

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4843415号  
(P4843415)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日(2011.10.14)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO 1 B</b>	<b>15/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 B</b>	15/04	K
<b>GO 6 T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 6 T</b>	1/00	3 O 5 B
<b>HO 1 L</b>	<b>21/66</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	21/66	J

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2006-234052 (P2006-234052)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成18年8月30日 (2006. 8. 30)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2008-58090 (P2008-58090A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年3月13日 (2008. 3. 13)	(74) 代理人	100117787
審査請求日	平成20年8月19日 (2008. 8. 19)		弁理士 勝沼 宏仁
審判番号	不服2010-1815 (P2010-1815/J1)	(74) 代理人	100082991
審判請求日	平成22年1月27日 (2010. 1. 27)		弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100096921
			弁理士 吉元 弘
		(74) 代理人	100103263
			弁理士 川崎 康
		(74) 代理人	100108785
			弁理士 箱崎 幸雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン評価方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同一の評価対象パターンについて得られた複数枚の検査画像であって、少なくとも一枚の画像が他の画像と異なる検査画像のデータを取り込む手順と、

前記検査画像のそれぞれについて前記評価対象パターンの輪郭をサブピクセルの精度で抽出する手順と、

抽出された異なる検査画像のパターン輪郭同士で位置合せをサブピクセルの精度で実行する手順と、

位置合せされたパターン輪郭同士を重ね合わせて単一の合成輪郭を生成する手順と、

前記合成輪郭について形状の計測を実行する手順と、

前記計測の結果から前記評価対象パターンを評価する手順と、  
を備えるパターン評価方法。

【請求項 2】

前記位置合せは、パターンマッチングにより実行され、

設定されたマッチングスコア以下のパターン輪郭は、前記合成輪郭の生成に際して重ね合わせの対象からそれぞれ除外される、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のパターン評価方法。

【請求項 3】

前記検査画像のうち少なくとも一枚は、他の検査画像と異なる画像取得条件にて取得されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のパターン評価方法。

## 【請求項 4】

前記検査画像はSEM画像であり、  
前記異なる画像取得条件は、電子ビームの走査方向が異なることを含むことを特徴とする  
請求項 3 に記載のパターン評価方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のパターン評価方法をコンピュータに実行させるプログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、パターン評価方法およびプログラムに関し、例えば製品一般のパターン形状検査を対象とする。

## 【背景技術】

## 【0002】

評価対象パターンの輪郭を検出して、そのパターンの形状を評価する方法が様々な工業分野で広く採用されている。例えば、半導体のデバイスパターンの評価には、パターンの検査画像としてSEM (Scanning Electron Microscope) 画像を用いてデバイスパターンの加工形状を評価し、パターンの良否を判定する方法が使用されている。以下、この方法によりCD計測をする手順を従来技術として説明する。

## 【0003】

第一に、CD (Critical Dimension) SEMによりウェーハ上の所定の位置のSEM画像が検査画像として取得される。この画像には評価対象である特定のパターンが含まれている。第二に、SEM画像中の注目パターンを含むように一つまたは幾つかのROIを設定し、そのROI内でのパターンの輪郭をしきい値法等により検出し、輪郭間の寸法を計算してその結果をCD値として出力する。このようにして得られた一つまたは幾つかの寸法値を、別に定めた規格に照合して評価対象パターンの合否を判定する。

## 【0004】

上述した従来技術では、計測値の精度が画像の倍率に依存するため、様々な理由で倍率を低くしなければならない場合、所望の計測精度が得られないという問題があった。パターン計測に際して画像の倍率を意図的に低くするのは、例えば次のような場合が考えられる。

1. レジストパターンの電子ビーム照射ダメージを可能な限り押さえてシュリンク効果を低減したい場合。
2. チャージングの低減により、より高画質の画像を得たい場合。
3. 画像取得枚数を少なくするため、1枚の画像にできる限り多くの測定点を収めたい場合。
4. 高倍率では画像取得領域に入りきらない離れたパターン間の計測をしたい場合。
5. 画像取得領域の周辺領域は画像歪みが大きいので、この周辺領域を避けて画像の中央部分のみを計測したい場合。

## 【0005】

画像取得領域の大きさ、即ち倍率は、上記目的にそれぞれ適合させて決めることができる。この一方、計測の精度を高めるためには、高い倍率で取得された画像を計測する方がやはり好ましい。しかしながら、電子ビーム径が3nm程度であることを考慮すると、画像分解能としてはこれ以上高倍率にしても意味がなく、却って電子ビームのチャージング等による画像劣化の影響を受けてしまうという問題もある。

## 【特許文献 1】特開 2003 - 178314 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明の目的は、低倍率の画像であっても、高倍率の画像を計測した場合に匹敵する精

10

20

30

40

50

度の計測結果を得ることができるパターン評価方法およびこれをコンピュータに実行させるプログラムを提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、

同一の評価対象パターンについて得られた複数枚の検査画像であって、少なくとも一枚の画像が他の画像と異なる検査画像のデータを取り込む手順と、

前記検査画像のそれぞれについて前記評価対象パターンの輪郭をサブピクセルの精度で抽出する手順と、

抽出された異なる検査画像のパターン輪郭同士で位置合せをサブピクセルの精度で実行する手順と、

位置合せされたパターン輪郭同士を重ね合わせて単一の合成輪郭を生成する手順と、

前記合成輪郭について形状の計測を実行する手順と、

前記計測の結果から前記評価対象パターンを評価する手順と、

を備えるパターン評価方法が提供される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、低倍率の画像であっても、高倍率の画像を計測した場合に匹敵する精度の計測結果を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施の一形態について図面を参照しながら説明する。以下の実施形態では、リソグラフィ工程やエッチング工程等の半導体の製造工程で形成される微細パターンの形状検査を例にとって説明するが、本発明はこの場合に限定されることなく、他の様々な産業分野におけるパターン検査工程全般に係わるパターン評価方法として実施可能である点に留意されたい。

【0011】

(2) パターン評価方法

図1は、本実施形態のパターン評価方法の概略手順を示すフローチャートであり、図2は、検査画像の一例を示す図である。本実施形態では、図2に示す検査画像の中央に位置するパターンP1を計測する場合を取り上げて説明する。

【0012】

まず、評価対象パターンP1の画像をN枚(N=2)取得する(図1、ステップS1)。本実施形態では、10枚(N=10)のCDSEM画像を用いるが、その他、これよりも多くても少なくともかまわない。また、製品の要求仕様や撮像装置の解像度に応じて顕微鏡画像を使用しても良い。図2は、サイズ512×512ピクセルで150k倍のCDSEM画像img1の例である。この場合、0.9ミクロン角領域のパターンの画像が取得されるので、キャリブレーション値は約1.75777[nm/ピクセル]となる。

【0013】

画像の取得条件は、本実施形態では同一のものを用いるが、異なった条件につきいくつかの画像が取得されていても、また、それぞれの取得条件が異なっている場合でもかまわない。全く同一の画像でなければ、数々の要因で画像内のパターン位置が微小に変化しているが、CDSEMのステージ移動または電子ビームシフト等の手段で、意図的にパターン位置を変え、またはスキャンの方向を変えてもよい。

【0014】

次に、各画像について、パターンP1の輪郭を検出する(図1、ステップS2)。輪郭検出には多数の手法が考案されているが、特開2003-178314号公報にて開示された手法のように、以下の要件を満たす手法を用いることが望ましい。この引用により、上記特許出願の内容を本願に取り込んだものとする。勿論、その他の輪郭検出の手法を用いてもかまわない。

10

20

30

40

50

1. 検出された輪郭の精度が最終の評価結果に影響するため、サブピクセル精度の輪郭が検出できること。

2. パターンのすべての輪郭を検出する必要があるため、ROIの設定を必要としないこと。

【0015】

上記手順により検出された輪郭データの一例を図3に示す。

【0016】

続いて、上記手順で得られたN枚の検査画像の輪郭データを特定のデータ、例えば1枚目の画像の輪郭データを基準にして位置合わせを実施する(図1、ステップS3)。位置合わせにはパターンマッチングを用いることが望ましい。パターンマッチングの手法にも多数の手法が考案されているが、本実施形態では、特願2005-99052号にて提案した手法を用いる。このマッチングによれば、サブピクセルの精度で10枚の検査画像の輪郭データの位置合わせを高速に行うことができる。また、設定されたマッチングスコア以下のパターン輪郭を位置合わせの対象から除外することとしても良い。この場合は、後述する輪郭データの重ね合わせの対象からも除外される。上記引用により、特願2005-99052号の内容をも本願に取り込んだものとする。なお、パターンマッチングに際しては、上記引用手法に限ることなく、いずれの手法を用いてもかまわない。

【0017】

次に、上記手順で得られた位置合わせ結果を用いて、N枚の検査画像の各輪郭データを1つの輪郭データとして重ね合わせる。10枚の検査画像から検出された輪郭点を重ね合わせた例を図4に示す。ここで、得られる輪郭データの分解能は重ね合わせ前の輪郭データの分解能ではなく、マッチングの分解能で決定されることに注目されたい。通常、輪郭取得の分解能は画像の分解能に依存するため、低倍率の画像では所望の分解能が得られない。しかしながら、本実施形態によるパターン評価方法によれば、マッチングの分解能は画像倍率とは関係なく決定できるため、低倍画像から所望の分解能の輪郭データを得ることができる。

【0018】

上記手順により重ね合わされた輪郭データには、例えば図4の符号Piに示すように、ノイズ等に起因する孤立点が散在する。そこで、重ね合わされた輪郭データから孤立点Piを除去する処理を施す(図1、ステップS5)。図4に示す輪郭データから孤立点を除去した例を図5に示す。孤立点の除去処理をより具体的に述べると、周囲の輪郭点から一定の距離以上離れている点を孤立点と見なし、それらの点を除去する。

【0019】

上記輪郭データは同一のパターンP1の複数の画像より生成された複数の輪郭データを重ね合わせたものではあるが、上記ノイズ等による孤立点だけでなく、CDSMの装置安定性やチャージング、さらには画像のデジタイズの際の丸め誤差に起因する画像変動等のため、ある程度の広がりを持っている。そこで、基準とする輪郭データ、例えば1枚目の検査画像の輪郭データの近傍、例えば3ピクセル内に存在するすべての輪郭点の平均位置を算出し、それを新たな輪郭点とする平滑化処理を実施する(図1、ステップS6)図5に示す輪郭データに対して平滑化処理を施した例を図6に示す。

【0020】

最後に、平滑化された輪郭データに計測を実施して所望の計測値を得る(図1、ステップS7)。例えば、本実施形態ではパターンの最大径を計測する。勿論、パターンの最大径に限ることなく、パターンのX軸方向の径や、面積等、その他いかなる計測をいかなる手法を用いて実施することも可能である。

【0021】

本実施形態によれば、低倍率の画像であっても、高倍率の画像を計測した場合に匹敵する計測結果を得ることができる。

【0022】

(2) プログラム

10

20

30

40

50

上述したパターン評価方法の一連の手順は、コンピュータに実行させるプログラムに組み込み、フレキシブルディスクやCD-ROM等の記録媒体に収納してコンピュータに読み込ませて実行させても良い。これにより、本発明にかかるパターン評価方法を画像処理可能な汎用コンピュータを用いて実現することができる。記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の携帯可能なものに限定されず、ハードディスク装置やメモリなどの固定型の記録媒体でも良い。また、上述したパターン評価方法の一連の手順を組み込んだプログラムをインターネット等の通信回線（無線通信を含む）を介して頒布しても良い。さらに、上述したパターン評価方法の一連の手順を組み込んだプログラムを暗号化したり、変調をかけたリ、圧縮した状態で、インターネット等の有線回線や無線回線を介して、あるいは記録媒体に収納して頒布しても良い。

10

## 【0023】

## (3) 半導体装置の製造方法

上述したパターン評価方法を半導体装置の製造工程中で使用すれば、高い精度でパターンを評価することができるので、より高いスループットおよび歩留まりで半導体装置を製造することができる。

## 【0024】

より具体的には、製造ロット単位で半導体基板を抜き出し、抜き出された半導体基板に形成されたパターンを上述したパターン評価方法により検査する。検査の結果、良品と判定された場合、検査された半導体基板が属する製造ロット全体について、引き続き残余の製造プロセスを実行する。この一方、検査の結果不良品と判定された場合でリワーク処理が可能な場合には、不良品と判定された半導体基板が属する製造ロットに対してリワーク処理を実行する。リワーク処理が終了すると、その製造ロットから半導体基板を抜き取って再度検査する。抜き取られた半導体基板が再検査により良品と判定されると、リワーク処理を終えたその製造ロットに対し残余の製造プロセスを実行する。また、リワーク処理が不可能な場合には、不良品と判定された半導体基板が属する製造ロットは廃棄し、不良発生原因を解析して設計担当や上流のプロセス担当等へフィードバックする。

20

## 【0025】

以上、本発明の実施の一形態について説明したが、本発明は上記形態に限ることなく、その技術的範囲内で種々変形して実施することができる。例えば、上記実施形態では、全ての検査画像について輪郭を検出してから位置合わせを実施したが、輪郭を検出した後に直ちに位置合わせを実施しても良い。また、輪郭を検出してから位置合わせを実施することに代えて、全ての検査画像について先に位置合わせを実施し、その位置合せの結果を利用して全ての画像を重ね合わせ、得られた合成画像に対して輪郭を検出することとしても良い。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0026】

【図1】本発明にかかるパターン評価方法の実施の一形態の概略手順を示すフローチャートである。

【図2】検査画像の一例を示す図である。

【図3】1枚の検査画像から検出された輪郭点の一例を示す図である。

40

【図4】10枚の検査画像から検出された輪郭点を重ね合わせた例を示す図である。

【図5】図4に示す輪郭データから孤立点を除去した例を示す図である。

【図6】図5に示す輪郭データに対して平滑化処理を施した例を示す図である。

## 【符号の説明】

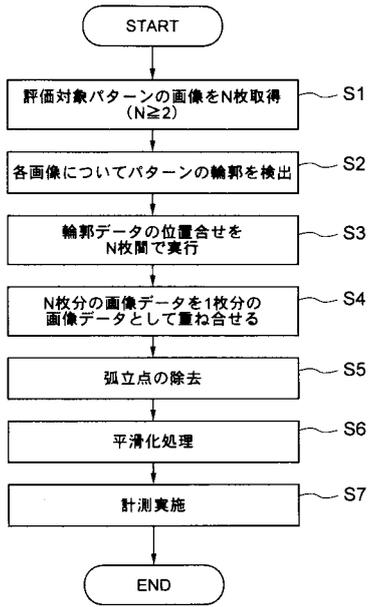
## 【0027】

P1：評価対象パターン

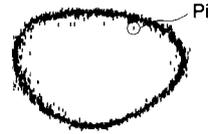
Pi：孤立点

Img1：検査画像

【図1】



【図4】



【図5】



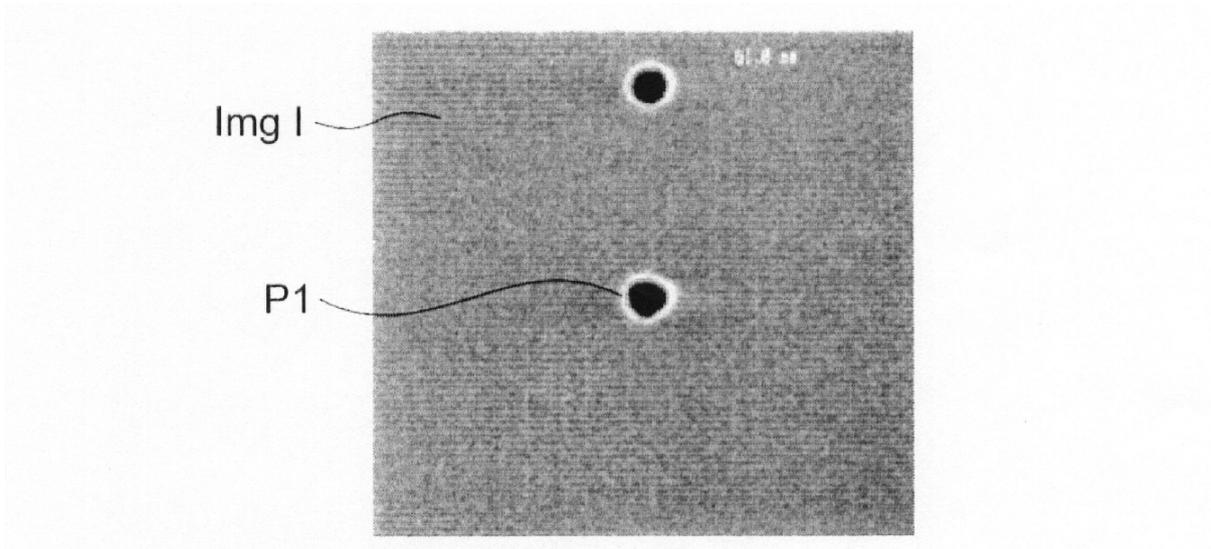
【図6】



【図3】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三 井 正  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

合議体

審判長 飯野 茂

審判官 中塚 直樹

審判官 越川 康弘

(56)参考文献 国際公開第03/044821(WO, A1)  
特開2002-15692(JP, A)  
特開2004-294100(JP, A)  
特開2003-178314(JP, A)  
特開2005-69939(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 15/00-15/08

G01N 23/00-23/227

G06T 1/00-09/40

H01J 37/00-37/295

H01L 21/66