

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7111496号
(P7111496)

(45)発行日 令和4年8月2日(2022.8.2)

(24)登録日 令和4年7月25日(2022.7.25)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 N 21/956 (2006.01) G 0 1 N 21/956 A
G 0 3 F 1/84 (2012.01) G 0 3 F 1/84

請求項の数 5 (全24頁)

(21)出願番号	特願2018-76787(P2018-76787)	(73)特許権者	504162958 株式会社ニューフレアテクノロジー 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1
(22)出願日	平成30年4月12日(2018.4.12)	(74)代理人	100119035 弁理士 池上 徹真
(65)公開番号	特開2019-184461(P2019-184461 A)	(74)代理人	100141036 弁理士 須藤 章
(43)公開日	令和1年10月24日(2019.10.24)	(74)代理人	100178984 弁理士 高下 雅弘
審査請求日	令和3年3月9日(2021.3.9)	(72)発明者	永尾 拓朗 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1 株式会社ニューフレアテクノロジー内
前置審査		(72)発明者	磯村 育直 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1 株式会社ニューフレアテクノロジー内 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パターン検査装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の第1の図形の組合せにより構成される図形パターンが定義された描画データに基づいてパターンが形成された基板から光学画像を取得する光学画像取得機構と、

前記描画データを記憶する記憶装置と、

前記記憶装置から前記描画データを読み出し、前記図形パターンの構成を、予め設定された最大サイズ内の新たな図形を配置し直すことで、前記複数の第1の図形の組合せとは異なる複数の第2の図形の組合せにより再構成する再構成処理部と、

再構成前の前記複数の第1の図形のデータと再構成された前記複数の第2の図形のデータとの一方を選択的に画像展開する展開処理部と、

画像展開された展開画像を用いて、検査対象の光学画像に対応する参照画像を作成する参照画像作成部と、

前記光学画像と前記参照画像とを比較する比較部と、

を備え、

再構成前の前記複数の第1の図形のデータのデータサイズと再構成後の前記複数の第2の図形のデータのデータサイズとを比較するデータサイズ比較部をさらに備え、

前記展開処理部は、前記複数の第1の図形のデータが前記複数の第2の図形のデータよりもデータサイズが小さい場合には、前記複数の第1の図形のデータを画像展開し、前記複数の第2の図形のデータが前記複数の第1の図形のデータよりもデータサイズが小さい場合には、前記複数の第2の図形のデータを画像展開することを特徴とするパターン検査装

置。

【請求項 2】

複数の第 1 の図形の組合せにより構成される図形パターンが定義された描画データに基づいてパターンが形成された基板から光学画像を取得する光学画像取得機構と、

前記描画データを記憶する記憶装置と、

前記記憶装置から前記描画データを読み出し、前記図形パターンの構成を、予め設定された最大サイズ内の新たな図形を配置し直すことで、前記複数の第 1 の図形の組合せとは異なる複数の第 2 の図形の組合せにより再構成する再構成処理部と、

再構成前の前記複数の第 1 の図形のデータと再構成された前記複数の第 2 の図形のデータとの一方を選択的に画像展開する展開処理部と、

画像展開された展開画像を用いて、検査対象の光学画像に対応する参照画像を作成する参照画像作成部と、

前記光学画像と前記参照画像とを比較する比較部と、

を備え、

再構成前の前記複数の第 1 の図形のデータの図形数と再構成後の前記複数の第 2 の図形のデータの図形数とを比較する図形数比較部をさらに備え、

前記展開処理部は、前記複数の第 1 の図形のデータが前記複数の第 2 の図形のデータよりも図形数が少ない場合には、前記複数の第 1 の図形のデータを画像展開し、前記複数の第 2 の図形のデータが前記複数の第 1 の図形のデータよりも図形数が少ない場合には、前記複数の第 2 の図形のデータを画像展開することを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 3】

複数の第 1 の図形の組合せにより構成される図形パターンが定義された描画データに基づいてパターンが形成された基板から光学画像を取得する光学画像取得機構と、

前記描画データを記憶する記憶装置と、

前記記憶装置から前記描画データを読み出し、前記図形パターンの構成を、予め設定された最大サイズ内の新たな図形を配置し直すことで、前記複数の第 1 の図形の組合せとは異なる複数の第 2 の図形の組合せにより再構成する再構成処理部と、

再構成前の前記複数の第 1 の図形のデータと再構成された前記複数の第 2 の図形のデータとの一方を選択的に画像展開する展開処理部と、

画像展開された展開画像を用いて、検査対象の光学画像に対応する参照画像を作成する参照画像作成部と、

前記光学画像と前記参照画像とを比較する比較部と、

を備え、

前記再構成処理部は、縦横サイズ比が所定の範囲内の第 1 の矩形を優先適用して前記複数の第 2 の図形を作成する第 1 のタイプと、横サイズが縦サイズよりも前記所定の範囲を超えて長い第 2 の矩形を優先適用して前記複数の第 2 の図形を作成する第 2 のタイプと、縦サイズが横サイズよりも前記所定の範囲を超えて長い第 3 の矩形を優先適用して前記複数の第 2 の図形を作成する第 3 のタイプと、それぞれ前記複数の第 2 の図形を作成し、

前記第 1 のタイプにより作成された前記複数の第 2 の図形のデータのデータサイズと、前記第 2 のタイプにより作成された前記複数の第 2 の図形のデータのデータサイズと、前記第 3 のタイプにより作成された前記複数の第 2 の図形のデータのデータサイズと、を比較するタイプ比較部をさらに備え、

前記展開処理部は、前記第 1 ~ 第 3 のタイプのうち、データサイズが最小となるタイプにより作成された前記複数の第 2 の図形のデータを画像展開することを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 4】

前記再構成処理部は、縦横サイズ比が所定の範囲内の第 1 の矩形を優先適用して前記複数の第 2 の図形を作成する第 1 のタイプと、横サイズが縦サイズよりも前記所定の範囲を超えて長い第 2 の矩形を優先適用して前記複数の第 2 の図形を作成する第 2 のタイプと、縦サイズが横サイズよりも前記所定の範囲を超えて長い第 3 の矩形を優先適用して前記複

10

20

30

40

50

数の第2の図形を作成する第3のタイプと、それぞれ前記複数の第2の図形を作成し、

前記第1のタイプにより作成された前記複数の第2の図形のデータのデータサイズと、前記第2のタイプにより作成された前記複数の第2の図形のデータのデータサイズと、前記第3のタイプにより作成された前記複数の第2の図形のデータのデータサイズと、を比較するタイプ比較部をさらに備え、

前記展開処理部は、前記第1～第3のタイプのうち、データサイズが最小となるタイプにより作成された前記複数の第2の図形のデータを画像展開することを特徴とする請求項1記載のパターン検査装置。

【請求項5】

前記再構成処理部は、予め設定された最大サイズの第1の正方形を優先適用し、次に、前記最大サイズよりも小さいサイズの第2の正方形を優先適用して、前記複数の第2の図形を作成することを特徴とする請求項1又は2記載のパターン検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターン検査装置に関する。例えば、半導体製造に用いる試料となる物体のパターン欠陥を検査するパターン検査技術に関し、半導体素子や液晶ディスプレイ(LCD)を製作するときに使用されるフォトリソグラフィマスク、ウェハ、あるいは液晶基板などの極めて小さなパターンの欠陥を検査する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、大規模集積回路(LSI)の高集積化及び大容量化に伴い、半導体素子に要求される回路線幅はますます狭くなってきている。これらの半導体素子は、回路パターンが形成された原画パターン(マスク或いはレチクルともいう。以下、マスクと総称する)を用いて、いわゆるステッパと呼ばれる縮小投影露光装置でウェハ上にパターンを露光転写して回路形成することにより製造される。よって、かかる微細な回路パターンをウェハに転写するためのマスクの製造には、微細な回路パターンを描画することができる電子ビームを用いたパターン描画装置を用いる。かかるパターン描画装置を用いてウェハに直接パターン回路を描画することもある。或いは、電子ビーム以外にもレーザービームを用いて描画するレーザービーム描画装置の開発が試みられている。

【0003】

そして、多大な製造コストのかかるLSIの製造にとって、歩留まりの向上は欠かせない。しかし、1ギガビット級のDRAM(ランダムアクセスメモリ)に代表されるように、LSIを構成するパターンは、サブミクロンからナノメートルのオーダーになろうとしている。歩留まりを低下させる大きな要因の一つとして、半導体ウェハ上に超微細パターンをフォトリソグラフィ技術で露光、転写する際に使用されるマスクのパターン欠陥があげられる。近年、半導体ウェハ上に形成されるLSIパターン寸法の微細化に伴って、パターン欠陥として検出しなければならない寸法も極めて小さいものとなっている。そのため、LSI製造に使用される転写用マスクの欠陥を検査するパターン検査装置の高精度化が必要とされている。

【0004】

検査手法としては、拡大光学系を用いてリソグラフィマスク等の試料上に形成されているパターンを所定の倍率で撮像した光学画像と、設計データ、あるいは試料上の同一パターンを撮像した光学画像と比較することにより検査を行う方法が知られている。例えば、パターン検査方法として、同一マスク上の異なる場所の同一パターンを撮像した光学画像データ同士を比較する「die to die(ダイ-ダイ)検査」や、パターン設計されたCADデータをマスクにパターンを描画する時に描画装置が入力するための装置入力フォーマットに変換した描画データ(設計データ)を検査装置に入力して、これをベースに設計画像(参照画像)を生成して、それとパターンを撮像した測定データとなる光学画像とを比較する「die to database(ダイ-データベース)検査」がある。か

10

20

30

40

50

かる検査装置における検査方法では、試料はステージ上に載置され、ステージが動くことによって光束が試料上を走査し、検査が行われる。試料には、光源及び照明光学系によって光束が照射される。試料を透過あるいは反射した光は光学系を介して、センサ上に結像される。センサで撮像された画像は測定データとして比較回路へ送られる。比較回路では、画像同士の位置合わせの後、測定データと参照データとを適切なアルゴリズムに従って比較し、許容内に入らない場合には、パターン欠陥有りと判定する。

【0005】

ここで、描画データ（設計データ）上のパターンは所定のサイズ以下の複数の要素図形に分割されて定義される。ダイ-データベース検査において、描画データから画像展開する場合に、かかる複数の要素図形を画像展開していくことになるが、データサイズに応じて処理時間が長くなってしまふといった問題があった。かかる問題に対して、パターンを構成する複数の要素図形を単純に合成して要素図形数を減らす、或いは、非接触のパターン同士を強制的に繋げて元のパターンから外れた近似パターンに変形してから複数の要素図形を合成して要素図形数を減らすといった手法が開示されている（例えば、特許文献1参照）。しかしながら、データ処理機構上、個々の要素図形のサイズに制限があるため、上述した単純合成では、かかる制限を超えてしまう場合が多く、他の手法の確立が必要であった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【文献】特開2000-105832号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、本発明の一態様は、検査対象基板に形成されるパターンの元データを使って、画像展開する場合に、データ処理時間を短縮可能な検査装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様のパターン検査装置は、
 複数の第1の図形の組合せにより構成される図形パターンが定義された描画データに基づいてパターンが形成された基板から光学画像を取得する光学画像取得機構と、
 描画データを記憶する記憶装置と、
 記憶装置から描画データを読み出し、図形パターンの構成を、予め設定された最大サイズ内の新たな図形を配置し直すことで、複数の第1の図形の組合せとは異なる複数の第2の図形の組合せにより再構成する再構成処理部と、
 再構成前の複数の第1の図形のデータと再構成された複数の第2の図形のデータとの一方を選択的に画像展開する展開処理部と、
 画像展開された展開画像を用いて、検査対象の光学画像に対応する参照画像を作成する参照画像作成部と、
 前記光学画像と前記参照画像とを比較する比較部と、
 を備えたことを特徴とする。

30

40

【0009】

また、再構成前の複数の第1の図形のデータのデータサイズと再構成後の複数の第2の図形のデータのデータサイズとを比較するデータサイズ比較部をさらに備え、
 展開処理部は、複数の第1の図形のデータが複数の第2の図形のデータよりもデータサイズが小さい場合には、複数の第1の図形のデータを画像展開し、複数の第2の図形のデータが複数の第1の図形のデータよりもデータサイズが小さい場合には、複数の第2の図形のデータを画像展開すると好適である。

【0010】

或いは、再構成前の複数の第1の図形のデータの図形数と再構成後の複数の第2の図形

50

のデータの図形数とを比較する図形数比較部をさらに備え、

展開処理部は、複数の第1の図形のデータが複数の第2の図形のデータよりも図形数が少ない場合には、複数の第1の図形のデータを画像展開し、複数の第2の図形のデータが複数の第1の図形のデータよりも図形数が少ない場合には、複数の第2の図形のデータを画像展開すると好適である。

【0011】

また、再構成処理部は、縦横サイズ比が所定の範囲内の第1の矩形を優先適用して複数の第2の図形を作成する第1のタイプと、横サイズが縦サイズよりも所定の範囲を超えて長い第2の矩形を優先適用して複数の第2の図形を作成する第2のタイプと、縦サイズが横サイズよりも所定の範囲を超えて長い第3の矩形を優先適用して複数の第2の図形を作成する第3のタイプと、でそれぞれ複数の第2の図形を作成し、

10

第1のタイプにより作成された複数の第2の図形のデータのデータサイズと、第2のタイプにより作成された複数の第2の図形のデータのデータサイズと、第3のタイプにより作成された複数の第2の図形のデータのデータサイズと、を比較するタイプ比較部をさらに備え、

展開処理部は、第1～第3のタイプのうち、データサイズが最小となるタイプにより作成された複数の第2の図形のデータを画像展開すると好適である。

【0012】

或いは、再構成処理部は、予め設定された最大サイズの第1の正方形を優先適用し、次に、最大サイズよりも小さいサイズの第2の正方形を優先適用して、複数の第2の図形を作成するようにしても好適である。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明の一態様によれば、検査対象基板に形成されるパターンの元データを使って、画像展開する場合に、データ処理時間を短縮できる。よって、その結果、検査時間を短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態1におけるパターン検査装置の構成を示す構成図である。

【図2】実施の形態1における検査領域を説明するための概念図である。

30

【図3】実施の形態1における検査方法の要部工程を示すフローチャート図である。

【図4】実施の形態1における再構成処理回路の内部構成の一例を示す構成図である。

【図5】実施の形態1におけるデータ比較判定回路の内部構成の一例を示す構成図である。

【図6】実施の形態1における再構成処理工程の内部工程を示すフローチャート図である。

【図7】実施の形態1におけるサンプリング領域を説明するための図である。

【図8】実施の形態1における再構成する要素図形の一例を示す図である。

【図9】実施の形態1におけるパターンデータのフォーマットの一例を示す図である。

【図10】実施の形態1におけるパターンデータのフォーマットの他の一例を示す図である。

【図11】実施の形態1におけるフィルタ処理を説明するための図である。

40

【図12】実施の形態1における比較回路の内部構成の一例を示す構成図である。

【図13】実施の形態2における再構成処理回路の内部構成の一例を示す構成図である。

【図14】実施の形態2における再構成処理工程の内部工程を示すフローチャート図である。

【図15】実施の形態2における再構成する要素図形の一例を示す図である。

【図16】実施の形態3における再構成処理工程の内部工程を示すフローチャート図である。

【図17】実施の形態3における再構成する要素図形の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

50

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 におけるパターン検査装置の構成を示す構成図である。図 1 において、検査対象基板、例えばマスクに形成されたパターンの欠陥を検査する検査装置 100 は、光学画像取得機構 150、及び制御系回路 160 を備えている。

【0016】

光学画像取得機構 150 は、光源 103、照明光学系 170、移動可能に配置された X Y テーブル 102、拡大光学系 104、フォトダイオードアレイ 105 (センサの一例)、センサ回路 106、ストライプパターンメモリ 123、及びレーザ測長システム 122 を有している。X Y テーブル 102 上には、基板 101 が配置されている。基板 101 として、例えば、ウェハ等の半導体基板にパターンを転写する露光用のフォトマスクが含まれる。また、このフォトマスクには、検査対象となる複数のパターンが形成されている。基板 101 は、例えば、パターン形成面を下側に向けて X Y テーブル 102 に配置される。

10

【0017】

制御系回路 160 では、検査装置 100 全体を制御する制御計算機 110 が、バス 120 を介して、位置回路 107、比較回路 108、展開回路 111、参照回路 112、オートローダ制御回路 113、テーブル制御回路 114、再構成処理回路 140、データ比較判定回路 142、磁気ディスク装置 109、磁気テープ装置 115、フレキシブルディスク装置 (FD) 116、CRT 117、パターンモニタ 118、及びプリンタ 119 に接続されている。また、センサ回路 106 は、ストライプパターンメモリ 123 に接続され、ストライプパターンメモリ 123 は、比較回路 108 に接続されている。また、X Y テーブル 102 は、X 軸モータ、Y 軸モータ、軸モータにより駆動される。X Y テーブル 102 は、ステージの一例となる。

20

【0018】

なお、位置回路 107、比較回路 108、展開回路 111、参照回路 112、オートローダ制御回路 113、テーブル制御回路 114、再構成処理回路 140、及びデータ比較判定回路 142 といった一連の「～回路」は、処理回路を有する。かかる処理回路には、電気回路、コンピュータ、プロセッサ、回路基板、量子回路、或いは、半導体装置等が含まれる。また、各「～回路」は、共通する処理回路 (同じ処理回路) を用いてもよい。或いは、異なる処理回路 (別々の処理回路) を用いても良い。例えば、位置回路 107、比較回路 108、展開回路 111、参照回路 112、オートローダ制御回路 113、テーブル制御回路 114、再構成処理回路 140、及びデータ比較判定回路 142 といった一連の「～回路」は、制御計算機 110 によって構成され、実行されても良い。プロセッサ等を実行させるプログラムは、磁気ディスク装置 109、磁気テープ装置 115、FD 116、或いは ROM (リードオンリメモリ) 等の記録媒体に記録されればよい。

30

【0019】

検査装置 100 では、光源 103、X Y テーブル 102、照明光学系 170、拡大光学系 104、フォトダイオードアレイ 105、及びセンサ回路 106 により高倍率の検査光学系が構成されている。また、X Y テーブル 102 は、制御計算機 110 の制御の下にテーブル制御回路 114 により駆動される。X 方向、Y 方向、方向に駆動する 3 軸 (X - Y -) モータの様な駆動系によって移動可能となっている。これらの、X モータ、Y モータ、モータは、例えばステップモータを用いることができる。X Y テーブル 102 は、X Y 各軸のモータによって水平方向及び回転方向に移動可能である。そして、X Y テーブル 102 上に配置された基板 101 の移動位置はレーザ測長システム 122 により測定され、位置回路 107 に供給される。

40

【0020】

被検査基板 101 のパターン形成の基となる描画データ (設計データ) が検査装置 100 の外部から入力され、磁気ディスク装置 109 に格納される。描画データには、複数の図形パターンが定義され、各図形パターンは、通常、複数の要素図形 (第 1 の図形) の組合せにより構成される。なお、1 つの図形で構成される図形パターンがあっても構わない

50

。被検査基板 101 上には、かかる描画データに定義された各図形パターンに基づいて、それぞれ対応するパターンが形成されている。

【0021】

ここで、図 1 では、実施の形態 1 を説明する上で必要な構成部分について記載している。検査装置 100 にとって、通常、必要なその他の構成が含まれても構わないことは言うまでもない。

【0022】

図 2 は、実施の形態 1 における検査領域を説明するための概念図である。基板 101 の検査領域 10（検査領域全体）は、図 2 に示すように、例えば Y 方向に向かって、スキャン幅 W の短冊状の複数の検査ストライプ 20 に仮想的に分割される。そして、検査装置 100 では、検査ストライプ 20 毎に画像（ストライプ領域画像）を取得していく。検査ストライプ 20 の各々に対して、レーザ光を用いて、当該ストライプ領域の長手方向（X 方向）に向かって当該ストライプ領域内に配置される図形パターンの画像を撮像する。XY テーブル 102 の移動によってフォトダイオードアレイ 105 が相対的に X 方向に連続移動しながら光学画像が取得される。フォトダイオードアレイ 105 では、図 2 に示されるようなスキャン幅 W の光学画像を連続的に撮像する。言い換えれば、センサの一例となるフォトダイオードアレイ 105 は、XY テーブル 102（ステージ）と相対移動しながら、検査光を用いて基板 101 に形成されたパターンの光学画像を撮像する。実施の形態 1 では、1 つの検査ストライプ 20 における光学画像を撮像した後、Y 方向に次の検査ストライプ 20 の位置まで移動して今度は逆方向に移動しながら同様にスキャン幅 W の光学画像を連続的に撮像する。すなわち、往路と復路で逆方向に向かうフォワード（FWD）- バックフォワード（BWD）の方向で撮像を繰り返す。

【0023】

また、実際の検査にあたって、各検査ストライプ 20 のストライプ領域画像は、図 2 に示すように、例えば、スキャン幅で長手方向に向かって複数のフレーム画像 30 に分割される。そして、フレーム画像 30 毎に検査を行っていく。各検査ストライプ 20 のストライプ領域がかかるフレーム画像 30 のサイズに分割された領域がフレーム領域となる。言い換えれば、各検査ストライプ 20 のストライプ領域が、図 2 に示すように、例えば、スキャン幅で長手方向に向かって複数のフレーム領域 30 に分割される。例えば、1024 × 1024 画素のサイズに分割される。よって、フレーム画像と比較される参照画像も同様にフレーム領域 30 毎に作成されることになる。

【0024】

ここで、撮像の方向は、フォワード（FWD）- バックフォワード（BWD）の繰り返しに限るものではない。一方の方向から撮像してもよい。例えば、FWD - FWD の繰り返しでもよい。或いは、BWD - BWD の繰り返しでもよい。

【0025】

図 3 は、実施の形態 1 における検査方法の要部工程を示すフローチャート図である。図 3 において、実施の形態 1 における検査方法は、ストライプ画像取得工程（S101）と、パターンデータ入力工程（S102）と、再構成処理工程（S104）と、データ比較工程（S106）と、選択工程（S108）と、画像展開工程（S110）と、画像加工工程（S112）と、フレーム分割工程（S114）と、位置合わせ工程（S120）と、比較処理工程（S122）と、いう一連の工程を実施する。

【0026】

図 4 は、実施の形態 1 における再構成処理回路の内部構成の一例を示す構成図である。図 4 において、再構成処理回路 140 内には、サンプリング領域抽出部 50、タイプ A 再構成処理部 52、タイプ B 再構成処理部 53、タイプ C 再構成処理部 54、タイプ比較部 58、選択部 59、再構成処理部 62、及び磁気ディスク装置等の記憶装置 51、55、56、57、60、64 が配置される。サンプリング領域抽出部 50、タイプ A 再構成処理部 52、タイプ B 再構成処理部 53、タイプ C 再構成処理部 54、タイプ比較部 58、選択部 59、及び再構成処理部 62 といった一連の「～部」は、処理回路を有する。かか

10

20

30

40

50

る処理回路には、電気回路、コンピュータ、プロセッサ、回路基板、量子回路、或いは、半導体装置等が含まれる。また、各「～回路」は、共通する処理回路（同じ処理回路）を用いてもよい。或いは、異なる処理回路（別々の処理回路）を用いても良い。サンプリング領域抽出部 50、タイプ A 再構成処理部 52、タイプ B 再構成処理部 53、タイプ C 再構成処理部 54、タイプ比較部 58、選択部 59、及び再構成処理部 62 に必要な入力データ或いは演算された結果はその都度図示しないメモリに記憶される。

【0027】

図 5 は、実施の形態 1 におけるデータ比較判定回路の内部構成の一例を示す構成図である。図 5 において、データ比較判定回路 142 内には、データサイズ比較部 82、選択部 84、図形数比較部 86、選択部 88、及び磁気ディスク装置等の記憶装置 80, 81, 89 が配置される。データサイズ比較部 82、選択部 84、図形数比較部 86、及び選択部 88 といった一連の「～部」は、処理回路を有する。かかる処理回路には、電気回路、コンピュータ、プロセッサ、回路基板、量子回路、或いは、半導体装置等が含まれる。また、各「～回路」は、共通する処理回路（同じ処理回路）を用いてもよい。或いは、異なる処理回路（別々の処理回路）を用いても良い。データサイズ比較部 82、選択部 84、図形数比較部 86、及び選択部 88 に必要な入力データ或いは演算された結果はその都度図示しないメモリに記憶される。なお、データサイズ比較部 82 と選択部 84 との組、或いは図形数比較部 86 と選択部 88 との組、の一方だけ配置される場合であっても構わない。

【0028】

ストライプ画像取得工程 (S101) として、光学画像取得機構 150 は、検査ストライプ 20 毎に基板 101 上に形態された図形パターンの光学画像を取得する。具体的には、以下のように動作する。まず、最初の検査ストライプ 20 が撮像可能な位置に XY テーブル 102 を移動させる。基板 101 に形成されたパターンには、適切な光源 103 から、検査光となる紫外域以下の波長のレーザ光（例えば、DUV 光）が照明光学系 170 を介して照射される。基板 101 を透過した光は拡大光学系 104 を介して、フォトダイオードアレイ 105（センサの一例）に光学像として結像し、入射する。

【0029】

フォトダイオードアレイ 105 上に結像されたパターンの像は、フォトダイオードアレイ 105 の各受光素子によって光電変換され、更にセンサ回路 106 によって A/D（アナログ・デジタル）変換される。そして、ストライプパターンメモリ 123 に、測定対象の検査ストライプ 20 の画素データが格納される。かかる画素データ（ストライプ領域画像）を撮像する際、フォトダイオードアレイ 105 のダイナミックレンジは、例えば、照明光の光量が 60% 入射する場合を最大階調とするダイナミックレンジを用いる。その後、ストライプ領域画像は、位置回路 107 から出力された XY テーブル 102 上における基板 101 の位置を示すデータと共に比較回路 108 に送られる。測定データ（画素データ）は例えば 8 ビットの符号なしデータであり、各画素の明るさの階調（光量）を表現している。

【0030】

パターンデータ入力工程 (S102) として、再構成処理回路 140 は、検査ストライプ 20 毎に、磁気ディスク装置 109 から描画データを入力する。入力された描画データは、記憶装置 60 に格納される。

【0031】

再構成処理工程 (S104) として、再構成処理回路 140（再構成処理部）は、記憶装置 60 から描画データを読み出し、描画データに定義される図形パターン毎に、図形パターンの構成を、予め設定された最大サイズ d_{max} 内の新たな図形を配置し直すことで、元の複数の要素図形（第 1 の図形）の組合せとは異なる複数の要素図形（第 2 の図形）の組合せにより再構成する。具体的には、以下のように動作する。ここでは、元の複数の要素図形同士を合成するのではなく、元の複数の要素図形（第 1 の図形）とは、形状および数量を変えた複数の要素図形（第 2 の図形）に再構成する。

【 0 0 3 2 】

図 6 は、実施の形態 1 における再構成処理工程の内部工程を示すフローチャート図である。図 6 において、実施の形態 1 における再構成処理工程 (S 1 0 4) は、その内部工程として、サンプリング領域抽出工程 (S 2 0 1) と、再構成 (A) 工程 (S 2 0 2) と、再構成 (B) 工程 (S 2 0 4) と、再構成 (C) 工程 (S 2 0 6) と、データ比較工程 (S 2 2 0) と、選択工程 (S 2 2 2) と、再構成処理工程 (S 2 2 6) と、いう一連の工程を実施する。

【 0 0 3 3 】

サンプリング領域抽出工程 (S 2 0 1) として、サンプリング領域抽出部 5 0 は、対象検査ストライプ 2 0 内からサンプリング領域を抽出する。例えば、数か所のサンプリング領域を抽出する。或いは、フレーム領域 3 0 毎に数か所のサンプリング領域を抽出してもよい。或いは、複数の検査ストライプ 2 0 から数か所のサンプリング領域を抽出してもよい。或いは、基板 1 0 1 全体の領域から数か所のサンプリング領域を抽出してもよい。基板 1 0 1 には、例えば、1 つのチップパターンが形成される場合が多い。かかるチップパターンには、同じ図形パターンが繰り返し配置されることも多い。その場合には、サンプリング領域として、基板 1 0 1 全体の領域から抽出する場合でも、全体の傾向としては同じ結果にできる。或いは、基板 1 0 1 全体が大まかな数個の領域に異なる図形パターン群が配置される場合には、サンプリング領域を、検査ストライプ 2 0、或いは複数の検査ストライプ 2 0 から抽出すれば、それぞれの領域の傾向をとらえることができる。さらに、細かく異なる図形パターンが配置される場合には、フレーム領域 3 0 毎にサンプリング領域を抽出すればよい。

【 0 0 3 4 】

図 7 は、実施の形態 1 におけるサンプリング領域を説明するための図である。図 7 において、サンプリング領域 3 2 は、フレーム領域 3 0 よりも小さい領域に設定される。例えば、少なくとも 1 つの図形パターンが配置可能なサイズであればよい。図 7 の例では、抽出されるサンプリング領域 3 2 内に、設計上 (描画データ上)、1 つの図形パターン 4 0 が配置される場合を示している。かかる図形パターン 4 0 は、複数の要素図形 4 1 によって構成される。図 7 の例における複数の要素図形 4 1 には、例えば、6 個の横長の矩形、及び 6 個の縦長の矩形等が含まれる。描画データ上の図形パターン 4 0 を構成する例えば 1 2 個の要素図形 4 1 についても、図示しない描画装置に入力される前の段階で、上述した最大サイズ d_{max} の制限のもと作成されている。言い換えれば、最大サイズ d_{max} は、描画データのデータ処理上の処理可能なサイズの上限として設定される値となる。

【 0 0 3 5 】

再構成 (A) 工程 (S 2 0 2) として、タイプ A 再構成処理部 5 2 は、縦横サイズ比 (x , y サイズ比) が所定の範囲内の矩形 (第 1 の矩形) を優先適用して複数の要素図形 (第 2 の図形) を作成するタイプ A (第 1 のタイプ) に沿って、描画データに定義される図形パターン 4 0 を構成する組の複数の要素図形 (第 2 の図形) を作成する。タイプ A では、略正方形を優先適用する。

【 0 0 3 6 】

図 8 は、実施の形態 1 における再構成する要素図形の一例を示す図である。図 8 (b) では、図 8 (a) に示す描画データ上の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形を、タイプ A に沿って再構成した場合の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形の一例を示している。図 8 (a) に示す描画データ上の図形パターン 4 0 を構成する例えば 1 2 個の要素図形は、図 7 に示す図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形と同様である。タイプ A では、所定の範囲として、例えば、要素図形の x 方法サイズ d_x が、 y 方向サイズ d_y に対して、以下の式 (1) を満たすように作成される。

$$(1) \quad d_y \times 0.5 < d_x < d_y \times 1.5$$

【 0 0 3 7 】

なお、式 (1) の係数 0.5 及び係数 1.5 の値は、適宜変更しても構わない。タイプ A では、後述するタイプ B , C に比べて、正方形に近い要素図形を優先適用することを意

10

20

30

40

50

図している。図 8 (b) の例では、図形パターン 4 0 に、まず、最大サイズ d_{max} の正方形 a_1 を配置する。次に、一辺が最大サイズ d_{max} で他辺 d が最大サイズ d_{max} 未満でかつ式 (1) を満たす略正方形 a_2 を配置する。次に、両辺が最大サイズ d_{max} 未満でかつ式 (1) を満たす 2 つの略正方形 a_3 を配置する。そして、残りの領域に最大サイズ d_{max} 未満のサイズの領域の矩形 a_4 を配置する。これにより、図 8 (b) の例では、図形パターン 4 0 を 5 つの略正方形の要素図形によって再構成する。タイプ A で再構成されたサンプリング領域 3 2 の図形パターン 4 0 のパターンデータ (2 A) は、記憶装置 5 5 に格納される。

【 0 0 3 8 】

再構成 (B) 工程 (S 2 0 4) として、タイプ B 再構成処理部 5 3 は、横サイズ (x サイズ) が縦サイズ (y サイズ) よりも上述した所定の範囲以上に長い矩形 (第 2 の矩形) を優先適用して複数の要素図形 (第 2 の図形) を作成するタイプ B (第 2 のタイプ) に沿って、描画データに定義される図形パターン 4 0 を構成する組の複数の要素図形 (第 2 の図形) を作成する。タイプ B では、x 方向に長い長方形を優先適用する。図 8 (c) では、図 8 (a) に示す描画データ上の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形を、タイプ B に沿って再構成した場合の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形の一例を示している。タイプ B では、所定の範囲として、例えば、要素図形の x 方法サイズ d_x が、y 方向サイズ d_y に対して、以下の式 (2) を満たすように作成される。

$$(2) \quad d_x \geq d_y \times 1.5$$

【 0 0 3 9 】

なお、式 (2) の係数 1 . 5 の値は、式 (1) と連動させながら適宜変更しても構わない。タイプ B では、タイプ A に比べて、横方向 (x 方向) に延びた長方形の要素図形を優先適用することを意図している。図 8 (c) の例では、図形パターン 4 0 に、まず、x 方向サイズが最大サイズ d_{max} で、y 方向サイズが式 (2) を満たす 3 つの長方形 b_1 を配置する。次に、x 方向サイズが最大サイズ d_{max} で、y 方向サイズが式 (2) を満たし、かつ長方形 b_1 よりも小さい辺をもつ 1 つの長方形 b_2 を配置する。次に、x 方向サイズと y 方法サイズが共に最大サイズ d_{max} 未満で、かつ式 (2) を満たす 4 つの長方形 b_3 を配置する。そして、残りの領域に最大サイズ d_{max} 未満のサイズの領域の矩形 b_4 を配置する。これにより、図 8 (c) の例では、図形パターン 4 0 を 9 個の横長の長方形の要素図形によって再構成する。長方形の短辺は、できるだけ長辺に対して式 (2) を満たす最大値を適用すると好適である。タイプ B で再構成されたサンプリング領域 3 2 の図形パターン 4 0 のパターンデータ (2 B) は、記憶装置 5 6 に格納される。

【 0 0 4 0 】

再構成 (C) 工程 (S 2 0 6) として、タイプ C 再構成処理部 5 4 は、縦サイズ (y サイズ) が横サイズ (x サイズ) よりも上述した所定の範囲以上に長い矩形 (第 3 の矩形) を優先適用して複数の要素図形 (第 2 の図形) を作成するタイプ C (第 3 のタイプ) に沿って、描画データに定義される図形パターン 4 0 を構成する組の複数の要素図形 (第 2 の図形) を作成する。タイプ C では、y 方向に長い長方形を優先適用する。図 8 (d) では、図 8 (a) に示す描画データ上の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形を、タイプ C に沿って再構成した場合の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形の一例を示している。タイプ C では、所定の範囲として、例えば、要素図形の y 方法サイズ d_y が、x 方向サイズ d_x に対して、以下の式 (3) を満たすように作成される。

$$(3) \quad d_y \geq d_x \times 1.5$$

【 0 0 4 1 】

なお、式 (3) の係数 1 . 5 の値は、式 (1) と連動させながら適宜変更しても構わない。タイプ C では、タイプ A に比べて、縦方向 (y 方向) に延びた長方形の要素図形を優先適用することを意図している。図 8 (d) の例では、図形パターン 4 0 に、まず、y 方向サイズが最大サイズ d_{max} で、x 方向サイズが式 (3) を満たす 3 つの長方形 c_1 を配置する。次に、y 方向サイズが最大サイズ d_{max} で、x 方向サイズが式 (3) を満たし、かつ長方形 c_1 よりも小さい辺をもつ 1 つの長方形 c_2 を配置する。次に、y 方向サ

10

20

30

40

50

イズとx方法サイズが共に最大サイズ d_{max} 未満で、かつ式(3)を満たす4つの長方形 c_3 を配置する。そして、残りの領域に最大サイズ d_{max} 未満のサイズの領域の矩形 c_4 を配置する。これにより、図8(d)の例では、図形パターン40を9個の縦長の長方形の要素図形によって再構成する。長方形の短辺は、長辺に対して式(2)を満たす最大値を適用すると好適である。長方形の短辺は、できるだけ長辺に対して式(2)を満たす最大値を適用すると好適である。タイプCで再構成されたサンプリング領域32の図形パターン40のパターンデータ(2C)は、記憶装置55に格納される。

【0042】

データ比較工程(S220)として、タイプ比較部58は、タイプAにより作成された複数の要素図形(第2の図形)のデータのデータサイズと、タイプBにより作成された複数の要素図形(第2の図形)のデータのデータサイズと、タイプCにより作成された複数の要素図形(第2の図形)のデータのデータサイズと、を比較する。

10

【0043】

図9は、実施の形態1におけるパターンデータのフォーマットの一例を示す図である。図9の例では、要素図形毎に個別にパターンデータが作成される。図9におけるパターンデータのフォーマットは、図形コード、x座標、y座標、xサイズ L_x 、yサイズ L_y 、及び回転方向 によって定義される。1つの項目が m バイトで定義される場合、図9におけるパターンデータのフォーマットでは、1つの要素図形あたり、 $6m$ バイトが必要となる。例えば、図8(a)に示す描画データ(設計データ)上の図形パターン40を構成する12個の要素図形のパターンデータ(1)が図9に示すパターンデータのフォーマットで作成された場合、 $12 \times 6m$ バイトが必要となる。これを図8(b)に示すタイプAで再構成した場合、再構成後の5つの要素図形のパターンデータ(2A)では $5 \times 6m$ バイトにデータサイズを低減できる。例えば、図8(c)に示すタイプBで再構成した場合、再構成後の9つの要素図形のパターンデータ(2B)では $9 \times 6m$ バイトにデータサイズを低減できる。例えば、図8(d)に示すタイプCで再構成した場合、再構成後の9つの要素図形のパターンデータ(2C)では $9 \times 6m$ バイトにデータサイズを低減できる。

20

なお、パターンを構成する図形の寸法や数および配置が変わっても、もとのパターン形状を表現できているので、データサイズが小さくなくても、パターンの情報は同じにできる(劣化しない)。

【0044】

図10は、実施の形態1におけるパターンデータのフォーマットの他の一例を示す図である。図10の例では、繰り返す要素図形については省略可能な要素図形種毎のパターンデータが作成される。図10におけるパターンデータのフォーマットは、図形コード、x座標、y座標、xサイズ L_x 、yサイズ L_y 、回転方向、x方向繰り返しピッチ P_x 、y方向繰り返しピッチ P_y 、及び繰り返し数 n によって定義される。1つの項目が m バイトで定義される場合、図10におけるパターンデータのフォーマットでは、1つの要素図形あたり、 $9m$ バイトが必要となる。図8(a)に示す描画データ(設計データ)上の図形パターン40を構成する12個の要素図形がすべて異なるサイズの場合、かかる12個の要素図形のパターンデータ(1)が図10に示すパターンデータのフォーマットで作成された場合、 $12 \times 9m$ バイトが必要となる。これを図8(b)に示すタイプAで再構成した場合、再構成後の5つの要素図形のパターンデータ(2A)では略正方形 a_3 が2つあるので、これを1つのデータにまとめることができるため $4 \times 9m$ バイトにデータサイズを低減できる。例えば、図8(c)に示すタイプBで再構成した場合、再構成後の9つの要素図形のパターンデータ(2B)では長方形 b_1 が3つ、及び長方形 b_3 が4つあるので、これらを1つずつのデータにまとめることができるため $4 \times 9m$ バイトにデータサイズを低減できる。例えば、図8(d)に示すタイプCで再構成した場合、再構成後の9つの要素図形のパターンデータ(2C)では長方形 c_1 が3つ、及び長方形 c_3 が4つあるので、これらを1つずつのデータにまとめることができるため $4 \times 9m$ バイトにデータサイズを低減できる。

30

40

なお、パターンを構成する図形の寸法や数および配置が変わっても、もとのパターン形

50

状を表現できているので、データサイズが小さくなくても、パターンの情報は同じにできる（劣化しない）。

【0045】

選択工程（S222）として、選択部59は、タイプA～Cのうち、データサイズが最小となるタイプを選択する。図9に示した個別のパターンデータのフォーマットを用いた場合、タイプAが選択されることになる。図10に示した繰り返す要素図形については省略可能な要素図形種毎のパターンデータのフォーマットを用いた場合、タイプA～Cのいずれもが同じデータサイズになるので、いずれを選択しても良い。データサイズが同じになった場合にどのタイプを優先するかは、予め設定しておくが良い。ここでは、例えば、タイプBが選択される。どのタイプが適しているかは、元の図形パターン40の形状によって左右されることになる。

10

【0046】

再構成処理工程（S226）として、再構成処理部62は、対象検査ストライプ20について、選択されたタイプで、描画データに定義される図形パターン毎に、図形パターンの構成を、元の複数の要素図形（第1の図形）の組合せとは異なる複数の要素図形（第2の図形）の組合せにより再構成する。再構成された各図形パターン40のパターンデータ（2）は、記憶装置64に格納される。また、再構成前の元の描画データ上に定義されていた各図形パターン40のパターンデータ（1）と、再構成された各図形パターン40のパターンデータ（2）は、データ比較判定回路142に出力される。

【0047】

データ比較工程（S106）として、データ比較判定回路142は、再構成前の元の描画データ上に定義されていた各図形パターン40のパターンデータ（1）と、再構成された各図形パターン40のパターンデータ（2）についてデータ比較を行う。まず、データ比較判定回路142内に入力された再構成前の元の描画データ上に定義されていた各図形パターン40のパターンデータ（1）は、記憶装置80に記憶される。データ比較判定回路142内に入力された再構成された各図形パターン40のパターンデータ（2）は、記憶装置81に記憶される。そして、データ比較の方法として、データサイズ比較と、図形数比較との一方を用いると好適である。データサイズ比較を用いる場合、以下のように動作する。

20

【0048】

データサイズ比較部82は、再構成前の図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のデータのデータサイズと再構成後の図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のデータのデータサイズとを比較する。具体的には以下のように動作する。ここでは、例えば、上述したサンプリング領域32において作成したデータを使って、サンプリング領域32の図形パターン40に対してデータサイズを比較する。或いは、再構成されているすべての図形パターンの合計を比較しても良いし、再構成されているすべての図形パターンの一部の図形パターンをサンプリング図形として、かかるサンプリング図形に対してデータサイズを比較してもよい。

30

【0049】

選択工程（S108）として、選択部84は、再構成前の図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のデータと再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のデータとの一方を選択する。ここでは、データサイズが小さい方を選択する。図形パターン40を構成する複数の要素図形（第1の図形）を再構成することで、通常、データサイズは小さくできる。しかしながら、必ずデータサイズが小さくなるとは限らない。その場合に、あえてデータサイズが大きい方を画像展開するのではデータ処理時間の短縮が図れないばかりか、逆に長くなってしまふ。そこで、データサイズが小さい方を選択する。

40

【0050】

或いは、データ比較工程（S106）のデータ比較の方法として、図形数比較を用いる場合、以下のように動作する。

50

【 0 0 5 1 】

データ比較工程（S106）において、図形数比較部86は、再構成前の図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）の要素図形数と再構成後の図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）の要素図形数とを比較する。具体的には以下のように動作する。ここでは、例えば、上述したサンプリング領域32において作成したデータを使って、サンプリング領域32の図形パターン40に対しての要素図形数を比較する。或いは、再構成されているすべての図形パターンの合計を比較しても良いし、再構成されているすべての図形パターンの一部の図形パターンをサンプリング図形として、かかるサンプリング図形に対しての要素図形数を比較してもよい。

【 0 0 5 2 】

選択工程（S108）において、選択部88は、再構成前の図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のデータと再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のデータとの一方を選択する。ここでは、要素図形数が少ない方を選択する。図形パターン40を構成する複数の要素図形（第1の図形）を再構成することで、通常、要素図形数は少なくできる。しかしながら、必ず要素図形数が少なくなるとは限らない。要素図形数が少ない方が、一般的にはデータサイズを小さくできる。その場合に、あえてデータサイズが大きい方を画像展開するのではデータ処理時間の短縮が図れないばかりか、逆に長くなってしまふ。そこで、要素図形数が少ない方を選択する。選択されたパターンデータ（3）は、記憶装置89に格納される。

【 0 0 5 3 】

画像展開工程（S110）として、展開回路111（展開処理部）は、再構成前の図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のデータと再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のデータとの一方（パターンデータ（3））を選択的に画像展開する。ここでは、選択工程（S108）において選択されたデータについて画像展開する。言い換えれば、展開回路111（展開処理部）は、元の描画データに定義された図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のパターンデータ（1）が、再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のパターンデータ（2）よりもデータサイズが小さい場合には、元の描画データに定義された図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のパターンデータ（1）を画像展開し、再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のパターンデータ（2）が元の描画データに定義された図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のパターンデータ（1）よりもデータサイズが小さい場合には、再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のパターンデータ（2）を画像展開する。或いは、展開回路111（展開処理部）は、元の描画データに定義された図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のパターンデータ（1）が、再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のパターンデータ（2）よりも図形数が少ない場合には、元の描画データに定義された図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のパターンデータ（1）を画像展開し、再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のパターンデータ（2）が元の描画データに定義された図形パターン40の複数の要素図形（第1の図形）のパターンデータ（1）よりも図形数が少ない場合には、再構成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のパターンデータ（2）を画像展開する。さらに言えば、展開回路111（展開処理部）は、タイプA～Cのうち、データサイズが最小となるタイプにより作成された図形パターン40の複数の要素図形（第2の図形）のパターンデータ（2）を画像展開する。

【 0 0 5 4 】

ここで、描画データ（設計データ）に定義される要素図形は、例えば長方形や三角形を基本図形としたもので、例えば、図形の基準位置における座標（x、y）、及び辺の長さ、長方形や三角形等の図形種を区別する識別子となる図形コードといった情報で各パターン図形の形、大きさ、位置等を定義した要素図形データ（ベクトルデータ）が格納されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

かかる要素図形データとなる設計パターンの情報が展開回路 1 1 1 に入力されると要素図形ごとのデータにまで展開し、その要素図形データの図形形状を示す図形コード、図形寸法などを解釈する。そして、所定の量子化寸法のグリッドを単位とするマス目内に配置されるパターンとして 2 値ないしは多値の設計画像データを展開し、出力する。言い換えれば、設計データを読み込み、検査領域を所定の寸法を単位とするマス目として仮想分割してできたマス目毎に設計パターンにおける図形が占める占有率を演算し、 n ビットの占有率データを出力する。例えば、1 つのマス目を 1 画素として設定すると好適である。そして、1 画素に $1 / 2^8$ ($= 1 / 256$) の分解能を持たせるとすると、画素内に配置されている図形の領域分だけ $1 / 256$ の小領域を割り付けて画素内の占有率を演算する。そして、画素毎に 8 ビットの占有率データの展開画像を作成する。展開画像のデータは、参照回路 1 1 2 に出力される。

10

【 0 0 5 6 】

画像加工工程 (S 1 1 2) として、参照回路 1 1 2 (参照画像作成部) は、画像展開された展開画像を用いて、検査対象の光学画像に対応する参照画像を作成する。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 は、実施の形態 1 におけるフィルタ処理を説明するための図である。基板 1 0 1 から撮像される光学画像の画素データは、撮像に使用される光学系の解像特性等によってフィルタが作用した状態、言い換えれば連続変化するアナログ状態にあるため、例えば、図 1 1 に示すように、画像強度 (濃淡値) がデジタル値の後述する展開画像 (設計画像) とは異なっている。そのため、参照回路 1 1 2 は、展開画像に画像加工 (フィルタ処理) を施して光学画像に近づけた参照画像を作成する。作成された参照画像のデータは、比較回路 1 0 8 に出力される。比較回路 1 0 8 (比較部) は、光学画像と参照画像とを比較する。

20

【 0 0 5 8 】

図 1 2 は、実施の形態 1 における比較回路の内部構成の一例を示す構成図である。図 1 2 において、比較回路 1 0 8 内には、磁気ディスク装置等の記憶装置 7 0 , 7 2 , 7 6、フレーム分割部 7 4、位置合わせ部 7 8、及び比較処理部 7 9 が配置されている。フレーム分割部 7 4、位置合わせ部 7 8、及び比較処理部 7 9 といった一連の「 ~ 部 」は、処理回路を有する。かかる処理回路には、電気回路、コンピュータ、プロセッサ、回路基板、量子回路、或いは、半導体装置等が含まれる。また、各「 ~ 回路 」は、共通する処理回路 (同じ処理回路) を用いてもよい。或いは、異なる処理回路 (別々の処理回路) を用いても良い。フレーム分割部 7 4、位置合わせ部 7 8、及び比較処理部 7 9 に必要な入力データ或いは演算された結果はその都度図示しないメモリに記憶される。

30

【 0 0 5 9 】

比較回路 1 0 8 に入力されたストライプデータ (光学画像データ) は記憶装置 7 0 に格納される。比較回路 1 0 8 に入力された参照画像データは記憶装置 7 2 に格納される。

【 0 0 6 0 】

フレーム分割工程 (S 1 1 4) として、フレーム分割部 7 4 は、 x 方向に所定のサイズ (例えば、スキャン幅 W と同じ幅) でストライプ領域画像を分割する。例えば、 1024×1024 画素のフレーム画像に分割する。かかる処理により、複数のフレーム領域 3 0 に応じた複数のフレーム画像 (光学画像) が取得される。複数のフレーム画像は、記憶装置 7 6 に格納される。以上により、検査のために比較される一方の画像 (測定された画像) データが生成される。

40

【 0 0 6 1 】

位置合わせ工程 (S 1 2 0) として、位置合わせ部 7 8 は、比較対象となるフレーム画像 (光学画像) を記憶装置 7 6 から読み出し、同様に比較対象となる参照画像を記憶装置 7 2 から読み出す。そして、所定のアルゴリズムで位置合わせを行う。例えば、最小 2 乗法を用いて位置合わせを行う。

【 0 0 6 2 】

50

比較処理工程（S 1 2 2）として、比較処理部 7 9（比較部）は、フレーム領域（検査単位領域）3 0 毎に、光学画像と参照画像を比較する。言い換えれば、比較処理部 7 9 は、複数のフレーム領域 3 0（小領域）のフレーム領域 3 0 毎に、当該フレーム領域 3 0 のフレーム画像（光学画像）と当該フレーム画像に対応する参照画像とを画素毎に比較して、パターンの欠陥を検査する。比較処理部 7 9 は、所定の判定条件に従って画素毎に両者を比較し、例えば形状欠陥といった欠陥の有無を判定する。判定条件としては、例えば、所定のアルゴリズムに従って画素毎に両者を比較し、欠陥の有無を判定する。例えば、画素毎に参照画像の画素値からフレーム画像の画素値を差し引いた差分値を演算し、差分値が閾値 T_h より大きい場合を欠陥と判定する。そして、比較結果が出力される。比較結果は、磁気ディスク装置 1 0 9、磁気テープ装置 1 1 5、フレキシブルディスク装置（FD）1 1 6、CRT 1 1 7、パターンモニタ 1 1 8 に出力される、或いはプリンタ 1 1 9 から出力されればよい。

10

【0063】

以上のように、実施の形態 1 では、図形パターン 4 0 を構成する要素図形を新たに再構成することで、データサイズを低減できる。よって、検査対象基板 1 0 1 に形成されるパターンの元データを使って、画像展開する場合に、データ処理時間を短縮できる。その結果、検査時間を短縮できる。

【0064】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、複数のタイプ A ~ C の中から最適な再構成タイプを選択する場合について説明したが、これに限るものではない。実施の形態 2 では、予め設定された再構成手法に沿って要素図形を再構成する場合について説明する。実施の形態 2 における検査装置 1 0 0 の構成は図 1 と同様である。また、実施の形態 2 における検査方法の要部工程を示すフローチャート図は、図 3 と同様である。また、以下、特に説明する点以外の内容は、実施の形態 1 と同様である。特に、再構成処理工程（S 1 0 4）以外の各工程の内容は実施の形態 1 と同様である。

20

【0065】

図 1 3 は、実施の形態 2 における再構成処理回路の内部構成の一例を示す構成図である。図 1 3 において、再構成処理回路 1 4 0 内には、再構成処理部 6 3、及び磁気ディスク装置等の記憶装置 6 0、6 4 が配置される。再構成処理部 6 3 は、処理回路を有する。かかる処理回路には、電気回路、コンピュータ、プロセッサ、回路基板、量子回路、或いは、半導体装置等が含まれる。また、再構成処理部 6 3 は、例えば、データ比較判定回路 1 4 2 内の「~部」といった他の「~部」と共通する処理回路（同じ処理回路）を用いてもよい。或いは、異なる処理回路（別々の処理回路）を用いても良い。再構成処理部 6 3 に必要な入力データ或いは演算された結果はその都度図示しないメモリに記憶される。

30

【0066】

再構成処理工程（S 1 0 4）として、再構成処理回路 1 4 0（再構成処理部）は、記憶装置 6 0 から描画データを読み出し、描画データに定義される図形パターン毎に、図形パターンの構成を、予め設定された最大サイズ d_{max} 内の新たな図形を配置し直すことで、元の複数の要素図形（第 1 の図形）の組合せとは異なる複数の要素図形（第 2 の図形）の組合せにより再構成する。具体的には、以下のように動作する。

40

【0067】

図 1 4 は、実施の形態 2 における再構成処理工程の内部工程を示すフローチャート図である。図 1 4 において、実施の形態 2 における再構成処理工程（S 1 0 4）は、その内部工程として、最大サイズ正方形割当工程（S 2 1 0）と、最大サイズを含む矩形割当工程（S 2 1 2）と、その他の図形割当工程（S 2 1 4）と、いう一連の工程を実施する。

【0068】

最大サイズ正方形割当工程（S 2 1 0）として、再構成処理部 6 3 は、予め設定された最大サイズ d_{max} の正方形（第 1 の正方形）を優先適用して複数の要素図形（第 2 の図形）を作成する。

50

【 0 0 6 9 】

次に、最大サイズを含む矩形割当工程（S 2 1 2）として、再構成処理部 6 3 は、最大サイズを含む矩形を優先適用して複数の要素図形（第 2 の図形）を作成する。

【 0 0 7 0 】

そして、その他の図形割当工程（S 2 1 4）として、再構成処理部 6 3 は、残りの領域にその他の図形（例えば矩形）を割り当てる。

【 0 0 7 1 】

図 1 5 は、実施の形態 2 における再構成する要素図形の一例を示す図である。図 1 5 (b) では、図 1 5 (a) に示す描画データ上の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形を、最大サイズを含む要素図形を優先適用して再構成した場合の図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形の一例を示している。図 1 5 (a) に示す描画データ上の図形パターン 4 0 を構成する例えば 1 2 個の要素図形は、図 7 に示す図形パターン 4 0 を構成する複数の要素図形と同様である。

10

【 0 0 7 2 】

図 1 5 (b) の例では、図形パターン 4 0 に、まず、最大サイズ d_{max} の正方形 F 1 を配置する。次に、x 方向サイズが最大サイズ d_{max} で y 方向サイズが最大サイズ d_{max} 未満のサイズ d の長方形 F 2 を配置する。次に、y 方向サイズが最大サイズ d_{max} で x 方向サイズが最大サイズ d_{max} 未満のサイズ d の長方形 F 3 を配置する。そして、残りの領域に最大サイズ d_{max} 未満のサイズの領域の矩形 F 4 を配置する。これにより、図 1 5 (b) の例では、図形パターン 4 0 を 4 つの要素図形によって再構成する。以上のように、実施の形態 2 における再構成処理部 6 3 は、対象検査ストライプ 2 0 について、描画データに定義される図形パターン毎に、図形パターンの構成を、元の複数の要素図形（第 1 の図形）の組合せとは異なる、最大サイズを含む要素図形を優先適用した複数の要素図形（第 2 の図形）の組合せにより再構成する。再構成された各図形パターン 4 0 のパターンデータ (2) は、記憶装置 6 4 に格納される。また、再構成前の元の描画データ上に定義されていた各図形パターン 4 0 のパターンデータ (1) と、再構成された各図形パターン 4 0 のパターンデータ (2) は、データ比較判定回路 1 4 2 に出力される。

20

【 0 0 7 3 】

例えば、図 1 5 (a) に示す描画データ（設計データ）上の図形パターン 4 0 を構成する 1 2 個の要素図形のパターンデータ (1) が図 9 に示すパターンデータのフォーマットで作成された場合、1 2 × 6 m バイトが必要となる。これを図 1 5 (b) に示す手法で再構成した場合、再構成後の 4 つの要素図形のパターンデータ (2) では 4 × 6 m バイトにデータサイズを低減できる。

30

【 0 0 7 4 】

以降の各工程の内容は、実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 7 5 】

以上のように、実施の形態 2 では、図形パターン 4 0 を構成する要素図形を、最大サイズを含む要素図形を優先適用して新たに再構成することで、データサイズを低減できる。よって、検査対象基板 1 0 1 に形成されるパターンの元データを使って、画像展開する場合に、データ処理時間を短縮できる。その結果、検査時間を短縮できる。

40

【 0 0 7 6 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 では、実施の形態 2 とは異なる、予め設定された再構成手法に沿って要素図形を再構成する場合について説明する。実施の形態 3 における検査装置 1 0 0 の構成は図 1 と同様である。また、実施の形態 3 における検査方法の要部工程を示すフローチャート図は、図 3 と同様である。実施の形態 3 における再構成処理回路の内部構成は図 1 3 と同様である。また、以下、特に説明する点以外の内容は、実施の形態 1 と同様である。特に、再構成処理工程（S 1 0 4）以外の各工程の内容は実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 7 7 】

再構成処理工程（S 1 0 4）として、再構成処理回路 1 4 0（再構成処理部）は、記憶

50

装置 60 から描画データを読み出し、描画データに定義される図形パターン毎に、図形パターンの構成を、予め設定された最大サイズ d_{max} 内の新たな図形を配置し直すことで、元の複数の要素図形（第 1 の図形）の組合せとは異なる複数の要素図形（第 2 の図形）の組合せにより再構成する。具体的には、以下のように動作する。

【0078】

図 16 は、実施の形態 3 における再構成処理工程の内部工程を示すフローチャート図である。図 16 において、実施の形態 3 における再構成処理工程（S104）は、その内部工程として、最大サイズ正方形割当工程（S220）と、最大サイズ未満の正方形割当工程（S222）と、その他の図形割当工程（S224）と、いう一連の工程を実施する。

【0079】

最大サイズ正方形割当工程（S220）として、再構成処理部 63 は、予め設定された最大サイズ d_{max} の正方形（第 1 の正方形）を優先適用して複数の要素図形（第 2 の図形）を作成する。

【0080】

次に、最大サイズ未満の正方形割当工程（S222）として、再構成処理部 63 は、最大サイズ d_{max} よりも小さいサイズ d の正方形（第 2 の正方形）を優先適用して複数の要素図形（第 2 の図形）を作成する。

【0081】

そして、その他の図形割当工程（S224）として、再構成処理部 63 は、残りの領域にその他の図形（例えば矩形）を割り当てる。

【0082】

図 17 は、実施の形態 3 における再構成する要素図形の一例を示す図である。図 17 (b) では、図 17 (a) に示す描画データ上の図形パターン 40 を構成する複数の要素図形を、最大サイズを含む要素図形を優先適用して再構成した場合の図形パターン 40 を構成する複数の要素図形の一例を示している。図 17 (a) に示す描画データ上の図形パターン 40 を構成する例えば 12 個の要素図形は、図 7 に示す図形パターン 40 を構成する複数の要素図形と同様である。

【0083】

図 17 (b) の例では、図形パターン 40 に、まず、最大サイズ d_{max} の正方形 $G1$ を配置する。次に、最大サイズ d_{max} よりも小さいサイズ d の 3 つの正方形 $G2$ を配置する。そして、残りの領域に最大サイズ d_{max} 未満のサイズの領域の矩形 $G4$ と矩形 $G4$ を配置する。これにより、図 17 (b) の例では、図形パターン 40 を 6 つの要素図形によって再構成する。以上のように、実施の形態 3 における再構成処理部 63 は、対象検査ストライプ 20 について、描画データに定義される図形パターン毎に、図形パターンの構成を、元の複数の要素図形（第 1 の図形）の組合せとは異なる、最大サイズ d_{max} 以内のできるだけ大きい正方形の要素図形を優先適用した複数の要素図形（第 2 の図形）の組合せにより再構成する。再構成された各図形パターン 40 のパターンデータ (2) は、記憶装置 64 に格納される。また、再構成前の元の描画データ上に定義されていた各図形パターン 40 のパターンデータ (1) と、再構成された各図形パターン 40 のパターンデータ (2) は、データ比較判定回路 142 に出力される。

【0084】

例えば、図 17 (a) に示す描画データ（設計データ）上の図形パターン 40 を構成する 12 個の要素図形のパターンデータ (1) が図 9 に示すパターンデータのフォーマットで作成された場合、 12×6 m バイトが必要となる。これを図 17 (b) に示す手法で再構成した場合、再構成後の 4 つの要素図形のパターンデータ (2) では 6×6 m バイトにデータサイズを低減できる。

【0085】

以降の各工程の内容は、実施の形態 1 と同様である。

【0086】

以上のように、実施の形態 3 では、図形パターン 40 を構成する要素図形を、最大サイ

10

20

30

40

50

ズdmax以内のできるだけ大きい正方形の要素図形を優先適用して新たに再構成することで、データサイズを低減できる。よって、検査対象基板101に形成されるパターンの元データを使って、画像展開する場合に、データ処理時間を短縮できる。その結果、検査時間を短縮できる。

【0087】

以上、具体例を参照しつつ実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、実施の形態では、照明光学系170として、透過光を用いた透過照明光学系を示したが、これに限るものではない。例えば、反射光を用いた反射照明光学系であってもよい。或いは、透過照明光学系と反射照明光学系とを組み合わせ、透過光と反射光を同時に用いてもよい。

10

また、光源103は、紫外線(光)の光源に限るものではなく、電子ビームの放出源であっても良い。ただし、電子ビームを検査光として用いる場合は、反射画像のみのDB検査を行う。

【0088】

また、装置構成や制御手法等、本発明の説明に直接必要しない部分等については記載を省略したが、必要とされる装置構成や制御手法を適宜選択して用いることができる。例えば、検査装置100を制御する制御部構成については、記載を省略したが、必要とされる制御部構成を適宜選択して用いることは言うまでもない。

【0089】

その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全てのパターン検査装置及びパターン検査方法は、本発明の範囲に包含される。

20

【符号の説明】

【0090】

10 検査領域

20 検査ストライプ

30 フレーム領域

32 サンプリング領域

40 図形パターン

41 要素図形

50 サンプリング領域抽出部

30

51, 55, 56, 57, 60, 64 記憶装置

52 タイプA再構成処理部

53 タイプB再構成処理部

54 タイプC再構成処理部

58 タイプ比較部

59 選択部

62, 63 再構成処理部

70, 72, 76 記憶装置

74 フレーム分割部

78 位置合わせ部

40

79 比較処理部

82 データサイズ比較部

84 選択部

86 図形数比較部

88 選択部

80, 81, 89 記憶装置

100 検査装置

101 基板

102 X Y テーブル

103 光源

50

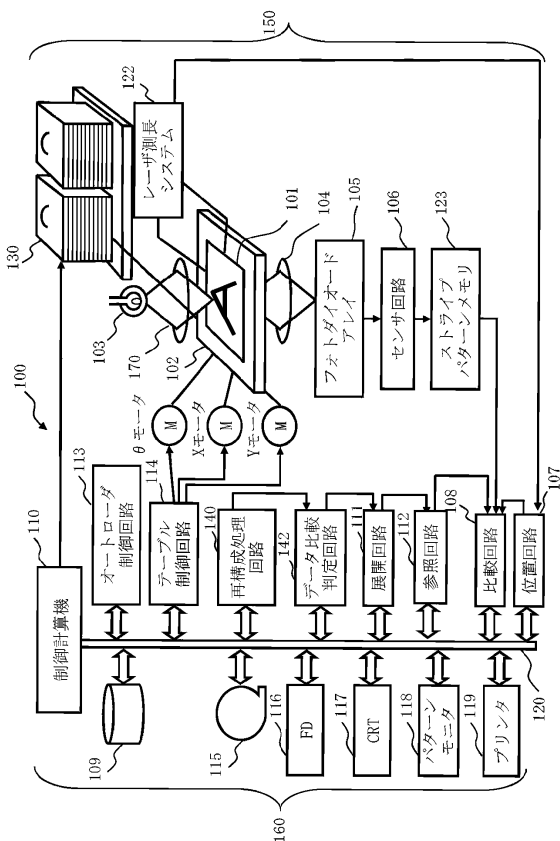
- 104 拡大光学系
- 105 フォトダイオードアレイ
- 106 センサ回路
- 107 位置回路
- 108 比較回路
- 109 磁気ディスク装置
- 110 制御計算機
- 111 展開回路
- 112 参照回路
- 113 オートローダ制御回路
- 114 テーブル制御回路
- 115 磁気テープ装置
- 116 F D
- 117 C R T
- 118 パターンモニタ
- 119 プリンタ
- 120 バス
- 122 レーザ測長システム
- 123 ストライプパターンメモリ

10

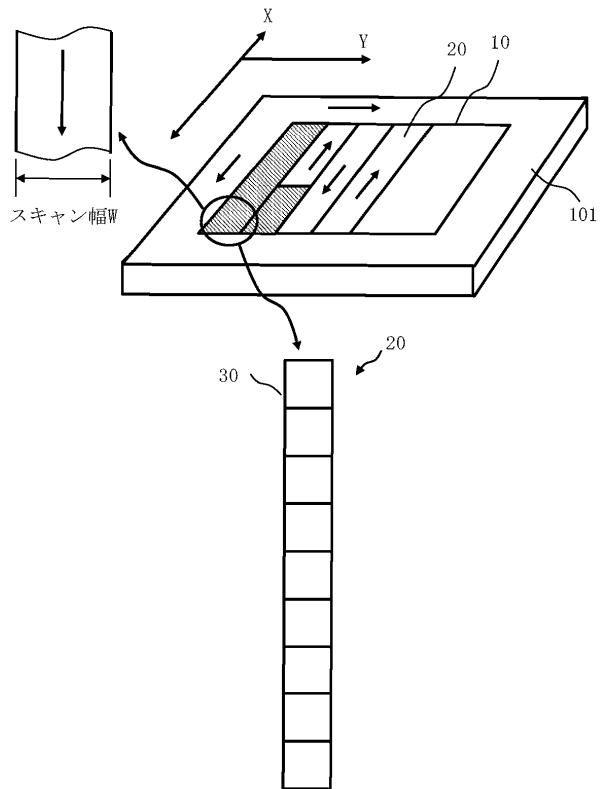
20

【図面】

【図1】



【図2】

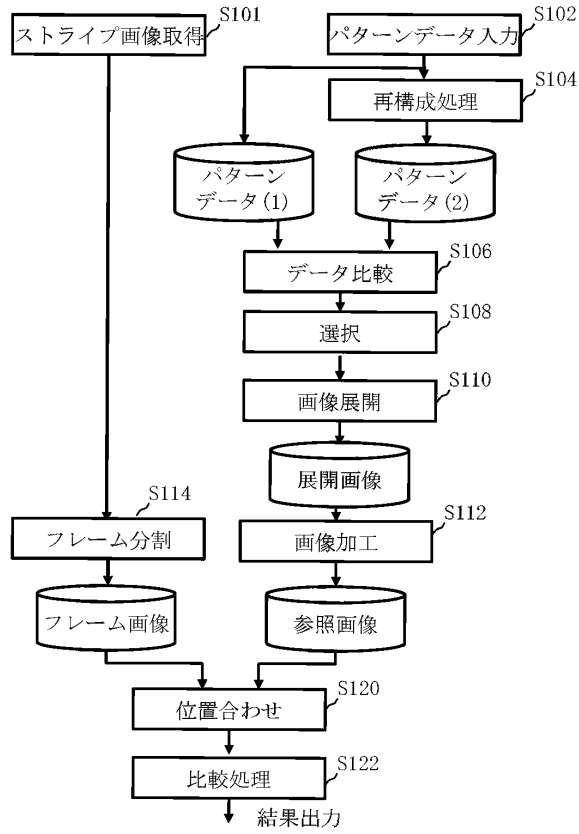


30

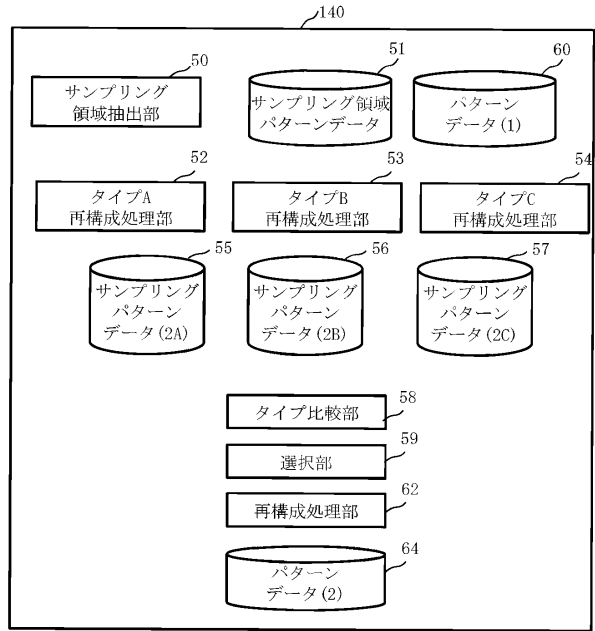
40

50

【図3】



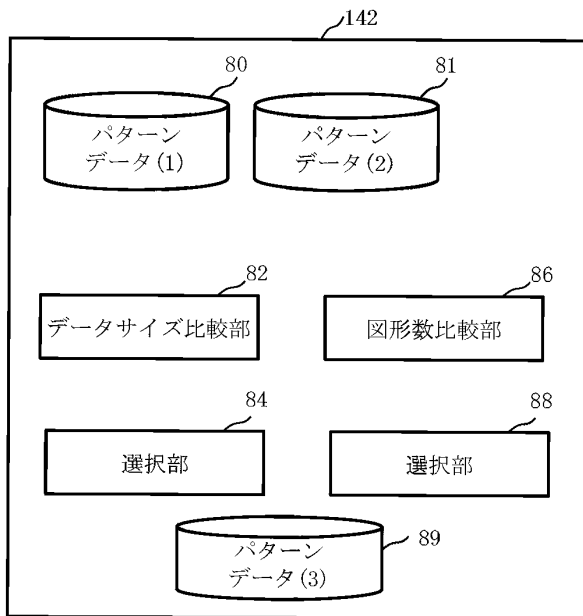
【図4】



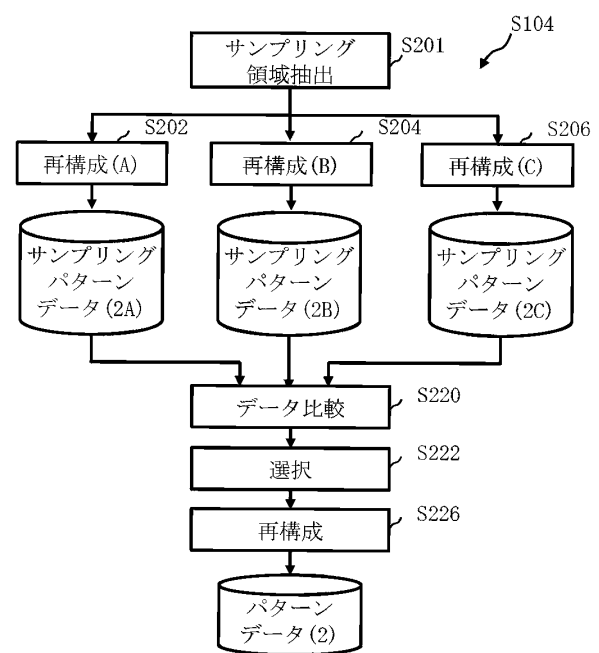
10

20

【図5】



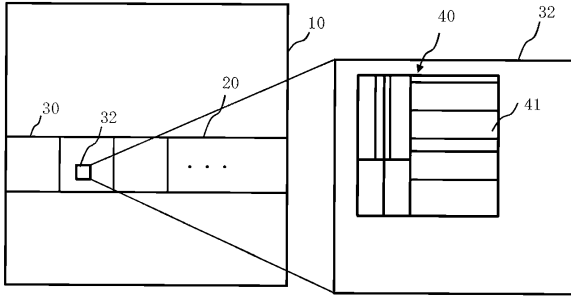
【図6】



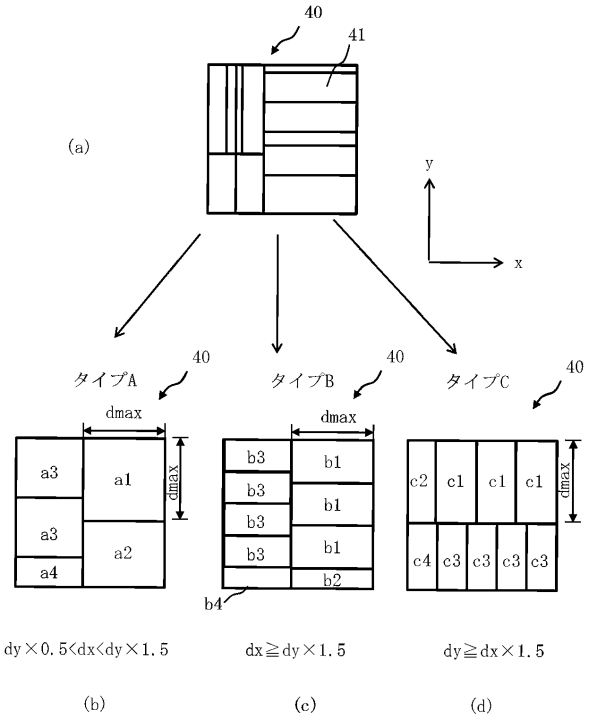
30

40

【図7】



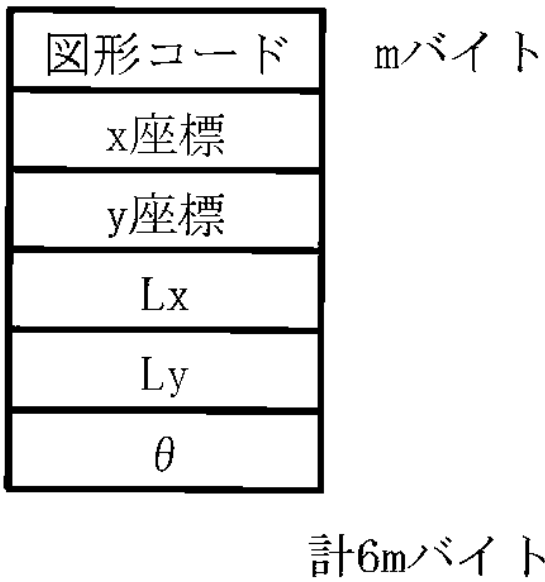
【図8】



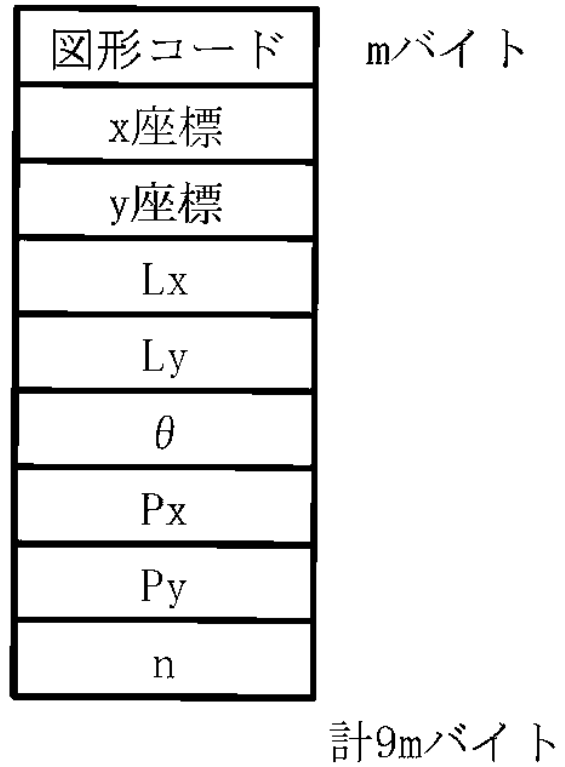
10

20

【図9】



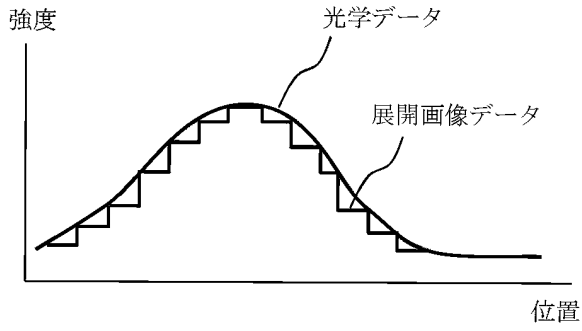
【図10】



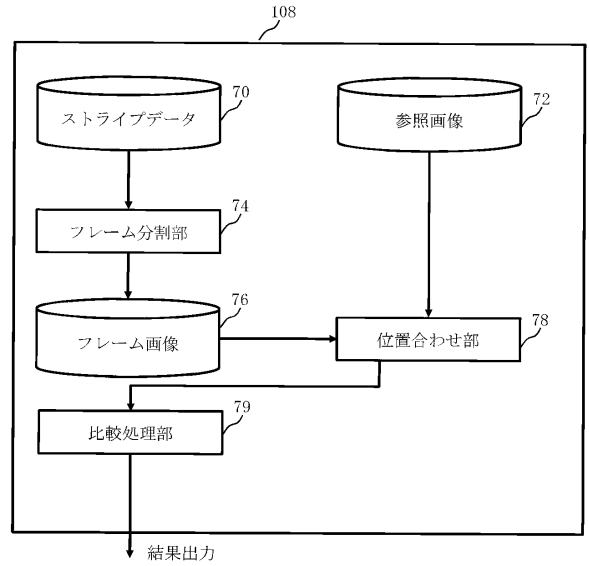
30

40

【図11】

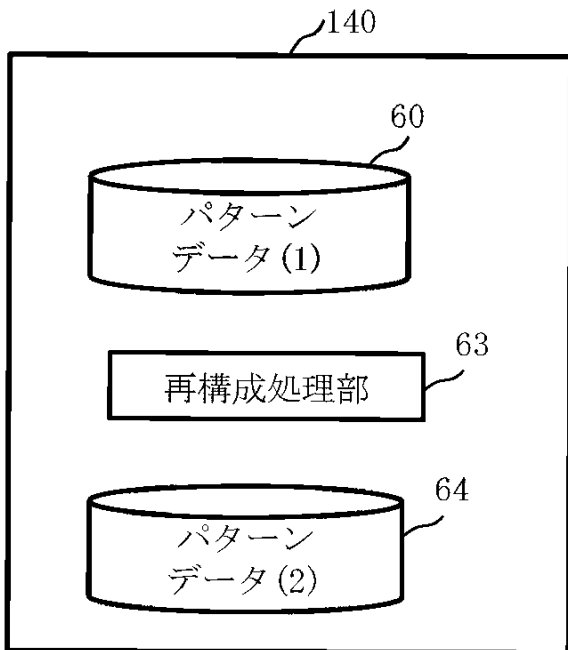


【図12】

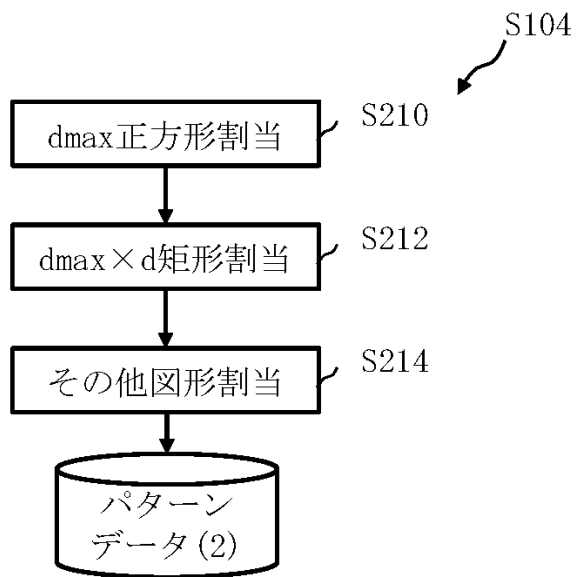


10

【図13】



【図14】



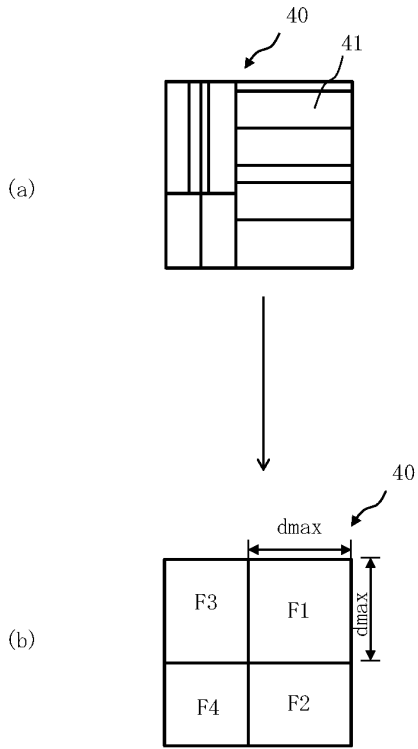
20

30

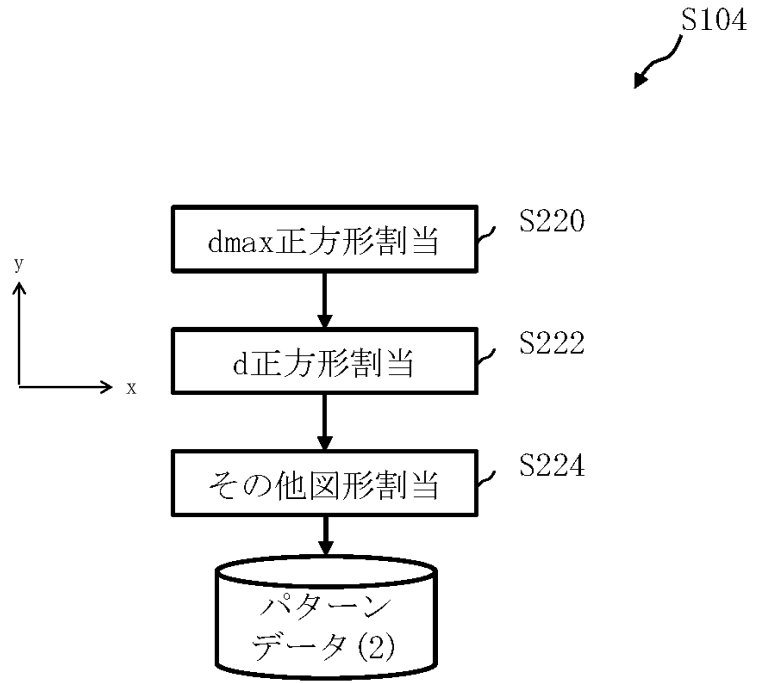
40

50

【図15】



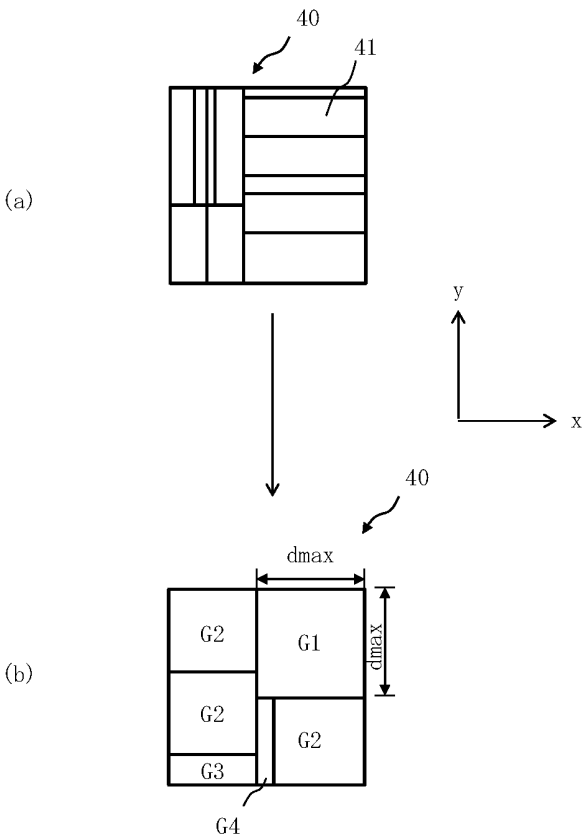
【図16】



10

20

【図17】



30

40

50

フロントページの続き

審査官 嶋田 行志

- (56)参考文献 特開2000-105832(JP,A)
特開平03-152541(JP,A)
特開2002-296759(JP,A)
特開2000-241958(JP,A)
特開昭60-201630(JP,A)
磯村育直, 土屋英雄, 菊入信孝, 先端半導体デバイスの製造を支えるマスク欠陥検査装置技術, 東芝レビュー, 日本, 2012年04月01日, Vol.67, No.4, pp. 28-31
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01N 21/84 - G01N 21/958
G03F 1/00 - G03F 1/92
G06T 1/00 - G06T 1/60
JSTPlus/JST7580/JSTChina(JDreamIII)