

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3884371号  
(P3884371)

(45) 発行日 平成19年2月21日(2007.2.21)

(24) 登録日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.

F I

**HO 1 L 21/027 (2006.01)**  
**GO 3 F 1/08 (2006.01)**

HO 1 L 21/30 5 O 2 P  
HO 1 L 21/30 5 O 2 G  
HO 1 L 21/30 5 1 6 D  
GO 3 F 1/08 M  
GO 3 F 1/08 D

請求項の数 15 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2002-342798 (P2002-342798)  
(22) 出願日 平成14年11月26日(2002.11.26)  
(65) 公開番号 特開2004-177611 (P2004-177611A)  
(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)  
審査請求日 平成15年11月27日(2003.11.27)

(73) 特許権者 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(74) 代理人 100083806  
弁理士 三好 秀和  
(74) 代理人 100100712  
弁理士 岩▲崎▼ 幸邦  
(74) 代理人 100100929  
弁理士 川又 澄雄  
(74) 代理人 100108707  
弁理士 中村 友之  
(74) 代理人 100095500  
弁理士 伊藤 正和  
(74) 代理人 100101247  
弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レチクル、露光モニタ方法、露光方法、及び半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レジスト上に、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から第1の露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記レジストの未露光部に、前記第1の遮光部に設けられた第2の窓部から前記第1の露光量で、前記一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記レジストの未露光部に、前記第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、前記一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記レジストの未露光部に、前記第1の遮光部に対応する位置の前記第2の遮光部に設けられた第4の窓部から前記可変露光量で、前記逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる前記第1及び第3の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第1のパターン変位、及び、前記第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる前記第2及び第4の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第2のパターン変位を測定するステップと、

前記第1の露光量及び前記可変露光量間の露光量差に対する前記第1及び第2のパター

ン変位間の変位差を求めるステップと、

新たなレジスト上に、前記第1の窓部から前記第1の露光量と異なる検査露光量で、前記第1の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記新たなレジストの未露光部に、前記第2の窓部から前記検査露光量で、前記第2の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記新たなレジストの未露光部に、前記第3の窓部から前記検査露光量で、前記第3の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記新たなレジストの未露光部に、前記第4の窓部から前記検査露光量で、前記第4の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記第1及び第3の露光モニタパターンが前記新たなレジストに転写された新たな第1及び第3のモニタレジスト膜の新たな第1のパターン変位、及び、前記第2及び第4の露光モニタパターンが前記新たなレジストに転写された新たな第2及び第4のモニタレジスト膜の新たな第2のパターン変位を測定するステップと、

前記露光量差と前記変位差との関係を用いて、前記新たな第1及び第2のパターン変位間の新たな変位差値から前記検査露光量による実効かぶり露光量を算出するステップ

とを含むことを特徴とする露光モニタ方法。

【請求項2】

前記変位差は、前記露光量差に関する2次の近似式で表わされることを特徴とする請求項1に記載の露光モニタ方法。

【請求項3】

前記第1～第4の露光モニタパターンが、回折格子で形成されることを特徴とする請求項1又は2に記載の露光モニタ方法。

【請求項4】

前記回折格子のピッチは、前記露光に用いる光源の波長と、レンズの開口数と、光学系のコヒーレンスファクタにより定まる幅より小さいことを特徴とする請求項3に記載の露光モニタ方法。

【請求項5】

前記幅は、前記波長を、前記コヒーレンスファクタと1との和及び前記開口数で割った値であることを特徴とする請求項3又は4に記載の露光モニタ方法。

【請求項6】

検査用レジストを用いて、第1のマスク部を露光する第1の露光量に対して、前記検査用レジスト上に、前記第1のマスク部に設けられ、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から前記第1の露光量と異なる一定露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写する段階、前記検査用レジストの未露後部に、前記第1の遮光部に設けられた第2の窓部から前記一定露光量で、前記一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写する段階、前記検査用レジストの未露光部に、第2のマスク部に設けられ、前記第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、前記一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写する段階、前記検査用レジストの未露光部に、前記第1の遮光部に対応する位置の前記第2の遮光部に設けられた第4の窓部から前記可変露光量で、前記逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写する段階、前記第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる前記第1及び第3の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第1のパターン変位、及び、前記第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる前記第2及び第4の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第2のパターン変位を測定する段階、前記一定露光量及び前記可変露光量間の露光量差に対する前記第1及び第2のパターン変位間の変位差を求める段階、新たな検査用レジスト上に、前記第1の窓部から前記第1の露光量で、前記第1の露光モニタパターンを転写する段階、前記新たな検査用レジストの未露光部に、前記第2の窓部から前記第1の露光量で、前記第2の露光モニタパターンを

10

20

30

40

50

転写する段階、前記新たな検査用レジストの未露光部に、前記第3の窓部から前記第1の露光量で、前記第3の露光モニタパターンを転写する段階、前記新たな検査用レジストの未露光部に、前記第4の窓部から前記第1の露光量で、前記第4の露光モニタパターンを転写する段階、前記第1及び第3の露光モニタパターンが前記新たな検査用レジストに転写された新たな第1及び第3のモニタレジスト膜の新たな第1のパターン変位、及び、前記第2及び第4の露光モニタパターンが前記新たなレジストに転写された新たな第2及び第4のモニタレジスト膜の新たな第2のパターン変位を測定する段階、及び、前記露光量差と前記変位差との関係を用いて、前記新たな第1及び第2のパターン変位間の新たな変位差値から前記第1の露光量による実効かぶり露光量を算出する段階より、第1の実効かぶり露光量を得るステップと、

10

前記第1のマスク部に重ねて第2のマスク部を露光する第2の露光量に対して、更に新たな検査用レジストを用いて、前記第1のマスク部を前記第2の露光量で露光し、更に、前記第2のマスク部を前記第2の露光量で露光して、新たな変位差値を求めて前記第2の露光量による新たな実効かぶり露光量を算出することにより、第2の実効かぶり露光量を得るステップと、

前記第1のマスク部を含むレチクルと被露光基板を準備するステップと、

前記被露光基板に前記第1のマスク部を前記第1の露光量から前記第2の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップと、

前記第2のマスク部を含むレチクルを準備するステップと、

前記被露光基板に前記第2のマスク部を前記第2の露光量から前記第1の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップ

20

とを含むことを特徴とする露光方法。

#### 【請求項7】

前記変位差は、前記露光量差に関する2次の近似式で表わされることを特徴とする請求項6に記載の露光方法。

#### 【請求項8】

前記第1～第4の露光モニタパターンが、回折格子で形成されることを特徴とする請求項6又は7に記載の露光方法。

#### 【請求項9】

前記回折格子のピッチは、前記露光に用いる光源の波長と、レンズの開口数と、光学系のコヒーレンスファクタにより定まる幅より小さいことを特徴とする請求項8に記載の露光方法。

30

#### 【請求項10】

前記幅は、前記波長を、前記コヒーレンスファクタと1との和及び前記開口数で割った値であることを特徴とする請求項8又は9に記載の露光方法。

#### 【請求項11】

検査用レジストを用いて、第1のマスク部を露光する第1の露光量に対して、前記検査用レジスト上に、前記第1のマスク部に設けられ、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から前記第1の露光量と異なる一定露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写する段階、前記検査用レジストの未露後部に、前記第1の遮光部に設けられた第2の窓部から前記一定露光量で、前記一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写する段階、前記検査用レジストの未露光部に、第2のマスク部に設けられ、前記第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、前記一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写する段階、前記検査用レジストの未露光部に、前記第1の遮光部に対応する位置の前記第2の遮光部に設けられた第4の窓部から前記可変露光量で、前記逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写する段階、前記第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる前記第1及び第3の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第1のパターン変位、及び、前記第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及

40

50

び第4のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる前記第2及び第4の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第2のパターン変位を測定する段階、前記一定露光量及び前記可変露光量間の露光量差に対する前記第1及び第2のパターン変位間の変位差を求める段階、新たな検査用レジスト上に、前記第1の窓部から前記第1の露光量で、前記第1の露光モニタパターンを転写する段階、前記新たな検査用レジストの未露光部に、前記第2の窓部から前記第1の露光量で、前記第2の露光モニタパターンを転写する段階、前記新たな検査用レジストの未露光部に、前記第3の窓部から前記第1の露光量で、前記第3の露光モニタパターンを転写する段階、前記新たな検査用レジストの未露光部に、前記第4の窓部から前記第1の露光量で、前記第4の露光モニタパターンを転写する段階、前記第1及び第3の露光モニタパターンが前記新たな検査用レジストに転写された新たな第1及び第3のモニタレジスト膜の新たな第1のパターン変位、及び、前記第2及び第4の露光モニタパターンが前記新たなレジストに転写された新たな第2及び第4のモニタレジスト膜の新たな第2のパターン変位を測定する段階、及び、前記露光量差と前記変位差との関係を用いて、前記新たな第1及び第2のパターン変位間の新たな変位差値から前記第1の露光量による実効かぶり露光量を算出する段階より、第1の実効かぶり露光量を得るステップと、

10

前記第1のマスク部に重ねて第2のマスク部を露光する第2の露光量に対して、更に新たな検査用レジストを用いて、前記第1のマスク部を前記第2の露光量で露光し、更に、前記第2のマスク部を前記第2の露光量で露光して、新たな変位差値を求めて前記第2の露光量による新たな実効かぶり露光量を算出することにより、第2の実効かぶり露光量を得るステップと、

20

半導体基板上に、レジストを塗布する工程と、  
前記半導体基板と前記第1のマスク部を含むレチクルを露光装置に装着する工程と、  
前記半導体基板に前記第1のマスク部を前記第1の露光量から前記第2の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光する工程と、  
前記第2のマスク部を含むレチクルを前記露光装置に装着する工程と、  
前記半導体基板に前記第2のマスク部を前記第2の露光量から前記第1の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光する工程  
とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

#### 【請求項12】

30

前記変位差は、前記露光量差に関する2次の近似式で表わされることを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

#### 【請求項13】

前記第1～第4の露光モニタパターンが、回折格子で形成されることを特徴とする請求項11又は12に記載の半導体装置の製造方法。

#### 【請求項14】

前記回折格子のピッチは、前記露光に用いる光源の波長と、レンズの開口数と、光学系のコヒーレンスファクタにより定まる幅より小さいことを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

#### 【請求項15】

40

前記幅は、前記波長を、前記コヒーレンスファクタと1との和及び前記開口数で割った値であることを特徴とする請求項13又は14に記載の半導体装置の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、多重露光過程における実効的な露光量をモニタするレチクル、及び露光モニタ方法に関する。さらには、その露光モニタ方法を用いた露光方法、及び半導体装置の製造方法に関する。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

50

近年、複数回の露光過程を必要とする多重露光法が、微細加工技術の一つとして注目されている。半導体装置の性能は、配線パターンの寸法に大きく支配されている。このため、多重露光法を用いる工程において寸法精度を向上させるための制御パラメータを、より高精度に制御することが求められている。多重露光法を用いる場合、通常は各露光過程に対してそれぞれ露光条件を求めて、求めた露光条件で各露光過程を行って多重露光を実施している。

#### 【0003】

フォトリソグラフィ工程は、露光装置を用いてレジスト膜を塗布した半導体基板上に回路パターンの転写を行う工程である。縮小投影露光装置を用いたパターン形成において、露光装置の解像力は、露光光の波長に比例し、開口数NAに反比例する。したがって、半導体装置の微細化の要求に対して、これまでは露光波長の短波長化、投影レンズの高NA化とそれに伴ったプロセス改善が行われてきた。しかしながら、近年の半導体装置のさらなる微細化要求に対しては、露光量裕度および焦点深度の確保が極めて困難となってきている。このため、少ない露光マージンを有効に活用し、歩留まりの低下を招くことなく、加工寸法精度の向上を図るために、より高精度な露光量およびフォーカス管理が求められている。

10

#### 【0004】

露光量管理については、使用する縮小投影露光装置において半導体基板上で解像しないピッチで、透過部と遮光部の寸法比を一方向に連続的に変えたパターンを配置したレチクルにより、露光量に傾斜分布を持たせて露光する露光量モニタ法の提案がなされている（特許文献1及び非特許文献1参照）。この方法によれば、レジストマスクパターン形成の実効的な適正露光量の変動分布を知ることができる。また、透過率の異なる複数のパターンを連続的に配置することで照射量の傾斜分布を持ったパターンを形成する方法も提案されている（非特許文献2参照）。

20

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開2000-310850号公報（第5-9頁、第1図）

#### 【0006】

##### 【非特許文献1】

SPIEインテグレイテッド・サーキット・メトロロジ、インスペクション・アンド・プロセスコントロール4（Integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control4）、第1261巻、1990年、315頁

30

#### 【0007】

##### 【非特許文献2】

SPIEインテグレイテッド・サーキット・メトロロジ、インスペクション・アンド・プロセスコントロール4（Integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control4）、第2726巻、1996年、799頁

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述したように、微細加工においては、半導体装置のパターン寸法の加工精度や均一性を求めるために、フォトリソグラフィの露光条件を高精度に制御することが重要となる。しかしながら、二重露光の場合、第1の露光過程と第2の露光過程相互間のかぶりの影響がある。この相互間のかぶりのため、露光量が設定した露光条件からずれてしまう。その結果、仕上がりのパターン寸法が設計と異なるという問題がある。従来行われている露光量モニタ法では、多重露光法の各々の露光過程における実効的な露光量を見積もることは可能であるものの、多重露光することによって各々の露光量に及ぼす影響を見積もることができないという問題があった。

40

#### 【0009】

本発明は、このような課題を解決し、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができるレチクル、露光モニタ方法、及び露光モニタ方法を適用した露光方

50

法、半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の特徴は、(イ)レジスト上に、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から第1の露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写するステップと、(ロ)レジストの未露後部に、第1の遮光部に設けられた第2の窓部から第1の露光量で、一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写するステップと、(ハ)レジストの未露光部に、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写するステップと、(ニ)レジストの未露光部に、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第4の窓部から可変露光量で、逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写するステップと、(ホ)第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる第1及び第3の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第1の変位、及び、第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる第2及び第4の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第2の変位を測定するステップと、(ヘ)第1の露光量及び可変露光量間の露光量差に対する第1及び第2の変位間の変位差を求めるステップと、(ト)新たなレジスト上に、第1の窓部から第1の露光量と異なる検査露光量で、第1の露光モニタパターンを転写するステップと、(チ)新たなレジストの未露光部に、第2の窓部から検査露光量で、第2の露光モニタパターンを転写するステップと、(リ)新たなレジストの未露光部に、第3の窓部から検査露光量で、第3の露光モニタパターンを転写するステップと、(ヌ)新たなレジストの未露光部に、第4の窓部から検査露光量で、第4の露光モニタパターンを転写するステップと、(ル)第1及び第3の露光モニタパターンが新たなレジストに転写された新たな第1及び第3のモニタレジスト膜の新たな第1のパターン変位、及び、第2及び第4の露光モニタパターンが新たなレジストに転写された新たな第2及び第4のモニタレジスト膜の新たな第2のパターン変位を測定するステップと、(ヲ)露光量差と変位差との関係を用いて、新たな第1及び第2のパターン変位間の新たな変位差値から検査露光量による実効かぶり露光量を算出するステップとを含む露光モニタ方法であることを要旨とする。ここで、上記した(イ)と(ロ)のステップは同時でも別々でもよい。また、(ハ)と(ニ)のステップは同時でも別々でもよい。

【0014】

本発明の第2の特徴によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができる露光モニタ方法を提供することができる。

【0015】

本発明の第2の特徴は、(イ)検査用レジストを用いて、第1のマスク部を露光する第1の露光量に対して、検査用レジスト上に、第1のマスク部に設けられ、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から第1の露光量と異なる一定露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写する段階、検査用レジストの未露後部に、第1の遮光部に設けられた第2の窓部から一定露光量で、一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写する段階、検査用レジストの未露光部に、第2のマスク部に設けられ、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写する段階、検査用レジストの未露光部に、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第4の窓部から可変露光量で、逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写する段階、第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる第1及び第3の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第1のパターン変位、及び、第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる第2及び第4の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第

10

20

30

40

50

2のパターン変位を測定する段階、一定露光量及び可変露光量間の露光量差に対する第1及び第2のパターン変位間の変位差を求める段階、新たな検査用レジスト上に、第1の窓部から第1の露光量で、第1の露光モニタパターンを転写する段階、新たな検査用レジストの未露光部に、第2の窓部から第1の露光量で、第2の露光モニタパターンを転写する段階、新たな検査用レジストの未露光部に、第3の窓部から第1の露光量で、第3の露光モニタパターンを転写する段階、新たな検査用レジストの未露光部に、第4の窓部から第1の露光量で、第4の露光モニタパターンを転写する段階、第1及び第3の露光モニタパターンが新たな検査用レジストに転写された新たな第1及び第3のモニタレジスト膜の新たな第1のパターン変位、及び、第2及び第4の露光モニタパターンが新たなレジストに転写された新たな第2及び第4のモニタレジスト膜の新たな第2のパターン変位を測定する段階、及び、露光量差と変位差との関係を用いて、新たな第1及び第2のパターン変位間の新たな変位差値から第1の露光量による実効かぶり露光量を算出する段階より、第1の実効かぶり露光量を得るステップと、(ロ)第1のマスク部に重ねて第2のマスク部を露光する第2の露光量に対して、更に新たな検査用レジストを用いて、第1のマスク部を第2の露光量で露光し、更に、第2のマスク部を第2の露光量で露光して、新たな変位差値を求めて第2の露光量による新たな実効かぶり露光量を算出することにより、第2の実効かぶり露光量を得るステップと、(ハ)第1のマスク部を含むレチクルと被露光基板を準備するステップと、(ニ)被露光基板に第1のマスク部を第1の露光量から第2の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップと、(ホ)第2のマスク部を含むレチクルを準備するステップと、(ヘ)被露光基板に第2のマスク部を第2の露光量から第1の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップとを含む露光方法であることを要旨とする。

10

20

## 【0016】

本発明の第3の特徴によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができる露光モニタ方法適用した露光方法を提供することができる。

## 【0017】

本発明の第3の特徴は、(イ)検査用レジストを用いて、第1のマスク部を露光する第1の露光量に対して、検査用レジスト上に、第1のマスク部に設けられ、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から第1の露光量と異なる一定露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写する段階、検査用レジストの未露後部に、第1の遮光部に設けられた第2の窓部から一定露光量で、一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写する段階、検査用レジストの未露光部に、第2のマスク部に設けられ、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写する段階、検査用レジストの未露光部に、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第4の窓部から可変露光量で、逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写する段階、第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる第1及び第3の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第1のパターン変位、及び、第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜のパターン中心のそれぞれで生じる第2及び第4の露光モニタパターンのパターン中心に対応する位置からの第2のパターン変位を測定する段階、一定露光量及び可変露光量間の露光量差に対する第1及び第2のパターン変位間の変位差を求める段階、新たな検査用レジスト上に、第1の窓部から第1の露光量で、第1の露光モニタパターンを転写する段階、新たな検査用レジストの未露光部に、第2の窓部から第1の露光量で、第2の露光モニタパターンを転写する段階、新たな検査用レジストの未露光部に、第3の窓部から第1の露光量で、第3の露光モニタパターンを転写する段階、新たな検査用レジストの未露光部に、第4の窓部から第1の露光量で、第4の露光モニタパターンを転写する段階、第1及び第3の露光モニタパターンが新たな検査用レジストに転写された新たな第1及び第3のモニタレジスト膜の新たな第1のパターン変位、及び、第2及び第4の露光モニタパターンが新たなレジストに

30

40

50

転写された新たな第2及び第4のモニタレジスト膜の新たな第2のパターン変位を測定する段階、及び、露光量差と変位差との関係を用いて、新たな第1及び第2のパターン変位間の新たな変位差値から第1の露光量による実効かぶり露光量を算出する段階より、第1の実効かぶり露光量を得るステップと、(ロ)第1のマスク部に重ねて第2のマスク部を露光する第2の露光量に対して、更に新たな検査用レジストを用いて、第1のマスク部を第2の露光量で露光し、更に、第2のマスク部を第2の露光量で露光して、新たな変位差値を求めて第2の露光量による新たな実効かぶり露光量を算出することにより、第2の実効かぶり露光量を得るステップと、(ハ)半導体基板上に、レジストを塗布する工程と、(ニ)半導体基板と第1のマスク部を含むレチクルを露光装置に装着する工程と、(ホ)半導体基板に第1のマスク部を第1の露光量から第2の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光する工程と、(ヘ)第2のマスク部を含むレチクルを露光装置に装着する工程と、(ト)半導体基板に第2のマスク部を第2の露光量から第1の実効かぶり露光量を差し引いた露光量で露光する工程とを含む半導体装置の製造方法であることを要旨とする。

10

## 【0018】

本発明の第4の特徴によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができる露光モニタ方法を適用した半導体装置の製造方法を提供することができる。

## 【0019】

本発明の第2～第4の特徴において、関係は、変位の露光量差に関する2次の近似式であることが好ましい。本発明の第1～第4の特徴において、第1～第4の露光モニタパターンが、光透過率が単調に変化するピッチを有する回折格子パターンで形成されることが好ましい。また、回折格子のピッチPは、光源の波長を、レンズの開口数をNA、光学系の光の干渉性を表わすコヒーレンスファクタをとしたとき、

20

$$P < \lambda / (NA \times (1 + \dots)) \quad \dots \quad (1)$$

の条件を満たすことが好ましい。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

30

## 【0021】

本発明の実施の形態に係る二重露光用のレチクル4は、図1に示すように、第1の露光過程で露光される回路パターンが配置された第1の回路パターン領域21を有する第1のマスク部14aと、第2の露光過程で第1のマスク部より露光された第1の回路パターンに重ね合わせて露光される回路パターンが配置された第2の回路パターン領域22を有する第2のマスク部14bからなる。第1のマスク部14aには、第1の露光過程において露光量を測定する第1の変位モニタ51が配置されている。第2のマスク部14bには、第2の露光過程において露光量を測定する第2の変位モニタ52が配置されている。ここで、第2の変位モニタ52は、第2の露光過程で第1の露光過程より露光された第1の変位モニタ51に重ね合わせて露光される位置に配置されている。第1及び第2の変位モニタ51、52は、第1及び第2の回路パターン領域21、22中の回路パターンがない領域に配置される。

40

## 【0022】

第1のマスク部14aの第1の変位モニタ51には、図2の平面図、及び図3(a)のA-A断面図に示すように、第1の窓部11aと第2の窓部11bが透明基板5上の第1の遮光部16に設けられている。第1及び第2の窓部11a、11b内には、第1及び第2の露光モニタパターン6、7がそれぞれ配置されている。第1の露光モニタパターン6は

50



、紙面左から右の一方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 6 a ~ 6 m を有する回折格子からなり、第 2 の露光モニタパターン 7 は、逆方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 7 a ~ 7 m を有する回折格子からなる。また、第 1 の窓部 1 1 a 内には、第 1 の回路パターン領域 2 1 の回路パターンの一つである配線パターン 3 等が、第 1 の露光モニタパターン 6 の紙面に向かって左側に隣接して配置されている。

#### 【 0 0 2 3 】

第 2 のマスク部 1 4 b の第 2 の変位モニタ 5 2 には、図 2 の平面図、及び図 3 ( b ) の B - B 断面図に示すように、第 3 の窓部 1 2 a と第 4 の窓部 1 2 b が透明基板 5 上の第 2 の遮光部 1 8 に設けられている。第 3 及び第 4 の窓部 1 2 a 、 1 2 b 内には、第 3 及び第 4 の露光モニタパターン 8 、 9 がそれぞれ配置されている。第 3 の露光モニタパターン 8 は、紙面左から右の一方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 8 a ~ 8 m を有する回折格子からなり、第 4 の露光モニタパターン 9 は、逆方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 9 a ~ 9 m を有する回折格子からなる。また、第 3 の窓部 1 2 a の紙面に向かって左側には、配線窓部 1 7 a 、 1 7 b で挟まれた第 2 の回路パターン領域 2 2 の配線遮光部 1 3 が配置されている。ここで、第 1 及び第 3 の露光モニタ 6 、 8 と第 2 及び第 4 の露光モニタパターン 7 、 9 のパターンは 1 8 0 度反転してあるが、パターン寸法は同一である。

10

#### 【 0 0 2 4 】

第 1 及び第 2 の露光過程による第 1 及び第 2 の変位モニタ 5 1 、 5 2 のマスク合せについて、図 4 を用いて説明する。図 4 に示すように、第 1 の窓部 1 1 a に配置された第 1 の露光モニタパターン 6 は、第 2 のマスク部 1 4 b の第 2 の遮光部 1 8 に対応する位置、例えば、第 3 の窓部 1 2 a と配線窓部 1 7 b の間に収まるように配置されている。第 2 の窓部 1 1 b に配置された第 2 の露光モニタパターン 7 も、第 2 のマスク部 1 4 b の第 2 の遮光部 1 8 に対応する位置、例えば、第 3 及び第 4 の窓部 1 2 a 、 1 2 b の間に収まるように配置されている。また、第 3 の窓部 1 2 a に配置された第 3 の露光モニタパターン 8 は、第 1 のマスク部 1 4 a の第 1 の遮光部 1 6 に対応する位置、例えば、第 1 及び第 2 の窓部 1 1 a 、 1 1 b の間に収まるように配置されている。第 4 の窓部 1 2 b に配置された第 4 の露光モニタパターン 9 は、第 1 のマスク部 1 4 a の第 1 の遮光部 1 6 に対応する位置、例えば、第 2 の窓部 1 1 b の紙面に受かって左側に収まるように配置されている。また、第 1 のマスク部 1 4 a の配線パターン 3 は、第 2 のマスク部 1 4 b の配線遮光部 1 3 により遮光される位置に収まるように配置されている。

20

30

#### 【 0 0 2 5 】

二重露光工程においてはまず、第 1 の露光過程で、第 1 のマスク部 1 4 a の配線パターン 3 等を含む回路パターンと第 1 の変位モニタ 5 1 の第 1 及び第 2 の露光モニタパターン 6 、 7 が露光される。引き続き、第 2 の露光過程では、第 3 及び第 4 の露光モニタパターン 8 、 9 が、第 1 の露光過程で遮光された第 1 の遮光部 1 6 の領域に露光される。このとき、露光された第 1 および第 2 の露光モニタパターン 6 、 7 は、第 2 の露光過程においては、第 2 の遮光部 1 8 で遮光される。また、第 1 の露光過程で露光された第 1 のマスク部 1 4 a の配線パターン 3 は、第 2 の露光過程では、第 2 のマスク部の配線遮光部 1 3 により遮光される。

40

#### 【 0 0 2 6 】

本発明の実施の形態の二重露光工程の説明に用いる露光装置 5 0 は、例えば、図 5 に示すような縮小投影露光装置 ( ステップ ) で、縮小比は 1 : 4 としている。光源 4 1 、シャッタ 4 2 及び照明レンズ系 4 4 により照明光学系 4 0 が構成されている。光源 4 1 として、波長 : 2 4 8 n m のクリプトンフロライド ( K r F ) エキシマレーザを用い、照明レンズ系 4 4 には、フライアイレンズ及びコンデンサレンズが含まれる。照明光学系のコヒーレンスファクタ は、0 . 7 5 である。投影光学系 4 6 は、投影レンズと瞳絞り等により構成され、レンズ開口数 N A は、0 . 6 である。露光光 B は、照明光学系 4 5 と投影光学系 4 6 との間に設置されたレチクル 4 のパターンをステージ 4 8 上の半導体基板 1 に縮小

50

投影する。二重露光工程では、まず、レチクル4上の第1のマスク部14aが半導体基板のショット領域にステップアンドリピートで露光される。次いで、レチクル4上の第2のマスク部14bが、第1のマスク部14aが露光されたショット領域にステップアンドリピートで露光される。ショット当りの露光範囲は、20mm角である。なお、説明の便宜上、露光装置50の縮小比を1:4としているが、任意の縮小比でもよいことは勿論である。以下の説明において、レチクル4上のパターン寸法としては、断りのない限り半導体基板1上に縮小投影された寸法に換算して記述する。

#### 【0027】

次に、本発明の実施の形態に係る露光モニタ方法について、簡単のため、第1の露光モニタパターン6を例にとり説明する。図6(a)及び(b)に示すように、第1の露光モニタパターン6は、透明基板5上に配置した複数の遮光膜6a~6mの幅を、固定のピッチPで、一定の割合で増加させることにより開口率を連続的に変化させた回折格子である。遮光膜6aの紙面に向かって右側は開口率:100%に近い最大値であり、遮光膜6mでは開口率:0%となる。波長 $\lambda$ 、開口数NAに対して、ピッチPが、(1)式の条件を満たすとき、投影される第1の露光モニタパターン6の回折格子パターンは、基板上では解像されない。露光光Bは、第1の露光モニタパターン6の回折格子により回折されるが、1次回折光は露光装置の投影光学系46の瞳絞りで遮られ、半導体基板1面上に到達しない。即ち、半導体基板1面上では、回折格子パターンの開口率に応じて0次回折光の強度分布が生じるだけで、回折格子パターンは結像されない。即ち、回折格子パターンは開口率に比例して、一方向に向かって光透過率が一定の割合で連続的に変化するため、透過する露光光量に傾斜分布が生じる。本発明の実施の形態の説明に用いる露光装置50( $\lambda$ :248nm、NA:0.6、 $\sigma$ :0.75)の場合、(1)式の条件を満たすピッチPは、略234nm以下となる。ここでは、ピッチPとして、190nmとしている。

#### 【0028】

本発明の実施の形態の説明に用いるポジティブ型のレジストは、例えば、下限露光量 $E_{xc}$ 以上で感度を持つ。下限露光量 $E_{xc}$ 以上の露光量で露光されたレジスト膜は現像工程で溶解することで膜厚は減少し、限界露光量 $E_{x0}$ 以上の露光量で完全に溶解する。通常は余裕を見て限界露光量 $E_{x0}$ 以上の露光量 $E_x$ が与えられる。限界露光量 $E_{xc}$ と下限露光量 $E_{x0}$ 間は中間領域でレジスト膜は膜減りするものの除去されずに基板表面に残る。なお、露光量を限界露光量 $E_{x0}$ よりはるかに大きくして、所謂オーバ露光するとレジスト残膜はないものの、残すべきレジストパターン幅も減少してしまう。従って、露光量 $E_x$ の設定は、限界露光量 $E_{x0}$ の数10%オーバの露光量が用いられる。

#### 【0029】

図7(a)に示すように、露光光Bを、第1の露光モニタパターン6を有するレチクル4に照射し、レジスト膜を塗布した半導体基板1を露光する。例えば、第1の露光モニタパターン6の遮光膜6mの左側のエッジを基点とすると、図7(b)に示すように、得られる光学像は、紙面右に向かって、なだらかに露光強度が増加し、第1の露光モニタパターン6の遮光膜6aの右側のエッジで露光強度は1に達する分布を持つ。ここで、露光強度は、露光光の露光量 $E_x$ で規格化された値である。露光量 $E_x$ は、 $E_{x0}$ よりも十分大きいので、レジストの感度曲線に従い、半導体基板1上のレジスト膜に露光され、図7(c)に示すような第1のモニタレジスト膜26が得られる。即ち、露光強度が $E_{xc}/E_x$ より小さい範囲に対応する露光位置では、レジスト膜はそのまま残り、露光強度が $E_{xc}/E_x \sim E_{x0}/E_x$ 間で第1のモニタレジスト膜26の傾斜側壁20が形成される。なお、露光強度が $E_{x0}/E_x \sim 1$ 間に対応する露光位置ではレジスト膜は除去されるため、図7(c)に示されるように、第1のモニタレジスト膜26は、第1の露光モニタパターン6の遮光膜6a側のエッジより、ずれ幅 $s$ だけ縮小後退する。あるいは、露光された第1の露光モニタパターン6のパターン中心 $C_a$ と第1のモニタレジスト膜26のパターン中心 $C_b$ には、パターン変位 $c$ ( $s/2$ )が発生する。したがって、パターン変位 $c$ あるいはずれ幅 $s$ を光学式の合せずれ検査装置を使用して測定することにより、露光量がモニタできる。

10

20

30

40

50

## 【0030】

本発明の実施の形態に係るレチクル4を用いて二重露光工程を行う場合について説明する。第1の露光過程において、図8(a)に示すように、例えば第1の露光量D1でいったん第1のマスク部14aの第1の変位モニタ51がレジスト上に露光される。その結果、半導体基板1上のレジストが露光された露光レジスト32の間に未露光部の、第1及び第2の露光モニタパターン6、7に対応した第1及び第2のモニタ潜像36、37と、第1の遮光部16の一部に対応した第3及び第4のモニタ遮光部38、39が形成される。第1及び第2のモニタ潜像36、37は、図7で説明したように、第1の露光量D1に応じてパターン幅が第1のずれ幅  $S_1$  だけ縮小して、第1のモニタ幅  $L_1$  となる。

## 【0031】

引き続き、第2の露光過程では、図8(b)に示すように、第2のマスク部14bの第2の変位モニタ52が第2の露光量D2で露光される。その結果、第1及び第2の露光過程で露光された露光レジスト32aの間に、未露光部の第1及び第2のモニタ潜像36a、37aに加えて、第3のモニタ遮光部38に未露光の第3のモニタ潜像38a及び第4のモニタ遮光部39に未露光の第4のモニタ潜像39aが形成される。第3及び第4のモニタ潜像38a、39aは、第2の露光量D2に応じてパターン幅が第2のずれ幅  $S_2$  だけ縮小して、第2のモニタ幅  $L_2$  となる。第1の露光過程で露光された第1及び第2のモニタ潜像36、37は、第2の露光過程では第2の遮光部18で遮光される。二重露光後に得られた第1及び第2のモニタ潜像36a、37aは、単独に第1の露光量D1で露光されて得られるパターン幅より更に、変位  $X_e$  だけ狭くなって、第1の縮小幅  $L_{a1}$  となる。第2の露光過程の時に、回折や乱反射等に起因する迷光により、第2の遮光部18下にかぶりが生じ、オーバー露光になるためである。

## 【0032】

二重露光工程のかぶり量を評価するため、図8(a)で示した第1の露光過程において、まず、第1の露光量D1を一定値として第1の変位モニタ51を、半導体基板1上のショット領域に所望の数だけ露光する。引き続き図8(b)で示した第2の露光過程では、第2の露光量D2を可変露光量  $D_x$  として変化させながら第2の変位モニタ52を、第1の変位モニタ51が露光された半導体基板1のショット領域に露光する。現像後、図8(c)に示すように、第1及び第2の変位モニタ51、52の第1～第4の露光モニタパターン6～9が転写された第1～第4のモニタレジスト膜26～29が形成される。第1及び第3のモニタレジスト膜26、28は、例えば、紙面に向かって右側のパターンエッジが左方向に縮小後退する。逆に、第2及び第4のモニタレジスト膜27、29は、紙面に向かって左側のパターンエッジが右方向に縮小後退する。更に、第1及び第2のモニタレジスト膜26、27は、第2の露光過程で可変露光量  $D_x$  のかぶりを受けて、互いに逆方向に変位  $X_e$  だけずれている。一方、第2の露光過程で第3及び第4の露光モニタパターン8、9が露光されるとき、合せずれが生じて、第3及び第4のモニタレジスト膜28、29は、二重露光による合せずれ幅  $X_a$  だけ同一方向にずれる。ここで、例えば、第1のモニタレジスト膜26が縮小後退する、紙面に向かって左方向を正の方向とする。したがって、二重露光工程で得られる第1のモニタレジスト膜26と第3のモニタレジスト膜28で生じる第1のパターン変位  $S_1$  は、

$$S_1 = X_e + X_a + \frac{S_1 + S_2}{2} \quad \dots \quad (2)$$

となる。第2のモニタレジスト膜27と第4のモニタレジスト膜29で生じる第2のパターン変位  $S_2$  は同様に、

$$S_2 = -X_e + X_a - \frac{S_1 - S_2}{2} \quad \dots \quad (3)$$

と表わすことができる。したがって、第1及び第2のパターン変位  $S_1$ 、 $S_2$  の変位差  $X$  は、(2)及び(3)式の差より、

$$X = (S_1 - S_2) / 2 = X_e + \frac{S_1 + S_2}{2} \quad \dots \quad (4)$$

と表わすことができる。

## 【0033】

第1及び第2のパターン変位  $S_1$ 、 $S_2$  は、光学式の合せずれ検査装置で測定すること

10

20

30

40

50

ができる。ここで、第1の露光量  $D_1$  と第2の露光量（可変露光量）  $D_2$  との差の絶対値を露光量差  $D$  とし、各露光量差  $D$  について変位差  $X$  をプロットすると、図9に示すような関係が得られる。この露光量差  $D$  と変位差  $X$  の関係は、補正係数  $A$ 、 $B$ 、 $C$  を用いて、

$$X = A \cdot D^2 + B \cdot D + C \quad \dots \quad (5)$$

と2次式でよく近似できる。ここで、補正係数  $A$ 、 $B$ 、 $C$  は測定データをもとにフィティングにより求められる。

#### 【0034】

次に、第1及び第2の露光過程での露光量とともに露光量  $D_3$ （検査露光量）と同じにして、同様に二重露光を行う。そして、合せずれ検査装置の測定結果より、(4)式により変位差  $X(D_3)$  を算出する。得られた変位差  $X(D_3)$  は、露光量  $D_3$  が第1の露光量  $D_1$  と等しくなければ、(5)式の補正係数  $C$  と等しくない。変位差  $X(D_3)$  を、(5)式に代入して、算出される  $D$  を「実効かぶり露光量（以下において、「かぶり露光量」と記す。） $E_3$ 」とする。この場合、二重露光工程での第1および第2の露光過程で、同じ露光量を用いているため、算出された変位差の変化分は、露光量  $D_3$  のかぶりから生じるものである。したがって、かぶり露光量  $E_3$  は、二重露光工程における第2の露光過程の露光量  $D_3$  で生じるかぶりである。このようにして、本発明の実施の形態に係る露光モニタ方法よれば、二重露光工程でのかぶり露光量  $E_3$  を定量的に評価することができる。

#### 【0035】

次に、本発明の実施の形態に係るレチクル4を用いた、回路パターン形成のための露光方法を、図10により説明する。レチクル4の第1及び第2のマスク部14a、14bを単独で露光する場合の第1の最適露光量  $D_{m1}$  及び第2の最適露光量  $D_{m2}$  を予め決定しておく。更に、本発明の実施の形態に係る露光モニタ方法により第1及び第2の最適露光量  $D_{m1}$ 、 $D_{m2}$  に対してそれぞれ、第1のかぶり露光量  $E_1$ 、及び第2のかぶり露光量  $E_2$  を算出する。

#### 【0036】

(イ) まず、レチクル4が設置された露光装置50のステージ48上に、図10(a)に示すように、ポジティブ型のレジスト31を塗布した半導体基板1を装着する。

#### 【0037】

(ロ) 第1の露光過程で、第1の露光量  $D_1$  で第1のマスク部14aの第1を、半導体基板1上の各ショット領域にステップアンドリピートで露光する。ここで、第1の露光量  $D_1$  は、第1の最適露光量  $D_{m1}$  から第2のかぶり露光量  $E_2$  を差し引いた第1の補正露光量 ( $D_{m1} - E_2$ ) としてある。例えば、図10(b)に示すように、レジスト31が露光された露光レジスト32の間に未露後部の配線潜像33、第1のモニタ潜像36、第2のモニタ潜像37、第3のモニタ遮光部38、及び第4のモニタ遮光部39が形成される。

#### 【0038】

(ハ) 引き続き第2の露光過程では、第2の露光量  $D_2$  で第2のマスク部14bを、第1のマスク部14aが露光された半導体基板1の各ショット領域にステップアンドリピートで露光する。第2の露光量  $D_2$  は、第2の最適露光量  $D_{m2}$  としてある。図10(c)に示すように、第1及び第2の露光過程で露光された露光レジスト32aの間に、未露後部の配線潜像33a、第1および第2のモニタ潜像36a、37aに加えて、第3のモニタ遮光部38に第3のモニタ潜像38a、及び第4のモニタ遮光部39に第4のモニタ潜像39aが新たに形成される。なお、配線潜像33a、第1および第2のモニタ潜像36a、37aは、第2の露光過程において、かぶり露光量  $E_2$  でかぶり露光されている。

#### 【0039】

(ニ) 上記のように二重露光された半導体基板1を現像して、図10(d)に示すように、配線レジスト膜23と、第1～第4のモニタレジスト膜26～29が形成される。配線レジスト膜23は、第1の露光過程において、第2の露光過程で用いる第2の露光量  $D_2$

10

20

30

40

50

から生じるかぶり露光量  $E_2$  により補正された第 1 の補正露光量  $(D_{m1} - E_2)$  で露光されているため、所望のパターン寸法となる。

【0040】

本発明の実施の形態に係る露光方法によれば、二重露光工程において高精度で制御性良くパターン形成ができる。

【0041】

なお、上述の説明においては、第 1 の露光過程で配線パターン 3 等の回路パターンをレジスト 3 1 上に露光する場合について説明したが、逆に、第 1 の露光過程で遮光された領域に第 2 の露光過程で配線パターン等の回路パターンを露光する工程もある。この場合は、第 2 の露光過程の第 2 の露光量  $D_2$  として、第 2 の最適露光量  $D_{m2}$  から第 1 のかぶり露光量  $E_1$  を差し引いた第 2 の補正露光量  $(D_{m2} - E_1)$  を用いれば、同様の効果が得られることは、勿論である。更に、第 1 および第 2 の露光過程それぞれで、異なる回路パターンを露光する場合には、第 1 及び第 2 の露光量  $D_1$ 、 $D_2$  として、第 1 及び第 2 の補正露光量  $(D_{m1} - E_2)$ 、 $(D_{m2} - E_1)$  を用いれば、同様の効果があることが確認されている。

【0042】

(変形例)

次に、本発明の実施の形態の変形例に係わる二重露光用のレチクルを説明する。本発明の実施の形態の変形例では、露光モニタパターンに特徴があり、他は本発明の実施の形態と同様であるので、重複した記載を省略する。

【0043】

本発明の実施の形態において、第 1 及び第 2 の変位モニタ 5 1、5 2 に配置される第 1 ~ 第 4 の露光モニタパターン 6 ~ 8 は単一のパターンである。単一の露光モニタの替わりに、例えば、複数の露光モニタ群のパターン変位を測ることにより、変位測定精度を向上させることができる。本発明の実施の形態の変形例として、ボックス形状の露光モニタを備えたレチクル 4 a を図 1 1 に示す。レチクル 4 a は、図 1 1 に示すように、透明基板 5 a 上に第 1 の変位モニタ 5 3 と第 2 の変位モニタ 5 4 を備えている。上述したレチクル 4 と同様に、第 1 の変位モニタ 5 3 は、第 1 の露光過程で用いる第 1 の露光マスク部に設けられ、第 2 の変位モニタ 5 4 は、第 2 の露光過程で用いる第 2 の露光マスク部に設けられる。

【0044】

第 1 の変位モニタ 5 3 には、棒状に配置された 4 個の第 1 ~ 第 4 のモニタ 6 1 ~ 6 4 からなる第 1 の露光モニタボックス 6 0 と、棒状に配置された 4 個の第 1 ~ 第 4 のモニタ 7 1 ~ 7 4 からなる第 2 の露光モニタボックス 7 0、及び均一な遮光膜よりなる第 1 の遮光部 6 5 からなる。

【0045】

第 2 の変位モニタ 5 4 には、棒状に配置された 4 個の第 1 ~ 第 4 のモニタ 8 1 ~ 8 4 からなる第 3 の露光モニタボックス 8 0 と、棒状に配置された 4 個の第 1 ~ 第 4 のモニタ 9 1 ~ 9 4 からなる第 4 の露光モニタボックス 9 0、及び均一な遮光膜よりなる第 2 の遮光部 8 5 からなる。

【0046】

ここで、本発明の実施の形態の変形例において、第 1 ~ 第 4 のモニタ 6 1 ~ 6 4、7 1 ~ 7 4、8 1 ~ 8 4、及び 9 1 ~ 9 4 は、図 1 1 では詳細は省略しているが、図 6 に示した第 1 の露光モニタパターン 6 と同様の構造の回折格子パターンを有する露光モニタである。第 1 および第 3 の露光モニタボックス 6 0、8 0 において、第 1 および第 2 のモニタ 6 1、6 2、8 1、8 2 は、例えば、図 1 1 の紙面右から左の方向に開口率が増加する回折格子であり、第 3 及び第 4 のモニタ 6 3、6 4、8 3、8 4 は、紙面上から下方方向に開口率が増加する回折格子である。また、第 2 および第 4 の露光モニタボックス 7 0、9 0 においては、第 1 および第 2 のモニタ 7 1、7 2、9 1、9 2 は、例えば、図 1 1 の紙面左から右の方向に開口率が増加する回折格子であり、第 3 及び第 4 のモニタ 7 3、7 4、9

10

20

30

40

50

3、94は、紙面下から上方向に開口率が増加する回折格子である。

【0047】

更に、第1の変位モニタ53に配置された、第1及び第2の露光モニタボックス60、70は、第2の変位モニタ54の第2の遮光部85により遮光される領域に収まるように重ねあわされる。第2の変位モニタ54に配置されている第3及び第4の露光モニタボックス80、90は、第1の変位モニタ53の第1の遮光部65により遮光される領域に収まるように重ねあわされる。

【0048】

図11において、第1及び第3の露光モニタボックス60、80は、露光により紙面に向かって右上方向にパターンずれを起こし、第2及び第4の露光モニタボックス70、90は、紙面に向かって左下方向にパターンずれすることになる。このように、レチクル4aによれば、第1及び第2の変位モニタ53、54のパターンの変位として1次元だけでなく、2次元の変位を用いることも可能となり、より高精度に二重露光のかぶり露光量の測定ができる。

【0049】

このように、本発明の実施の形態の変形例によれば、二重露光工程のかぶりの影響を簡便にかつ高精度で再現性良く測定できる。

【0050】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明を実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者にはさまざまな代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

【0051】

本発明の実施の形態において、露光光の透過率の分布を持たせるために、回折格子の開口率を所望の割合で変化させた露光パターンを用いたが、回折格子に限らず、他の方法により露光光の透過率の分布を持たせることができれば、いかなる方法でもよいことは勿論である。例えば、図12(a)及び(b)に示すように、レチクル4bに用いる第1の露光モニタパターン106として、透明基板5b上に、複数の遮光膜106a~106mを一定幅で、厚さを一定の割合で変化させて配置している。金属であっても薄膜とすれば光透過性が生じるので、遮光膜106a~106mとして使用している金属を、厚さの分布を持たせて堆積すれば光の透過率を可変にできる。遮光膜106aから遮光膜106mに向かって各遮光膜の厚さはステップ状に増加させてある。したがって、遮光膜106aの紙面に向かって右側は透過率：100%に近い最大値であり、遮光膜106mでは透過率：0%となる。このように、遮光膜の厚さをステップ状に変化させた構造を、本発明の実施の形態及び変形例で説明した露光モニタに適用できることは、勿論である。また、遮光膜の厚さを一定方向に連続的に変化させた構造でも、露光モニタが可能である。更に、光透過率を可変にするため、遮光材料を粒子状にして粒子密度を変化させた構造でも、同様の効果が得られることは、勿論である。

【0052】

また、本発明の実施の形態においては、一枚のレチクルにより二重露光を行う例を用いて説明した。複数のレチクルを用いて多重露光を行う場合にも、複数の露光過程のかぶり露光を、同様に評価できることは、勿論である。

【0053】

また、本発明の実施の形態においては、説明の便宜上、KrFエキシマレーザ縮小投影露光装置を用いているが、光源として、i線やg線等の紫外線、他のエキシマレーザ、あるいは、電子ビームやX線等を用いてもよいことは勿論である。また、コンタクト方式、プロキシミティ方式あるいはミラープロジェクション方式などの露光装置を用いてもよい。

【0054】

このように、本発明はここでは記載していないさまざまな実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る

10

20

30

40

50

発明特定事項によってのみ定められるものである。

【 0 0 5 5 】

【発明の効果】

本発明によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができるレチクル、露光モニタ方法、及び露光モニタ方法を適用した露光方法、半導体装置の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示すレイアウト図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示す平面図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示す断面図である。

10

【図 4】本発明の実施の形態に係る二重露光工程での、第 1 及び第 2 の変位モニタの重ね合わせの一例を示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態に係るモニタ方法に用いる露光装置の概略構成図である。

【図 6】本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示す、( a ) 平面図、及び ( b ) 断面図である。

【図 7】本発明の実施の形態に係るモニタ方法の説明のための、( a ) レチクルの断面図、( b ) 露光光の透過特性を示す図、及び ( c ) 形成されるレジストパターンの断面図の一例である。

【図 8】本発明の実施の形態に係るモニタ方法を説明するための露光工程断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態に係るモニタ方法による露光量差に対する変位を示すグラフ

20

である。

【図 1 0】本発明の実施の形態に係るモニタ方法を説明するための工程断面図の一例である。

【図 1 1】本発明の実施の形態の変形例に係るレチクルの一例を示す平面図である。

【図 1 2】本発明のその他の実施の形態に係るレチクルの一例を示す、( a ) 平面図、及び ( b ) 断面図である。

【符号の説明】

1 半導体基板

3 配線パターン

4、4 a、4 b レチクル

30

5、5 a、5 b 透明基板

6、1 0 6 第 1 の露光モニタパターン

6 a ~ 6 m、7 a ~ 7 m、8 a ~ 8 m、9 a ~ 9 m、1 0 6 a ~ 1 0 6 m 遮光膜

7 第 2 の露光モニタパターン

8 第 3 の露光モニタパターン

9 第 4 の露光モニタパターン

1 1 a 第 1 の窓部

1 1 b 第 2 の窓部

1 2 a 第 3 の窓部

1 2 b 第 4 の窓部

40

1 3 配線遮光部

1 4 a 第 1 のマスク部

1 4 b 第 2 のマスク部

1 5 露光テストパターン

1 6、6 5 第 1 の遮光部

1 7 a、1 7 b 配線窓部

1 8、8 5 第 2 の遮光部

2 0 傾斜側壁

2 1 第 1 の回路パターン領域

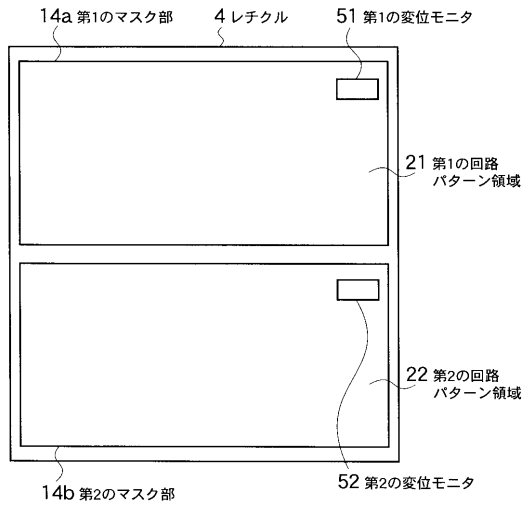
2 2 第 2 の回路パターン領域

50

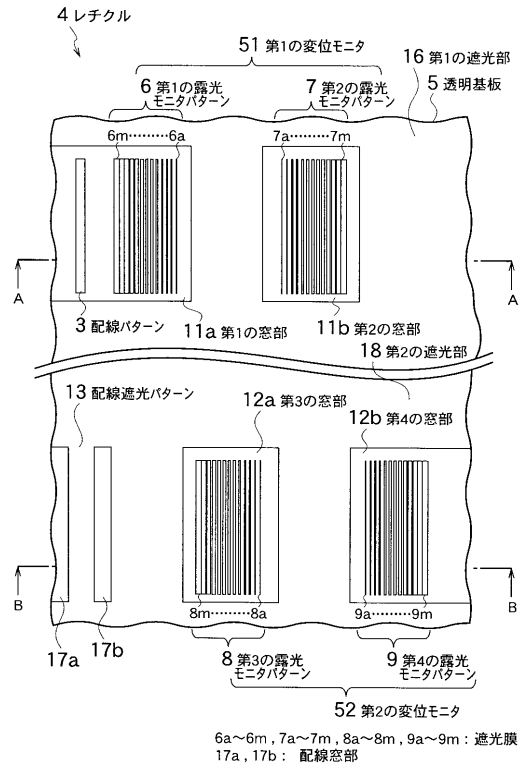
2 3	配線レジスト膜	
2 6	第 1 のモニタレジスト膜	
2 7	第 2 のモニタレジスト膜	
2 8	第 3 のモニタレジスト膜	
2 9	第 4 のモニタレジスト膜	
3 1	レジスト	
3 2、3 2 a	露光レジスト	
3 3	配線潜像	
3 6、3 6 a	第 1 のモニタ潜像	
3 7、3 7 a	第 2 のモニタ潜像	10
3 8	第 3 のモニタ遮光部	
3 8 a	第 3 のモニタ潜像	
3 9	第 4 のモニタ遮光部	
3 9 a	第 4 のモニタ潜像	
4 0	照明光学系	
4 1	光源	
4 2	シャッタ	
4 4	照明レンズ系	
4 6	投影光学系	
4 8	ステージ	20
5 0	露光装置	
5 1、5 3	第 1 の変位モニタ	
5 2、5 4	第 2 の変位モニタ	
6 0	第 1 の露光モニタボックス	
6 1、7 1、8 1、9 1	第 1 のモニタ	
6 2、7 2、8 2、9 2	第 2 のモニタ	
6 3、7 3、8 3、9 3	第 3 のモニタ	
6 4、7 4、8 4、9 4	第 4 のモニタ	
7 0	第 2 の露光モニタボックス	
8 0	第 3 の露光モニタボックス	30
9 0	第 4 の露光モニタボックス	



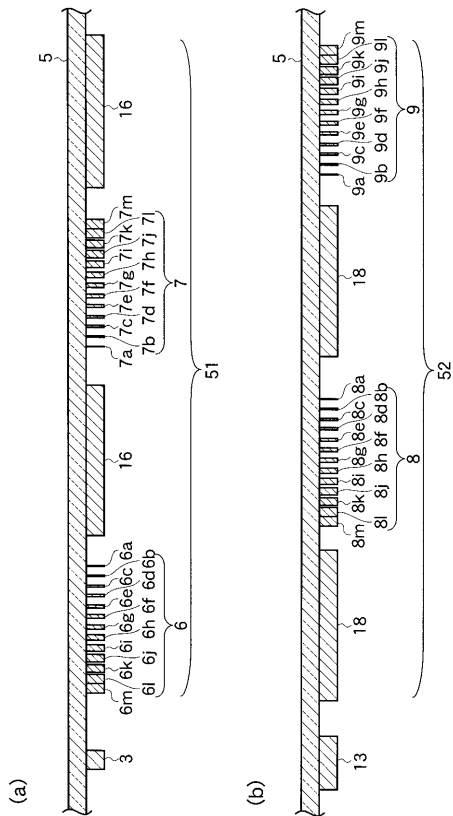
【 図 1 】



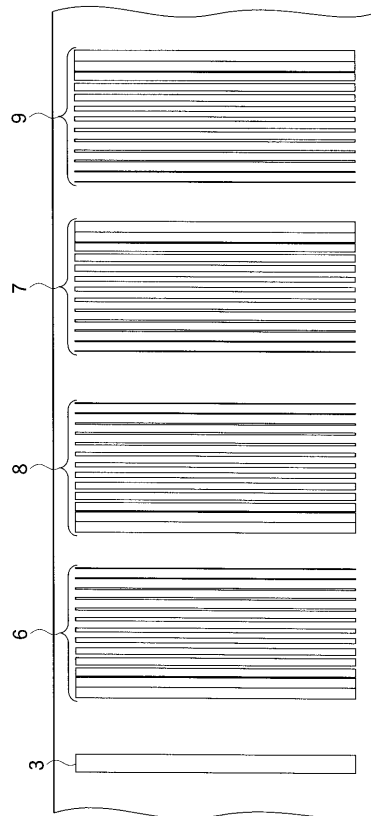
【 図 2 】



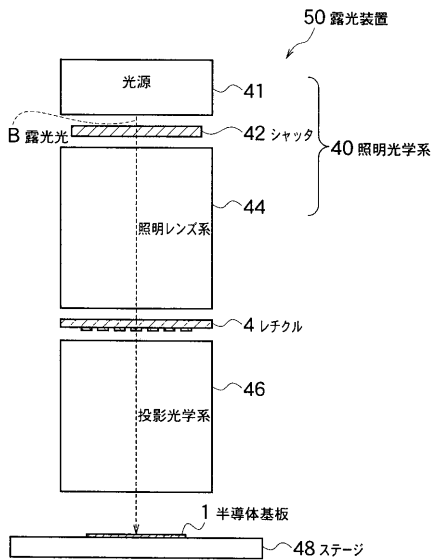
【 図 3 】



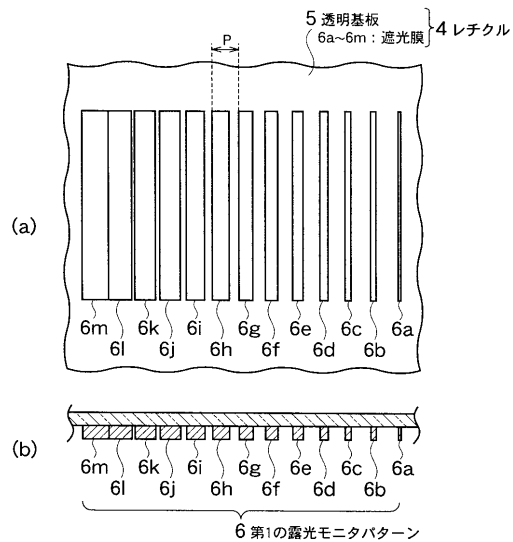
【 図 4 】



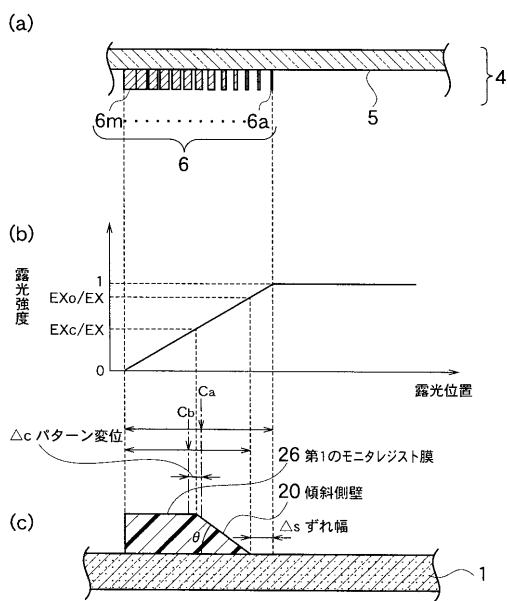
【 図 5 】



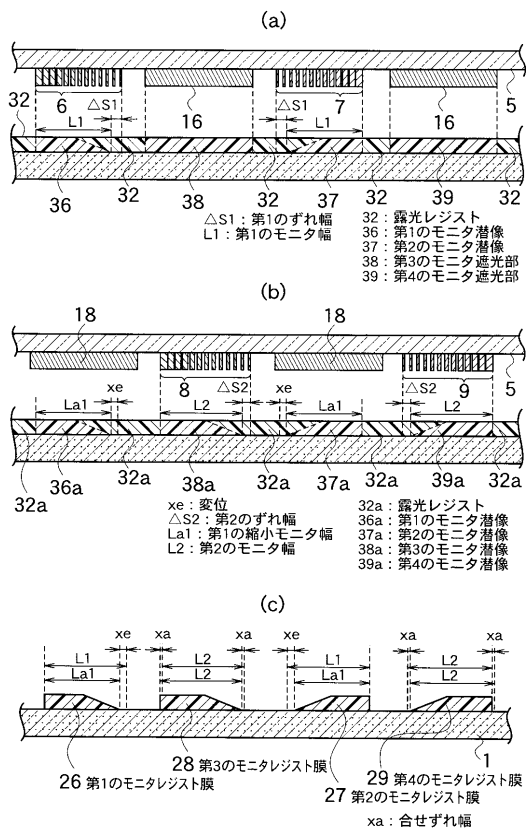
【 図 6 】



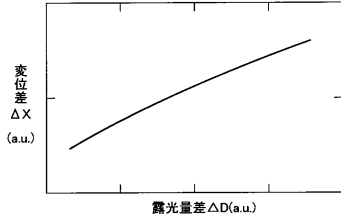
【 図 7 】



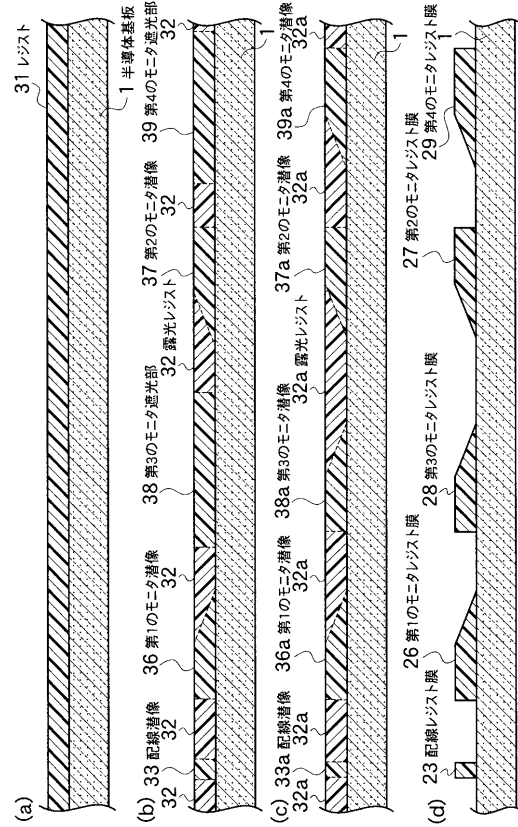
【 図 8 】



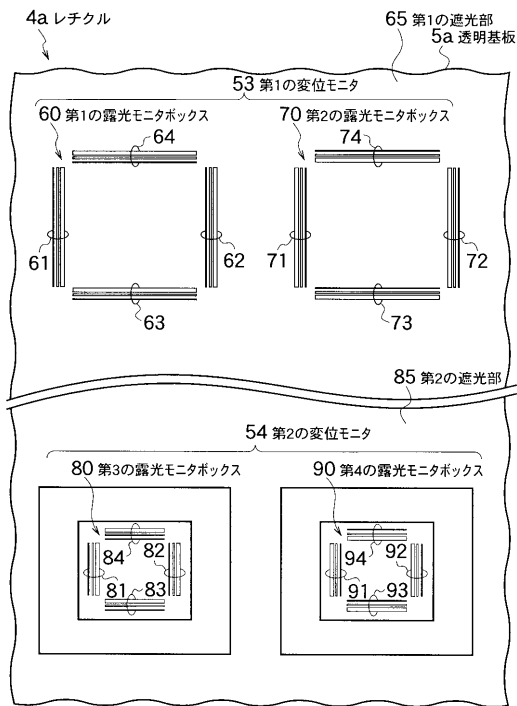
【 図 9 】



【 図 10 】

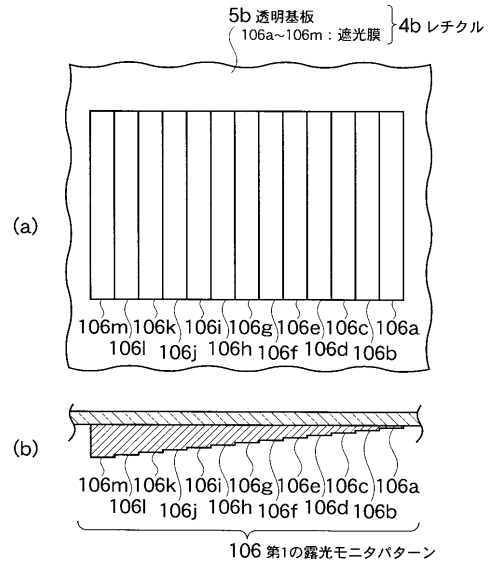


【 図 11 】



61,71,81,91 : 第1のモニタ  
 62,72,82,92 : 第2のモニタ  
 63,73,83,93 : 第3のモニタ  
 64,74,84,94 : 第4のモニタ

【 図 12 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 小峰 信洋

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

審査官 佐藤 秀樹

(56)参考文献 特開2000-310850(JP,A)

特開2001-319871(JP,A)

特開平06-302492(JP,A)

特開2003-100624(JP,A)

特開平09-097760(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 1/08-1/16