

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5012002号
(P5012002)

(45) 発行日 平成24年8月29日 (2012. 8. 29)

(24) 登録日 平成24年6月15日 (2012. 6. 15)

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

F 1

G03F 7/20 501

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-347326 (P2006-347326)
(22) 出願日 平成18年12月25日 (2006. 12. 25)
(65) 公開番号 特開2008-158282 (P2008-158282A)
(43) 公開日 平成20年7月10日 (2008. 7. 10)
審査請求日 平成21年11月24日 (2009. 11. 24)

(73) 特許権者 000003193
凸版印刷株式会社
東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号
(72) 発明者 茅根 博之
東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印
刷株式会社内
(72) 発明者 谷脇 和磨
東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印
刷株式会社内
(72) 発明者 多田 昌広
東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印
刷株式会社内

審査官 佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近接露光方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも露光光源ランプ (1 0) と、楕円ミラー (2 0) と、コールドミラー (3 0) と、フィルター (4 0) と、インテグレートーレンズ (5 0) と、コリメーションミラー (6 0) と、反射ミラー (7 0) と、フォトマスク (8 0) とで構成される近接露光装置を用いた近接露光方法において、前記インテグレートーレンズ (5 0) のレンズ形状を矩形から円形又は擬似円形とし、フォトマスクと被露光基板上の感光層とのギャップを $50 \sim 300 \mu\text{m}$ として露光することを特徴とする近接露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カラーフィルタ基板等のパターン露光に用いられる近接露光装置に関し、特に、露光ギャップを有る程度増やしても、パターン解像度の低下を防止できる大型基板対応の近接露光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、大型カラーテレビ、ノートパソコン、携帯用電子機器の増加に伴い、液晶ディスプレイ、特にカラー液晶ディスプレイパネルの需要の増加はめざましいものがある。カラー液晶ディスプレイパネルに用いられるカラーフィルタ基板は、透明基板上に形成されたブラック感光層、赤色感光層、緑色感光層、青色感光層を順次フォトリソグラフィを

用いてパターンニング処理して、ブラックマトリックス、赤色フィルタ、緑色フィルタ、青色フィルタを形成して、作製される。

【 0 0 0 3 】

上記カラーフィルタ基板の製造工程のパターン露光工程において、パターン露光時の共通欠陥の発生を防止したり、スループットを向上させるために、近接露光装置を用いたプロキシミティ露光（近接露光）が採用されており、複数のミラー群で一つの反射面を備え、スループットを向上できる大型基板対応の近接露光装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）

これは、光源からの光を利用して、マスクのパターンを均一なプロキシミティギャップを有する投影光学系を介して被露光基板に照射する露光装置において、複数のミラー群で一つの反射面を構成する集成ミラーを前記投影光学系に用いることにより、大型の被露光基板に対しても光源からの光を効率よく照射することができるようにしたものである。

10

【 0 0 0 4 】

図 5 は、近接露光装置の一例を示す模式概略図である。

近接露光装置 2 0 0 は、露光光源ランプ 1 0、楕円ミラー 2 0、コールドミラー 3 0、フィルター 4 0、インテグレーターレンズ 5 0 a、コリメーションミラー 6 0、反射ミラー 7 0、フォトマスク 8 0 で構成されている。

露光光源ランプ 1 0 からの光は、楕円ミラー 2 0 を経て、コールドミラー 3 0 で反射し、フィルター 4 0、インテグレーターレンズ 5 0、コリメーションミラー 6 0、反射ミラー 7 0、フォトマスク 8 0 を経て、被露光基板 9 0 上の感光層 9 1 をパターン露光する。

20

【 0 0 0 5 】

プロキシミティ露光では、解像度が露光ギャップに大きく影響されることが知られている。また、パターンの解像度に影響する要素のひとつとして上記露光装置のインテグレーターレンズ 5 0 a が挙げられる。これは、インテグレーターレンズ 5 0 a の大きさや形状によってコリメーション半角や照射面における光強度分布が決まるためである。

【 0 0 0 6 】

コリメーション半角はパターン加工精度に関係する要素であり、照射光はこの角度を有するため、形成されるパターンはマスク開口部に対してぼけが生じる。

このパターンぼけを小さくするためにはこのコリメーション半角の調整が必要である。

コリメーション半角の角度が小さすぎるとマスク開口部での回折の影響が大きくなるため、ある程度の角度を持たせるのが普通である。

30

【 0 0 0 7 】

近年、カラー液晶ディスプレイの大型化に伴い、カラーフィルター製造ラインは大型化の一途をたどっており、フォトリソラインの各工程に大きな負荷を生じさせ、露光工程もその例外ではない。

【 0 0 0 8 】

露光工程においては、基板の大型化にともない、フォトマスクは大型化し、フォトマスクが大型化になることによって、フォトマスク自体が撓みやすくなる。したがって、プロキシミティ露光のようなフォトフォトマスクを被露光基板に近接させて露光する場合、フォトマスクと被露光基板間の露光ギャップに不均一性が生じる。そして、最悪の場合は被露光基板とフォトマスクが接触してしまい、不良発生の原因となる。

40

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 0 4 7 3 8 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

< 露光ギャップについて >

プロキシミティ露光における露光ギャップは、被露光基板と接触するのを避けるため大型基板ほど広くする必要がある。接触すると製品に欠陥が生じるため、解像度向上の手段のみで露光ギャップを狭めるのは難しいという問題を有している。

インテグレーターレンズについて

50

矩形のインテグレーターレンズを用いると対角成分のコリメーション半角が縦横と比較して大きくなること、照射面における光分布の異方性が生じることで、パターンを形成する際に解像度低下の原因となる。

円形のインテグレーターレンズとしてはロッドレンズが用いられて、照射面における光分布の異方性が生じないので高解像度パターンを作成可能だが、大型基板露光用のサイズに対応できないという問題を有している。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、近接露光装置を用いたパターン露光において、露光ギャップが変動しても、パターン解像度を低下させない大型基板対応の近接露光装置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】

【 0 0 1 1 】

本発明に於いて上記課題を解決するために、少なくとも露光光源ランプ 1 0 と、楕円ミラー 2 0 と、コールドミラー 3 0 と、フィルター 4 0 と、インテグレーターレンズ 5 0 と、コリメーションミラー 6 0 と、反射ミラー 7 0 と、フォトマスク 8 0 とで構成される近接露光装置を用いた近接露光方法において、前記インテグレーターレンズ 5 0 のレンズ形状を矩形から円形又は擬似円形とし、フォトマスクと被露光基板上の感光層とのギャップを 5 0 ~ 3 0 0 μ m として露光することを特徴とする近接露光方法としたものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明の近接露光装置を用いて大型の被露光基板にパターン露光することにより、フォトマスクと被露光基板との露光ギャップを 5 0 ~ 3 0 0 μ m 変動しても、パターン解像度の低下を防止でき、パターン露光時の共通欠陥の発生を防止したり、スループットを向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施形態につき図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の近接露光装置の一実施例を示す模式構成概略図である。

近接露光装置 1 0 0 は、少なくとも露光光源ランプ 1 0 と、楕円ミラー 2 0 と、コールドミラー 3 0 と、フィルター 4 0 と、インテグレーターレンズ 5 0 と、コリメーションミラー 6 0 と、反射ミラー 7 0 と、フォトマスク 8 0 とで構成されている。

露光光源ランプ 1 0 からの光は、楕円ミラー 2 0 を経て、コールドミラー 3 0 で反射し、フィルター 4 0、インテグレーターレンズ 5 0、コリメーションミラー 6 0、反射ミラー 7 0、フォトマスク 8 0 を経て、被露光基板 9 0 上の感光層 9 1 にパターン露光される。

【 0 0 1 4 】

露光光源ランプ 1 0 の光源については特に限定するものではないが、極間が小さく、なるべく点光源となるものが望ましい。出力を上げるなどの影響により極間が広がった場合は、正規分布する強度がブロードになり、インテグレーターレンズ 5 0 におけるエネルギー損失が大きくなるためである。

【 0 0 1 5 】

近接露光装置を用いたパターン露光において、解像度の向上は光学系に依存する部分も大きい。したがって、光源ランプの輝線の分布やそのミラー系の材質、さらにインテグレーターレンズの形状や大きさに起因することが知られている。

【 0 0 1 6 】

また、近接露光装置を用いたパターン露光においては、フォトマスク 8 0 と感光層 9 1 が形成された被露光基板 9 0 との露光ギャップによりパターン解像度が変化し、一般的には、露光ギャップを増やせばパターン解像度は低下してくる。

しかしながら、被露光基板が大型化している現在、フォトマスク 8 0 と被露光基板 9 0 との接触を避けるため大型基板ほど広くする必要がある。フォトマスク 8 0 と被露光基板 9 0 とが接触するとフォトマスク 8 0 に異物等が付着し、カラーフィルタ基板等の製品に共

10

20

30

40

50

通欠陥が発生し、問題となる。

そのため、解像度向上だけでフォトマスク 80 と被露光基板 90 の露光ギャップを狭めるのは難しい。

【0017】

今回発明者らは、露光ギャップとパターン解像度に着目し、フォトマスク 80 と被露光基板 90 の露光ギャップを有る程度 (50 ~ 300 μm) 増やしても、パターン解像度が低下しない近接露光装置を考案するに至った。

【0018】

パターン解像度 (R) は、下記式 1 で表され、露光ギャップ (g) と露光波長 (λ) とから決まることが知られているが、これまでインテグレーターレンズ 50 のレンズ形状と露光ギャップ (g) とパターン解像度 (R) の関連について鋭意検討している中で、インテグレーターレンズ 50 のレンズ形状を変更することによって、露光ギャップを増やす方向で変動してもパターン解像度の低下を最小限に抑えることができることが判明した。

【0019】

【数 1】

$$\text{解像度}(R) = \sqrt{\text{露光ギャップ}(g) \times \text{露光波長}(\lambda)} \cdots (\text{式 1})$$

近接露光装置で用いられているインテグレーターレンズの形状は、製造が容易であることから矩形のものが搭載されていることが多い。

本発明は、近接露光装置 100 で用いられているインテグレーターレンズ 50 の形状を従来の矩形状から円形にしたものである。

図 2 (a) に、本発明の近接露光装置 100 に搭載したインテグレーターレンズのレンズ形状を円形状としたインテグレーターレンズ 50 の模式構成図を示す。

【0020】

これは、図 2 (b) に示す、従来のレンズ形状が矩形状のインテグレーターレンズ 50 a の各コーナー部の斜線部のレンズエレメントを除去して、擬似円形状のインテグレーターレンズ 50 としたものである。

ここでは、レンズエレメントがマトリクス状に 100 個配置された矩形状のインテグレーターレンズ 50 a の各コーナー部の 3 個のレンズエレメントを除去して、擬似円形状のインテグレーターレンズ 50 を作製した事例であるが、これはあくまで一例であって、矩形状のインテグレーターレンズの各コーナー部で除去するレンズエレメントについては、矩形状のインテグレーターレンズのレンズエレメント数等により適宜設定されるものである。

また、擬似円形状のインテグレーターレンズ 50 の形状は、矩形状レンズの内接円にすることが好ましい。

【0021】

この矩形インテグレーターレンズを擬似的に円形にする手段としては、インテグレーターレンズはひとつひとつのエレメントをくっつけることで作成するので、図 2 (b) の斜線で示してあるエレメントはくっつけないことで擬似的に円形にする方法と、図 2 (b) の斜線で示してあるエレメント部をカバー (アパーチャ) で隠すことで擬似的に円形レンズとしてしようする方法の二つが考えられます。

例えば、すでに矩形インテグレータを搭載した露光機であれば後者の方法で円形にすることで解像度の露光ギャップ依存性低減効果が得られる。

【0022】

図 2 (a) の円形状のインテグレーターレンズ 50 及び図 2 (b) の矩形状のインテグレーターレンズ 50 a に光を照射し、各インテグレーターレンズから出射する出射面の光強度分布の一例を図 3 (a) 及び図 3 (b) にそれぞれ示す。

図 3 (a) は、円形状のインテグレーターレンズ 5 0 に光を照射した時の光強度分布を、図 3 (b) は、矩形形状のインテグレーターレンズ 5 0 a に光を照射した時の光強度分布をそれぞれ示す。

露光ギャップが狭ければ円形、矩形にかかわらず高解像パターンの形成が可能である。また、露光ギャップを広くするといずれの形状でも解像度は低下する。ただ、円形状のインテグレーターレンズ 5 0 を使用することで視角（コリメーション半角）の異方性が低減されるので（擬似円形でも矩形形状よりは確実に異方性が低減する）、形成されるパターンのゆがみが低減され、矩形形状インテグレーターレンズ 5 0 a と比較して特に光の干渉の影響を受けやすいパターンコーナー部などで解像力に違いがみらる。

【 0 0 2 3 】

10

露光ギャップを広げていくと視角の影響が解像度に与える影響が増大するため、異方性の小さい円形インテグレーターレンズと異方性の大きい矩形インテグレーターレンズでは解像度の差が目立つようになるという実験結果（露光ギャップ 0 ~ 2 5 0 μm ）も得られている。

本発明で 5 0 ~ 3 0 0 μm としているのは、実際のパターン露光では、露光ギャップ 0 μm では使用しないことと、露光ギャップ 3 0 0 μm 以下での使用がほとんどであるという理由である。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、円形状のインテグレーターレンズ 5 0 を備えた近接露光装置 1 0 0、もしくは矩形形状のインテグレーターレンズ 5 0 a を備えた近接露光装置 2 0 0 を用いてプロキシミ

20

ティー露光したときの露光ギャップに対するパターン線幅の太り量を測定した説明図である。

図 4 の実線はグラフが円形状のインテグレーターレンズ 5 0 を使ってパターンニングしたときの露光ギャップに対する線幅太り量の推移を示している。

点線は矩形形状のインテグレーターレンズ 5 0 a を使用した時の露光ギャップに対するパターン線幅の太り量の推移を示している。

円形状のインテグレーターレンズ 5 0 を使用することで、視角の異方性が小さくなり、その結果パターンニング解像度が向上するという推測どおりの結果が得られている。

【 0 0 2 5 】

上記したように、円形状のインテグレーターレンズ 5 0 を備えた近接露光装置を用いて、大型基板のプロキシミティー露光によるパターン露光を行い、露光ギャップを有る程度（5 0 ~ 3 0 0 μm ）増やしても、パターン解像度の低下を防止でき、パターン露光時の共通欠陥の発生を防止し、スループットを向上させることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 本発明の近接露光装置の一実施例を示す模式構成概略図である。

【 図 2 】 (a) は、本発明の近接露光装置に用いた円形状のインテグレーターレンズの一実施例を示す模式平面図である。(b) は、従来の矩形形状のインテグレーターレンズの一例を示す模式平面図である。

【 図 3 】 (a) は、円形状のインテグレーターレンズ 5 0 に光を照射した時の光強度分布の一例を示す説明図である。(b) は、矩形形状のインテグレーターレンズ 5 0 a に光を照射した時の光強度分布の一例を示す説明図である。

40

【 図 4 】 円形状のインテグレーターレンズ 5 0 を備えた近接露光装置 1 0 0、もしくは矩形形状のインテグレーターレンズ 5 0 a を備えた近接露光装置 2 0 0 を用いてプロキシミティー露光したときの露光ギャップに対するパターン線幅の太り量を測定した説明図である。

【 図 5 】 従来の近接露光装置の一例を示す模式構成概略図である。

【 符号の説明 】

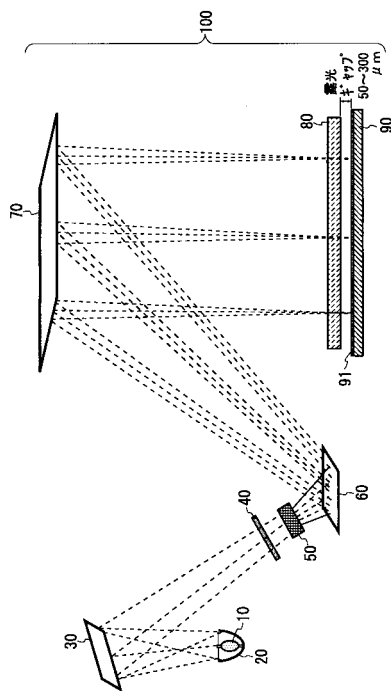
【 0 0 2 7 】

1 0 ... 露光光源ランプ

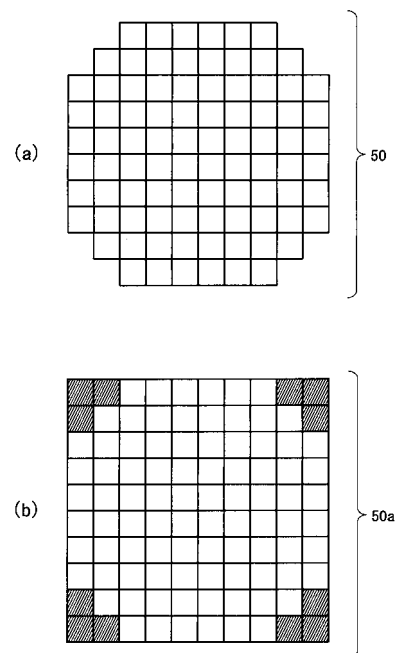
50

- 2 0 ... 楕円ミラー
- 3 0 ... コールドミラー
- 4 0 ... フィルター
- 5 0、5 0 a ... インテグレートレンズ
- 6 0 ... コリメーションミラー
- 7 0 ... 反射ミラー
- 8 0 ... フォトマスク
- 9 0 ... 被露光基板
- 9 1 ... 感光層
- 1 0 0、2 0 0 ... 近接露光装置

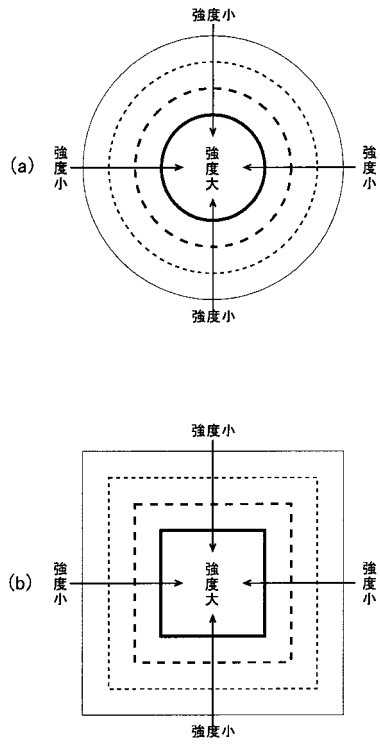
【図 1】



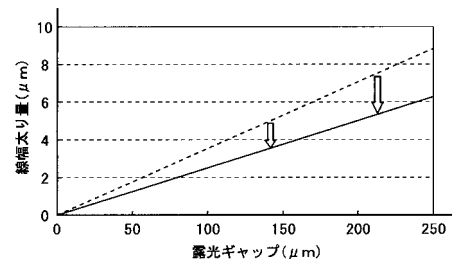
【図 2】



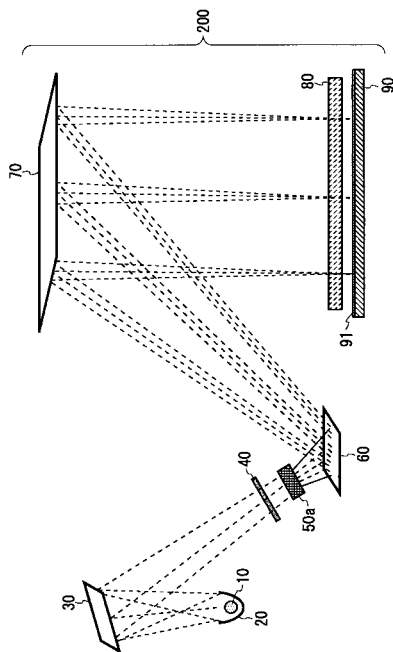
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 2 2 0 6 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 7 4 1 7 2 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 7 6 0 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 4 6 1 4 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 8 2 1 5 8 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 2 3 4 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 8 6 6 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 4 7 3 8 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 3 F 7 / 2 0 - 7 / 2 4 、 9 / 0 0 - 9 / 0 2 、
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7、2 1 / 3 0