

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3708058号

(P3708058)

(45) 発行日 平成17年10月19日(2005.10.19)

(24) 登録日 平成17年8月12日(2005.8.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

G O 3 F 1/08

G O 3 F 1/08 A

G O 3 F 7/20

G O 3 F 7/20 5 2 1

H O 1 L 21/027

H O 1 L 21/30 5 O 2 P

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-54774 (P2002-54774)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成14年2月28日 (2002.2.28)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2003-255509 (P2003-255509A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成15年9月10日 (2003.9.10)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成15年3月3日 (2003.3.3)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100068814
			弁理士 坪井 淳
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトマスクの製造方法およびそのフォトマスクを用いた半導体装置の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

フォトマスクにマスクパターンを作成し、  
前記作成されたマスクパターンの寸法を測定し、  
前記寸法測定の結果に基づき、前記マスクパターンを被露光体に露光する際の露光裕度を求め、前記求められた露光裕度が所定の露光裕度を満たしているか否かを判断し、  
前記露光裕度を満たしているか否かの判断結果に基づき、前記フォトマスクの合否を判断するフォトマスクの製造方法であって、  
前記寸法測定は、前記マスクパターンのうち、このマスクパターンを前記被露光体に露光する際に露光裕度が小さいクリティカルパターン部の寸法測定を含むことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

10

## 【請求項2】

前記寸法測定は、  
前記マスクパターンのうち、前記マスクパターンを前記被露光体に露光する際に使用される露光装置の露光条件の最適化に利用される平均寸法モニタ部の寸法測定と、  
前記マスクパターンのうち、前記フォトマスク内の寸法ばらつきの算出に利用される寸法ばらつきモニタ部の寸法測定と  
を含むことを特徴とする請求項1に記載のフォトマスクの製造方法。

## 【請求項3】

前記マスクパターンの一部、又は全部に対してプロセス変動を含めたリソグラフィシミュ

20

レーションを行い、前記マスクパターンが半導体ウェハ上に転写された際の寸法、又は形状の計算値を求め、前記計算値の、設計値からの変動量を算出し、  
前記変動量が所定の変動量以上となる箇所、又は前記変動量が最も大きくなる箇所を抽出し、

前記抽出された箇所を、前記クリティカルパターン部とすることを特徴とする請求項 1 に記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 4】

前記プロセス変動は、前記露光装置のフォーカス変動、前記露光装置の露光量変動、及び前記露光装置のレンズ収差の少なくともいずれか一つを含むことを特徴とする請求項 3 に記載のフォトマスクの製造方法。

10

【請求項 5】

前記クリティカルパターン部は、  
前記露光装置の露光条件を最適化する際に得た、前記平均寸法モニタ部の寸法測定値の、設計値からの変動量を考慮して抽出されることを特徴とする請求項 2 に記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 6】

前記クリティカルパターン部は、  
前記クリティカルパターン部の寸法、前記クリティカルパターン部の形状、及び前記クリティカルパターン部の寸法と前記クリティカルパターン部の形状とのコンビネーションのいずれか一つを含むカテゴリーに分類され、  
前記カテゴリー毎に、前記クリティカルパターン部の寸法を測定し、  
前記カテゴリー毎に得た前記寸法の測定結果を含めて、前記フォトマスクが前記露光装置に設定される所定の露光条件で露光可能か否かを、前記カテゴリー毎に判断することを特徴とする請求項 1 に記載のフォトマスクの製造方法。

20

【請求項 7】

前記フォトマスクが前記露光条件で露光可能か否かの判断は、  
前記クリティカルパターン部の寸法、前記クリティカルパターン部の形状、及び前記露光条件に基づきリソグラフィシミュレーションを行い、前記クリティカルパターン部が半導体ウェハ上に転写された際の寸法、及び形状を計算し、  
前記計算の結果に基づき、前記フォトマスクが前記露光条件で露光可能か否かを判断することを特徴とする請求項 6 に記載のフォトマスク製造方法。

30

【請求項 8】

フォトマスクにマスクパターンを作成し、作成されたマスクパターンの寸法を、このマスクパターンのうち、被露光体に露光する際に露光裕度が小さいクリティカルパターン部の寸法測定を含んで測定し、寸法測定の結果に基づき、前記マスクパターンを被露光体に露光する際の露光裕度を求め、求められた露光裕度が所定の露光裕度を満たしているか否かを判断して製造されたフォトマスクを用いて半導体装置を製造することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40

【発明の属する技術分野】

この発明はフォトマスクの製造方法およびそのフォトマスクを用いた半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造工程において、各種パターンを半導体ウェハに形成するパターン形成工程、いわゆるリソグラフィ工程がある。リソグラフィ工程では、フォトマスクが用いられている。

【0003】

近年、フォトマスクに求められる寸法精度は急速に厳しくなり、例えばフォトマスク面内

50

の寸法均一性は10nm以下が必要とされている。フォトマスクの製造工程において、良品か不良品かを判断する項目は多数有り、従来、その項目の中の一つでも仕様を満たさないものが有れば不良品、即ち不合格とされてきた。

#### 【0004】

図8に、フォトマスク、例えばハーフトーン型位相シフトマスクの仕様の代表的な項目と仕様値の例を示す。図8に示しただけでも11項目有り、従来は、これら11項目のうち、1項目でも仕様値を越えるフォトマスクは、不合格としていた。フォトマスク製造技術の高精度化は進んでいるが、フォトマスクに求められる寸法精度が厳しくなる中で、良品が得られる歩留りは悪化している。

#### 【0005】

フォトマスクの仕様は、半導体ウェハへのパターン露光において、所望の露光裕度を得るために必要で、従来の仕様は各項目がすべて仕様値ぎりぎりの値になった場合でも所望の露光裕度が得られるように決められていた。しかしながら、実際のフォトマスクですべての項目が仕様値ぎりぎりの値になるようなことは極めて希で、ほとんどのフォトマスクは、ある項目は仕様値を越えていても、その他の項目は余裕を持って仕様値の中に収まっていることが多い。このようなフォトマスクは、従来、不合格として処分されてしまっていたが、その中には所望の露光裕度を得ることができるフォトマスク、即ち製品を量産するにあたり問題のないフォトマスクが存在する、という事実を、本願発明者らは見出した。つまり、仮に仕様値を越えてしまった項目が有っても、その他の項目が余裕を持って仕様値に収まっている場合、仕様値を越えてしまった項目による露光裕度の減少分が、余裕を持って仕様値に収まっている項目の露光裕度の増加分を下回れば、全体としては所望の露光裕度を得ることができるのである。

#### 【0006】

図9に不合格とされていたハーフトーン型位相シフトマスクの従来の測定例を示す。図9に示すように、例えばパターン寸法平均値の、目標値からのずれが13nmで仕様値の±10nmを越えてしまっている、そのマスクのパターン寸法面内均一性が4nm(3)と仕様値である8nm(3)より余裕を持って小さい値であった場合、このマスクを実際にウェハ露光し、デフォーカス裕度と露光量裕度を測定すると所望の露光裕度を得られるのである。これに関する本件出願人による先願としては、特願2000-260285号(平成12年8月30日出願)、及び特願2001-159380号(平成13年5月28日出願)がある。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

特願2000-260285号では、フォトマスクの半導体デバイスパターン(マスクパターン)寸法ばらつき及びその平均値を測定し、この測定データから露光裕度を計算し、所定の露光裕度を満たせば良品(合格)と判断する。また、フォトマスクが位相シフトマスクである場合には、位相シフト膜の透過率及びその位相差をさらに測定し、この測定データからも露光裕度を計算し、所定の露光裕度を満たせば合格と判断する。

#### 【0008】

特願2001-159380号は、特願2000-260285号に対して、描画位置精度、欠陥部位や欠陥修正後の修正部位等の測定データからも露光裕度を見積もるようにし、より精度の高い合否判断を行い得るようにしたものである。また、所望の露光裕度を得られない場合には、このフォトマスクを使用するカスタマーがデバイス特性の観点、又はデバイス製造の観点から使用できるかどうかをさらに判断し、プロセス管理条件を含んだ形で合否判定を下すようにしたものである。

#### 【0009】

しかしながら、半導体デバイスの微細化、大規模集積化はその後も進展を続けており、フォトマスクにおいても、より精度の良い合否判断が要求される場所である。

#### 【0010】

この発明は、上記事情に鑑み為されたもので、その目的は、より精度の良い合否判断が可

10

20

30

40

50

能となるフォトマスクの製造方法およびそのフォトマスクを用いた半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

この発明の第1態様に係るフォトマスクの製造方法は、フォトマスクにマスクパターンを作成し、前記作成されたマスクパターンの寸法を測定し、前記寸法測定の結果に基づき、前記マスクパターンを被露光体に露光する際の露光裕度を求め、前記求められた露光裕度が所定の露光裕度を満たしているか否かを判断し、前記露光裕度を満たしているか否かの判断結果に基づき、前記フォトマスクの可否を判断するフォトマスクの製造方法であって、前記寸法測定は、前記マスクパターンのうち、このマスクパターンを前記被露光体に露光する際に露光裕度が小さいクリティカルパターン部の寸法測定を含むことを特徴とする。

10

【0012】

この発明の第2態様に係る半導体装置の製造方法は、フォトマスクにマスクパターンを作成し、作成されたマスクパターンの寸法を、このマスクパターンのうち、被露光体に露光する際に露光裕度が小さいクリティカルパターン部の寸法測定を含んで測定し、寸法測定の結果に基づき、前記マスクパターンを被露光体に露光する際の露光裕度を求め、求められた露光裕度が所定の露光裕度を満たしているか否かを判断して製造されたフォトマスクを用いて半導体装置を製造することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の一実施形態を、図面を参照して説明する。この説明に際し、全図にわたり、共通する部分には共通する参照符号を付す。

20

【0014】

図1はこの発明の一実施形態に係わるフォトマスクの製造方法を示す流れ図である。本第1実施形態は、この発明をフォトマスクとしてハーフトーン型位相シフトマスク（以下HT型マスク）に適用した例である。しかし、この発明はHT型マスクに限って適用されるものではなく、HT型マスク以外の位相シフトマスクにも適用でき、もちろん位相シフトマスク以外のフォトマスクにも適用できる。

【0015】

図1に示すように、マスクブランク上に、マスクパターン、例えば半導体デバイスパターンを形成する（ST.1）。

30

【0016】

本例では、HT型マスクブランク上の感応材、例えばレジストに、例えば電子ビーム描画装置を用い、半導体デバイスの図形パターンを表現した描画パターンデータに基づく所望の半導体デバイスパターンを描画する。次いで、描画された半導体デバイスパターンを基に、現像及びエッチング処理を経ることで、マスクブランクのガラス基板上に、半透明膜（ハーフトーン膜）からなる半導体デバイスパターンを作成する。本明細書において、半導体デバイスパターンとは、素子分離領域パターン、ゲート電極パターン、コンタクトホールやビアホール、配線パターン、あるいはイオンビーム注入用窓パターン等の半導体デバイスの製造に使用される様々なパターンのことを指す。また、マスクパターンの描画には、電子ビーム描画装置以外の描画装置、例えばレーザービーム描画装置やイオンビーム描画装置等を用いることができる。また、描画に限らず、例えば縮小転写装置等を用い、転写することも可能である。

40

【0017】

次に、作成された半導体デバイスパターンの寸法を測定し、その寸法が、設計値に対してどの程度の差異で作成されているかを測定する。

【0018】

図2Aに測定対象となるフォトマスクのパターン配置の一例、及び図2Bにフォトマスクに配置される単位図形群の一例を示す。

50

## 【 0 0 1 9 】

図 2 A に示すように、パターン配置の一例では、フォトマスク 2 0 内に、半導体デバイスの一単位であるチップ 2 1 が、横 2 列、縦 4 段の合計 8 個が配置されている。チップ 2 1 が半導体メモリデバイスの場合、チップ 2 1 の大部分は、例えば図 2 B に示す単位図形群をマトリクス状に繰り返し配置した領域が占める。そのような単位図形群の中から、例えば一つの単位図形 2 5 を抜き出し、例えば参照符号 2 3、2 4 により示される部分の寸法を測定する。本例の単位図形 2 5 は、基本的に短軸、及び長軸を有した垂鈴型である。本例では、例えば垂鈴型の単位図形 2 5 の短軸寸法 2 3 及び長軸寸法 2 4 を、例えば 1 チップ当たり 8 点の測定ポイント 2 2、合計 6 4 点で測定し、寸法の平均値を算出して、該フォトマスクの平均寸法値とする ( S T . 2 )。さらに 6 4 点の測定ポイント 2 2 のばらつきを算出して、寸法ばらつき値とする ( S T . 3 )。次いで、平均寸法値及び寸法ばらつき値が、特定のマスク製造ラインの管理範囲内かどうかを判定し、範囲内の場合は次の測定工程へ進み、範囲外の場合は何らかの異常ありと判定して不良品として再製作となる。ここでは、上記測定工程で管理範囲内として工程を進める。

10

## 【 0 0 2 0 】

なお、寸法測定は、半導体デバイスパターンのうち、半導体デバイスパターンを被露光体に露光する際に使用される露光装置の露光条件の最適化に利用される平均寸法モニタ部の寸法測定と、半導体デバイスパターンのうち、フォトマスク内の寸法ばらつきの算出に利用される寸法ばらつきモニタ部の寸法測定とを含んで行われるようにしても良い。

## 【 0 0 2 1 】

このように平均寸法モニタ部と寸法ばらつきモニタ部とは、異なるパターンでも良いが、同一パターンであっても良い。同一パターンである場合には、このパターンの寸法を測定して寸法の平均値、および寸法のばらつきをそれぞれ算出すれば良い。

20

## 【 0 0 2 2 】

また、作成したフォトマスクの合否判断を、ウェハ露光し、例えば合計 6 4 点の測定ポイント 2 2 毎に寸法を測長して露光裕度を求めていくのは手間と時間がかかり過ぎ現実的ではない。例えば本例では、フォトマスクの合否判断を、フォトマスクの測定データからウェハ露光裕度を計算、または実際の露光結果より見積もることで所望の露光裕度が得られるか否かで判断する。

## 【 0 0 2 3 】

次に、作成するマスクが H T 型マスクの場合、チップ 2 1 内の局所パターン、又はチップ 2 1 の外側に配置したモニタパターンのハーフトーン膜固有の性能となる位相差と透過率を測定し、その平均値とばらつきをそれぞれ算出する ( S T . 4 )。次いで、上記寸法と同様、マスク製造ラインの管理範囲内かどうかを判定し、範囲内の場合は次の測定工程へ進み、範囲外の場合は何らかの異常ありと判定して不良品として再製作とする。

30

## 【 0 0 2 4 】

上記工程で合格したフォトマスクは、図 3 A に示すように、描画装置固有の単位描画領域 ( ビーム偏向手段のみで描画可能な領域 ) 3 1 に分割されている。その分割境界部 3 2 には、図 3 B に示すような分割境界部 3 2 におけるパターンずれ ( 本例では X 方向のみのずれを示しているが Y 方法にも存在 ) や、図 3 C に示すようなパターン間に微小な隙間、あるいは図には示していないがパターン同士の重なり等の描画エラーが生じる。その結果、分割境界部 3 2 に位置するパターンの寸法誤差は、他の位置に作成された同一パターンに比べて大きくなる。加えて図 4 A に示すように設計寸法が正方形であるパターン ( 辺 4 1 x = 辺 4 1 y ) が、描画装置のパターン形成誤差である X Y 差 ( 同一寸法の X 値と Y 値で微妙に誤差を発生 ) により、図 4 B に示すように長方形 ( 辺 4 1 x 辺 4 1 y ) になってしまう誤差を生じる。

40

## 【 0 0 2 5 】

このような単位描画領域 3 2 間の繋ぎ誤差 ( 以下バッティング精度と呼ぶ ) や X Y 差を、チップ 2 1 内のパターン、又はチップ 2 1 の外側に配置されたモニタパターンを測定して得る ( S T . 5 )。

50

## 【 0 0 2 6 】

上記 S T . 2、及び S T 3 で得られた平均寸法値と寸法ばらつき値、上記 S T . 4 で得られた位相差の平均値とばらつき、透過率の平均値とばらつき、及び上記 S T . 5 で得られたパッチング精度と X Y 差と、設計パターンもしくはこのフォトマスクを使用して露光処理する際の露光条件とから、実際の作成マスクと理想マスクとの差異が算出される。そして、実際の露光時に必要となる露光裕度に対して、上記理想マスクとの差異から上述したそれぞれの誤差因子が上記露光裕度に対してどのくらい影響するかを計算して、上記平均寸法値と寸法ばらつき値、位相差の平均値とばらつきと透過率の平均値とばらつき及び上記パッチング精度と X Y 差の露光裕度への影響が予め算出した前記実際の露光時に必要となる露光裕度を満足しているかどうかで作成マスクの合否判定を行う。

10

## 【 0 0 2 7 】

上述した一連のマスク測定結果で合格したマスクのみが、図 1 に示すクリティカルパターン部寸法測定工程 ( S T . 6 ) へ進むこととなる。

## 【 0 0 2 8 】

クリティカルパターン部 ( 危険パターン部 ) は、半導体デバイスを表現するパターンの形状及び露光装置を主とする露光条件から決定される露光裕度が小さいパターン部である。このクリティカルパターン部は、図 1 中の S T . 7 に示すように、予め抽出しておく。クリティカルパターン部の抽出の一例は、次の通りである。

## 【 0 0 2 9 】

まず、マスクパターンの一部、又は全部に対してプロセス変動を含めたリソグラフィシミュレーションを行う。次に、上記マスクパターンが半導体ウェハ上に転写された際の寸法、又は形状の計算値を求め、この計算値の、設計値からの変動量を算出する。そして、変動量が所定の変動量以上となる箇所、又は変動量が最も大きくなる箇所を抽出し、抽出された箇所を、クリティカルパターン部とする。例えばこのようにして、クリティカルパターン部が抽出される。

20

## 【 0 0 3 0 】

リソグラフィシミュレーションにおけるプロセス変動は、例えば露光装置のフォーカス変動、露光装置の露光量変動、及び露光装置のレンズ収差の少なくともいずれか一つを含んで設定される。

## 【 0 0 3 1 】

さらに本例では、図 5 に示すように、露光裕度の小ささを段階的にクラス分けしたカテゴリー及び抽出された局所パターン部の形状及び設計寸法に応じたカテゴリー 5 1 ~ 5 4 に分類されている ( S T . 8 )。

30

## 【 0 0 3 2 】

例えばカテゴリーの分類例としては、

- ( 1 ) クリティカルパターン部の寸法からの分類
- ( 2 ) クリティカルパターン部の形状からの分類
- ( 3 ) クリティカルパターン部の寸法とクリティカルパターン部の形状とのコンビネーションからの分類

のいずれか一つを含んで分類される。

40

## 【 0 0 3 3 】

作成されたフォトマスクからクリティカルパターン部の寸法を測定する場合、本例では、危険パターン分類を行う ( S T . 9 )。例えば平均寸法値が理想値に対して特定の範囲内 ( 例えば - 5 n m から + 5 n m ) であれば、危険パターン分類工程で、図 6 A に示すようにカテゴリー 5 1 と 5 2 のクリティカルパターン部のみを寸法測定し、そのカテゴリー別の理想寸法値と測定した寸法値の差及びばらつきからクリティカルパターン部の露光裕度を算出して該マスクの合否判定を行う。

## 【 0 0 3 4 】

また、平均寸法値が理想値に対して特定の範囲外の場合、例えば上記理想値とのずれが - 5 n m 以上の場合には危険パターン分類工程で図 6 B に示すようにカテゴリー 5 1 と 5 2

50

に加えて理想値からのずれにより露光裕度が厳しくなるカテゴリ-54を含めてクリティカルパターン部の寸法測定を行い、マスクの合否判定を行う。また、上記理想値とのずれが+5nm以上の場合には危険パターン分類工程で図6Cに示すようにカテゴリ-51と52に加えて理想値からのずれにより露光裕度が厳しくなるカテゴリ-53を含めてクリティカルパターン部の寸法測定を行い、マスクの合否判定を行う。

**【0035】**

このように分類されたカテゴリ毎に、クリティカルパターン部の寸法を測定し、カテゴリ毎に得た寸法の測定結果を含めて、フォトマスクが露光装置に設定される所定の露光条件で露光可能か否かを、カテゴリ毎に判断する。

**【0036】**

フォトマスクが所定の露光条件で露光可能か否かの判断の一例は、クリティカルパターン部の寸法、クリティカルパターン部の形状、及び所定の露光条件に基づきリソグラフィシミュレーションを行い、クリティカルパターン部が半導体ウェハに転写された際の寸法、及び形状を計算し、この計算の結果に基づき、フォトマスクが露光条件で露光可能か否かを判断することである。具体的な一例は、例えば図7に参照符号71や72により示すようなパターン部の寸法測定を行う。そして、その測定寸法値と周辺パターン及び露光条件から決定する該フォトマスクを使用して露光処理した際に上記パターン71や72の部分が近接するパターンとくっついてしまわないか等をシミュレーションにより算出して合否判定する。

**【0037】**

上述したマスク測定を含むマスク検査で合格したマスクは、例えばST.2で得られた平均寸法値が、このフォトマスクを使用して半導体デバイスパターンをウェハ上に露光する露光装置へ伝達されて最適露光量が設定され(ST.10)、露光処理に供されるものとなっている。そして、合格したマスクを用いて、半導体デバイスを製造する。

**【0038】**

上述したように、一実施形態に係わるフォトマスクの製造方法では、半導体デバイスを表現するパターン形状及び露光装置を主とする露光条件から決定する露光裕度の小さいクリティカルパターン部を含んで、所望の露光裕度が得られているか否かを判断する。

**【0039】**

これに対して、特願2000-260285号、及び特願2001-159380号は、半導体デバイスを表現するパターン形状及び露光装置を主とする露光条件から決定する露光裕度の小さいクリティカルパターン部を含むマスク保証とはなっていない。

**【0040】**

このように一実施形態に係わるフォトマスクの製造方法では、クリティカルパターン部を含んで、所望の露光裕度が得られているか否かを判断するので、特願2000-260285号、及び特願2001-159380号に対して、より精度の高い合否判断が可能となる。

**【0041】**

さらに一実施形態に係わるフォトマスクの製造方法では、フォトマスクのパターン形成条件に応じて保証するクリティカルパターン部を選択する。

**【0042】**

クリティカルパターン部を選択する方法の一例は、上述した通り、マスクパターンの一部、又は全部に対してプロセス変動を含めたリソグラフィシミュレーションを行う。次に、上記マスクパターンが半導体ウェハ上に転写された際の寸法、又は形状の計算値を求め、この計算値の、設計値からの変動量を算出する。そして、変動量が所定の変動量以上となる箇所、又は変動量が最も大きくなる箇所を抽出し、抽出された箇所を、クリティカルパターン部とする。

**【0043】**

このようなクリティカルパターン部は変動量が所定の変動量以上となる箇所、又は変動量が最も大きくなる箇所である。例えばこのような箇所からフォトマスクの合否判断をすれ

10

20

30

40

50

ば、より精度の高い合否判断が期待できる。

【0044】

また、クリティカルパターン部の選択は、露光装置の露光条件を最適化する際、例えば図1に示すST.2において得た、平均寸法モニタ部の寸法測定値、設計値からの変動量を考慮して抽出されるようにしても良い。

【0045】

なお、この発明は上記一実施形態に限定されるものではない。例えば所望の露光裕度は、デバイスの作りやすさやレジストの特性などにより適宜変化するものである。また、例えば露光裕度を見積もる計算には純粹に光学像から露光裕度を求めても構わないが、レジストの特性や更にその先の工程であるエッチングの特性なども含めた計算から露光裕度を求める事でより正確な判断が可能となる事は言うまでもないし、露光裕度を求めるパターンもセルパターンに限ったものではなく、コア回路部など露光裕度が最も小さいと思われる場所を見積もるのが望ましい。また、位相シフトマスクの場合、位相や透過率の測定が難しい場合などは、露光裕度の計算には位相や透過率の値の仕様値を入れて、パターン寸法の値だけを実際のマスクの測定値を用いて露光裕度を計算する事も可能である。

10

【0046】

また、上記一実施形態では対象パターンを半導体メモリデバイスとして記述しているが繰り返しパターンのないもしくは少ないロジックデバイスについても適用可能である。具体的には、平均寸法値を得るパターン部と寸法ばらつきを同一にしないで別々に設定する事で本発明の要旨を逸脱することなく実施する事ができる。その他、この発明の要旨を逸脱

20

【0047】

また、上記一実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、実施形態において開示した複数の構成要件の適宜な組み合わせにより、種々の段階の発明を抽出することも可能である。

【0048】

【発明の効果】

以上説明したようにこの発明によれば、より精度の良い合否判断が可能となるフォトマスクの製造方法およびそのフォトマスクを用いた半導体装置の製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】図1はこの発明の一実施形態に係わるフォトマスクの製造方法を示す流れ図

【図2】図2Aはフォトマスクのパターン配置の一例を示す平面図、図2Bは単位図形群の一例を示す平面図

【図3】図3A～図3Cはそれぞれ単位描画領域の描画エラーの例を示す平面図

【図4】図4A及び図4Bはそれぞれ描画装置のパターン形成誤差の例を示す平面図

【図5】図5はクリティカルパターン部の一例を示す平面図

【図6】図6A～図6Cはそれぞれクリティカルパターン部の寸法測定の一例を示す平面図

【図7】図7はクリティカルパターン部の測定箇所の一例を示す平面図

【図8】図8はハーフトーン型位相シフトマスクの仕様値の一例を示す図

40

【図9】図10はハーフトーン型位相シフトマスクの測定結果の一例を示す図

【符号の説明】

20...フォトマスク

21...チップ

22...測定ポイント

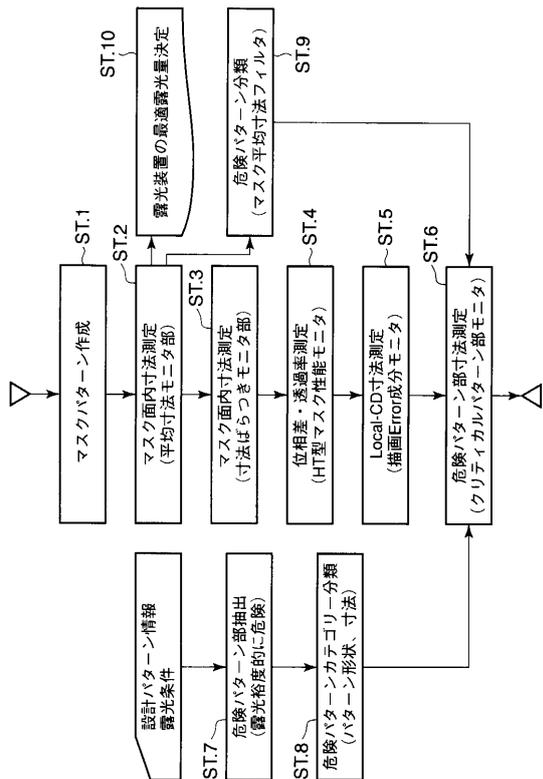
25...単位図形

31...単位描画領域

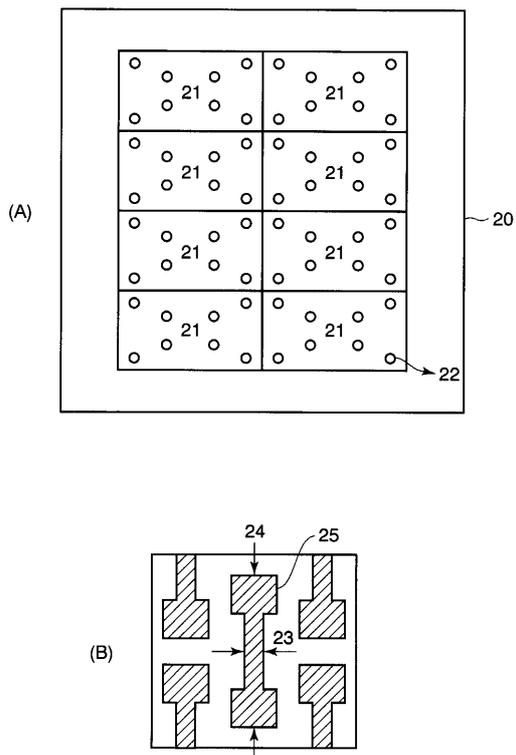
32...分割境界部

51～54...カテゴリー毎に分類されたクリティカルパターン部

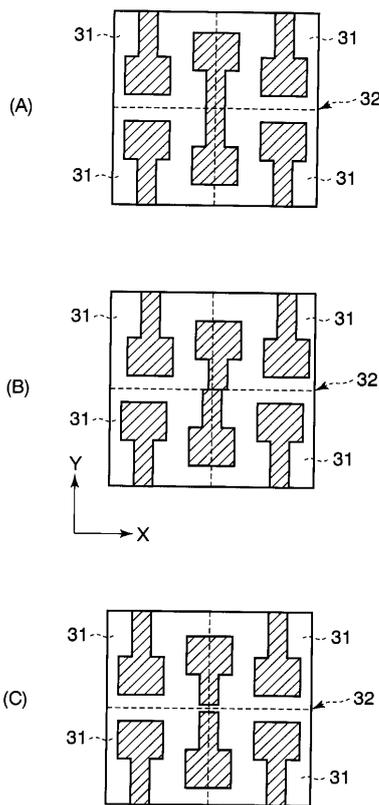
【 図 1 】



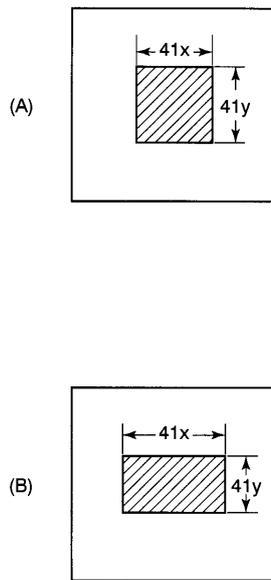
【 図 2 】



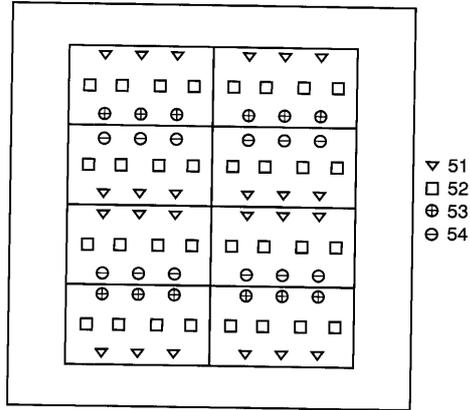
【 図 3 】



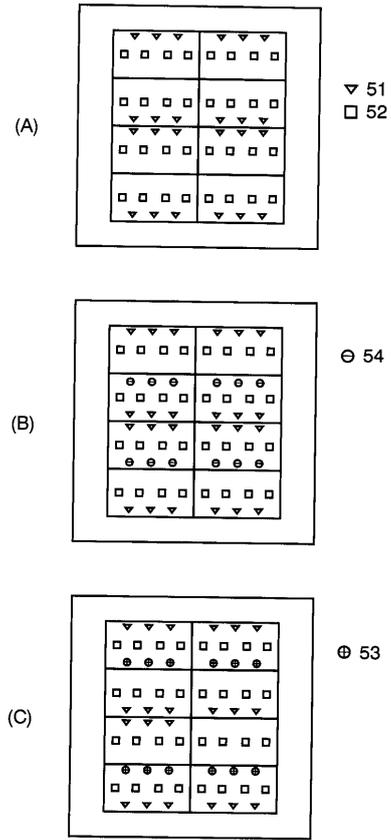
【 図 4 】



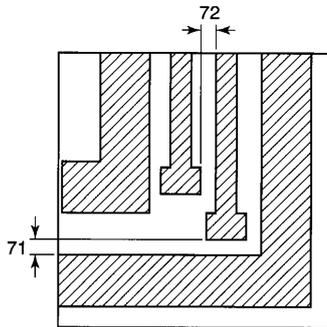
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

項目	仕様値
パターン寸法平均値の目標寸法からのずれ	±10nm以下
パターン寸法面内均一性	8nm (3σ) 以下
パターン寸法リニアリティ	±20nm以下
パターン位置残留誤差	20nm (3σ) 以下
パターン位置倍率誤差	0.2ppm以下
パターン位置直交度誤差	0.2ppm以下
欠陥	150nm以上の欠陥が無し
透過率平均値の目標透過率からのずれ	±0.2%
透過率面内均一性	±0.1%
位相平均値の180度からのずれ	±3度
位相面内均一性	±1.5度

【 図 9 】

項目	仕様値	測定値
パターン寸法平均値の目標寸法からのずれ	±10nm以下	13nm
パターン寸法面内均一性	8nm (3σ) 以下	4nm
パターン寸法リニアリティ	±20nm以下	15nm
パターン位置残留誤差	20nm (3σ) 以下	13nm
パターン位置倍率誤差	0.2ppm以下	0.1ppm
パターン位置直交度誤差	0.2ppm以下	0.1ppm
欠陥	150nm以上の欠陥が無し	無欠陥
透過率平均値の目標透過率からのずれ	±0.2%	-0.15%
透過率面内均一性	±0.1%	±0.07%
位相平均値の180度からのずれ	±3度	±2.1度
位相面内均一性	±1.5度	±1.1度

---

フロントページの続き

(74)代理人 100070437

弁理士 河井 将次

(72)発明者 野嶋 茂樹

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

(72)発明者 池永 修

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

審査官 佐藤 秀樹

(56)参考文献 特開平06-051497(JP,A)

特開平07-175204(JP,A)

特開平08-202020(JP,A)

特開2000-181045(JP,A)

特開2000-258352(JP,A)

米国特許出願公開第2002/0025480(US,A1)

米国特許第5965306(US,A)

特開2002-072440(JP,A)

特開2002-351048(JP,A)

特開2000-081697(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G03F 1/00-1/16