ｂのうち、画面継ぎ部２０１と反対側を遮光する遮光板７Ａは、長手方向のエッジ部ＡＬが走査方向と平行になるように位置され、継ぎ部２０１側の遮光板７Ｂは、駆動装置６Ｂにより可動ブラインド７の開口部側のエッジ部ＢＬが上記継ぎ部２０１上に配置された後に、エッジ部ＢＬの中点ＢＸを回転軸として光軸に直交する面内で反時計方向に角度αだけ回転される。遮光板７Ａ，７Ｂが上記のようにセットされた後、照明領域２１に対してレチクルステージ９を－Ｙ方向

に移動するとともに、感光基板ＷをＸＹステージ１４によりＹ方向に移動することによって領域２０Ｈの相対走査を実行する。

【００４８】

パターン領域２０ＨのＹ方向の走査及びそれに対応する感光基板領域の走査露光が終了した後、レチクルステージ９を非走査方向（－Ｘ方向）に移動し、照明領域２１に対してパターン領域２０Ｉを位置決めする。この際、遮光板７ＡのエッジＡＬの中点ＡＸ及び遮光板７ＢのエッジＢＬの中点ＢＸは、それぞれ、継ぎ部２０１及び２０２上に位置する。同時に、ウエハＷもステージ１４により非走査方向（＋Ｘ方向）に移動する。次いで、遮光板７Ｂは、そのまま角度αを維持しつつ、遮光板７ＡをエッジＡＬの中点ＡＸを回転軸として光軸に直交する面内で回転移動してエッジ部ＡＬが走査方向に対して角度αだけ傾斜する。その後、領域２０Ｈの場合と同様にレチクルＲの領域２０Ｉと感光基板の相対走査が行われる。

【００４９】

領域２０Ｉの走査終了後、領域２０Ｊの走査のためにレチクルＲはレチクルステージ９により－Ｘ方向に、ウエハＷはＸＹステージによりＸ方向に移動されて、遮光板７ＡのエッジＡＬの中点ＡＸ及び遮光板７ＢのエッジＢＬの中点ＢＸを、それぞれ、継ぎ部２０２及びレチクルパターンの右側端部に位置する。そして、遮光板７ＢはエッジＢＬが走査方向と平行に戻され、遮光板７Ａについてはエッジ部７Ａが走査方向に対して角度αを維持したまま領域２０Ｊの走査が行われる。こうして継ぎ部２０１及び２０２により画面継ぎを行った場合にも、各継ぎ部上で遮光板の回転角αが同一であるために、照明光が重畳される間隔Δが継ぎ部２０１及び２０２において同一となる。このため間隔Δにおける照度の和は照明が重畳されない領域と同一となり、対応する感光基板上の露光継ぎ部は他の露光領域と同じ露光量が得られ、感光基板全体として均一な露光が行われることになる。

【００５０】

上記遮光板７Ａ，７Ｂの回転移動動作は、遮光板７Ｃ，７Ｄの移動動作とともに可動ブラインド制御部１１により制御され、主制御系を通じてレチクルステージ９及びウエハステージ１４の動作と同期するように管理されている。

【００５１】

上記実施例では、レチクルステージを走査方向と直交する方向に移動させて、同一レチクル上の連続パターンの画面継ぎにして走査露光したが、、別のレチクルパターンの画面継ぎに用いてもよい。但し、その場合には、画面継ぎに用いる両方のレチクルの継ぎ部であって照度分布の傾斜部の幅Δに対応した領域に同一のパターンを形成しておく必要がある。

【００５２】

上記実施例では、レチクル上の照明領域の走査方向と直交する方向の幅を制限する遮光板の一方を回転させることによって、画面継ぎ部の側の照度を低下させたが、かかる遮光板の一方を光軸にほぼ沿って投影光学系側に移動させ、かかる遮光板の像をデフォーカスさせることによって、画面継ぎ部の側の照度を低下させることもできる。

【００５３】

また、上記実施例では、レチクル上の照明領域の走査方向と直交する方向の幅を制限する遮光板の一方を回転させることによって、非走査方向を横軸とする照度分布が台形になるように画面継ぎ部の側の照度を低下させたが、これに限定されず、遮光板の形状を適宜変更等することによりガウス分布曲線のような曲線状に低下させることもできる。

【００５４】

本実施例において、露光光源としてパルス光源１を使用したが、水銀ランプのような連続光源を露光光源として使用した場合にも本発明はそのまま適用できる。更に、上述実施例における投影光学系１３は、屈折系でも、反射系でも、反射屈折系でも良いことも言うまでもない。更に、本発明は投影露光装置のみに限定されず、コンタクト方式やプロキシミティ方式の露光装置にも適用できる。また、本実施例はスリット状の照明領域を長方形状としたが、円弧状の照明領域に対しても本発明を適用できることはいうまでもない。この

ように本発明は上述実施例に限定されず、本発明を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【００５５】

【発明の効果】

本発明の走査露光装置によれば、可動の視野絞りを構成する非走査方向の２枚の遮光板を独立に回転制御することにより、一回の走査露光において感光基板上の走査方向の照度積分値により表された照度分布を非走査方向の両端部において独立に変更することができる。よって、連続したレチクルパターンを複数の領域に分けて画面継ぎにより複数回の走査を行って感光基板を走査露光するスキャンアンドステッチ露光の場合に、露光継ぎ部を２回の走査露光で重複して露光させることによって露光継ぎ部と他の露光された領域とで均一な露光量を得ることができ、これによって感光基板全体に渡って均一な露光が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施例の投影露光装置を示す構成図である。

【図２】本発明の実施例の投影露光装置で使用される固定視野絞りと、走査方向及び非走査方向の照明領域の幅を制限する遮光板の配置と構成を示す図である。

【図３】本発明の実施例において、レチクルＲ上の回路パターン領域の一例及び走査露光における照明領域と走査方向の照明領域の幅を制限する遮光板の動作（ａ）～（ｆ）を示す図である。

【図４】実施例において、レチクルＲのパターンを２回に分割して走査露光する場合の走査方向と直交する方向の照明領域の幅を制限する遮光板の回転動作と２つのパターン領域を走査した場合の照度分布を示す概念図であり、図４（ａ）は領域２０Ｆを走査露光する場合を示し、図４（ｂ）は領域２０Ｇを走査露光する場合を示す。

【図５】実施例において、レチクルＲのパターンを３回に分割して走査露光する場合の走査方向と直交する方向の照明領域の幅を制限する遮光板の回転動作と継ぎ部の位置関係を示す図である。

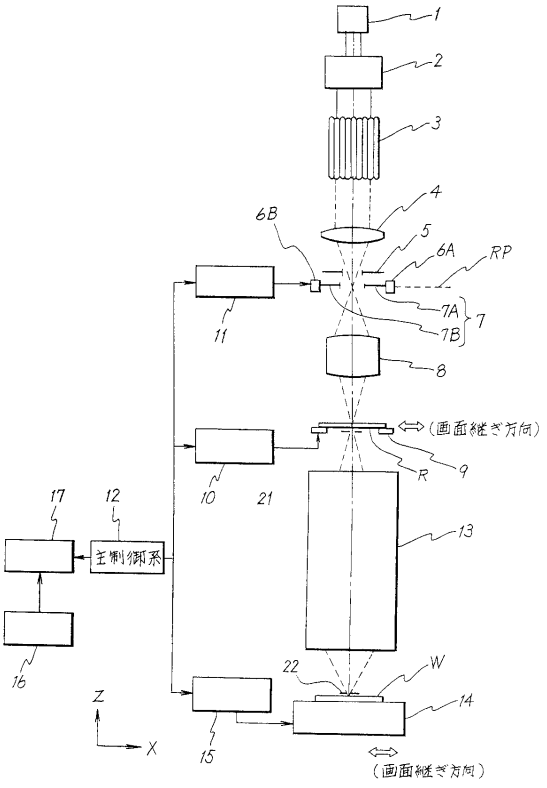
【図６】実施例においてレチクルＲの２次元移動するために用いた２次元エアステージの概略斜視図である。

【符号の説明】

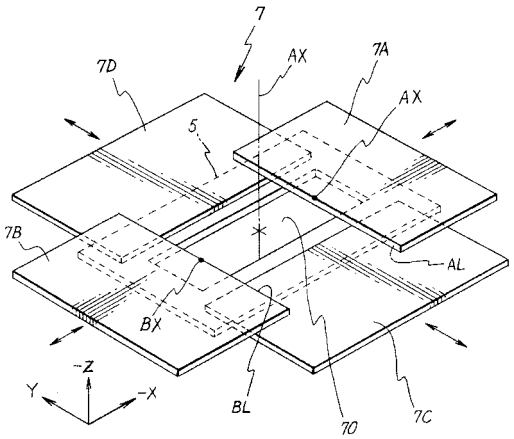
１　パルス光源
３　フライアイレンズ
５　固定の視野絞り
７　可動ブラインド
７Ａ，７Ｂ，７Ｃ，７Ｄ
８　リレーレンズ
Ｒ　レチクル
Ｗ　ウエハ
９　レチクルステージ
１０　レチクルステージ駆動部
１１　可動ブラインド制御部
１２　主制御系
１３　投影光学系
１４　ウエハステージ
１５　ウエハステージ駆動部
１６　入力部
１７　メモリー部
２１　スリット状の照明領域
３１　Ｘ方向リニアモータ
３２　Ｙ方向リニアモータ
３４　Ｘステージ

３５　Ｙステージ
２００，２０１，２０２　画面継ぎ部

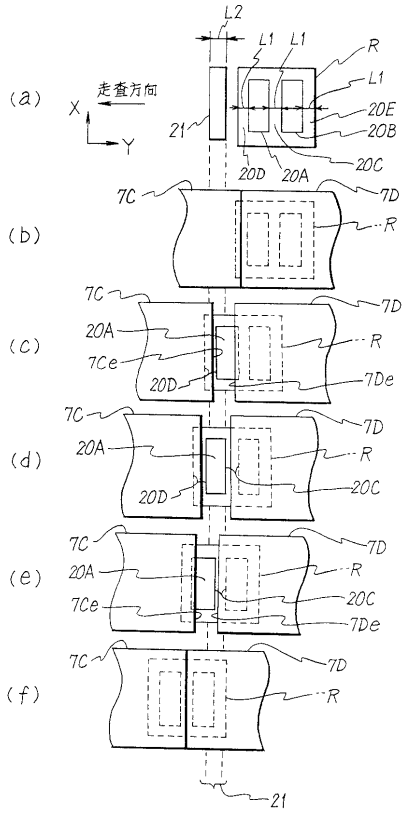
【図１】



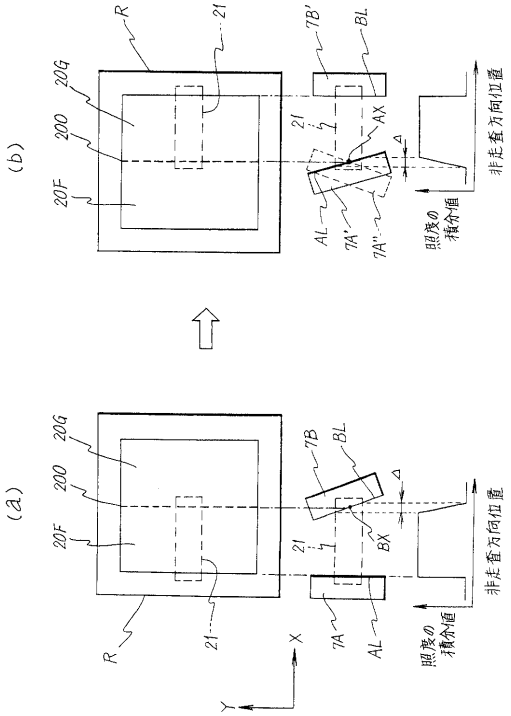
【図２】



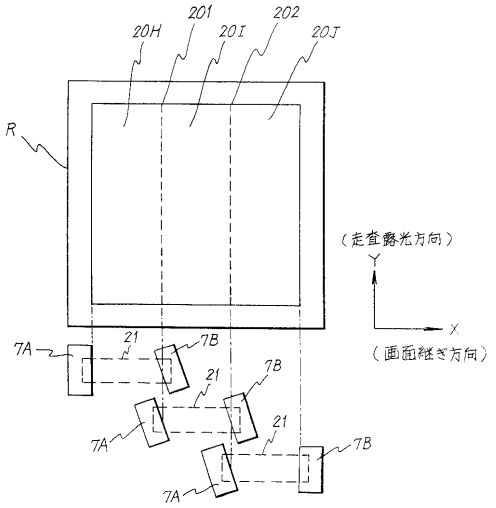
【図３】


L2
L1
L1
R
L1
20E
20B
20C
20D
20A
走査方向
X
Y
21
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
7C
7D
R
20A
7Ce
20D
7De

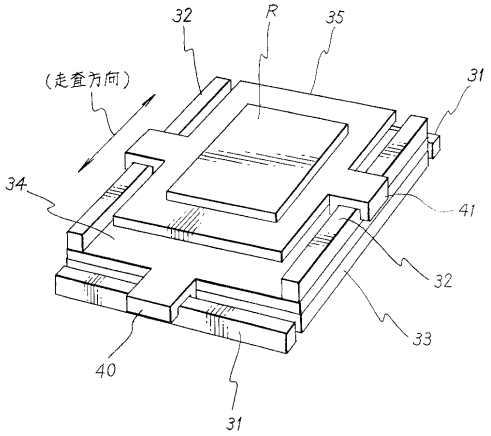
【図４】


R
21
7B'
BL
20G
200
20F
AX
Δ
AL
7A'
7A''
照度の積分値
非走査方向位置
(b)
(a)
7B
BX
7A
X
Y

【図５】


201
202
20H
20I
20J
R
(走査露光方向)
Y
X
(画面継ぎ方向)
7A
21
7B

【図６】


32
R
35
(走査方向)
31
34
41
32
33
40
31

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－１９６５１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０３７７７４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２４４０７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１３２１９５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01L 21/027