(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3550597号

(P3550597)

(45)発行日　平成16年8月4日(2004.8.4)　(24)登録日　平成16年5月14日(2004.5.14)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H01L 21/027	H01L	21/30	515D
G03F 7/20	G03F	7/20	521
	H01L	21/30	516D
	H01L	21/30	516C
	H01L	21/30	518

請求項の数 7　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平7-160062
(22)出願日　平成7年6月2日(1995.6.2)
(65)公開番号　特開平8-330218
(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27日(2002.5.27)

(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　100102901
弁理士　立石　篤司
(74)代理人　100099793
弁理士　川北　喜十郎
(72)発明者　滝口　雅夫
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
(72)発明者　白数　廣
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】露光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

マスクと感光基板とを所定の走査方向に同期して移動しつつ前記マスク上のパターンを投影光学系を介して前記感光基板上に逐次転写する露光装置であって、

前記マスク上の複数の部分領域のそれぞれを照明する複数の照明光学系と；

前記各照明光学系に対応してそれぞれ配置され、前記マスク上の前記各部分領域の像を前記感光基板上にそれぞれ投影する複数の投影光学系と；

前記各照明光学系に少なくとも各１つ設けられ、前記走査方向に沿って透過率が連続的に増加又は減少する部分を有する複数の平面フィルタと；

前記各部分領域の像がそれぞれ投影される各投影領域内の検出領域に照射される照明光の光量を前記感光基板表面とほぼ同一面上で検出する第１の光量センサと；

前記各照明光学系内に配置され、当該各照明光学系内の照明光の光量を検出する複数の第２の光量センサと；

前記複数の平面フィルタを独立して走査方向に駆動する駆動手段と；

前記第１の光量センサ及び前記複数の第２の光量センサの出力を選択的に取り込むと共にこの出力に基づいて前記駆動手段を制御する制御手段とを有する露光装置。

【請求項２】

前記複数の照明光学系は、前記マスク上に前記走査方向に互いに変位してかつ前記走査方向と直交する方向に沿って所定間隔で配置された複数の部分領域のそれぞれを照明すると共に、前記複数の投影光学系は、相互に隣接する前記部分領域の像の前記走査方向に直交

する方向の一部が前記走査方向に沿って相互に重複する状態で前記感光基板上に投影することを特徴とする請求項１記載の露光装置。

【請求項３】

前記各照明光学系の内部に照明光束の照度ムラ低減用のオプティカルインテグレータがそれぞれ設けられ、当該オプティカルインテグレータより光源側に前記各平面フィルタがそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項１又は２に記載の露光装置。

【請求項４】

前記複数の第２の光量センサは、前記駆動手段と前記第１の光量センサとを連動させて前記各投影領域内での光量に基づき出力のキャリブレーションが行われることを特徴とする請求項１に記載の露光装置。

【請求項５】

前記制御手段は、前記マスク上のパターンを前記感光基板上に転写中、前記複数の第２の光量センサの出力に基づいて前記駆動手段を制御することを特徴とする請求項１又は４に記載の露光装置。

【請求項６】

前記第１の光量センサは、前記感光基板表面とほぼ同一面で、前記複数の投影光学系の投影領域に対応して２次元に移動可能であることを特徴とする請求項１に記載の露光装置。

【請求項７】

前記第１の光量センサは、前記投影領域内における複数点の計測値に基づいて前記照明光の光量を求めることを特徴とする請求項１又は４に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は露光装置に係り、更に詳しくは、半導体素子又は液晶表示基板等の製造のためのフォトリソグラフィ工程において、マスクのパターンを大面積の感光基板上に露光するのに使用して好適な露光装置に関する。

【０００２】

【背景技術】

近年、パソコン、テレビ等の表示素子として、液晶表示基板が多用されるようになつた。この液晶表示基板は、ガラス基板上に透明薄膜電極をフォトリソグラフィの手法で所望の形状にパターニングして作られる。このリソグラフィのための装置として、従来は、原板としてのレチクル（マスク）上に形成された焼き付けるべき原画パターンを、ガラス基板をステッピングさせながら、単一の投影光学系を介して１００ｍｍ角程度の投影領域毎に順次基板上のフオトレジスト層に露光する、いわゆるステッピング・アンド・リピート方式の投影露光装置が用いられていた。この種の露光装置では、照明系は単一なので照度ムラと光量がある一定値になる様に、ＮＤフィルタ等を交換して所望の性能を得ていた。

【０００３】

しかしながら、このステッピング・アンド・リピート方式の投影露光装置では、原板であるレチクルの大きさと比較して焼き付けを行うべきガラス基板上の面積が広いため、１枚のガラス基板に対して複数枚のレチクルが必要となり、処理時間に複数回分のレチクル交換時間が含まれることを避けられず、スループットが必然的に低下するという問題があった。特に、最近では液晶表示基板の大面積化が要求されるようになり、これに伴って投影露光装置においても露光領域の拡大によりスループットの向上を図れるものが望まれるようになってきた。

【０００４】

このような背景の下、本願出願人は、先に特願平５－１６１５８８号等で、大型の液晶パネル（液晶表示基板）又は大面積の半導体素子等を高いスループットで製造することができる走査型露光装置を提案した。この走査型露光装置は、一度にガラス基板全体を露光できるほどの大型マスクを持ち、ガラス基板の短辺方向に充分に長い露光領域（投影領域）に光を配光するために、小領域の光を与える複数の照明光学系と複数の投影光学系を適切

に配置し、これらの照明光学系及び投影光学系に対し、マスクとガラス基板とを同期して走査することによって、複数の投影領域を逐次露光し、感光基板上にマスクのパターンの全体を転写するものである。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

上記の走査型露光装置では、複数の照明光学系の光束の強度を均一にして全照明領域内の光束の強度を一致させる必要がある。このための手段として、組み立て時に、照明光学系毎に、光束の強度を検出し、強度に応じてＮＤフィルタ等を適宜選択的に使用することにより、照明光学系毎の照度のバラツキを防止するという手法が採用されていた。しかしながら、この方法は、各投影領域内の照度の均一化はある程度実現できるが、光源の経時的照度変化等は各光源毎に異なるので、照明光学系相互間で経時的に照度むら（照度差）が生じるという不都合のあることが、その後判明した。

【０００６】

また、照度の差（光束強度差）は露光パターンの線幅に影響を与え、特に、隣り合う投影領域の境界付近の照度に違いがあると、パターン線幅に差が生じ、液晶パネルに組み上げた場合に色ムラ等の不都合が発生することも判明した。

【０００７】

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第１の目的は、投影領域相互間の経時的な光量ムラに起因する露光不良の発生を防止することができる露光装置を提供することにある。

【０００８】

また、本発明の第２の目的は、相互に隣接する投影領域の境界付近の照度差を少なくすることができる投影露光装置を提供することにある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

請求項１記載の発明は、マスクと感光基板とを所定の走査方向に同期して移動しつつ前記マスク上のパターンを投影光学系を介して前記感光基板上に逐次転写する露光装置であって、前記マスク上の複数の部分領域のそれぞれを照明する複数の照明光学系と；前記各照明光学系に対応してそれぞれ配置され、前記マスク上の前記各部分領域の像を前記感光基板上にそれぞれ投影する複数の投影光学系と；前記各照明光学系に少なくとも各１つ設けられ、前記走査方向に沿って透過率が連続的に増加又は減少する部分を有する複数の平面フィルタと；前記各部分領域の像がそれぞれ投影される各投影領域内の検出領域に照射される照明光の光量を前記感光基板表面とほぼ同一面上で検出する第１の光量センサと；前記各照明光学系内に配置され、当該各照明光学系内の照明光の光量を検出する複数の第２の光量センサと；前記複数の平面フィルタを独立して走査方向に駆動する駆動手段と；前記第１の光量センサ及び前記複数の第２の光量センサの出力を選択的に取り込むと共にこの出力に基づいて前記駆動手段を制御する制御手段とを有する。

【００１０】

請求項２記載の発明は、請求項１記載の露光装置において、前記複数の照明光学系は、前記マスク上に前記走査方向に互いに変位してかつ前記走査方向と直交する方向に沿って所定間隔で配置された複数の部分領域のそれぞれを照明すると共に、前記複数の投影光学系は、相互に隣接する前記部分領域の像の前記走査方向に直交する方向の一部が前記走査方向に沿って相互に重複する状態で前記感光基板上に投影することを特徴とする。

【００１１】

請求項３記載の発明は、請求項１又は２に記載の露光装置において、前記各照明光学系の内部に照明光束の照度ムラ低減用のオプティカルインテグレータがそれぞれ設けられ、当該オプティカルインテグレータより光源側に前記各平面フィルタがそれぞれ配置されていることを特徴とする。

請求項４記載の発明は、請求項１に記載の露光装置において、前記複数の第２の光量センサは、前記駆動手段と前記第１の光量センサとを連動させて前記各投影領域内での光量に

基づき出力のキャリブレーションが行われることを特徴とする。
請求項５記載の発明は、請求項１又は４に記載の露光装置において、前記制御手段は、前記マスク上のパターンを前記感光基板上に転写中、前記複数の第２の光量センサの出力に基づいて前記駆動手段を制御することを特徴とする。
請求項６記載の発明は、請求項１に記載の露光装置において、前記第１の光量センサは、前記感光基板表面とほぼ同一面で、前記複数の投影光学系の投影領域に対応して２次元に移動可能であることを特徴とする。
請求項７記載の発明は、請求項１又は４に記載の露光装置において、前記第１の光量センサは、前記投影領域内における複数点の計測値に基づいて前記照明光の光量を求めることを特徴とする。

【００１２】
【作用】
請求項１記載の発明によれば、露光開始に先立ち、マスク及び感光基板のない状態で、第１の光量センサによって各投影領域内の検出領域に照射される照明光の光量が感光基板表面とほぼ同一面上で検出される。制御手段では、第１の光量センサの出力を取り込んで全ての投影領域の光量（又は単位面積当たりの光量である照度）が均一となるように、各照明光学系内に設けられた平面フィルタを駆動手段を介してそれぞれ独立して走査方向に駆動する。これによって、露光開始前に全ての投影領域の照度が均一となる。なお、上記の検出領域（点）としては、各投影光学系内に単一領域（例えば、中央領域）を設定しても複数領域を設定してもよいが、１～３領域とすることがスループットの面では好ましい。複数の領域を設定した場合には、これらの平均値をその投影領域の光量値とする。

【００１３】
露光が開始されると、各照明光学系内に配置された、第２の光量センサによって当該各照明光学系内の照明光の光量が検出され、制御手段では、これらの複数の光量センサの出力を常時取り込むことにより、露光中の光量の変動を補正するように駆動手段を介して各平面フィルタを走査方向に独立して駆動制御する。これによって、露光中の光量の変動による照明光学系相互間（投影領域相互間）の照度のバラツキが防止される。

【００１４】
請求項２記載の発明によれば、第１の光量センサによって光量が検出される各投影領域内の検出領域を、相互に隣接する部分領域の像の走査方向に直交する方向の一部が走査方向に沿って相互に重複する部分（継ぎ部）内に設定すれば、露光開始に先立ち、第１の光量センサによって各投影領域内の前記検出領域に照射される照明光の光量が感光基板表面とほぼ同一面上で検出される。制御手段では、第１の光量センサの出力を取り込んで、相互に隣接する投影領域内の像が重複する部分（継ぎ部）の光量（又は照度）が均一となるように、各平面フィルタを駆動手段を介してそれぞれ独立して走査方向に駆動する。これによって、前記の重複する部分（継ぎ部）の照度変化を最小限にすることができる。

【００１５】
請求項３記載の発明によれば、オプティカルインテグレータより光源側に各平面フィルタがそれぞれ配置されていることから、平面フィルタを通る照明光束が小さいので、小面積の平面フィルタを使用することができる。
請求項４記載の発明によれば、複数の第２の光量センサでは、駆動手段と第１の光量センサとを連動させて各投影領域内での光量に基づき出力のキャリブレーションが行われることから、そのキャリブレーション時に得られた値を各投影領域の光強度の調整に用いることが可能となる。
請求項５記載の発明によれば、制御手段は、マスク上のパターンを感光基板上に転写中、複数の第２の光量センサの出力に基づいて駆動手段を制御することから、投影領域の光強度（照度）を、パターン転写中も均一かつ一定に保つことができる。
請求項６記載の発明によれば、第１の光量センサは、感光基板表面とほぼ同一面で、複数の投影光学系の投影領域に対応して２次元に移動可能であることから、複数の投影光学系の投影領域の位置を問わず、光量（又は照度）を測定できる。

請求項７記載の発明によれば、第１の光量センサは、投影領域内における複数点の計測値に基づいて照明光の光量を求めることから、複数の計測値における光量の平均値を各投影領域の光量値とすることができる。

【００１６】

【実施例】

以下、本発明の一実施例について図１ないし図５に基づいて説明する。

【００１７】

図１には、一実施例に係る露光装置１０の構成が概略的に示されている。この露光装置１０は、マスク１２上の複数（ここでは５つ）の部分領域のそれぞれを上方から照明する複数（ここでは５つ）の照明光学系ＬＯ１、ＬＯ２、ＬＯ３、ＬＯ４、ＬＯ５と、照明光学系ＬＯ１、ＬＯ２、ＬＯ３、ＬＯ４、ＬＯ５のそれぞれに対応してマスク１２の下方に配置された５つの投影光学系ＰＬ１、ＰＬ２、ＰＬ３、ＰＬ４、ＰＬ５とを有している。これらの投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５の下方には、当該投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５に関してマスク１２と共役となる位置に感光基板１４が配置されている。

【００１８】

マスク１２は、図２に示されるように、マスクステージ１６上に保持されており、このマスクステージ１６は、断面Ｌ字状部材から成るキャリッジ１８の垂直部の上端に当該キャリッジ１８の水平部に対向して片持ち支持状態で一体的に取り付けられている。このキャリッジ１８の水平部は基板ステージ２０とされており、この基板ステージ２０上に感光基板１４が載置されている。キャリッジ１８は、図２におけるＸ方向（図１における紙面直交方向）に移動可能に構成されている。

【００１９】

また、本実施例では、キャリッジ１８の基板ステージ２０上に、当該キャリッジ１８の移動軸（Ｘ軸）と直交する駆動軸（Ｙ軸）を有する検出センサ駆動部２２が配され、この検出センサ駆動部２２上に感光基板１４表面と同一面の高さになるようにフォトディテクタから成る第１の光量センサとしての均一性測定センサ２４が載置されている。この均一性測定センサ２４は、キャリッジ１８（基板ステージ２０）の走査方向とは直交する方向（Ｙ軸方向）にだけ移動可能であるが、基板ステージ２０が走査方向へ移動可能であるので、結果的にこの均一性測定センサ２４は２次元に移動でき、後述する複数の投影領域（ＰＡ１～ＰＡ５）の位置を問わず、光量（又は照度）測定できる。また、この均一性測定センサ２４の受光面の面積は受光素子の感度むらを考慮するとあまり大きくない方がよい。かかる意味からは、場所の相違による感度むらがないのであれば、Ｙ方向に延設されたアレイ状の受光素子によって均一性センサを構成することも可能である。

【００２０】

前記照明光学系ＬＯ１は、超高圧水銀ランプ等の光源２６、楕円鏡２８、シャッタ２９、レンズ系３０、オプティカルインテグレータとしてのフライアイレンズ３２、ハーフミラー３４、レンズ系３６、視野絞り３８、レンズ系４０等を有する。これによれば、シャッタ２９が開いている状態では、光源２６から射出した光束Ｌは、楕円鏡２８、レンズ系３０を介してフライアイレンズ３２によつて強度を均一化される。そして、ハーフミラー３４、レンズ系３６を介して視野絞り３８によつて所望の形状に整形され、レンズ系４０を介してマスク１２のパターン面上に視野絞り３８の像を形成する。以下、この視野絞りの像が形成される領域を照明領域というものとする。

【００２１】

他の照明光学系ＬＯ２～ＬＯ５も、照明光学系ＬＯ１と全く同様にして構成されているが、図１では、図示の便宜上、レンズ系４０に対応するもののみをそれぞれＬＯ２～ＬＯ５で示している。

【００２２】

前記投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５は、いずれも等倍の正立像を結像する光学系が使用されている。

【００２３】

従って、複数の照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５のそれぞれから射出された光束はマスク１２上の異なる小領域（照明領域）をそれぞれ照明する。マスク１２を透過した複数の光束は、それぞれ異なる投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５を介して感光基板１４上の異なる投影領域（図２ないし図３にＰＡ１～ＰＡ５で示す）にマスク１２の照明領域に対応したパターン像を結像する。

【００２４】

ところで、感光基板１４上の投影領域は、図３に示されるように、隣合う領域同士（例えば、ＰＡ１とＰＡ２、ＰＡ２とＰＡ３）が図のＸ方向に所定量変位するように、且つ隣合う領域の同図におけるＹ方向の端部同士（図中、破線で示す部分）がＸ方向（走査方向）に沿って相互に重複するように配置される。よつて、上記複数の投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５も各投影領域ＰＡ１～ＰＡ５の配置に応じてＸ方向に所定量変位するとともにＹ方向に重複して配置されている。

【００２５】

また、複数の照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５の配置は、マスク１２上の照明領域が上記の投影領域ＰＡ１～ＰＡ５と同様の配置となるように配置される。

【００２６】

このため、キャリッジ１８をＸ方向に沿って移動することにより、それぞれ図示しない固定支持部により固定された照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５、投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５に対し、マスク１２と感光基板１４とが同期してＸ方向（図１において、紙面に垂直な方向）に走査され、マスク１２上のパターンの像が感光基板１４上の投影領域ＰＡ１～ＰＡ５に逐次転写され、最終的にマスク１２上のパターン領域の全面が感光基板１４上の露光領域ＥＡに転写される。

【００２７】

照明光学系Ｌ０１を構成するレンズ系３０の光源寄りの位置には、図１紙面直交方向（Ｘ方向）に沿って移動可能な平面フィルタ４２（これについては、後に詳述する）が設けられている。この平面フィルタ４２は、駆動手段としてのフィルタ駆動部４４によって駆動されるようになっている。残りの照明光学系Ｌ０２～Ｌ０５の内部にも、図１では図示を省略したが、平面フィルタ４２が同様にＸ方向に沿って移動可能に設けられており同様に、各別のフィルタ駆動部４４によってそれぞれ駆動されるようになっている。

【００２８】

ところで、前述した如く、各照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５の光路中にはハーフミラー３４が設けられており、このハーフミラー３４によって分割された参照光（光束Ｌの一部）を集光レンズを介して感光基板１４との共役面で受光するフォトディテクタから成る第２の光量センサとしての照明系内照度センサ４６がそれぞれ設けられている。

【００２９】

これらの照明系内照度センサ４６は、常時光束Ｌの強度を検出し、得られた信号Ｐ１～Ｐ５をマイクロコンピュータから成る制御手段としての制御部４８に入力されるようになっている。この制御部４８には、これらの信号Ｐ１～Ｐ５の他、均一性測定センサ２４からの信号Ｐ０も入力されるようになっており、この制御部４８では、後述するように、信号Ｐ１～Ｐ５及び信号Ｐ０に基づいて各フィルタ駆動部４４をそれぞれ制御するようになっている。

【００３０】

ここで、平面フィルタ４２について図４に基づいて詳述する。この平面フィルタ４２は、図４（Ｂ）に示されるように厚さが一定で、図４（Ａ）に示されるように、幅が一定なフィルタである。この平面フィルタ４２の特徴は、図４（Ｃ）に示されるように、長さＸのうち図における左端から所定長さＸ１　の部分の透過率が１００％で、点Ｘ１　から右端までの部分で直線的に透過率が減少していくような透過率の変化特性を有する点にある。所定長さＸ１　としては、当該平面フィルタ４２を通過する光束（仮想線Ａにて表示）を十分に満足するだけの長さが設定される。なお、右端での透過率は０％でもそれ以外であっても構わないし、透過率変化の傾きも特に問わない。この場合、平面フィルタ４２を通

過する光束を十分満足する領域で透過率ほぼ１００％の部分を有するので、光量を無駄にしなくて済む。

【００３１】

本実施例では、この平面フィルタ４２がその長手方向を紙面直交方向（Ｘ方向）として照明光学系Ｌ０１～Ｌ０５内にそれぞれ配置されている。

【００３２】

次に、上述のようにして構成された本実施例の装置１０の動作について説明する。まず、最初に、各投影領域の内部の光強度（本明細書では、光量あるいは照度と同様の意味で用いる）の不均一性が存在しない（換言すれば、各投影領域内の照度はＮＤフィルタ等によって予め調整されている）場合について説明する。この場合は、各投影領域内では、光強度が均一であるから投影領域ＰＡ１～ＰＡ５の内部で各１点の光強度の検出を行ない、これに基づいて投影領域ＰＡ１～ＰＡ５相互間の照度が同一となるようにすれば、全投影領域において照明光強度が均一になる。

【００３３】

▲１▼　マスク１２の無い状態で、全てのシャッタ４２を開いて全ての光源２６からの光の光路を開放した状態で、制御部４８では、キャリッジ１８を図示しない駆動系を介して走査方向に駆動すると共に検出センサ駆動部２２をＹ軸方向に駆動して、均一性測定センサ２４を投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５の投影領域ＰＡ１～ＰＡ５の下で走査し、５つの投影領域（露光領域）のそれぞれについて少なくとも１点の検出領域、例えば中点の照度を計測する。

【００３４】

次に、制御部４８では、計測された各投影領域における光強度データＰ０に基づき、各投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５の投影領域ＰＡ１～ＰＡ５を合せた全露光領域において照明光強度が均一になるように、各フィルタ駆動部４４を制御して平面フィルタ４２を駆動し、各々投影光学系ＰＬ１～Ｐ５に対応する照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５の光強度を設定する。この場合において、平面フィルタ４２の透過率の変化の傾斜は既知であり、フィルタ４２の長手方向の位置と透過率とは１：１に対応しているので、フィルタ４２を駆動すべき量は計算で求められる。従って、必ずしも照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５に付設された照度センサ４６による検出は必要ないが、照度センサ４６によって各照明光学系内の照度（Ｐ１～Ｐ５）を検出しながら平面フィルタ４２を駆動しても良い。

【００３５】

設定後、制御部４８では、再び上述したと同じ手順で均一性測定センサ２４を用いて露光面の照明光強度を計測し確認する。この手順を繰り返して照明光強度の均一性が規格内に入つたら、このときの均一性測定センサ２４の計測値Ｐ０を露光面照度として図示しないメモリに記憶する。また、このとき、各投影領域の中心部分の照度を基準照度とし、各照明系内照度センサ４６の出力と基準照度とを比較することで、照明系内照度センサ４６のキャリブレーションを行なう。この後、一旦、シャッタ２９を閉じる。

【００３６】

▲２▼　このようにして、照度の事前調整が完了した後、露光が行なわれる。マスク１２をマスクステージ１６上に載置し、感光基板１４を基板ステージ２０上に載置してマスク１２と感光基板１４との所定の位置合わせが完了すると、シャッタ２９を開き、キャリッジ１８を駆動して前記の如くして露光を行なう。

【００３７】

この露光中は、均一性測定センサ２４を使用できないので、制御部４８は各照明系内照度センサ４６の出力をモニタし、変化に対してはそれを抑さえるように各フィルタ駆動部４４を駆動制御して平面フィルタ４２を走査方向に移動させる。より具体的には、メモリに記憶された露光面の照度に対し、感光基板１４の露光量が最適になるように図示しない駆動系を介してキャリッジ１８の移動速度を制御すると同時に、各照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５の照明光強度を照度センサ４６の検出値Ｐ１～Ｐ５がキャリブレーションの際にメモリに記憶された値ＰＭ１～ＰＭ５に保たれるよう各々フィルタ駆動部４４を介して平面フィ

ルタ４２を駆動する。これにより、全投影領域ＰＡ１～ＰＡ５の光強度（照度）を、露光中も均一かつ一定に保つことができる。

【００３８】

次に、各投影領域の内部の光強度の不均一性が存在する通常の場合について説明する。

【００３９】

▲３▼　マスクの無い状態で、全てのシャッタ４２を開いて全ての光源２６からの光の光路を開放した状態で、制御部４８では、上記の如くして均一性測定センサ２４を投影光学系ＰＬ１～ＰＬ５の投影領域ＰＡ１～ＰＡ５の下で走査し、５つの投影領域（露光領域）のそれぞれについて予め定めた検出領域の照度を計測する。

【００４０】

制御部４８では、均一性測定センサからの信号Ｐ０に基づいて、各投影領域の光束の強度を求め、これら強度のうちほぼ中央に位置する投影領域ＰＡ３の光強度を基準値として設定する。

【００４１】

投影領域ＰＡ１～ＰＡ５のうち重複する投影領域の継ぎ部同士の強度が等しくなるように基準となる投影領域から順に（ＰＡ３→ＰＡ２→ＰＡ１、及びＰＡ３→ＰＡ４→ＰＡ５）、対応する各照明光学系ＬＯ１～ＬＯ５の光束の強度を制御する。つまり、他の光束の強度がこの基準値に等しくなるべく、フィルタ駆動部４４を駆動制御する。

【００４２】

ここで、３つの投影光学系ＰＬ１、ＰＬ２、ＰＬ３による投影領域ＰＡ１、ＰＡ２、ＰＡ３を例にとって、投影領域の継ぎ部の光強度制御について図５を参照しつつ説明する。

【００４３】

まず、制御部４８では均一性測定センサ２４を用いて投影領域ＰＡ１～ＰＡ３の重複する継ぎ部の任意の点I_1、I_{2-1}、I_{2-2}、I_3の光束の強度を測定し、メモリに記憶する。

【００４４】

次に、制御する基準の強度を決定する。例えば、中央に位置する投影領域ＰＡ２の強度を基準とする。この場合、投影領域ＰＡ２の光束の強度は変更しない。この後、投影領域ＰＡ２の継ぎ部の基準点I_{2-1}、I_{2-2}それぞれに対応する投影領域ＰＡ１の継ぎ部の点I_1、投影領域ＰＡ３の継ぎ部の点I_3の強度がそれぞれI_{2-1}、I_{2-2}とほぼ等しくなるように各照明光学系の光束の強度を制御する。投影領域ＰＡ１の光束の強度の設定は、点I_1の強度が基準点I_{2-1}と等しくなるように、フィルタ駆動部４４を制御して平面フィルタ４２を駆動することにより行なう。同様に、投影領域ＰＡ３についても継ぎ部の点I_3の強度が基準点I_{2-2}と等しくなるように、フィルタ駆動部４４を制御する。制御後、それぞれの照明光学系内照度センサ４６の値を記憶する。

【００４５】

全接続部に対し、このような照度調整のための平面フィルタ４２の駆動制御を行なった後、均一測定センサ２４を用いて各投影領域の照明光の接続部付近と中心部分の照度を測定し、全体的な照度差が仕様を満足していなければ、再度フィルタ駆動部４４を駆動制御した上で照度の均一性を測定する。

【００４６】

上記の方法で、各照明光の隣り合う接続部との照度差と全体的な照度差が仕様値内であれば、各照明光の中心部分の照度を基準照度とし、各照明系内照度センサ４６の出力と基準照度を比較することで、照明系内照度センサ４６のキャリブレーションを行ない、その後、一旦、シャッタを閉じる。

【００４７】

▲４▼　このようにして照度の事前調整が完了した後、露光が行なわれる。この露光中は、先に説明した、各投影領域の内部の光強度の不均一性が存在しない場合と、同様の照度調整がなされる。

【００４８】
このように、均一性測定センサ２４にて検出した継ぎ部の光強度に基づいて隣合う重複する継ぎ部同士の光束の強度が一致するように、各フィルタ駆動部４４を制御することにより、投影領域の継ぎ部における光束の強度の急激な変化を最小限にできる。
【００４９】
複数枚の感光基板を処理した後に、定期的に上記▲３▼の照度調整の動作を行ない、露光中は各照明系内照度センサ４６の出力に基づいて照度変化を抑制するように平面フィルタ４２を駆動すれば、照度変化を抑さえ、継ぎムラを無くすことができる。
【００５０】
上述のように本実施例によると、各投影領域の重複する継ぎ部どうしが同一強度となるように各照明光学系の強度を制御することにより感光基板上での光強度分布が急激に変化することを最小限に抑えることができ、これにより、アクテイブマトリクス液晶デバイスの製造等において、継ぎ部のコントラスト変化を解消することができる。
【００５１】
なお、平面フィルタ４２としては、上記実施例で説明したもの以外に、図６に示されるような透過率の変化特性を有するものを使用してもよい。この平面フィルタは、透過率１００％の部分を持たないが、装置によっては、このような平面フィルタを搭載することもできる。
【００５２】
あるいは、図７に示されるように、１本の光軸に同一の透過率の変化特性を有する平面フィルタを２枚用いてもよい。このようにすれば、透過率が変化する部分が相互に重なった位置では、光速の通過断面全面で透過率を一定にすることができる。この２枚のフィルタは、それぞれに駆動装置を設けて駆動してもよく、あるいは一つの駆動装置で駆動してもよい。しかしながら、平面フィルタが１枚であっても、各照明光学系内にはフライアイレンズが設けられると共に、走査方向に透過率の傾斜勾配を持たせているので、光量が平均化されて傾斜ムラは生じないので、平面フィルタの透過率の連続的変化が直接的に悪影響を与えることは、殆どないものと考えられる。
【００５３】
なお、上記実施例では、照明光学系毎に光源を備えた場合を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、光源の数より照明光学系（ないしは投影光学系）の数の方が多い場合には、光源と照明光学系とを多分岐光ファイバにて接続し、光を光源の数以上に分岐させることで照度差を比較的少なくするようにしてもよい。
【００５４】
また、上記実施例では、投影領域の照度調整（光束の強度調整、光量の調整）を、平面フィルタの位置制御により行なう場合について説明したが、これと併せて制御部４８により、電源に対する印加電圧（もしくは、電源電流）をフイードバツク制御するようにしてもよい。
【００５５】
更に、上記実施例では、光源とフライアイレンズとの間に平面フィルタが配置されているので、平面フィルタの位置を透過する光束が小さいため、平面フィルタとして小面積のものを使用することができる。
【００５６】
なお、上記実施例では、等倍の投影光学系を用いる場合について例示したが、本発明はこれに限らず、所定の倍率を有する投影光学系、屈折系、反射系等のいずれの光学系を用いても良い。
【００５７】
また、上記実施例では、視野絞りの開口形状を台形としたものについて述べたが、本発明はこれに限らず、例えば六角形の開口を有する視野絞りを用いても良い。
【００５８】
更に、上記実施例では、投影領域が図３に示されるような配置となるように照明光学系お

よび投影光学系を配置する構成のものについて述べたが、本発明はこれに限らず、投影領域ＰＡ２、ＰＡ４を形成する照明光学系および投影光学系を除いた構成としても良い。この場合、マスク１２と感光基板１４をＸ方向に走査した後、Ｙ方向に所定量ステツプして再度Ｘ方向とは逆の方向に走査することにより、マスク１２のパターン領域の全面を感光基板１４上に転写することができる。

【００５９】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、露光中の光量の変動による照明光学系相互間（投影領域相互間）の照度のバラツキを防止することができ、投影領域相互間の経時的な光量ムラに起因する露光不良の発生を防止することができるという従来にない優れた効果がある。

【００６０】

特に、請求項２記載の発明にあっては、相互に隣接する投影領域の境界付近の照度差を少なくすることをができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】一実施例の露光装置の概略構成を示す図である。

【図２】図１の露光装置の外観斜視図である。

【図３】図１の装置における感光基板上の投影領域を示す図である。

【図４】平面フィルタを示す図であって、（Ａ）は平面図、（Ｂ）は正面図、（Ｃ）は透過率の変化特性を示す図である。

【図５】継ぎ部の照度調整を説明するための図である。

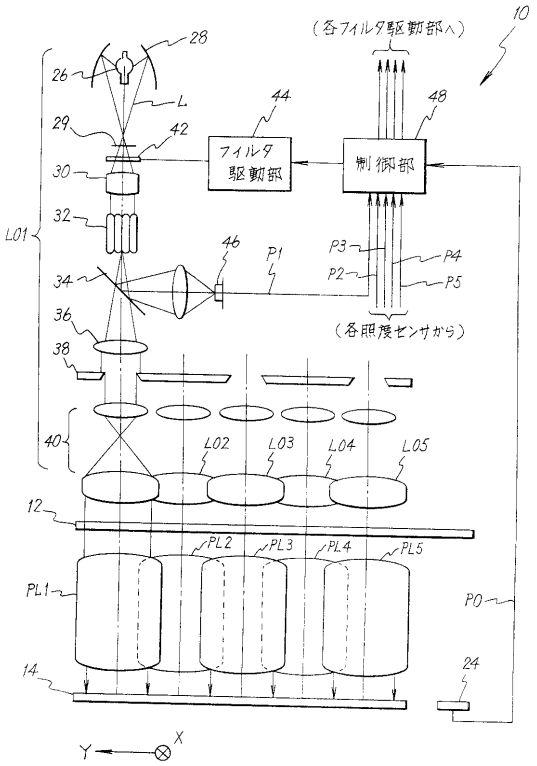
【図６】平面フィルタの他の例を示す図である。

【図７】平面フィルタを２枚用いる場合の例を示す図である。

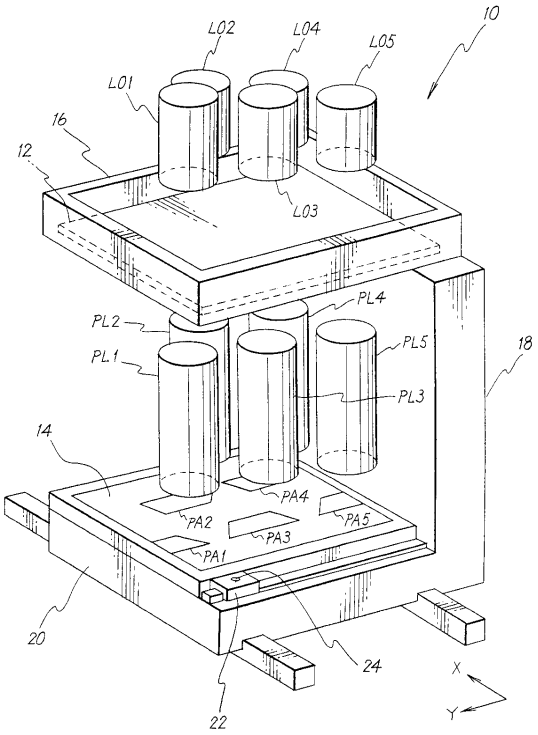
【符号の説明】

１０　露光装置
１２　マスク
１４　感光基板
２４　均一性測定センサ（第１の光量センサ）
３２　フライアイレンズ（オプティカルインテグレータ）
４２　平面フィルタ
４４　フィルタ駆動部（駆動手段）
４６　照明系内照度センサ（第２の光量センサ）
４８　制御部（制御手段）
ＰＬ１～ＰＬ５　投影光学系
Ｌ０１～Ｌ０５　照明光学系
ＰＡ１～ＰＡ５　投影領域

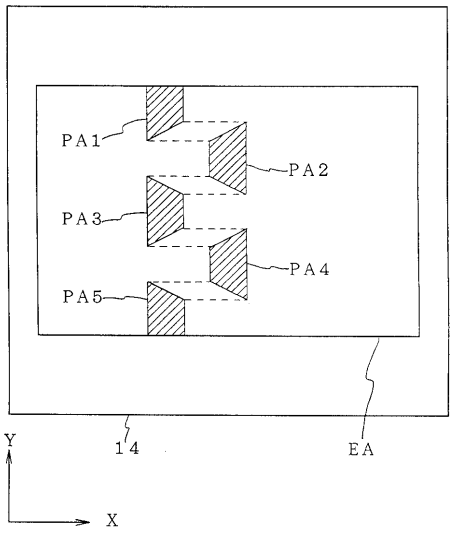
【図１】


（各フィルタ駆動部へ）
10
28
26
L
29
42
44
フィルタ駆動部
48
制御部
30
32
L01
46
P1
P3
P4
P2
P5
34
（各照度センサから）
36
38
40
L02
L03
L04
L05
12
PL2
PL3
PL4
PL5
PL1
P0
14
24
Y
X

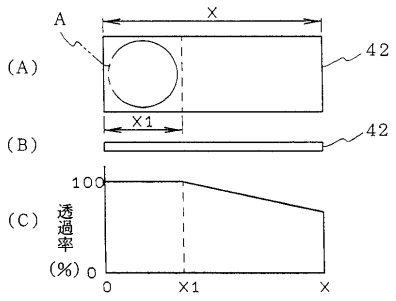
【図２】


10
L02
L04
L05
L01
16
12
L03
PL4
PL2
PL5
18
PL1
PL3
14
PA4
PA2
PA5
PA3
PA1
20
24
22
X
Y

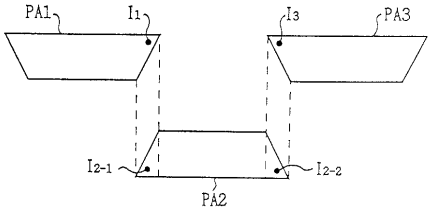
【図３】


PA1
PA2
PA3
PA4
PA5
Y
14
EA
X

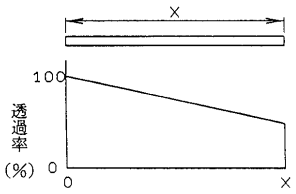
【図４】


A
X
(A)
42
X1
(B)
42
100
(C)
透過率
(%)
0
0
X1
X

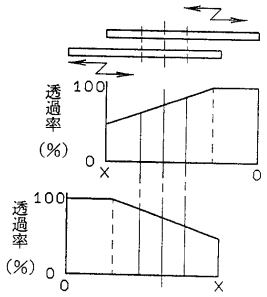
【図５】


PA1
I1
I3
PA3
I2-1
I2-2
PA2

【図６】



【図７】



フロントページの続き

(72)発明者　森　晋
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
(72)発明者　菊池　哲男
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
(72)発明者　山元　規彰
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

(56)参考文献　特開平０７－０５７９８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２４４０７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２４４７０７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１９３１２５（ＪＰ，Ａ）

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