

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5114302号
(P5114302)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/66 (2006.01) H O 1 L 21/66 J

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-153657 (P2008-153657)	(73) 特許権者	501387839
(22) 出願日	平成20年6月12日 (2008. 6. 12)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
(65) 公開番号	特開2009-302217 (P2009-302217A)		東京都港区西新橋一丁目2 4 番 1 4 号
(43) 公開日	平成21年12月24日 (2009. 12. 24)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成22年3月29日 (2010. 3. 29)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	篠田 伸一
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作
			所 日立研究所内
		(72) 発明者	豊田 康隆
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作
			所 日立研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン検査方法、パターン検査装置及びパターン処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子デバイスパターンを撮像して得た対象パターンの画像を基に、パターンの変形の許容範囲を用いて欠陥等の異常を検出するパターン検査装置において、

異常を検出する対象パターンに対応する基準パターンに基づくデータを記憶する基準パターン記憶手段と、

前記対象パターンを撮像して得た画像データに基づくデータを記憶する画像データ記憶手段と、

前記基準パターン記憶手段に記憶された基準パターンに基づくデータのパターンの一部であるパターン端部が、前記画像データの記憶手段の撮像画像データに基づくデータの対応するパターン端部の位置となるように、当該基準パターンに基づくデータのパターン端部を選択的に修正する基準パターン修正手段と、

当該修正された基準パターンを基に前記許容範囲を設定し、前記対象パターンの輪郭が、当該許容範囲外にある場合に、前記対象パターンを異常と判定する異常判定手段を設けたことを特徴とするパターン検査装置。

【請求項2】

請求項1のパターン検査装置において、

前記基準パターン記憶手段の基準パターンに基づくデータと、前記画像データ記憶手段の撮像画像データに基づくデータを用いて、変形量データを求める変形量検出手段と、

前記基準パターン記憶手段の基準パターンに基づくデータと、前記変形量検出手段の変

形量データに基づいて、対象パターンの許容範囲に基づくデータを生成する許容範囲生成手段を備えたことを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 3】

請求項 2 のパターン検査装置において、

前記基準パターン記憶手段からの基準パターンに基づくデータから、パターンの部位を検出する部位検出手段とを備え、

前記変形量検出手段は、前記対象パターンを撮像して得た画像データに基づくデータと、前記部位検出手段のパターン部位に基づくデータに基づいて、変形量を求めることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 4】

請求項 3 のパターン検査装置において、

前記基準パターン修正手段は、前記変形量検出手段の変形量データに基づいて前記基準パターンに基づくデータを修正するものであって、

前記基準パターン修正手段の修正したパターンに基づくデータに基づいて、対象パターンの許容範囲に基づくデータを生成する許容範囲生成部とを備え、

前記異常判定手段は、当該許容範囲生成部で生成された許容範囲に基づくデータと前記画像データ記憶手段の撮像画像データを用いて、対象パターンの異常を判定することを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 5】

請求項 4 のパターン検査装置において、

前記変形量データは、パターン画像の位置情報及びまたは傾きに基づく値であることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 のパターン検査装置において、

前記基準パターン修正手段は、基準パターンに基づくデータを全体的に修正する全体修正手段と、部分的に修正する部分修正手段を備えることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 7】

請求項 1 のパターン検査装置において、

基準パターンに基づくデータは、対象パターンに対応した半導体装置の設計データに基づくデータであることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 8】

請求項 1 のパターン検査装置において、

基準パターンに基づくデータは、パターンを撮像して得た画像データに基づくデータであることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 9】

電子デバイスパターンを撮像して得た対象パターンの画像を基に、パターンの変形の許容範囲を用いて欠陥等の異常を検出するパターン検査方法において、

異常を検出する対象パターンに対応する基準パターンデータを記憶すること、

前記対象パターンを撮像して得た画像データを記憶すること、

前記基準パターンデータのパターン端部が部分的に、撮像画像データの対応するパターン端部の位置となるように、当該基準パターンに基づくデータのパターン端部を修正すること、

当該修正された基準パターンを基に前記許容範囲を設定し、前記対象パターンの輪郭が、当該許容範囲外にある場合に、前記対象パターンを異常と判定することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項 10】

請求項 9 のパターン検査方法において、

前記基準パターンデータと、前記撮像画像データを用いて変形量データを求めること、

前記基準パターンデータと、前記変形量データに基づいて、対象パターンの許容範囲に基づくデータを生成することを特徴とするパターン検査方法。

10

20

30

40

50

【請求項 11】

請求項 10 のパターン検査方法において、
前記基準パターンデータから、パターンの部位を検出すること、
該パターンの部位に基づくデータと撮像画像データを用いて、対象パターンの異常を判定することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項 12】

請求項 11 のパターン検査方法において、
前記基準パターンデータを前記変形量データに基づいて修正すること、
該修正した基準パターンデータに基づいて、対象パターンの許容範囲に基づくデータを生成すること、
該許容範囲に基づくデータと撮像画像データを用いて、対象パターンの異常を判定することを特徴とするパターン検査方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、試料上の任意の位置を測長走査型電子顕微鏡 (Critical-Dimension Scanning Electron Microscope: CD-SEM) 等により電子デバイスパターンを撮像して検査を行う画像生成方法及びその画像生成装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体装置を製造する際、各プロセスにおいて基板上に形成されたパターンが設計された通りに形成されているかどうかを検査するのに、従来から測長走査型電子顕微鏡 (Critical-Dimension Scanning Electron Microscope: CD-SEM) 等が広く用いられている。

20

【0003】

配線パターンの出来映えを検査する方法として、例えば、CAD (Computer Aided Design) の出力データと SEM (Scanning Electron Microscope) により測定したパターンのデータとの距離を測定し、この測定した距離に基づきパターンの形状を評価する評価方法が提案されている (〔特許文献 1〕)。

【0004】

また、検査時間の大幅な短縮ができる方法として、設計パターンに、許容値を加えた外周と許容値を減じた内周に挟まれる、帯状の検査領域を設定し、検査対象となるパターンを撮像したパターン画像の輪郭の座標が帯状の検査領域外に有る場合に欠陥と判定する検査方法が提案されている (〔特許文献 2〕)。

30

【0005】

また、設計パターンに基づいて許容範囲を示す公差データと、検査対象となるパターンを撮像したパターン画像の輪郭データ共に極座標に変換し、極座標で交差する点の有無で欠陥と判定する検査方法が提案されている (〔特許文献 3〕)。

【0006】

【特許文献 1】特開 2002 - 31525 号公報

40

【特許文献 2】特開 2002 - 6479 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 98885 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記、〔特許文献 1〕の検査方法は、測定箇所が多いほど測定精度は向上できるが、測定に時間がかかるという問題がある。その点、上記〔特許文献 2〕、〔特許文献 3〕は検査時間を大幅に短縮できる。ところで、パターンによっては、隣接するパターンとのブリッジングやパターンの断線といった明らかな異常が無ければ正常としてもよいパターンがある。例えば、〔特許文献 2〕では、許容範囲を内側と外側に設けて、パターンの断線、

50

接触を見つけることが可能である。しかし、拡大や縮小による変形も正常と見なすためには帯状の検査領域を広げたり、〔特許文献3〕の交差データの上限值と下限値による許容範囲を広げる必要がある。しかし、広げてしまうとパターンの断線(d)という明らかな異常を見逃す可能性が出る。そのため、パターンの拡大や縮小による変形を正常と見なし、かつ、パターンの断線を見逃さず検出するための許容値設定、又は交差データの上限值と下限値の設定は非常に困難であった。

【0008】

また、ステージ移動誤差、帯電、様々な要因により、撮像画像に傾きが発生することがあり、その場合はパターンに正常でも許容範囲に入らず、異常と判定される場合があった。

10

【0009】

また、特徴の少ないパターンの場合、設計データを基に生成した基準パターンと撮像したパターン画像の位置がずれてしまう場合があった。

【0010】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、短時間に、かつ隣接するパターンとのブリッジングやパターンの断線といった明らかな異常のみを検出するためのパターン検査方法とパターン検査装置を提供するものである。

【0011】

また、本発明は短時間に、かつ隣接するパターンとのブリッジングやパターンの断線といった明らかな異常のみを検出するためのパターン検査用のデータを求めるパターン処理装置を提供するものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明では、電子デバイスパターンを撮像して得た対象パターンの画像を基に、パターンの変形の許容範囲を用いて欠陥等の異常を検出するパターン検査装置において、異常を検出する対象パターンに対応する基準パターンに基づくデータを記憶する基準パターン記憶手段と、前記対象パターンを撮像して得た画像データに基づくデータを記憶する画像データ記憶手段と、前記基準パターン記憶手段に記憶された基準パターンに基づくデータのパターンの一部であるパターン端部が、前記画像データの記憶手段の撮像画像データに基づくデータの対応するパターン端部の位置となるように、当該基準パターンに基づくデータのパターン端部を選択的に修正する基準パターン修正手段と、当該修正された基準パターンを基に前記許容範囲を設定し、前記対象パターンの輪郭が、当該許容範囲外にある場合に、前記対象パターンを異常と判定する異常判定手段を設けたパターン検査装置を提案する。

30

【0013】

また、上記課題を解決するために、本発明では、電子デバイスパターンを撮像して得た対象パターンの画像を基に、パターンの変形の許容範囲を用いて欠陥等の異常を検出するパターン検査方法において、異常を検出する対象パターンに対応する基準パターンデータを記憶すること、前記対象パターンを撮像して得た画像データを記憶すること、前記基準パターンデータのパターン端部が部分的に、撮像画像データの対応するパターン端部の位置となるように、当該基準パターンに基づくデータのパターン端部を修正すること、当該修正された基準パターンを基に前記許容範囲を設定し、前記対象パターンの輪郭が、当該許容範囲外にある場合に、前記対象パターンを異常と判定するパターン検査方法を提案する。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、短時間に、かつ隣接するパターンとのブリッジングやパターンの断線といった明らかな異常のみを検出するためのパターン検査方法、パターン検査装置及びパターン処理装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 1 6 】

以下、本発明に関わるパターン検査方法及びパターン検査装置の実施の形態について説明する。パターンが設計通りに形成されているか否かを検証するため、例えば形状計測技術を用いて平面画像によりパターンを検証する。

【 0 0 1 7 】

以下、図 1 を用いて本発明のパターン検査装置の構成例について説明する。

【 0 0 1 8 】

基準パターン記憶部 1 0 には検査対象となるパターンに対応する基準パターンのデータが記憶されている。具体的には C A D により設計された集積回路の設計データを基に変換したパターン画像を基準パターンデータとしても良いし、さらに近接効果補正等の補正を加えたパターン画像を基準パターンデータとしても良い。また、設計データを基に基板上に生成された出来映えの良いパターンを撮像して得た撮像画像を基準パターンデータとしても用いても良い。基準パターンデータは一般的には画像データとするので以降、基準パターンデータを基準パターン画像として説明する。

10

【 0 0 1 9 】

撮像パターン記憶部 1 1 には検査対象のパターンを撮像した撮像パターン画像を記憶する。撮像パターン画像は撮像パターンの輪郭画像としても良い。以降の説明では撮像パターン画像は撮像パターン画像の輪郭画像として説明する。

【 0 0 2 0 】

基準パターン記憶部 1 0 の基準パターン画像と撮像パターン記憶部 1 1 の撮像パターン画像は許容範囲生成部 1 2 に入り、撮像パターン画像を検査するための許容範囲を生成する。

20

【 0 0 2 1 】

撮像パターン画像が基準パターン画像に対して、部分的に大きく変化している場合や、全体的な傾き、オフセット位置が若干異なっている場合、撮像パターン画像を基に基準パターン画像を修正し、許容範囲を生成する。

【 0 0 2 2 】

異常判定部 1 3 では生成された許容範囲を基に実際に撮影した電子デバイスパターンの撮像パターン画像を検査する。

【 0 0 2 3 】

図 2 に本発明の許容範囲生成部の構成例について説明する。

30

【 0 0 2 4 】

部位検出部 1 2 1 では基準パターン画像からパターンの部位の検出を行う。例えば、コーナー部、ラインエンド(凸)部、直線部等の部位を検出し、検出した部位の位置座標を出力する。位置座標は x と y 方向の座標値でも良いし、極座標での距離と角度でもよい。また、ここでは検出する部位の種類とそれぞれの部位の個数分を検出し出力するが、部位を端点部のみ検出するなど、特定の部位のみに限り検出することも考えられる。

【 0 0 2 5 】

変形量検出部 1 2 2 では、部位検出部 1 2 1 で検出した部位の座標を基に、対応する撮像パターン画像の部位位置を検出する。そして、撮像パターン画像の部位の座標と、部位検出部 1 2 1 で得た基準パターン画像の部位の座標から部位位置の差分値を求める。この差分値も位置座標と同様、 x と y 方向の座標値の差でも良いし、極座標での距離と角度の差でもよい。以降、説明は簡単にするために位置座標、差分値とも x , y の座標値とする。

40

【 0 0 2 6 】

基準パターン修正部 1 2 3 では、部位検出部 1 2 1 で検出した基準パターン画像の部位について、変形量検出部 1 2 2 の差分値を用いて修正する。

【 0 0 2 7 】

例えば、各部位で求めた差分値を基に、撮像パターン画像の部分的な大きな変化、全体的な傾き、オフセット位置等を求めて、基準パターン画像に反映させる。

50

【 0 0 2 8 】

許容範囲生成部 1 2 4 では修正した基準パターン画像を基にして許容範囲を生成する。図 3 に部位検出部の実施例を示す。ここでは、設計データを基に生成した画像を基準パターン画像として部位検出を行う。例えば、設計データを基に生成した画像が図 3 (a) のような凸型の画像の場合、P 1 から P 4 の 4 パターンのコーナーができる。コーナーの検出は、例えば、図 3 (b) に示すような P 1 から P 4 の 3 × 3 画素マトリクスのコーナー検出フィルタを用いてパターンマッチングを行うことでコーナー部が検出できる。P 1 から P 4 のコーナー部が検出できれば、ラインエンド (端点) のラインの幅が L とすれば、下記の条件などで凸部の検出も可能となる。

【 0 0 2 9 】

L の間隔の間に P 1 と P 2 がある場合：上に凸のラインエンド

L の間隔の間に P 3 と P 4 がある場合：下に凸のラインエンド

L の間隔の間に P 1 と P 3 がある場合：左に凸のラインエンド

L の間隔の間に P 2 と P 4 がある場合：右に凸のラインエンド

また、各コーナー間は直線部と考えることができる。また、コーナー間の長さがある特定の長さ以上の場合を直線部としても良い。また、線検出フィルタを用いて直線部を検出してもよい。ラインの幅 L はユーザーが指定してもよい。

【 0 0 3 0 】

また、基準パターン画像が設計データを基に変形させたパターンの場合、若しくは撮像パターン画像の場合は、コーナー部の検出フィルタも変形に対応したフィルタにすることが考えられる。例えば、フィルタサイズを大きくすることが考えられるし、パターンを角から半円に似た形にしたり、線幅を変更したり、また、対象となる画像も閉図形を塗りつぶしをする等の加工することも考えられる。この場合、後に説明する撮像パターン画像から部位検出する際のマッチングと同じ方法であるので、ここでの説明は控えたい。

【 0 0 3 1 】

図 4 に本発明の変形量検出部のブロック構成例を示す。

【 0 0 3 2 】

変形量検出部 1 2 2 は部分変形量算出部 1 2 2 1 と全体変形量算出部 1 2 2 2 で構成される。部分変形量算出部 1 2 2 1 には、部位検出部から基準パターン画像中の各部位の位置情報と、撮像パターン記憶部に格納されている撮像画像データが入力され、それぞれの各部位の変形量を部分変形量として算出する。そして、それぞれの部分変形量を基に全体変形量算出部 1 2 2 2 で全体変形量を求める。ここで述べる全体変形量は全体的な撮像位置のオフセット値、傾き (回転) のズレである。そして、求めた全体変形量と部分変形量を基に、再度部分的な変形量を求める。求めた部分変形量と全体変形量は基準パターン修正部 1 2 3 に入力される。

【 0 0 3 3 】

図 5 に本発明の部分変形量再算出部のブロック構成例を示す。部分変形量再算出部 1 2 2 1 は端点検出部 1 2 5 1 とコーナー検出部 1 2 5 2 と直線検出部 1 2 5 3 とそれぞれ検出した位置の差分情報を記憶する変形量記憶部 1 2 5 4 で構成される。端点検出部 1 2 5 1 では部位検出部 1 2 1 からの検出した端点の位置情報を入力する。そして、撮像パターン画像中の対応する端点の位置を、部位検出部 1 2 1 から得た端点の位置情報を基に検出する。部位検出部 1 2 1 から得た端点の位置情報と、検出した撮像パターン画像中の対応する端点の位置情報の差分情報を求めて変形量記憶部 1 2 5 4 に記憶する。差分情報は x , y 座標の差でよいし、極座標系にした後の距離と角度の差分でも良い。また、変形量記憶部 1 2 5 4 には求めた差分情報に対応する部位検出部 1 2 1 から得た端点の位置情報も記憶しておく。端点の部位が複数ある場合は、その複数の端点について同様に差分情報を求めて記憶する。コーナー検出部 1 2 5 2 , 直線検出部 1 2 5 3 と同様に処理する。

【 0 0 3 4 】

図 6 に本発明の端点検出部の実施例を示す。ここでは、上に凸の端点の部位について変形量を求める例であり、点線で示した C A D により設計された集積回路の設計データの基

10

20

30

40

50

準パターンTが撮影した結果として撮像パターンの輪郭Eになっている状態を示している。

【0035】

そして、基準パターン記憶部10には検査対象となるパターンに対応する基準パターンTのデータが記憶されており、撮影した結果として撮像パターンの輪郭Eのデータが撮像パターン記憶部11に記憶されている。そして、これらのデータを用いて許容範囲生成を求める許容範囲生成部12の動作、処理を説明する。

【0036】

部位検出部121で検出した点線で示した基準パターンTの凸部(コーナーP1とコーナーP2のペア)の座標の位置で、輪郭を検出する範囲である輪郭検出ウインドwAの中に実際に撮影した撮像パターンの輪郭Eの輪郭データの個数が特定値である特定画素数TH1以上有るかないかで伸張方向か収縮方向かを判定する。通常、撮像パターンの輪郭Eは基準パターンTの輪郭より、広がる場合もあるので、輪郭検出ウインドwAはP1, P2の座標を基に、特定画素M分両側に広げ、凸部の方向にh画素の検出ウインドとする。特定画素数TH1以上ない場合は、収縮パターンとして収縮方向SHに輪郭を探索する。逆に特定画素数TH1以上ある場合は、伸張パターンとして伸張方向EXに輪郭を探索する。ここでは収縮パターンを説明する。探索する際、輪郭検出ウインドwAと同じウインドウでも良いが、幅を狭めても良い。例えば、P1, P2の座標を基に、特定画素D分両側から幅を狭め、ライン方向にh画素の輪郭検出ウインドwBを用いて輪郭を探索する。探索開始位置はP1, P2のライン方向のmsとする。座標収縮パターンなので収縮方向SHに1画素毎、輪郭検出ウインドwBを移動させて、撮像パターンの輪郭Eの輪郭データの画素が特定画素数TH2以上になる位置を検出する。検出した位置までの移動量を変形量とする。そして、この変形量を部分変形量算出部125の変形量記憶部1254に設定することで、各部位毎の変形量を算出することが実現出来る。

【0037】

これにより、基準パターン記憶部10に記憶された基準パターンの各部位毎の許容範囲を求めて、実際の検査対象のパターンを撮像した撮像パターン画像との比較を行うことで異常判定部13で異常を判定することが可能になる。

【0038】

また、検索する長さに閾値を設けることが考えられる。これは、変形量に許容する閾値を設けて、許容値より大きい変形は対応しない仕組みを設けるものである。例えば、その閾値を探索終了位置LSとして、その長さまで探索しても輪郭が検出できない場合は、探索を終了して、その時点で異常と判定してもよい。また、探索終了位置LSまで輪郭が検出できない場合の変形量は、探索終了位置LSとしても良いし、探索開始位置msに戻してもよい。その際、図17に示すようにユーザーが変形量の許容閾値を設定する設定部を設けることで実現できる。設定部2からの信号を変形量検出部122に入れることで実現できる。

【0039】

また、異常通知部3を設けることで、探索終了位置LSまでに輪郭を検出できずに異常と判定する場合に出力することができる。この場合、伸張、収縮のどちらの方向で異常なのか等の情報も異常情報として出力することが考えられる。また、この場合の異常はパターンの断線、接触と異なる異常情報として出力することが考えられる。また、図18に示すように表示部4を設けることで、以上に述べた異常情報を表示させることが考えられる。

【0040】

ところで、現在、撮像するパターンと設計データとの対応はステージ移動の値と撮像画像とのマッチングによる位置補正によって、高精度にあわせている。ここでは画像全体でのマッチングであるが、部位の位置検出にもマッチングは有効であると考えられる。プレートマッチングは存知の技術なので詳細は省く。ここでは部位検出で用いるマッチングの概念のみ説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

図7にマッチングにより部位位置を検出する方法の概念を示す。(a1)のように端点の設計データ(細い線)を基にパターンの生成する際の近接効果等により起こる歪みを予めシミュレーションで加えた画像(太い線)をテンプレートawとして持っておき、マッチングを行うことが考えられる。その場合、輪郭画像ではなく、(a2)のように閉図形は塗りつぶしを行った画像をテンプレートawとして、撮像パターン輪郭画像(a3)も設計データからの情報を基に(a4)のように閉図形の塗りつぶしを行った画像でマッチングを行うことで精度を向上させることが考えられる。

【 0 0 4 2 】

そして、テンプレートとして用いるテンプレート画像位置と撮像した画像内でマッチングした画像位置の差分を変形量とする。また、コーナー部も同様にテンプレートを作成し、テンプレート画像位置と撮像した画像内でマッチングした画像位置の差分を変形量とすることができる。直線部や他の部分も同様に部分的にテンプレートを作成してマッチングすることで、その部分の変形量を求めることができる。ここでも図6で説明した端点検出のようにマッチングで探索する範囲に閾値を設けることが考えられる。同様に閾値内でマッチング位置が確定しない場合は異常と判定し、異常情報を同様にユーザーに通知することが考えられる。

10

【 0 0 4 3 】

また、部分的な変形量を求め、それらを総合的に用いることで画像全体の变形も求めることが可能となる。

20

【 0 0 4 4 】

例えば、直線部での傾きを求めることで画像全体の傾きを求めることができる。仮に基準パターン画像が設計データの場合は理想的な直線が主であり、傾きは容易に求まる。撮像パターン画像は帯電や近接効果による歪みにより、部分的な直線で傾きを求めると正確な傾きはでないが、広範囲な直線の情報を用いることで正確な傾きを求めることができる。傾きは最小二乗法で直線の方程式を求めて得ることができる。部位検出部121から基準パターン画像中の部位とその位置情報と基準パターン画像を得ることで、先ず、部位が直線部の場合、基準パターン画像内の直線部の傾きを求め、変形量記憶部1254に記憶する。その後、撮像パターン画像内の直線部を検出し、傾きを求め、対応する直線部の傾きの差分(基準パターン画像内の直線部の傾き - 撮像パターン画像内の直線部の傾き)を

30

【 0 0 4 5 】

図8に全体変形量算出部のブロック構成例を示す。傾き検出部1261では、変形量記憶部1254に記憶している直線部の傾き情報を基に画像全体の傾きを求める。求めた全体の傾き情報は、全体傾き情報として全体変形量記憶部1263に記憶する。また、求めた傾き情報と求めた各部位の変形量と基準パターン画像の部位の位置情報から全体的なオフセット値を求める。求めた全体のオフセット値も全体変形量記憶部1263に記憶する。

【 0 0 4 6 】

傾き検出部1261で求める全体傾き情報(全体的な傾き)は変形量記憶部1254に記憶している全ての直線部に対応する傾きの差分の平均値を求めて、全体傾き情報とすることが考えられる。

40

【 0 0 4 7 】

図9に本発明のオフセット検出部のブロック構成例について説明する。

【 0 0 4 8 】

オフセット検出部1262では傾き検出部1261で得た傾きを用いて、変形量記憶部1254に記憶している基準パターン画像のパターン部の位置座標を傾き補正部1264で傾ける。座標位置を傾ける(回転する)方法は、単に座標変換でよく、存知のことなので説明は省く。

50

【 0 0 4 9 】

変形量再算出部 1 2 6 5 では基準パターン画像の部位の位置座標と傾けた位置座標から x , y 座標の差分 (傾けたことによる座標の変化分) を求め、変形量記憶部 1 2 5 4 に記憶している各部位の変形量に加える。つまり、ここで全体的な傾きの差が無い各部位の変形量を求める。

【 0 0 5 0 】

全体オフセット算出部 1 2 6 6 では、求めた各部位の変形量と基準パターン画像の部位の位置情報を基に画像の全体的なオフセット値を算出する。例えば、図 1 0 のように傾きを補正した基準パターン画像の部位の位置情報を基に生成した画像 (a) と、撮像パターン画像 (b) で比較する。ここで横方向 (X 方向) を正 (プラス) 方向とし、縦方向 (Y 方向) を正 (プラス) 方向として全体的にオフセットが縦方向 (Y 方向) を正 (プラス) 方向にある場合を考えると、 X 方向の変化はないが、 Y 方向では画像全体が正方向にずれることになる。この場合、全ての端点、コーナー部、横線の直線部の部位で正方向にズれる。その中で、 x 座標、若しくは y 座標で見た場合、各部位の全ての位置で差分がプラス (正) の場合、プラスのオフセットの可能性があると判断し、各部位の全ての位置で差分の絶対値の最小値を記憶して、 x 座標、若しくは y 座標の全体のオフセットとする。ここで各部位の直線部に関しては、 x 座標のオフセットを見る場合は縦線の直線のみ (横線の直線は見ない) を参照し、 y 座標のオフセットを見る場合は横線の直線のみを参照することが考えられる。通常、基準パターンの画像のパターン間の幅に比べて撮像パターンの画像のパターン間の幅が広がる場合や細る場合、様々なケースがあるが、いずれも検出する方向に平行な直線部以外の全ての部位で x 座標、若しくは y 座標に一致して正方向、負方向に変形することは全体的なオフセットがなければと考える。また、実際にオフセットが無くても、全ての部位で一致して一方向にずれていれば、最小限に補正しても問題は無いと考える。各部位の全ての位置で差分がマイナス (負) の場合も同様にオフセットが求まる。求めたオフセット値は全体オフセット値とする。

【 0 0 5 1 】

また、各部位変形量決定部 1 2 6 7 では、全体オフセット算出部 1 2 6 6 で求めた全体オフセット値を、変形量再算出部 1 2 6 5 の全体的な傾きの差を補正した各部位の変形量に加える。つまり、オフセットが無い状態での各部位の変形量を求める。

【 0 0 5 2 】

全体変形量記憶部 1 2 6 3 には全体傾き情報と、 X , Y の全体オフセット値と、基準パターン画像の部位及びその位置情報とその部位に対応する撮像パターン画像内の傾きもオフセットも無い状態の各部位の変形量を記憶する。ここで、全体傾き情報と全体オフセット値を全体変形量とし、全体変形量を補正した各部位の変形量を部分変形量とする。変形量検出部 1 2 2 の出力 1 2 2 a は全体変形量と、基準パターン画像の部位及びその位置情報と、それに対応する部分変形量となる。

【 0 0 5 3 】

ここで図 1 7 に示す構成にして、全体的な傾きがある場合、また全体的なオフセットの位置のずれがある場合、その旨をユーザーに通知することが考えられる。また、閾値を設けて閾値以上のずれがある場合は異常と判定することも考えられる。閾値はユーザーが設定できるようにすることが考えられる。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 に本発明の基準パターン修正部のブロック構成例を示す。

【 0 0 5 5 】

部分修正部 1 2 3 1 では変形量検出部 1 2 2 の出力 1 2 2 a である基準パターン画像の部位情報及びその位置情報及び各部位の変形量を基に、基準パターン記憶部にある基準パターン画像 1 0 a を部分的に修正する。その後で、全体修正部 1 2 3 2 で変形量検出部 1 2 2 の出力 1 2 2 a の全体的な傾きの情報と、 X , Y の全体的なオフセット値を基に、部分的に修正した基準パターン画像 1 2 3 1 a を修正する。

【 0 0 5 6 】

図12に部分修正部で基準パターン画像の端点を収縮させる場合の概要処理を示す。

【0057】

まず、予め基準パターン画像(c)の端点上端から幅L、長さCの領域Mを記憶しておく。その後で設計データ(a)と撮像パターン画像(b)とから変形量検出部で求めた収縮方向への変形量(差分値)Sを長さとする、(d)に示す端点の上端から幅Lの収縮方向領域Deの輪郭画素を削除する。例えば、輪郭画素を0、非輪郭画素を255とすると、端点の上端から幅L、長さSの領域を255にする。そして、予め記憶した領域Mの輪郭画像を上端からS分下げた位置から上書きすることで実現できる。

【0058】

また、図13に部分修正部で基準パターン画像の端点を伸張させる場合の概要処理を示す。まず、予め基準パターン画像(c)の端点上端から幅L、長さCの領域Ma、端点上端よりCから幅L、長さ1の領域Mbを記憶しておく。その後で設計データ(a)と撮像パターン画像(b)とから変形量検出部で求めた収縮方向への変形量(差分値)E分、(d)に示す端点の上端から伸張方向に伸ばした位置からO 予め記憶した領域Maを上書きし、その後に記憶した領域Mb領域を長さEからCを引いた長さ分、位置を1ずつ移動させながらMaを上書きすることで実現できる。

10

【0059】

図14に本発明の全体修正部のブロック構成例を示す。全体修正部1232ではオフセット補正部1233で変形量検出部122の出力である全体オフセット値を基に部分修正された基準パターン画像1231aの全体的なオフセットを補正する。

20

【0060】

補正は単に画像の各画素の位置x, y座標をそれぞれxとyのオフセット値分減算した座標に置き換えることで補正できる。補正すると画像の縁にデータが無い領域が発生するが、その領域については、以降使用しない領域とし、異常判定の範囲外とすることが考えられる。全体的なオフセットを補正した後、傾き補正部1234で変形量検出部122の出力である全体傾き情報を基に、傾きを補正する。例えば、傾き補正は補正後の画素位置に対応する画素を近傍4画素のバイリニア補間で生成することが考えられる。

【0061】

許容範囲生成部12では修正した基準パターン画像を基に許容範囲の生成を行う。許容範囲の生成は基準パターン画像のエッジを膨張させて作成することが考えられる。例えば、図15の(a)のような矩形の基準パターン画像の場合は、(b)のように基準パターン画像のエッジを膨張させたエッジの幅を許容範囲とすることができる。また、部位の座標はわかるので、予め部位毎に許容範囲を設定して置けば、検出した部位の座標を基準に許容範囲が決めることができる。例えば、(c)のようにコーナー部、直線部毎に異なる許容幅を設定することも考えられる。この場合、コーナー部は直線部より、太くすることが考えられる。予めパターンを表示させて画面上でユーザーが部位を指定しながら、許容範囲を指定してもいいし、部位に対応する許容範囲を予め決めておき、自動的に部位を検出して、検出した部位に対応する許容範囲を自動で生成してもよい。

30

【0062】

また、異常判定部では図16のように撮像パターン画像の輪郭Eが許容範囲生成部で生成した許容範囲Bの外にある場合は異常と判定し、許容範囲B内であれば異常なしと判定し、判定結果を出力する。判定結果は表示部4に表示させてもいいし、メモリに記憶させてもいい。プリンタに出力してもよい。ここでは画像領域で許容範囲を設けているが、例えば画像を基に極座標系に変換し、極座標系で許容範囲を設けて異常を判定することも考えられる。

40

【0063】

また、図18に示すように表示部4を設けることで、修正前の許容範囲と修正後の許容範囲を同時に表示することも考えられる。また、許容範囲の修正前と修正後で異常箇所についても同時に表示させることが考えられる。また、図19のようにモード切替部を設けて部分修正部、全体修正部の両方を行うモードと、またどちらか一方を行うモードを選択

50

可能にすることが考えられる。また、その際、表示部 4 に許容範囲の修正前と修正後で異常箇所についても同時に表示させることが考えられる。ここで述べている修正前とは基準パターン画像とすると考えても良いし、パラメータを変えた一つ前の状態であるとしてもよい。

【 0 0 6 4 】

また、ここでは、基準パターン画像を修正した後で許容範囲を求めているが、図 20 に示すように基準パターン画像を基に許容範囲生成部 1 2 4 で許容範囲を生成した後で、変形量検出部 1 2 2 で求めた変形量を基に許容範囲修正部 1 2 7 で生成した許容範囲を修正することも考えられる。この場合の許容範囲修正部 1 2 7 は基準パターン修正部 1 2 3 と同様の構成で実現できる。但し、修正する範囲は基準パターン修正部 1 2 3 ではパターンのラインの幅 L であるが、許容範囲は基準パターン画像を基に特定値分を広げて作成しているため、その広げている分の幅、若しくは長さ分を修正することになる。また、ここでも、部分的な修正と全体的な修正の両方若しくはいずれかの修正を行うための切替部を設けてユーザーが切り替えることが考えられる。

10

【 0 0 6 5 】

また、以上の許容範囲の基となる基準パターン画像を修正した場合、若しくは許容範囲を修正した場合、修正したことをユーザーに通知することが考えられる。また、修正した内容、例えば、全体的に修正したこと、全体の傾き、オフセットの情報や、部分的な内容、端点、直線、コーナー部の位置ずれ、伸張、収縮などの情報を出力することや、ユーザーに通知することが考えられる。また、本発明のパターン検査部 1 についてはソフト処理で行ってもよい。またその際、パソコンでソフト処理を行ってもいいし、LSI に組み込んでハード処理で行ってもいい。

20

【 0 0 6 6 】

以上の実施例で示したように、基準パターン記憶部には判定対象となる撮像パターン画像の基準となる基準パターン画像を記憶しておき、撮像パターン記憶部にはパターンを撮像した撮像パターン画像を記憶する。予め撮像パターンの許容範囲を求める際、基準パターン画像を基に撮像パターン画像を参照して、許容範囲生成部で、撮像したパターンの画像に応じた許容範囲を生成する。撮像パターンの断線、接触のみをパターンの異常とし、変形している場合は正常なパターンと判定するため、撮像パターン画像から変形量を求めて、変形に応じて許容範囲の基になる基準パターン画像も変形させることで、変形を含んだ許容範囲を作成することができ、撮像パターンの断線、接触のみをパターンの異常判定として処理できる。

30

【 0 0 6 7 】

また、変形について、撮像パターンは、シュリンクや近接効果補正の過不足による部分的な変形を起している場合と、帯電による歪み、ステージ移動及び画像のマッチング等による位置補正の誤差による、撮像位置のずれ（回転、オフセットずれ）など、全体的に変形している場合がある。そのため、パターンを部位毎に切り分けて、部位毎の変形量を検出し、部分的に変形量を求め、また、複数の部位の変形量から全体的な変形量を求める。全体的な変形量を考慮して再度、部分的な変形量を補正し、基本パターン画像に先ず部分的な変形量を基に部分的に補正した後で、全体的な変形量を基に全体を補正する。そして、修正した基本パターンを基に許容範囲生成部で許容範囲を生成することでパターンの全体的な変形と部分的な変形の混在した変形にも対応した許容範囲を生成できる。そして、変形に対応した許容範囲で異常判定を行うことで、高精度に撮像パターンの断線、接触のみを異常と判定することが可能となる。

40

【 0 0 6 8 】

また、変形量を求める変形量検出部では変形量の許容値を設けることで、変形量は大きな変形、若しくはエッジが無い撮像パターン画像を正常パターンと判定することを防止する。そのため、許容値内で撮像パターン画像の輪郭が見つからない場合はその時点で異常として、ユーザーに通知する。また、変形の許容値はユーザーが設定できるようにする。

【 0 0 6 9 】

50

尚、以上の実施例においては、主に電子デバイスパターンを検査するパターン検査装置、及びその方法について説明を行ったが、最終的な測定対象物の電子デバイスパターンの良否を判定しなくても、パターン検査装置、及びその方法に用いられるパターン検査用の基準パターンのデータを求めるパターン処理装置においても同様に適用することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0070】

本発明は、半導体ウェハ上の微細な構造を検査する測長走査型電子顕微鏡(Critical-Dimension Scanning Electron Microscope: CD-SEM)等以外にも、微細な対象物を撮像して検査を行う画像生成方法及びその画像生成装置に適用することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明の装置構成を示すブロック図。

【図2】本発明の許容範囲生成部の構成例を示す図。

【図3】本発明の部位検出部の実施例を示す図。

【図4】本発明の変形量検出部のブロック構成例を示す図。

【図5】本発明の部分変形量再算出部のブロック構成例を示す図。

【図6】本発明の端点検出部の概念を示す図。

【図7】マッチングによる部位検出方法の概念を示す図。

【図8】本発明全体変形量算出部のブロック構成例を示す図。

20

【図9】本発明のオフセット検出部のブロック構成例を示す図。

【図10】全体的なオフセット値がある画像の部位の比較例を示す図。

【図11】本発明の基準パターン修正部のブロック構成例を示す図。

【図12】収縮時の端点を部分的に修正する際の処理概念の図。

【図13】伸張時の端点を部分的に修正する際の処理概念の図。

【図14】本発明の全体修正部のブロック構成例を示す図。

【図15】許容範囲の生成の概念を示す図。

【図16】許容範囲を用いた異常判定の概念を示す図。

【図17】本発明の装置構成を示すブロック図。

【図18】本発明の装置構成を示すブロック図。

30

【図19】パターンの細り太りを示す図。

【図20】本発明の装置構成を示すブロック図。

【図21】本発明の許容範囲生成部の構成例を示す図。

【符号の説明】

【0072】

1 パターン検査部

2 設定部

3 異常通知部

4 表示部

5 モード切替SW

40

10 基準パターン記憶部

11 撮像パターン記憶部

12 許容範囲生成部

13 異常判定部

121 部位検出部

122 変形量検出部

123 基準パターン修正部

124 許容範囲生成部

125 部分変形量算出部

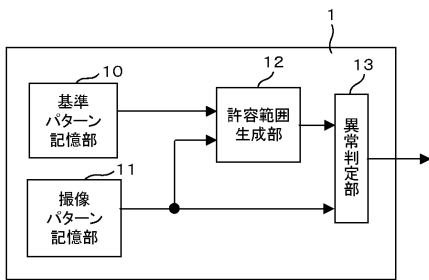
126 全体変形量算出部

50

- 1 2 3 1 部分修正部
- 1 2 3 2 全体修正部
- 1 2 3 3 オフセット補正部
- 1 2 3 4 傾き補正部
- 1 2 5 1 端点検出部
- 1 2 5 2 コーナー検出部
- 1 2 5 3 直線検出部
- 1 2 5 4 変形量記憶部
- 1 2 6 1 傾き検出部
- 1 2 6 2 オフセット検出部
- 1 2 6 3 全体変形量記憶部
- 1 2 6 4 傾き補正部
- 1 2 6 5 変形量再算出部
- 1 2 6 6 全体オフセット算出部
- 1 2 6 7 各部位変形量決定部

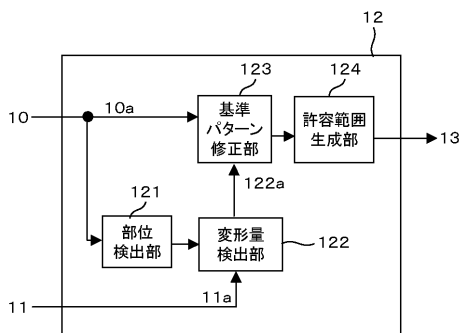
【図1】

図 1



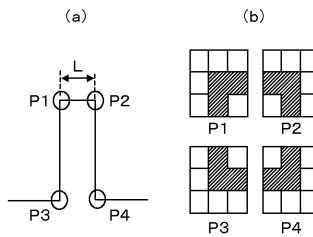
【図2】

図 2



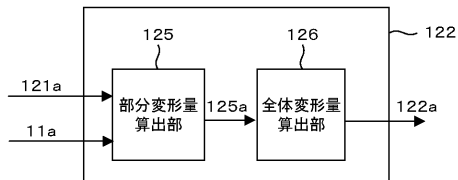
【図3】

図 3



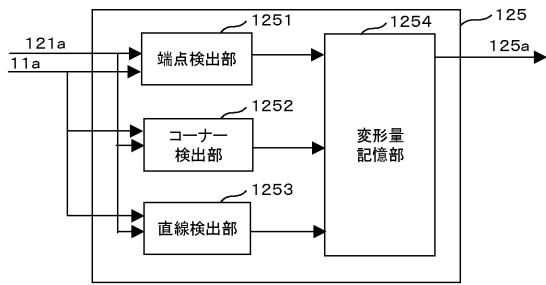
【図4】

図 4



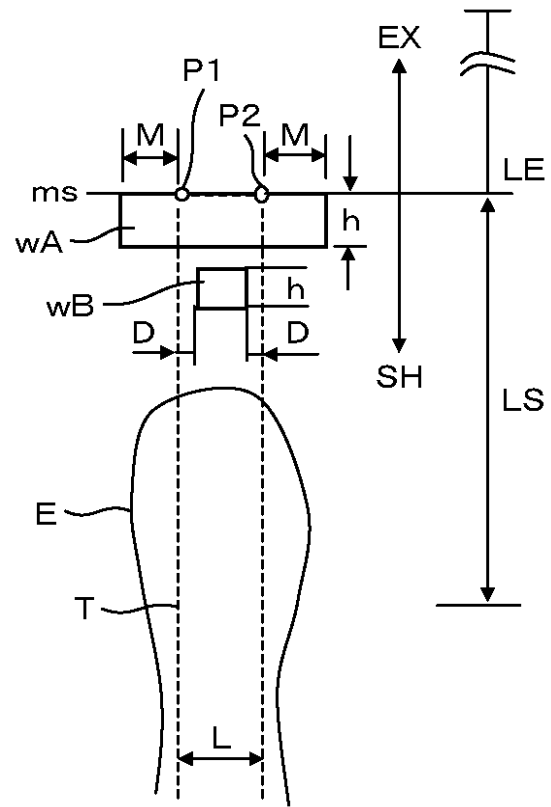
【図5】

図5



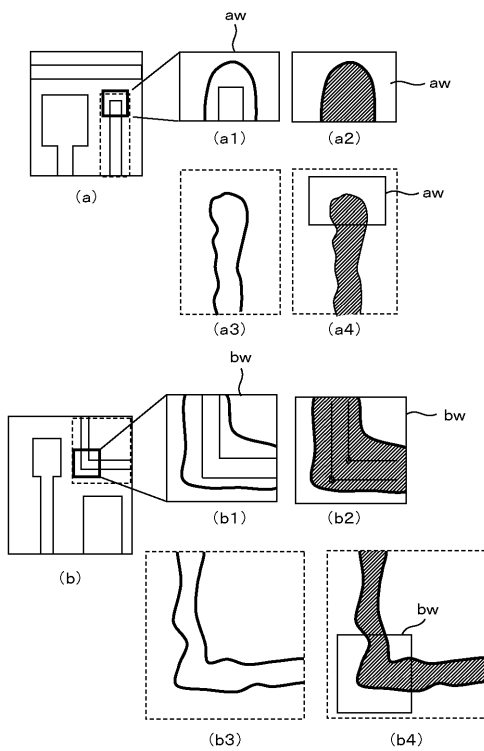
【図6】

図6



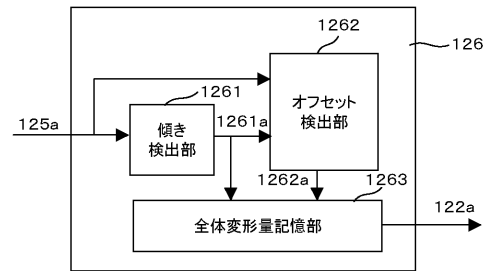
【図7】

図7



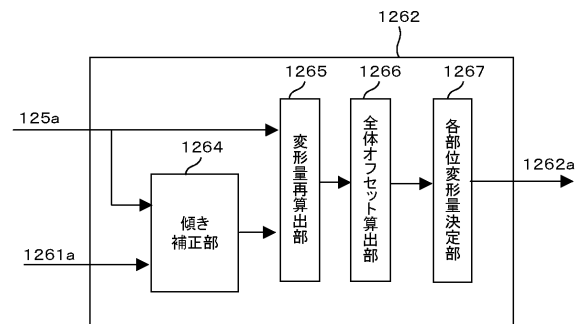
【図8】

図8



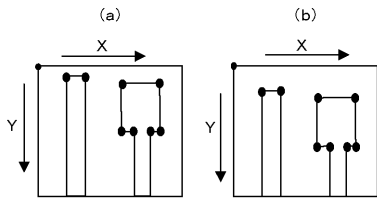
【図9】

図9



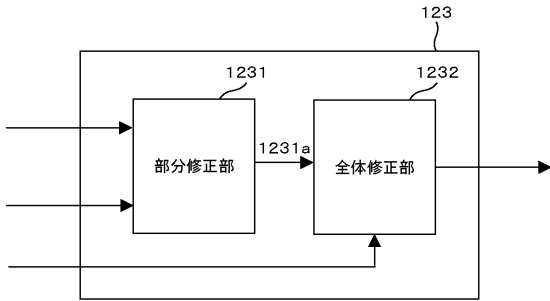
【図 10】

図 10



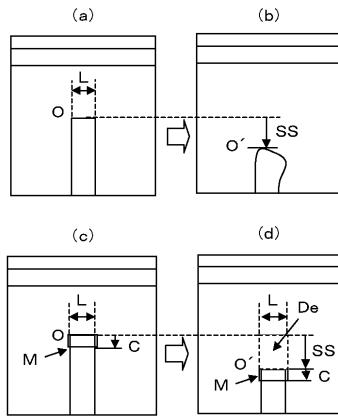
【図 11】

図 11



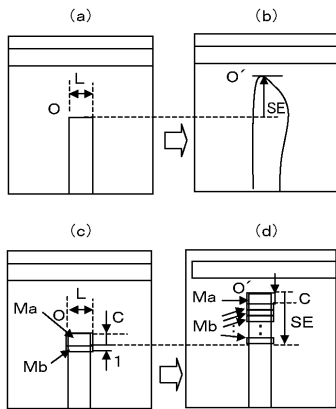
【図 12】

図 12



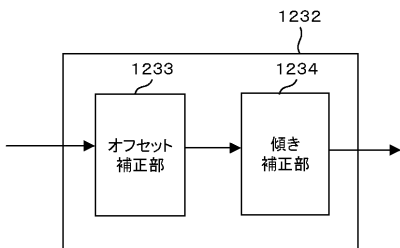
【図 13】

図 13



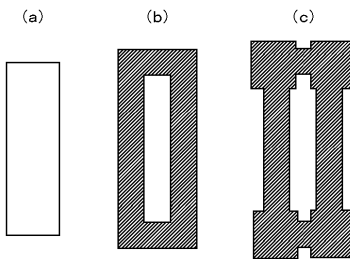
【図 14】

図 14



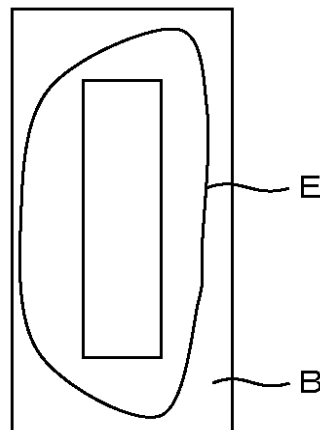
【図 15】

図 15



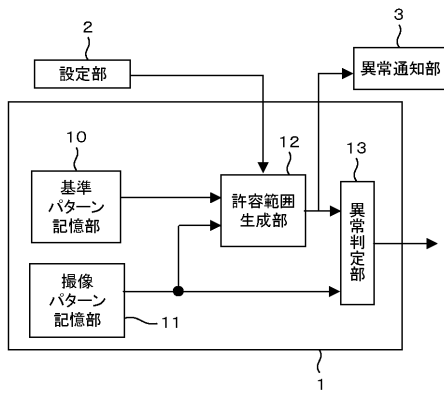
【図 16】

図 16



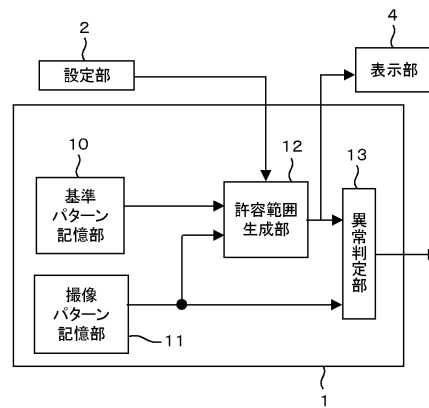
【図 17】

図 17



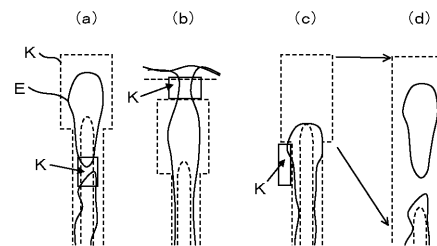
【図 18】

図 18



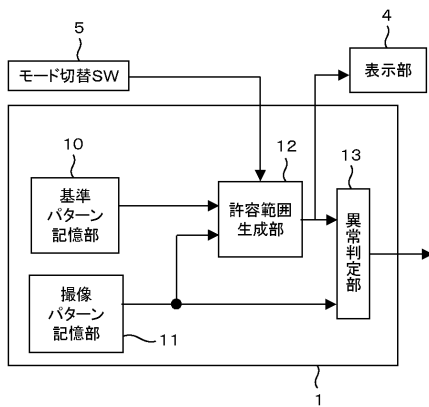
【図 19】

図 19



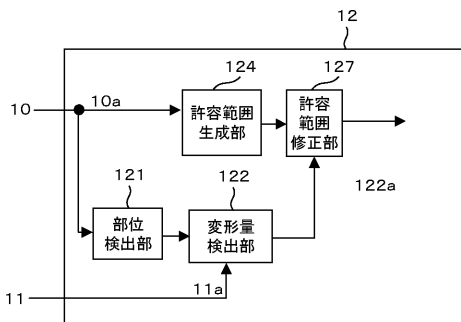
【図 20】

図 20



【図 21】

図 21



フロントページの続き

(72)発明者 松岡 良一

茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地
ズ 那珂事業所内

株式会社 日立ハイテクノロジー

審査官 堀江 義隆

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 4 9 0 5 5 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 2 7 7 3 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 L 2 1 / 6 6