

(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  
2011年2月24日(24.02.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/021346 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01B 15/04 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)  
G01N 23/225 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/004589
- (22) 国際出願日: 2010年7月15日(15.07.2010)
- (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 2009-191567 2009年8月21日(21.08.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 田中麻紀(TANAKA, Maki) [JP/JP]; 〒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).

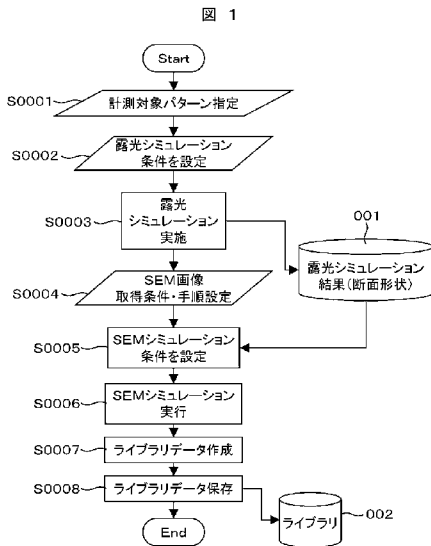
長谷川昇雄(HASEGAWA, Norio) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2 4 番 1 4 号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 宍戸千絵(SHISHIDO, Chie) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP). 大崎真由香(OSAKI, Mayuka) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP).

- (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, 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, JP, 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, PE, PG, PH,

[続葉有]

(54) Title: PATTERN SHAPE ESTIMATION METHOD AND PATTERN MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: パターン形状推定方法、及びパターン測定装置



(57) Abstract: Provided are a pattern shape estimation method and a pattern measuring device which are capable of more appropriately estimating pattern shapes. Under different conditions, multiple pattern cross-sectional shapes are obtained by exposure process simulations. Each of the aforementioned multiple pattern cross-sectional shapes is used to estimate waveforms. The estimation results are stored in a library. The actual waveform obtained during measurement is compared with the estimated waveforms, a selection is made of the estimated waveform that best matches with the actual waveform, and the shape of the measured pattern is estimated.

(57) 要約: パターンの形状をより適切に推定できるパターン形状推定方法及びパターン測定装置を提供する。相異なる条件で複数のパターン断面形状を露光プロセスシミュレーションにより求め、該複数のパターン断面形状のそれぞれを用いて波形を推定し、ライブラリに記憶する。計測時に取得した実波形を該推定した波形と比較して、最も一致する波形を選択し、計測したパターンの形状を推定する。

001 RESULTS OF EXPOSURE SIMULATIONS (CROSS-SECTIONAL SHAPES)  
002 LIBRARY  
S0001 DESIGNATE PATTERNS TO BE MEASURED  
S0002 SET CONDITIONS FOR EXPOSURE SIMULATIONS  
S0003 IMPLEMENT EXPOSURE SIMULATIONS  
S0004 SET CONDITIONS AND PROCEDURES FOR OBTAINING SEM IMAGES  
S0005 SET CONDITIONS FOR SEM SIMULATIONS  
S0006 IMPLEMENT SEM SIMULATIONS  
S0007 CREATE LIBRARY DATA  
S0008 SAVE LIBRARY DATA

WO 2011/021346 A1



PL, PT, RO, RS, RU, 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.

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： パターン形状推定方法、及びパターン測定装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、試料上に形成されたパターンの寸法を測定する方法、及び装置に係り、特にリソグラフィ工程により形成されるパターンの形状の推定、或いは寸法測定を行う方法、及び装置に関する。

### 背景技術

[0002] 半導体ウェハの製造工程において、ウェハ上に多層に形成されるパターンの微細化が急速に進んでおり、それらのパターンが設計どおりにウェハ上に形成されているか否かを監視するプロセスモニタの重要性はますます増加している。中でもトランジスタゲート配線をはじめとする配線パターンは、その配線幅とデバイス動作特性に強い関連があり、その配線製造プロセスのモニタは特に重要である。

[0003] 数十ナノメートルオーダの微細配線の線幅を測定する測長ツールとしては、それらの配線を数十万倍の拡大倍率で撮像可能な線幅測定用の走査型電子顕微鏡（測長SEM（Critical dimension Scanning Electron Microscope））が従来から用いられている。このような走査型電子顕微鏡を用いた測長処理の一例が特許文献1に記載されている。特許文献1には、測定対象配線を撮像した画像内の局所領域から、配線の信号プロファイルを作成し、このプロファイルにおいて検出した左右の配線エッジ間の距離として配線寸法を算出する手法が開示されている。

[0004] しかし、非特許文献1 (Fig1)に開示されているように、SEMの信号波形においては、その計測対象の形状が変化すると、それに応じて信号波形も変化することが知られている。半導体パターンの微細化に伴い、これら計測誤差がプロセスモニタに与える影響は大きくなりつつある。このような計測誤差を低減する手法が非特許文献1 および非特許文献2に開示されている。こ

の手法では、パターン形状とSEM信号波形の関係を予めシミュレーションにより計算しておき、その結果を利用して対象形状に依存しない高精度計測を実現している。

- [0005] 具体的には、非特許文献1および非特許文献2に開示されている手法では、パターン形状とSEM信号波形の関係を予めSEMシミュレーションにより計算しておき、その結果を利用して対象形状に依存しない高精度計測を実現している。非特許文献1、非特許文献2、及び非特許文献3には、パターン形状をパラメタにより数値化し、様々な形状のSEMシミュレーション結果をライブラリとして保存し、実波形と比較することで、形状および寸法の推定を正確に行う手法が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

- [0006] 特許文献1：特開平11-316115号公報

#### 非特許文献

- [0007] 非特許文献1：J. S. Villarrubia, A. E. Vladar, J. R. Lowney, and M. T. Postek, "Scanning electron microscope analog of scatterometry," Proc. SPIE 4689, pp. 304-312 (2002)

非特許文献2：J. S. Villarrubia, A. E. Vladar, M. T. Postek, "A simulation study of repeatability and bias in the CD-SEM," Proc. SPIE 5038, pp. 138-149, 2003.

非特許文献3：J. S. Villarrubia, A. E. Vladar, B. D. Bunday, M. Bishop, "Dimensional Metrology of Resist Lines using a SEM Model-Based Library Approach," Proc. SPIE 5375, pp. 199-209, 2004.

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

- [0008] 上述のような、ライブラリを利用すれば、走査電子顕微鏡に代表される荷電粒子線装置を用いて、得られた信号波形に基づく、パターン形状の推定が

可能となるが、パターン形状を表すパラメタの種類が多くなると、異なるパターン形状であったとしても、同様の信号波形を持ってしまい、パターン形状が一意に求まらないことがある。また、露光プロセスにより形成されるレジストパターンは、一般に知られるように、露光装置のフォーカス変動によりパターンの断面形状が複雑に変化する。上記非特許文献3にはレジストパターンの断面形状を側壁傾斜角とトップコーナの曲率で表現する方法が開示されているが、このような単純な形状モデルでは実際の製造プロセスで発生しうるパターン形状変化を十分に表現することができない。複数台形の組み合わせなど、形状モデルを複雑にすれば多様な形状を表現することが可能だが、形状パラメタの数が増えてしまい、マッチングが不安定になるという問題がある。

[0009] 特許文献1はもとより、非特許文献1及び非特許文献2には、そのような課題、及びその解決手段については何等論じられていない。

[0010] 以下に、実波形とライブラリとの比較に基づいて、パターンの形状を推定するに際し、形状パラメタでの表現が困難であるリソグラフィ工程により形成されるレジストパターンの形状を高精度に推定および計測することを目的としたパターン形状選択方法、測定方法および荷電粒子線装置を説明する。他に、リソグラフィ工程の評価を行うために用いられる露光シミュレーションの適正な評価を行うことを目的とした方法、及び装置を説明する。

### 課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するための一態様として、取得された波形をライブラリに参照することによって、パターンの形状を選択する方法、及び装置であって、ライブラリ作成時のパターン断面形状のモデル化を露光プロセスシミュレーションの結果を用いて行うことによって、安定で高精度なパターン断面形状推定および計測を行う方法を提案する。

[0012] また、他の態様としてライブラリを用いて露光シミュレーションの評価を行う方法を提案する。

### 発明の効果

- [0013] 上記一態様によれば、露光プロセスシミュレーションの結果を用いることにより、実際のパターンに近い断面形状を有するライブラリを用いることができるため、安定でより精度の高いパターン形状の選択を行うことが可能となり、パターン形状推定を高精度に実現することが可能となる。
- [0014] また、上記他の態様によれば、露光シミュレーションの適正な評価を行うことが可能となる。

### 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]パターン形状推定用ライブラリの作成工程を説明するフローチャート。  
[図2]ライブラリを参照して、撮像したSEM画像からパターンの形状を推定する工程を説明するフローチャート。  
[図3]露光シミュレーションを利用したライブラリ作成とSEM画像波形マッチングを説明する説明図。  
[図4]ライブラリマッチング結果の出力方法を説明する説明図。  
[図5]ライブラリマッチング結果を用いた露光シミュレータの評価および調整方法の説明図。  
[図6]ライブラリマッチング結果を用いた露光シミュレータの評価および調整方法の説明図。  
[図7]複数のSEMを含む計測システムの一例を説明する図。  
[図8]設計データに基づいた露光シミュレーションのプロセスを説明する図。  
[図9]ホットスポットの検出に基づいて、ライブラリ作成を行う工程を示すフローチャート。

### 発明を実施するための形態

- [0016] 以下の説明では、パターンの形状単位で波形を登録し、実測定に基づいて、パターン形状の推定、及び計測を行うことを、モデルベース計測或いはライブラリマッチング手法と呼ぶ。この、ライブラリとのマッチング処理には、各種の非線形最適化手法を用いることができる。しかしながら、このような推定手法は解の安定性が得られない場合には、正しい結果を得ることは難しい。

- [0017] M. Tanaka, J. S. Villarrubia and A. E. Vladar, "Influence of Focus Variation on Linewidth Measurements, " Proc. SPIE 5752, pp.144-155(2005)、およびM. Tanaka, J. Meessen, G. Shishido et al., "CD bias reduction in CD-SEM linewidth measurements for advanced lithography, " Proc. SPIE 6922, pp. 69221T-1-11(2008)に説明されているように、ライブラリマッチングにおける解が一意にきまらない場合がある。このマッチング時の解の一意性の問題は、パターン形状のモデルが複雑な場合や推定すべきパラメタの数が多い場合に特に問題となる。このような場合には、当然ライブラリマッチングもうまくいかず、正しい計測結果を得ることはできない。
- [0018] このような課題を解決するには、製造プロセスの変動などによって、計測したいパターンに起こりうる形状変化をカバーするパターン形状をできるだけ少ないパラメタ種類で正確に表現することが有効となる。そこで、以下に、露光シミュレーションを利用して形成したパターン形状モデルを用いてライブラリを作成することによりライブラリマッチングの精度を向上する手法を説明する。露光シミュレーションにより得られるパターン形状は側壁傾斜角やコーナ曲率などの簡単な形状パラメタで表現することは困難であるが、露光シミュレーションに用いられるプロセスパラメタ、例えば露光エネルギー量と露光フォーカス値を用いて表現することにより、少ないパラメタ数で、現実のパターンに近い複雑な形状変化を表現することが可能となる。
- [0019] 第1の実施例では、露光プロセスシミュレーションの結果をレジストパターン断面形状のモデルとして用いてライブラリを作成する。パターン断面形状は、直接形状を表すパラメタではなく、露光量とフォーカスなどの露光プロセスパラメタを用いて表現する。計測時には、露光プロセスパラメタを介してライブラリ内の対応するパターン形状の選択を行い、対象パターンの形状と寸法を計測する方法を開示している。
- [0020] 第2の実施例では、露光プロセスシミュレーションを用いて作成したSEM波形のライブラリデータと、既知で複数の露光プロセスパラメタで実際に露光した実パターンから得られるSEM信号波形をマッチングすることで対

象パターンの形状と寸法を計測する方法を開示している。また、推定されたパターン形状或いは露光プロセスパラメタと、上記パターン加工時の既知の露光プロセスパラメタとの一致度合いを評価することにより、露光シミュレーションの精度評価とパラメタ調整を行う方法を開示している。

[0021] 第3の実施例では、露光シミュレーション結果を用いて作成したライブラリと実サンプルの波形のマッチングにより推定されたパターン形状或いは露光プロセスパラメタと、パターン加工時の既知の露光プロセスパラメタとの一致度合いを評価することにより、露光シミュレーションのパラメタ調整を行う別の方法を開示している。

[0022] 第4の実施例では、第1から第3のパターン計測方法を実現するために最適なシステムの一例を開示している。

[0023] 上記手法によれば、モデルベース計測手法におけるマッチング精度が向上でき、その結果モデルベース計測手法そのものの精度も向上する。また、マッチングにより露光プロセスシミュレーションと実パターンの乖離度合いを定量的に得ることができ、露光シミュレータに使用されているプロセスパラメタの調整を行うことが可能となる。

[0024] 上記手法は、各種の荷電粒子線装置（SEM、イオン顕微鏡等）に適用可能であるが、以下の実施例では代表としてSEMを用いる場合を例にとって説明する。

### 実施例 1

[0025] 第1の実施例では、露光プロセスシミュレーションを用いたパターン寸法計測方法の基本的な実施形態について、図1から図4を用いて説明する。

[0026] 図1はシミュレーションライブラリ作成と画像取得レシピ（自動画像取得のための手順を装置のタスクリストとして記録したファイル）作成の手順を示す。

[0027] はじめに、計測対象パターンを指定する（ステップS0001）。パターンの指定は、実際にパターンをSEMで観察しながら行ってもいいし、パターンの設計データを用いて行ってもよい。次に、指定された計測対象である



レジストパターン形成の露光プロセスを反映した露光プロセスシミュレーションを実行するために必要な条件を設定する（ステップS0002）。詳細は後述するが、露光シミュレーションにはマスクや光源、レジストパラメタなどの設定が必要である。露光プロセスで用いるマスク種類、レイアウト、レジストおよび下地反射防止膜の種類は設計時に決まっているため、計測対象パターンが決まれば、これらの値は設定可能である。これらの設計情報データにアクセスできる環境にあれば、図1のフローは、操作者が介することなく、設計データに基づいて自動で設定することも可能である。ここでは、露光プロセスシミュレーションに必要な基本的な条件に加え、露光条件の変動に対応した計測を実現するために、計測対象製造プロセスの変動範囲を考慮したシミュレーションを行う。例えば、露光時のエネルギー量とフォーカスの値を変更して、相異なる露光条件におけるパターン断面形状を算出しておく。このように露光エネルギー量とフォーカス値を変更したパターン或いはデータのセットをFocus-Exposure Matrix（以下FEM）と呼ぶ。露光シミュレーションの詳細については後述する。次に、露光プロセスシミュレーションを実行（ステップS0003）し、シミュレーション結果であるパターン情報を保存する。

[0028] 次に、実際に測長SEMで計測を行う際のSEM画像取得条件（電子ビームの照射エネルギーや電流量、画像倍率など）を設定する（ステップS0004）。このSEM画像取得条件の設定は、実際にSEMで画像を見ながら行ってもよいし、露光パターンを測るための一般的な条件があれば、自動で設定を行うことも可能である。ここで、画像取得条件と手順を計測レシピとして記録する。次に、上記ステップS0004で設定したSEM画像取得条件で取得されるSEM画像を計算するためのシミュレーション条件を設定する（ステップS0005）。シミュレーションに使用する撮像条件パラメタはステップS0004で設定した値を用いればよいし、計測対象パターンの材料および形状情報は露光シミュレーションで設定した材料情報と露光シミュレーション（ステップS0003）の結果得られたパターン情報を用いれ

ばよい。次に、SEM画像生成過程のSEMシミュレーションを実行（ステップS0006）し、シミュレーション結果を元にライブラリデータを作成し（ステップS0007）、シミュレーション波形ライブラリ002として保存する（ステップS0008）。

[0029] シミュレーションライブラリとは、パターンの形成条件、或いは形状を様々な値に設定して計算したSEMシミュレーション波形を、その形状情報と関連付けて保存したものであり、これらのSEMシミュレーション波形の中から、実際のSEM画像信号波形に最も近い形状を持つ波形を選択するマッチング処理を行い、そのシミュレーション波形算出時のサンプル形状パラメータとマッチング位置から計測対象パターンの寸法および形状を推定する。第1の実施例では、パターン断面形状を露光プロセスシミュレーションの結果を用いて作成し、それぞれの断面形状を、断面形状そのものを直接表すパラメータ（例：線幅、側壁傾斜角など）ではなく、露光シミュレーション実行時のプロセス条件パラメータ、例えば露光エネルギーとフォーカス値を用いて表現する。ライブラリ作成の詳細については後述する。以上の手順により、計測に用いる複数のSEM画像取得のレシピと計測に用いるシミュレーションライブラリを生成する。

[0030] 次に、図2を用いて、実際のパターン計測手順について説明する。まず、予めステップS0004で指定したSEM画像取得条件で、計測対象パターンのSEM画像を取得する。この画像取得は、はじめに計測対象パターンの形成された半導体ウェハを後述のSEM装置003にロードし、事前にアライメント等を行って、所望の計測対象パターン位置の画像をSEM装置003により取得する（ステップS0010）。SEM装置003は、電子銃から放出される電子ビームを収束させ、微小スポットとしてサンプル表面に照射する。

[0031] ビームを二次元走査しながら照射することで、各位置において放出される二次電子や反射電子を検出し、デジタル画像として保存することができる。次に得られたSEM画像のセットと、図1に示した手順で作成したシミュレ

ーションライブラリとのデータのマッチングを行う（ステップS0011）。マッチング処理は、SEM画像とSEMシミュレーション波形を比較し、その一致度が、最もよくなるシミュレーション結果を選択することで、計測対象パターンの形状およびエッジ位置を推定する。先述のように、第1の実施例で使用するシミュレーションライブラリでは、パターンの断面形状を露光プロセスパラメタである露光エネルギー量とフォーカス値で表現しているため、マッチング結果も露光エネルギー量とフォーカス値となる。

[0032] 次に、SEM画像とライブラリのマッチング結果から、パターン形状およびユーザ所望のパターン寸法を算出する（ステップS0012）。ステップS0011で露光エネルギー量とフォーカス値が推定できれば、露光シミュレーション結果からパターン断面形状およびエッジ位置を得ることができる。ライブラリデータ内では、これらの断面形状とSEM信号波形の関係が明らかであるから、これらの関係を用いることで計測対象パターンの形状と寸法を正確に推定できる。最後に計測結果を画面およびファイルに出力する（ステップS0013）。

[0033] 以下に、図1および図2の一部の処理手順の詳細を説明する。ここでは、簡単のため、単純なライン構造パターンの例を示す。

[0034] まず、ステップS0003の露光プロセスシミュレーションの詳細について説明する。露光プロセスシミュレーションでは、マスクおよび光学系の情報（マスク種類、レイアウト、光源、照明系、投影レンズ条件など）と使用されるレジストや下地反射防止膜の材料情報（レジスト感度特性など）、また露光後の各種処理条件を入力する必要がある。これらの情報を用いて、エアリアルイメージ（空間像）を算出し、レジスト材料内における光強度分布、露光レジスト反応後の潜像、露光後ベーク（Post Exposure bake: PEB）、現像処理などの過程をモデルに基づいて計算し、形成されるパターン形状を算出する。露光シミュレータのパラメタが十分に調整されていれば、実際に形成されるレジストパターン形状を良好に算出することができる。

[0035] 図3(a)はステップS0003により得られる露光シミュレーション結

果の一例である。露光エネルギー量とフォーカス値を振って計算すると、図3に示されるように、露光エネルギーとフォーカス値に応じて変化するパターン断面形状を得ることができる。一般に、これらの断面形状は、ポリゴンなどの座標データの点列でされており、任意の形状を表現することができる。このように、露光シミュレーション結果を形状モデルとして用いれば、実際に存在し得る形状を正確に表現することができ、またこれらの形状を形状ではなく露光条件のパラメタで表現することにより、簡単で少ないパラメタで複雑な形状を表現することが可能となる。推定されるべき形状パラメタ（本実施例では代わりに露光条件パラメタで表現）の数が少なければ、ライブラリマッチングは安定で高速になる。

[0036] 次に、上記の方法により得られたレジストパターンの断面形状を用いたライブラリの作成方法について説明する。図3(a)の断面形状と材料、そして計測用画像取得時のSEMの条件が決まれば、与えられた断面形状のパターンのSEM画像を撮像した場合の信号波形をシミュレーションすることが可能である。SEM画像のシミュレーションは固体内での電子の散乱、励起などをモデル化したモンテカルロシミュレーションを利用すればよい。なお、図示していないが、露光プロセスおよびSEMのどちらのシミュレーションも隣接するパターンの影響を受けるため、どちらのシミュレーションも隣接パターンも考慮して行う。

[0037] 図3(b)は、ある断面形状の結果に対し、SEMシミュレーションを行って信号波形を算出した場合の例である。例えば図3(a)の丸で囲った断面形状010を入力として、モンテカルロシミュレーションにより信号波形011が算出できる。このとき、SEMシミュレーションでは入力断面形状と出力の信号波形のx方向座標を正確に対応付けることができる。このようなデータセットに対し、事前に露光シミュレーション結果の断面データからエッジの位置、例えばパターンボトムのエッジ位置を求めて、信号波形と対応付けておけば、信号波形のどの部分が実際のパターンのボトム位置に相当するのかが対応付けることができる。また、断面形状のデータから任意高

さにおける線幅を算出することもできる。予め、計測したい高さを指定し、当該高さでの寸法値を波形データと一緒にライブラリに保存しておけば、波形マッチングの結果から、必要な寸法情報を容易に得ることができる。例えば、パターンのトップ、ボトムおよび50%高さにおける幅などを算出しておけばよい。

[0038] また、座標データ列で表されている任意の断面形状を、ボトム幅、トップ幅、高さ、側壁傾斜角、コーナ曲率などの形状パラメタで表現しておけば、計測結果を露光プロセスの管理や制御に用いるときに便利である。形状パラメタでの表現は形状モデルを決めて、断面形状データ点列をモデルに当てはめることで定量化できる。例えば、台形モデルを用いるのであれば、高さの最小・最大値を用いて高さを求め、上部と下部の一部データを除いた左右それぞれの側壁部分のデータ列に直線当てはめを行い、側壁の傾斜角、トップおよびボトムのコーナ座標を求めることができる。このような、形状モデルとパラメタで表現したデータを波形データと一緒にシミュレーションライブラリに保存しておく、マッチング結果により得られた断面形状を使いやすい数値で表現することが可能となる。

[0039] このようにして得られる断面形状とSEM信号波形の組み合わせを露光プロセスパラメタである露光エネルギーとフォーカス値、ボトムやトップなど、特定高さの寸法、或いは簡易形状のモデルを用いたパラメタと一緒に記録することでライブラリを作ることができる。このライブラリは、形状モデルは露光条件パラメタで表現するが、直接形状を表すパラメタも同時に有するものとなる。

[0040] 次に、このようにして生成されたライブラリを用いて、計測対象パターンの露光条件およびパターン形状を推定する方法を図3(c)を用いて説明する。ステップS0010において、計測対象パターンのSEM画像を撮像した後、画像からSEM信号の波形プロファイルを抽出する。図3(c)のSEM画像012中のラインパターン波形位置を検出し、ラインパターン部分(図3(c)の四角で囲った部分)の信号波形を数値データとして取得する

。このとき、画像のS/Nが良好でない場合には、複数のスキャンデータの平均処理を行えば、計測の安定化に有効である。単純なラインパターンの場合には、複数のスキャンの平均を行えばよい。このようにして得られた実画像のSEM信号波形013をライブラリ内に保管されている複数のSEMシミュレーション波形と比較し、ライブラリ内で最も一致度の高いものを選択する。

[0041] 一致度の算出は、実画像とシミュレーションの信号波形データ間の差分をとり、全ての画素での差分の絶対値或いは自乗値の和を用いて評価すればよい（この例では、小さい方が一致度は高いと判断できる）。このとき、画像とシミュレーションデータ間のx方向オフセットは、一致度が最も高くなるシフト量を求めることで位置合わせを行う。このようにして算出される一致度の情報を用いて、ライブラリ内で最も一致度の高いデータセットを算出する。これにより、その波形シミュレーションセットの入力となった断面形状が、実際のパターン断面形状であり、またその断面形状を生成するための露光パラメタが当該パターン形成時の露光条件であったと推定できる。そこで、この一致度が最大になったか否かを判定し、最大でない場合には露光条件パラメタセットを更新し、新しい形状について再度波形を算出してマッチング処理を行い、一致度が最大と判断されるまで処理を繰り返す。一致度が最大となる露光条件パラメタが確定したら、結果を出力してマッチング処理を終了する。一致度最大となる露光条件パラメタを推定するためのマッチングの反復演算は、Levenberg-Marquardt法など、一般的な非線形最適化手法を適用することで実現することができる。ここで、シミュレーションデータは露光条件パラメタに対して離散値となるが、シミュレーションデータ間の補間を行えば、シミュレーション結果のない露光条件パラメタでのシミュレーション波形も推定することが可能である。シミュレーション波形の補間については、例えば、J. S. Villarrubia, A. E. Vladar, J. R. Lowney, and M. T. Postek, "Edge Determination for Polycrystalline Silicon Lines on Gate Oxide," Proc. SPIE 4344, pp. 147-156 (2001)に開示されている

方法を用いればよい。

- [0042] 非特許文献 1～3 に開示されているライブラリマッチング方法では、左右のエッジは独立にマッチングを行っているが、本実施例におけるマッチングでは、左右エッジ両方がマッチするパターンを選択するため、マッチングは波形全体を用いて行う。これは、マスクレイアウトによっては、露光パターンが左右対称形状を持つとは限らず、その場合に左右パターン形状の関係も露光プロセスパラメタにより変化する重要な特徴となるため、それを用いたマッチングを行うためである。左右エッジが対象である場合には、片側のみの波形を算出して用いてももちろんよい。このようにして実画像とシミュレーションライブラリのマッチングを行うことにより、計測対象パターンの露光条件、断面形状、寸法を推定することができる。
- [0043] 図 4 に推定結果の出力例を示す。SEM 画像 0 1 2 上に SEM 信号波形 0 1 3 を表示する。また表示された信号波形と合わせて推定された断面形状を表示すれば、推定結果を容易に確認することが可能となる。図 4 の例では、実線で露光シミュレータにより得られた推定断面形状 0 1 4 を、細い点線で簡易モデル（この場合は台形）を当てはめた形状を表示している。このとき、マッチング結果により得られたエッジの x 座標が SEM 画像 0 1 2 および SEM 信号波形 0 1 3 と一致するように表示する。マッチングにより選択されたシミュレーション波形を重ねて表示してももちろんよい。また、推定された結果を数値として計測結果表示部 0 1 6 に表示する。これらの数値データはテキストファイルなどにも出力してももちろんよい。
- [0044] 本実施例では、簡単のため露光エネルギー量とフォーカス値のみの例を表しているが、このほかにもレジスト感度特性などを変更したデータがライブラリに含まれていてももちろんよい（その場合には 3 次元以上の多次元空間となる）。露光エネルギー量とフォーカス値以外のパラメタを用いた別の実施例については第 3 の実施例で説明する。
- [0045] 以上、図 1～図 4 を用いて説明したように、上述のパターン計測方法では、露光シミュレーションにより算出される断面形状情報を形状モデルとして

用いることにより、レジストパターンの複雑な形状変化を適切に表現することが可能となる。このような適切な断面形状モデルを用いて、SEMシミュレーション波形と実SEM画像の比較を行うことにより、計測対象パターン内外での電子の散乱の影響や、パターンの断面形状の影響など、電子線照射に伴う物理現象を考慮した高精度な計測が可能となる。

[0046] また、露光シミュレーションにより算出される断面形状を、露光条件パラメタで表現することにより、複雑な形状を単純な少ないパラメタで表現することができ、その結果ライブラリマッチングにおける解の一意性の問題を解決することができ、安定で高速な計測が可能となる。また、ライブラリマッチングにより、断面形状や寸法とともに露光条件パラメタの推定が可能のため、露光プロセスの管理や制御にも有効な情報を得ることができる。

[0047] パターンの断面形状計測手法は、半導体パターンの微細化により、必要な精度を得ることが非常に困難になっている。特にレジストパターンの計測には課題が多く、SEMやTEMなどによる断面観察においては、電子線照射によるレジストダメージは無視できないレベルになっている。原子間力顕微鏡は探針寸法の限界により十分な精度を得ることは難しい。また、光学的手法であるScatterometryは断面形状を推定できる手法であるが、十分な精度を得るためには他の計測手段で断面形状を計測し、モデルやパラメタをキャリブレーションする必要がある。SEMのライブラリマッチングによる断面形状推定手法は、Scatterometryのキャリブレーションにも用いることができる。

## 実施例 2

[0048] 次に、第1の実施例のライブラリマッチング方法を利用して、露光シミュレーションの評価を行う方法について説明する。第1の実施例では、露光プロセスシミュレーションは既に実サンプルに合うようにキャリブレーションされていることを前提としていたが、実際には、露光プロセスシミュレーションそのもののキャリブレーションも課題が多い。特に、レジストパターンの断面形状を早く、安価でかつ正確に測る有効な手段がないために、シミュ



レーションパラメタのキャリブレーションを困難としている。そこで、第2の実施例では、第1の実施例で説明したライブラリマッチングによるパターンの形状計測および寸法方法を用いて、露光プロセスシミュレーションの評価と調整を行う方法について説明する。

[0049] 第1の実施例では、露光条件の変動量が未知のパターンを計測する場合について説明したが、第2の実施例では、露光エネルギーとフォーカス値を変化させて複数のショットを形成したFEMウェハを作成し、FEMウェハ上の各チップについて第1の実施例と同様のマッチング処理を実行する。露光シミュレーションが実際の露光状態とうまく合っていれば、計測結果もシミュレーション結果と一致するが、一致しない場合には、不一致の状態が露光シミュレーションと実パターンの違いを表すことになる。そこで、このシミュレーションと実パターンの不一致を評価することで、露光シミュレーションのパラメタ調整を行う方法を、図5を用いて説明する。

[0050] はじめに、調整すべき露光条件を設定する(図5(a))。次に、設定された露光条件よりも広いパラメタ範囲で露光シミュレーションとその結果の断面形状でのSEMシミュレーションを実施してライブラリを作成する(図5(b))。これに対し、予め設定した露光条件で実際のウェハを露光して、パターンを形成(図5(c))、形成された各ショットのパターンに対して、ライブラリマッチングを実施する。図5(d)に示すように、露光シミュレーションが十分にキャリブレーションされていない場合には、推定された露光エネルギーおよびフォーカスの値が図5(a)で設定した設定値からずれる。このずれ量が露光シミュレーションと実パターンの不一致の指標となる。例えば、FEM全体での露光エネルギーとフォーカスの推定値と設定値のずれ量の平均値とばらつきを求めれば、露光条件パラメタのオフセットと歪みに対応する指標値を得ることができる。ここで、図5(b)で算出した露光プロセスシミュレーション結果のデータセットの中に実際のパターンに対応する形状十分に含まれていれば、露光条件パラメタにずれは生じるが、断面形状の推定は正しく行える。ライブラリの断面形状セットの妥当性に

については、ライブラリマッチングの一致度を用いて判断が可能である。形状が正しく推定できている場合には、その形状情報を用いて露光シミュレーションの調整を行えばよい。図5(e)は調整に用いるデータの一例である。横軸に露光条件パラメタをとり、縦軸に形状或いは寸法パラメタをとって、露光シミュレーション結果と、ライブラリマッチングによる推定結果をプロットする。図5(e)の例では横軸に露光エネルギーE、縦軸に線幅をとっている。この例では、露光エネルギーの変化に対する寸法変化の感度が、シミュレーションより実パターンが高くなっていることがわかる。このような情報が得られれば、レジスト感度のパラメタを調整すればよいといった判断ができる。既に実パターン形状の計測結果が得られているので、露光シミュレーションの調整は、露光シミュレーションのパラメタを変更して繰り返すことで、実際のパターンを作り直す必要はない。これらの調整を経て、露光プロセスパラメタが適切に設定されれば、得られた条件での露光プロセスシミュレーション結果を用いたライブラリを用いれば、第1の実施例と同様に高精度で安定な計測が実現可能となる。

[0051] また、断面形状セットが適切でない場合には、エネルギー、フォーカス以外の露光条件パラメタの評価・調整が必要となる。詳細については第3の実施例で説明する。

[0052] 以上、図5を用いて説明したように、ライブラリマッチングにより、パターン断面形状および寸法の高精度計測が行えるだけでなく、露光シミュレーションと実パターンの整合性を定量評価することが可能となる。これにより、ウェハ非破壊での露光シミュレーションの評価・調整が可能となり、露光シミュレーションの精度を向上することが可能となる。また、調整された露光シミュレーション結果を用いてライブラリマッチングを実施することで、第1の実施例と同様の高精度で安定な計測が実現可能となる。

### 実施例 3

[0053] 次に、第1の実施例のライブラリマッチング方法を利用して、露光シミュレーションの評価を行う別の方法について説明する。第2の実施例では、露

光プロセスシミュレーションの調整は十分ではないが、露光エネルギーとフォーカスのパラメタを変更した露光シミュレーションによる断面形状セットが実際に露光プロセスで形成されるパターン形状を十分に表せている（ライブラリマッチングの一致度が十分に高い）場合について説明した。しかしながら、露光プロセスに関わるパラメタは数多くあり、特にレジスト材料など、化学的な特性パラメタは実験による合わせ込みが難しい。露光エネルギーやフォーカスずれなどは比較的モデル化しやすいが、レジスト特性を決める感光剤拡散長や表面難溶化パラメタ、PEBの温度や時間、現像特性を示す現像パラメタなどの調整には、容易なパターン形状評価手段が望まれる。

[0054] 図6を用いて第3の実施例を説明する。第2の実施例では露光エネルギーとフォーカスを変更したFEMのみでライブラリを作成、マッチングを行ったが、第3の実施例では、それ以外の露光プロセスパラメタを変更して、それぞれの条件でFEMデータを作成する。図6(a)に示すように、それぞれの露光プロセス条件のFEMライブラリを作成し、実際に露光したFEMウェハとのマッチングを行う。それぞれの露光プロセスパラメタで、第2の実施例の図5(d)と同様のデータセットが得られるため、これらのマッチング時の誤差を用いて、実ウェハと最もよく一致する露光プロセスパラメタを推定する。図6(b)は横軸に各FEMを作成した露光プロセスパラメタを、縦軸にそれぞれの条件におけるライブラリマッチングの誤差をプロットしている。露光シミュレーションで作成したライブラリ内に適切なパターン形状が含まれていない場合には、マッチング誤差が大きくなるため、このマッチング誤差が最も小さい露光プロセスパラメタでの露光シミュレーション結果が最も実際のパターンに近いということが判断できる。ここで、予め形状計測に必要な精度から、信頼できる結果の得られる最大のマッチング誤差を調べておき、これを信頼度のしきい値としておく。全ての露光プロセスパラメタでのマッチング誤差がこの信頼度しきい値以上であれば、これらの露光プロセスパラメタの中には実際のプロセスを表現できる適切なパラメタがないことが判断できる。その場合には、露光プロセスパラメタの範囲を変更

するか、他のパラメタも調整するといった対応が必要であると判断できる。図6は簡単のため、1つのパラメタの例を示したが、もちろん複数の露光プロセスパラメタで実行してもよい。

- [0055] 以上、図6を用いて説明したように、ライブラリマッチングにより、パターン断面形状および寸法の高精度計測が行えるだけでなく、露光シミュレーションと実パターンの整合性を定量評価することが可能となる。これにより、ウェハ非破壊での露光シミュレーションの評価・調整が可能となり、露光シミュレーションの精度を向上することが可能となる。また、調整された露光シミュレーション結果を用いてライブラリマッチングを実施することで、第1の実施例と同様の高精度で安定な計測が実現可能となる。

#### 実施例 4

- [0056] 図7は、露光シミュレーション、露光シミュレーションに基づくライブラリデータの作成、及びパターン測定等を行うための計測システムの概略構成図である。図7に例示するシステムは、データ管理装置701を中心として、複数のSEMが接続された構成となっている。データ管理装置701には、フォトマスクやレチクルのパターン測定、検査を行うためのSEM702と、フォトマスク等を用いた投影露光によって、半導体ウェハ上に転写されたパターンを測定、検査するためのSEM703が接続されている。SEM702とSEM703は、電子顕微鏡としての基本構造に大きな違いはないものの、それぞれ半導体ウェハとフォトマスクの大きさの違いや、帯電に対する耐性の違いに対応した構成となっている。
- [0057] 各SEM702、SEM703にはそれぞれの制御装置704、705が接続され、SEMに必要な制御が行われる。各SEMでは、電子源より放出される電子ビームが複数段のレンズにて集束されると共に、集束された電子ビームは走査偏向器によって、試料上を一次元的、或いは二次元的に走査される。
- [0058] 電子ビームの走査によって試料より放出される二次電子 (Secondary Electron : SE) 或いは後方散乱電子 (Backscattered Electron : BSE) は、検出

器により検出され、前記走査偏向器の走査に同期して、フレームメモリ等の記憶媒体に記憶される。また、走査偏向器による走査は任意の大きさ、位置、及び方向について可能であり、画像を形成するための走査やエッジ部分への選択的走査を可能にしている。また、各SEMの制御装置704、705は、ビーム電流や画像分解能などのSEMの状態をモニタする機能を有しており、モニタされた結果をSEMシミュレーション結果と計測対象画像のマッチング時に装置パラメタとして反映することで、高精度で安定な計測を実現する。

[0059] 以上のような制御等は、各SEMの制御装置704、705にて行われ、電子ビームの走査の結果、得られた画像や信号は、装置状態のモニタ結果は、通信回線706、707を介してデータ管理装置701に送られる。なお、本例では、SEMを制御する制御装置と、SEMによって得られた信号に基づいて測定を行うデータ管理装置を別体のものとして、説明しているが、これに限られることはなく、データ管理装置にて装置の制御と測定処理を一括して行うようにしてもよいし、各制御装置にて、SEMの制御と測定処理を併せて行うようにしてもよい。

[0060] また、上記データ管理装置或いは制御装置には、測定処理を実行するためのプログラムが記憶されており、当該プログラムに従って測定、或いは演算が行われる。また、上述のライブラリマッチング等も、データ管理装置や制御装置などで行われる。

[0061] 更にデザインデータ管理装置701には、半導体製造工程に用いられるフォトマスク（以下単にマスクと称することもある）やパターンレイアウトの設計データが記憶されている。この設計データは例えばGDSフォーマットやOASISフォーマットなどで表現されており、所定の形式にて記憶されている。なお、設計データは、設計データを表示するソフトウェアがそのフォーマット形式を表示でき、図形データとして取り扱うことができれば、その種類は問わない。また、データ管理装置とは別に設けられた記憶媒体にデザインデータを記憶させておいてもよい。

- [0062] また、データ管理装置701には、シミュレータ708が接続されている。シミュレータ708には、外部の記憶媒体、或いはデータ管理装置701に記憶された設計データと、半導体製造プロセス条件等に基づいて、パターンレイアウトを作成するプログラムと、それを実行する演算装置が内蔵されており、当該シミュレーション後のレイアウトデータを、データ管理装置に伝送可能に構成されている。なお、本実施例では、シミュレーションをシミュレータ708内にて行う例について説明するが、これに限られることはなく、例えばデータ管理装置701内にて、上記プログラムを実行することにより、シミュレーションを行うようにしてもよい。
- [0063] 図8は、図7に例示するような計測システムを用いた露光シミュレーションのプロセスを説明する図である。露光シミュレーションは、図8に例示するように、大別して3つの手法が考えられる。第1に設計データのレイアウトと、露光の諸条件に基づいて、露光後のシミュレーションを行う手法である。第2に半導体ウェハにパターンを露光するためのフォトマスク（マスク）データと、露光の諸条件に基づいて、シミュレーションを行う手法である。第3に、マスクデータに基づいて実際に作成されたマスクの画像を、SEM702を用いて取得し、そのマスク画像に基づいて、シミュレーションを行う手法である。第3の例においては、SEM702によって取得されたマスク画像のパターンエッジを抽出し、当該抽出されたパターンエッジの輪郭線に基づいたシミュレーションを行う。
- [0064] シミュレーションは、シミュレータ708にて行い、当該シミュレータ708は、そのシミュレーションの結果を、データ管理装置701に伝達する。データ管理装置701では、得られたシミュレーション結果に基づいて、上述のライブラリを作成する。なお、データ管理装置701にてシミュレーションのためのプログラムを実行することにより、データ管理装置701のみでシミュレーションとライブラリ作成を行うことも可能であり、また上述のような処理をSEMに設けられた制御装置704、705にて行うことも可能である。

[0065] また、ライブラリ作成と同様に、パターン形状、及び寸法の算出をデータ管理装置 701、制御装置 704、705にて行うことも可能であり、この場合、これらの装置に内蔵される演算装置は、形状選択、寸法測定等のための処理部として機能する。

[0066] 上述のようなパターン計測技術は、製造プロセスのシミュレーションによる断面形状推定が可能で、電子顕微鏡或いはそれに類似した荷電粒子線装置で画像取得およびシミュレーションが行える対象であれば適用が可能である。また、これまで半導体パターンの露光プロセスにより形成されるパターン計測について説明を行ってきたが、MEMSや微細工業部品などにも適用することができる。

### 実施例 5

[0067] 次に、シミュレーションに基づいて、試料上のホットスポット位置を特定し、当該ホットスポットについて、選択的にライブラリ作成を行う例を説明する。ホットスポットとは、リソグラフィプロセスにおいて、回路パターンを正しく転写できない個所のことであり、欠陥となり得る個所である。走査電子顕微鏡等の測定、検査装置によって、このようなホットスポットをモニタすることで、プロセス条件の調整や設計データへのフィードバックが行われる。このようなホットスポット情報は、走査電子顕微鏡等を用いた測定、検査位置決定の指針となるものである。

[0068] パターンの断面形状は、パターンのレイアウト形状や、隣接するパターンとの関係に応じて変化する可能性があり、これらの条件を考慮して断面形状ライブラリを作成する方がよい場合がある。一方、パターン形状や隣接するパターンとの関係の種類は種々の組み合わせが考えられるため、この組み合わせ毎にライブラリを作成すると、演算処理が膨大になる可能性がある。

[0069] そこで本実施例では、露光シミュレーション等を行うことによって、測定候補点を抽出し、当該候補点について選択的に断面形状ライブラリを構築することで、ライブラリ作成の効率化を実現する手法について説明する。

[0070] 図9は、その処理プロセスを説明するフローチャートである。まず、設計

データの読み出しを行い、当該読み出された設計データについて、露光シミュレーション条件を設定する（ステップ901）。そして、当該露光シミュレーションを実施し（ステップ902）、ホットスポット候補の抽出（ステップ903）を行うと共に、当該露光シミュレーション結果（断面形状）を所定の記憶媒体に記憶する（ステップ904）。なお、ステップ902における露光シミュレーションは、断面形状を得るためのものではなく、パターンの二次元形状の変化を得るためのものであってもよい。二次元形状の評価に基づいて、ホットスポットを抽出し、当該部分について選択的に断面形状を得るための他のシミュレーションを実施するようにしてもよい。

[0071] 次に、SEMの測定条件の設定を行う（ステップ905）。SEMの測定条件とは、例えば測定倍率（視野の大きさ）や電子ビームの試料への到達エネルギー等、電子顕微鏡の光学条件が含まれる。この測定条件は測定レシピとして記憶される（ステップ906）。次に、設定されたSEMの測定条件に基づいて、SEM画像を計算するためのシミュレーション条件を設定する（ステップ907）。そして当該シミュレーション条件に基づいてシミュレーションを実行（ステップ908）し、その結果に基づいたライブラリデータを作成する（ステップ909）。最後に、作成したライブラリデータを所定の記憶媒体に記憶する（ステップ910）。

[0072] 以上のようなステップを経ることによって、多点測定時のライブラリ作成の効率化を実現することが可能となる。

### 符号の説明

- [0073] 001 露光プロセスシミュレーション結果  
002 シミュレーション波形ライブラリ  
003 SEM装置  
010 露光プロセスシミュレーション結果（断面形状）  
011 SEMシミュレーション結果（信号波形）  
012 SEM画像  
013 SEM信号波形



- 0 1 4 推定断面形状（露光シミュレーション結果）
- 0 1 5 推定断面形状（簡易モデルによる近似形状）
- 0 1 6 計測結果表示部

## 請求の範囲

- [請求項1] 試料に対する荷電粒子線の走査に基づいて得られる波形情報を、複数のパターンの形状単位で波形情報が登録されたライブラリに参照して、パターンを選択するパターン形状選択方法であって、
- 上記ライブラリの形状として露光プロセスシミュレーションによって、複数の相異なる露光条件により算出されるパターンの断面形状群により形状をモデル化してライブラリを作成し、計測時には、試料に対する荷電粒子線の照射に基づいて、計測対象パターンの波形情報を取得し、当該波形情報を上記の露光プロセスシミュレーションを用いて形成したライブラリに参照することによって、前記ライブラリに記憶されたパターン形状情報を選択することを特徴とするパターン形状選択方法。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記ライブラリは、前記露光プロセスシミュレーションの定量化された露光プロセス条件パラメタと関連付けて記録されることを特徴とするパターン形状選択方法。
- [請求項3] 請求項2において、
- 前記ライブラリからのパターン形状選択は、前記定量化された露光プロセス条件を媒介パラメタとして用いることを特徴とするパターン形状選択方法。
- [請求項4] 試料に対する荷電粒子線の走査に基づいて得られる波形情報を、複数のパターンの形状単位で波形情報が登録されたライブラリに参照して、パターンを選択するパターン形状選択方法であって、
- 上記ライブラリの形状として露光プロセスシミュレーションによって、複数の相異なる露光条件により算出されるパターンの断面形状群により形状をモデル化してライブラリを作成し、
- 上記ライブラリ作成時と同じ相異なる複数の露光条件で実際にパターンを露光し、

上記露光された実パターンのSEM波形情報と上記ライブラリ波形とのマッチングにより一致度および実パターンの形状を推定し、

上記ライブラリと実パターンの整合性情報を用いて露光シミュレーションの評価とパラメタ調整を行うことを特徴とする露光シミュレーション評価、調整方法。

[請求項5]

請求項4において、

前記ライブラリと実パターンの整合性情報として、波形マッチングの一致度、実パターン露光時の露光条件と、波形マッチングにより推定された露光条件との差分およびそれらの演算により得られる値を用いることを特徴とする露光シミュレーション評価、調整方法。

[請求項6]

請求項4の露光シミュレーション評価、調整方法により調整された露光シミュレーション条件を用いてライブラリを作成することを特徴とするパターン形状選択方法。

[請求項7]

試料から放出された荷電粒子に基づいて形成される波形情報と、パターン形状に関する情報を関連付けて記憶するライブラリを参照して、パターン形状を選択するパターン測定装置であって、

試料に対する荷電粒子線の照射に基づいて得られる波形情報を、異なるプロセス条件によるシミュレーションに基づいて形成される複数の波形情報と、複数のパターンの形状に関する情報とを関連付けて記憶するライブラリに参照することによって、前記ライブラリに記憶されたパターン形状に関する情報を選択する処理部を備えたことを特徴とするパターン測定装置。

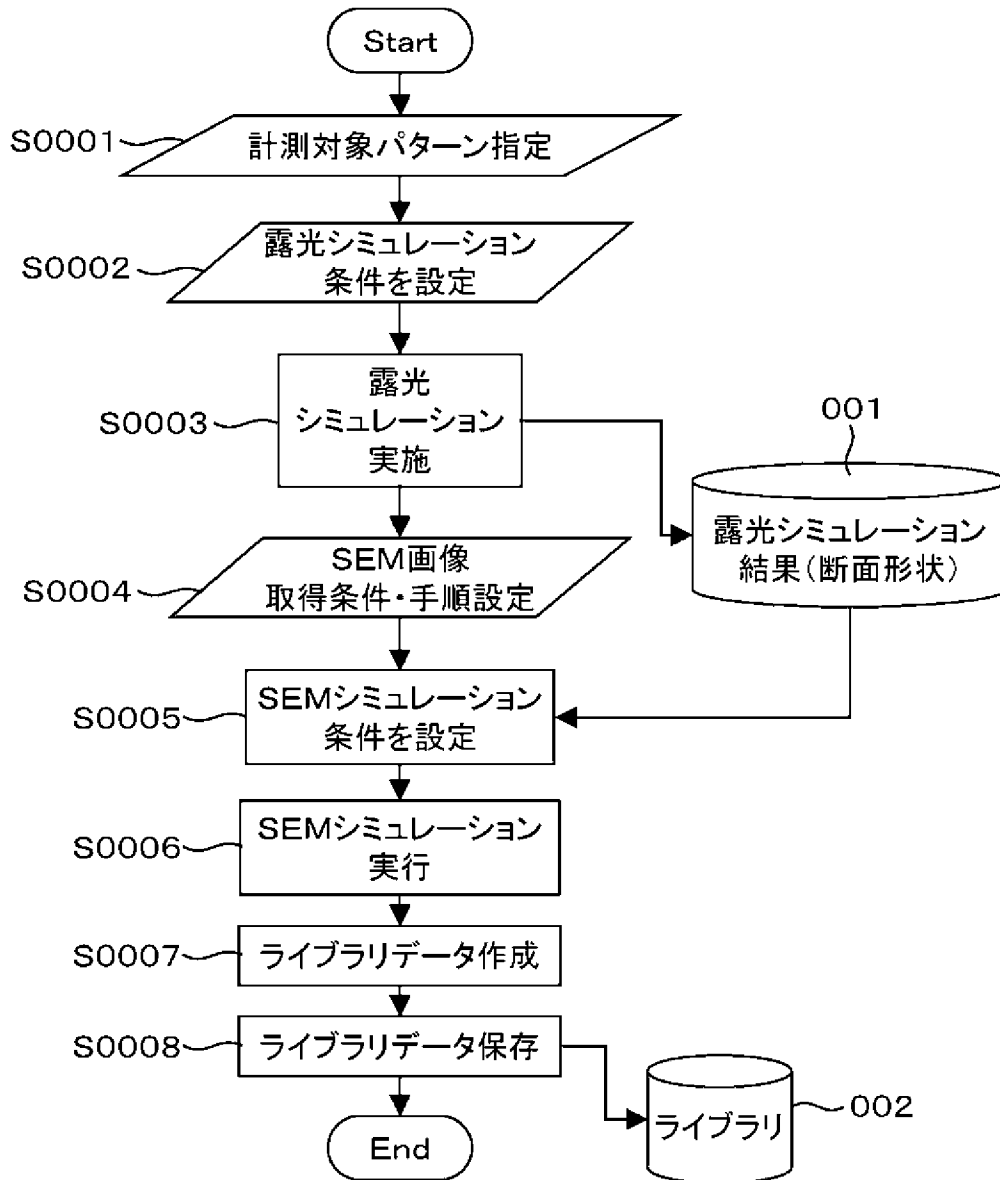
[請求項8]

請求項7において、

前記ライブラリは、パターンの露光プロセス条件と、前記波形情報とが関連付けて記憶されるものであることを特徴とするパターン測定装置。

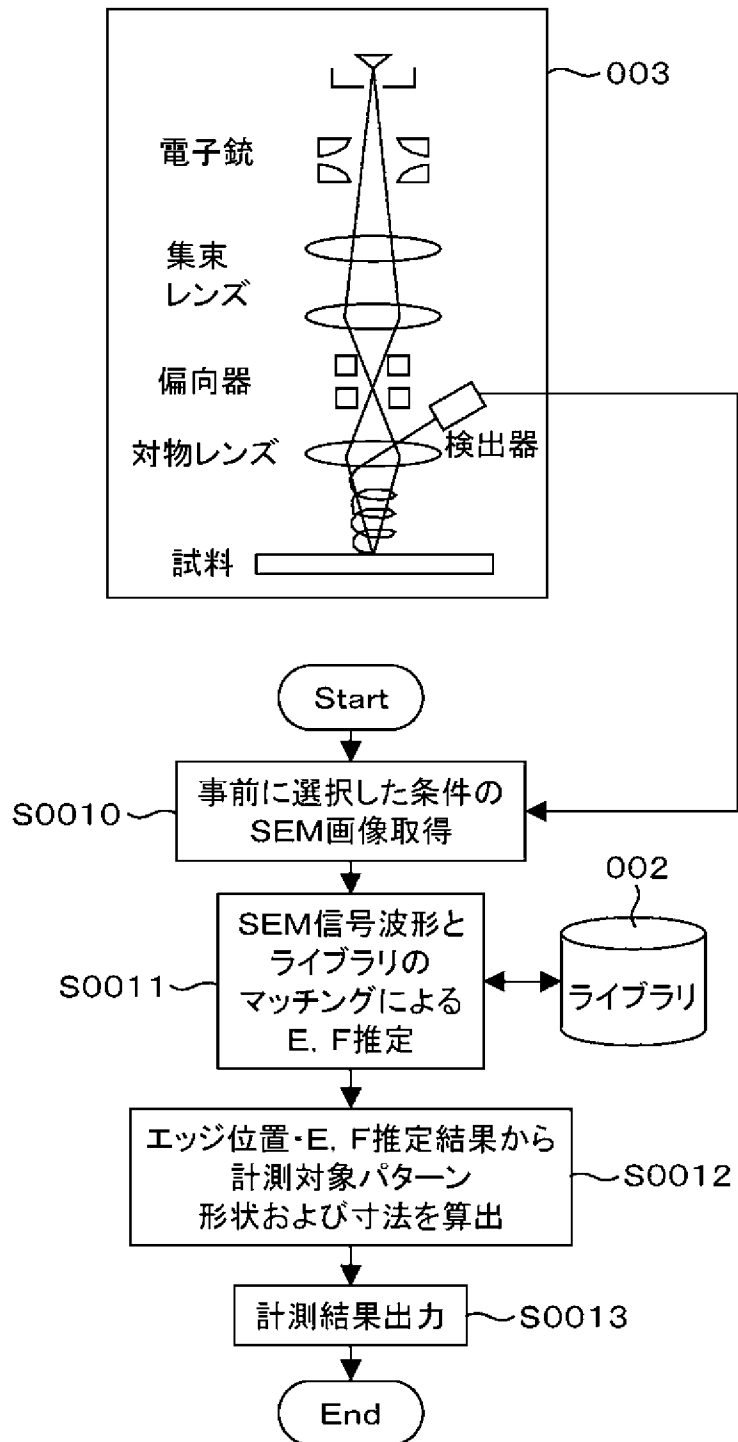
[図1]

図 1



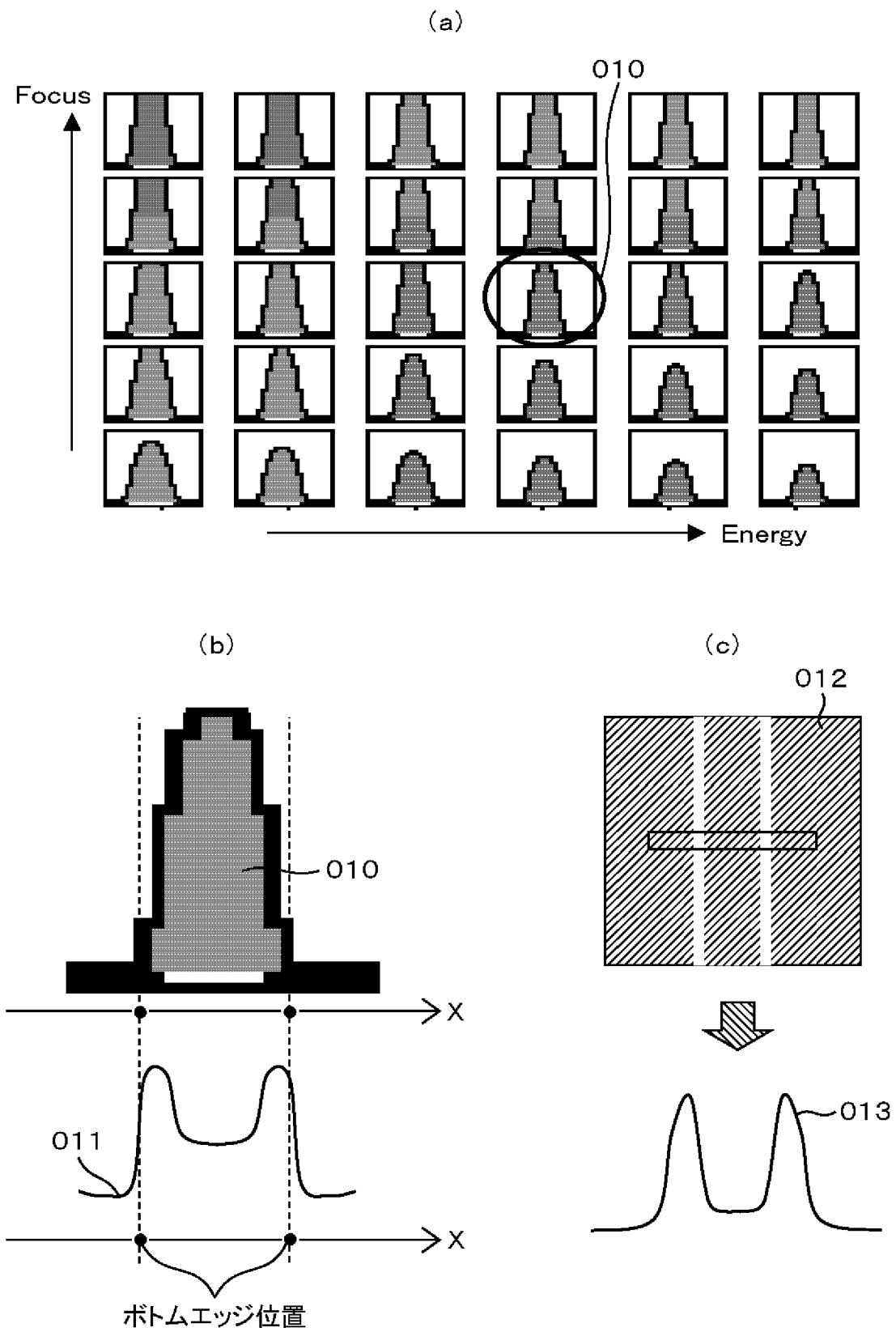
[図2]

図 2



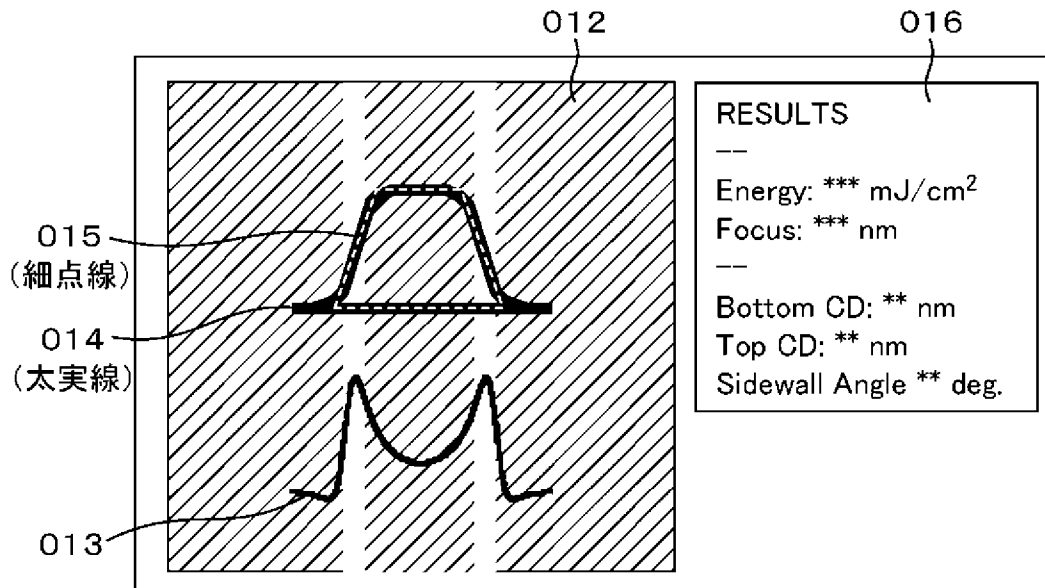
[図3]

図 3



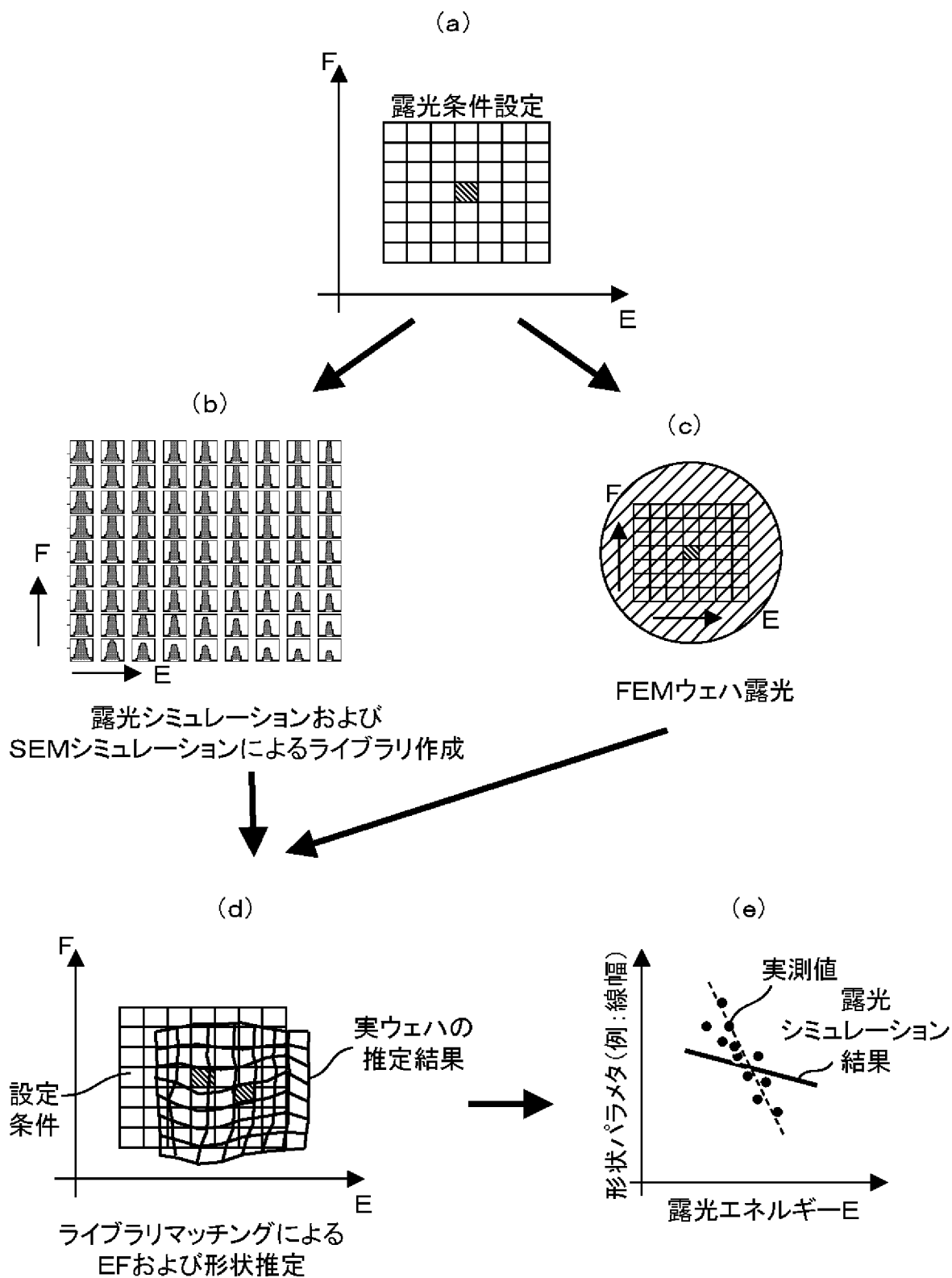
[図4]

図 4



[図5]

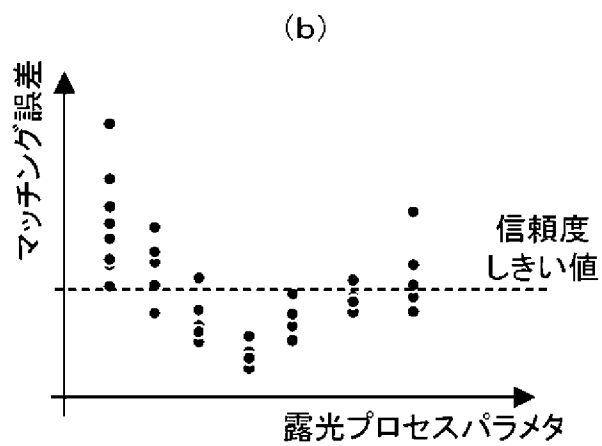
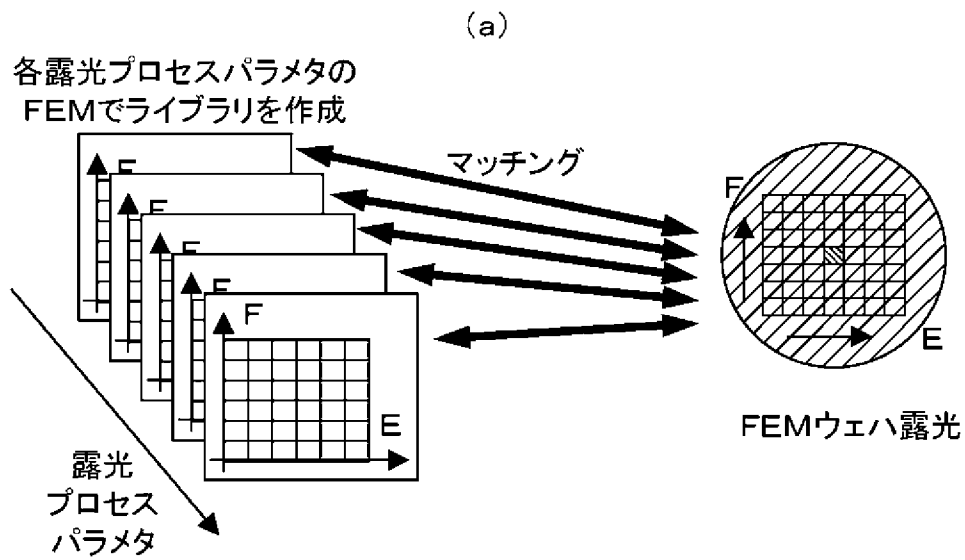
図 5





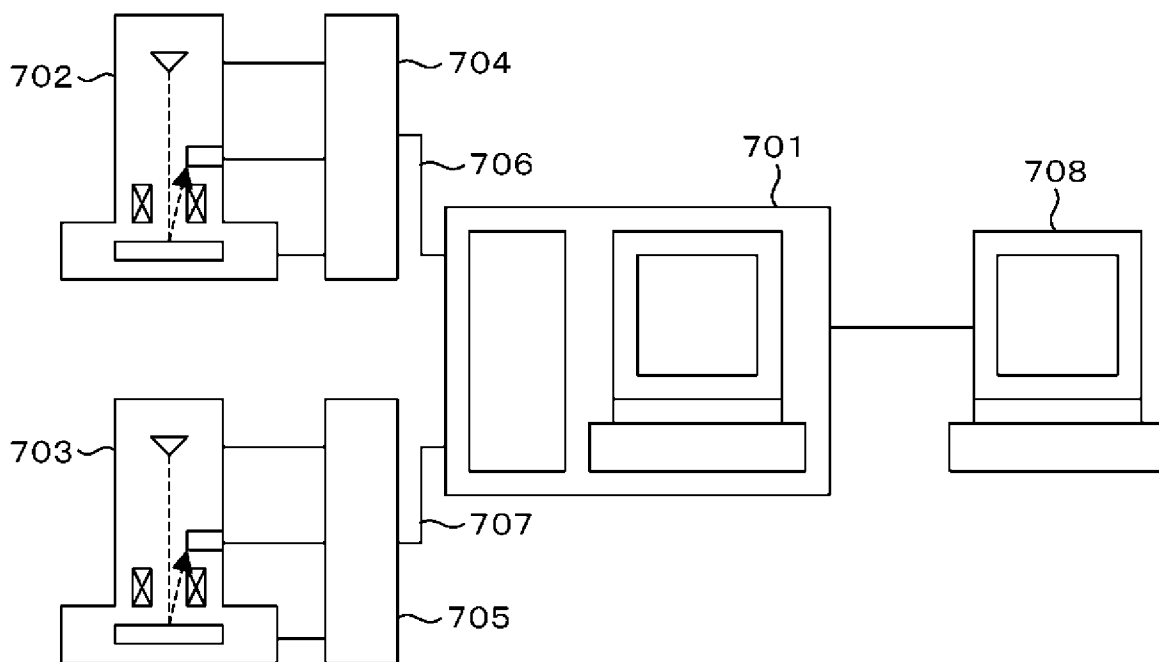
[図6]

図 6



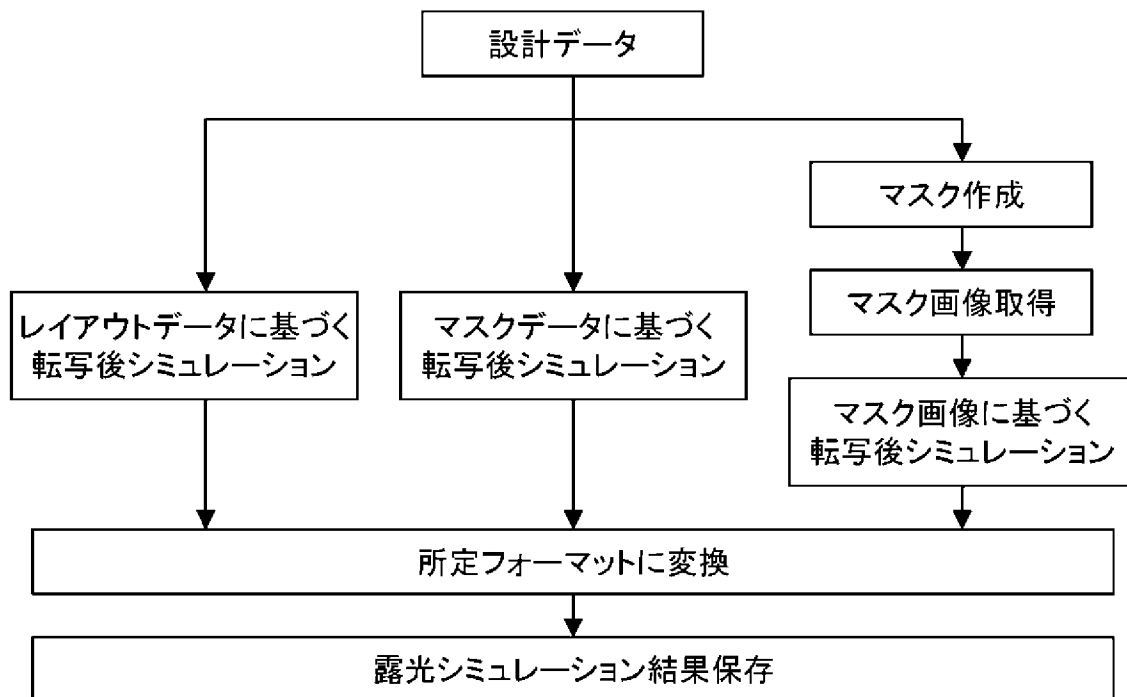
[図7]

図 7



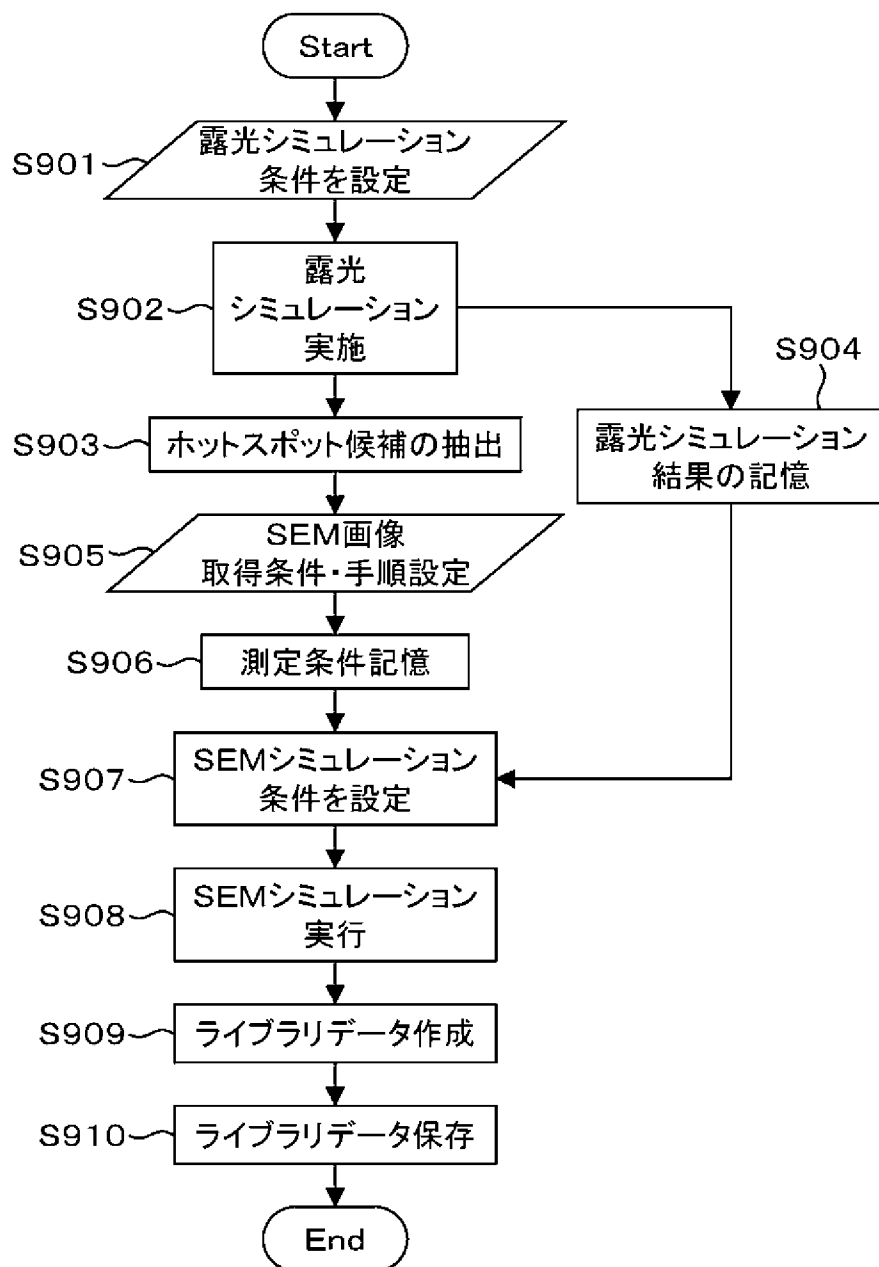
[図8]

図 8



[図9]

図 9



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/004589

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01B15/04(2006.01)i, G01N23/225(2006.01)i, H01L21/66(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, G01N23/00-23/227, H01L21/66

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2003-173948 A (Hitachi, Ltd.), 20 June 2003 (20.06.2003), paragraphs [0061] to [0064], [0099] to [0103]; fig. 20, 38 & US 2003/0015660 A1 paragraphs [0132] to [0136], [0175] to [0180]; fig. 20, 38	1-8
Y	JP 2007-218711 A (Hitachi High-technologies Corp.), 30 August 2007 (30.08.2007), paragraphs [0042], [0050]; fig. 2, 6 & US 2007/0187595 A1 paragraphs [0060], [0073]; fig. 2, 6	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  
12 August, 2010 (12.08.10)

Date of mailing of the international search report  
24 August, 2010 (24.08.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G01B15/04(2006.01)i, G01N23/225(2006.01)i, H01L21/66(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 (IPC))  
 Int.Cl. G01B15/00-15/08, G01N23/00-23/227, H01L21/66

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 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2010年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2010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 2003-173948 A (株式会社日立製作所) 2003.06.20, 段落【0061】 - 【0064】、【0099】 - 【0103】、第20、38図 & US 2003/0015660 A1, 段落【0132】 - 【0136】、【0175】 - 【0180】、 第20、38図	1-8
Y	JP 2007-218711 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2007.08.30, 段落【0042】、【0050】、第2、6図 & US 2007/0187595 A1, 段落【0060】、【0073】、第2、6図	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、一般的な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  
 12.08.2010

国際調査報告の発送日  
 24.08.2010

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 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)  
 八島 剛  
 電話番号 03-3581-1101 内線 3258