

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4480002号
(P4480002)

(45) 発行日 平成22年6月16日 (2010. 6. 16)

(24) 登録日 平成22年3月26日 (2010. 3. 26)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 F 1/08 (2006. 01)

G O 3 F 1/08 S

G O 1 B 11/30 (2006. 01)

G O 1 B 11/30 A

H O 1 L 21/027 (2006. 01)

H O 1 L 21/30 5 O 2 P

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-159792 (P2004-159792)
 (22) 出願日 平成16年5月28日 (2004. 5. 28)
 (65) 公開番号 特開2005-338621 (P2005-338621A)
 (43) 公開日 平成17年12月8日 (2005. 12. 8)
 審査請求日 平成19年4月25日 (2007. 4. 25)

(73) 特許権者 000113263
 H O Y A 株式会社
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
 (74) 代理人 100091362
 弁理士 阿仁屋 節雄
 (74) 代理人 100090136
 弁理士 油井 透
 (74) 代理人 100105256
 弁理士 清野 仁
 (72) 発明者 吉田 輝昭
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O
 Y A 株式会社内
 審査官 佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ムラ欠陥検査方法及び装置、並びにフォトマスクの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多数の単位パターンが規則的に配列された繰り返しパターンを有する被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検査するムラ欠陥検査方法において、

上記被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検出する検出工程と、

この検出工程により検出された上記被検査体のムラ欠陥のムラ欠陥検出データと、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥のそれぞれに対し相関関係にある複数の疑似ムラ欠陥検出データとを比較して、上記被検査体のムラ欠陥を評価する評価工程と、を有することを特徴とするムラ欠陥検査方法。

【請求項 2】

上記評価工程は、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥をそれぞれ有する複数の繰り返しパターンが基板上に形成されたムラ欠陥検査マスクを用い、このムラ欠陥検査マスクの各疑似ムラ欠陥を検出したときの、当該疑似ムラ欠陥と相関関係にある疑似ムラ欠陥検出データと、検出工程にて検出された被検査体のムラ欠陥におけるムラ欠陥検出データとを比較することを特徴とする請求項 1 に記載のムラ欠陥検査方法。

【請求項 3】

上記評価工程は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥のレベル分けさ

れた強度を基準として設定された検出水準を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のムラ欠陥検査方法。

【請求項 4】

上記評価工程は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥の許容強度を基準として設定された検出閾値を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のムラ欠陥検査方法。

【請求項 5】

上記ムラ欠陥の種類は、繰り返しパターンにおける単位パターンの線幅の異常に基づく CD ムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの間隔の異常に基づくピッチムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの位置ずれに基づくバッチングムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの形状欠陥に基づくディフェクトムラ欠陥の少なくとも一つであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のムラ欠陥検査方法。

10

【請求項 6】

上記被検査体が、映像デバイスまたはこの映像デバイスを製造するためのフォトリソマスクであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のムラ欠陥検査方法。

【請求項 7】

多数の単位パターンが規則的に配列された繰り返しパターンを有する被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検査するムラ欠陥検査装置において、

20

上記被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検出する検出手段と、

この検出手段により検出された上記被検査体のムラ欠陥のムラ欠陥検出データと、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥のそれぞれに対し相関関係にある複数の疑似ムラ欠陥検出データとを比較して、上記被検査体のムラ欠陥を評価する評価手段と、を有することを特徴とするムラ欠陥検査装置。

【請求項 8】

上記評価手段は、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥をそれぞれ有する複数の繰り返しパターンが基板上に形成されたムラ欠陥検査マスクを用い、このムラ欠陥検査マスクの各疑似ムラ欠陥を検出したときの、当該疑似ムラ欠陥と相関関係にある疑似ムラ欠陥検出データと、検出手段にて検出された被検査体のムラ欠陥におけるムラ欠陥検出データとを比較することを特徴とする請求項 7 に記載のムラ欠陥検査装置。

30

【請求項 9】

上記評価手段は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥のレベル分けされた強度を基準として設定された検出水準を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のムラ欠陥検査装置。

【請求項 10】

上記評価手段は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥の許容強度を基準として設定された検出閾値を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のムラ欠陥検査装置。

40

【請求項 11】

上記ムラ欠陥の種類は、繰り返しパターンにおける単位パターンの線幅の異常に基づく CD ムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの間隔の異常に基づくピッチムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの位置ずれに基づくバッチングムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの形状欠陥に基づくディフェクトムラ欠陥の少なくとも一つであることを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれかに記載のムラ欠陥検査装置。

50

【請求項 1 2】

上記被検査体が、映像デバイスまたはこの映像デバイスを製造するためのフォトマスクであることを特徴とする請求項 7 乃至 11 のいずれかに記載のムラ欠陥検査装置。

【請求項 1 3】

透光性基板上に所定の遮光膜パターンを備えたフォトマスクを製造するフォトマスクの製造方法において、

上記透光性基板上に、多数の単位パターンが規則的に配列された繰り返しパターンからなる遮光膜パターンを形成する遮光膜パターン形成工程と、

上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のムラ欠陥検査方法を実施して検査するムラ欠陥検査工程と、を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ムラ欠陥検査方法、ムラ欠陥検査装置、及びフォトマスクの製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、半導体装置、撮像デバイス及び表示デバイス等の製造工程におけるパターン形成に用いられるフォトマスクとしては、ガラス等の透明基板上に、クロム等の遮光膜が所望のパターンに部分的に除去されて構成されたものが知られている。

20

【0003】

このフォトマスクの製造方法は、透明基板上に遮光膜を形成し、この遮光膜上にレジスト膜を形成した後、レジスト膜に電子線又はレーザーによって描画を施すことにより所定のパターンを露光し、その後、描画部と非描画部とを選択的に除去してレジストパターンを形成後、レジストパターンをマスクとして遮光膜をエッチングして遮光膜パターンを形成し、最後に残存レジストを除去してフォトマスクを得る。

【0004】

電子線又はレーザーによる走査によってレジスト膜に直接描画を施す描画装置の方式は、大別してラスタスキャン方式とベクタスキャン方式がある。ラスタスキャン方式は、描画エリア全面をビーム(電子線或いはレーザー)が走査して、パターン部分に達するとビームが ON となり描画を行う方式である。ビームの走査は一定のスキャン幅で Y 方向へスキャンされ、Y 方向へのスキャンが終了すると X 方向にビームが送られ、これが繰り返されることにより描画領域全面がスキャンされる。

30

【0005】

一方、ベクタスキャン方式は、複数のスキャン領域(描画単位)毎に、当該スキャン領域内のパターン形成部分のみにビームが走査する方式であり、ひとつのパターンを走査し終わるとビームを OFF とし、同じスキャン領域内の次のパターンにビームが移動し、再び ON としてそのパターンを走査する。ひとつのスキャン領域内の図形を全て描画し終わると、XY テーブルの移動により次のスキャン領域へビームが移動される。

40

【0006】

上述の何れの描画方式を用いた場合においても、ビームのスキャン幅やビーム径に描画の繋ぎ目が存在し、そのような繋ぎ目に発生するバッティングエラー等の描画不良によるエラーが、描画単位毎に周期的に発生してしまうという問題がある。

【0007】

特に、固体撮像装置(CCD、CMOS等)の撮像デバイスや、液晶表示パネル等の表示デバイス等の映像デバイスを製造するためのフォトマスクのように、画素パターンに対応して規則的に配列された繰り返しパターンを有するものの場合には、上述のような描画不良による周期的なエラーは、各々のエラーが目視できない大きさ(例えば、数十nmのサイズ)であっても、規則的な繰り返しパターン上に周期的なエラーが発生することで、す

50

じ状の連続したエラーとなって目視可能となってしまう。この結果、撮像デバイスや表示デバイスにおいて感度ムラまたは表示ムラ等のムラ欠陥が発生し、デバイスの性能が低下するという問題を生ずる。上述の例のように、規則的に配列したパターンに意図せずに発生した規則的エラーを「ムラ欠陥」と称する。

【 0 0 0 8 】

ところで、フォトマスクの品質を保証するための検査として、パターンの線幅検査、パターン欠陥検査及び異物検査が従来から一般的に行われている。しかしながら、上述の検査は、フォトマスク上の局所的な欠陥を検査するものであるため、前述のようなフォトマスクのムラ欠陥のように、フォトマスクの広い領域において始めて認識されるような欠陥については検出することが困難である。このため、ムラ欠陥は、目視による主観的な検査によって実施されている。

10

【 0 0 0 9 】

一方、映像デバイス基板(例えば、液晶TFT基板等)において、ムラ欠陥を検査する装置が、例えば特許文献1に開示されている。このムラ欠陥検査装置は、基板表面に光を照射し、この表面に形成されたパターンのエッジ部からの散乱光を観察することによって、ムラ欠陥を検出するものである。

【特許文献1】特開平10-300447号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

20

しかしながら、上述のような目視によるムラ欠陥の検査では、検査を行う作業者によって検査結果にばらつきが生ずる等の理由から、フォトマスクのムラ欠陥を高精度に検出できず、この結果、デバイスの歩留まりが低下してしまう課題がある。

【 0 0 1 1 】

また、フォトマスクを用いて製造したデバイスにおいては、デバイスのムラ欠陥は、フォトマスクが要因となる場合のみならず、例えばフォトマスクの繋ぎ合わせ露光によるもの等の他の要因も考えられる。特許文献1に記載のデバイスのムラ欠陥検査装置の場合には、検出されたムラ欠陥の原因を特定することが困難である。

【 0 0 1 2 】

更に、特許文献1に記載のムラ欠陥検査装置は、ムラ欠陥を検出することはできるものの、例えば検査を必要とするムラ欠陥と、検査を必要としないムラ欠陥とを識別する等のようにムラ欠陥を定性的に評価したり、ムラ欠陥を、その強度に基づいて定量的に評価するものではない。

30

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、上述の事情を考慮してなされたものであり、被検査体の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥を定性的且つ定量的に評価して、当該ムラ欠陥を高精度に検出できるムラ欠陥検査方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、被検査体の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥を定性的且つ定量的に評価して、当該ムラ欠陥を高精度に検出できるムラ欠陥検査装置を提供することにある。

40

本発明の更に他の目的は、フォトマスクの繰り返しパターンに発生するムラ欠陥を定性的且つ定量的に評価して、当該ムラ欠陥を高精度に検出できるフォトマスクの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

請求項1に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、多数の単位パターンが規則的に配列された繰り返しパターンを有する被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検査するムラ欠陥検査方法において、上記被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検出する検出工程と、この検出工程により検出された上記被検査体のムラ欠陥のムラ欠陥検出データと、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ム

50

ラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥のそれぞれに対し相関関係にある複数の疑似ムラ欠陥検出データとを比較して、上記被検査体のムラ欠陥を評価する評価工程と、を有することを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

請求項 2 に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、請求項 1 に記載の発明において、上記評価工程は、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥をそれぞれ有する複数の繰り返しパターンが基板上に形成されたムラ欠陥検査マスクを用い、このムラ欠陥検査マスクの各疑似ムラ欠陥を検出したときの、当該疑似ムラ欠陥と相関関係にある疑似ムラ欠陥検出データと、検出工程にて検出された被検査体のムラ欠陥におけるムラ欠陥検出データとを比較することを特徴とするものである。

10

【 0 0 1 6 】

請求項 3 に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、請求項 1 又は 2 に記載の発明において、上記評価工程は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥のレベル分けされた強度を基準として設定された検出水準を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とするものである。

【 0 0 1 7 】

請求項 4 に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、請求項 1 又は 2 に記載の発明において、上記評価工程は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥の許容強度を基準として設定された検出閾値を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とするものである。

20

【 0 0 1 8 】

請求項 5 に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の発明において、上記ムラ欠陥の種類は、繰り返しパターンにおける単位パターンの線幅の異常に基づく CD ムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの間隔の異常に基づくピッチムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの位置ずれに基づくパッチングムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの形状欠陥に基づくディフェクトムラ欠陥の少なくとも一つであることを特徴とするものである。

30

【 0 0 1 9 】

請求項 6 に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の発明において、上記被検査体が、映像デバイスまたはこの映像デバイスを製造するためのフォトマスクであることを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

請求項 7 に記載の発明に係るムラ欠陥検査装置は、多数の単位パターンが規則的に配列された繰り返しパターンを有する被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検査するムラ欠陥検査装置において、上記被検査体の上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を検出する検出手段と、この検出手段により検出された上記被検査体のムラ欠陥のムラ欠陥検出データと、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥のそれぞれに対し相関関係にある複数の疑似ムラ欠陥検出データとを比較して、上記被検査体のムラ欠陥を評価する評価手段と、を有することを特徴とするものである。

40

【 0 0 2 1 】

請求項 8 に記載の発明に係るムラ欠陥検査装置は、請求項 7 に記載の発明において、上記評価手段は、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥をそれぞれ有する複数の繰り返しパターンが基板上に形成されたムラ欠陥検査マスクを用い、このムラ欠陥検査マスクの各疑似ムラ欠陥を検出したときの、当該疑似ムラ欠陥と相関関係にある疑似ムラ欠陥検出データと、検出手段にて検出された被検査体のムラ欠陥におけるムラ欠陥検出データとを比

50

較することを特徴とするものである。

【 0 0 2 2 】

請求項 9 に記載の発明に係るムラ欠陥検査装置は、請求項 7 又は 8 に記載の発明において、上記評価手段は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥のレベル分けされた強度を基準として設定された検出水準を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とするものである。

【 0 0 2 3 】

請求項 10 に記載の発明に係るムラ欠陥検査装置は、請求項 7 又は 8 に記載の発明において、上記評価手段は、疑似ムラ欠陥を有する繰り返しパターンを転写した被転写パターンがデバイスに形成されたときに、このデバイスについて定められたムラ欠陥の許容強度を基準として設定された検出閾値を指標として、被検査体のムラ欠陥の強度を評価することを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

請求項 11 に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、請求項 7 乃至 10 のいずれかに記載の発明において、上記ムラ欠陥の種類は、繰り返しパターンにおける単位パターンの線幅の異常に基づく CD ムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの間隔の異常に基づくピッチムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの位置ずれに基づくバツティングムラ欠陥、繰り返しパターンにおける単位パターンの形状欠陥に基づくディフェクトムラ欠陥の少なくとも一つであることを特徴とするものである。

【 0 0 2 5 】

請求項 12 に記載の発明に係るムラ欠陥検査方法は、請求項 7 乃至 11 のいずれかに記載の発明において、上記被検査体が、映像デバイスまたはこの映像デバイスを製造するためのフォトマスクであることを特徴とするものである。

【 0 0 2 6 】

請求項 13 に記載の発明に係るフォトマスクの製造方法は、透光性基板上に所定の遮光膜パターンを備えたフォトマスクを製造するフォトマスクの製造方法において、上記透光性基板上に、多数の単位パターンが規則的に配列された繰り返しパターンからなる遮光膜パターンを形成する遮光膜パターン形成工程と、上記繰り返しパターンに発生したムラ欠陥を、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のムラ欠陥検査方法を実施して検査するムラ欠陥検査工程と、を有することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

被検査体における繰り返しパターンに発生したムラ欠陥のムラ欠陥検出データと、所定の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥のそれぞれに対し相関関係にある複数の疑似ムラ欠陥検出データとを比較して、上記被検査体のムラ欠陥を評価することから、被検査体のムラ欠陥を、ムラ欠陥の種類毎に定性的に評価でき、且つムラ欠陥の強度に応じて定量的に評価できるので、被検査体のムラ欠陥を高精度に検出できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 8 】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、図面に基づき説明する。

図 1 は、本発明に係るムラ欠陥検査装置の一実施の形態の構成を示す斜視図である。図 2 は、図 1 におけるフォトマスクのチップにおける繰り返しパターンを示す平面図である。

【 0 0 2 9 】

この図 1 に示すムラ欠陥検査装置 10 は、被検査体としてのフォトマスク 50 の表面に形成された繰り返しパターン 51 (図 2) に発生するムラ欠陥を検出するものであり、ステージ 11、光源 12、受光器 13、解析装置 14、及び評価手段としての評価装置 15 を有して構成される。受光器 13 及び解析装置 14 が検出手段として機能する。また、解

析装置 14 と評価装置 15 は、同一のまたは異なったパーソナルコンピュータにより実現される。上記フォトマスク 50 は、映像デバイスを製造するための露光マスクである。

【0030】

ここで、映像デバイスは、多数の画素パターンが最終的に画像処理または画面表示されるようなデバイスであり、撮像デバイスと表示デバイスが挙げられる。撮像デバイスは CCD、CMOS、VMIS などの固体撮像装置が代表的なものである。また、表示デバイスは、液晶表示装置、プラズマ表示装置、EL 表示装置、LED 表示装置、DMD 表示装置が代表的なものである。従って、撮像デバイスの撮像面を形成する上記画素パターンは、具体的には、CCD や CMOS などの受光部を形成する繰り返しパターンである。また、表示デバイスの表示面を形成する画素パターンは、具体的には、液晶表示パネルの薄膜トランジスタや対向基板、カラーフィルタなどの繰り返しパターンである。

10

【0031】

上記フォトマスク 50 は、ガラスなどの透明基板 52 上にクロム膜などの遮光膜が設けられ、この遮光膜が所望の繰り返しパターン 51 (図 2) で部分的に除去されたものである。この繰り返しパターン 51 は、上記映像デバイスの多数の画素パターンをリソグラフィ法を用いて転写するのに用いられるパターンであり、画素パターンに対応して単位パターン 53 が規則的に配列されて構成される。図 1 における符号 55 は、繰り返しパターン 51 が形成されてなるチップを示し、フォトマスク 50 に 5×5 個程度設けられる。

【0032】

このフォトマスク 50 の製造方法は、多数の単位パターン 53 が規則的に配列された繰り返しパターン 51 からなる遮光膜パターンを形成する遮光膜パターン形成工程と、繰り返しパターン 51 に発生したムラ欠陥を、ムラ欠陥検査装置 10 を用いたムラ欠陥検査方法を実施して検査するムラ欠陥検査工程とを有するものである。

20

【0033】

遮光膜パターン形成工程は、まず、透明基板 52 上に遮光膜を形成し、その遮光膜上にレジスト膜を形成する。次に、このレジスト膜に描画機における電子線またはレーザのビームを照射して描画を施し、所定のパターンを露光する。次に、描画部と非描画部を選択的に除去してレジストパターンを形成する。その後、レジストパターンをマスクとして遮光膜をエッチングし、この遮光膜に、多数の単位パターン 53 からなる繰り返しパターン 51 を形成して遮光膜パターンを形成する。

30

【0034】

上述の遮光膜パターン形成工程では、電子線またはレーザのビームの走査により、レジスト膜に描画を施す際に、ビームのスキャン幅やビームの径に依存して描画に繋ぎ目が生じ、この繋ぎ目に、描画不良によるエラーが描画単位ごとに周期的に発生することがあり、これが前記ムラ欠陥発生の原因となってしまう。このムラ欠陥は CD ムラ欠陥、ピッチムラ欠陥、バッティングムラ欠陥及びディフェクトムラ欠陥が代表的なものである。

【0035】

CD ムラ欠陥 56 は、図 3 (A) 及び (B) に示すように、繰り返しパターン 51 における単位パターン 53 の線幅の異常に基づくものであり、描画機のビーム強度がばらつくこと等によって単位パターン 53 が細くなったり、太くなることにより発生するムラ欠陥である。

40

また、ピッチムラ欠陥 57 は、図 3 (C) 及び (D) に示すように、繰り返しパターン 51 における単位パターン 53 の配列間隔の異常に基づくものであり、描画の繋ぎ目に位置ずれが発生することによって、繰り返しパターン 51 における単位パターン 53 の間隔が部分的に異なってしまうことにより発生するムラ欠陥である。

【0036】

バッティングムラ欠陥 58 は、図 4 (A) 及び (B) に示すように、繰り返しパターン 51 における単位パターン 53 の位置ずれに基づくものである。このバッティングムラ欠陥 58 は、ビームによる描画の繋ぎ目に位置ずれが発生することによって、繰り返しパターン 51 における単位パターン 53 の位置が、他の単位パターン 53 に対してずれてしま

50

うことにより発生するムラ欠陥(パターン外バッティングムラ欠陥)であり、または同一の単位パターン53内においてずれてしまうことにより発生するムラ欠陥(パターン内バッティングムラ欠陥)である。

【0037】

また、ディフェクトムラ欠陥59は、図4(C)及び(D)に示すように、繰り返しパターン51における単位パターン53の形状欠陥に基づくものであり、描画の繋ぎ目に単位パターン53が存在し、この繋ぎ目が重なってオーバー露光となることにより発生するムラ欠陥(突起)、繋ぎ目が離れてアンダー露光となることにより発生するムラ欠陥(クワレ)である。

【0038】

図1に示す前記ムラ欠陥検査装置10は、検出が必要な上述の代表的な4つのムラ欠陥(CDムラ欠陥56、ピッチムラ欠陥57、バッティングムラ欠陥58、ディフェクトムラ欠陥59)を検出するものである。このムラ欠陥検査装置10の前記ステージ11は、フォトマスク50を載置する台である。また、前記光源12は、ステージ11の一方側上方に配置されて、フォトマスク50の表面の繰り返しパターン51へ斜め上方から光を照射するものである。

【0039】

前記受光器13は、ステージ11の他方側上方に配置されて、フォトマスク50の繰り返しパターン51から反射された反射光、特に、繰り返しパターン51における単位パターン53のエッジ部にて散乱された散乱光を受光して受光データに変換するものである、例えば、この受光器13は、CCDラインセンサまたはCCDエリアセンサ等の撮像センサが用いられる。受光器13により変換された受光データにおいては、フォトマスク50の繰り返しパターン51にムラ欠陥が生じていると、受光データの規則性に乱れが生じる。前記解析装置14が上記受光データを解析してムラ欠陥検出データとし、ムラ欠陥を検出する。

【0040】

フォトマスク50の製造方法における前記ムラ欠陥検査工程は、ムラ欠陥検査装置10の光源12からフォトマスク50の繰り返しパターン51へ光を照射し、繰り返しパターン51の単位パターン53のエッジ部にて散乱した散乱光を受光器13が受光し、受光データを解析装置14が解析してムラ欠陥を検出し、このムラ欠陥を評価装置15が後述の如く評価するムラ欠陥検査装置10を用いたムラ欠陥検査方法を実施することによって、フォトマスク50の繰り返しパターン51に発生したムラ欠陥を検査(検出)する。

【0041】

さて、ムラ欠陥検査装置10の受光器13及び解析装置14により決定される当該ムラ欠陥検査装置10の検出感度は、図5～図8に示すムラ欠陥検査マスク16、17、18、19における疑似ムラ欠陥66、67、68、69を、当該ムラ欠陥検査装置10が検出することによって適切であるか否かが確認され、または、検出感度が不適切である場合には、確認後適切な検出感度となるように調整される。このムラ欠陥検査マスクは、CDムラ欠陥検査マスク16(図5)、ピッチムラ欠陥検査マスク17(図6)、バッティングムラ欠陥検査マスク18(図7)及びディフェクトムラ欠陥検査マスク19(図8)である。

【0042】

これらのムラ欠陥検査マスク16、17、18、19は、所定の繰り返しパターン61に発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥66、67、68、69をそれぞれ有する複数の繰り返しパターン61が形成されてなるチップ65が、透明基板62上に形成されて構成されたものである。上記繰り返しパターン61は、透明基板62上のクロム膜などの遮光膜に形成されたものである。

【0043】

図5に示すCDムラ欠陥検査マスク16は、図3(A)及び(B)に示す検出が必要な

10

20

30

40

50

C D ムラ欠陥 5 6 を疑似的に発生させたムラ欠陥検査マスクである。この C D ムラ欠陥検査マスク 1 6 は、多数の単位パターン 6 3 が配列された繰り返しパターン 6 1 を備えた複数のチップ 6 5 が、透明基板 6 2 の縦横に配置されている。横方向に並べられた各チップ 6 5 には、繰り返しパターン 6 1 における単位パターン 6 3 の線幅の変化量 α を $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 、 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ ($\alpha 1 < \alpha 2 < \alpha 3 < \alpha 4 < \alpha 5$; 単位 nm) ずつ変化させた(太らせた)疑似ムラ欠陥 6 6 が挿入されている。

【 0 0 4 4 】

縦方向に並べられた各チップ 6 5 には、疑似ムラ欠陥 6 6 の挿入列数(挿入領域)が $a 1$ 、 $a 2$ 、 $a 3$ 、 $a 4$ 、 $a 5$ ($a 1 < a 2 < a 3 < a 4 < a 5$) と段階的に変更(増加)して挿入されている。上記疑似ムラ欠陥 6 6 のサイズ $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 、 $\alpha 4$ 及び $\alpha 5$ の相違と、疑似ムラ欠陥 6 6 の挿入列数が $a 1$ 、 $a 2$ 、 $a 3$ 、 $a 4$ 及び $a 5$ の相違により、C D ムラ欠陥検査マスク 1 6 における疑似ムラ欠陥 6 6 の強度が段階的に変更して割り振られたものとなっている。尚、例えば上記 $a 5$ は、チップ 6 5 の三分の 1 または半分の面積を意味するものでもよい。

10

【 0 0 4 5 】

図 6 に示すピッチムラ欠陥検査マスク 1 7 は、図 3 (C) 及び (D) に示す検出が必要なピッチムラ欠陥 5 7 を疑似的に発生させたムラ欠陥検査マスクである。このピッチムラ欠陥検査マスク 1 7 も、多数の単位パターン 6 3 が配列された繰り返しパターン 6 1 を備えた複数のチップ 6 5 が、透明基板 6 2 の縦横に配置されている。横方向に並べられた各チップ 6 5 には、繰り返しパターン 6 1 における単位パターン 6 3 の配列間隔ずれ量 β を $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 、 $\beta 4$ 、 $\beta 5$ ($\beta 1 < \beta 2 < \beta 3 < \beta 4 < \beta 5$; 単位 nm) ずつ段階的に異ならせた疑似ムラ欠陥 6 7 が挿入されている。

20

【 0 0 4 6 】

縦方向に並べられた各チップ 6 5 には、疑似ムラ欠陥 6 7 の挿入列数(挿入領域)が $b 1$ 、 $b 2$ 、 $b 3$ 、 $b 4$ 、 $b 5$ ($b 1 < b 2 < b 3 < b 4 < b 5$) と段階的に変更(増加)して挿入されている。上記疑似ムラ欠陥 6 7 の大小 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 、 $\beta 4$ 及び $\beta 5$ の相違と、疑似ムラ欠陥 6 7 の挿入列数が $b 1$ 、 $b 2$ 、 $b 3$ 、 $b 4$ 及び $b 5$ の相違とにより、ピッチムラ欠陥検査マスク 1 7 における疑似ムラ欠陥 6 7 の強度が段階的に変更して割り振られたものとなっている。尚、例えば上記 $b 5$ は、チップ 6 5 の三分の一または半分の面積を意味するものでもよい。

30

【 0 0 4 7 】

図 7 に示すバッティングムラ欠陥検査マスク 1 8 は、図 4 (A) 及び (B) に示す検出が必要なバッティングムラ欠陥 5 8 を疑似的に発生させたムラ欠陥検査マスクである。このバッティングムラ欠陥検査マスク 1 8 も、多数の単位パターン 6 3 が配列された繰り返しパターン 6 1 を備えた複数のチップ 6 5 が、透明基板 6 2 の縦横に配置されている。各チップ 6 5 の上半分にパターン外のバッティング疑似ムラ欠陥 6 8 が、下半分にパターン内のバッティング疑似ムラ欠陥 6 8 がそれぞれ挿入されている。横方向に並べられた各チップ 6 5 には、パターン外とパターン内のそれぞれの疑似ムラ欠陥 6 8 について、繰り返しパターン 6 1 における単位パターン 6 3 の位置ずれ量 γ を $\gamma 1$ 、 $\gamma 2$ 、 $\gamma 3$ 、 $\gamma 4$ 、 $\gamma 5$ ($\gamma 1 < \gamma 2 < \gamma 3 < \gamma 4 < \gamma 5$; 単位 nm) ずつ段階的に異ならせた疑似ムラ欠陥 6 8 が挿入されている。

40

【 0 0 4 8 】

縦方向に並べられた各チップ 6 5 には、パターン外とパターン内のそれぞれの疑似ムラ欠陥 6 8 について、繰り返しパターン 6 1 への挿入周期 c が $c 1$ 、 $c 2$ 、 $c 3$ 、 $c 4$ 、 $c 5$ ($c 1 > c 2 > c 3 > c 4 > c 5$; 単位 μm) と段階的に変更(疑似ムラ間隔が減少)して挿入されている。上記疑似ムラ欠陥 6 8 のサイズ $\gamma 1$ 、 $\gamma 2$ 、 $\gamma 3$ 、 $\gamma 4$ 及び $\gamma 5$ の相違と、疑似ムラ欠陥 6 8 の挿入周期 $c 1$ 、 $c 2$ 、 $c 3$ 、 $c 4$ 及び $c 5$ の相違とにより、バッティングムラ欠陥検査マスク 1 8 における疑似ムラ欠陥 6 8 の強度が段階的に変更して割り振られたものとなっている。

【 0 0 4 9 】

50

図 8 に示すディフェクトムラ欠陥検査マスク 19 は、図 4 (C) 及び (D) に示す検出に必要なディフェクトムラ欠陥 59 を疑似的に発生させたムラ欠陥検査マスクである。このディフェクトムラ欠陥検査マスク 19 も、多数の単位パターン 63 が配列された繰り返しパターン 61 を備えた複数のチップ 65 が、透明基板 62 の縦横に配置されている。各チップ 65 に、単位パターン 63 の形状欠陥である突起とクワレをそれぞれ備えた単位パターン 63 が横方向に一つずつ挿入されている。横方向に並べられた各チップ 65 には、突起及びクワレのそれぞれのサイズ δ が δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 、 δ_5 ($\delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \delta_4 < \delta_5$; 単位 nm) ずつ段階的に異ならせた (増加させた) 疑似ムラ欠陥 69 が挿入されている。

【0050】

10

縦方向に並べられた各チップ 65 には、反射率がディフェクトムラ欠陥 59 に影響することを考慮して、単位パターン 63 の間隔 d が d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 ($d_1 > d_2 > d_3 > d_4$; 単位 μm) に段階的に変更 (減少) して設定されている。上記疑似ムラ欠陥 69 における突起及びクワレのサイズ δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 及び δ_5 の相違と、単位パターン 63 の間隔 d_1 、 d_2 、 d_3 及び d_4 の相違とにより、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19 における疑似ムラ欠陥 69 の強度が段階的に変更して割り振られたものとなっている。

【0051】

上記ムラ欠陥検査マスクは、主に描画不良によって発生するムラを想定した疑似ムラ欠陥を有するムラ欠陥検査マスクであるが、レジストの現像、遮光膜のエッチングに起因した CD ムラ欠陥を想定した疑似ムラ欠陥を有するムラ欠陥検査マスクを追加してもよい。

20

【0052】

レジストの現像や遮光膜のエッチングに起因した CD ムラ欠陥は、例えば、被処理基板の現像液やエッチング液のぬれ性が部分的に異なることによってその部分に CD エラーが起こり、主にこれが原因となって発生するものである。

図 9 に示す CD ムラ欠陥検査マスク 20 は、上述のようなレジストの現像や遮光膜のエッチングに起因した CD ムラを疑似的に発生させたムラ欠陥検査マスクである。この CD ムラ欠陥検査マスク 20 も、多数の単位パターン 63 が配列された繰り返しパターン 61 を備えた複数のチップ 65 が、透明基板 62 の縦横に配置されている。

【0053】

30

横方向に並べられた各チップ 65 には、繰り返しパターン 61 における中央部の円形領域 71 に疑似ムラ欠陥 70 を発生させ、その円形領域 71 において、単位パターン 63 の中心位置を変化させることなく、その単位パターン 63 の寸法 X (つまり線幅) を変化させ、その線幅の総変化量 ε を ε_1 、 ε_2 、 ε_3 、 ε_4 、 ε_5 ($\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3 < \varepsilon_4 < \varepsilon_5$; 単位 nm) ずつ変化させた疑似ムラ欠陥 70 が挿入されている。尚、前記円形領域 71 は、半径が 5 等分に分けられた 5 つの領域 (エリア 1 ~ エリア 5) を有しており、エリア 1 からエリア 5 に向けて線幅変化量が、等寸法で段階的に大きくなり、最も大きい変化量 (エリア 5 の変化量) が総変化量 ε となるように、線幅を変化させている。

【0054】

縦方向に並べられた各チップ 65 には、前記円形領域 71 の直径 e が e_1 、 e_2 、 e_3 、 e_4 、 e_5 ($e_1 < e_2 < e_3 < e_4 < e_5$) と段階的に変更 (増加) して設定されている。上記繰り返しパターン 61 における疑似ムラ欠陥 70 を発生させる円形領域 71 における線幅の変化量の相違と、その円形領域 71 のサイズ (直径 e) の相違により、CD ムラ欠陥検査マスク 20 における疑似ムラ欠陥 70 の強度が段階的に変更して割り振られたものとなっている。

40

【0055】

ところで、図 1 に示すムラ欠陥検査装置 10 の前記評価装置 15 は、受光器 13 及び解析装置 14 により検出された、フォトマスク 50 の繰り返しパターン 51 (図 2) に発生したムラ欠陥を定性的且つ定量的に評価する。

【0056】

50

つまり、この評価装置 15 は、まず、フォトマスク 50 の製造過程におけるレジスト膜上の描画工程で発生すると考えられる CD ムラ欠陥 56 (図 3)、ピッチムラ欠陥 57、バッチングムラ欠陥 58 (図 4)、ディフェクトムラ欠陥 59、レジストの現像や遮光膜のエッチングに起因した CD ムラ欠陥 (以下、「現像・エッチング CD ムラ欠陥」と称する。)を、ムラ欠陥検査装置 10 により検査が必要なムラ欠陥の種類として特定し、これらのムラ欠陥を疑似的に発生させた前述の CD ムラ欠陥検査マスク 16 (図 5)、ピッチムラ欠陥検査マスク 17 (図 6)、バッチングムラ欠陥検査マスク 18 (図 7)、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19 (図 8)、及び CD ムラ欠陥検査マスク 20 (図 9)を用意する。次に、評価装置 15 は、CD ムラ欠陥検査マスク 16、ピッチムラ欠陥検査マスク 17、バッチングムラ欠陥検査マスク 18、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19、CD ムラ欠陥検査マスク 20 の各疑似ムラ欠陥 66、67、68、69、70 をムラ欠陥検査装置 10 により検出したときの疑似ムラ欠陥検出データを取得し、これらの疑似ムラ欠陥検出データを、CD ムラ欠陥検査マスク 16 の疑似ムラ欠陥 66 毎、ピッチムラ欠陥検査マスク 17 の疑似ムラ欠陥 67 毎、バッチングムラ欠陥検査マスク 18 の疑似ムラ欠陥 68 毎、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19 の疑似ムラ欠陥 69 毎、CD ムラ欠陥検査マスク 20 の疑似ムラ欠陥 70 毎に相関関係を持たせて対応づけて記憶しておく。

【0057】

そして、評価装置 15 は、受光器 13 及び解析装置 14 により検出された、フォトマスク 50 のムラ欠陥におけるムラ欠陥検出データと、上述の如く記憶された疑似ムラ欠陥検出データとを比較して、ムラ欠陥の種類 (CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッチングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥、またはこれら以外のムラ欠陥) を識別してムラ欠陥を定性的に評価し、更に、ムラ欠陥の強度を判定してムラ欠陥を定量的に評価する。

【0058】

この評価装置 15 によるムラ欠陥の強度の評価は、具体的には、各ムラ欠陥検査マスク 16、17、18、19、20 に設定される検出水準 A、B 及び C、または検出閾値 W を用いて実施される。

【0059】

検出水準 A、B、C は、CD ムラ欠陥検査マスク 16、ピッチムラ欠陥検査マスク 17、バッチングムラ欠陥検査マスク 18、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19、CD ムラ欠陥検査マスク 20 のそれぞれにおける各疑似ムラ欠陥 66、67、68、69、70 を有する繰り返しパターン 61 を転写した被転写パターンが映像デバイスに形成されたときに、この映像デバイスについて定められたムラ欠陥のレベル分けされた強度を基準として設定されたものである。

【0060】

例えば、この検出水準 A、B、C は、図 5 に示す CD ムラ欠陥検査マスク 16 において、疑似ムラ欠陥 66 のサイズが $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ であり、且つ疑似ムラ欠陥 66 の挿入列数が $a 1$ 及び $a 2$ である疑似ムラ欠陥 66 の強度を検出水準 A とし、疑似ムラ欠陥 66 のサイズが $\alpha 3$ 及び $\alpha 4$ であり、且つ疑似ムラ欠陥 66 の挿入列数が $a 3$ 及び $a 4$ である疑似ムラ欠陥 66 の強度を検出水準 B とし、疑似ムラ欠陥 66 のサイズが $\alpha 5$ であり、且つ疑似ムラ欠陥 66 の挿入列数が $a 5$ である疑似ムラ欠陥 66 の強度を検出水準 C としたものである。この検出水準 A、B、C は、ピッチムラ欠陥検査マスク 17、バッチングムラ欠陥検査マスク 18、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19、CD ムラ欠陥検査マスク 20 についても、上記 CD ムラ欠陥検査マスク 16 の場合と同様に設定される。

【0061】

評価装置 15 は、受光器 13 及び解析装置 14 により検出されたフォトマスク 50 のムラ欠陥 (CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッチングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥) におけるムラ欠陥検出データと、CD ムラ欠陥検査マスク 16、ピッチムラ欠陥検査マスク 17、バッチングムラ欠陥検査マスク 18、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19、CD ムラ欠陥検査マスク 20 の各疑

似ムラ欠陥 66、67、68、69、70 に対し相関関係にある疑似ムラ欠陥検出データとを比較し、検出された CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッティングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥の強度を上述の検出水準 A、B、C を指標として判定し評価する。

【0062】

つまり、検出された CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッティングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥の強度は、上記評価装置 15 によって、検出水準 A 内にあれば検出水準 A であると判定され、上記検出水準 A よりも大きく且つ検出水準 B 内にあれば検出水準 B であると判定され、上記検出水準 B よりも大きく且つ検出水準 C 内にあれば検出水準 C であると判定されて評価される。

10

【0063】

また、検出閾値 W は、CD ムラ欠陥検査マスク 16、ピッチムラ欠陥検査マスク 17、バッティングムラ欠陥検査マスク 18、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19、CD ムラ欠陥検査マスク 20 のそれぞれにおける各疑似ムラ欠陥 66、67、68、69、70 を有する繰り返しパターン 61 を転写した被転写パターンが映像デバイスに形成されたときに、この映像デバイスについて定められたムラ欠陥の許容強度を基準として設定されたものである。例えば、この検出閾値 W は、図 5 に示す CD ムラ欠陥検査マスク 16 において、疑似ムラ欠陥 66 のサイズが $\alpha 3$ と $\alpha 4$ との間で、且つ疑似ムラ欠陥 66 の挿入列数が $a 3$ と $a 4$ との間に設定されたものである。この検出閾値 W は、ピッチムラ欠陥検査マスク 17、バッティングムラ欠陥検査マスク 18、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19、CD ムラ欠陥検査マスク 20 においても、CD ムラ欠陥検査マスク 16 の場合と同様に設定される。

20

【0064】

評価装置 15 は、検出器 13 及び解析装置 14 により検出されたフォトマスク 50 のムラ欠陥 (CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッティングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥) におけるムラ欠陥検出データと、CD ムラ欠陥検査マスク 16、ピッチムラ欠陥検査マスク 17、バッティングムラ欠陥検査マスク 18、ディフェクトムラ欠陥検査マスク 19、CD ムラ欠陥検査マスク 20 の各疑似ムラ欠陥 66、67、68、69、70 に対し相関関係にある疑似ムラ欠陥検出データとを比較し、検出された CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッティングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥の強度を上記検出閾値 W を指標として判定する。つまり、評価装置 15 は、検出された CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッティングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥の強度が上記検出閾値 W よりも小さい場合には「ムラ欠陥良」と判定し、上記検出閾値 W よりも大きい場合には「ムラ欠陥不良」と判定して、ムラ欠陥の強度を評価する。

30

【0065】

以上のように構成された上記実施の形態によれば、ムラ欠陥検査装置 10 の評価装置 15 が、受光器 13 及び解析装置 14 により検出された、フォトマスク 50 における繰り返しパターン 51 に発生したムラ欠陥 (CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッティングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥など) のムラ欠陥検出データと、ムラ欠陥検査マスク 16、17、18、19、20 における所定の繰り返しパターン 61 に発生するムラ欠陥の種類毎に、当該ムラ欠陥の強度を段階的に変更して割り振った複数の疑似ムラ欠陥 66、67、68、69、70 のそれぞれに対し相関関係にある複数の疑似ムラ欠陥検出データとを比較して、フォトマスク 50 のムラ欠陥を評価することから、このフォトマスク 50 のムラ欠陥を、ムラ欠陥の種類 (CD ムラ欠陥 56、ピッチムラ欠陥 57、バッティングムラ欠陥 58、ディフェクトムラ欠陥 59、現像・エッチング CD ムラ欠陥、またはこれら以外のムラ欠陥) 毎に定性的に評価でき、且つムラ欠陥の強度に応じて、例えば検出水準 A、B、C または検出閾値 W を用いて定量的に評価できるので、フォトマスク 50 のムラ欠陥を高精度に検出できる。

40

50

【 0 0 6 6 】

また、ムラ欠陥検査装置 1 0 が、ムラ欠陥検査マスク 1 6、1 7、1 8、1 9、2 0 におけるそれぞれの複数の疑似ムラ欠陥 6 6、6 7、6 8、6 9、7 0 を検出することにより、その検出感度が確認され、または確認して調整されることから、ムラ欠陥検査装置 1 0 は、ムラ欠陥検査マスク 1 6、1 7、1 8、1 9、2 0 におけるそれぞれの複数の疑似ムラ欠陥 6 6、6 7、6 8、6 9、7 0 を確実に検出し得る検出感度に設定されるので、フォトマスク 5 0 における繰り返しパターン 5 1 に発生したムラ欠陥（ＣＤムラ欠陥 5 6、ピッチムラ欠陥 5 7、バッティングムラ欠陥 5 8、ディフェクトムラ欠陥 5 9、現像・エッチングＣＤムラ欠陥）を高精度に検出することができる。

【 0 0 6 7 】

以上、本発明を上記実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、上記受光器 1 3 は、フォトマスク 5 0 における繰り返しパターン 5 1 の単位パターン 5 3 のエッジ部で散乱された光を受光するものを述べたが、このフォトマスク 5 0 の繰り返しパターン 5 1 における単位パターン 5 3 間を透過する透過光、特にこの透過光のうち、単位パターン 5 3 のエッジ部で回折された回折光を受光してもよい。

【 0 0 6 8 】

また、上記実施の形態では被検査体がフォトマスク 5 0 であり、ムラ欠陥検査装置 1 0 は、映像デバイスを製造するための上記フォトマスク 5 0 の繰り返しパターン 5 1 に発生したムラ欠陥を検出するものを述べたが、この被検査体は、撮像デバイスや表示デバイス等の映像デバイスであってもよい。この場合には、ムラ欠陥検査装置 1 0 は、撮像デバイスにおける撮像面を形成する画素パターン（具体的には、ＣＣＤやＣＭＯＳ等の受光部を形成する繰り返しパターン）に生じたムラ欠陥、表示デバイスにおける表示面を形成する画素パターン（具体的には、液晶表示パネルの薄膜トランジスタや対向基板、カラーフィルタ等の繰り返しパターン）に生じたムラ欠陥を、それぞれ検出するものであってもよい。

また、疑似ムラ欠陥として、ＣＤムラ欠陥、ピッチムラ欠陥、バッティングムラ欠陥及びディフェクトムラ欠陥を挙げたが、他の種類の疑似ムラ欠陥を用いてもよく、強度の割り振り方も上記実施の形態に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 9 】

【図 1】本発明に係るムラ欠陥検査装置の一実施の形態の構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 におけるフォトマスクのチップにおける繰り返しパターンを示す平面図である。

【図 3】図 2 の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥（ＣＤムラ欠陥、ピッチムラ欠陥）を示す平面図である。

【図 4】図 2 の繰り返しパターンに発生するムラ欠陥（バッティングムラ欠陥、ディフェクトムラ欠陥）を示す平面図である。

【図 5】図 1 のムラ欠陥検査装置において使用されるＣＤムラ欠陥検査マスクを示す正面図である。

【図 6】図 1 のムラ欠陥検査装置において使用されるピッチムラ欠陥検査マスクを示す正面図である。

【図 7】図 1 のムラ欠陥検査装置において使用されるバッティングムラ欠陥検査マスクを示す正面図である。

【図 8】図 1 のムラ欠陥検査装置において使用されるディフェクトムラ欠陥検査マスクを示す正面図である。

【図 9】図 1 のムラ欠陥検査装置において使用されるＣＤムラ欠陥検査マスクを示す正面図である。

【符号の説明】

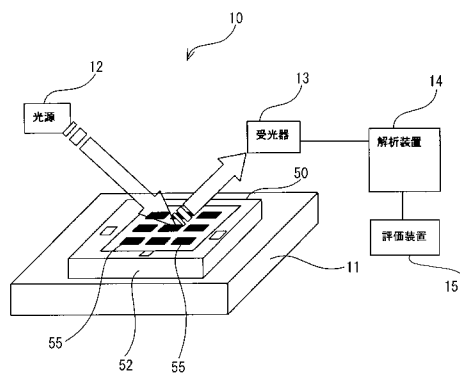
【 0 0 7 0 】

- 1 0 ムラ欠陥検査装置
- 1 3 受光器(検出手段)
- 1 4 解析装置(検出手段)
- 1 5 評価装置(評価手段)
- 1 6 C D ムラ欠陥検査マスク
- 1 7 ピッチムラ欠陥検査マスク
- 1 8 バッティングムラ欠陥検査マスク
- 1 9 ディフェクトムラ欠陥検査マスク
- 2 0 C D ムラ欠陥検査マスク
- 5 0 フォトマスク
- 5 1 繰り返しパターン
- 5 2 透明基板
- 5 3 単位パターン
- 5 6 C D ムラ欠陥
- 5 7 ピッチムラ欠陥
- 5 8 バッティングムラ欠陥
- 5 9 ディレクトムラ欠陥
- 6 1 繰り返しパターン
- 6 2 透明基板
- 6 3 単位パターン
- 6 6、6 7、6 8、6 9、7 0 疑似ムラ欠陥
- A、B、C 検出水準
- W 検出閾値

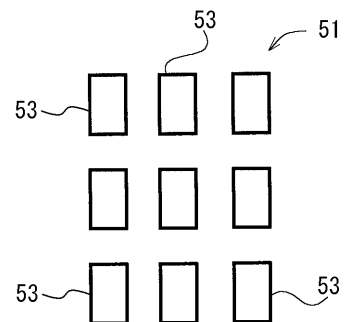
10

20

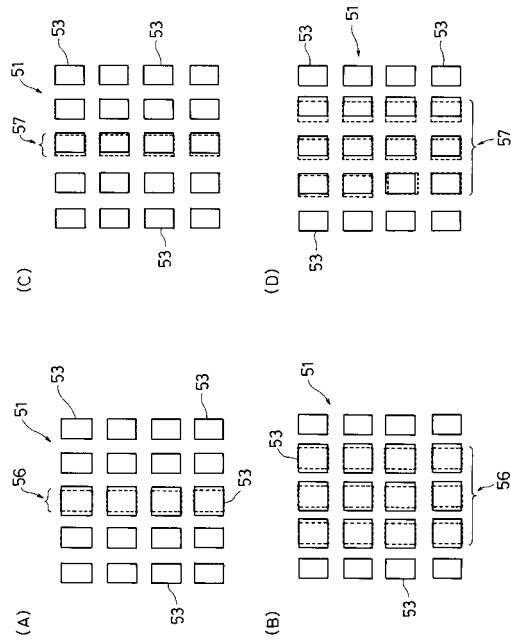
【図 1】



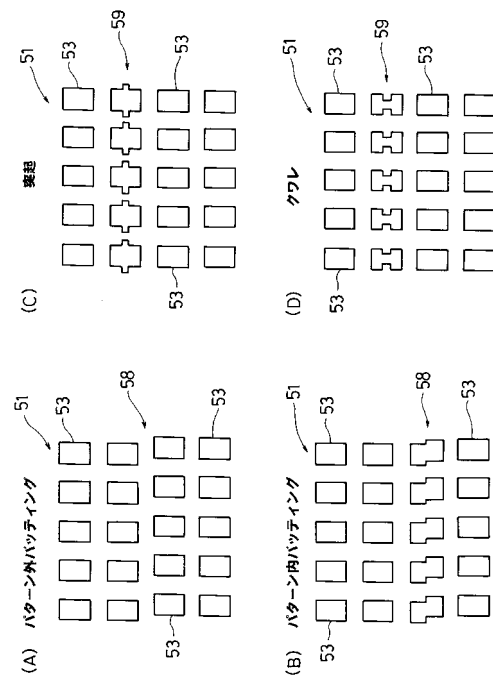
【図 2】



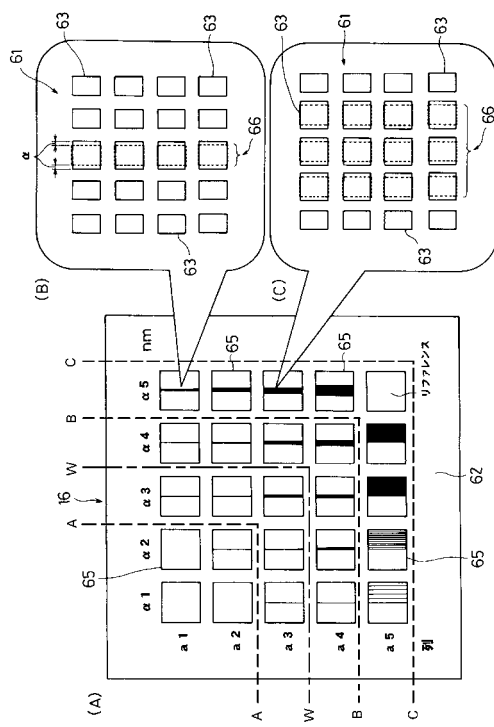
【図 3】



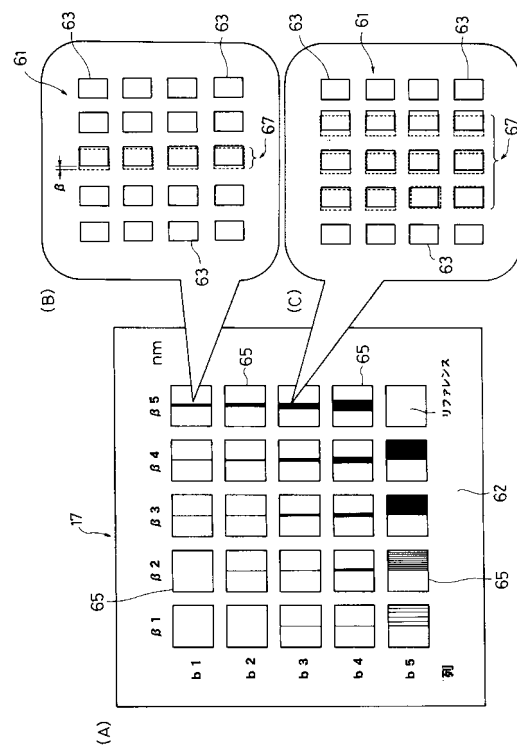
【図 4】



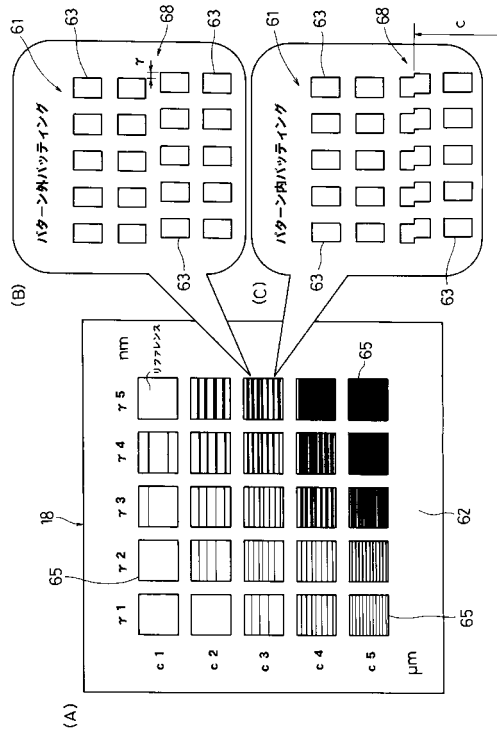
【図 5】



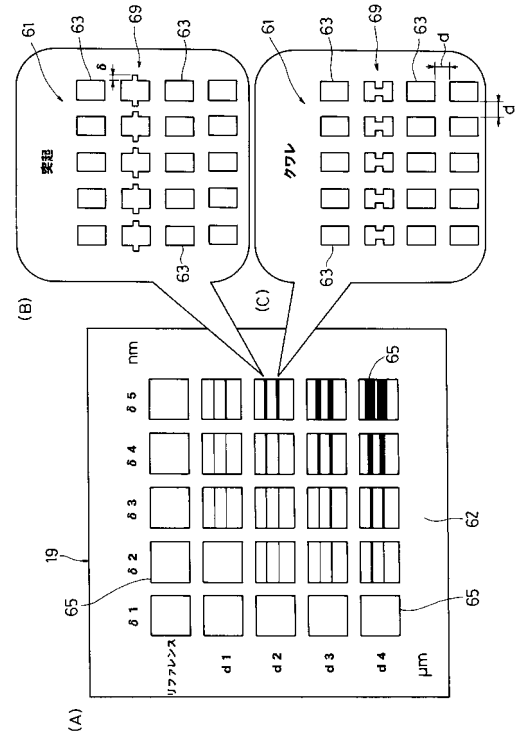
【図 6】



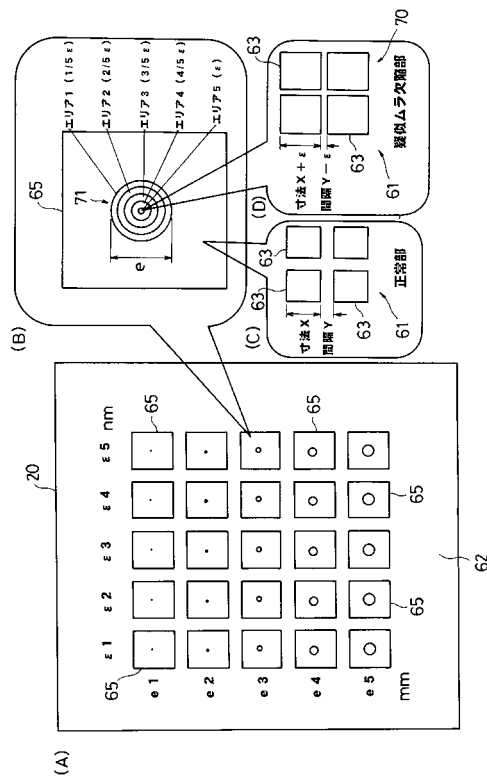
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第01/041068(WO,A1)

特開2005-300884(JP,A)

特開平08-159984(JP,A)

米国特許第6482557(US,B1)

特開平10-300447(JP,A)

特表平10-509531(JP,A)

特表平11-501145(JP,A)

特表2001-519890(JP,A)

特開2005-338620(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01B 11/00 - 11/30、

G01M 11/00 - 11/08、

G01N 21/84 - 21/958、

G03F 1/00 - 1/16、

H01L 21/027、21/30、21/46