

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5140437号  
(P5140437)

(45) 発行日 平成25年2月6日 (2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日 (2012.11.22)

(51) Int.Cl.

F I

G O 3 F 1/84 (2012.01)

G O 3 F 1/84

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 O 2 P

請求項の数 27 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-3611 (P2008-3611)	(73) 特許権者	504144253
(22) 出願日	平成20年1月10日 (2008.1.10)		アブライド マテリアルズ イスラエル
(65) 公開番号	特開2008-181124 (P2008-181124A)		リミテッド
(43) 公開日	平成20年8月7日 (2008.8.7)		イスラエル, 76705 レホヴォト,
審査請求日	平成23年1月7日 (2011.1.7)		パーク ラビン, オッペンハイマー
(31) 優先権主張番号	60/884,308		ストリート 9
(32) 優先日	平成19年1月10日 (2007.1.10)	(74) 代理人	100092093
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 辻居 幸一
早期審査対象出願		(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 マスクの評価すべきパターンを評価するための方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マスクの評価すべきパターンを評価するための方法であって、  
複数の公称パターンの変更をシミュレートし、複数の変更されたパターンを提供するステップと、

各々が前記複数の変更されたパターンから変更されたパターンの画像を表している前記複数のモーメントのグループを算出するステップと、

前記公称パターンと変更されたパターンとの間の差と、複数の公称モーメントと変更されたパターンの画像を表しているモーメントのグループとの間の差とを各関係がリンクしている複数の関係を決定するステップと、

前記複数の関係からの少なくとも1つの関係に応じてマッピング関数を決定するステップと、

前記マッピング関数を用いて、評価すべきパターンの画像を表している複数のモーメントを受け取り又は算出するステップであって、前記複数のモーメントを表すのに必要な情報のサイズは、前記評価すべきパターンの画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さくされている、前記複数のモーメントを受け取り又は算出するステップと、

前記評価すべきパターンの少なくとも1つの形状パラメータを決定するために前記複数のモーメントを処理するステップとを含む方法。

【請求項 2】

上記処理するステップは、上記評価すべきパターンの複数のモーメントと、公称パター

ンの画像を表す複数の公称モーメントとの間のモーメント差を決定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

上記決定するステップは、上記評価すべきパターンの画像を取得する光学系のモデルを使用する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

上記処理するステップは、対応するモーメント差に応答して上記評価すべきパターンと上記公称パターンとの間のパターン差を決定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数に応答して上記パターン差を決定するステップを備えた、請求項 4 に記載の方法。

10

【請求項 6】

上記マッピング関数は、線形関数である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

上記処理するステップは、各々のベクトルが公称輪郭により画成される角度を 2 分するような複数のベクトルを含む上記評価すべきパターンの輪郭の表示を与えることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

あるオブジェクトの複数の評価すべきパターンからの各評価すべきパターンの形状パラメータ間の差を算出するステップを備えた、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 9】

評価すべきパターンの少なくとも 1 つの形状パラメータを決定するため、異なる評価すべきパターンの複数のモーメント間の比較をするステップを備えた、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

マスクの評価すべきパターンを評価するためのシステムであって、

上記評価すべきパターンの画像を表す複数のモーメントを記憶するように構成されたメモリユニットであって、上記複数のモーメントを表すのに必要とされる情報のサイズは、上記評価すべきパターンの画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さいようなメモリユニットと、

30

複数の変更されたパターンを提供するために前記メモリユニットから前記複数のモーメントを受け付け又は複数の公称パターンの変更をシミュレートするように構成されたプロセッサであって、複数のモーメントのグループを算出し、各モーメントのグループは前記複数の変更されたパターンから変更されたパターンの画像を表しており、各関係が前記公称パターンと変更されたパターンとの間の差と、複数の公称モーメントと変更されたパターンの画像を表しているモーメントのグループとの間の差とをリンクしている複数の関係を決定し、前記複数の関係から少なくとも 1 つの関係に応じてマッピング関数を決定し、前記マッピング関数を用いて、評価すべきパターンの画像を表す複数のモーメントを算出し、評価すべきパターンの少なくとも 1 つの形状パラメータを決定するために、前記複数のモーメントを処理するように構成されたプロセッサとを備えたシステム。

40

【請求項 11】

上記プロセッサは、上記評価すべきパターンの複数のモーメントと、公称パターンの画像を表す複数の公称モーメントとの間のモーメント差を決定するように適応される、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

上記プロセッサは、上記評価すべきパターンの画像を取得する光学系のモデルを使用することにより、上記モーメント差を決定するように適応される、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

上記プロセッサは、上記モーメント差に応答して上記評価すべきパターンと上記公称パ

50

ターンとの間のパターン差を決定するように適応される、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 14】

上記プロセッサは、モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数に  
応答して上記パターン差を決定するように適応される、請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

上記プロセッサは、線形マッピング関数を適用するように適応される、請求項 14 に記  
載のシステム。

【請求項 16】

上記プロセッサは、各々のベクトルが公称輪郭によって画成される角度を 2 分するよう  
な複数のベクトルを備える上記評価すべきパターンの輪郭の表示を与えるように適応され  
る、請求項 10 に記載のシステム。

10

【請求項 17】

上記プロセッサは、あるオブジェクトの複数の評価すべきパターンからの各評価すべき  
パターンの形状パラメータの間の差を算出するように適応される、請求項 10 に記載のシ  
ステム。

【請求項 18】

上記プロセッサは、評価すべきパターンの少なくとも 1 つの形状パラメータを決定する  
ため異なる評価すべきパターンの複数のモーメントの間の比較をするように適応される、  
請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 19】

20

コンピュータ読み取り可能なプログラムであって、

上記コンピュータ読み取り可能なプログラムは、コンピュータにて実行されるとき、上  
記コンピュータに、

複数の変更されたパターンを提供するために公称パターンの複数の変更をシミュレート  
させ、

各モーメントのグループが、前記複数の変更されたパターンから変更されたパターンの  
画像を表している複数のモーメントのグループを算出させ、

各関係が、前記公称パターンと変更されたパターンとの間の差と、複数の公称モーメン  
トと変更されたパターンの画像を表しているモーメントのグループとの間の差とをリンク  
している複数の関係を決定させ、

30

前記複数の関係から少なくとも 1 つの関係に応じてマッピング関数を決定させ、

前記マッピング関数を用いて、評価すべきパターンの画像を表す複数のモーメントを受  
け付け又は算出させ、

前記複数のモーメントを表すのに必要とされる情報のサイズは、評価すべきパターンの  
画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さいものとし、

評価すべきパターンの少なくとも 1 つの形状パラメータを決定するために前記複数のモー  
メントを処理させるものであるコンピュータ読み取り可能なプログラム。

【請求項 20】

上記コンピュータに、上記評価すべきパターンの複数のモーメントと、公称パターンの  
画像を表す複数の公称モーメントとの間のモーメント差を決定するようにさせる、請求項  
19 に記載のコンピュータ読み取り可能なプログラム。

40

【請求項 21】

上記コンピュータに、上記評価すべきパターンを取得する光学系のモデルを使用して上  
記モーメント差を決定するようにさせる、請求項 20 に記載のコンピュータ読み取り可能  
なプログラム。

【請求項 22】

上記コンピュータに、上記モーメント差に応答して、上記評価すべきパターンと上記公  
称パターンとの間のパターン差を決定するようにさせる、請求項 19 に記載のコンピュ  
ータ読み取り可能なプログラム。

【請求項 23】

50

上記コンピュータに、モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数に  
応答して上記パターン差を決定するようにさせる、請求項 2 2 に記載のコンピュータ読み  
取り可能なプログラム。

【請求項 2 4】

上記マッピング関数は、線形関数である、請求項 2 3 に記載のコンピュータ読み取り可  
能なプログラム。

【請求項 2 5】

上記コンピュータに、各々のベクトルが公称輪郭によって画成される角度を 2 分するよ  
うな複数のベクトルを備える上記評価すべきパターンの輪郭の表示を与えるようにさせる  
、請求項 1 9 に記載のコンピュータ読み取り可能なプログラム。

10

【請求項 2 6】

上記コンピュータに、あるオブジェクトの複数の評価すべきパターンからの各評価すべ  
きパターンの形状パラメータ間の差を算出するようにさせる、請求項 1 9 に記載のコンピ  
ュータ読み取り可能なプログラム。

【請求項 2 7】

上記コンピュータに、評価すべきパターンの少なくとも 1 つの形状パラメータを決定す  
るため異なる評価すべきパターンの複数のモーメント間の比較をするようにさせる、請求  
項 1 9 に記載のコンピュータ読み取り可能なプログラム。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

20

【0 0 0 1】

関連出願への相互参照

[0001]本願は、2 0 0 7 年 1 月 1 0 日に出願された米国特許出願第 6 0 / 8 8 4 , 3 0  
8 号の非仮出願であって、それに基づく優先権を主張しており、それを援用しているもの  
である。

【0 0 0 2】

発明の分野

[0002]本発明は、一般的に、マスク（レチクルとも称される）の自動光学的検査の分野  
に関する。

【0 0 0 3】

30

発明の背景

[0003]マイクロエレクトロニクスデバイスの性能は、常に、微小寸法又は短寸法と称さ  
れる、それらの微小特徴部の諸寸法の変動によって制約される。マイクロエレクトロニッ  
クデバイスは、写真平版プロセスにおいてマスク（又はレチクル）を使用して製造される  
ことが多い。写真平版プロセスは、半導体デバイスの製造における主たる処理のうちの 1  
つであり、製造すべき半導体デバイスの回路設計に従ったウエハの表面のパターン形成か  
らなるものである。このような回路設計は、先ず、マスクにパターン形成される。従って  
、動作する半導体デバイスを得るためには、そのマスクは、欠陥のないものでなければな  
らない。その上、そのマスクは、ウエハ上に多くのダイを作り出すため繰り返し使用され  
ることが多いものである。従って、そのマスクの欠陥はウエハ上に何回も繰り返し現れて  
しまい、多くのデバイスが欠陥のあるものになってしまうことがある。生産に適したプロ  
セスを確立するには、写真平版プロセスの全体を厳密に制御することが必要である。この  
プロセス内においては、短寸法制御は、デバイス性能及び歩留りに関する決定要因である  
。

40

【0 0 0 4】

[0004]微小寸法が比較的に大きいときには、物性により引き起こされるか又は装置又は  
生産プロセスの結果として生ずるようなデバイスの系統の変動は、全エラーバジェットに  
対しては大きな影響を与えないので、ほとんど無視することができる。しかしながら、微  
小特徴部の最小サイズが約 6 5 n m より小さくなるときには、前では無視されていた変動  
が、全エラーバジェットの相当部分を占めるようになってくる。特に、系統的マスク短寸

50

法エラーは、全ウエハ平版プロセス短寸法バジェットの50%を越えた部分を占める。

【0005】

[0005]典型的な短寸法測定は、時間の掛かるものであり、非常に多くのピクセルを含む画像の複雑な画像処理スキームを必要とするものである。

【0006】

[0006]マスクの評価すべきパターンを評価するための効率的なシステム及び方法が必要とされている。

【発明の概要】

【0007】

[0007]マスクの評価すべきパターンを評価するための方法は、上記評価すべきパターンの画像を表す複数のモーメントを受け取るステップを備え、上記複数のモーメントを表すのに必要な情報のサイズは、上記評価すべきパターンの画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さいものであり、更に、上記評価すべきパターンの少なくとも1つの形状パラメータを決定するため上記複数のモーメントを処理するステップを備える。

10

【0008】

[0008]便宜的には、上記処理するステップは、上記評価すべきパターンの複数のモーメントと、公称パターンの画像を表す複数の公称モーメントとの間のモーメント差を決定することを含む。

【0009】

[0009]便宜的には、上記処理するステップは、上記モーメント差に応答して上記評価すべきパターンと上記公称パターンとの間のパターン差を決定することを含む。

20

【0010】

[0010]便宜的には、上記方法は、モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数に応答して上記パターン差を決定するステップを含む。

【0011】

[0011]便宜的には、上記マッピング関数は、線形関数である。

【0012】

[0012]便宜的には、上記決定するステップは、上記評価すべきパターンの画像を取得する光学系のモデルに応答する。

【0013】

[0013]便宜的には、上記方法は、モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数を決定するステップを含む。

30

【0014】

[0014]上記マッピング関数を決定するステップは、複数の変更パターンを与えるため上記公称パターンの複数の変更をシミュレートし、各々のグループが上記複数の変更パターンからの1つの変更パターンの画像を表すような複数のモーメントのグループを算出し、各々の関係が上記公称パターンと特定の変更パターンとの間のパターン差を、上記複数の公称モーメントと上記特定の変更パターンの画像を表すモーメントのグループとの間のモーメント差にリンクさせるような複数の関係を決定し、上記複数の関係からの少なくとも2つの関係に応答して上記マッピング関数を決定することを含む。

40

【0015】

[0015]便宜的には、上記処理するステップは、各々のベクトルが公称輪郭によって画成される角度を2分するような複数のベクトルを含む上記評価すべきパターンの輪郭の表示を与えることを含む。

【0016】

[0016]便宜的には、上記方法は、あるオブジェクトの複数の評価すべきパターンからの各評価すべきパターンの形状パラメータの間の差を算出するステップを含む。従って、各評価すべきパターンを公称パターンと比較する代わりに、評価すべきパターンを互いに比較することができる。

【0017】

50

[0017]便宜的には、上記方法は、評価すべきパターンの少なくとも1つの形状パラメータを決定するため異なる評価すべきパターンの複数のモーメントの間の比較をするステップを含む。この比較は、全オブジェクトに亘る形状変化又はオブジェクトの種々な領域に亘る形状変化をマッピングするのに使用することができる。

【0018】

[0018]マスクの評価すべきパターンを評価するためのシステムは、(i)上記評価すべきパターンの画像を表す複数のモーメントを記憶するように適応されたメモリユニットであって、上記複数のモーメントを表すのに必要とされる情報のサイズは、上記評価すべきパターンの画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さいようなメモリユニットと、(ii)上記評価すべきパターンの少なくとも1つの形状パラメータを決定するため上記複数のモーメントを処理するように適応されたプロセッサと、を備える。

10

【0019】

[0019]便宜的には、上記プロセッサは、上記評価すべきパターンの複数のモーメントと、公称パターンの画像を表す複数の公称モーメントと、の間のモーメント差を決定するように適応される。

【0020】

[0020]便宜的には、上記プロセッサは、上記モーメント差に応答して上記評価すべきパターンの画像と上記公称パターンの画像との間の画像差を決定するように適応される。

【0021】

[0021]便宜的には、上記プロセッサは、画像差をモーメント差へとマッピングするマッピング関数に応答して上記画像差を決定するように適応される。

20

【0022】

[0022]便宜的には、上記マッピング関数は、線形関数である。

【0023】

[0023]便宜的には、上記プロセッサは、上記評価すべきパターンの画像を取得する光学系のモデルに응答して上記モーメント差を決定するように適応される。

【0024】

[0024]便宜的には、上記プロセッサは、モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数を決定するように適応される。

【0025】

[0025]便宜的には、上記システムは、複数の変更パターンを与えるため上記公称パターンの複数の変更をシミュレートし、各々のグループが上記複数の変更パターンからの1つの変更パターンの画像を表すような複数のモーメントのグループを算出し、各々の関係が上記公称パターンと変更パターンとの間の差を、上記複数の公称モーメントと上記変更パターンの画像を表すモーメントのグループとの間の差にリンクさせるような複数の関係を決定し、上記複数の関係からの少なくとも2つの関係に응答して上記マッピング関数を決定するように適応される。

30

【0026】

[0026]便宜的には、上記プロセッサは、各々のベクトルが公称輪郭によって画成される角度を2分するような複数のベクトルを備える上記評価すべきパターンの輪郭の表示を与えるように適応される。

40

【0027】

[0027]便宜的には、上記プロセッサは、あるオブジェクトの複数の評価すべきパターンからの各評価すべきパターンの形状パラメータの間の差を算出するように適応される。

【0028】

[0028]便宜的には、上記プロセッサは、評価すべきパターンの少なくとも1つの形状パラメータを決定するため異なる評価すべきパターンの複数のモーメント間の比較をするように適応される。

【0029】

[0029]コンピュータ読み取り可能なプログラムを有するコンピュータ使用可能な媒体を

50

含むコンピュータプログラム製品において、上記コンピュータ読み取り可能なプログラムは、コンピュータにて実行されるとき、上記コンピュータに、評価すべきパターンの画像を表す複数のモーメントを受け取り又は算出するようにさせ、上記複数のモーメントを表すのに必要とされる情報のサイズは、上記評価すべきパターンの画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さいものであり、更に、上記コンピュータに、上記評価すべきパターンの少なくとも1つの形状パラメータを決定するため上記複数のモーメントを処理するようにさせる。

【0030】

[0030]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、上記評価すべきパターンの複数のモーメントと、公称パターンの画像を表す複数の公称モーメントとの間のモーメント差を決定するようにさせる。

10

【0031】

[0031]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、上記モーメント差に応答して、上記評価すべきパターンと上記公称パターンとの間のパターン差を決定するようにさせる。

【0032】

[0032]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数に응答して上記パターン差を決定するようにさせる。

【0033】

[0033]便宜的には、上記マッピング関数は、線形関数である。

20

【0034】

[0034]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、上記評価すべきパターンを取得する光学系のモデルに응答して上記モーメント差を決定するようにさせる。

【0035】

[0035]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、画像差をパターン差へとマッピングするマッピング関数を決定するようにさせる。

【0036】

[0036]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、複数の変更パターンを与えるため上記公称パターンの複数の変更をシミュレートし、各々のグループが上記複数の変更パターンからの1つの変更パターンの画像を表すような複数のモーメントのグループを算出し、各々の関係が上記公称パターンと変更パターンとの間の差を、上記複数の公称モーメントと上記変更パターンの画像を表すモーメントのグループとの間の差にリンクさせるような複数の関係を決定し、上記複数の関係からの少なくとも2つの関係に응答して上記マッピング関数を決定するようにさせる。

30

【0037】

[0037]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、各々のベクトルが公称輪郭によって画成される角度を2分するような複数のベクトルを備える上記評価すべきパターンの輪郭の表示を与えるようにさせる。

40

【0038】

[0038]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、あるオブジェクトの複数の評価すべきパターンからの各評価すべきパターンの形状パラメータの間の差を算出するようにさせる。

【0039】

[0039]便宜的には、上記コンピュータプログラム製品は、上記コンピュータに、評価すべきパターンの少なくとも1つの形状パラメータを決定するため異なる評価すべきパターンの複数のモーメントの間の比較をするようにさせる。

【0040】

[0040]本発明を理解し且つ本発明が実際にどのように実施することができるかを分かる

50

ようにするため、以下に、図面に関連して、非限定的実施例のみにつき、実施形態を説明する。

【典型的な実施形態の詳細な説明】

【0041】

[0045]マスクの評価すべきパターンを評価するための方法、システム及びコンピュータプログラム製品が提供される。便宜的には、評価すべきパターンの1つ以上の構造要素、特に、評価すべきパターンの輪郭は、比較的速い仕方では評価することができる。このような評価の結果は、短寸法測定、マスク（又はマスクの部分）に亘る短寸法変化の評価、望まれるマスクレイアウトと実際のマスクレイアウトとの比較、マスクを用いて作成されるウエハのレイアウトのモデリング等のために使用することができる。

10

【0042】

[0046]便宜的には、マスクの評価すべきパターンの画像は、複数のモーメントによって表される。これら複数のモーメントは、互いに異なることがある。これら複数のモーメントを表すのに必要とされる情報のサイズは、そのパターンの画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さい。このようなサイズの減少（圧縮とも称される）は、記憶し検索し処理すべき情報の量がより小さくなるので、評価プロセスをスピードアップするのに寄与できる。

【0043】

[0047]便宜的には、各モーメントは、パターンの画像の複数のピクセルに回答し、従って、ランダムノイズの減少に寄与する。パターン及び特にパターンの輪郭は、設計意図及び実質的な技術的要因を反映している1つ以上の系統的成分及びパターンの瞬時毎に変化する1つ以上のランダム成分、例えば、特徴部輪郭のリップルを含む。複数のモーメントを使用することにより、パターンの輪郭の系統的成分を再生することができる。

20

【0044】

[0048]本発明の1つの実施形態によれば、評価すべきパターンは、理想的には同一な（繰り返し）パターンのアレイの部分である。

【0045】

[0049]複数のモーメントが他の複数のモーメントと比較されるときには、各モーメントは、対応するモーメントと比較されることに注意されたい。これと同じことがモーメントの間の差についても言えることで、その差は対応するモーメントの間で算出される。

30

【0046】

[0050]便宜的には、方法100を実行するには、特にマッピング関数 $f$ を近似するには、評価すべきパターンのサイズのずれが比較的小さな範囲内にあることを必要とする。便宜的には、マスクの実際のレイアウト（評価すべきパターンを含む）と公称レイアウト（公称パターンを含む）との間の差は、非常に大きくはない。

【0047】

[0051]用語「パターン差」は、2つ以上のパターンの間の1つ以上の差を意味することができる。用語「モーメント差」は、2つ以上のモーメントの間の1つ以上の差を意味することができる。ここで、その2つ以上のモーメントは、2つ以上の画像に関連付けることができる。

40

【0048】

[0052]図1は、本発明の1つの実施形態によるマスクのパターンを評価するための方法100を例示している。このパターンは、このパターンと公称パターンとの間を区別するため、評価すべきパターンとも称される。

【0049】

[0053]方法100は、ステージ110及び120のうちのいずれかにて開始される。

【0050】

[0054]ステージ110は、モーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数を生成することを含む。パターン差は、マスクの評価すべきパターンとそのマスクの公称パターン（理想パターン又は望まれるパターンとも称される）との間の差である。

50



## 【 0 0 5 1 】

[0055] 評価すべきパターンの画像並びに公称パターンの画像は、複数のモーメントで表すことができる。モーメント差は、あるパターンの画像を表す複数のモーメントと、公称パターンの画像を表す複数のモーメントと、の間の差を反映している。

## 【 0 0 5 2 】

[0056] 各モーメント（一般化モーメントとも称される）は、次の形を有することができる。

## 【 0 0 5 3 】

[0057]  $A^{(k)}$  は、 $k$  番目のモーメントである。ここで、インデックス  $K$  は、1 より大きい、便宜的には、パターンの画像のピクセルの数 ( $X \times Y$ ) より小さい、また、その数よりはるかに小さくてもよいような正の整数である。インデックス  $x$  及び  $y$  は、パターンの画像の行及び列を表している。 $S_{x,y}$  は、その画像の  $x$  番目の行及び  $y$  番目の列に属するピクセルである。ピクセル  $S_{x,y}$  の如きピクセルは、その画像のピクセル情報を形成している。

10

## 【 0 0 5 4 】

[0058] 変数  $a^{(k)}$  は、 $S_{x,y}$  に指定された重み（ $k$  番目のモーメントの）である。

## 【 0 0 5 5 】

[0059] これら重みは、優先度として選択することができ、又は、所定のマスクの諸パターンと整合させることができる。例えば、優先重みは、画像処理においてよく知られている、いわゆる統計モーメント、例えば、ゼルニケモーメント、ルジャンドルモーメント、チェビシェフモーメント等に従って選定することができる。

20

## 【 0 0 5 6 】

[0060] 図 2 は、本発明の 1 つの実施形態によるステージ 1 1 0 をより詳細に例示している。

## 【 0 0 5 7 】

[0061] ステージ 1 1 0 は、( i ) 複数の変更パターン ( $P a(1) - P a(M)$ ) を与えるため、公称パターンの複数の ( $M$ ) の変更をシミュレートするステージ 1 1 2 と、( ii ) 各モーメントのグループ ( $A(m)$ ) が複数の変更パターン  $P a(1) - P a(M)$  からの 1 つの変更パターン ( $P a(m)$ ) の画像を表すようなモーメントの複数のグループ  $A(1) - A(M)$  を算出するステージ 1 1 4 と、( iii ) 各々の関係 ( $R(m)$ ) が、公称パターンと変更パターン ( $P a(m)$ ) との間の差を、複数の公称モーメント  $A_0$  と変更パターン ( $P a(m)$ ) の画像を表す対応するモーメントのグループ ( $A a(m)$ ) との間の差にリンクさせるような複数の関係  $R(1) - R(M)$  を決定するステージ 1 1 6 と、( iv ) 複数の関係からの少なくとも 2 つの関係に応答してマッピング関数を決定するステージ 1 1 8 と、を含む。

30

## 【 0 0 5 8 】

[0062] 便宜的には、ステージ 1 1 0 は、繰り返し処理にて実行される。各繰り返し処理において、変更パターン ( $P a(m)$ ) がシミュレートされ、その変更パターン ( $P a(m)$ ) の画像を表すモーメントのグループ ( $A a(m)$ ) が算出され、公称パターン ( $P_0$ ) と変更パターン ( $P a(m)$ ) との間の差と、複数の公称モーメント ( $A_0$ ) と変更パターンの画像を表すモーメントのグループ ( $A a(m)$ ) との間の差と、の間の関係 ( $R(m)$ ) が算出される。各繰り返し処理の後、本方法は、その繰り返し処理を停止するか、又は、別の変更パターン ( $P a(m+1)$ ) のために別の繰り返し処理を実行するか、を決定する。これら繰り返し処理は、マッピング関数が見出されたとき、又は、所定数 ( $M$ ) の繰り返し処理が実行されたとき、に停止することができる。

40

## 【 0 0 5 9 】

[0063] ステージ 1 2 0 は、マッピング関数を受け取ることを含む。

## 【 0 0 6 0 】

[0064] ステージ 1 1 0 及び 1 2 0 は、評価すべきパターン ( $P e$ ) の画像を表す複数のモーメント ( $A e$ ) を受け取り又は算出するステージ 1 3 0 に続けられる。ステージ 1 3

50

0 は、これらの複数のモーメントを受け取る（ボックス 1 3 2 によって例示されるように）ことを含むことができるが、評価すべきパターンの画像（I e）を受け取り（ボックス 1 3 4 によって例示されるように）、そしてこれらの複数のモーメントを算出する（ボックス 1 3 6 によって例示されるように）ことも含むことができる。

【0061】

[0065]便宜的には、複数のモーメントを表すのに必要とされる情報のサイズは、構造パターンの画像を形成するピクセル情報のサイズより実質的に小さい。

【0062】

[0066]ステージ 1 3 0 は、評価すべきパターン（P e）の形状パラメータ（輪郭の如き）を決定するため複数のモーメント（A e）を処理するステージ 1 4 0 に続けられる。

10

【0063】

[0067]ステージ 1 4 0 は、便宜的には、ステージ 1 4 2、1 4 4 及び 1 4 6 からの少なくとも 1 つのステージを含む。

【0064】

[0068]ステージ 1 4 2 は、評価すべきパターン（P e）の画像を表す複数のモーメント（A e）と、公称パターン（P 0）の画像を表す複数の公称モーメント（A 0）と、の間のモーメント差（A として示される）を決定することを含む。A は、 $A^{(1)}$  から  $A^{(K)}$  までのすべて K 個のモーメントを含むことに注意されたい。A は、ベクトルであることもあるが、必ずしもそうでないこともある。A 0 は、 $A 0^{(1)}$  から  $A 0^{(K)}$  までのすべて K 個の公称モーメントを含む。A 0 は、ベクトルであることもあるが、必ずしもそ

20

【0065】

[0069]ステージ 1 4 4 は、モーメント差に応答して、評価すべきパターン（P e）と公称パターン（P 0）との間のパターン差（P として示される）を決定することを含む。これらパターン差は、差パラメータ（D P）とも称される。

【0066】

[0070]ステージ 1 4 4 は、ありうるモーメント差（ありうる A）を、ありうるパターン差（ありうる P）へとマッピングするマッピング関数 f に応答してパターン差を決定することを含むことができる。

【0067】

30

[0071]このマッピング関数 f は、パターンの画像を評価する光学系のモデルを考慮することができる。このモデルは、これら画像が得られるようにするパターンを、パターン差が表すとき、光学系によって取得される画像を表すモーメントとして使用される。

【0068】

[0072]評価すべきパターンと公称パターンとの間の差が小さい場合において、関数 f は、線形関数： $P = f(A) = C \times A$  であることに注意されたい。また、A 及び P は、C がマトリックスであるとき、ベクトルによって表すことができることに注意されたい。

【0069】

[0073]パターン差が知られているときには、モーメント差を導き出すのに逆マッピング関数（ $f^{-1}$ ）を使用することができることに注意されたい。数式では、 $A = f^{-1}(P)$ 。

40

【0070】

[0074]評価すべきパターンと公称パターンとの間の差が小さい場合には、関数  $f^{-1}$  は、線形関数： $P = f(A) = C \times A$  であることに注意されたい。また、A 及び P は、C がマトリックスであるとき、ベクトルによって表すことができることに注意されたい。

【0071】

[0075]マッピング関数 f のその他の近似（非線形）も、必要な変更を加えて適用できることに注意されたい。例えば、線形近似が十分に正確でないとき、マッピング関数を近似

50

するため、 $f(A)$ の分解の直角成分を使用することができることに注意されたい。また、 $A$ 及び $P$ は、ベクトル及び $P = f(A) = B \times A \times B^{-1}$ によって表すことができることに注意されたい。

【0072】

[0076]パターン差が知られているときには、そのパターンの形状は、パターン差( $P$ )及び公称パターン( $P_0$ )にตอบสนองして評価すべきパターンを導き出すステージ146によって例示されるように、公称パターンにそれらの差を加える(又は公称パターンからそれらの差を減ずる)ことにより導き出すことができる。

【0073】

[0077]評価すべきパターン( $P_e$ )と公称パターン( $P_0$ )との間のパターン差( $P$ )は、種々な仕方で表すことができることに注意されたい。これらの表示は、通常は簡潔なものであり、記憶スペースは比較的小さくてすむ。

【0074】

[0078]本発明の更に別の実施形態によれば、パターンの輪郭は、そのパターンの輪郭の区分線補間によって表される。

【0075】

[0079]評価すべきパターンの輪郭の表示は、その評価すべきパターンの輪郭のエッジと公称パターンの対応する頂点との間の差を含む。

【0076】

[0080]本発明の1つの実施形態によれば、これらの差は、エッジバイアス及びエッジ半径によって表される。公称パターンは、多角形(特に、多角形の頂点をリストアップすることにより)により表され、評価すべきパターンと公称パターンとの間の差は、あるバイアスだけ変位されたエッジにより表され、各コーナーは、コーナー丸め処理のある半径によって丸められる。この場合において、 $P$ は、バイアス及び半径のリストを含むことができる。

【0077】

[0081]更に、本発明の別の実施形態によれば、パターン差( $P$ )は、評価すべきパターンの座標の変位( $x, y$ )として定めることができる。従って、評価すべきパターンが、予測されたものより高かったり、予測されたものより低かったり、右へシフトされていたり、又は左へシフトされていたりする場合には、このようなシフトは、このような1対の $x$ 及び $y$ 座標により表される。

【0078】

[0082]本発明の更に別の実施形態によれば、これらのパターン差は、複数のベクトルにより表され、それら各ベクトルは、頂点を定める1対の多角形線により画成される角度を2分するようなものである。図3は、公称パターン10及び評価すべきパターン20を例示している。公称パターン10は、8つの頂点12を有する。公称パターン10には、24個の基準点が定められており、それら基準点のうちの8個は、頂点12に位置しており、それら基準点のうちの8対14は、各頂点から延長する異なる線上に位置している。仮想線16は、これら8対の各基準点から延長して、評価すべきパターン20と交差点22にて交差している。各仮想線18は、頂点を形成するように接続される2つの線により画成される角度を2分している。各仮想線18は、頂点交差点24にて評価すべきパターン20と交差している。 $P$ は、仮想線18の表示を含むことができ、また、任意的には仮想線16の表示をも含むことができる。

【0079】

[0083]図4は、本発明の1つの実施形態によるマスクのパターンを評価するためのシステム200を例示している。

【0080】

[0084]このシステム200は、光学装置、画像取得回路及び評価すべきパターンの画像を光学的に得るに必要とされる他の構成要素を含む光学系を含むことができるが、必ずしもそうでなくてもよい。例えば、このシステム200は、このシステム200の部分でな

10

20

30

40

50

い光学系によって取得された評価すべきパターンの画像を表す情報を受け取ることができる。

【 0 0 8 1 】

[0085]図 4 は、光学系 2 0 2 ( 光学装置 2 0 4 及び画像取得回路 2 0 6 を含む )、メモリユニット 2 0 8 及びプロセッサ 2 1 0 を含むものとして、システム 2 0 0 を例示している。

【 0 0 8 2 】

[0086]このシステム 2 0 0 は、記憶装置 2 1 2 に接続されるものとして例示される。情報は、メモリユニット 2 0 8 と記憶装置 2 1 2 との間に異なる仕方で割り当てられる。

【 0 0 8 3 】

[0087]図 4 は、メモリユニット 2 0 8 が評価すべきパターン画像情報 2 2 0 及び公称パターン情報 2 2 2 を記憶し、一方、記憶装置 2 1 2 が光学系 2 0 2 のモデル 2 2 4 を記憶するものとして、例示している。記憶装置 2 1 2 は、全マスクのコンピュータ支援設計 ( C A D ) 表示 2 2 6 を記憶することができ、一方、メモリユニット 2 0 8 は、特定の公称パターンに関連したこのような情報のうちの小部分のみを記憶することに注意されたい。便宜的には、公称パターン情報 2 2 2 は、その公称パターンの形状を表す公称モーメント及び情報を含む。

【 0 0 8 4 】

[0088]このシステム 2 0 0 は、本方法 1 0 0 の複数のステージを実行することができる。プロセッサ 2 1 0 は、評価すべきパターンの少なくとも 1 つの構造パラメータを決定するため、その評価すべきパターンの複数のモーメントを処理し、また、付加的な情報 ( 公称パターンに関連した情報の如き ) を処理することができる。

【 0 0 8 5 】

[0089]便宜的には、プロセッサ 2 1 0 は、複数のソフトウェアモジュールを実行ことができ、これに限定されるべきものではないが、モーメント計算器 2 3 2、モーメント差計算器 2 3 4、モーメント差 - パターン差モジュール 2 3 6、パターン再構成モジュール 2 3 8 及び付加的モジュールの如き専用ハードウェアモジュールを含み、又はこれら専用ハードウェアモジュールに接続することができ、これら付加的モジュールとしては、これらに限定されるべきものではないが、短寸法モジュール 2 4 0、短寸法変化モジュール 2 4 2、マッピング関数生成モジュール 2 4 4 等がある。

【 0 0 8 6 】

[0090]モーメント計算器 2 3 2 は、あるパターン ( 公称パターン、変更パターン、評価すべきパターンの如き ) の画像を形成するピクセル情報を受け取り、その画像を表す複数のモーメント (  $A_0$ 、 $A(1)$  -  $A(M)$  の如き ) を算出する。

【 0 0 8 7 】

[0091]モーメント差計算器 2 3 4 は、モーメント計算器 2 3 2 により算出される複数のモーメント ( 評価すべきパターンのモーメント又は変更パターンのモーメントの如き ) の間のモーメント差 (  $\Delta A$  ) 及び複数の公称モーメントの間のモーメント差を算出する。

【 0 0 8 8 】

[0092]モーメント差 - パターン差モジュール 2 3 6 は、モーメント差計算器 2 3 4 により算出されたモーメント差からパターン差を導き出すため、マッピング関数  $f$  を適用する。

【 0 0 8 9 】

[0093]パターン再構成モジュール 2 3 8 は、公称パターン及びモーメント差 - パターン差モジュール 2 3 6 により算出されたパターン差から評価すべきパターン又は変更パターンを再構成する。

【 0 0 9 0 】

[0094]マッピング関数生成モジュール 2 4 4 は、本方法 1 0 0 のステージ 1 2 0 の如きステージを適用することにより、逆マッピング関数 (  $f^{-1}$  ) を知る。マッピング関数決定プロセスの複数の繰り返し処理中に、モーメント計算器 2 3 2 及びモーメント差計算器

10

20

30

40

50

234の如き他のモジュールを使用することができる。逆マッピング関数が知られるとき、マッピング関数生成モジュールは、(非逆)マッピング関数 $f$ を算出することができる。

【0091】

[0095]短寸法モジュール240は、評価すべきパターンの微小寸法を、そのパターンの輪郭に応答して算出することができ、又は、隣接する評価すべきパターンの間の距離を算出することができる。

【0092】

[0096]短寸法変化モジュール242は、マスクに亘る又はマスクの1つ以上の部分に亘る短寸法変化を決定するため、そのマスクの異なる場所に位置する複数のパターンから得られる短寸法測定値を分析することができる。

10

【0093】

[0097]当業者であれば、前述したような本発明の実施形態に対して、特許請求の範囲により定められる本発明の範囲から逸脱せずに、種々な変更及び変形を加えることができるものであることは、容易に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】本発明の1つの実施形態によるマスクのパターンを評価するための方法を例示している。

【図2】本発明の1つの実施形態によるモーメント差をパターン差へとマッピングするマッピング関数を生成するステージを例示している。

20

【図3】公称パターン及び評価すべきパターンを例示している。

【図4】本発明の1つの実施形態によるマスクのパターンを評価するためのシステムを例示している。

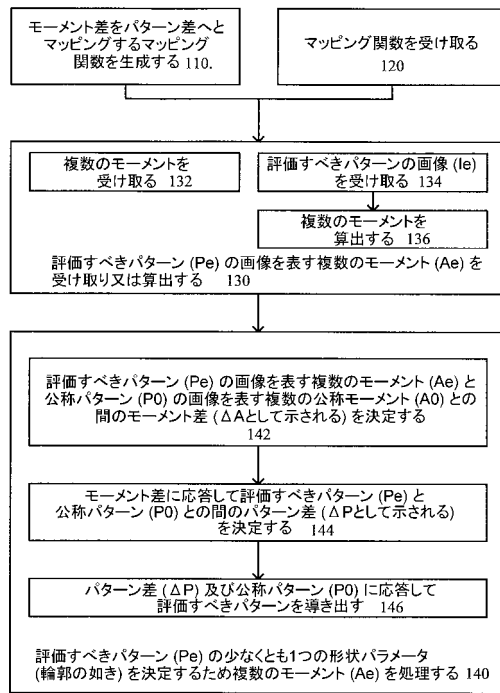
【符号の説明】

【0095】

10...公称パターン、12...頂点(基準点)、14...基準点对、16...仮想線、18...仮想線、20...評価すべきパターン、22...交差点、24...頂点交差点、100...方法、200...システム、202...光学系、204...光学装置、206...画像取得回路、208...メモリユニット、210...プロセッサ、212...記憶装置、220...パターン画像情報、222...公称パターン情報、224...光学系のモデル、226...全マスクのコンピュータ支援設計表示、232...モーメント計算器、234...モーメント差計算器、236...モーメント差-パターン差モジュール、238...パターン再構成モジュール、240...短寸法モジュール、242...短寸法変化モジュール、244...マッピング関数生成モジュール

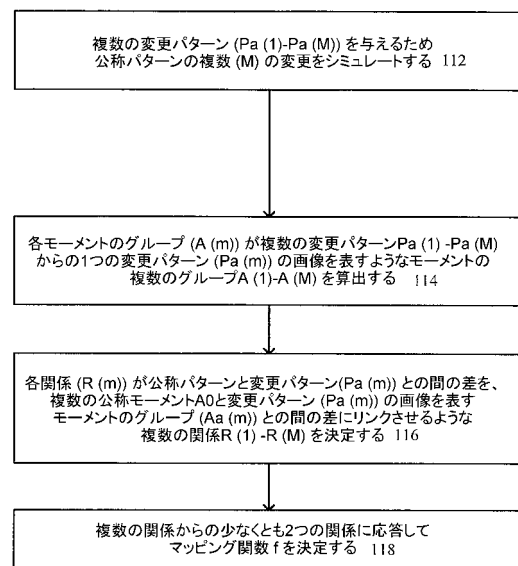
30

【図 1】



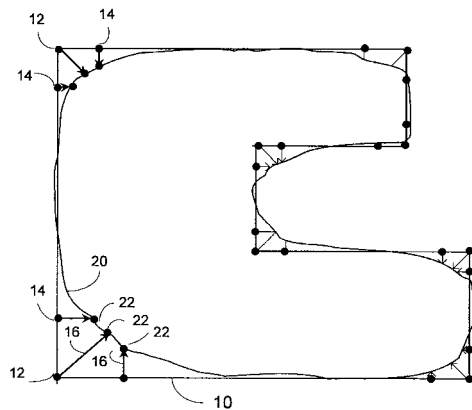
100

【図 2】

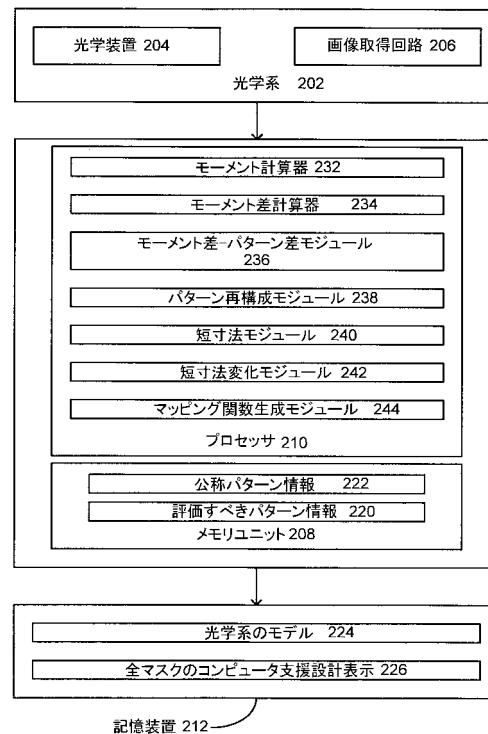


110

【図 3】



【図 4】



200

## フロントページの続き

- (74)代理人 100109070  
弁理士 須田 洋之
- (74)代理人 100109335  
弁理士 上杉 浩
- (74)代理人 100141553  
弁理士 鈴木 信彦
- (74)代理人 100088155  
弁理士 長谷川 芳樹
- (74)代理人 100094318  
弁理士 山田 行一
- (74)代理人 100107456  
弁理士 池田 成人
- (72)発明者 イシャイ シュワルツバンド  
イスラエル, オル - イェフーダ, パル - レヴ ストリート 6 / 1 1
- (72)発明者 シュムーリク マンガン  
イスラエル, レホヴォット, パルディー ストリート 7
- (72)発明者 チャイム ブラウデ  
イスラエル, オル - イェフーダ 6 0 4 0 8, パル - レヴ ストリート 6 / 1 1
- (72)発明者 マイケル ベン - イーシャイ  
イスラエル, ナタニヤ, ドゥガニヤ ストリート 8 4 ( 2 8 )
- (72)発明者 ガディー, グリーンバーグ  
イスラエル, テル アヴィヴ, オシシュキン ストリート 2 2

審査官 久保田 創

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 6 4 9 5 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 1 3 0 9 5 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 0 0 5 2 5 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 2 1 2 2 7 7 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 4 9 6 8 4 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 1 4 7 1 0 9 ( J P , A )  
特開平 2 - 1 3 7 0 7 2 ( J P , A )  
特開昭 6 0 - 3 3 6 7 9 ( J P , A )  
特開昭 5 9 - 9 6 6 4 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 3 F 1 / 8 4  
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7