

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年9月6日(06.09.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/129148 A1

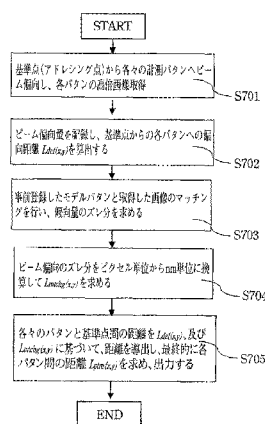
- (51) 国際特許分類:
G01B 15/00 (2006.01) H01J 37/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/053787
- (22) 国際出願日: 2013年2月18日(18.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-040869 2012年2月28日(28.02.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社 日立ハイテクノロジーズ
(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目
2 4 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 王 志剛(WANG Zhigang); 〒3128504 茨城県
ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社
日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki
(JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: PATTERN DIMENSION MEASUREMENT DEVICE, CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: パターン寸法測定装置、荷電粒子線装置、及びコンピュータプログラム

図 7



S701 Deflect beam from reference point (addressing point) to each measurement pattern, and obtain high-magnification images of each pattern

S702 Record beam deflection amount, and calculate deflection distance ($L_{def}(x,y)$) from the reference point to each pattern

S703 Match model pattern registered beforehand and obtained image, and find displacement amount

S704 Convert beam deflection displacement amount from pixel units to nm units, and find ($L_{mtchg}(x,y)$)

S705 Derive the distances between each pattern and the reference point, on the basis of ($L_{def}(x,y)$) and ($L_{mtchg}(x,y)$), and ultimately find and output the distance ($L_{ptrn}(x,y)$) between each pattern

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a pattern dimension measurement device capable of measuring with high precision the dimensions of patterns for which measurement boxes are difficult to set, and the dimensions between separated patterns. In order to achieve said purpose, a pattern dimension measurement device is provided that: moves the visual field on the basis of pre-set first distance information, using a first pattern as a reference; obtains a first image; performs template matching using the first image and a template for matching; and calculates the distance between a second pattern included in the first image and the first pattern, on the basis of second distance information obtained by template matching, and the first distance information.

(57) 要約: 本発明は、測定ボックスの設定が困難なパターンや、離間したパターン間の寸法の測定を高精度に実現するパターン寸法測定装置の提供を目的とする。上記目的を達成するために、第1のパターンを基準として、予め定められた第1の距離情報に基づいて視野を移動し、第1の画像を取得し、当該第1の画像とマッチング用のテンプレートを用いてテンプレートマッチングを実行し、当該テンプレートマッチングによって得られる第2の距離情報と、前記第1の距離情報に基づいて、前記第1の画像に含まれる第2のパターンと前記第1のパターンとの距離を演算するパターン寸法測定装置を提案する。

WO 2013/129148 A1

WO 2013/129148 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

パターン寸法測定装置、荷電粒子線装置、及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、パターン寸法装置、及びコンピュータプログラムに係り、特に複数のパターン間の距離を測定するパターン寸法測定装置、及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 荷電粒子線装置の1つである走査電子顕微鏡は、試料に対し電子ビームを走査することによって得られる電子を検出し、当該検出電子に基づく信号を、当該電子ビームの走査と同期して画面に表示することにより、微小な観察対象の拡大像を得る装置である。観察対象は非常に微細なものが多く、観察対象に対して相対的に広大な領域の中から、電子ビームを走査すべき視野を見出すことは非常に難しい。よって、視野位置探索のための基準パターンを設け、当該基準パターンに一旦、視野を合せた後に、目的の観察対象に視野を位置付ける手法が用いられている。

[0003] 特許文献1には、ダイに設けられたアライメント用マークの画像を複数取得個してアライメント用マークの画像の中心座標との間のずれを座標補正值とすることが開示されている。特許文献2には、同一のマークを操作画像中に含む2つの異なる走査画像を取得し、この2つの走査画像の取得は同じ走査期間内で行い、2つ走査画像中のマーク位置を比較することによって、走査画像間の位置ずれを求めることが開示されている。特許文献3には、二つの走査信号画像を取得し、二つの画像のパターンマッチングにより、そのズレ量を算出して電子レンズの自動軸調を行うことが開示されている。特許文献4には、ドリフト検出用の基準画像を取得するときに、イメージシフト量の異なる画像も同時に取得して、イメージシフト感度を随時計測し、この基準画像とイメージシフト感度に従ってドリフト量検出とイメージシフト制御

(ドリフト補正)を行うことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-073703号公報（対応米国特許公開公報US 2011/0133066）

特許文献2：特開2011-008968号公報

特許文献3：特開2007-194060号公報

特許文献4：特開2006-173038号公報（対応米国特許公開公報US 2006/0219907）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、走査電子顕微鏡等を用いて微細なパターンの寸法を測定する装置は、昨今の半導体デバイスの構造の多様化やプロセス管理法の多様化等の理由により、多様な測定への対応が求められるようになってきた。例えば、パターン形状の多様化により、測定基準となるエッジに乏しいパターンが散見されるようになってきた。パターン寸法を測定する一手法として、測定方向に対し垂直な方向の輝度信号を加算平均して輝度プロファイルを作成して寸法測定を行うものがある。この測定を行う場合、輝度信号を抽出するための測定ボックスを設定する必要があるが、エッジ部分の形状が複雑であると、基準となる位置を見出すことが難しく、結果として測定が困難となる場合がある。

[0006] また、離間したパターン間寸法測定の要求もある。この場合、測定対象となる離間した複数のパターンを、走査電子顕微鏡の視野内に収める必要があるが、パターンが離間している分、低倍率画像を用いた測定となるため、測定精度が低下する。

[0007] 特許文献1乃至4に開示されているような基準パターン等を用いた位置合わせ法によれば、所望の測定、検査位置を正確に特定することができるが、

測定ボックスの設置が困難なパターンや離間したパターン間の寸法測定を行うことまで考慮されたものではない。

- [0008] 以下に、測定ボックスの設定が困難なパターンや、離間したパターン間の寸法の測定を高精度に実現することを目的とするパターン寸法測定装置、及びコンピュータプログラムを提案する。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記目的を達成する一態様として、第1のパターンを基準として、予め定められた第1の距離情報に基づいて視野を移動し、第1の画像を取得し、当該第1の画像とマッチング用のテンプレートを用いてテンプレートマッチングを実行し、当該テンプレートマッチングによって得られる第2の距離情報と、前記第1の距離情報に基づいて、前記第1の画像に含まれる第2のパターンと前記第1のパターンとの距離を演算するパターン寸法測定装置、及びコンピュータプログラムを提案する。
- [0010] また、上記目的を達成するための一態様として、基準パターンと異なるパターンとの間の寸法を、当該基準パターンから当該異なるパターンへ前記荷電粒子線を偏向し、当該異なるパターンを走査したときに得られる画像を用いたパターンマッチングに基づいて得られる偏向量のずれに基づいて補正する演算部を備えた荷電粒子線装置について説明する。

発明の効果

- [0011] 上記構成によれば、測定ボックスの設定が困難なパターンや、離間したパターン間の寸法測定等を、高精度に行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]走査電子顕微鏡（SEM）の概略構成図。
[図2]半導体パターン、及び磁気ヘッドパターン距離計測を説明する図。
[図3]電子線走査によるSEMの偏向制御の原理に関する概略説明図。
[図4]任意パターン間の高精度計測法の原理を示す図。
[図5]画像マッチングよりビーム偏向量ズレ分を補正する方法を説明する図。
[図6]パターンマッチングの概略を示す図。

[図7]ビーム偏向とパターンマッチングの組み合わせに基づいて、任意パターン間の距離を求める工程を示すフローチャート。

[図8]エネルギーフィルタの基本構成図。

[図9]SEMを含む半導体測定、検査システムの概略構成図。

[図10]ビーム偏向と高倍率画像内でのパターンマッチングに基づいて、パターン間の寸法を測定する手法の原理を示す図。

[図11]2つの視野に、共通の基準パターンを含ませることによって2つの異なるパターン間の寸法を測定する測定法の原理を示す図。

[図12]ビーム偏向と、高倍率画像内でのパターンマッチングに基づく寸法測定工程を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に説明する実施例は、任意パターン間の距離の計測を高精度で行うのに好適な方法、装置、及び当該計測をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムに関する。

[0014] 試料表面の分析装置として、表面を荷電粒子線プローブで走査し、放出される二次電子、イオン、電磁波などの信号の量ないしエネルギーを解析して表面性状を分析するものは、表面の微細形状、構成元素等に関する情報を用意に得られる利点がある。特にプローブとして電子を、放出信号として二次電子を用い、二次電子量を画面上の輝度に変換して表面形状像を得る走査電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscope）は、微細なパターンの寸法測定や検査を行うことができる。

[0015] 走査電子顕微鏡において、試料に電子線が到達し、試料表面の原子を励起して放出されるエネルギーの低い信号電子を二次電子という。半導体の回路パターンのように凹凸を持った試料のエッジ部分に電子線が照射されると、エッジ効果によって発生する二次電子量が増大し、凹凸に依存するコントラストを持った像が形成される。また、電子線が試料に到達することなく試料表面において跳ね返される電子を反射電子（或いは後方散乱電子）という。反射電子はエネルギーの高い信号電子であり、試料の凹凸に依らずに、試料

組成に依存するコントラストを持った像が形成される。試料面が平坦である磁気ヘッドや一部の帯電による二次電子信号で観察困難の半導体試料において反射電子信号を検出し、鮮明な画像が得られる。二次電子や反射電子などを検出することによって、試料の表面形状を反映した二次元画像を取得することができる。また、検出された信号に基づいて、パターンの形状や寸法を測定することができる。

[0016] ナノレベルまで微細化が進む最先端半導体技術、ハードディスクの開発や生産において、近年の高集積化、微細化に伴い、製造上加工寸法への要求がますます厳しくなっている。それに伴い、寸法計測への精度も厳しく要求されている。

[0017] ナノレベルまで微細化が進む最先端半導体技術、ハードディスクの開発や生産において、パターンの形状や線幅の寸法を計測する測長SEM (C D - SEM : C r i t i c a l D i m e n s i o n S E M) を用いて寸法計測を行うことが広く用いられている。近年の高集積化、微細化に伴い、製造上加工寸法への要求がますます厳しくなっていることに伴い、寸法計測への精度も厳しく要求されている。一方、高集積化、微細化に伴い、計測への要求も多様化になっている。パターン形状自身の複雑化で、計測ボックスの配置が難しい場合がある。更に露光シミュレーションによる広い範囲のパターン形状計測が要求され、今までの手法は低倍率で像取得することとなり、計測精度が要求に満たさない場合がある。また、リソグラフィのパターン配置の管理も必要となり、高精度のパターン間距離の計測も要求されている。

[0018] 以下に、ビーム偏向に基づく寸法測定と、高倍率画像マッチングに基づく寸法測定とを組み合わせることで、寸法測定を高精度に行う寸法測定装置、及び当該寸法測定をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを具体的に説明する。

[0019] 具体的には、ある基準点を含んだ高倍率で各々のパターンを取得し、計測するパターンと基準点からのビーム偏向量を記録する。そして、予め登録し

たモデルデータとのパターンマッチングを行い、サブピクセルレベルで偏向量のズレ分を補正し、高精度で計測パターン間の距離を求める。

[0020] ビームの偏向とパターンマッチングに基づいて、パターン間の寸法を求めているため、パターンエッジに測定ボックスを設定する必要がなく、また、1つの視野に全ての測定対象パターンを収めなくとも、測定を行うことができるようになるため、エッジ形状が複雑なパターンや離間したパターン間の寸法測定であっても、高精度に実現することが可能となる。

[0021] 以下に、図面に基づいてビームの偏向とパターンマッチングを用いた計測法について説明する。図2 (A) は半導体デバイス試料のパターンで (B) は磁気ヘッド上形成されているパターンの一例を示す。なお、以下に説明するパターンは一例であり、これに限定されるものではない。

[0022] 図2 (A) は、数本のラインパターン201の右側にコンタクトホールパターン202が配置されている。リソグラフィの場合、ラインパターン201とホールパターン、それぞれの露光強度分布を持つ。強度分布203、204のように、二次元のGaussian分布を示しており、例えばラインパターン201とホールパターン202との距離が近い場合、両者間がショートする可能性がある。これは、強度分布203と204の裾同士が重なることによって、その重なり部分の露光強度が増加するためである。一方、半導体デバイスの微細化の観点から見れば単位面積当たりのパターン数は多い方が望ましい。よって、限られた範囲内に複数のパターンを配置しつつ、その配置間隔を厳格に管理する必要がある。

[0023] しかしながら、測定対象パターンの一方が円形状のパターンであるような場合、エッジが曲線であるため、例えば矩形状の測定ボックスを設定することが難しい場合がある。また、パターン形状に応じた測定ボックスを設定することも考えられるが、昨今のパターンの微細化、複雑化によって、多種のパターン形状に応じた測定ボックスを用意する必要があり、現実には困難である。

[0024] なお、光近接効果 (Optical Proximity effect

s) 検証に基づいて、パターン最適化を行う場合、数十 μm 程度広い範囲に存在する測定対象について、寸法測定を高精度に行う必要がある。また、同様に磁気ヘッドを測定対象とする場合、測定基準となるエッジ部分の高精度な信号処理を行うべく、エッジ部分について高倍率の画像を取得すると、測定対象となる2つのエッジが視野内に収まりきれなくなる場合がある。図2 (B)は、磁気ヘッドの概要を示す図である。磁気ヘッドは、磁気ヘッドの書き込み部205と読み込み部206が、それぞれ適切な位置にパターンニングされている必要がある。すなわち、磁気ヘッドを適切に管理するためには、この2つの距離を正確に測定する必要がある。しかしながら、測定ボックスの配置が困難であると共に、両者間の距離が離れているため、1の高倍率画像内に、書き込み部205と読み込み部206の2つを1の高倍率画像内に収めることは困難である。

[0025] 以下に説明する実施例では、ある基準点を含んだ高倍率で各々のパターンを取得し、計測するパターンと基準点からのビーム偏向量を記録する。予め登録したモデルデータとのパターンマッチングを行い、サブピクセルレベルで偏向量のズレ分を補正し、高精度で計測パターン間の距離を求める例について説明する。

[0026] なお、以下に示す実施例ではSEM、或いはSEMに搭載された制御装置、またはSEMに通信回線等を経由して接続される制御装置を例にとって説明するが、これに限られることはなく、コンピュータプログラムによって、汎用の演算装置を用いて、上記測定処理を行うようにしても良い。また、集束イオンビーム装置等、他の荷電粒子線装置によって試料の観察、測定を行う場合にも適用可能である。

実施例 1

[0027] 図1は、走査電子顕微鏡 (SEM) の概略構成図である。電子銃101から発生した電子線102は、加速電極103によって加速され、コンデンサレンズ104により収束、偏向器105により偏向された後、試料107側に印加された負の電圧 (リターディング電圧) により減速され、かつ対物レ

ンズ 106 で最終的に径数 $n\text{ m}$ (ナノメートル) の電子線に収束されて、観察対象である試料 107 の表面に入射する。

[0028] 入射した一次電子の一部は後方反射して反射電子 111 (後方散乱電子) となり、また一部は試料内を散乱しながら二次電子 112 を生成する。ここでリターディング電圧とは、試料 107 上の回路パターンを損傷させることなく電子線 102 を収束させるために、試料 107 (試料ホルダー 108 または試料ステージ 109) 側に印加される負の電圧であり、これによって電子線 102 の照射エネルギーが制御される。生成した反射電子 111、二次電子 112 は反射板 113 と衝突して新たな電子を発生し、当該新たな電子は検出器 114 にて検出される。検出器 114 には光電子増倍管が内蔵されており、電子の検出量に応じて電圧を発生させるので、これを信号処理装置 115 で処理した後、画像表示部 116 にて画像として表示する。信号処理装置 115 は、試料から放出される二次電子等に基づいて、縦軸を信号量、横軸を電子線の走査位置とするプロファイル波形を形成する。そして当該プロファイル波形のピーク間の距離を求めることによって、パターン寸法を測定するように動作する。

[0029] 次に、二次電子 112、反射電子 111 について信号検出を行う際の光学条件について説明する。二次電子は約 50 eV 未満の低エネルギー信号電子であり、反射電子は約 50 eV 以上の高エネルギー信号電子であるため、SEM を構成する各々の電極に与える電圧その他の光学パラメータを制御することによってこれらの信号検出を選択、及び両者の切り替えが可能である。上記の条件は、(1) 電子光学系、または／及び (2) 電子検出系において設定される。

[0030] (1) では、電子銃 101 から照射された電子線 102 を、試料 107 側に加速するための正の加速電圧 V_a から、減速させるための負の電圧 (リターディング電圧 V_r 等) を引いた入射電圧の値が、正の方向に大きいほど二次電子信号検出量が増大し、反対にこの値が負の方向に大きいほど反射電子信号検出量が増大する。また、対面電極 119 や対物レンズ 106 上方に配

置されたブースター電極 110 に対し、試料 107 側が持つ電圧よりも大きい負の電圧（ブースター電圧）を印加することで、エネルギーの低い二次電子 112 を試料 107 側へ引き戻し、高エネルギーの反射電子 111 のみを選択的に検出することも可能である。この場合、変換電極 117 に正の電圧を印加し、対物レンズ 106 よりも電子銃 101 側へ移動した反射電子 111 を更に引き上げて検出器 114 へ導入する。

[0031] 上記の方法にて反射電子 111 を検出する場合、絶縁材料を含む試料等において表面に帯電が生じる場合にも、試料表面の帯電を進行させることなく像を形成できるという利点がある。

[0032] (2) では、試料 107 側から発生する電子を、エネルギーの大きさに応じて分離するエネルギーフィルタを用いた方法が適用される。図 8 にエネルギーフィルタの基本構造を示す。エネルギーフィルタは、2 枚のシールドメッシュ 801a とフィルタメッシュ 801b から構成される。また、これらのメッシュには電子線 102 を通過させるための開口 802 が設けられている。フィルタメッシュ 801a は 1 枚であっても、複数枚あってもよく、フィルタ電圧を印加するための電源 803 が接続される。エネルギーの大きさに応じて分離された反射電子 111、二次電子 112 は、反射電子検出器 804a、二次電子検出器 804b にそれぞれ検出される。

[0033] 上記の方法では、各々の検出器がエネルギーに応じて確実に分離された電子を検出できるため、分解能が高くなる。上記(1)、(2)の方法を凹凸がある半導体デバイスパターンや平坦な磁気ヘッドパターンなど、目的や用途に応じて適宜組み合わせることも可能である。電子光学系の切替えは予め装置の校正を行うことで正確な計測値を保証することが可能である。

[0034] また、本実施の形態は上記(1)、(2)に限られるものではなく、これ以外にも、SEMを構成するその他の電極やコイルに印加または供給する電圧、電流等の光学パラメータを制御して反射電子 111、二次電子 112 の信号検出光学条件を設定することが可能である。

[0035] なお、SEMを構成する各々の電極やコイルは、図 9 にて後述する制御装

置によって、電圧、或いは電流が印加或いは供給される。制御装置は演算装置を備えてなり、当該演算装置は、レシピと呼ばれるSEMの動作プログラムに基づいて、装置を制御する。

[0036] 図9は、SEMを含む半導体測定、検査システムの概要構成図である。本システムには、SEM本体901、A/D変換器903、制御装置904が含まれている。

[0037] SEM本体901は半導体ウエハ等の試料に電子線を照射し、試料から放出された電子を検出器902で捕捉し、A/D変換器903でデジタル信号に変換する。デジタル信号は制御装置904に入力されてメモリ906に格納され、各種機能を有する演算装置905に内像されるCPU等の画像処理ハードウェアによって、目的に応じた画像処理が行われる。また、演算装置905は、検出信号に基づいて、ラインプロファイルを作成し、プロファイルのピーク間の寸法を測定する機能も備えている。

[0038] 更に制御装置904は、入力手段を備えた入力装置907と接続され、当該入力装置907に設けられた表示装置、または外部ディスプレイ（図示せず）には、操作者に対して画像や測定結果を表示するGUI（Graphical User Interface）等の機能を有する。

[0039] なお、制御装置904における制御や処理の一部又は全てを、CPUや画像の蓄積が可能なメモリを搭載した電子計算機等に割り振って処理・制御することも可能である。また、制御装置904は、測定等に必要とされる電子デバイスの座標、位置決めに利用するパターンマッチング用のテンプレート、撮像条件等を含む撮像レシピをメモリから読み出し、あるいは上記レシピを手動、もしくは電子デバイスの設計データを活用して作成する撮像レシピ作成装置とネットワーク等を介して接続することもできる。

[0040] 図3に基づいて、SEMにおけるビーム偏向の基本的な概念を説明する。図3（A）は、試料上における電子線偏向の断面概略図である。電子線ビーム301があるパターン302からパターン303まで偏向するときの幅Lとする。図3（B）に、SEMの電子光学系におけるレンズ、偏向器、走査

コイル等の位置関係を示す。電子線301は対物絞り穴304を通過後、コンデンサレンズ305に収束され、試料面308上にて走査される。このとき、対物レンズ307の上に設けられた偏向器306に一定な電場または磁場を加えることにより、電子線を一定幅で指定した場所へ変更され、指定した倍率で走査し、像取得するよう調整する。ビーム偏向がイメージシフトと呼ばれ、イメージシフトX/Yコイルの制御動作量 $IS(X)$ (LSB)、 $IS(Y)$ (LSB)と、イメージシフト実動作量即ち物理的な移動距離 ($L_{def}(X)$ (μm), $L_{def}(Y)$ (μm) は、関係式(1)、(2)下記のように示されるが成り立つ。

$$[0041] \quad IS(X)(LSB) = A * L_{def}(X) (\mu m) + B * L_{def}(Y) (\mu m) \quad (1)$$

$$IS(Y)(LSB) = C * L_{def}(X) (\mu m) + D * L_{def}(Y) (\mu m) \quad (2)$$

A, B, C, Dはビーム偏向時のビーム偏向、ビーム回転を補正する所定の係数である、装置調整時予め一定な距離が分かるパターンを用いて校正を行い、偏向制御動作量と実偏向物理距離の補正テーブルを持つ。よって、実測長時のイメージシフトの制御偏向量から、上記の式(1)(2)を用いて物理的な移動距離 $L_{def}(X)$ と $L_{def}(Y)$ を逆算で求められる。

[0042] 図4に任意パターン間の高精度計測原理を説明する。計測目的にするパターン401と402が試料上に配置され、両パターン間の距離 L_x , L_y を求める。パターン形状はラインやホールと異なる、従来長方形の計測ボックスを置いてラインプロファイルを検出し、波形処理でパターン寸法を求めるのは困難である。

[0043] また現状一定な計測精度を保証するため高倍率SEM条件を使用することが一般である。例えば測定倍率100k以上は、視野範囲は $1.35 \mu m$ 以下となり、両パターン間の距離は $10 \mu m$ 以上となる場合は、高倍率で両パターン共に収めることは不可能である。逆に倍率を落として両パターンを共に収めて測定を行う時には、低倍率の計測精度保証は困難になる。高倍率計測と広い範囲計測が、原状計測手法の対応では両立している。

[0044] 本実施例では、任意パターンの計測配置問題及び高倍率と広い範囲の計測

精度両立を解決する方法を提供する。図7を用いて、ビーム偏向とパターンマッチングで任意パターン間の距離計測の具体的なフローについて説明する。まずステージを制御し、計測ターゲットとするパターン401、402の近傍にある基準点パターン403に移動する。基準点403からパターン401、402にビームをそれぞれ偏向して、各々のパターンの高倍率SEM像を取得する(S701)。次に、制御システムから、ビーム偏向した時の制御量(LSB単位)を読み出し、上記式(1)(2)を用いて、実偏向距離、即ち基準点からのパターン距離(μm 単位) $L_{\text{def}}(X1, Y1)$ (パターン401ーパターン403) 及び $L_{\text{def}}(X2, Y2)$ (パターン402ーパターン403) を算出する。

[0045] ここでは、一旦パターン401と402の間の距離は算出できる(S702)が、ビーム偏向の位置決め精度は電氣的な制御の性能に制限され、約数十nmであり、デバイス性能を評価するための計測精度はサブnmレベルにはまだ不十分である。S703ー705では上記高倍で各パターンのSEM画像処理によりビーム偏向のズレ分を補正し、偏向分の誤差を吸収してサブnmレベルの計測精度を達成する。

[0046] 図5には画像マッチングの一例を示す。基準点から偏向先にて高倍率で取得した画像と事前に登録した画像とのマッチングを行う(S703)。高倍率SEM視野範囲501内、上記401のパターンがSEM像502として取得されている。但し偏向量のズレ分で、事前に登録した画像503との場所ズレが生じる。逆にパターンマッチングすることで、ズレ量を算出することも可能で、画像マッチングの手法は多様で、次の節で幾つの例を説明する。一つの方法として、502と503パターンのそれぞれの重心を算出し、重心の位置差分を導き、画像処理ピクセル単位を μm 単位に換算して画像のズレ分、即ち偏向量の誤差補正分 $L_{\text{mtchg}}(X1, Y1)$ (パターン401ーパターン403) 及び $L_{\text{mtchg}}(X2, Y2)$ (パターン402ーパターン403) を求められる。上記偏向量とあわせると、基準点パターンからの距離は

$$L_{\text{ptrn}}(X1, Y1) = L_{\text{mtchg}}(X1, Y1) + L_{\text{def}}(X1, Y1) \quad (3)$$

$$L_{ptrn}(X2, Y2) = L_{mtchg}(X2, Y2) + L_{def}(X2, Y2) \quad (4)$$

パターン402と403間の距離 $L_{ptrn}(X, Y)$ は

$$L_{ptrn}(X, Y) = L_{ptrn}(X1, Y1) - L_{ptrn}(X2, Y2) \quad (5)$$

画像処理上、ピクセル単位を μm 単位に換算するのは下記式(6)で求める。

$$[0047] \quad 1 \text{ ピクセルあたり距離}(\mu m) = \text{画像サイズ} / (\text{測定倍率} \times \text{スキャンピクセル}) \quad (6)$$

図6にて、画像パターンマッチングの幾つの例を列挙する。図6(A)では、図5にも述べたよう、重心を算出して取得した画像の重心601と登録したモデルの重心602間の距離として、パターンマッチングのズレ量として求める。図6(B)では三角形パターンの底辺の中点位置として、取得した画像の底辺中点603と登録したモデルの底辺中点604間の距離として、パターンマッチングのズレ量として算出する。図6(C)の場合、対称としたパターンには有効で、取得画像605中心軸607に画像606を折り返して中心対称軸からのズレ量として検出する。この場合は、予めパターン登録も不要で、ピクセルの $1/10$ 以下の精度でズレ量を求められる。

[0048] ここで幾つの簡単な画像処理手法として提示してあるが、実デバイスパターンが複雑となる場合は、パターンマッチングとして広く応用されている正規化相関法などを用いて、パターンの回転やスケール変動などにも処理して高精度でズレ量を導くことができる。なお、画像処理のエッジ検出精度向上のため、エッジのプロファイルを平滑化や微分化することは有効な手段である。実デバイス評価は、デバイス性能との相関性を検証した上で、一定なマッチング手法、或いは幾つのマッチング手法を組み合わせる事で最適化することが重要である。

[0049] 画像マッチングを行う誤差としては手法によって若干異なるが、上記手法を用いて画像マッチングを行えば、サブピクセルレベルまでの精度が得ることが可能である。SEM倍率100k、画像スキャンピクセル1024、画像サイズが135mmの場合、1ピクセル相当なサイズは $135mm / (1$

0.24 × 100 k) ~ 1.3 nmである。従ってサブピクセル程度の画像マッチングで偏向量のズレ分を補正すると、零点数ナノレベルの高精度で距離計測精度を達成は可能である。ビーム偏向可能な範囲であれば、低倍でなく各々のパターンにおいて高倍の画像を取得して測定を行うことにより、精度を保つことができる。本手法は、パターンマッチングでズレ量を算出となるため、従来計測手法のボックス配置は不要となる。よって、ラインやホールと異なる、任意なパターンでも登録モデルと画像処理を行えば測定は可能である。

[0050] なお、ここに説明するパターンは一例であり、これに限定されるものではない。図4にて、401を基準点、402、403を計測目的パターンとして説明したが、計測目的パターン402自身を基準パターンとして402-403の距離計測も可能である。二つのパターンの距離計測を例として説明したが、複数のパターンでも同様に展開ができ、各パターン間の距離計測が可能である。複数パターンの場合は、類似パターンの計測を平均化して、N倍による更に計測精度を向上することも応用できる。

[0051] 計測時の倍率切替え、電子光学モードの切替えによるビーム偏向量の差、SEM像の走査幅の差は装置調整時同一標準試料を用いて予め校正しておくことで、モード間誤差、倍率間誤差を最小限に抑え、同一基準で評価することが可能である。絶縁物など帯電しやすい試料の場合、像ドリフトによる位置ずれの計測精度悪化になるが、絶縁物対応に電子光学系の切替えによる像ドリフトを抑制し、本手法の計測精度を維持することは有効な手段である。レジスト付きの試料など、電子ビーム照射による変形しやすいパターンは、可能な限り対称なパターンを基準点として選択して画像変形を最小限にすることで、マッチングの誤差を低減する。

実施例 2

[0052] 次に、ビームの偏向とパターンマッチングを用いた他の計測法について説明する。図10は、アドレッシングパターン1001を用いて周囲の測定対象パターンとの間、或いは基準パターンと測定対象パターンとの間の寸法を

測定する例を説明する図である。実施例 1 と同じ要領でアドレッシングパターン 1001 を用いて、三角パターン 1002 と四角パターン 1003 との間の寸法を測定することができる。このとき、所定のビーム偏向量 ($\Delta x 1$, $\Delta y 1$) 及び ($\Delta x 2$, $\Delta y 2$) と、高倍率画像 1006、1007 内におけるパターンマッチングに基づいて得られるずれ量 ($\Delta x 3$, $\Delta y 3$) 及び ($\Delta x 4$, $\Delta y 4$) から、三角パターン 1002 と四角パターン 1003 との間の寸法 $\Delta x s$, $\Delta y s$ を以下のように求めることができる。

$$[0053] \quad \Delta x s = \Delta x 1 + \Delta x 2 + \Delta x 3 + \Delta x 4 \quad (7)$$

$$\Delta y s = \Delta y 1 + \Delta y 2 + \Delta y 3 + \Delta y 4 \quad (8)$$

位置 1004 と位置 1005 は、アドレッシングパターン 1001 を基準とした偏向目標位置である。また、更に位置 1004 を基準として、ビームを偏向量 ($\Delta x 5$, $\Delta y 5$) 分、偏向し、そこでの位置 1010 と丸パターン 1009 とのずれ量 ($\Delta x 6$, $\Delta y 6$) を求めることによって、三角パターン 1002 と丸パターン 1009 との間の距離を求めることもできる。このようにアドレッシングパターンと微細パターンとの間だけではなく、微細パターン間の寸法測定への応用も可能である。

[0054] また、上記各寸法を測定した上で、ステージ移動を行い、次にアドレッシングパターン 1012 を探索した上で、上記実施例と同じ要領でアドレッシングパターン 1012 と丸パターン 1009 との間の寸法、及びアドレッシングパターン 1012 と菱形パターン 1013 との間の寸法を求めれば、四角パターン 1003 と菱形パターン 1013 との寸法を求めることができる。この場合、ステージ移動前後で 2 つのアドレッシングパターン 1001 と 1012 を用いて、共通のパターン (丸パターン 1009) の位置を特定しているため、ステージ移動を伴う距離の離れたパターン間であっても、高精度な測定を行うことができる。

[0055] 更に、図 11 に例示するように、ステージ移動を伴う視野移動によって得られる 2 つの低倍率画像 1102 と 1103 に含まれるパターン 1104 と 1105 との間の寸法の測定も可能である。この場合、2 つの低倍率画像 1

102、1103の双方に同じアドレッシングパターン1101が含まれるように画像取得を行う。このような手法によっても、ステージ移動を伴う距離の離れたパターン間であっても高精度な測定を行うことができる。

[0056] 図12は、ステージ移動を伴う2つのパターン間の寸法を高精度に測定する工程を示すフローチャートである。まず、測定対象となる第1のパターンとアドレッシングパターンを含む視野領域にビーム照射位置を位置付けるためのステージ移動を行う（ステップ1201）。次にパターンマッチングを実行し、アドレッシングパターンデータの探索を行う（ステップ1202）。ここで、アドレッシングパターンの位置をより正確に特定すべく、アドレッシングパターンを探索する画像と比較して、視野を狭めて画像を取得し、例えば、基準位置（例えば画像中心位置）とアドレッシングパターンの中心位置との差分に基づいて、アドレッシングパターンの正確な位置を特定する（ステップ1203）。図10の例では、測定対象パターンと同じ大きさの視野の画像1008を取得している。この差分データをビーム偏向量（ Δx 1, Δy 1）に重畳してアドレッシングパターンと被測定対象との距離を求めるようにしても良い。

[0057] 次に、予め登録されたアドレッシングパターンと測定対象パターンとの距離情報、或いは偏向信号情報に基づいて、ビームを偏向する（ステップ1204）。そしてこの偏向先で高倍率画像（ステップ1202のアドレッシングのときに用いた画像に対して相対的に高倍率の画像）を取得する（ステップ1205）。このようにして取得された高倍率画像内にてテンプレートマッチングを行い（ステップ1207）、マッチング位置と基準位置との差異に基づいてずれを測定する（ステップ1207）。

[0058] ここで、全ての測定が終了していれば、得られた複数のパターン間寸法を加算することによって、離間したパターン間の寸法を演算し（ステップ1208）、その測定結果を登録、或いは表示画像に出力する（ステップ1209）。また、必要なデータの取得が終了していない場合には、他のアドレッシングパターン、或いは他の測定対象パターンを含むような画像を取得すべ

く、ステージ移動を行い、ステップ１２０２～１２０７の工程を繰り返す。

[0059] 以上のような測定工程を実行する測定装置、或いは上記測定をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムによれば、ステージ移動を伴う離間したパターン間の寸法測定を高精度に行うことが可能となる。

符号の説明

- [0060] １０１ 電子銃
１０２ 一次電子線
１０３ 加速電極
１０４、３０５ コンデンサレンズ
１０５、３０６ 偏向器
１０６、３０７ 対物レンズ
１０７ 試料
１０８ 試料ホルダー
１０９ 試料ステージ
１１０ ブースター電極
１１１ 反射電子
１１２ 二次電子
１１３ 反射板
１１４、９０２ 検出器
１１５ 信号処理装置
１１６ 画像表示部
１１７ 変換電極
２０１、２０２、２０５、２０６ パターン
２０３、２０４ パターン強度分布
２０７ 従来計測配置ボックス
３０１ 電子線
３０２、３０３、４０１、４０２、５０２、６０５ 試料上形成画像パターン

- 304 対物絞り穴
- 403 基準点パターン
- 501 画像視野
- 503 事前登録したモデルパターン
- 601、602 試料上形成画像パターン重心
- 603、604 試料上形成画像パターン底辺中点
- 606 試料上形成画像パターンを対称に折り返したパターン
- 607 対称軸
- 801a シールドメッシュ
- 801b フィルタメッシュ
- 802 開口
- 803 電源
- 804a 反射電子検出器
- 804b 二次電子検出器
- 901 SEM本体
- 903 A/D変換器
- 904 制御装置
- 905 演算装置
- 906 メモリ
- 907 入力装置
- 908 評価条件設定部
- 909 測定条件設定部
- 910 画像形成部
- 911 データ取得部
- 912 補正データ演算部
- 913 偏向器制御部

請求の範囲

- [請求項1] 取得された画像を用いて、試料上に形成されたパターン、或いは異なるパターン間の寸法を測定するパターン寸法測定装置において、
- 試料上に形成された第1のパターンを基準として、予め定められた第1の距離情報に基づいて視野を移動し、第1の画像を取得し、当該第1の画像とマッチング用のテンプレートを用いてテンプレートマッチングを実行し、当該テンプレートマッチングによって得られる第2の距離情報と、前記第1の距離情報に基づいて、前記第1の画像に含まれる第2のパターンと前記第1のパターンとの距離を演算する演算装置を備えたことを特徴とするパターン寸法測定装置。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記視野を移動するための偏向器を有する走査電子顕微鏡を備えたことを特徴とするパターン寸法測定装置。
- [請求項3] 請求項2において、
- 前記演算装置は、前記偏向器の移動距離に応じた寸法値に基づいて、前記第1のパターンと第2のパターンとの距離を演算することを特徴とするパターン寸法測定装置。
- [請求項4] 荷電粒子線を放出する荷電粒子源と、
- 前記荷電粒子線を加速する加速電極と、
- 前記荷電粒子線を偏向する偏向器と、
- 前記荷電粒子線を収束する対物レンズと、
- 試料を搭載する試料ステージと、
- 荷電粒子を検出する荷電粒子検出器と、
- 前記偏向器に信号を供給する制御装置を備えた荷電粒子線装置において、
- 前記制御装置は、
- 基準パターンと異なるパターンとの間の寸法を、当該基準パターンから当該異なるパターンへ前記荷電粒子線を偏向し、当該異なるパタ

ーンを走査したときに得られる画像を用いたパターンマッチングに基づいて得られる偏向量のずれに基づいて補正する演算部を備えていることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項5] 請求項4において、

前記偏向器は、前記荷電粒子線の走査位置を移動するためのイメージシフト偏向器であることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項6] 請求項4において、

前記演算部は、前記偏向器の偏向信号に応じた寸法値と、前記ずれに応じた寸法値の加算に基づいて、前記基準パターンと異なるパターン間の寸法を演算することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項7] 請求項4において、

前記演算部は、前記荷電粒子線を偏向したときの移動距離を、以下の演算式に基づいて算出することを特徴とする荷電粒子線装置。

$$IS(X)(LSB) = A * L_{def}(X) + B * L_{def}(Y)$$

$$IS(Y)(LSB) = C * L_{def}(X) + D * L_{def}(Y)$$

$IS(X)(LSB)$ 、 $IS(Y)(LSB)$ ：偏向器の制御動作量

$L_{def}(X)$ 、 $L_{def}(Y)$ ：荷電粒子線の偏向したときの移動距離

A, B, C, D：所定の係数

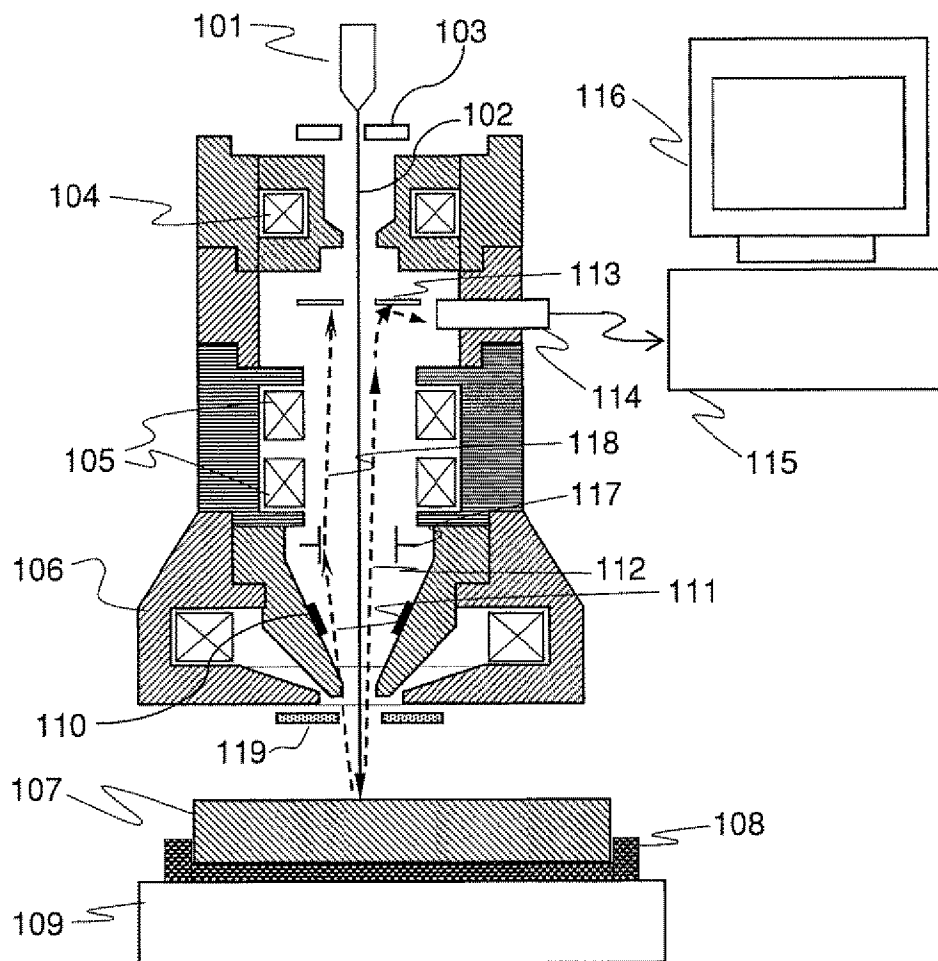
[請求項8] 取得された画像を用いて、試料上に形成されたパターン、或いは異なるパターン間の寸法を、コンピュータに演算させるコンピュータプログラムにおいて、

当該プログラムは、前記コンピュータに、試料上に形成された第1のパターンを基準として、予め定められた第1の距離情報に基づいて視野を移動させ、第1の画像を取得させ、当該第1の画像とマッチング用のテンプレートを用いてテンプレートマッチングを実行させ、当該テンプレートマッチングによって得られる第2の距離情報と、前記

第 1 の距離情報に基づいて、前記第 1 の画像に含まれる第 2 のパターンと前記第 1 のパターンとの距離を演算させることを特徴とするコンピュータプログラム。

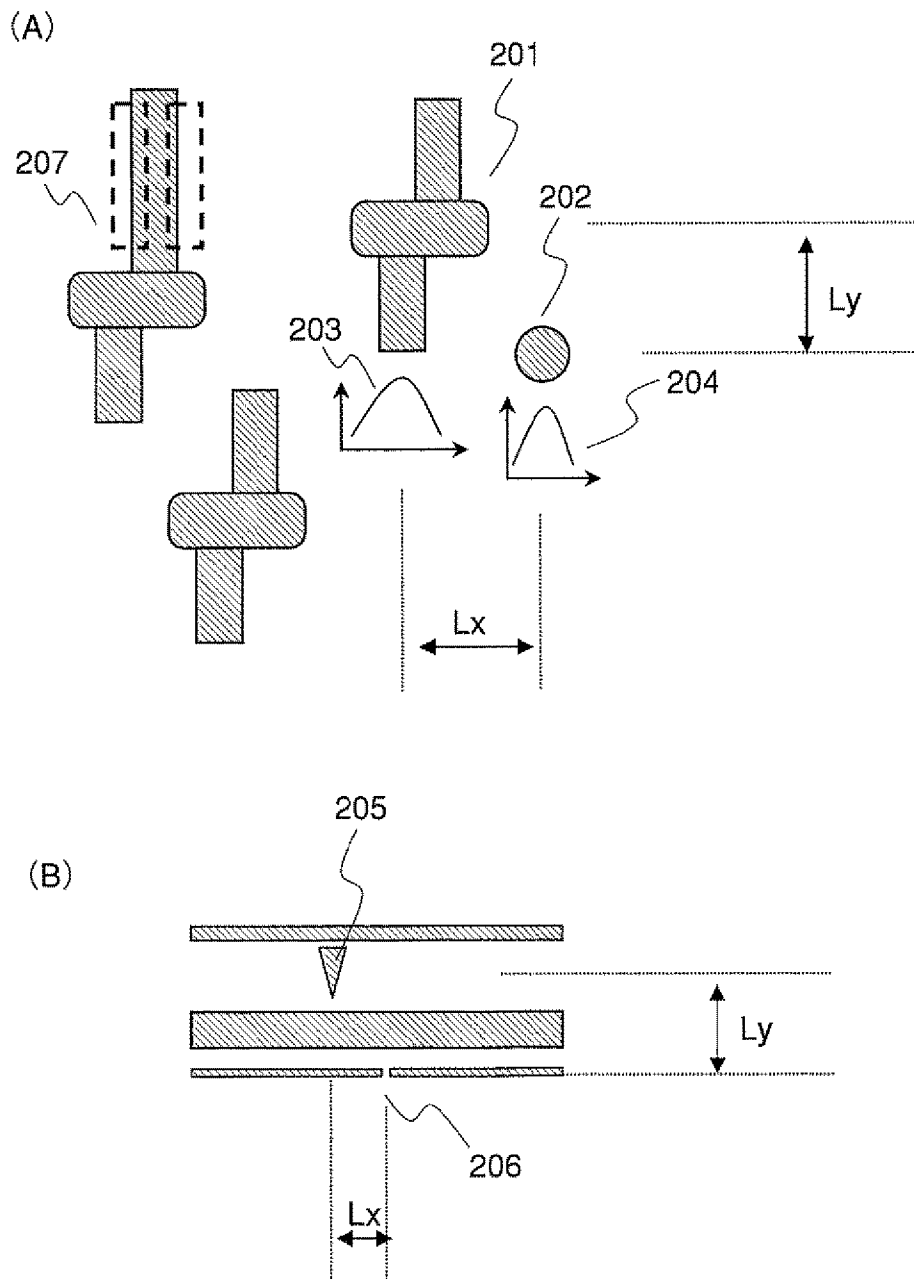
[図1]

図 1



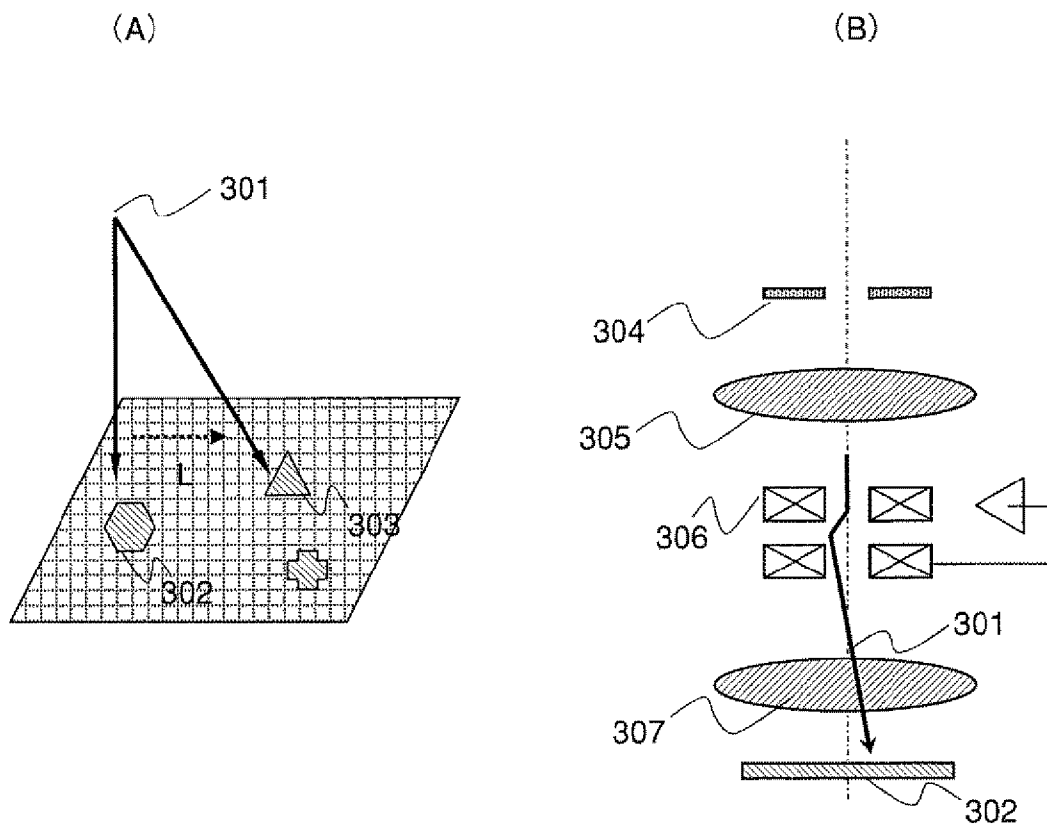
[図2]

図 2



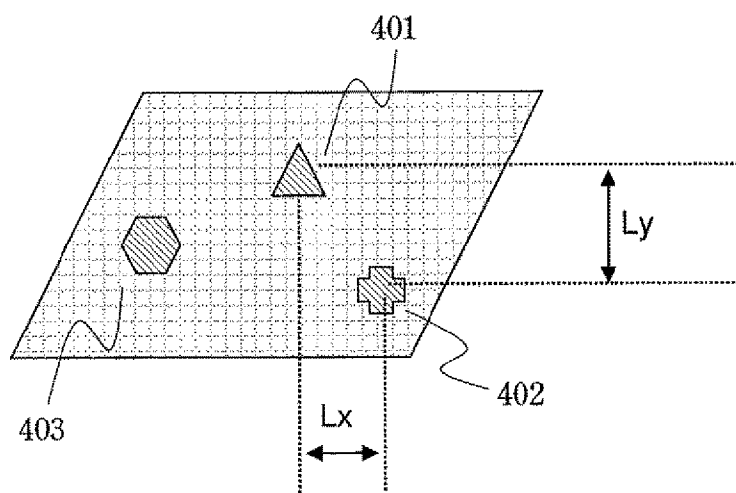
[図3]

図 3



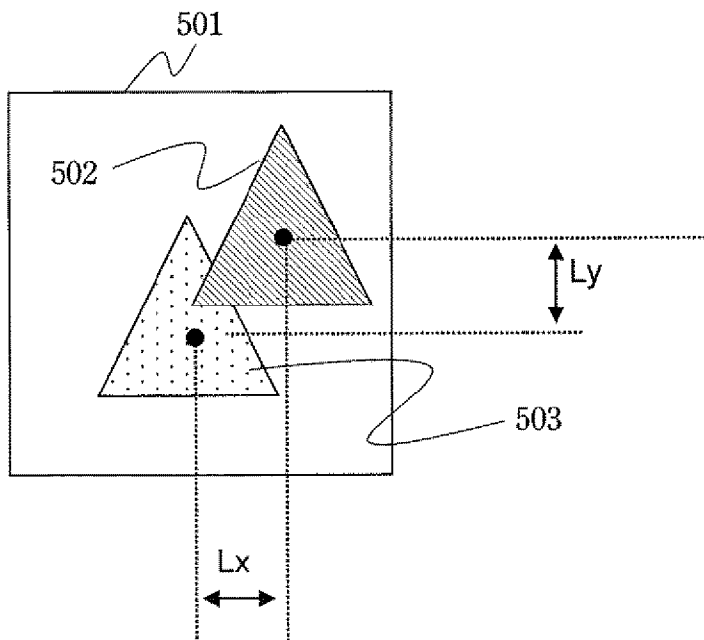
[図4]

図 4



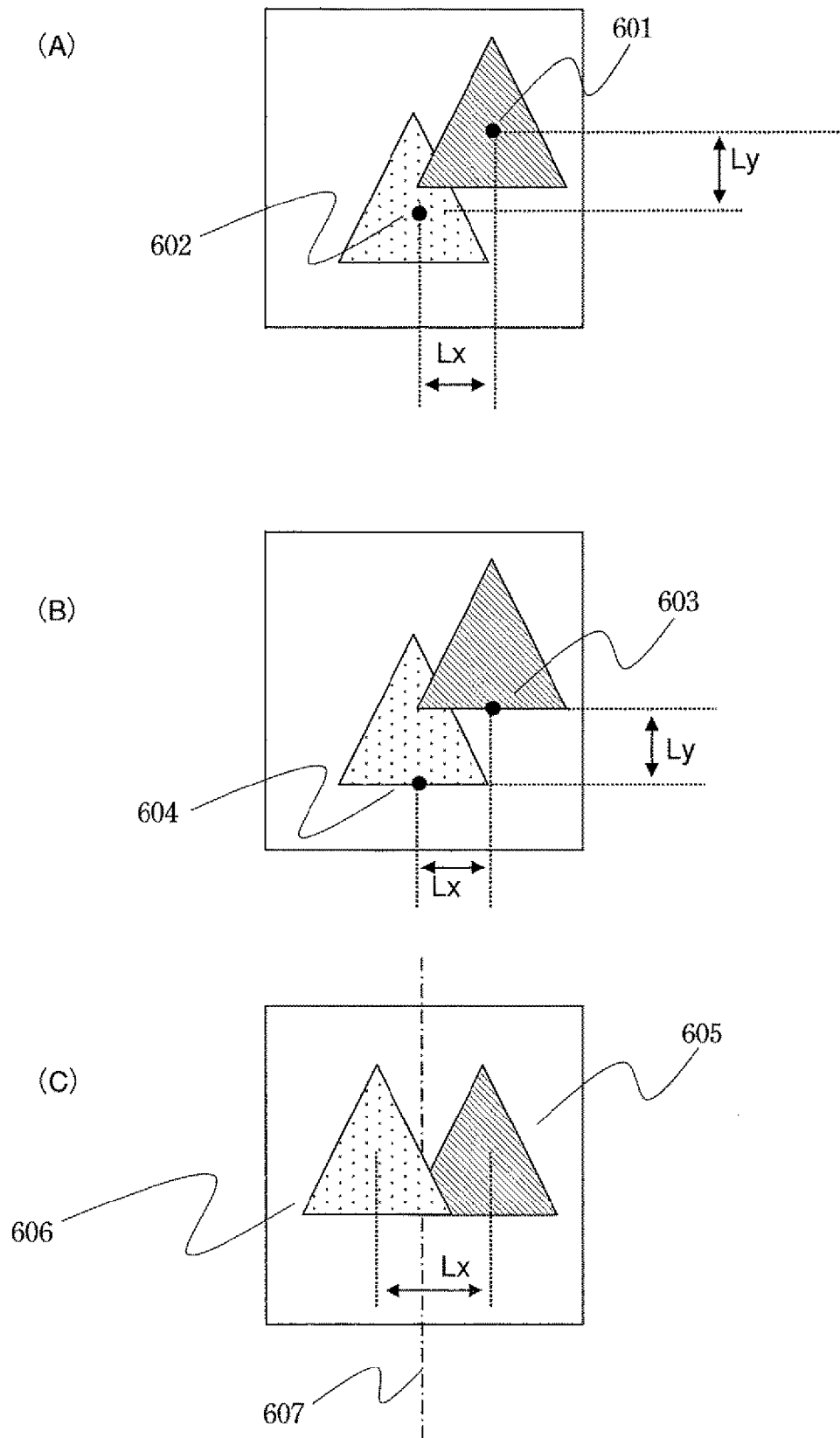
[図5]

図 5



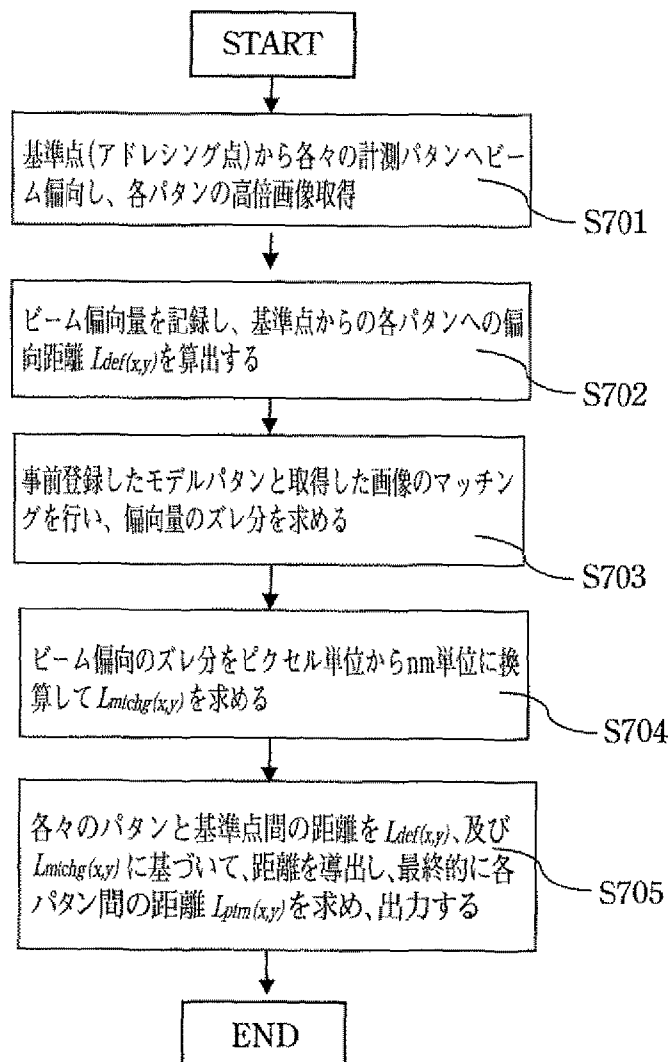
[図6]

図 6



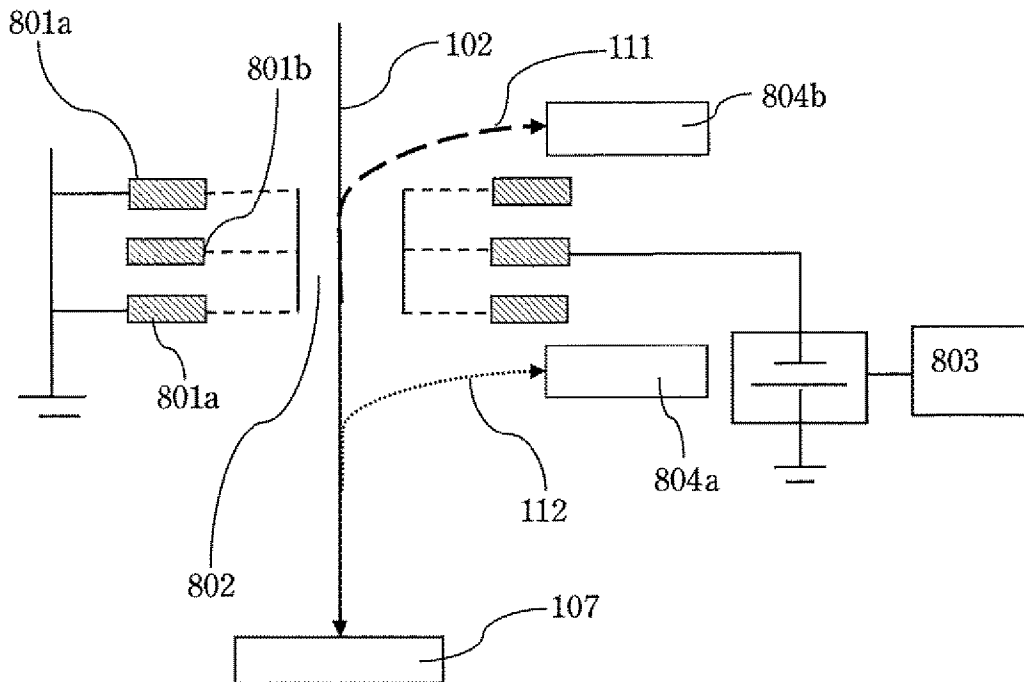
[図7]

図 7



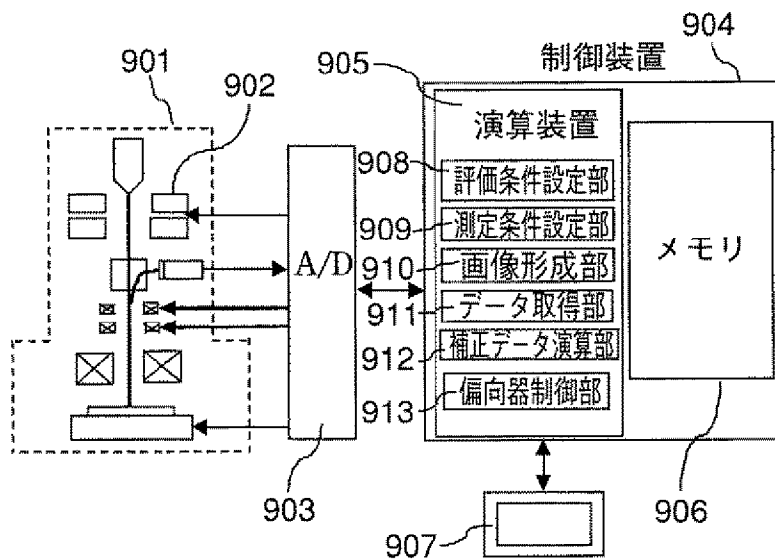
[図8]

図 8



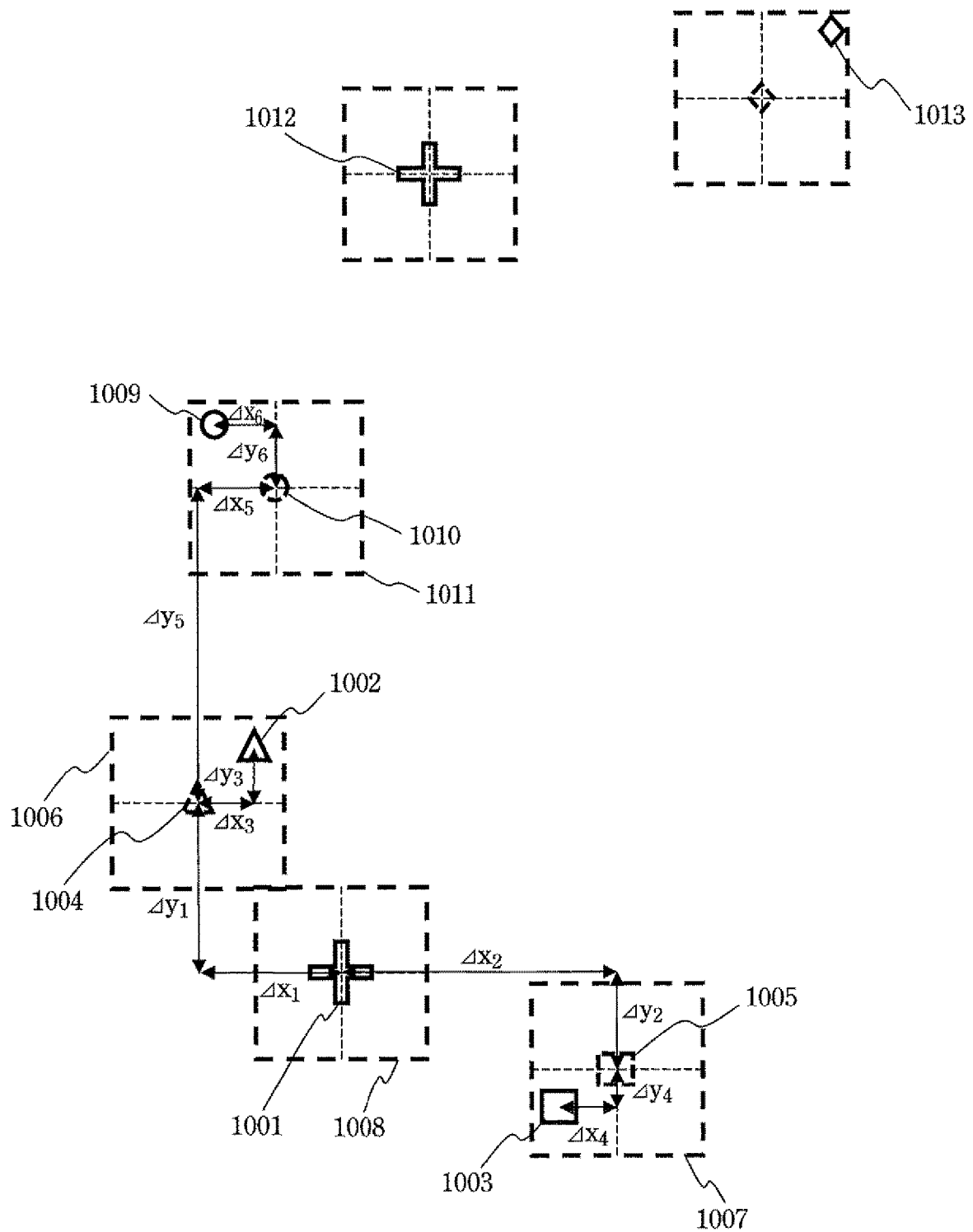
[図9]

図 9



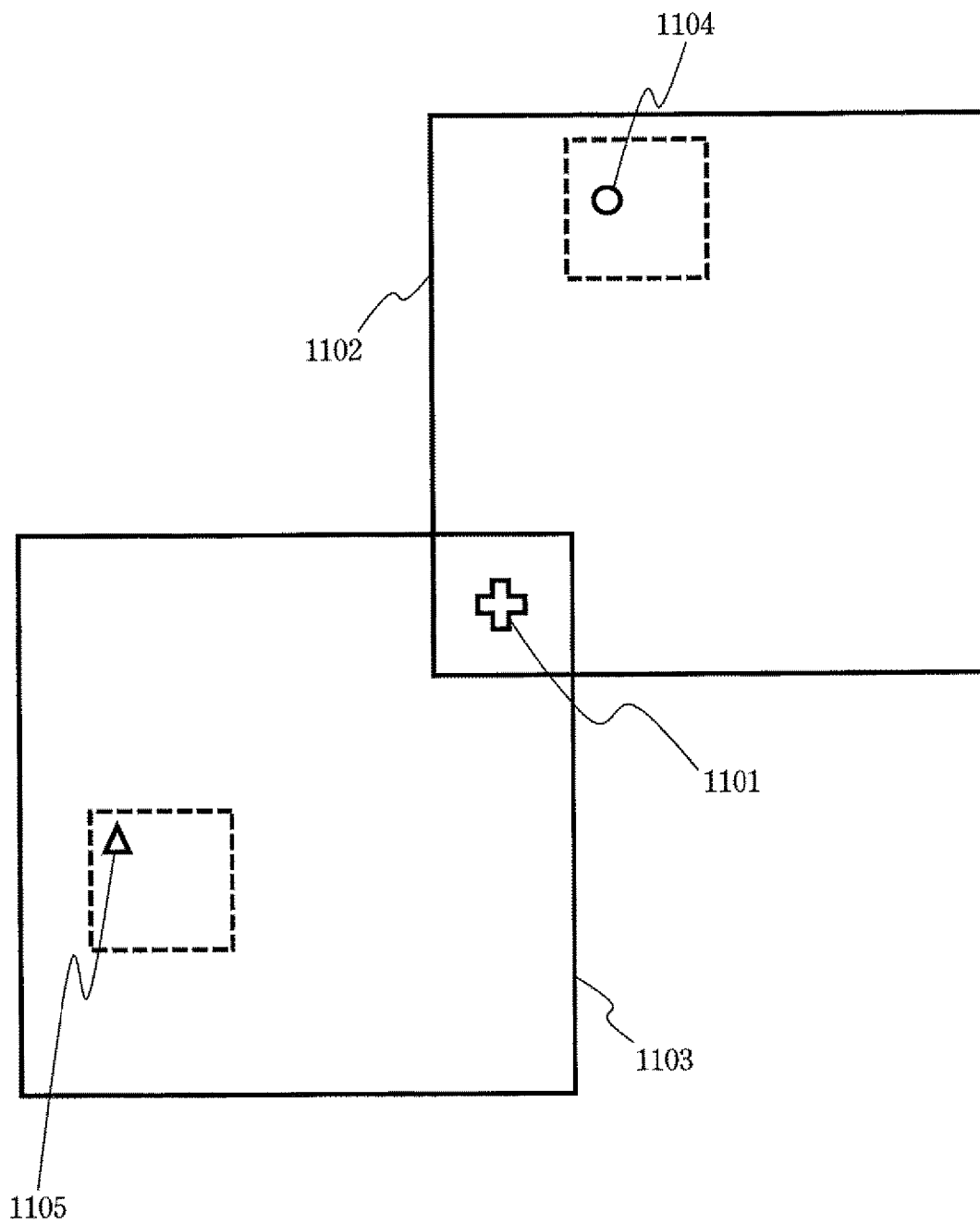
[図10]

図 10



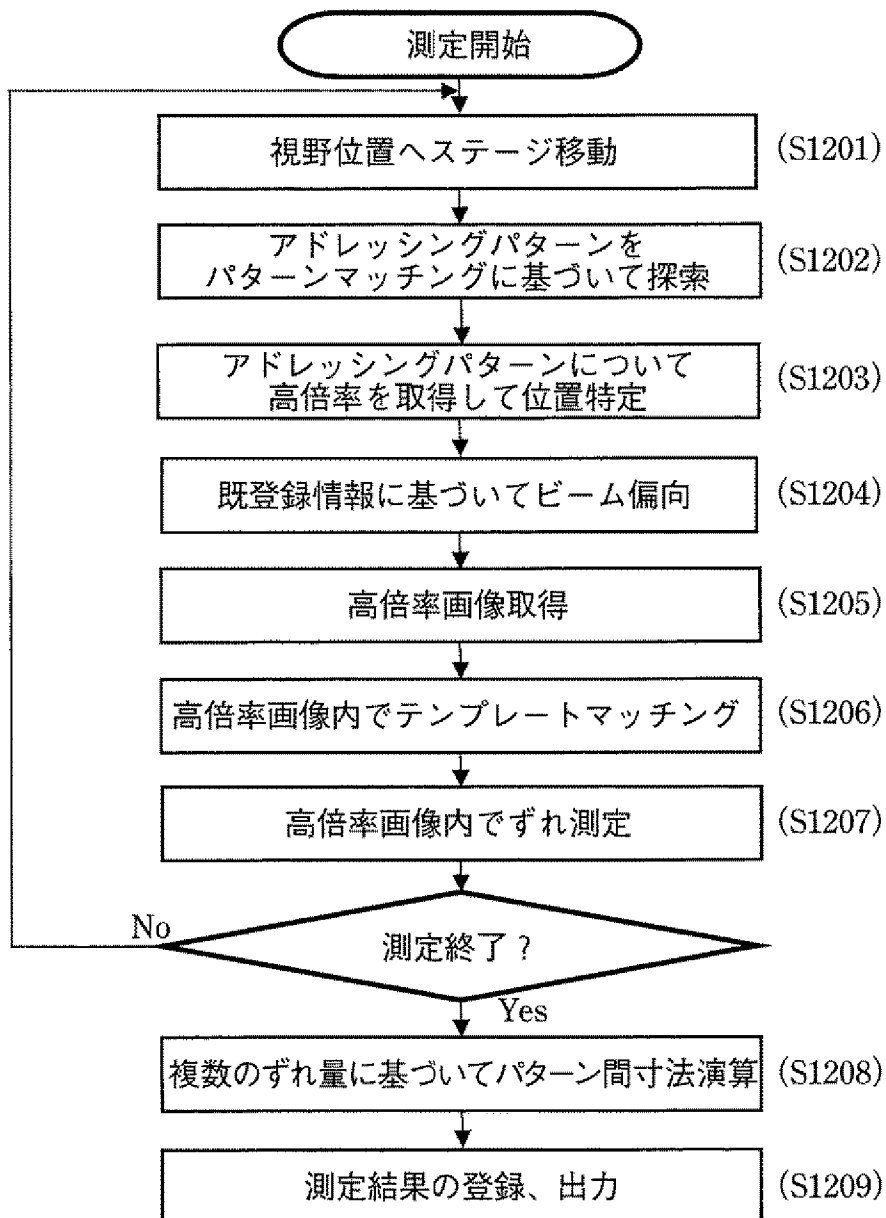
[図11]

図 11



[図12]

図 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053787

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B15/00(2006.01)i, H01J37/22(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B15/00-15/08, H01J37/00-37/295, G01N23/00-23/227, H01L21/64-21/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-243136 A (JEOL Ltd.), 21 September 1993 (21.09.1993), paragraphs [0007] to [0010]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-8
Y	JP 2008-84626 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0029] to [0038]; fig. 5 to 8, 18 to 19 & US 2008/0073528 A1 paragraphs [0048] to [0057]; fig. 5 to 8, 18 to 19 & US 2011/0174975 A1	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 May, 2013 (01.05.13)Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053787

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-173038 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0014] to [0025] & US 2006/0219907 A1 paragraphs [0017] to [0023] & EP 1672672 A2	7
A	JP 2008-218115 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 18 September 2008 (18.09.2008), entire text; all drawings & US 2008/0210865 A1	1-8
A	JP 2003-197138 A (Toshiba Corp.), 11 July 2003 (11.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 10-31968 A (Nikon Corp.), 03 February 1998 (03.02.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B15/00(2006.01)i, H01J37/22(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B15/00-15/08, H01J37/00-37/295, G01N23/00-23/227, H01L21/64-21/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 5-243136 A (日本電子株式会社) 1993.09.21, 【0007】 - 【0010】, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2008-84626 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2008.04.10, 【0029】 - 【0038】, 第 5-8, 18-19 図 & US 2008/0073528 A1, [0048]-[0057], FIG. 5-8, 18-19 & US 2011/0174975 A1	1-8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岸 智史

2 S

3 6 0 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-173038 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2006.06.29, 【0014】 - 【0025】 & US 2006/0219907 A1, [0017]-[0023] & EP 1672672 A2	7
A	JP 2008-218115 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2008.09.18, 全文, 全図 & US 2008/0210865 A1	1-8
A	JP 2003-197138 A (株式会社東芝) 2003.07.11, 全文, 全図 (ファミ リリーなし)	1-8
A	JP 10-31968 A (株式会社ニコン) 1998.02.03, 全文, 全図 (ファミ リリーなし)	1-8