

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5127507号  
(P5127507)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)  
G03F 7/20 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 502 G  
G03F 7/20 521

請求項の数 31 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2008-46901 (P2008-46901)  
 (22) 出願日 平成20年2月27日 (2008.2.27)  
 (65) 公開番号 特開2009-200450 (P2009-200450A)  
 (43) 公開日 平成21年9月3日 (2009.9.3)  
 審査請求日 平成23年2月18日 (2011.2.18)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-47881 (P2007-47881)  
 (32) 優先日 平成19年2月27日 (2007.2.27)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-10997 (P2008-10997)  
 (32) 優先日 平成20年1月21日 (2008.1.21)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康徳  
 (74) 代理人 100112508  
 弁理士 高柳 司郎  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (74) 代理人 100116894  
 弁理士 木村 秀二  
 (74) 代理人 100130409  
 弁理士 下山 治  
 (74) 代理人 100134175  
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】情報処理装置、情報処理方法、プログラムおよび露光システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板を露光する露光装置で生成された情報を処理する情報処理装置であって、  
 基板の上に定義される第1配列を構成する複数の第1領域のそれぞれについて該露光装置の露光動作を通して得られた第1情報を収集する情報収集部と、

前記情報収集部によって該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報に変換する変換部と、

を有することを特徴とする情報処理装置。

## 【請求項 2】

該第1情報からフィルタリング条件に合致した情報を抽出して前記変換部に提供するフィルタリング部を更に有することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

## 【請求項 3】

該第2情報を統計処理する統計処理部を更に有することを特徴とする請求項1又は2に記載の情報処理装置。

## 【請求項 4】

該第1領域がショット領域を含むことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の情報処理装置。

## 【請求項 5】

前記情報収集部は、基板の上に定義される第3配列を構成する複数の第3領域のそれぞ

10

20

れについて該露光装置の露光動作を通して得られた第3情報の情報を収集し、

前記変換部は、前記情報収集部によって該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第3情報の少なくとも一部を、該複数の標準領域のそれぞれについての第2情報に変換することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項6】

基板を露光する露光装置と、

前記露光装置で生成された情報を処理する請求項1乃至5のいずれか1項に記載された情報処理装置と、

を有することを特徴とする露光システム。

【請求項7】

基板を露光する露光装置で生成された情報を処理する情報処理方法であって、

基板の上に定義される第1配列を構成する複数の第1領域のそれぞれについて該露光装置の露光動作を通して得られた第1情報を収集する情報収集ステップと、

前記情報収集ステップで該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報に変換する変換ステップと、

を有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項8】

基板を露光する露光装置で生成された情報の処理をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記コンピュータに、

基板の上に定義される第1配列を構成する複数の第1領域のそれぞれについて該露光装置の露光動作を通して得られた第1情報を収集する情報収集ステップと、

前記情報収集ステップで該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報に変換する変換ステップと、

を実行することを特徴とするプログラム。

【請求項9】

前記統計処理部によって統計処理して得られた統計処理結果を分析する分析部を更に備えることを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項10】

前記分析部は、互いに異なる期間における第1情報を前記変換部および前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果の間の差分を前記複数の標準領域のそれぞれについて演算し、その演算結果を出力部に出力させることを特徴とする請求項9に記載の情報処理装置。

【請求項11】

前記分析部は、互いに異なる期間における第1情報を前記変換部および前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果のそれぞれを比較可能な形式で出力部に出力させることを特徴とする請求項9に記載の情報処理装置。

【請求項12】

前記分析部は、互いに異なる期間における第1情報を前記変換部および前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果の間の差分を前記複数の標準領域のそれぞれについて演算し、その演算結果に基づいて異常を検知することを特徴とする請求項9に記載の情報処理装置。

【請求項13】

前記分析部は、第1期間における第1情報を前記変換部および前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果を基準情報とし、第2期間における第1情報を前記変換部および前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果を判断対象情報として、前記基準情報と前記判断対象情報との差分を前記複数の標準領域のそれぞれについて演算し、その演算結果を出力部に出力させ、

前記第1期間は前記第2期間よりも長い、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 14】

前記分析部は、第 1 期間における第 1 情報を前記変換部におよび前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果を基準情報とし、第 2 期間における第 1 情報を前記変換部におよび前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果を判断対象情報として、前記基準情報および前記判断対象情報のそれぞれを比較可能な形式で出力部に出力させ、

前記第 1 期間は前記第 2 期間よりも長い、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 15】

10

前記分析部は、第 1 期間における第 1 情報を前記変換部におよび前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果を基準情報とし、第 2 期間における第 1 情報を前記変換部におよび前記統計処理部によって処理して得られた統計処理結果を判断対象情報として、前記基準情報と前記判断対象情報との差分を前記複数の標準領域のそれぞれについて演算し、その演算結果に基づいて異常を検知し、

前記第 1 期間は前記第 2 期間よりも長い、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 16】

前記分析部は、前記基準情報の時系列変化を前記出力部に出力させることを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 17】

前記統計処理部によって統計処理して得られた統計処理結果に基づいて、該露光装置にフィードバックするべき情報を決定し、該情報を該露光装置にフィードバックするフィードバック部を更に有することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 18】

該露光装置は、基板を保持する基板ステージを備え、

前記フィードバック部は、該露光装置にフィードバックするべき情報を該基板ステージが駆動されるべき複数の位置のそれぞれについて決定する、

ことを特徴とする請求項 17 に記載の情報処理装置。

【請求項 19】

30

該露光装置にフィードバックするべき情報は、該基板ステージの位置を制御するための補正值を含む、

ことを特徴とする請求項 18 に記載の情報処理装置。

【請求項 20】

該露光装置にフィードバックするべき情報は、該基板ステージの位置制御に異常が生じたことを判断するための閾値を含む、

ことを特徴とする請求項 18 に記載の情報処理装置。

【請求項 21】

前記統計処理部によって統計処理して得られた統計処理結果に基づいて、該露光装置により処理された基板の検査条件を決定する検査条件決定部を更に有することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

40

【請求項 22】

前記検査条件決定部は、前記統計処理部によって統計処理して得られた統計処理結果に基づいて、該露光装置により処理された基板の検査領域を決定する、

ことを特徴とする請求項 21 に記載の情報処理装置。

【請求項 23】

前記検査条件決定部による基板の検査領域の決定は、既に設定されている検査領域に対する検査領域の追加を含む、

ことを特徴とする請求項 22 に記載の情報処理装置。

【請求項 24】

50

決定された検査条件が検査器を制御するシステムに送信される、  
ことを特徴とする請求項 2 1 ないし 2 3 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 2 5】

決定された検査領域が検査器を制御するシステムに送信され、前記システムにおいて該検査領域に基づいて検査箇所が決定される、

ことを特徴とする請求項 2 3 または 2 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 2 6】

基板を露光する露光装置で生成された情報を処理する情報処理装置であって、

基板の上に定義される任意の配列を構成する複数の領域のそれぞれについての露光動作を通して得られた第 1 情報を該露光装置から収集する情報収集部と、

10

前記情報収集部によって収集された該第 1 情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第 2 情報に変換する変換部と、

該第 2 情報を統計処理する統計処理部とを有し、

前記変換部は、更に、前記統計処理部によって統計処理して得られた統計処理結果を、指定された配列を構成する複数の領域のそれぞれについての情報に変換する処理を実行する、

ことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2 7】

前記情報収集部は、基板の上に定義される任意の配列が互いに異なる複数のプロセスを実行する 1 又は複数の露光装置から複数の第 1 情報を収集するとともに、特定のプロセスを実行する露光装置から、第 1 配列を構成する複数の第 1 領域のそれぞれについての露光動作を通して得られた該特定のプロセスについての情報を収集し、

20

前記統計処理部は、前記情報収集部によって該 1 又は複数の露光装置から収集された複数の第 1 情報を統計処理することによりプロセスに依存しない情報を生成し、

前記情報処理装置は、該特定のプロセスについての情報と該プロセスに依存しない情報との差分を計算することによって、該特定のプロセスに固有の情報を得る差分処理部を更に有する、

ことを特徴とする請求項 2 6 に記載の情報処理装置。

【請求項 2 8】

前記統計処理部は、基板の上に定義される任意の配列が互いに異なる複数のプロセスを実行する特定の露光装置から前記情報収集部によって収集された複数の第 1 情報を統計処理することにより該特定の露光装置に固有の情報を生成し、

30

前記情報処理装置は、該特定のプロセスに固有の情報と該特定の露光装置に固有の情報とを統合することにより、該特定の露光装置に該特定のプロセスを実行させる場合に該特定の露光装置を制御するための情報を生成する統合部を更に有する、

ことを特徴とする請求項 2 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 2 9】

基板を露光する露光装置と、

前記露光装置で生成された情報を処理する請求項 2 6 乃至 2 8 のいずれか 1 項に記載された情報処理装置と、

40

を有することを特徴とする露光システム。

【請求項 3 0】

基板を露光する露光装置で生成された情報を処理する情報処理方法であって、

基板の上に定義される任意の配列を構成する複数の領域のそれぞれについての露光動作を通して得られた第 1 情報を該露光装置から収集する情報収集ステップと、

前記情報収集ステップで収集された該第 1 情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第 2 情報に変換する変換ステップと、

該第 2 情報を統計処理する統計処理ステップとを有し、

前記変換ステップでは、更に、前記統計処理ステップで統計処理して得られた統計処理結果を、指定された配列を構成する複数の領域のそれぞれについての情報に変換する処理

50

を実行する、

ことを特徴とする情報処理方法。

#### 【請求項 31】

基板を露光する露光装置で生成された情報の処理をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記コンピュータに、

基板の上に定義される任意の配列を構成する複数の領域のそれぞれについての露光動作を通して得られた第1情報を該露光装置から収集する情報収集ステップと、

前記情報収集ステップで収集された該第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報に変換する変換ステップと、

該第2情報を統計処理する統計処理ステップとを実行させ、

10

前記変換ステップでは、更に、前記統計処理ステップで統計処理して得られた統計処理結果を、指定された配列を構成する複数の領域のそれぞれについての情報に変換する処理を実行する、

ことを特徴とするプログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、露光装置で生成された情報を処理する情報処理装置、情報処理方法及びプログラムに関する。

##### 【背景技術】

20

##### 【0002】

半導体デバイスの製造においては、パターンの解像力の向上と重ね合わせ精度の向上が常に要求されている。近年では、露光光の波長の短波長化も限界に近づきつつあり、露光装置に対する性能の要求も高くなっている。

##### 【0003】

また、電子機器のライフサイクルが短くなつたことから、短期間で試作、量産開始が求められる多品種少量生産に生産形態がシフトしている。生産性を向上させるためにも、多品種少量生産では不良率を下げることが求められている。

##### 【0004】

上記のような要求を達成するためには、装置要因、プロセス要因、ウエハ要因、ショット要因に分離した誤差把握とショットレベルでの異常検出、経時変化検出が必要となっている。それらの結果を装置や生産工程、更にはデザインにフィードバックすることでトータル的な生産性の向上が期待される。

30

##### 【特許文献1】特開平4-282820号公報

##### 【特許文献2】特開2000-243794号公報

##### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0005】

しかし、現状では、生産中に露光装置で計測されるデータでは、運用パラメータの違いや、ショット領域配列の違いから画一的な比較判断ができない。そこで、装置の性能を確認する際には、共通パラメータ、標準ショット領域配列で評価用の露光ジョブを実行して、この露光ジョブにおいて測定を実施している。このような検査方法では、半導体デバイスの生産を止めて検査をする必要があり、生産時間のロスが生じていた。

40

##### 【0006】

本発明は、上記のような背景に基づいてなされたものであり、例えば、露光装置の露光動作を通して得られる情報を効率的に利用することを目的とする。

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0007】

本発明の第1の側面は、基板を露光する露光装置で生成された情報を処理する情報処理装置に係り、該情報処理装置は、基板の上に定義される第1配列を構成する複数の第1領

50

域のそれぞれについて該露光装置の露光動作を通して得られた第1情報を収集する情報収集部と、前記情報収集部によって該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報を変換する変換部とを有する。

【0008】

本発明の第2の側面は、基板を露光する露光装置と、前記露光装置で生成された情報を処理する情報処理装置とを有することを露光システムに係り、前記情報処理装置は、基板の上に定義される第1配列を構成する複数の第1領域のそれぞれについて該露光装置の露光動作を通して得られた第1情報を収集する情報収集部と、前記情報収集部によって該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報を変換する変換部とを有する。  
10

【0009】

本発明の第3の側面は、基板を露光する露光装置で生成された情報を処理する情報処理方法に係り、該情報処理方法は、基板の上に定義される第1配列を構成する複数の第1領域のそれぞれについて該露光装置の露光動作を通して得られた第1情報を収集する情報収集ステップと、前記情報収集ステップで該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報を変換する変換ステップとを有する。

【0010】

本発明の第4の側面は、基板を露光する露光装置で生成された情報の処理をコンピュータに実行させるプログラムに係り、前記コンピュータに、基板の上に定義される第1配列を構成する複数の第1領域のそれぞれについて該露光装置の露光動作を通して得られた第1情報を収集する情報収集ステップと、前記情報収集ステップで該複数の第1領域のそれぞれについて収集された第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報を変換する変換ステップとを実行させる。  
20

【0011】

本発明の第5の側面は、基板を露光する露光装置で生成された情報を処理する情報処理方法に係り、前記情報処理方法は、基板の上に定義される任意の配列を構成する複数の領域のそれぞれについての露光動作を通して得られた第1情報を該露光装置から収集する情報収集ステップと、前記情報収集ステップで収集された該第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報を変換する変換ステップと、該第2情報を統計処理する統計処理ステップとを有し、前記変換ステップでは、更に、前記統計処理ステップで統計処理して得られた統計処理結果を、指定された配列を構成する複数の領域のそれぞれについての情報を変換する処理を実行する。  
30

【0012】

本発明の第6の側面は、基板を露光する露光装置で生成された情報の処理をコンピュータに実行させるプログラムに係り、前記プログラムは、前記コンピュータに、基板の上に定義される任意の配列を構成する複数の領域のそれぞれについての露光動作を通して得られた第1情報を該露光装置から収集する情報収集ステップと、前記情報収集ステップで収集された該第1情報の少なくとも一部を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての第2情報を変換する変換ステップと、該第2情報を統計処理する統計処理ステップとを実行させ、前記変換ステップでは、更に、前記統計処理ステップで統計処理して得られた統計処理結果を、指定された配列を構成する複数の領域のそれぞれについての情報を変換する処理を実行する。  
40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、例えば、露光装置の露光動作を通して得られる情報を効率的に利用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

10

20

30

40

50

図1は、本発明の好適な実施形態の露光装置の構成を概略的に示す図である。この実施形態の露光装置100は、走査型露光装置として構成されている。しかしながら、本発明において、露光装置は、走査露光装置には限定されない。

【0015】

露光装置100において、光源1から提供される光束は、照明光学系2でスリット形状に整形されるとともに光量分布が調整され、レチクルステージ6に保持されたレチクル(原版)3を照明する。レチクル3のパターンは、投影光学系4を介して、ウエハステージ(基板ステージ)7に保持された感光剤(レジスト)が塗布されたウエハ(基板)5に転写される。これにより、感光剤に潜像パターンが形成される。潜像パターンは、現像工程において現像されて、マスクパターン(レジストパターン)となる。

10

【0016】

照明光学系2には、例えば、コヒーレンスファクタ( )の値を設定するための円形開口面積が異なる複数の開口絞りが備えられる。照明光学系2には、更に、輪帯照明用のリング形状絞り、4重極絞り、照明光量を調整するための機構(例えば、複数のNDフィルタ及びそれを切り替える機構)が備えられる。照明光学系2には、更に、光量を計測する光量検出器、スリット状の照明範囲を確保するためにレチクル3と共に位置に載置されたブラインド及びそれを駆動する駆動機構が備えられる。投影光学系4には、開口数を設定するための開口数設定機構や、収差を補正するためのレンズ駆動機構が備えられる。

20

【0017】

スリット状の照明領域をもって照明されたレチクル3のパターンからの光は、投影光学系4を介してウエハ5に投影される。レチクルステージ6(結果としてレチクル3)の位置は、レチクルステージ計測系10によって計測され、レチクルステージ制御系11によって制御される。

【0018】

ウエハ5の位置は、ウエハステージ計測系12及びフォーカスレベリング計測系14によって計測される。ウエハステージ計測系12は、例えば、投影光学系4の光軸方向(即ち、Z方向)、該光軸に直交する面内における直交する2つの軸方向(即ち、X、Y方向)の位置、並びに、これらの軸周り回転を計測する。フォーカスレベリング計測系14は、投影光学系4の光軸方向(Z方向)におけるウエハ5の表面位置を計測する。フォーカスレベリング計測系14は、ウエハ5の露光時にウエハ5の表面位置を計測することができる。ウエハステージ制御系13は、ウエハステージ計測系12及びフォーカスレベリング計測系14から提供される情報に基づいてウエハステージ7の位置を制御する。フォーカスレベリング計測系14による計測値を以下ではフォーカスレベリング計測値という。投影光学系4の光軸方向におけるレチクルステージ6(レチクル3)の位置を計測するための計測系が更に設けられてもよい。

30

【0019】

スリット状の照明光束でレチクル3の全てのパターン範囲をウエハ5に転写するため、レチクルステージ6によって保持されたレチクル3は、図1に示された”走査方向”に駆動される。それと同時に、ウエハステージ7によって保持されたウエハ5も図1に示された走査方向に駆動される。ここで、レチクル3とウエハ5は、投影光学系4の投影倍率に応じた速度比で駆動される。レチクル3とウエハ5との相対位置がずれると、ウエハ5に変形したパターンが転写される。そこで、相対位置制御系15は、レチクル3とウエハ5との相対位置ずれを計算し、その相対位置ずれがゼロになるようにレチクルステージ制御系11及びウエハステージ制御系13を制御する。

40

【0020】

主制御系16は、露光装置100の構成要素、例えば、相対位置制御系15、レチクルステージ制御系11、ウエハステージ制御系13、照明光学系2等を制御する。

【0021】

露光装置100の走査露光動作について説明する。まず、主制御系16は、通信インタ

50

ーフェイス 17 を介して、露光装置 100 の露光動作を定義する設定パラメータを取得する。設定パラメータは、各ショット領域の位置、露光画角（ショット領域の寸法）、露光走査速度、露光走査方向、フォーカスレベリング目標値、ショット内位置合わせ目標値を含む。

【 0 0 2 2 】

次に、主制御系 16 は、上記の設定パラメータに基づいて露光装置 100 の各構成要素を制御し、ウエハの複数のショット領域をステップ・アンド・スキャン方式で露光する。

【 0 0 2 3 】

主制御系 16 は、各ショット領域の走査露光動作時における露光装置 100 の性能を示すデザイン依存装置情報（第 1 装置情報）を通信インターフェイス 17 を介して後述の情報処理装置 202 に送信する機能を有する。デザイン依存装置情報（第 1 装置情報）は、ウエハ上に定義されるショット領域配列（第 1 配列）を構成する複数のショット領域についての露光動作を通してそれぞれ得られる複数のショット領域情報（第 1 領域情報）を含みうる。ここで、ショット領域配列は、製造すべきデバイスのデザイン（例えば、寸法）、即ちプロセスに応じて、製造すべきデバイスごとに定義されうる。各ショット領域情報（第 1 領域情報）は、例えば、同期精度、フォーカスレベリング計測値、及び、フォーカスレベリング追従精度等の露光装置 100 の制御に関わる情報を含む。同期精度は、走査露光動作時のレチクル 3（レチクルステージ 6）とウエハ 5（ウエハステージ 7）との同期移動（同期走査）の精度に関する情報である。ウエハ 5 上の各ショット領域を露光する際ににおけるレチクルステージ 6 及びウエハステージ 7 の位置情報に基づいて走査露光時ににおけるウエハステージ 7 に対するレチクルステージ 6 の追従誤差（X、Y）に関する情報を得ることができる。この情報に基づいて、同期精度として、移動平均値（M A）と移動標準偏差値（M S D）とを算出することができる。

【 0 0 2 4 】

ショット領域配列が変更されるとデザイン依存装置情報を構成するショット領域情報を変化する。例えば、あるショット領域配列におけるデザイン依存装置情報を第 1 装置情報と呼び、それと異なるショット配列領域におけるデバイス依存装置情報を第 3 装置情報と呼ぶことができよう。第 3 装置情報としてのデザイン依存装置情報は、ウエハ上に定義されるショット領域配列（第 3 配列）を構成する複数のショット領域についての露光動作を通してそれぞれ得られる複数のショット領域情報（第 3 領域情報）を含みうる。

【 0 0 2 5 】

フォーカスレベリング計測値は、ウエハ表面位置又は形状を示す情報である。フォーカスレベリング追従精度は、目標フォーカスレベリング位置に対するフォーカスレベリング計測値の誤差である。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、本発明の好適な実施形態の露光システムの構成を概略的に示す図である。露光システムは、露光装置 100 と、該露光装置 100 に通信インターフェイス 201 を介して接続された情報処理装置 202 とを備えうる。情報処理装置 202 は、露光装置 100 を管理する管理装置或いは管理システムとして把握することもできる。

【 0 0 2 7 】

情報処理装置 202 は、露光装置 100 から提供されるデザイン依存装置情報（第 1 装置情報）を処理するように構成される。以下で説明するような特有の機能を有する情報処理装置 202 は、例えば、汎用のコンピュータにプログラムをインストールすることによって構成されうる。情報処理装置 202 は、例えば、該プログラムがインストールされることによってデータベース 231、情報収集部 221、ファイルタリング部 222、変換部 223、統計処理部 224、入力部 232、出力部 233、管理部 230 を備える装置として動作する。このような情報処理装置における情報処理方法は、情報収集ステップ、ファイルタリングステップ、変換ステップ、統計処理ステップ、入力ステップ、出力ステップ、管理ステップを含む方法として把握されうる。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

情報収集部 221 は、露光装置 100 から通信インターフェイス 201 を介して、露光装置 100 の制御に関わるデザイン依存装置情報（第 1 装置情報）を収集してデータベース（DB）231 に格納する。

【0029】

フィルタリング部 222 は、データベース 231 に格納されているデザイン依存情報から、入力部 232 から提供されるフィルタリング条件 225 に合致した情報を抽出して変換部 223 に提供する。変換部 223 は、データベース 231 に格納されているデザイン依存装置情報又は該情報からフィルタリング部 222 によって抽出された情報を変換条件 226 に従って標準化装置情報（第 2 装置情報）に変換する。即ち、変換部 223 は、情報収集部 221 によって収集された第 1 装置情報の少なくとも一部を標準化装置情報（第 2 装置情報）に変換する。ここで、標準化装置情報は、標準領域配列（第 2 配列）を構成する複数の標準領域（第 2 領域）のそれぞれについての複数の標準領域情報（第 2 領域情報）を含む。変換条件 226 は、入力部 232 から提供されうる。変換条件 226 は、例えば、上記の第 2 配列の定義を含む。

【0030】

ここで、第 1 ショット領域配列に従う露光動作と、第 2 ショット領域配列に従う露光動作とがなされた場合を考える。変換部 223 は、第 1 ショット領域配列に従う露光動作で得られる第 1 デザイン依存装置情報を標準領域配列に従う第 1 標準化装置情報に変換する。変換部 223 はまた、第 2 ショット領域配列に従う露光動作で得られる第 2 デザイン依存装置情報を前記標準領域配列に従う第 2 標準化装置情報に変換する。この場合において、第 1 標準化装置情報は、第 2 配列を構成する複数の標準領域のそれぞれについての複数の標準領域情報を含む。第 2 標準化装置情報もまた、当該複数の標準領域のそれぞれについての複数の標準領域情報を含む。したがって、第 1 標準化装置情報を構成する標準領域情報も、第 2 の標準化装置情報を構成する標準領域情報も、共通の標準領域についての情報であるので、容易に統計処理がなされうる。

【0031】

統計処理部 224 は、変換部 223 によって変換された複数の標準化装置情報を統計処理する。出力部 233 は、出力デバイスとして、例えば、表示装置、及び／又は、記憶部を含み、例えば、統計処理部 224 による処理結果を出力デバイスに出力する。

【0032】

管理部 230 は、情報処理装置 202 の構成要素、即ち、データベース 231、情報収集部 221、フィルタリング部、変換部 223、統計処理部 224、入力部 232、出力部 233 を管理（制御）する。

【0033】

図 3 は、情報収集部 221 によって収集される 1 つのショット領域情報 302 の一例を示す図である。デザイン依存装置情報は、複数のショット領域のそれぞれについてのショット領域情報 302 を含むので、複数のショット領域の個数分のショット領域情報 302 を含む。各ショット領域情報 302 は、ショット領域の特定に関わる情報 321 と、ショット領域の設定に関わる情報 322 と、ショット領域の露光制御に関わる情報 323 と、ショット領域の露光における制御結果 324 とを含みうる。

【0034】

ショット領域の特定に関わる情報 321 は、例えば、露光装置の認識番号、ロットの認識番号、プロセス名称、ウエハ番号、ショット番号等を含む。ショット領域の設定に関わる情報 322 は、例えば、ショット領域の中心位置（X 座標値）、ショット領域の中心位置（Y 座標値）、ショット領域の X 方向における範囲、ショット領域の Y 方向における範囲を含む。

【0035】

ショット領域の露光制御に関わる情報 323 は、例えば、走査方向、走査速度、フォーカスレベリング目標値、X 目標値（X 方向の目標位置）、Y 目標値（Y 方向の目標位置）を含む。

10

20

30

40

50

## 【0036】

ショット領域の露光における制御結果324は、例えば、ショット領域内におけるフォーカスレベリング計測値の最大値、最小値、平均値、標準偏差を含みうる。制御結果324は、例えば、ショット領域内におけるX、Y計測値（X方向における位置計測値、Y方向における位置計測値）の最大値、最小値、平均値、標準偏差を含みうる。制御結果324は、例えば、ショット領域内におけるフォーカスレベリング追従性の最大値、最小値、平均値、標準偏差を含みうる。制御結果324は、例えば、X、Y追従性（X方向における位置制御の追従性、Y方向における位置制御の追従性）の最大値、最小値、平均値、標準偏差を含みうる。制御結果324は、例えば、ショット領域内におけるMA\_X、Y、（X、Y、方向における移動平均）とMSD\_X、Y、（X、Y、方向における移動標準偏差）の最大値、最小値、平均値、標準偏差を含みうる。

## 【0037】

図4は、変換部223における変換処理の例を模式的に示す図である。互いにショット領域の配列が異なる複数のデザイン401、402、403についての露光動作により複数の露光装置情報404、405、406が得られるものと仮定する。変換部223には、変換条件226として、複数の標準領域SAで構成される標準領域配列が提供される。

## 【0038】

変換部223は、露光装置情報を構成する複数のショット領域についてのそれぞれの情報を、標準領域配列を構成する複数の標準領域のそれについての標準領域情報に変換して、標準化装置情報409を生成する。

## 【0039】

変換部223における変換処理は、種々の方法に従う。図5は、変換部223における変換処理の第1の例を模式的に示す図である。第1の例では、標準領域配列を構成する各標準領域についての情報として、当該標準領域の中心位置を含むショット領域についての情報が使用される。例えば、図5(a)に示すように配列された複数のショット領域のそれについてのショット領域情報A1～A6・・・は、図5(c)のような標準領域配列503に従って変換される場合、図5(d)のように変換される。例えば、図5(b)に示すように配列された複数のショット領域のそれについてのショット領域情報B1～B4・・・は、図5(c)のような標準領域配列503に従って変換される場合、図5(e)のように変換される。

## 【0040】

図5(a)のショット領域配列に従う露光で得られるデザイン依存装置情報と図5(b)のショット領域配列に従う露光で得られるデザイン依存装置情報を変換部223によって変換すると、図5(f)に示すような標準化装置情報が得られる。標準領域506については、2つの標準領域情報A3、B1が得られており、これらを統計処理することができる。なお、標準情報が得られていない標準領域507については、他の標準領域、例えば、周辺の標準領域についての標準領域情報に基づいて標準領域情報を生成することができる。

## 【0041】

図6は、変換部223における変換処理の第2の例を模式的に示す図である。第2の例では、ショット領域配列を構成する各ショット領域についての情報が当該ショット領域の中心位置を含む標準領域についての情報として使用される。

例えば、図6(c)に示すような標準領域配列603を使用して露光装置情報を標準領域情報に変換する場合を仮定する。この場合、例えば、図6(a)に示すようなショット領域配列におけるショット領域601a、601bについての情報A1、A3は、図6(d)に示すように、ショット領域602a、602bの各中心位置を含む標準領域652についての情報として使用される。例えば、図6(b)のショット領域配列におけるショット領域602a、602bについての情報B1、B2は、図6(e)に示すように、ショット領域602a、602bの中心位置をそれぞれ含む標準領域652、653についての情報として使用される。

10

20

30

40

50

## 【0042】

図6(a)に例示するショット領域配列における露光で得られる露光装置情報と図6(b)に例示するショット領域配列における露光で得られる露光装置情報とを変換部223によって変換すると、図6(f)に示すような標準領域情報が得られる。標準領域652については、3つの情報A1、A3、B1が得られており、これらを統計処理することができる。なお、情報が得られない標準領域については、他の標準領域、例えば、周辺の標準領域についての情報に基づいて情報を生成することができる。

## 【0043】

図7は、図2に示す情報処理装置202におけるデザイン依存装置情報(第1装置情報)の解析処理の流れを例示する図である。

10

## 【0044】

まず、ステップS701(収集ステップ)で、情報収集部221により、通信インターフェイス201により露光装置の通信インターフェイス17を介して露光装置100からデザイン依存装置情報を取得してデータベース231に格納する。

## 【0045】

次いで、ステップS702(フィルタリングステップ)では、フィルタリング部222により、データベース231に格納されたデザイン依存装置情報をフィルタリング条件225に従ってフィルタリングして必要な情報を抽出する。これは、指定した条件における露光装置の動作を解析するために有用である。例えば、走査方向ごとの情報を抽出して統計処理することで、走査方向ごとの動作を特定し、走査方向ごとに補正パラメータを求めることができる。

20

## 【0046】

フィルタリング条件225としては、露光装置情報を構成する情報群から少なくとも1つの情報が抽出されるように設定されうる。フィルタリング条件は、抽出すべき情報が数値を含む場合には、数値又は数値範囲を含みうる。フィルタリング条件225は、例えば、走査方向を含むことができる。走査方向は、例えば、アップ方向及びダウン方向として定義されうる。フィルタリング条件225は、入力部232を介して設定されうる。なお、フィルタリング条件225は、予め初期条件が設定されていてもよい。また、フィルタリング条件225は、予め用意された複数の条件の中から選択されることにより設定されてもよい。

30

## 【0047】

図8は、フィルタリング部222におけるフィルタリング処理の例を模式的に示す図である。デザイン依存装置情報801、802、803、804、805は、複数のロットの露光を通して得られる。デザイン依存装置情報801、802、803、804、805は、ステップS701において情報収集部221によって収集される。

## 【0048】

フィルタリング部222は、指定されたフィルタリング条件225に合致する情報をデザイン依存装置情報801、802、803、804、805のそれぞれの中から抽出する。例えば、ショット領域を露光した時刻をフィルタリング条件とするとき、抽出すべき時刻の範囲をフィルタリング条件として指定することができる。この場合、各ウエハの各ショット領域の露光時刻がフィルタリング条件として指定された時刻の範囲内であるかどうかが判定されて、指定された時刻の範囲内に露光がなされたショット領域についての情報807、808が抽出される。なお、フィルタリングをしない場合には、データベース231に格納されたすべてのデザイン依存装置情報が変換部223による変換及び統計処理部224による統計処理の対象となる。

40

## 【0049】

ステップS703(変換ステップ)では、指定された変換条件226に従って、変換部223により、デザイン依存装置情報(第1装置情報)を標準化装置情報(第2装置情報)に変換する。変換条件226は、入力部232を介して設定されうる。なお、変換条件226は、予め初期条件が設定されていてもよい。また、変換条件226は、予め用意さ

50

れた複数の条件の中から選択されることにより設定されてもよい。

【0050】

次いで、ステップS704（統計処理ステップ）では、指定された統計処理条件227に従って、統計処理部224により、ステップS703における変換処理によって得られた標準領域情報を統計処理して、統計結果情報708を出力する。この統計処理は、典型的には、標準領域ごとになされる。統計処理条件227は、入力部232を介して設定されうる。なお、統計処理条件227は、予め初期条件が設定されていてもよい。また、統計処理条件227は、予め用意された複数の条件の中から選択されることにより設定されてもよい。

【0051】

統計処理部224は、例えば、統計処理として、最大値、最小値、平均値、標準偏差を算出する。

【0052】

統計処理部224は、例えば、露光制御に関する情報323の項目ごとに、統計処理を実行することができる。

【0053】

統計結果情報708は、種々の方法で種々のデバイス又は装置に出力されうる。統計結果情報708は、例えば、標準領域配列を示す情報を合成して表示されうる。この場合において、統計結果としての数値が属する範囲ごとに異なる色（例えば、階調レベル）を与えることができる。

【0054】

以上のように、本発明の好適な実施形態によれば、種々のデザインのデバイスを製造するための種々の露光ジョブ或いはショット領域配列でなされる露光動作で得られるデザイン依存装置情報に基づいて露光装置の状態を把握することができる。

【0055】

以下、上記の実施形態の応用例を示す。

（装置閾値）

標準領域ごとの統計処理結果より、標準領域ごとに最適な異常検出閾値が算出可能となる。例えば、露光装置の特性や、パラメータ設定により特定位置だけ同期精度やフォーカス精度が悪くなることがある。本発明の好適な実施形態によれば、標準領域ごとの統計処理結果より、特定位置と、その位置での同期精度やフォーカス精度を推定し、その位置だけ異常検出閾値を変更することが可能となる。

（プロセス閾値）

プロセスによって、特定位置だけ同期精度やフォーカス精度が悪くなることがある。これは、ウエハ表面状態、ウエハ外周に位置するショット領域、他の工程によりウエハに付着物がつきやすい箇所などがプロセスに応じて変わることによると考えられる。標準領域ごとの統計処理結果より、特定位置と、その位置での同期精度やフォーカス精度を推定し、プロセスごとにその位置だけ異常検出閾値を変更することが可能となる。

（閾値移植）

図9は、複数の露光装置100を管理システムで管理する応用例を示す図である。情報処理装置（管理システム）202は、複数の露光装置100から提供されるデザイン依存装置情報に基づいて該複数の露光装置100を管理する。この管理システムによれば、標準領域ごとに複数の露光装置100の間の機差を調査することができる。例えば、ある露光装置で使用していたあるプロセスの標準領域ごとの異常検出閾値を他の露光装置へ移植する際に、標準領域ごとの機差をプロセスの標準領域ごとの異常検出閾値に加算することで異常閾値の移植が可能となる。

（異常フィードバック）

図10は、1又は複数の露光装置100と他の装置とを管理システムで管理する応用例を示す図である。情報処理装置（管理システム）202は、標準領域ごとの統計処理結果に基づいて標準領域ごとに決定される異常検査閾値229に従って異常検出処理部228

10

20

30

40

50

により標準領域ごとに異常を検出する。情報処理装置202は、異常検出結果を通信インターフェイス201を介して検査装置206にフィードバックする。検査装置206では、例えば、異常が検出された箇所については重点的な検査を行い、異常が検出されなかつた箇所については検査計測サンプル数を削減する。これにより検査工程の効率化が可能となる。

(異常要因解析)

露光装置には、異常要因により、同期精度やフォーカス精度が悪化する領域がある。過去の異常発生時における標準領域ごとの統計処理結果をパターンとして保管しておき、異常要因解析においてパターン比較で異常原因を特定することができる。

(装置設定へのフィードバック)

ある領域で同期精度やフォーカス精度の状態が良好でないなど、修正の必要がある場合において、その領域についての装置動作に関わる装置制御パラメータを変更するようフィードバックをかけることができる。その際に、他の装置における同一領域の状態と当該装置制御パラメータとを比較し、最適なパラメータを算出してもよい。

【0056】

例えば、走査方向と走査速度をフィルタリング条件とし、領域ごとに統計処理を行い、領域間の比較、又は、複数装置における同一領域間の比較に基づいて走査方向オフセットや走査速度の設定を行ってもよい。

(プロセス設定へのフィードバック)

特定のプロセスで、ある領域で同期精度やフォーカス精度の状態が良好でないなど、修正の必要がある場合、その領域についての装置動作に関わるプロセスパラメータを変更するようフィードバックをかけることができる。その際に、他のプロセスにおける同一領域の状態とプロセスパラメータを比較し、最適なパラメータを算出してもよい。

【0057】

また、露光装置以外の工程で、その領域に対する処理を変更するようフィードバックをかけることができる。

(長期監視)

図11に例示するように、領域ごとの同期精度やフォーカス精度の統計処理結果を一定期間ごとにグラフにし、監視していくことで異常の早期発見や、装置状態の変化トレンドから異常の予測が可能となる。

(再変換)

図12に例示するような標準領域配列に従うように変換した標準化装置情報1201から更に他の標準領域配列に従う標準化装置情報1202に変換を行うこともできる。変換方法は、例えば、前述の第1の例又は第2の例に従うことができる。

(ショット領域よりも小さな領域の定義)

露光装置においてショット領域ごとに情報を発生するのではなく、ショット領域よりも小さい領域を定義し、その領域ごとに情報を発生してもよい。

(プロセスのショット領域配列への再変換)

図13に例示するように、標準化装置情報1301から任意のショット領域配列に従う装置情報1302に変換を行うこともできる。変換方法は、例えば、前述の第1の例又は第2の例に従うことができる。

【0058】

また、ショット領域配列と同じ配列に従うように標準化装置情報を変換し、その変換結果に基づいて、ショット領域におけるフォーカス精度や同期精度を算出してもよい。また、そのショット領域における最適なパラメータを算出し、そのパラメータに基づいて露光装置の制御を変更するようフィードバックをかけてもよい。また、露光装置を用いる工程以外の工程で、そのショット領域に対する処理を変更するようフィードバックをかけてもよい。

(異物付着等の異常の検出)

図16は、本発明の好適な実施形態の露光システムの応用例を示す図である。図16に

10

20

30

40

50

示す露光システムは、図2に示す露光システムに対して分析部240を付加した構成を有する。

【0059】

変換部223による変換および統計処理部224による統計処理を経て得られた情報に基づいて、例えば、ウエハチャックに対する異物の付着を検知することができる。例えば、定常状態に対する変化を可視化してユーザに提供することにより異物の付着をユーザに判断させたり、当該変化が閾値を超えたことをもって分析部240が異物の付着を検知したりすることができる。

【0060】

情報収集部221が1つの露光装置100から取得した種々のデザイン(プロセス)についてのデザイン依存装置情報は、必要に応じてフィルタリング部222によってフィルタリングされた後に、変換部223によって標準化装置情報に変換される。この標準化装置情報を統計処理部224によって統計処理し標準領域ごとの平均を求めるとき、その平均は、種々のデザイン(プロセス)において共通に生じる現象(即ち、1つの露光装置100における固有の現象)を示す。つまり、その平均は、1つの露光装置100の特性を示す。

10

【0061】

図14において、1401は、1つの露光装置におけるフォーカスレベリング制御情報を収集し、これを変換部223によって標準領域情報に変換し、更に統計処理部224によって標準領域ごとに平均値を求めた結果を表示した例である。この例では、値の大きい箇所を濃い配色にして出力部233によって可視化されている。ウエハのエッジ部分1402では、ウエハ面を計測する面積が十分に確保できないので、中心部より制御結果が悪くなっている。ウエハチャックに異物が付着した部分1403も同様に値が大きくなるため、濃く表されるが、ウエハエッジ部分など常に値が大きい箇所にまぎれていますので、可視化しても識別しにくい。

20

【0062】

図14において、1405は、分析部240による分析結果を示している。具体的には、1405は、露光時期が異なるフォーカスレベリング制御情報をそれぞれ標準領域情報(第2装置情報)に変換して標準領域ごとに平均値を求めた結果1404と前述の結果1401との差分を演算した結果である。ウエハエッジ部分で制御結果が悪いことは定常に起きうる現象であるため、この差分は小さくなる。しかし、ウエハチャックへの異物の付着は頻繁には起こらないため、付着部分において差分が大きく現れる。分析部240は、ある期間において露光装置から得られる第1装置情報を第2装置情報に変換して統計処理した値を定常状態とする。分析部240はまた、その定常状態の値と他の期間において露光装置から得られる第1装置情報を第2装置情報に変換し統計処理した値との差分を演算し、その演算結果である差分値を色情報に変換した標準領域ごとのデータを分析結果として出力部233に提供する。出力部233は、その分析結果をディスプレイおよびプリンタの少なくとも一方に出力する。これによって、ユーザは、その表示に基づいて異物の付着(異常の一例)を発見することができる。もちろん、差分値が閾値を超えたことを情報処理装置202の分析部240が検知することによって異物の付着(異常の一例)を検知することもできる。

30

【0063】

分析部240は、互いに異なる期間における第1装置情報を変換部223によって変換して得られた第2装置情報のそれを比較可能な形式で出力部233に出力させてもよい。

40

【0064】

更には、この方法は、露光装置のステージ制御精度に影響を及ぼす不具合の検知にも応用可能である。このような不具合としては、例えば、ステージ計測系におけるミラーの変形や、ステージの駆動を阻害する物理的な障害(例えば、ステージに接続されているケーブルの引きずりや、駆動のかじりなど)を挙げることができる。

50

## 【0065】

異物の付着等の異常に伴う変化を監視する例として、例えば、前の月の1ヶ月分の標準領域ごとの平均値を提供状態における露光装置の状態を示す指標とし、1日分の標準領域ごとの平均値との差分を求ることで、日々における変化の有無を監視できる。つまり、定常状態における露光装置の状態を示す情報は、異常の判断対象の期間（第2期間）よりも長い期間（第1期間）における第1装置情報を第2装置情報に変換しそれを統計処理することによって得られる。このような基準情報は、分析部240によって演算を通して決定されうる。ここで、定常状態における露光装置の状態を示す情報を基準装置情報とし、異常の判断対象の期間における露光装置の状態を示す情報を判断対象装置情報と呼ぶことができる。分析部240は、基準装置情報の時系列変化を求めて、それを出力部233に出力させてもよい。

10

## 【0066】

図15に1502として例示するように、定常状態における露光装置の状態を示すための標準領域の面積を異常の判断対象の期間における露光装置の状態を示す標準領域より大きくしてもよい。標準化領域が小さいと、同じ原因に起因して生じる制御結果であっても、それが隣の標準領域に現れる可能性がある。定常状態における露光装置の状態を示すための標準領域の面積を異常の判断対象の期間における露光装置の状態を示す標準領域より大きくすることによって、このような問題を解消することができる

定常状態における露光装置の状態を示す基準装置情報を得るために抽出期間を決める際に、標準領域ごとの統計処理結果を一定期間ごとにグラフにし長期間にわたって監視をした結果に基づいて決めてよい。例えば、長期監視により一時的に結果が違う期間は、通常状態を算出する期間より除外するなどを行う。

20

## (露光装置への情報のフィードバック)

この応用例では、標準領域ごとの統計処理結果を露光装置100のウエハステージ制御系13にフィードバックする。ウエハの処理中に露光装置100で計測を通して得られる各ショット領域情報（ショット領域情報は、第1領域情報とも表現され、例えば、同期精度、フォーカスレベル、フォーカスレベル追従性等を含みうる。）の値は、そのショット領域の位置におけるウエハステージ7の制御特性と、プロセスごとの特性とを含んでいる。変換部223によってショット領域情報（第1領域情報）を標準領域情報（第2領域情報）に変換することにより、ウエハステージ7が駆動されるべき位置（単に、ウエハステージ7の位置と表現される場合もある。）に応じたウエハステージ7の制御特性を把握することができる。この制御特性に基づいて、露光装置100の異常調査、ウエハステージ7が駆動されるべき複数の位置のそれぞれに応じた制御補正值の決定、ウエハステージ7が駆動されるべき複数の位置のそれぞれに応じた異常閾値の決定が可能となる。

30

## 【0067】

図17は、本発明の好適な実施形態の露光装置100の構成の一部を示す図である。露光装置100は、情報処理部1701を備えている。情報処理部1701には、前述の情報処理装置202から制御補正值テーブル1702および制御異常閾値テーブル1404が提供されうる。情報処理部1701は、制御補正值テーブル1702および制御異常閾値テーブル1404に基づいてウエハステージ7を制御する。

40

## 【0068】

情報処理装置202の変換部223によりショット領域情報を標準領域情報に変換することにより、ウエハステージ7の位置（標準領域の位置）ごとの装置特性1703が得られる。装置特性1703は、例えば、各標準領域のX座標範囲、Y座標範囲と、その範囲内の制御補正值と、異常閾値とをデータテーブルの形式で含みうる。

## 【0069】

情報処理部1701は、主制御系16から指示されるウエハステージ7の移動目標位置の指令値（X, Y, Z成分のみ図示）を受け、制御補正值テーブル1702に基づいてその指令値に対応する補正值を決定し、その補正值をウエハステージ制御系13に送る。ウエハステージ制御系13は、その補正值とウエハステージ7の移動目標位置の指令値とに

50

基づいてウエハステージ7を駆動する。これにより、ウエハステージ7の位置ごとに決定された補正值により制御誤差を低減することができる。また、情報処理部1701は、制御異常値テーブル1404に基づいてウエハステージ7の移動目標位置の指令値に対応する異常閾値を決定し、その異常閾値をウエハステージ制御系13に送る。ウエハステージ制御系13は、その異常閾値とウエハステージ7の移動目標位置の指令値に基づいて異常を検出する。

【0070】

以下、デバイスの生産中に露光装置100において計測を通して得られるショット領域情報（第1領域情報）の値からプロセス固有のショット制御特性を除去した露光装置100に固有の制御特性を算出する方法を説明する。

10

【0071】

各プロセスは、レジスト状態や下地パターン状態が異なるため、それぞれ違う特性をもつ。ステージ位置ごとの制御特性は、多数のプロセスにおけるショット領域情報としての計測結果Sの平均値を計算することによって得られる。

【0072】

該当するショット領域についての計測結果Sは、該当するショット領域についてのウエハステージ制御系13の制御特性Mと、該当するショット領域についてのプロセスに依存する特性Pとより、

$$S = M + P$$

で表される。

20

【0073】

n個のプロセスより、Sの平均を計算する場合、次の式が成立する。

【0074】

$$\begin{aligned} S / n &= [(P_1 + M) + (P_2 + M) + \dots + (P_n + M)] / n \\ &= P_1 / n + P_2 / n + \dots + P_n / n + M \end{aligned}$$

ここで、プロセス数nが大きい場合、 $P_n / n$ はMに比べ無視できるほど小さくなる。よって、

$$S / n = M$$

で表され、多数のプロセスにおける計測結果の平均は、ウエハステージ制御系13の制御特性Mを表すと考えられる。

30

【0075】

ここで、プロセスごとにショット領域の配列は異なるため、情報処理装置202の変換部222により各プロセスについてのショット領域情報を標準用域配列に従う標準領域情報に変換する。そして、統計処理部224により各標準領域における平均値を計算する。

【0076】

この各標準領域における平均値で表されるステージ位置ごとの制御特性に基づいて、露光装置100の異常を調査したり、ウエハステージ7の位置に応じた制御補正值を決定したり、ウエハステージ7の位置に応じた異常閾値を決定したりすることができる。

【0077】

図18は、露光装置100のウエハステージ7を高い精度で制御するために、情報処理装置202が制御補正值を算出し、該制御補正值を露光装置100にフィードバックする露光システムの構成を概略的に示す図である。

40

【0078】

情報処理装置202は、制御条件を入力する入力部232と、制御補正值処理部1802を備える。制御補正值処理部（フィードバック部）1802は、統計処理部224によってなされた標準領域ごとの統計処理結果に基づいて、制御補正值を標準領域ごとに計算して、例えば制御補正值テーブル1702として、露光装置100に出力（フィードバック）する。

【0079】

図19は、図18に示す情報処理装置202における制御補正值の算出処理の流れを例

50

示する図である。

【0080】

まず、ステップS701(収集ステップ)では、情報収集部221により、通信インターフェイス201により露光装置の通信インターフェイス17を介して露光装置100からデザイン依存装置情報を取得してデータベース231に格納する。

【0081】

次いで、ステップS702(フィルタリングステップ)では、フィルタリング部222により、データベース231に格納されたデザイン依存装置情報(制御結果324)をフィルタリング条件225に従ってフィルタリングして必要な情報を抽出する。ここで使用されるフィルタリング条件は、任意に指定されうる。例えば、フォーカスレベル、MA XY、MSD XY 等がフィルタリング条件として指定されうる

ステップS703(変換ステップ)では、指定された変換条件226に従って、変換部223により、デザイン依存装置情報(第1装置情報)を標準化装置情報(第2装置情報)に変換する。変換条件226は、入力部232を介して設定されうる。なお、変換条件226は、予め初期条件が設定されていてもよい。また、変換条件226は、予め用意された複数の条件の中から選択されることにより設定されてもよい。

【0082】

次いで、ステップS704(統計処理ステップ)では、統計処理条件227として露光装置100ごとに指定された統計処理条件に従って、統計処理部224により、標準領域ごとに統計値を算出する。統計処理条件227としては、例えば、統計処理値として標準領域ごとの平均値を算出することが指定されうる。

【0083】

ステップS1601(制御補正值処理ステップ)では、制御補正值処理部1802は、ステップS704(統計処理ステップ)により求められた標準領域ごとの統計値より制御補正值条件1501に従って制御補正值1602を出力する。制御補正值1602は、例えば、制御補正值テーブル1702として露光装置100に出力(フォードバック)されうる。

【0084】

例えば、制御補正值をX, Y座標を因数に取った近似曲面の多項式関数で与える場合、標準領域ごとの統計値を所定の次数及び項数の多項式を用いて最小2乗法を使って近似し、多項式関数における各項の係数を求めることができる。計算に使用するデータは、例えば、各標準領域の統計値と該標準領域の中心位置X, Yとすることができる。近似する多項式の次数、項数は制御補正值条件1501で与えられる。例えば、2次多項式とし、Z方向の補正值を求める場合、以下のような関数Fzになる。ここで、A ~ Fは求めるべき係数である。

【0085】

$$Fz(X, Y) = A \cdot X^2 + B \cdot Y^2 + C \cdot X \cdot Y + D \cdot X + E \cdot Y + F$$

また、制御補正值を図17に例示するようにデータテーブルで与える場合、制御補正值条件1501として、図23に例示するように、X, Y座標で範囲を示すテーブルを規定し、その各範囲で標準領域ごとの統計値より制御補正值を算出することを指定してもよい。例えば、規定した範囲内に中心位置を持つ標準領域の統計値を平均化したものを該範囲の制御補正值としてもよい。

【0086】

また、制御補正值条件1501として、上記のような関数やテーブルで示された補正值に、過剰補正とならないよう、さらに係数を掛けることを指定してもよい。例えば、示された補正值の0.7倍を制御補正值にするような係数でもよい。

【0087】

また、制御補正值条件1501として、他の装置と比較して制御オフセットを計算することを指定してもよい。例えば、制御補正值条件1501で基準装置と基準装置との相関条件とを指定し、基準装置と対象装置のステップS704(統計処理ステップ)の処理結果

10

20

30

40

50

果から、標準領域ごとに制御補正值を決定することができる。

【0088】

また、露光装置の特性は、経時変化や運用方法の変更等により変わりうる。そこで、定期的に制御補正值を算出し、経時変化が生じた場合や運用方法の変更が生じた場合に、制御補正值を変更してもよい。

【0089】

図20は、定期的に制御補正值を計算する例を示す図である。ステップS1701では、決められた時期が到来したかどうかを判断し、決められた時期が到来したら、処理をステップS1702に進める。

【0090】

ステップS1702では、図19に例示する処理を実施して制御補正值を計算し、その結果をDB231に保管する。

【0091】

ステップS1703では、制御補正值処理部1802は、入力部232より入力される条件1705に従って、DB231に保管された過去の制御補正值と新たに計算された制御補正值とに基づいて制御補正值を更新する。更新条件1705は、例えば、範囲の上限および下限をそれぞれ決定する2つの係数（例えば、0.5および1.5等）を含むことができる。そして、過去の制御補正值にその係数を乗じて上限および下限が決定された範囲を新たな制御補正值が越えるならば、その新たな制御補正值で当該過去の制御補正值を更新するというように、更新条件1705を指定することができる。

【0092】

制御補正值を更新する場合には、通信インターフェイス201を介して情報処理装置202から露光装置100に制御補正值を更新するための更新情報1704が送信される。

【0093】

次に、情報処理装置202における異常閾値の算出について例示的に説明する。図21は、露光装置100のウエハステージ7の精度の異常を検知するために、情報処理装置202がウエハステージ7の位置ごとの異常閾値を算出する露光システムの構成を概略的に示す図である。

【0094】

情報処理装置202は、異常閾値条件1801を入力する入力部232と、異常閾値処理部2102を備える。異常閾値処理部（フィードバック部）2102は、統計処理部224によってなされた標準領域ごとの統計処理結果に基づいて、異常閾値を標準領域ごとに計算して、例えば制御異常閾値テーブル1404として、露光装置100に出力（フィードバック）する。

【0095】

図22Aは、図21の示す情報処理装置202における異常閾値の算出処理の流れを例示する図である。

【0096】

まず、ステップS701（収集ステップ）では、情報収集部221により、通信インターフェイス201により露光装置の通信インターフェイス17を介して露光装置100からデザイン依存装置情報を取得してデータベース231に格納する。

【0097】

次いで、ステップS702（フィルタリングステップ）では、フィルタリング部222により、データベース231に格納されたデザイン依存装置情報（制御結果324）をフィルタリング条件225に従ってフィルタリングして必要な情報を抽出する。ここで使用されるフィルタリング条件は、任意に指定されうる。例えば、フォーカスレベルリング、M A X Y 、M S D X Y 等の制御誤差がフィルタリング条件として指定されうる。

【0098】

ステップS703（変換ステップ）では、指定された変換条件226に従って、変換部223により、デザイン依存装置情報（第1装置情報）を標準化装置情報（第2装置情報

10

20

30

40

50

) に変換する。変換条件 226 は、入力部 232 を介して設定されうる。なお、変換条件 226 は、予め初期条件が設定されていてもよい。また、変換条件 226 は、予め用意された複数の条件の中から選択されることにより設定されてもよい。

【0099】

次いで、ステップ S704 (統計処理ステップ) では、統計処理条件 227 が指定され、その統計処理条件 227 に従って、統計処理部 224 により、標準領域ごとに統計値を計算する。統計処理条件 227 としては、例えば、標準領域ごとフィルタリングした値のバラツキを調べるために、フィルタリングによって抽出される制御誤差の 3 値、最大値、最小値等が指定されうる。

【0100】

次いで、ステップ S1901 (異常閾値処理ステップ) では、ステップ S704 (統計処理ステップ) により求められた標準領域ごとの値より、異常閾値処理部 2102 により、異常閾値条件 1801 に従って異常閾値処理部 2102 が異常閾値を計算する。

【0101】

例えば、異常閾値条件 1801 は、異常閾値を算出するための係数であり、ステップ S704 (統計処理ステップ) により求められた標準領域ごとの値より、当該係数に従って、標準領域ごとの異常閾値を算出することができる。

【0102】

例えば、異常閾値を前述のように、X, Y 座標を因数に取った近似曲面の多項式関数で与える場合、標準領域ごとの統計値を所定の次数及び項数の多項式を用いて最小 2 乗法を使って近似し、多項式関数における各項の係数を求める。計算に使用するデータは、例えば、各標準領域の統計値と該標準領域の中心位置 X, Y とすることができる。近似する多項式の次数、項数は異常閾値条件 1801 で与えられる。

【0103】

また、異常閾値を図 17 に例示するように前述のようにデータテーブルで与える場合において、異常閾値条件 1801 としては、X, Y 座標で範囲を示すテーブルを規定し、その各範囲で標準領域ごとの統計値より異常閾値を算出することを指定することができる。例えば、規定した範囲内に中心位置を持つ標準領域の統計値の分散値を使用してもよい。

【0104】

異常閾値条件 1501 としては、上記のような関数やテーブルで示された値に、異常の過剰検知とならないよう、係数を掛けることを指定してもよい。例えば、示された値の 1.5 倍を異常閾値にするような係数でもよい。

【0105】

また、異常閾値の算出のための係数に加え、異常閾値条件 1801 として、標準領域ごとに閾値を適用するかどうかを判断する閾値適用条件を指定してもよい。他の領域に比べ閾値が非常に大きくなる領域に対して、閾値適用条件に従がって、異常閾値を適用するか決定する。

【0106】

これはウエハ外周部など、制御が困難な箇所では焼き付けを行っても製品にしない為、精度を求める必要がない場合がある。その箇所では異常検知が必要でないため、異常閾値適用の判断を行う。

【0107】

閾値適用条件としては、例えば、異常閾値の限度値を定め、領域の異常閾値がそれを越えた場合はその領域の異常閾値は設定しないように決定することができる。また、複数の領域について算出された複数の異常閾値のそれぞれに対して統計値を算出し、当該統計値に対して設定された閾値と当該統計値との大小関係から異常閾値を設定しない領域を決めてよい。ここで、統計値は、例えば、分散または標準偏差であり、当該統計値に対して設定された閾値は、例えば、分散または標準偏差の上限値 (許容値) とすることができる。

【0108】

10

20

30

40

50

露光装置の特性は、経時変化や運用方法の変更等により変わりうる。そこで、定期的に異常閾値を算出し、変化があった場合に異常閾値を変更してもよい。

【0109】

図22Bは、定期的に異常閾値を計算する例を示す図である。ステップS2001では、決められた時期が到来したかどうかを判断し、決められた時期が到来したら、処理をステップS2002に進める。

【0110】

ステップS2002では、図22Aに例示する処理を実施して異常閾値を計算し、その結果をDB231に保管する。

【0111】

ステップS2003では、異常閾値処理部2102は、更新条件2005に従って、DBに保管された過去の異常閾値と新たに計算された異常閾値とに基づいて異常閾値を更新する。異常閾値更新条件2005は、例えば、願意の上限および下限をそれぞれ決定する2つの係数で（例えば、0.5および1.5等）を含むことができる。そして、過去の異常閾値にその係数を乗じて上限および下限が決定される範囲を新たな異常閾値が越えるならば、その新たな異常閾値で当該過去の異常閾値を更新するというように、更新条件2005を指定することができる。

【0112】

異常閾値を更新する場合には、通信インターフェイス201を介して情報処理装置202から露光装置100に異常閾値を更新するための更新情報2004が送信される。

（標準領域情報の利用）

この応用例では、標準領域情報をを利用して特定のプロセスに固有の情報を得たり、特定の露光装置に固有の情報を得たり、特定のプロセスを実行させるべき特定の露光装置を制御するための情報を得たりする方法を説明する。

【0113】

ウエハの処理中に露光装置100で計測を通して得られるショット領域情報（ショット領域情報は、第1領域情報とも表現され、例えば、同期精度、フォーカスレベリング、フォーカスレベリング追従性等を含みうる。）の値は、そのショット領域の位置（換言すると、ウエハステージ7の位置）におけるウエハステージ7の制御特性と、プロセスごとの特性とを含んでいる。各プロセスは、レジスト状態や下地パターン状態が異なるため、それぞれ違う特性をもつ。この応用例では、ショット領域情報の値のうち、個々の露光装置に固有の制御特性による成分を含まない、プロセスに固有のショット領域ごとの制御ずれ量を求める。プロセスに固有のショット領域ごとの制御ずれ量に基づいて、ショット領域ごとのオフセットや精度信頼度などを算出し、新しいプロセスのオフセット設定や、他の露光装置へのプロセス設定オフセットに流用することができる。

【0114】

図24は、プロセスに固有の情報を求めて該情報を利用する方法を模式的に示す図である。プロセス2441、2442、2443は、互いに異なるショット領域配列を持ち、1又は複数の露光装置100で露光処理される。露光処理の際に計測を通して得られる各ショット領域についての計測結果（ショット領域情報）2401の値は、露光装置100の特性とプロセスの特性とを含む。情報処理装置202は、複数の露光装置100より各ショット領域についての計測結果を収集し、その計測結果から露光装置の特性2411を分離し、プロセスの特性2412を計算する。プロセスに固有のショット制御特性は、個々の露光装置の制御特性を含まないので、プロセスデザインに流用することができる。

【0115】

プロセスの特性2412は、プロセスデザインを処理するシステム2450でプロセスデザインに固有のショット制御特性の情報を有するプロセスデザイン情報2421として扱われる。プロセスデザイン情報2421は、ショット領域の位置（ウエハステージ7の位置）を示す情報と共に、ショット領域ごとの制御ずれ量などを含む。したがって、システム2450は、プロセスに固有のショット制御特性の情報を、そのプロセスとショット領

10

20

30

40

50

域配列、レジスト、下地パターンなど処理工程が同じであるか近い新規のプロセスで使用するべきオフセット 2431 を決定するために使用できる。また、例えば、ショット制御特性に基づいてパターンの線幅が悪くなる箇所や合わせ精度が悪くなる箇所が特定できることで、パターンデザインの変更や、製造工程のレシピを調整するなどができる。

【0116】

また、情報処理装置 202 は、新規のプロセスに固有のオフセット 2431 を当該プロセスを初めて実行する露光装置の特性 2411 と合成（統合）することで、当該露光装置に対して設定するべきオフセット 2441 を決定することができる。同様に、1 又は複数の露光装置がプロセスを実行して得られたプロセスデザイン情報 2421 を当該プロセスを初めて実行する他の露光装置の特性 2411 と合成（統合）することで当該他の露光装置に対して設定するべきオフセット 2441 を決定することができる。10

【0117】

次に、ウエハの処理中に露光装置 100 で計測を通して得られる各ショット領域情報（第 1 装置情報）の値から露光装置に固有の制御特性を除去したプロセス固有のショット制御特性を算出する方法を説明する。

【0118】

ショット領域情報としての計測結果  $S$  は、ショット領域についてのウエハステージ制御系 13 の制御特性  $M$  と、ショット領域についてのプロセスに依存する特性（プロセス特性） $P$  と、ウエハに依存する特性（ウエハ特性） $W$  より、20

$$S = M + P + W$$

で表される。

【0119】

単数のプロセスを  $i$  枚のウエハに対して実行して得られる計測結果  $S$  の平均を取る場合、次の式が成立する。

【0120】

$$\begin{aligned} S / i &= [(M + P + W_1) + (M + P + W_2) + \cdots + (M + P + W_i)] / i \\ &= W_1 / i + W_2 / i + \cdots + W_i / i + M + P \end{aligned}$$

ここで、ウエハ数  $i$  が大きい場合、 $W_i / i$  は  $M$ 、 $P$  に比べ無視できるほど小さくなり、30

$$S / i = M + P$$

で表され、単数プロセスを多数のウエハに対して実行して得られるショット領域情報としての計測結果  $S$  の平均は、ウエハステージ制御系 13 の制御特性  $M$  とプロセスに固有の特性  $P$  とを含む。

【0121】

次に、 $n$  個のプロセスより、 $S$  の平均を取る場合において、各プロセスでウエハ数は多数あると考え、 $S = M + P$  とすると、40

$$\begin{aligned} S / n &= [(P_1 + M) + (P_2 + M) + \cdots + (P_n + M)] / n \\ &= P_1 / n + P_2 / n + \cdots + P_n / n + M \end{aligned}$$

ここで、プロセス数  $n$  が大きい場合、 $P_n / n$  は  $M$  に比べ無視できるほど小さくなり、40

$$S / n = M$$

で表され、多数のプロセスを多数のウエハに対して実行して得られるショット領域情報としての計測結果  $S$  の平均は、ウエハステージ制御系 13 の制御特性を表すと考えられる。

【0122】

ここで、プロセスごとにショット領域の配列は異なるため、情報処理装置 202 の変換部 222 により各プロセスについてのショット領域情報を標準領域配列に従う標準領域情報に変換する。そして、統計処理部 224 により各標準領域における平均値を計算する。

【0123】

さらに、標準領域配列に従う標準領域情報を特定プロセスのショット領域配列に従うショット領域情報に変換することで、特定プロセスのショット領域ごとの露光装置情報  $S'$  は、50

$$S' = S / i - S / n = M + P - M = P$$

で表され、露光装置情報  $S'$  は、特定プロセスのショット領域の特性  $P$  を表すと考えられる。

#### 【0124】

図25は、プロセスに固有の特性を計算する処理の流れを模式的に示す図である。ここでは、プロセス2441の実行においてあるショット領域について得られる装置情報を  $S$  とし、そのショット領域での特定プロセスの特性  $P$  を求める流れを示している。

#### 【0125】

まず、各プロセス2441、2442、2443を実行する露光動作により複数のデザイン依存装置情報（これをプロセス依存装置情報と呼ぶこともできる。）2404、2405、2406が得られる。デザイン依存装置情報2404、2405、2406を変換条件226に従って変換部223が標準領域配列に従う標準化装置情報に変換し、統計処理部224が標準領域ごとに平均化処理1503を実行することによって結果2409が得られる。変換部223は、その結果2409に対して、再変換処理1505を実行して、プロセス2441と同じショット領域配列に従うショット領域情報への変換を指定する変換条件2504で再変換を実行する。それによって得られる結果2506のあるショット領域についてのショット領域情報がウエハステージ制御系13の当該ショット領域についての制御特性  $M$  である。

#### 【0126】

一方、プロセス2441の実行によって得られたデザイン依存装置情報2404は、そのまま統計処理部224にも提供される。統計処理部224は、デザイン依存装置情報2404に対して平均化処理2501を実行（ショット領域ごとに平均値を計算）し、結果2502を得る。

#### 【0127】

差分処理部2601は、結果2506と2502との差分によりプロセス特性を得る抽出処理2507を実行して結果2508を得る。結果2508は、特定プロセスを実行した場合の各ショット領域における特性  $P$  である。

#### 【0128】

以下、標準化装置情報に変換された後、当該標準化装置情報を有するプロセスのショット領域配列に従うデザイン依存装置情報に再変換する方法を説明する。図32は、プロセスのレイアウトデザインがショット画角そのものである場合に変換する方法を示す図である。標準領域配列2701を構成する標準領域がプロセスレイアウト2702におけるショット領域より微細な場合、変換処理は、上記の第1の例により行うことができる。一方、標準領域配列2704のように標準領域がプロセスレイアウト2702におけるショット領域より大きい場合は、変換処理は、上記の第2の例により行うことができる。

#### 【0129】

図33は、プロセスのレイアウトデザインがショット画角で定義される領域を細分化した領域である場合の変換方法を示す図である。標準領域配列2801を構成する標準領域がプロセスレイアウト2802を構成する領域より微細な場合、変換処理は、上記の第1の例により行うことができる。一方、標準領域配列2804のように標準領域がプロセスレイアウト2802を構成する領域より大きい場合は、変換処理は、上記の第2の例により行うことができる。

#### 【0130】

以下、情報処理装置202における処理について説明する。図26は、プロセスに固有の特性を算出しプロセスデザインシステムや露光装置にフィードバックする露光システムの構成を概略的に示す図である。

#### 【0131】

情報処理装置202は、差分処理部2601を有し、指定された露光装置の装置特性と、指定されたプロセスの統計値とに基づいて、指定されたプロセスの特性を算出する。

#### 【0132】

10

20

30

40

50

算出したプロセスレイアウト領域ごとの制御値は、通信インターフェイス 201 を通して、プロセスをデザインすることが可能なシステムであるプロセスデザインを処理するシステム 2450 にフィードバックされる。

【0133】

情報処理装置 202 は、統合部 2602 を有し、指定された露光装置の装置特性と、指定されたプロセスの特性とを統合し、指定された露光装置での指定されたプロセスの特性を算出する。

【0134】

情報処理装置 202 は、制御値処理部 255 を有し、入力部 233 より入力された制御条件 250 に基づいて、統合部 1602 による処理結果に基づいて、制御値をプロセスレイアウト領域ごとに算出する。

10

【0135】

算出したプロセスレイアウト領域ごとの制御値は、通信インターフェイス 201 を通して、指定された露光装置 100 にフィードバックされる。

【0136】

図 27 は、特定プロセスのプロセスレイアウト領域ごとに制御値を算出する処理の流れを示す図である。この方法は、露光装置の制御特性を含まない特定プロセスの制御特性を抽出するものである。図 28 は、特定プロセスレイアウト領域毎の装置制御情報を算出する処理の流れを説明した図である。

20

【0137】

まず、ステップ S701 (収集ステップ) で、情報収集部 221 により、通信インターフェイス 201 により露光装置の通信インターフェイス 17 を介して露光装置 100 からデザイン依存装置情報を取得してデータベース 231 に格納する。

【0138】

ステップ S702 (フィルタリングステップ) では、フィルタリング部 222 により、データベース 231 に格納されたデザイン依存装置情報 (制御結果 324) をフィルタリング条件 225 に従ってフィルタリングして必要な情報を抽出する。ここで使用されるフィルタリング条件は、任意に指定されうる。例えば、フォーカスレベル、MA XY 、MSD XY 等の制御誤差がフィルタリング条件として指定されうる。

30

【0139】

ここで、ショット領域の特定に関わる情報 321 より、試験プロセスなど特別な装置動作をしたプロセスは、装置制御情報の算出に不適切なものとして除いてもよい。

【0140】

また、フィルタリング条件 225 は、該当する特定プロセスを露光した複数の露光装置を指定するように決定されうる。

【0141】

ステップ S703 (変換ステップ) では、指定された変換条件 226 に従って、変換部 223 により、デザイン依存装置情報 (第 1 装置情報) を、標準化装置情報 (第 2 装置情報) に変換する。変換条件 226 は、入力部 232 を介して設定されうる。なお、変換条件 226 は、予め初期条件が設定されていてもよい。また、変換条件 226 は、予め用意された複数の条件の中から選択されることにより設定されてもよい。

40

【0142】

ステップ S703 に次いでステップ S1801 (再変換ステップ) が実行される。ステップ S1801 では、変換条件 226 に従って、変換部 223 により、標準化装置情報 (第 2 装置情報) を、制御値を算出する特定プロセスのプロセスレイアウト領域における情報に変換する。

【0143】

ステップ S1801 (再変換ステップ) に次いでステップ S704 (統計処理ステップ) が実行される。ステップ S704 では、統計処理条件 227 として指定された統計処理に従って、特定プロセスのレイアウトデザイン領域ごとに統計値を算出する。例えば、統

50

計処理として、特定プロセスのレイアウトデザイン領域ごとに平均値を算出する。この統計処理の結果は、後述の差分処理において、露光装置ごとの装置制御特性として使用される。したがって、平均値の算出は、フィルタリング条件 225 で指定された全ての露光装置について実行される。これにより、複数のプロセスを実行した露光装置のデザイン依存装置情報（第1装置情報）より、特定プロセスデザインレイアウトに変換された領域毎の装置制御情報が得られる。

【0144】

次に、特定プロセスにのみ生じる制御特性を導く。図27のステップ S2201（差分処理ステップ）では、特定プロセスにのみ生じる制御特性 2202 を計算する。この計算は、ステップ S2102 の結果である特定プロセスの結果による領域ごとの装置制御情報 2103 の値からステップ S704 の結果である変換された領域ごとの装置制御情報 1802 の値を差引くものである。

10

【0145】

図29のように、ステップ S2102 の結果 2103 におけるレイアウトデザイン領域ごとの装置制御情報 2111 の値からステップ S704 の結果 1802 における同じレイアウトデザイン領域 1811 の装置制御情報の値を差引く。これにより当該領域の特性 2211 が得られる。この計算をレイアウトデザイン領域ごとに行う。この差分処理は、フィルタリング条件 225 で指定された装置ごとに行う。

【0146】

以上により求められた該特定プロセスにのみ生じる制御特性 2202 は、通信インターフェイス 201 よりシステム 2450 に送られる。システム 2450 は、この結果より、新しいプロセスの各ショット領域の制御ずれ量などを試算することができる。例えば、各露光装置より得られた同じプロセスの制御特性より、そのプロセスの平均的な制御特性を算出し、似たショット配列を持つ新しいプロセスの制御特性として扱うことができる。さらに、それを情報処理装置 202 に送付することで、任意の露光装置での新しいプロセスの制御値を算出することができる。

20

【0147】

以下、特定プロセスの領域毎の制御情報と特定露光装置の領域ごとの装置制御情報に基づいて特定露光装置における該特定プロセスの制御値を求める方法を説明する。図30 30 は、その処理の流れを説明する図であり、図31 は、その処理を例示的に示す図である。

30

【0148】

特定プロセスの領域ごとの制御情報 2203 は、前述した特定プロセスのプロセスレイアウト領域ごとに制御値を算出する処理で求められた特定プロセスにのみ生じる制御特性 2202 である。或いは、特定プロセスの領域ごとの制御情報 2203 は、特定プロセスにのみ生じる制御特性 2202 を用い、新たに設計されたプロセスの領域毎の制御情報でもよい。

【0149】

任意の露光装置の領域ごとの装置制御情報 1803 は、前述したステップ S702 ~ S704, S1801 の処理に従い求めることができる。

【0150】

40

ここで、フィルタリング条件 225 としては該任意の露光装置が指定され、ステップ S1801（再変換ステップ）では、該特定プロセスの領域配列が指定される。

【0151】

統合処理ステップ S2401 は、特定プロセスの領域毎の制御情報 2203 に、任意の装置の変換された領域ごとの装置制御情報 1803 を加算する。

【0152】

図32のように、特定プロセスの制御情報 2203 のレイアウトデザイン領域ごとの装置制御情報から、任意の装置の変換された領域毎の装置制御情報 1803 の同じレイアウトデザイン領域の装置制御情報を加算し、その領域の特性を算出する。この計算をレイアウトデザイン領域ごとに行うことにより、任意の装置での該特定プロセスの装置制御情報

50

2402を決定することができる。

#### 【0153】

ステップS1901(制御値処理ステップ)では、任意の装置での該特定プロセスの装置制御情報2402に対し、制御値条件250に従って制御値処理部255が制御値を出力する。例えば、制御値条件250は、係数(例えば、0.7)とすることができます、特定プロセスの装置制御情報2402の領域ごとの結果に当該係数を乗じた値を制御オフセットとすることができます。

#### 【0154】

制御結果情報2402は、通信インターフェイス201を通して露光装置100にフィードバックされ、その特定プロセスのレイアウトデザイン各領域の制御値として扱われる。

10

#### (検査条件の決定)

この応用例では、複数のショット領域のそれぞれを露光する際の制御値を示す情報(ショット領域情報を含むデザイン依存装置情報)を標準領域情報を含む標準化装置情報に変換する。そして、この標準化装置情報を統計処理することにより、重ね合わせ検査器やパターン形状検査器等の検査器に検査を実行させる検査領域を決定する。

#### 【0155】

ウエハの処理中に露光装置100で計測を通して得られる各ショット領域情報(ショット領域情報は、第1領域情報とも表現され、例えば、同期精度、フォーカスレベル、フォーカスレベル追従性等を含みうる。)の値は、そのショット領域の位置におけるウエハステージ7の制御特性と、プロセスごとの特性とを含んでいる。しかしながら、複数のプロセスの実行を通して得られるショット領域情報を標準領域情報に変換して、それを統計処理することによって、その標準領域情報からプロセスごとの特性を除去することができる。よって、プロセスの変更の有無に拘わらず、ウエハステージ7の制御特性の変化を検出することができる。ウエハステージ7の制御特性の変化が許容値を超える領域は、検査器に検査をさせるべき領域である。

20

#### 【0156】

互いに異なるプロセスの実行を通して得られるショット領域情報(デザイン依存装置情報)は、そのままでは統計処理部224による統計処理には向きである。そこで、互いに異なるプロセスの実行を通して得られるショット領域情報(デザイン依存装置情報)は、変換部223によって標準領域情報(標準化装置情報)に変換された後に統計処理される。

30

#### 【0157】

図34は、検査領域の決定方法を例示的に示す図である。一例では、現在のウエハの露光処理で得られたデザイン依存装置情報から得られた標準化装置情報3402と、直前のウエハの露光処理で得られたデザイン依存装置情報から標準化装置情報3403に基づいて現在のウエハに対する追加の検査領域が決定されうる。この例では、例えば、ロット#1のウエハ#2で追加された検査領域3404は、その後、ショットレイアウトの違うロット#2のウエハ#1に対しても検査領域3405とされうる。このような決定方法は、ウエハを保持する基板ステージ7の上の異物等による影響で同じ箇所に連続して制御の異常が発生しやすい場合に有効である。

40

#### 【0158】

情報処理装置202は、追加すべき検査領域3406を示す情報を、検査器3411による検査箇所等の検査条件を変更する機能を有するシステム、例えば製造ラインを管理する管理サーバー3501に通知する。もちろん、そのような機能を情報処理装置202が有する場合には、そのような通知は不要である。

#### 【0159】

ウエハごとに追加の検査領域3407内にある計測マーク、計測パターンを追加検査箇所3408とすることができます。管理サーバー3501は、それぞれのプロセスで決められている検査箇所3410と追加検査箇所3408とを合成して検査箇所パラメータ変更

50

結果 3409 を決定する。

【0160】

検査箇所パラメータ変更結果 3409 は、検査器 3411 に送られ、露光時の制御ずれ結果等を含む情報を反映した検査を行うことができる。

【0161】

ここで、次に、ウエハの処理中に露光装置 100 で計測を通して得られる各ショット領域情報（第 1 装置情報）の値から露光装置に固有の制御特性を除去したプロセス固有のショット制御特性を算出する方法を説明する。

【0162】

ショット領域情報としての計測結果  $S$  は、ショット領域についてのウエハステージ制御系 13 の制御特性  $M$  と、ショット領域についてのプロセスに依存する特性（プロセス特性） $P$  と、ウエハに依存する特性（ウエハ特性） $W$  より、

$$S = M + P + W$$

で表される。

【0163】

単数のプロセスを  $i$  枚のウエハに対して実行して得られる計測結果  $S$  の平均を取る場合、次の式が成立する。

【0164】

$$\begin{aligned} S / i &= [(M + P + W_1) + (M + P + W_2) + \dots + (M + P + W_i)] / i \\ &= W_1 / i + W_2 / i + \dots + W_i / i + M + P \end{aligned}$$

ここで、ウエハ数  $i$  が大きい場合、 $W_i / i$  は  $M$ 、 $P$  に比べ無視できるほど小さくなり、

$$S / i = M + P$$

で表され、単数プロセスを多数のウエハに対して実行して得られるショット領域情報としての計測結果  $S$  の平均は、ウエハステージ制御系 13 の制御特性  $M$  とプロセスに固有の特性  $P$  とを含む。

【0165】

次に、 $n$  個のプロセスより、 $S$  の平均を取る場合において、各プロセスでウエハ数は多数あると考え、 $S = M + P$  とすると、

$$\begin{aligned} S / n &= [(P_1 + M) + (P_2 + M) + \dots + (P_n + M)] / n \\ &= P_1 / n + P_2 / n + \dots + P_n / n + M \end{aligned}$$

ここで、プロセス数  $n$  が大きい場合、 $P_n / n$  は  $M$  に比べ無視できるほど小さくなり、

$$S / n = M$$

で表され、多数のプロセスを多数のウエハに対して実行して得られるショット領域情報としての計測結果  $S$  の平均は、ウエハステージ制御系 13 の制御特性を表すと考えられる。

【0166】

ここで、プロセスごとにショット領域の配列は異なるため、情報処理装置 202 の変換部 222 により各プロセスについてのショット領域情報を標準領域配列に従う標準領域情報に変換する。そして、統計処理部 224 により各標準領域における平均値を計算する。

【0167】

さらに、標準領域配列に従う標準領域情報を特定プロセスのショット領域配列に従うショット領域情報に変換することで、特定プロセスのショット領域ごとの露光装置情報  $S'$  は、

$$S' = S / i - S / n = M + P - M = P$$

で表され、露光装置情報  $S'$  は、特定プロセスのショット領域の特性  $P$  を表すと考えられる。

【0168】

特定プロセスのショット領域の特性  $P$ 、ステージ制御系 13 の制御特性  $M$  を上記の（標準領域情報の利用）で説明した方法により除去すれば、標準領域情報をプロセスの相違に拘わらずに比較することができる。

10

20

30

40

50

## 【0169】

図35は、検査領域を決定するシステムの構成を示す図である。図示されていないが、情報処理装置202は、複数の露光装置100から情報を収集してもよい。

## 【0170】

検査領域決定部（検査条件決定部）3502は、入力部232より入力された検査箇所判断条件1503と統計処理結果とに基づいて検査領域を決定する。検査領域決定部3502が決定した検査領域は、通信インターフェイス201を通して、検査器による検査箇所の変更が可能なシステム、例えば製造ラインを管理する管理サーバー3501に送られる。管理サーバー3501は、検査箇所を検査器3504に指示する。ここで、1台の管理サーバー3501が複数の検査器3504に指示を送ってもよい。

10

## 【0171】

図36は、ウエハごとに検査領域の追加、削減を決定する処理の流れを示す図である。

## 【0172】

まず、ステップS701（収集ステップ）で、情報収集部221により、通信インターフェイス201により露光装置の通信インターフェイス17を介して露光装置100からデザイン依存装置情報を取得してデータベース231に格納する。

## 【0173】

ステップS702（フィルタリングステップ）では、フィルタリング部222により、データベース231に格納されたデザイン依存装置情報（制御結果324）をフィルタリング条件225に従ってフィルタリングして必要な情報を抽出する。ここで使用されるフィルタリング条件は、任意に指定されうる。例えば、フォーカスレベリング、MA XY、MSD XY 等の制御誤差がフィルタリング条件として指定されうる。

20

## 【0174】

ステップS703（変換ステップ）では、指定された変換条件226に従って、変換部223により、デザイン依存装置情報（第1装置情報）を、標準化装置情報（第2装置情報）に変換する。変換条件226は、入力部232を介して設定されうる。なお、変換条件226は、予め初期条件が設定されていてもよい。また、変換条件226は、予め用意された複数の条件の中から選択されることにより設定されてもよい。

## 【0175】

次いで、ステップS704（統計処理ステップ）では、統計処理条件227が指定され、その統計処理条件227に従って、統計処理部224により、標準領域ごとに統計値を計算する。統計処理条件227としては、例えば、標準領域ごとフィルタリングした値のバラツキを調べるために、フィルタリングによって抽出される制御誤差の3 値、最大値、最小値等が指定されうる。

30

## 【0176】

ステップS1601（記憶ステップ）では、統計処理により得られた結果をDB231に格納する。

## 【0177】

ステップS1602（検査領域決定ステップ）では、検査領域判断条件1503に従って、検査領域判断部3502が検査領域を決定する。ここでは、既に領域のレイアウトは共通の標準化領域に変換されているので、プロセスが異なるウエハの結果を使用した検査領域判断条件を設定することができる。例えば、直前の数枚のウエハの結果より移動平均をとり、その移動平均に係数（典型的には、1より大きな数）を乗じて決定される判定レベルを上回った領域を追加の検査領域として決定してもよい。逆に、移動平均に係数（典型的には、1より小さな数）を乗じて決定される判定レベルを下回った領域を検査領域から削除してもよい。

40

## 【0178】

また、一度検査領域として決定された領域は、その後の設定された枚数のウエハでも検査領域としてもよい。

## 【0179】

50

決定された検査領域は、通信インターフェイス 201 を通して、管理サーバー 3501 に通知される。決定された検査領域は、検査箇所に変換される。図 37 に例示的に示すように、決定された検査領域内 3407 にある計測マーク、計測パターンが検査箇所 3408 とされうる。これを既に決められている検査箇所 3410 とあわせて、検査箇所パラメータ変更結果 3409 とすることができます。検査箇所パラメータ 3409 は、検査項目とプロセスによりそれぞれ異なる検査箇所を指定しうる。検査領域を検査箇所に変換するときは、検査項目やプロセスにより決まる検査箇所に変換されうる。この変換は、情報処理装置 202 が行ってもよいし、管理サーバー 1501 が行ってもよい。

#### 【0180】

また、管理サーバーが、ショット番号やショット位置など、該当するプロセスのショットレイアウト情報に基づいて追加検査箇所情報を生成する場合には、次のようにしてもよい。すなわち、図 38 で示すように、情報処理装置の変換部 223 は、標準領域配列を該当するプロセスのショットレイアウト 3801 に再変換して、検査領域のショット番号などをショットレイアウト情報から求めて、それを管理サーバーに通知してもよい。

10

#### 【0181】

以下、変換部 223 による変換を新規プロセスのための検査箇所の決定や、定期的な検査箇所の更新に利用する例を説明する。

#### 【0182】

情報収集部 221 で露光装置から収集されたデザイン依存装置情報 3401 のうち制御結果 324 (図 3) より、検査領域決定の対象としたい項目をフィルタリング条件 225 として指定する。フィルタリング条件 225 に従ってフィルタリング部 222 によって抽出された情報を変換部 223 によりプロセスのショットレイアウトを共通の標準領域配列に従う標準化装置情報 3402 に変換する。統計処理部 224 は、その結果を用いて、フィルタリングにより抽出された全ウエハを対象として領域ごとの統計結果 3901 を得る。統計書リブ 224 は、例えば、統計処理は 3 を指定し、標準化領域ごとに 3 を算出する。

20

#### 【0183】

その結果より、検査領域判断部 3502 は、検査領域判断条件 1503 に従って検査領域を決定する。例えば、領域ごとの値より、平均値を計算し、その平均値以上の領域を検査領域として決定することができる。

30

#### 【0184】

決定された検査領域は、通信インターフェイス 201 を通して管理サーバー 3501 に通知される。管理サーバー 3501 は、検査領域内にある新規プロセスの計測箇所パラメータ 3902 に対して、計測マーク、計測パターンを計測箇所として追加し、計測箇所パラメータ 3409 を決定することができる。また、定期的に複数ロットについての露光装置からの情報に基づいて検査領域を決定し計測箇所パラメータを更新してもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0185】

【図 1】本発明の好適な実施形態の露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図 2】本発明の好適な実施形態の露光システムの構成を概略的に示す図である。

40

【図 3】情報収集部によって収集される 1 つのショット領域情報の一例を示す図である。

【図 4】変換部における変換処理の例を模式的に示す図である。

【図 5】変換部における変換処理の第 1 の例を模式的に示す図である。

【図 6】変換部における変換処理の第 2 の例を模式的に示す図である。

【図 7】本発明の好適な実施形態におけるデザイン依存装置情報 (第 1 装置情報) の解析処理の流れを例示する図である。

【図 8】フィルタリング部におけるフィルタリング処理の例を模式的に示す図である。

【図 9】複数の露光装置を管理システムで管理する応用例を示す図である。

【図 10】1 又は複数の露光装置と他の装置とを管理システムで管理する応用例を示す図である。

50

【図11】領域ごとの統計処理結果の長期監視グラフを示す図である。

【図12】装置情報の再変換の例を説明する図である。

【図13】ショット領域配列への装置情報の再変換を説明する図である。

【図14】異常を検出するための原理を説明するための図である。

【図15】標準領域の面積の決定方法を説明するための図である。

【図16】本発明の好適な実施形態の露光システムの応用例を示す図である。

【図17】本発明の好適な実施形態の露光装置の構成を部分的に示す図である。

【図18】本発明の好適な実施形態の露光システムの応用例を示す図である。

【図19】制御補正值の算出処理の流れを例示する図である。

【図20】定期的に制御補正值を計算する例を示す図である。

10

【図21】本発明の好適な実施形態の露光システムの応用例を示す図である。

【図22A】異常閾値の算出処理の流れを例示する図である。

【図22B】定期的に異常閾値を計算する例を示す図である。

【図23】制御補正值のデータテーブルを例示する図である。

【図24】プロセスに固有の情報を求めて該情報を利用する方法を模式的に示す図である

。

【図25】プロセスに固有の特性を計算する処理の流れを模式的に示す図である。

【図26】本発明の好適な実施形態の露光システムの応用例を示す図である。

【図27】特定プロセスのプロセスレイアウト領域ごとに制御値を算出する処理の流れを示す図である。

20

【図28】特定プロセスレイアウト領域ごとの装置制御情報を算出する処理の流れを説明した図である。

【図29】領域の特性を得る方法を例示する図である。

【図30】特定露光装置における特定プロセスの制御値を求める方法を説明する。

【図31】特定露光装置における特定プロセスの制御値を求める方法を説明する。

【図32】変換処理を例示する図である。

【図33】変換処理を例示する図である。

【図34】検査領域の決定方法を例示的に示す図である。

【図35】本発明の好適な実施形態の露光システムの応用例を示す図である。

【図36】ウエハごとに検査領域の追加、削減を決定する処理の流れを示す図である。

30

【図37】検査箇所の決定を例示的に説明する図である。

【図38】検査箇所の決定を例示的に説明する図である。

【図39】検査箇所の決定を例示的に説明する図である。

【符号の説明】

【0186】

100 露光装置

201 通信インターフェイス

202 情報処理装置

221 情報収集部

222 フィルタリング部

40

223 変換部

224 統計処理部

235 フィルタリング条件

226 変換条件

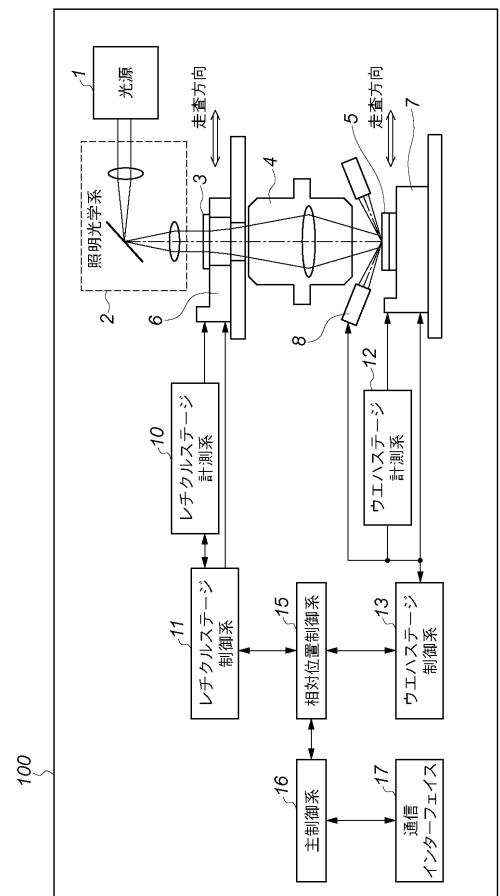
227 統計処理条件

231 データベース

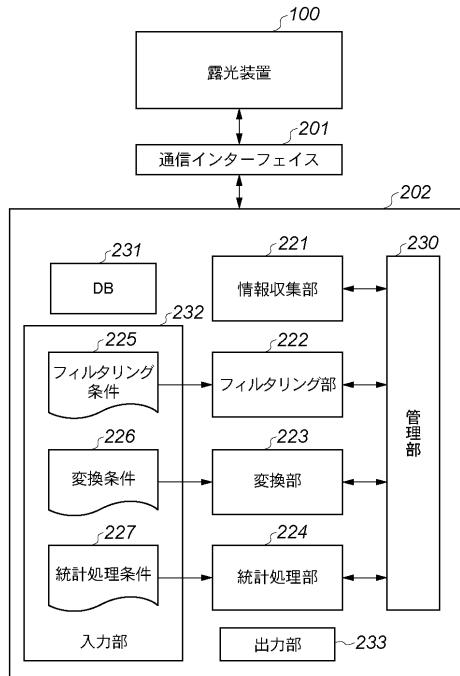
232 入力部

233 出力部

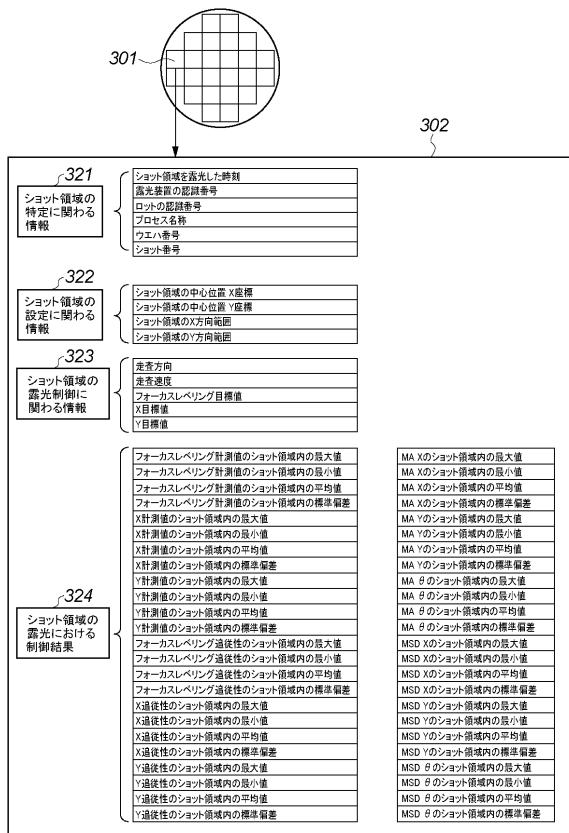
【図1】



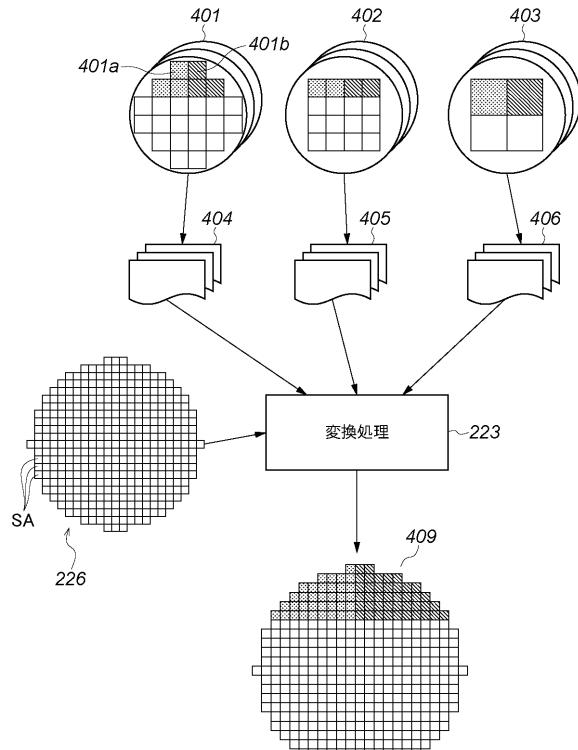
【図2】



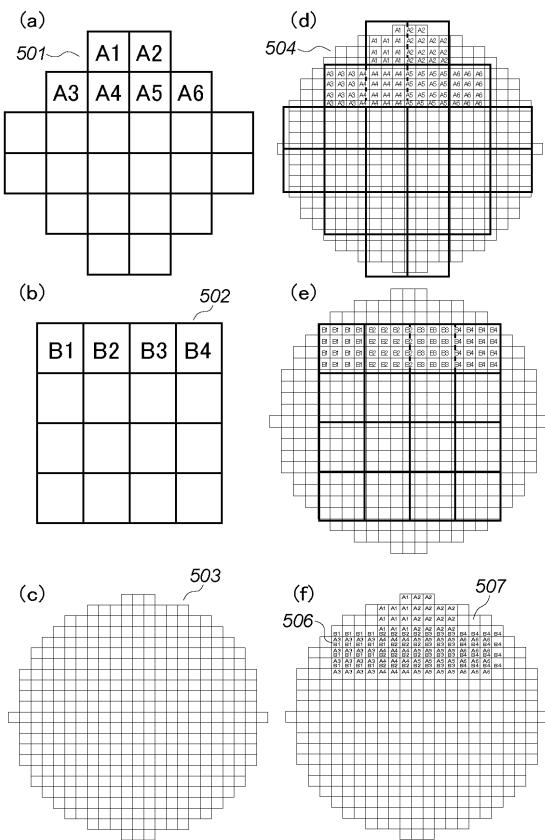
【図3】



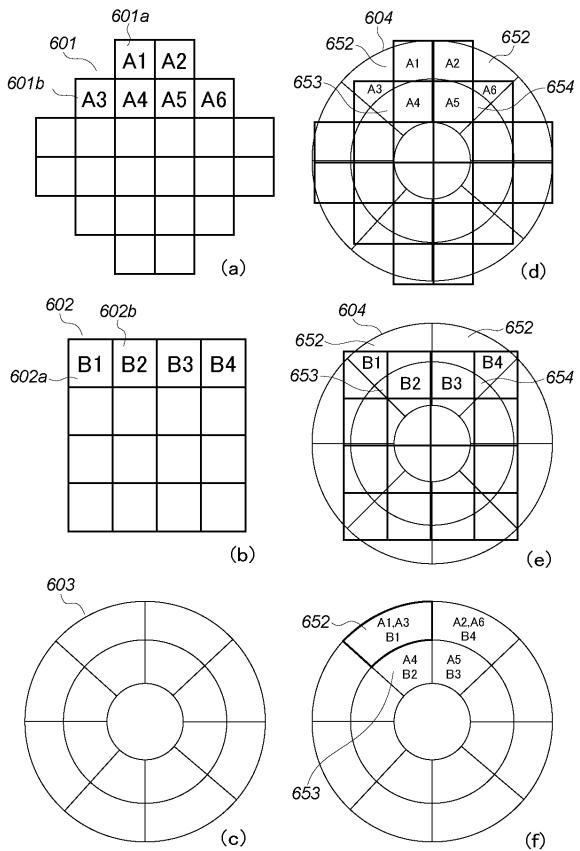
【 図 4 】



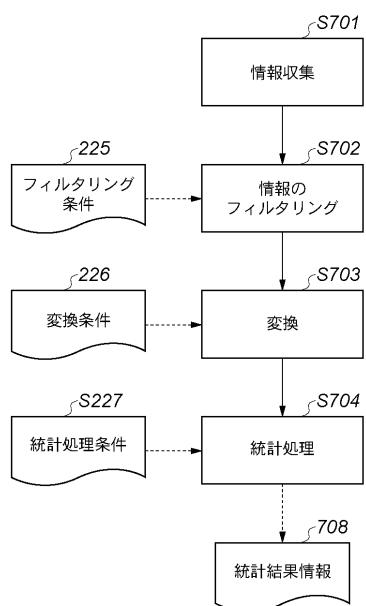
【図5】



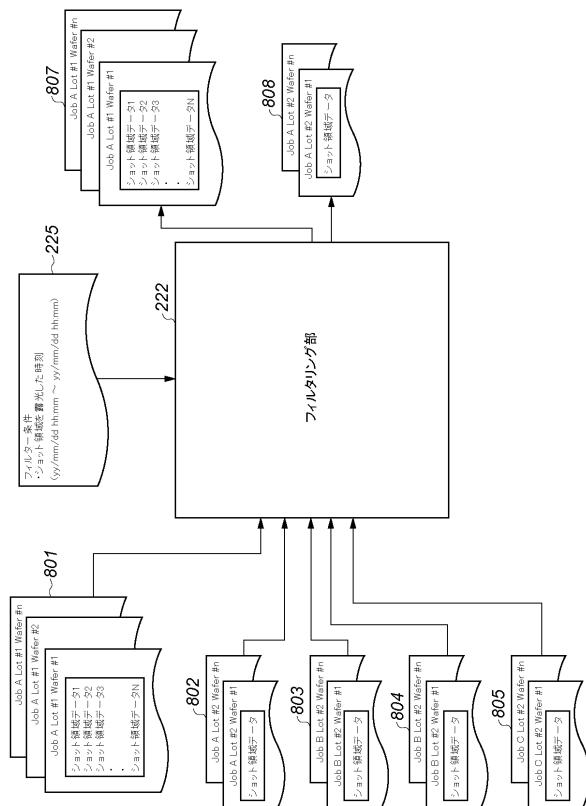
【図6】



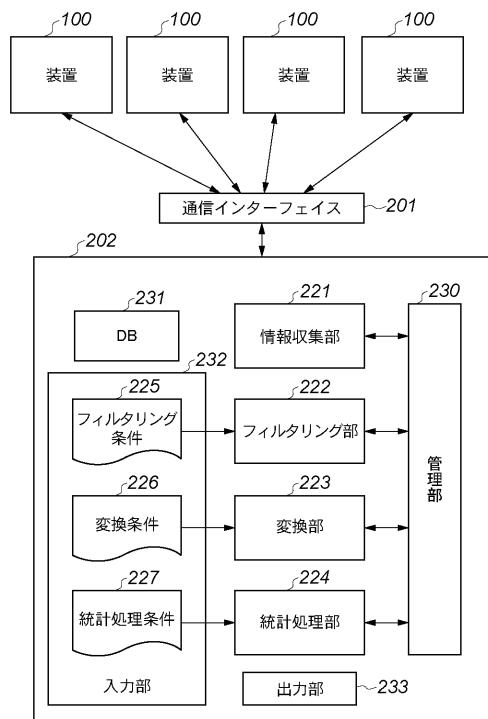
【図7】



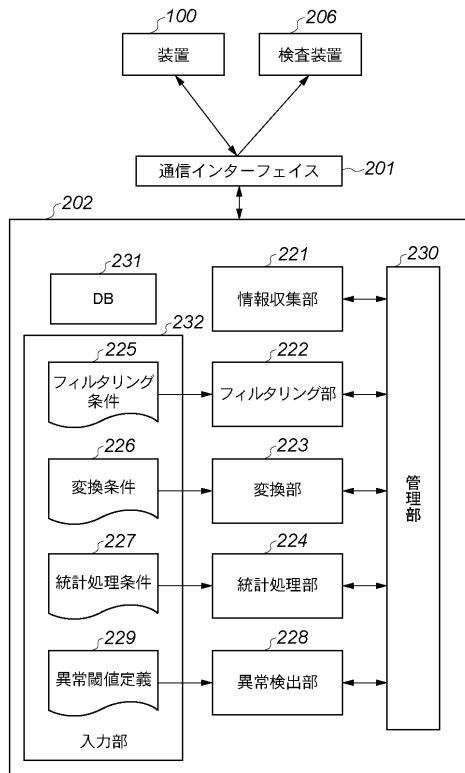
【図8】



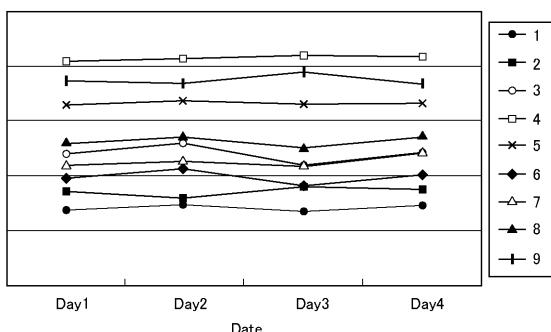
【図9】



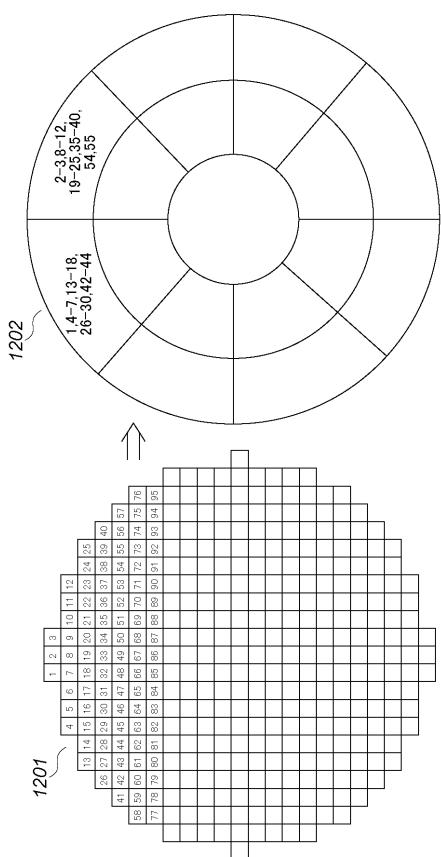
【図10】



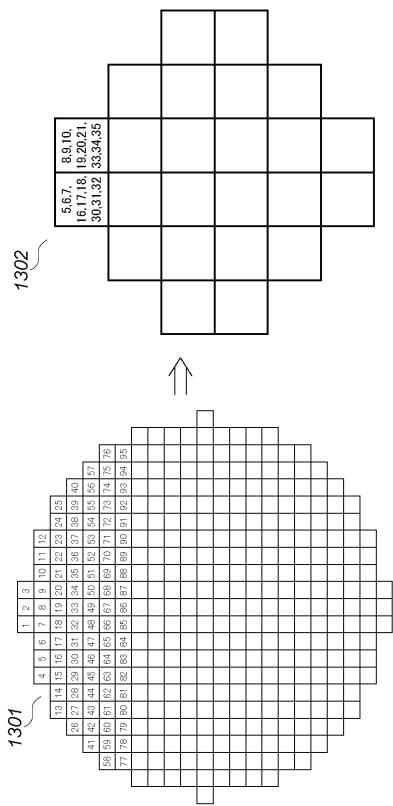
【図11】



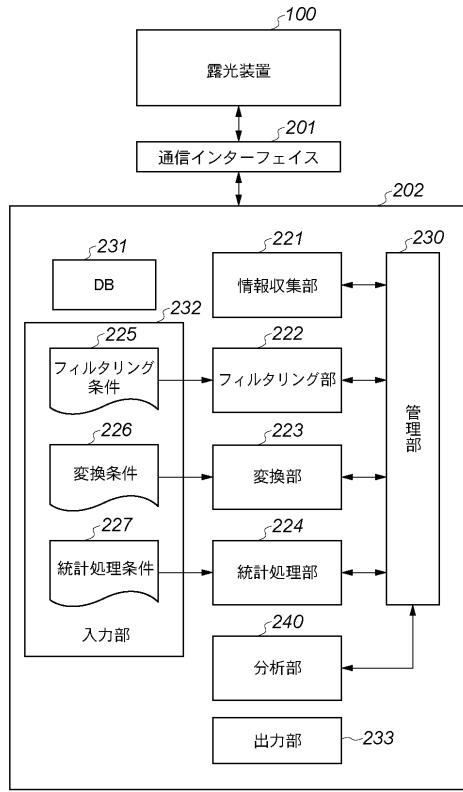
【図12】



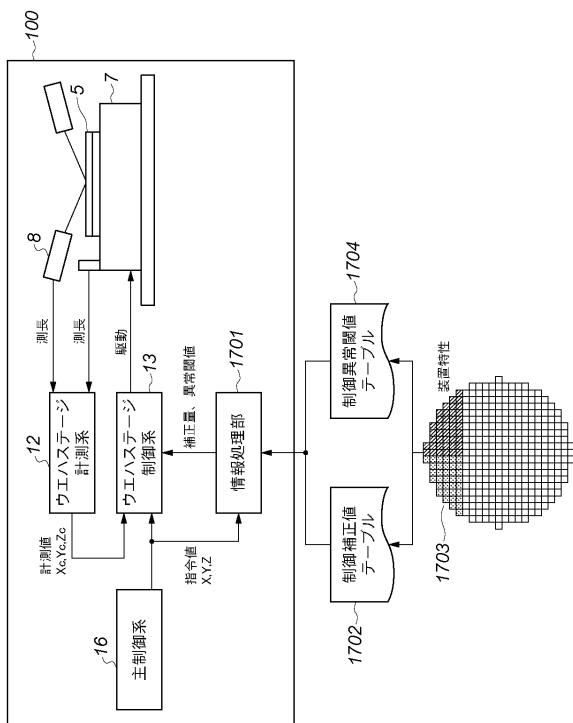
【図13】



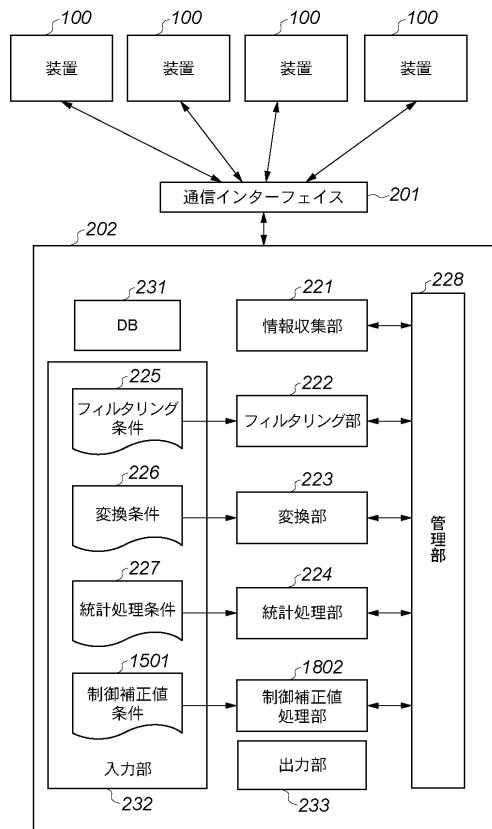
【図16】



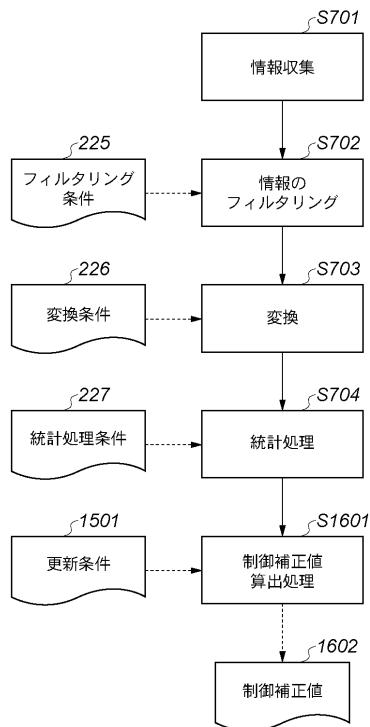
【図17】



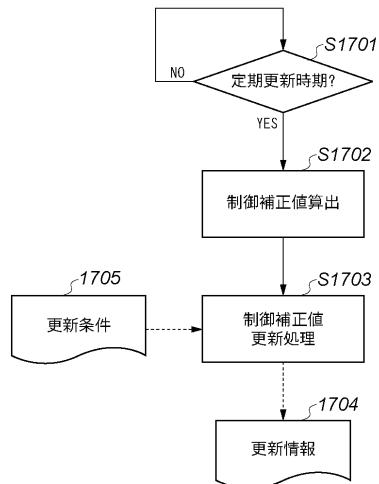
【図18】



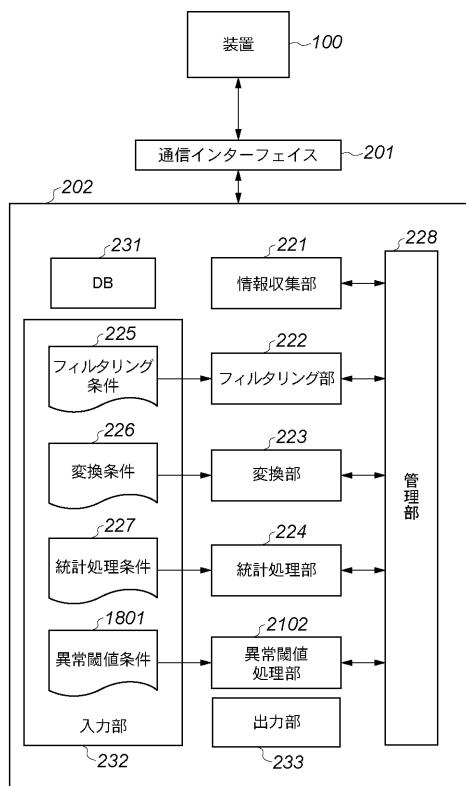
【図19】



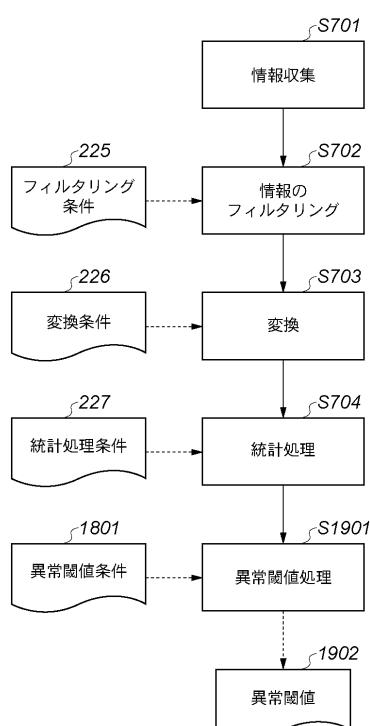
【図20】



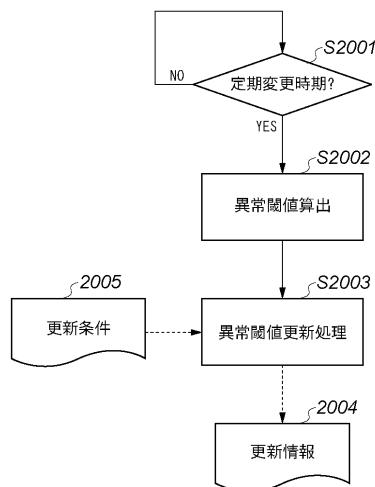
【図21】



【図22A】



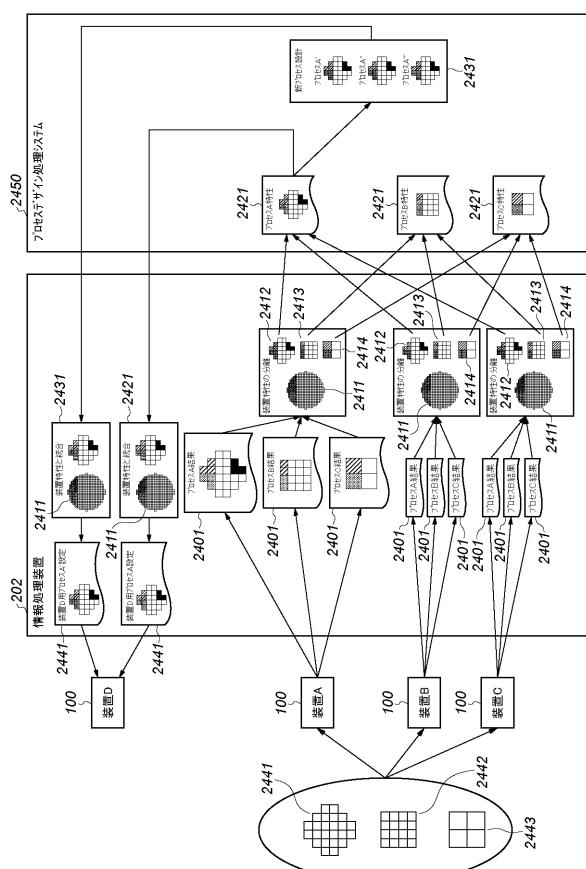
### 【図22B】



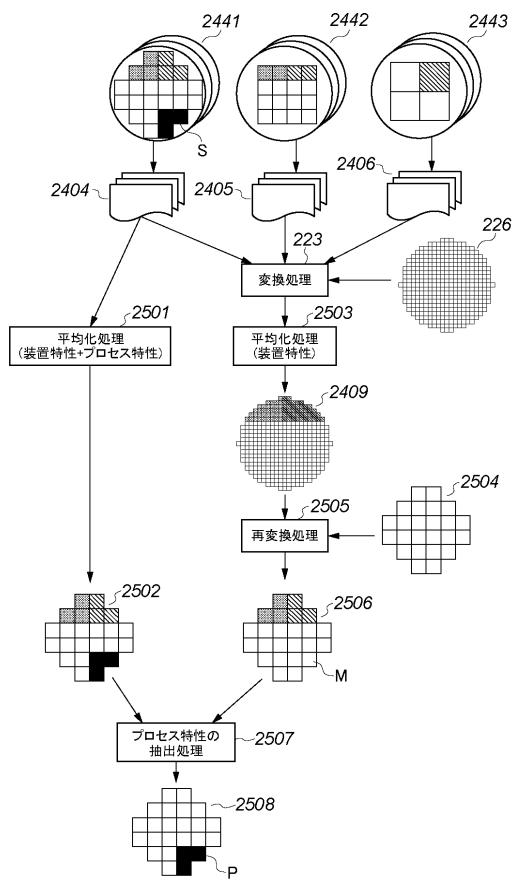
### 【図23】

X begin (mm)	X end (mm)	Y begin (mm)	Y end (mm)	Z補正值 (um)
50	40	-50	-40	3
50	40	-40	-30	2
50	40	-30	-20	4
50	40	-20	-10	5
...	...	...	...	...
50	40	40	50	2
40	30	-50	-40	2
40	30	-40	-30	4
40	30	-30	-20	5
...	...	...	...	...

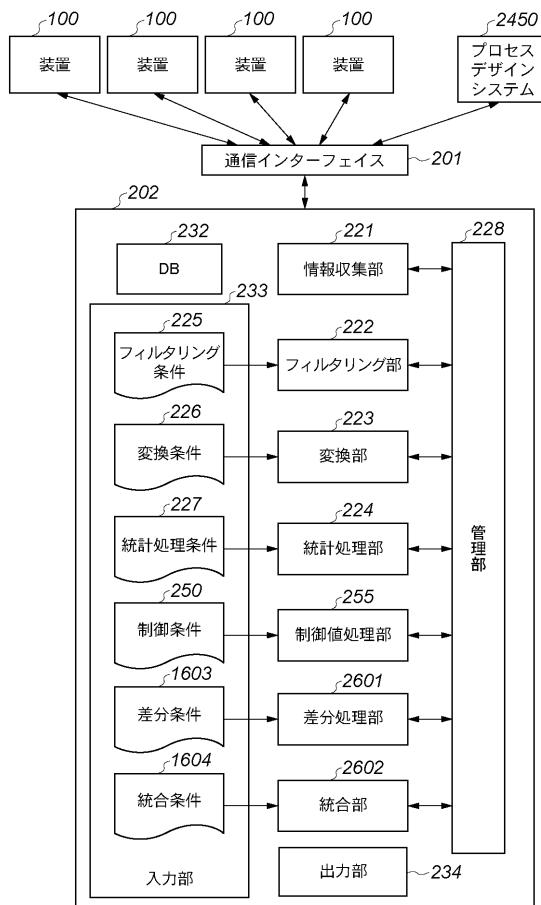
### 【図24】



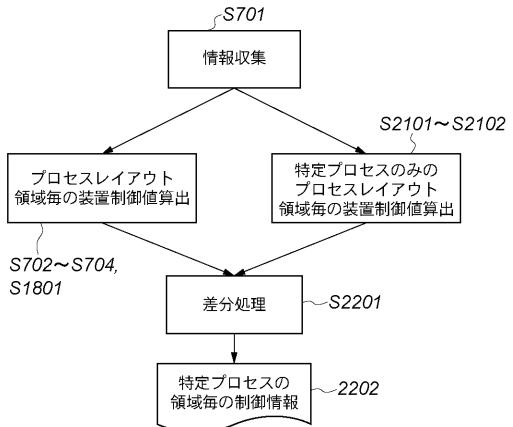
【図25】



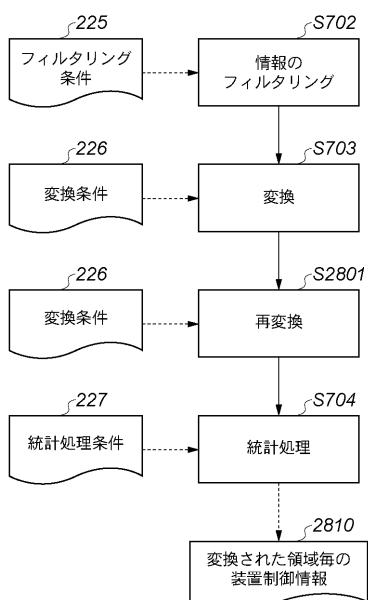
【図26】



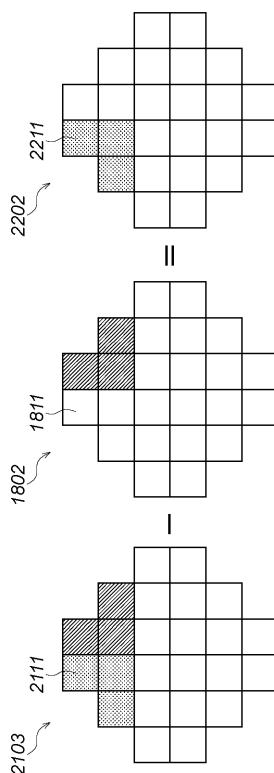
【図27】



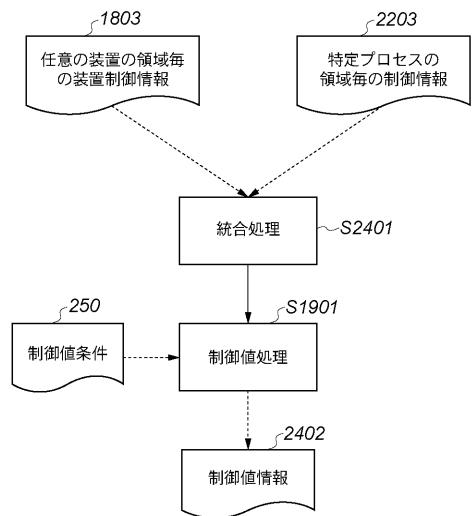
【図28】



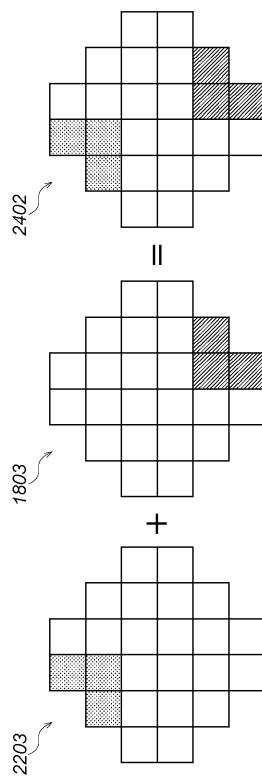
【 図 29 】



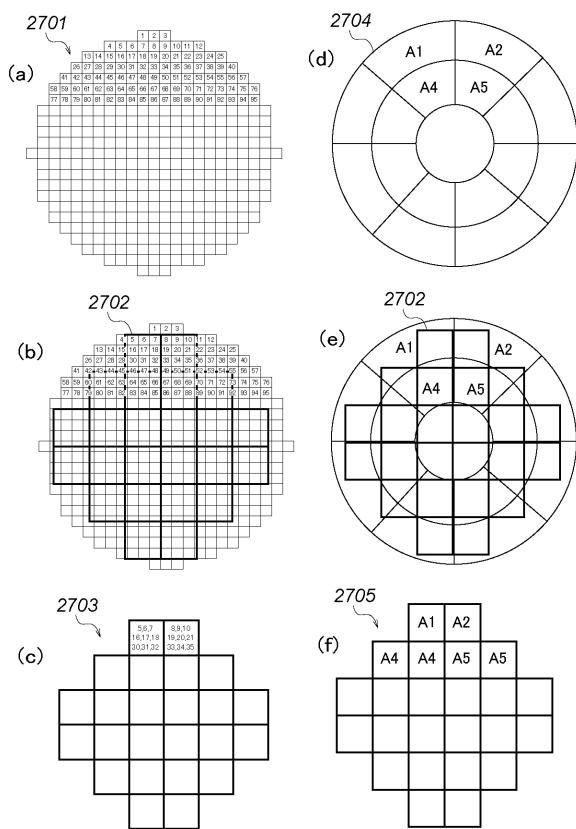
【図30】



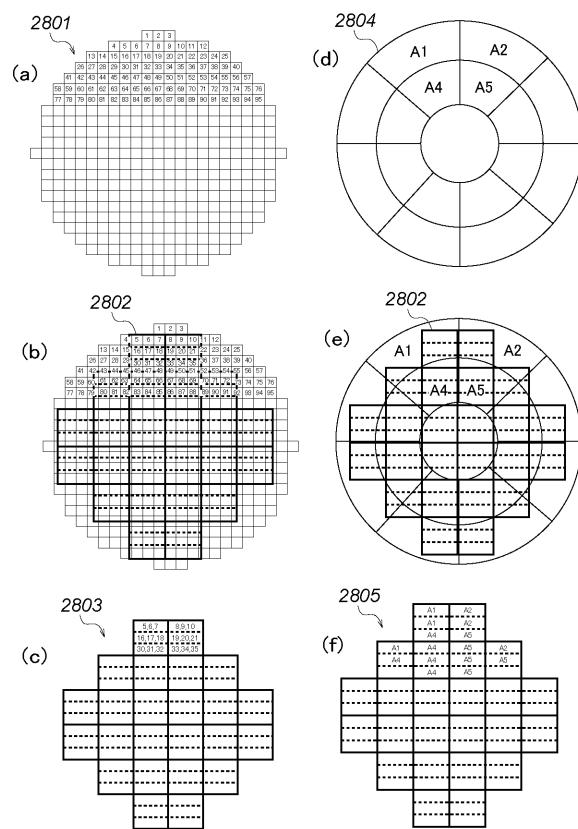
【図31】



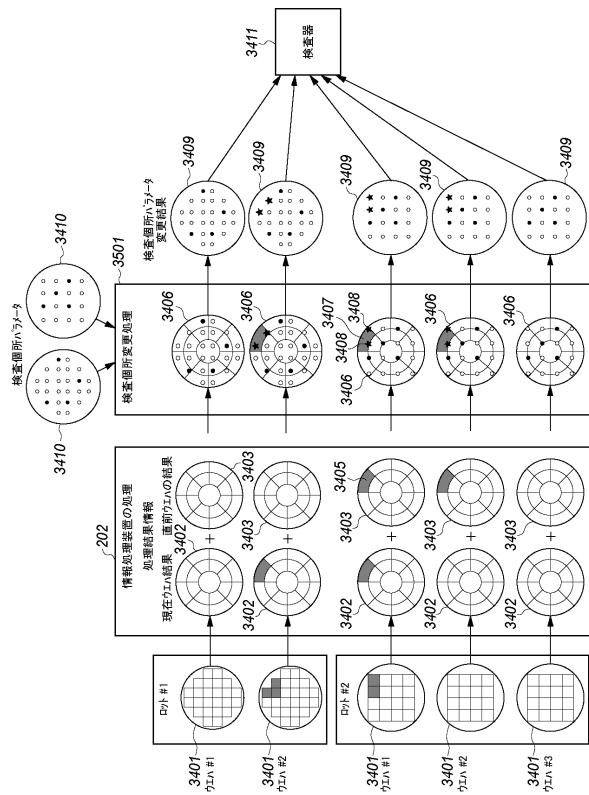
【図32】



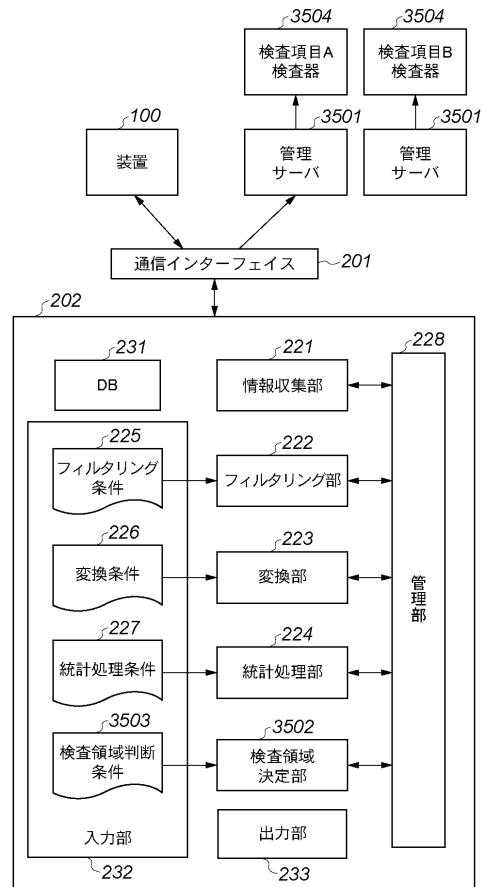
【図33】



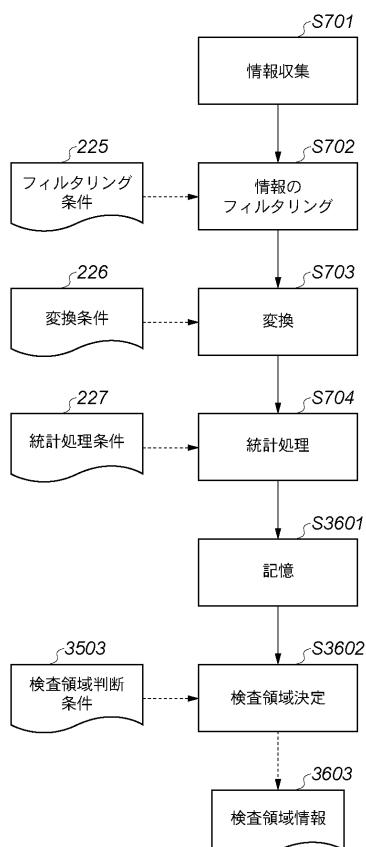
【図3-4】



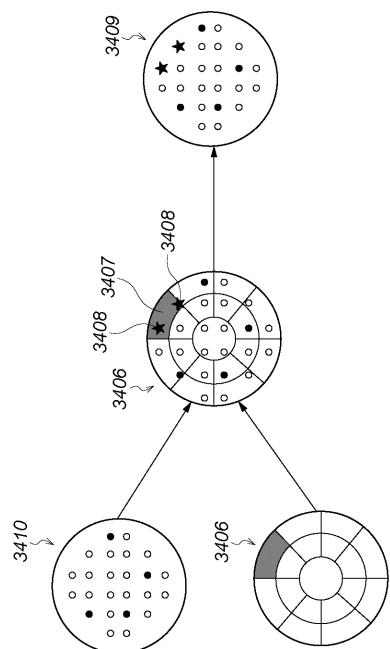
【図35】



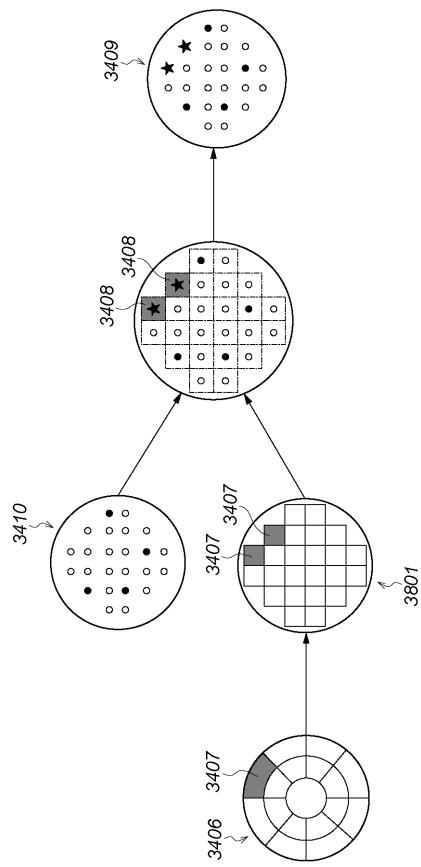
### 【図36】



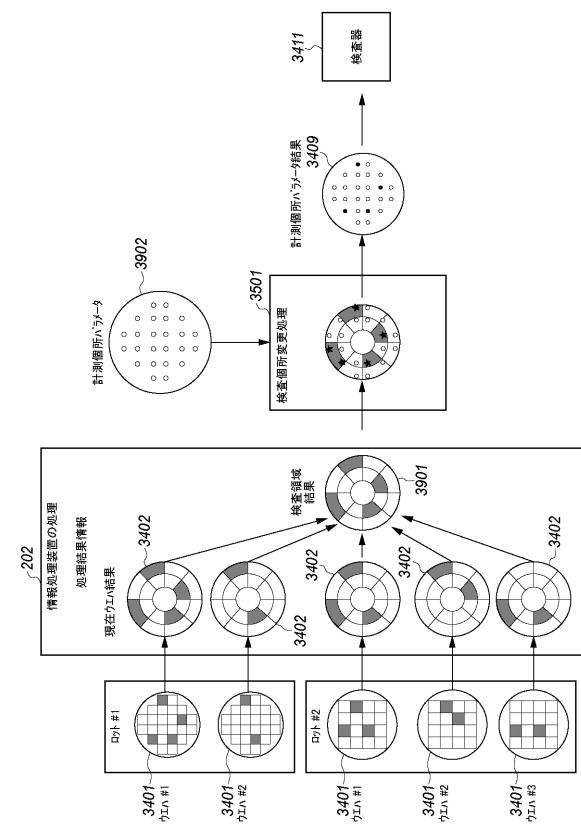
【図37】



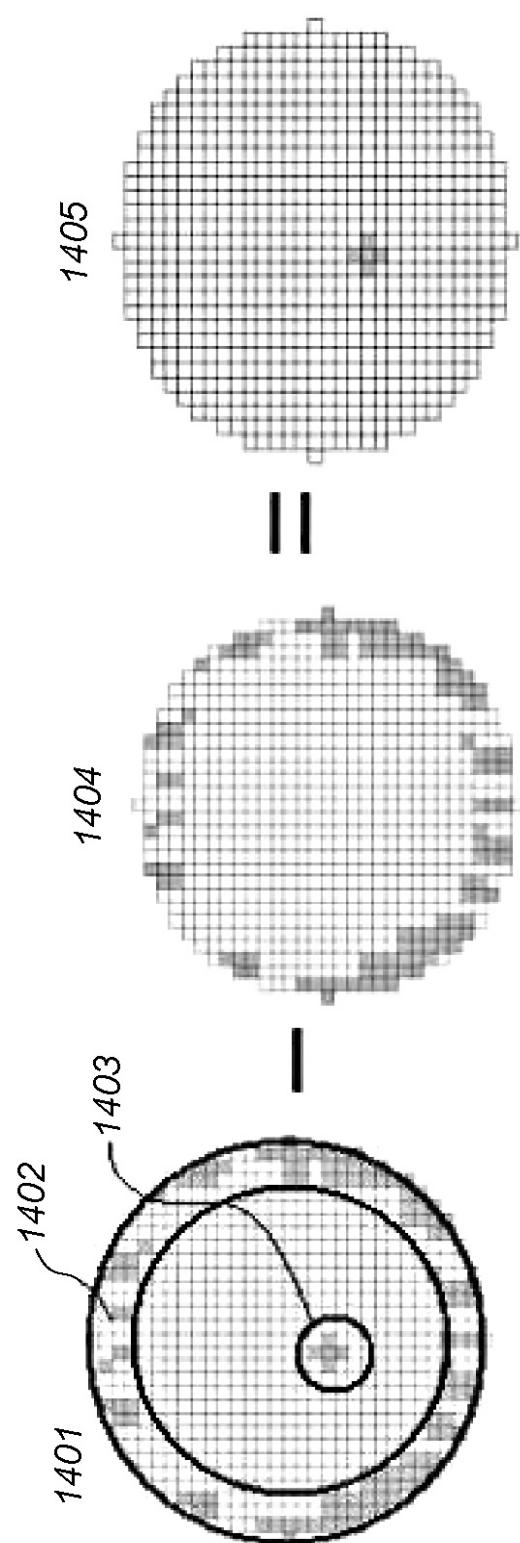
【図38】



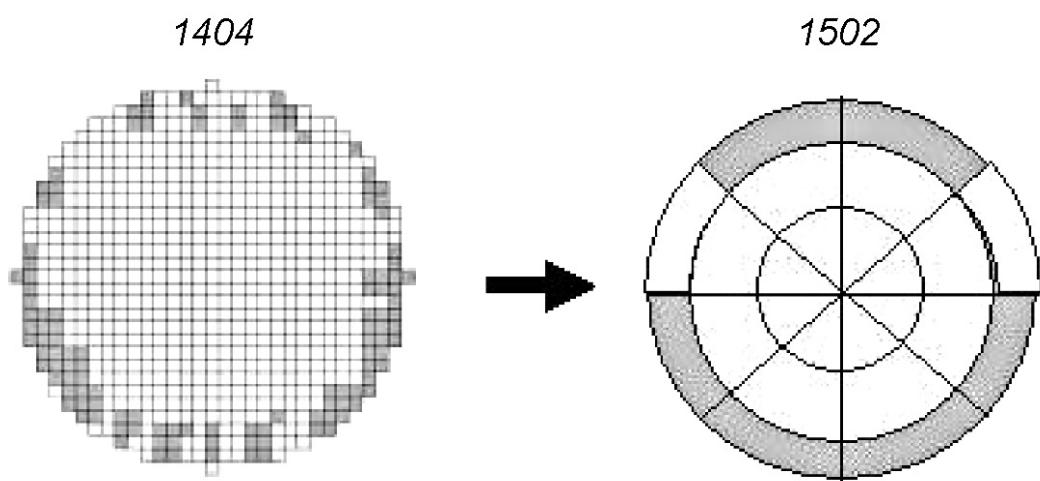
【図39】



【図 1 4】



【図 15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 板井 大介

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 川内 義洋

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 小澤 邦貴

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 渡戸 正義

(56)参考文献 特開平10-161299 (JP, A)

特開平05-020322 (JP, A)

特開平05-343280 (JP, A)

特開平04-282820 (JP, A)

特開2003-100599 (JP, A)

特開2003-347196 (JP, A)

特開2006-054451 (JP, A)

特開2004-214432 (JP, A)

特開2004-193174 (JP, A)

特開2001-267210 (JP, A)

特開2000-243794 (JP, A)

特開2006-245485 (JP, A)

特表2007-524834 (JP, A)

特表2008-511140 (JP, A)

再公表特許第2007/049704 (JP, A1)

再公表特許第2007/088872 (JP, A1)

再公表特許第98/001903 (JP, A1)

再公表特許第2007/088873 (JP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01L 21/027

H01L 21/64 - 21/66

G03F 7/20