

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5223668号
(P5223668)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26)

(24) 登録日 平成25年3月22日 (2013. 3. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006. 01)

G O 3 F 7/20 (2006. 01)

H O 1 L 21/30 5 1 4 E

H O 1 L 21/30 5 6 2

H O 1 L 21/30 5 0 2 G

H O 1 L 21/30 5 1 5 D

G O 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 9 (全 56 頁)

(21) 出願番号 特願2008-500556 (P2008-500556)
 (86) (22) 出願日 平成19年2月16日 (2007. 2. 16)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/052815
 (87) 国際公開番号 W02007/094443
 (87) 国際公開日 平成19年8月23日 (2007. 8. 23)
 審査請求日 平成22年1月7日 (2010. 1. 7)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-41219 (P2006-41219)
 (32) 優先日 平成18年2月17日 (2006. 2. 17)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100102901
 弁理士 立石 篤司
 (72) 発明者 沖田 晋一
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内
 審査官 佐藤 秀樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 調整方法及び基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定検査処理を含む一連の複数の基板処理の処理条件を調整する調整方法であって、
 少なくとも基板上への膜の生成を行う膜生成処理と、液浸露光により基板を露光して該
基板上にパターンを形成する露光処理と、該露光処理の前と後とに前記基板上の異物を検
査する異物検査処理と、を少なくとも含む複数の基板処理により処理される少なくとも1
枚の基板に関して、前記膜生成処理により前記基板上に生成された膜の厚みの分布の測定
結果に関する第1情報と、前記露光処理前における前記基板の下地に形成された位置合わ
せ用マークの波形の測定結果に関する第2情報と、前記露光処理前の前記基板上の異物検
査結果に関する第3情報と、前記露光処理後の前記基板上の異物検査結果に関する第4情
報とを含む測定検査結果に関する情報を収集する収集工程と；

収集された測定検査結果に関する情報に基づいて、前記第1情報と前記第2情報との間
 に相関が有る場合に、前記露光処理における前記基板の位置合わせに関する前記位置わ
 せ用マークの測定の処理条件と前記基板上への膜の成膜条件との少なくとも一方を含む前
 記複数の基板処理の少なくとも一部の処理条件を、前記基板の位置合わせ用マークの測定
 結果が膜の厚みに影響を受けないように、最適化するとともに、前記第3情報において異
 物が検出されず、前記第4情報において異物が検出され、かつ、前記第3情報と前記第4
 情報との間に相関が有る場合に、前記露光処理前の前記基板上の異物の検査条件を最適化
 する最適化工程と；

最適化された処理条件に関する情報を、その処理を行う装置に送信する送信工程と；を

含む調整方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の調整方法において、

前記複数の基板処理は、さらに、前記基板上の液体の除去処理を含み、

前記測定検査結果に関する情報は、さらに、膜生成処理により前記基板上に生成された膜の前記露光処理前の検査結果に関する第 5 情報を含み、

前記最適化工程では、前記第 5 情報が正常で、前記第 4 情報が異常である場合に、前記露光処理の処理状態に関する情報を取得し、取得された情報に基づいて前記露光処理及び前記除去処理の少なくとも一方の処理条件を最適化する調整方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の調整方法において、

前記複数の基板処理は、さらに、前記基板に対するポストバーク処理を含み、

前記測定検査結果に関する情報は、さらに、前記ポストバーク処理の前の前記基板の異物検査結果に関する第 6 情報と、前記ポストバーク処理の後の前記基板の異物検査結果に関する第 7 情報とを含み、

前記第 6 情報が正常で、前記第 7 情報が異常である場合に、前記ポストバーク処理の処理状態に関する情報を取得し、

前記最適化工程では、

取得された情報に基づいて、前記ポストバーク処理が、前記第 7 情報の異常の要因でないと判断した場合に、前記ポストバーク処理の前の前記基板の異物検査処理の処理条件と、前記露光処理の処理条件と、前記液体除去処理の処理条件との少なくとも 1 つを最適化する調整方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の調整方法において、

前記複数の基板処理は、さらに、前記基板に対する現像処理を含み、

前記測定検査結果に関する情報は、さらに、前記現像処理の後の前記基板のパターン検査結果に関する第 8 情報を含み、

前記第 6 情報が正常で、前記第 8 情報が異常である場合に、前記現像処理及びポストバーク処理の処理状態に関する情報を取得し、

前記最適化工程では、

取得された情報に基づいて、前記現像処理及びポストバーク処理が、前記第 8 情報の異常の要因でないと判断した場合に、前記ポストバーク処理の前後の前記基板の検査条件と、前記露光処理の処理条件と、前記液体除去処理の処理条件との少なくとも 1 つを最適化する調整方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の調整方法において、

前記測定検査結果に関する情報は、さらに、前記現像処理の前の前記基板の異物検査結果に関する第 9 情報を含み、

前記第 9 情報が正常で、前記第 8 情報が異常である場合には、前記現像処理の処理状態に関する情報を取得し、

前記最適化工程では、

取得された情報に基づいて、前記現像処理が、前記第 8 情報の異常の要因でないと判断した場合に、前記現像処理の前の測定検査の測定検査条件と、前記露光処理の処理条件と、前記液体除去処理の処理条件との少なくとも 1 つを最適化する調整方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の調整方法において、

前記複数の基板処理は、さらに、前記基板に対するエッチング処理を含み、

前記測定検査結果に関する情報は、さらに、前記露光処理前の前記基板の露光面の面形状の測定結果に関する第 10 情報と、前記現像処理又は前記エッチング処理後の前記基板のパターンのサイズの測定結果に関する第 11 情報とを含み、

前記第 1 0 情報が正常で、前記第 1 1 情報が異常である場合に、前記現像処理、前記ポストバーク処理、前記露光処理の少なくとも 1 つの処理状態に関する情報を取得して解析し、

前記現像処理、前記ポストバーク処理及び前記エッチング処理が、前記第 1 1 情報の異常の要因でないと判断した場合に、前記露光処理の処理条件と、前記液体除去処理の処理条件との少なくとも 1 つを最適化する調整方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の調整方法において、

前記測定検査結果に関する情報は、さらに、前記現像処理後の前記基板上のパターンのサイズの測定結果に関する第 1 2 情報と、前記エッチング処理後の前記基板上のパターンのサイズの測定結果に関する第 1 3 情報とを含み、

10

前記第 1 2 情報が正常で、前記第 1 3 情報が異常である場合には、前記エッチング処理の処理状態に関する情報を取得して解析し、

前記エッチング処理が、前記第 1 3 情報の異常の要因でないと判断した場合に、前記露光処理の処理条件と、前記液体除去処理の処理条件との少なくとも一方を最適化する調整方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の調整方法において、

前記測定検査結果に関する情報は、さらに、前記膜生成処理により前記基板上に生成された膜の前記露光処理前の測定検査結果に関する第 1 4 情報と、前記現像処理後又はエッチング処理後の前記基板のパターンのサイズのばらつきの測定結果に関する第 1 5 情報とを含み、

20

前記第 1 4 情報と前記第 1 5 情報との相関性及び変化に基づいて、前記成膜、塗布条件及び前記露光処理の処理条件の少なくとも一方を最適化する調整方法。

【請求項 9】

パターンを基板上に形成する露光処理とその後に基板を検査する検査処理とを含む複数の基板処理を行う基板処理方法であって、

前記露光処理が液浸露光で行われたかドライ露光で行われたかに関する情報を取得する取得工程と；

取得された情報に基づいて、前記露光処理が液浸露光で行われたと判断した場合に、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の調整方法を用いて基板処理の処理条件を調整する調整工程と；を含む基板処理方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、調整方法及び基板処理方法に係り、さらに詳しくは、測定検査処理を含む一連の複数の基板処理の処理条件を調整する調整方法及びパターンを基板上に形成する露光処理と基板を検査する検査処理とを含む複数の基板処理を行う基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

40

半導体素子、液晶表示素子、CCD (Charge Coupled Devices) 等の撮像素子、又は薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイス (電子デバイス) は、ウエハ等の基板上に対して、成膜・レジスト塗布処理、露光処理、ポストバーク (PEB) 処理、現像処理、エッチング処理などの一連の複数の基板処理が、繰り返されることにより製造される。一連の基板処理では、歩留まりの向上を目的として、個々の基板処理が終了すると、基板に対する測定検査処理を行い、基板の状態が良好であるか否かをチェックしている。成膜・レジスト塗布処理後における、基板上の膜の測定検査処理、現像処理やエッチング処理後の基板上に形成されたパターンの欠陥検査などはその一例である。このような測定検査処理の測定検査結果は、その基板の良否の判定の他、基板処理を行う各種処理装置、例えば、成膜装置、コータ・デベロッパ (C/D)、露光装置、及びエッチング装置などの調整にも用いら

50

れる。

【0003】

例えば、成膜・レジスト塗布処理後における基板上の膜の測定検査処理において膜の異常が認められた場合には成膜装置又はコータを調整し、あるいは、露光処理後の基板上のパターンにおいて異常が認められた場合には露光装置を調整するなど、単一の測定検査結果に基づくデバイス製造処理装置の調整は従来から行われている。

【0004】

最近では、デバイスパターンの微細化に伴って、例えば、基板上に生成する膜が多層化されるなど、一連の複数の基板処理の処理内容がより複雑化しているため、単一の測定検査結果に基づいてその異常の原因を効率的に取り除くのが次第に困難になってきている。

10

【0005】

一方、最近の露光装置では、デバイスパターンの微細化に伴って、より高い解像力が求められているようになっており、高解像力と広焦点深度とを実現する液浸露光技術を用いた露光装置（液浸露光装置）が導入されるようになってきた。この液浸露光装置の導入により、従来よりも、微細なデバイスパターンの転写が可能となっている。現在では、液浸露光装置と従前の露光装置（ドライ露光装置）とを効率良く運用するため、許容される焦点深度が狭い、クリティカルなパターン転写精度が要求される層、例えば、コンタクトホール工程や、ゲート形成工程（孤立線）の露光には液浸露光装置が用いられ、パターン転写精度が比較的緩やかな層の露光には、従前の露光装置が用いられる。

【0006】

20

液浸露光により基板上に形成されるパターンに対しては、要求精度が高くなるのが一般的である。また、基板に残留した液体（残液）は、露光後のポストバーク、現像、エッチングなどの処理に影響を与えるため、液体を完全に除去し、かつ、残液がないことを確認する必要がある。このように、液浸露光が行われた基板に対しては、従前の露光装置での露光が行われた基板に対する測定検査とは異なる残液等の検査を行うのが望ましいが、現状では、測定検査器がスタンドアローンに構成されていることもあって、ドライ露光が行われた基板に対しても、液浸露光が行われた基板に対しても、常に同じような測定検査条件で測定検査処理を行っているのが現状である。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

本発明は、第1の観点からすると、測定検査処理を含む一連の複数の基板処理の処理条件を調整する調整方法であって、少なくとも基板上への膜の生成を行う膜生成処理と、液浸露光により基板を露光して該基板上にパターンを形成する露光処理と、該露光処理の前と後に前記基板上の異物を検査する異物検査処理と、を少なくとも含む複数の基板処理により処理される少なくとも1枚の基板に関して、前記膜生成処理により前記基板上に生成された膜の厚みの分布の測定結果に関する第1情報と、前記露光処理前における前記基板の下地に形成された位置合わせ用マークの波形の測定結果に関する第2情報と、前記露光処理前の前記基板上の異物検査結果に関する第3情報と、前記露光処理後の前記基板上の異物検査結果に関する第4情報とを含む測定検査結果に関する情報を収集する収集工程と；収集された測定検査結果に関する情報に基づいて、前記第1情報と前記第2情報との間に相関が有る場合に、前記露光処理における前記基板の位置合わせに関する前記位置合わせ用マークの測定の処理条件と前記基板上への膜の成膜条件との少なくとも一方を含む前記複数の基板処理の少なくとも一部の処理条件を、前記基板の位置合わせ用マークの測定結果が膜の厚みに影響を受けないように、最適化するとともに、前記第3情報において異物が検出されず、前記第4情報において異物が検出され、かつ、前記第3情報と前記第4情報との間に相関が有る場合に、前記露光処理前の前記基板上の異物の検査条件を最適化する最適化工程と；最適化された処理条件に関する情報を、その処理を行う装置に送信する送信工程と；を含む調整方法である。

40

【0008】

50

これによれば、一連の複数の基板処理に含まれる測定検査処理の複数の測定検査結果に関する情報を収集し、収集された複数の測定検査結果に関する情報に基づいて、複数の基板処理の少なくとも一部の処理条件の最適化を行う。そして、最適化された処理条件に関する情報を、その処理を行う装置に送信する。このため、1種類の測定検査結果のみを用いてその処理条件を最適化するよりも、より効率的な処理条件の最適化が可能となる。

【0010】

本発明は、第2の観点からすると、パターンを基板上に形成する露光処理とその後に基板を検査する検査処理とを含む複数の基板処理を行う基板処理方法であって、前記露光処理が液浸露光で行われたかドライ露光で行われたかに関する情報を取得する取得工程と；取得された情報に基づいて、前記露光処理が液浸露光で行われたと判断した場合に、本発明の調整方法を用いて基板処理の処理条件を調整する調整工程と；を含む基板処理方法である。これによれば、露光処理が液浸露光で行われたか、ドライ露光で行われたかによって、基板処理の処理条件を適切に調整することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の一実施形態に係るデバイス製造処理システムの概略的な構成を示す図である。

【図2】ドライ露光装置の概略的な構成を示す図である。

【図3】図3（A）は、ウエハの全体図であり、図3（B）は、ウエハの一部の拡大図である。

20

【図4】液浸露光装置を説明するための図である。

【図5】図4における露光装置本体を説明するための図である。

【図6】図5における液浸システムを説明するための図である。

【図7】図7（A）～図7（C）は、それぞれ液浸システム固有の問題点を説明するための図である。

【図8】図8（A）及び図8（B）は、それぞれ液浸モニタ装置を説明するための図である。

【図9】液浸モニタ装置のCCDセンサモジュールを説明するための図である。

【図10】図9のCCDセンサモジュールにおける各ラインセンサの物平面位置を説明するための図である。

30

【図11】図10のラインセンサを説明するための図である。

【図12】基板ホルダに設置された液浸モニタ装置を説明するための図である。

【図13】図4における除去装置Tを説明するための図である。

【図14】図13における生成装置を説明するための図である。

【図15】図13における弾性ステータ及び振動体を説明するための図である。

【図16】図14の生成装置の作用を説明するための図（その1）である。

【図17】図14の生成装置の作用を説明するための図（その2）である。

【図18】図14の生成装置の作用を説明するための図（その3）である。

【図19】図14の生成装置の作用を説明するための図（その4）である。

【図20】図20（A）及び図20（B）は、それぞれ気体吹き出し口を有する弾性ステータを説明するための図である。

40

【図21】図21（A）及び図21（B）は、それぞれ吸引口を有する弾性ステータを説明するための図である。

【図22】ホストによる露光装置の制御動作を示す図である。

【図23】ホストによるC/Dの制御動作を示す図である。

【図24】ホストによるデバイス製造処理装置群の制御動作を示す図である。

【図25】ホストによる測定検査器の制御動作を示す図である。

【図26】図26（A）は、液浸露光時の液浸固有のパターン欠陥を示す画像の一例であり、図26（B）は、液浸固有のパターンの特徴を示す図である。

【図27】ホストによる解析装置の制御動作を示す図である。

50

【図 2 8】プロセスにおける個々の処理を示す表である。

【図 2 9】図 2 9 (A) は、ウエハの一部の断面図であり、図 2 9 (B) は、マーク波形データの一例であり、図 2 9 (C) は、膜厚データの一例である。

【図 3 0】ウエハアライメントの最適化のフローチャートである。

【図 3 1】図 3 1 (A) は、ウエハの一部の断面を示す図であり、図 3 1 (B) は、ウエハの面形状の測定データの一例であり、図 3 1 (C) は膜厚の測定データの一例である。

【図 3 2】フォーカス制御関連のパラメータの最適化のフローチャートである。

【図 3 3】図 3 3 (A) は異物検査データ (B) の一例を示す図であり、図 3 3 (B) は異物検査データ (C) の一例を示す図である。

【図 3 4】露光前のウエハ外観検査の処理条件の最適化のフローチャートである。

10

【図 3 5】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 1) のフローチャートである。

【図 3 6】ウエハ W 上の露光経路を示す図である。

【図 3 7】アライメント中の液浸状態を示す図である。

【図 3 8】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 2) における解析処理のフローチャートである。

【図 3 9】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 3) における解析処理のフローチャートである。

【図 4 0】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 4) における解析処理のフローチャートである。

【図 4 1】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 5) における解析処理のフローチャートである。

20

【図 4 2】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 6) における解析処理のフローチャートである。

【図 4 3】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 7) における解析処理のフローチャートである。

【図 4 4】液浸露光関連の処理条件の最適化 (その 8) における解析処理のフローチャートである。

【図 4 5】パターンの重ね合わせ精度関連の最適化の解析処理 (その 1) のフローチャートである。

【図 4 6】パターンの重ね合わせ精度関連の最適化の解析処理 (その 2) のフローチャートである。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の一実施形態を図 1 ～図 4 6 に基づいて説明する。

【0031】

[デバイス製造処理システム]

図 1 には、本発明の一実施形態に係るデバイス製造処理システム 1000 の概略構成が示されている。このデバイス製造処理システム 1000 は、例えば、半導体工場内に構築されたシステムであり、基板としてのウエハを処理して半導体素子を製造するシステムである。図 1 に示されるように、デバイス製造処理システム 1000 は、工場内生産管理メインホストシステム 600 と、露光セル 700 と、搬送ライン 800 と、デバイス製造処理装置群 900 と、露光工程管理コントローラ 160 と、解析装置 170 とを備えている。

40

【0032】

[工場内生産管理メインホストシステム]

工場内生産管理メインホストシステム (以下、「ホスト」と呼ぶ) 600 は、デバイス製造処理システム 1000 全体 (構成各部) の状態を把握し、露光セル 700、搬送ライン 800、デバイス製造処理装置群 900、露光工程管理コントローラ 160、及び解析装置 170 を統括制御するメインホストコンピュータである。ホスト 600 と、露光セル 700 と、搬送ライン 800 (より具体的にはそのコントローラ) と、デバイス製造処理

50

装置群 900 と、露光工程管理コントローラ 160 と、解析装置 170 との間は、有線又は無線の通信ネットワーク又は専用の通信回線を通じて接続されており、相互にデータ通信を行うことができる。このデータ通信により、ホスト 600 は、システム全体の統括制御を実現している。

【0033】

露光セル 700 は、2 台の露光装置 100、101 と、2 台のトラック 200A、200B と、測定検査器 120 と、搬送ライン 140 とを備えている。

【0034】

露光装置 100、101 は、デバイスパターンを、フォトレジストが塗布されたウエハに転写する装置である。露光装置 100 は、液浸露光技術を用いずに露光（いわゆるドライ露光）を行う露光装置であり、露光装置 101 は、液浸露光技術を用いて露光（いわゆる液浸露光）を行う露光装置である。以下では、露光装置 100 をドライ露光装置ともいい、露光装置 101 を液浸露光装置ともいう。

【0035】

[ドライ露光装置]

まず、露光装置 100 の構成について説明する。図 2 には、露光装置 100 の概略的な構成の一例が示されている。露光装置 100 は、コヒーレントな照明光 EL を射出する照明系 10、照明光 EL により照明されるデバイスパターン等が形成されたレチクル R を保持するレチクルステージ RST、照明光 EL により照明されたデバイスパターン等を投影する両側テレセントリックな投影光学系 PL、露光対象となるウエハ W を保持するウエハステージ WST 及びこれらを統括制御する主制御装置 20 等を備えている。

【0036】

照明系 10 からの照明光 EL は、レチクルステージ RST に保持されたレチクル R 上に形成された回路パターン等のデバイスパターンを照明する。この照明光 IL の照射領域を照明領域 IAR とする。照明領域 IAR を経由した照明光 IL は、投影光学系 PL（光軸を AX とする）を介して、ウエハステージ WST に保持されたウエハ W 上に入射する。これにより、ウエハ W 上の照明領域 IAR に共役な照明光 IL の照射領域（露光領域）IA には、照明領域 IAR 内のデバイスパターンの投影像が形成される。

【0037】

ここで、投影光学系 PL の光軸 AX と平行な座標軸を Z 軸とする XYZ 座標系を考える。ウエハステージ WST は、XY 平面と平行な移動面上を移動可能であるとともに、ウエハ W の面を、Z 軸方向のシフト、 θ_x （X 軸回りの回転）方向、 θ_y （Y 軸回りの回転）方向に調整することが可能である。レチクルステージ RST は、ウエハステージ WST に同期して Y 軸方向に移動することが可能である。この両ステージ WST、RST の投影光学系 PL の投影倍率に応じた Y 軸方向への同期走査により、レチクル R 上のデバイスパターンが、照明領域 IAR を横切るのに同期して、ウエハ W の面が露光領域 IA を横切る。これにより、レチクル R 上のデバイスパターン全体が、ウエハ W 上に転写される。露光装置 100 は、照明光 EL に対し、上述した両ステージ RST、WST の相対同期走査と、ウエハステージ WST のステッピングを繰り返すことにより、ウエハ W 上の複数の異なる領域にレチクル R 上のデバイスパターンを転写する。すなわち、露光装置 100 は、走査露光（ステップ・アンド・スキャン）方式の露光装置である。

【0038】

主制御装置 20 は、照明光の強度（露光量）を制御する露光量制御系、両ステージ RST、WST の同期制御、投影光学系 PL の焦点深度内にウエハ W の面を一致させるオートフォーカス／レベリング制御（以下、単に、フォーカス制御という）などを行うステージ制御系、及び投影光学系 PL の結像性能を制御するレンズ制御系（いずれも不図示）等を備えている。

【0039】

露光量制御系は、露光量を検出可能な各種露光量センサの検出値に基づいて、その露光量を目標値に一致させるように制御するフィードバック制御を行っている。

【0040】

ステージ制御系は、ステージ R S T、W S T の位置を計測する干渉計等の計測値に基づいて、ステージ R S T、W S T の位置を目標位置に一致させるように制御する両ステージ R S T、W S T の位置制御及び速度制御を行っている。

【0041】

ステージ制御系のうち、両ステージ W S T、R S T の同期制御を行う制御系を同期制御系とし、ステージ位置（ウエハ面）の Z 位置（すなわち投影光学系 P L のフォーカス方向に関するウエハ W の位置）、及び X 軸回り、Y 軸回りの回転量（デバイスパターンの投影像に対するウエハ面の傾き）を制御する制御系を、フォーカス制御系とする。

【0042】

同期制御系は、走査露光中、両ステージ W S T、R S T の同期制御を行い、干渉計等の計測値に基づいて、それらの同期誤差が低減されるように、フィードバック制御を行っている。また、露光装置 100 には、ウエハ面のフォーカス／レベリングずれを複数検出点にて検出する多点 A F（オートフォーカス）センサ（60a, 60b）が設けられている。フォーカス制御系は、この多点 A F センサ（60a, 60b）の複数（例えば $7 \times 7 = 49$ ）の検出点の中から、例えば 9 個程度の検出点を選択し、選択された検出点での 9 チャンネル分の検出値から、ウエハ面高さ及び傾きを求め、露光領域 I A に対応するウエハ面を、投影光学系 P L の像面に一致させるようなフィードバック制御を行っている。

【0043】

露光制御系における露光量の目標値と、フォーカス制御系のフォーカスの目標値とは、ウエハ W 上に転写されるデバイスパターンを考慮して決定される。露光量を横軸とし、フォーカスとを縦軸とする平面を考える。この平面内で、露光量の目標値とフォーカスの目標値として設定可能な範囲を現す枠（窓）を考える。この枠を、プロセスウインドウという。このプロセスウインドウ内の露光量又はフォーカスであれば、制御の目標値として設定することができる。このプロセスウインドウは、デバイスパターンの設計上の線幅、パターン線幅が均一となる露光量とフォーカスとの関係、及び投影光学系 P L の解像度と焦点深度とのバランスなどを考慮して決定される。投影光学系の焦点深度が大きくなれば、プロセスウインドウのフォーカス方向の幅を広くとることができる。

【0044】

投影光学系 P L は、屈折光学素子（レンズ素子）等の複数の光学系（不図示）を含んでいる。これらのレンズ素子のうち、幾つかのレンズ素子は、レンズ制御系によって外部からその位置と姿勢を調整可能な可動レンズとなっている。これらのレンズ素子各々が、X 軸、Y 軸、Z 軸（光軸）方向にシフト駆動可能、かつ各軸回りの回転方向（ θ_x 、 θ_y 、 θ_z ）に回転駆動可能、すなわち 6 自由度に駆動可能となっている。レンズ制御系は、大気圧、露光装置 100 のチャンバ内の温度、露光量、投影光学系 P L のレンズの温度をモニタし、そのモニタ結果に基づいて投影光学系 P L の倍率変動量、及びフォーカス変動量を算出し、それらの変動量に基づいて、結像特性補正コントローラ 48 を用いて、投影光学系 P L 内部の気圧の調整と、可動レンズ素子のレンズ間隔の調整とを行っている。これにより、ベストフォーカス位置と、倍率とが、目標値に追従するようになる。

【0045】

[制御系パラメータ]

露光装置 100 では、上記露光量制御系、ステージ制御系、レンズ制御系の動作を規定するファクタが幾つかパラメータ化されている。それらを制御系パラメータという。この制御系パラメータの値は、適切な範囲内で自由に設定することが可能である。制御系パラメータは、その設定値を変更する際に、プロセスを一旦停止して装置調整が必要となる調整系パラメータと、装置調整を必要としない非調整系パラメータとに大別される。

【0046】

調整系パラメータの代表例について幾つか説明する。まず、露光量制御系関連では、露光量を検出する露光量センサ（不図示）の調整パラメータ、及びウエハ面上の照明光の強度を計測する照度計測センサ（不図示）の調整パラメータなどがある。また、同期制御系

10

20

30

40

50

関連では、ステージWST、RSTの位置測定用の干渉計からのレーザービームを反射するためにステージWST、RST上に設けられた移動鏡曲がり補正用の補正関数の係数値などのパラメータ、フィードバック制御の位置ループゲイン、速度ループゲイン、及び積分時定数などがある。また、フォーカス制御系関連では、露光時のウエハ面と投影光学系PLによる最良結像面とを一致させる際のフォーカス制御のオフセット調整値であるフォーカスオフセット、露光時のウエハ面と投影光学系PLの最良結像面とを一致させるためのレベリング調整パラメータ、多点AFセンサ（60a、60b）の個々の検出点のセンサである位置検出素子（PSD）のリニアリティ、センサ間オフセット、各センサの検出再現性、チャンネル間オフセット、ウエハ上へのAFビーム照射位置（すなわち検出点）、その他AF面補正などに関連するパラメータなどがある。これら調整系パラメータの値は、いずれも装置のキャリブレーション、又は試運転によって調整する必要があるものである。

10

【0047】

次に、非調整系パラメータの代表例について幾つか説明する。まず、露光量制御系関連では、例えば、照明系10におけるNDフィルタの選択に関するパラメータ、及び露光量目標値などがある。また、同期制御系関連では、例えば、露光中の両ステージWST、RSTの走査（スキャン）速度などがある。また、フォーカス制御系関連では、例えば、フォーカスセンサの数及び配置、すなわちフォーカスセンサの選択状態、フォーカス段差補正関連のパラメータ、フォーカスオフセットの微調整量、ウエハ外縁のエッジショット（欠けショット）におけるスキャン方向などがある。中でも、フォーカスセンサの選択状態は、高精度なフォーカス制御にとっては、重要なパラメータである。ウエハ面は、完全にフラットではなく、多点AFセンサ（60a、60b）の全検出点がカバーする領域内でも凹凸が存在する。したがって、露光領域IA内のウエハ面を、投影光学系PLの焦点深度内に正確に位置させるためには、各検出点が捉えるウエハ面の面高さができるだけ均一となるように、検出点を選択するのが望ましいといえる。また、多点AFセンサ（60a、60b）の各検出点で検出されるウエハ面の高さは、その検出点でのレジスト膜などの膜厚に影響を受ける場合がある。膜厚の影響を低減するため、検出点が捉える箇所のレジスト膜の膜厚ができるだけ均一となるように、検出点を選択するのが望ましいといえる。

20

【0048】

これらのパラメータの設定値は、いずれも装置のキャリブレーションを行わずに値を変更することが可能なパラメータであり、露光レシピによって指定されるものが多い。なお、NDフィルタについては、あるウエハWに対する露光開始時に、露光量目標値を適当に（例えば最小に）設定した状態で1回だけ行われるチェック（平均パワーチェック）の結果により選択される。また、このNDフィルタの選択によっては、スキャン速度もある程度微調整される。

30

【0049】

ウエハW上のデバイスパターンの線幅及び転写位置は、露光量、同期精度、フォーカスの各制御誤差により設計値からずれる。そこで、露光装置100では、露光量制御系から得られる露光量誤差に関連する制御量の時系列データ（露光量トレースデータ）、同期制御系から得られる同期精度誤差に関連する制御量の時系列データ（同期精度トレースデータ）、フォーカス制御系から得られるフォーカス誤差に関連する制御量の時系列データ（フォーカストレースデータ）、投影光学系PLのレンズ制御系から得られるレンズ制御誤差に関連する制御量の時系列データ（レンズトレースデータ）をロギングしている。ロギングされたトレースデータは、後述するように、解析装置170におけるパラメータの最適化に利用される。

40

【0050】

[ウエハ]

図3（A）には、露光装置100において露光対象となるウエハWの一例が示されている。図3（A）に示されるように、ウエハW上では、デバイスパターンが複数の領域SA_pに形成されている。この領域SA_pは、ショット領域とも呼ばれている。図3（B）に示

50

されるように、各ショット領域 SA_p には、ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) が付設されている。ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) は、その形状等からその位置情報を検出することが可能なマークである。例えば、図3 (B) では、ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) は、ライン・アンド・スペース・マークとして示されている。ウエハマークの形状としては、他にも、ボックスマーク、十字マークなどを採用することができるし、ウエハの下地の凹凸によって形成された段差マークであっても良いし、反射率の違いによって形成された明暗マークでも良い。

【0051】

露光装置100では、ウエハW上のショット領域 SA_p に対して、レチクルR上のデバイスパターンを、正確に重ね合わせ露光する必要がある。正確な重ね合わせ露光を実現するためには、各ショット領域 SA_p の位置を正確に把握する必要がある。ウエハマークは、各ショット領域 SA_p の位置（その中心 C_p の位置）を把握するために設けられている。ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) は、それが付設されたショット領域 SA_p のデバイスパターンとともに転写形成されたものであることから、ウエハW上のそれらの位置関係はほぼ固定であり、マークの位置がわかればそのショット領域の中心位置 C_p が求められるようになっている。

10

【0052】

なお、図3 (A)、図3 (B) に示される、ウエハW、ショット領域 SA_p 、ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) は、あくまで一例であって、そのサイズ、ショット領域1つ当たりの数、配列状態、形状などは、適宜変更されうるものである。

20

【0053】

図2に戻り、ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) の位置を計測するため、露光装置100には、アライメント系ALGが設けられている。このアライメント系ALGでは、ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) の近傍のウエハWの下地の凹凸又は反射率の分布を、内部に備えるアライメントセンサを用いて光電検出する。この光電検出により、このウエハマーク (MX_p 、 MY_p) を含むウエハ面に相当する光電変換信号が得られ、この光電変換信号に対応する波形データが得られるようになる。アライメント系ALGでは、検出した波形データから、ウエハマーク (MX_p 、 MY_p) に対応する波形（マーク波形）を抽出し、その抽出結果に基づいてマークの位置を検出する。アライメント系ALGでは、検出視野内におけるマークの検出位置と、アライメントセンサの検出視野自体のXY位置とに基づいて、XY座標系におけるウエハマーク (MX_p 、 MY_p) の位置を算出する。露光装置100では、その算出結果に基づいて、デバイスパターンの転写位置が決定される。

30

【0054】

なお、デバイスパターンの正確な重ね合わせ露光を行うためには、ウエハW上のすべてのショット領域 SA_p の位置情報を計測しても良いが、それでは、スループットに影響が出るおそれがある。そこで、露光装置100では、実際に計測するウエハマークを限定し、計測されたウエハマークの位置情報から、ウエハ上のショット領域 SA_p の配列（図3 (A) の $\alpha\beta$ 座標系で規定されるショット配列）を統計的に推定するグローバルアライメント技術を採用している。露光装置100では、このグローバルアライメントとして、設計上のショット配列に対する実際のショット配列のずれを、X、Yを独立変数とする多項式で表現し、統計演算を行ってその多項式における妥当な係数を求める、いわゆるEGA方式のウエハアライメントが採用されている。EGA方式のウエハアライメントでは、まず、計測対象のウエハマークを計測するショット領域 SA_p を幾つか選択する。選択されたショット領域をサンプルショットという。アライメント系ALGでは、サンプルショットに付設されたウエハマーク（サンプルマーク）の位置を計測する。このような計測動作を、以下ではEGA計測と呼ぶ。

40

【0055】

EGA方式のウエハアライメントでは、このEGA計測の計測結果、すなわち幾つかのサンプルマークの位置情報に基づく統計演算により、各ショット領域のXY位置座標を表す補正量を推定する。このような演算を、以下ではEGA演算と呼ぶ。なお、EGA方式

50

のウエハアライメントについては、特開昭61-44429号公報（対応する米国特許第4,780,617号明細書）等に関示されている。

【0056】

上記の多項式により求められる、各ショット領域の位置のXY補正量を、EGA補正量という。EGA方式のウエハアライメントで求められる多項式の係数は、最小二乗法で求められたものであることから、マーク位置の実測値と、EGA補正量により補正されたマーク位置との間にはずれ（非線形誤差成分）が残る。このずれを残差という。この残差は、精度の観点からすれば、小さい方が望ましいのは勿論である。

【0057】

残差を小さくするための手段の1つが、EGA多項式モデルの高次化である。例えば、EGA多項式モデルを、1次式でなく、2次式又は3次式とした方が残差は当然に小さくなる。ただし、多項式を高次化する場合には、それに合わせてサンプルショットの数を増やす必要がある。

10

【0058】

また、ある一部のサンプルマークの計測結果が、実際のショット配列から著しくずれている場合には、全体の残差が大きくなる傾向がある。したがって、このようなサンプルマークの計測位置については、EGA演算に用いないようにリジェクトするのが望ましい。すなわち、EGA計測によりサンプルマークの位置のうちの幾つかを、EGA演算に用いないようにして、推定精度を高めていくことも可能である。このように、サンプルマークの数及び／又は配置の選択は、EGA方式のウエハアライメントにとって重要なファクタとなる。

20

【0059】

[アライメント関連パラメータ]

露光装置100では、上記アライメント系ALGを用いたEGA方式のウエハアライメントに関連する動作を規定するファクタを幾つかパラメータ化し、アライメント関連パラメータとしてその設定値を調整することができる。アライメント関連パラメータは、その値を調整するのに、アライメント系による再度の計測を必要としない波形処理パラメータと、再度の計測が必要となる要実測パラメータとに大別される。

【0060】

波形処理パラメータとしては、例えば、既に計測されたサンプルマークから選択される、実際にEGA演算に用いるサンプルマークの組合せ（サンプルマークの数及び／又は位置）がある。すなわち、計測されたサンプルマークをすべてEGA演算に用いるのではなく、その中のサンプルマークの適当な組合せによるEGA演算を行うものとした場合、その組合せが波形処理パラメータとなる。また、マーク単位・ショット領域単位でのサンプルマークのリジェクトの指定、マーク検出時のリジェクトリミット値（サンプルマークをEGA演算からリジェクトするか否かの基準となる閾値）なども波形処理パラメータに含まれる。

30

【0061】

また、アライメント系が、複数種類のアライメントセンサを備え、全てのセンサでマーク検出を行っていた場合に、実際のマーク位置の検出に用いられた波形データを検出したアライメントセンサの種類（FIA（Field Image Alignment）方式か、LSA（Laser Step Alignment）方式かなど）も波形処理パラメータに含まれる。また、波形データに対する処理条件、すなわち信号処理条件（信号処理アルゴリズム（エッジ抽出法、テンプレートマッチング法、折り返し自己相関法等、スライスレベル等）も波形処理パラメータに含まれる。

40

【0062】

また、EGA多項式モデルの種類（6パラメータモデル、10パラメータモデル、ショット内平均化モデル、ショットファクタ間接適用モデル、高次EGA処理条件（使用次数と使用補正係数）等）、重み付けEGA処理条件、EGAオプション機能の拡張EGA処理条件（ショット内多点EGA実施条件、EGA計算モデル、ショット成分補正条件等）

50

、計測されたマークの計測位置に加えるべき補正量（アライメント補正值等）なども波形処理パラメータに含まれる。これら E G A 多項式モデル等のショット配列を表現するためのパラメータは、ショット配列の線形成分を補正する線形補正パラメータと、ショット配列の非線形成分を補正するための非線形補正パラメータとに分類することも可能である。ショット配列の非線形成分は、高次関数又は X Y 座標系のマップとして表現されることが多いので、非線形補正パラメータは、一般的に、その係数又はマップ上の補正量となる。

【0063】

また、要実測パラメータには、サンプルマークの種類（マーク形状が異なる場合を含む）、数及び／又は配置（新たなサンプル点を計測する場合）、マーク計測時にマークを照明する際の照明条件（照明波長、明／暗視野、照明強度、位相差照明の有無等）、マーク検出時のフォーカス状態（フォーカスオフセット等）、及びマーク検出に用いるアライメントセンサを変更する際のアライメントセンサの指定等が含まれる。特に、照明光の波長によっては、レジスト膜などの影響により、検出されるマーク波形が変化する場合もあるので、照明光の波長は、慎重に設定されるべきである。

【0064】

制御パラメータ及びアライメント関連パラメータは、上述したものに限られない。また、制御パラメータ及びアライメント関連パラメータは、基本的に全て可変であるが、全ての制御パラメータ及びアライメント関連パラメータを可変とせず、その一部のパラメータを不変（固定）としておくようにしても良い。その際に、どのパラメータを固定とするかは、使用者が適宜任意に選択することができる。

【0065】

以上述べたように、露光装置 100 では、装置パラメータとして、制御パラメータとアライメント関連パラメータとを設定可能となっている。これらの設定値は、レチクル R 上のデバイスパターンが、ウエハ W 上へ良好に転写されるようにある程度調整しておく必要がある。

【0066】

主制御装置 20 は、上述したように、露光装置 100 の各種構成要素を制御するコンピュータ・システムである。上述した露光装置 100 の各種動作は、主制御装置 20 の統括制御によって実現されるものであり、上述した露光量制御系、同期制御系、フォーカス制御系、レンズ制御系などは、主制御装置 20 内に含まれている。また、主制御装置 20 は、デバイス製造処理システム 1000 内に構築された通信ネットワークに接続され、その通信ネットワークを介して外部とのデータ送受信が可能となっている。主制御装置 20 は、この通信ネットワークを介して、コマンドを受けて動作したり、各種制御誤差のトレースデータを解析装置 170 に送信したり、解析装置 170 によって最適化されたパラメータに関する情報を受信して、内部に設定したりする。

【0067】

[液浸露光装置]

次に、露光装置 101 の構成について説明する。前述のとおり、露光装置 101 は、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに、焦点深度を実質的に広くするために液体を介してウエハ W を露光する（いわゆる液浸露光技術を用いて露光を行う）露光装置である。

【0068】

露光装置 101 は、一例として図 4 に示されるように、ウエハ W を露光処理する露光装置本体 S と、ウエハ W に付着した液体及び異物などを除去する除去装置 T とを備えている。

【0069】

図 4 に示される露光装置本体 S の構成は、露光装置 100 の構成とほぼ同様であり、露光光 E L を照射する照明系 10、レチクル R を保持するレチクルステージ R S T、ウエハ W を保持するウエハステージ W S T'、及び露光光 E L で照明されたレチクル R のデバイスパターンの投影像をウエハ W 上に投影する投影光学系 P L 等を備えている。ウエハステ

ージWST'の構造は、後述するように、露光装置100のウエハステージWSTの構造とは、幾分異なっている。また、図4では示していないが、露光装置101においても、主制御装置20が装置内を統括制御している。

【0070】

また、図4の一部を拡大して示す図5に示されるように、この他、露光装置本体Sでは、液浸システム19と、液浸モニタ装置260とを備えている。

【0071】

ウエハステージWST'は、真空吸着によってウエハW及び液浸モニタ装置260を挾一的に保持するホルダ43を有している。ホルダ43は、ウエハステージWST'の+Z側の面に形成された凹部44の底面上に配置されている。

10

【0072】

《液浸システム》

液浸システム19は、投影光学系PLとウエハWとの間に液体LQで満たされた領域（以下、「液浸領域」ともいう）を形成するものである。ここでは、この液浸システム19は、一例として図5に示されるように、ノズル部材40、供給管13、照明用光源15（図5では図示省略、図6参照）、回収管23、液体供給装置11及び液体回収装置21などを備えている。

【0073】

ノズル部材40は、投影光学系PLの複数の光学素子のうち、投影光学系PLの像面に最も近い光学素子FLを、囲むように設けられた環状の部材であり、一例として図6に示されるように、光学素子FLの下方の空間に液体LQを供給するための供給口12と、供給された液体LQにより光学素子FLとホルダ43上のウエハWとの間に形成された液浸領域の液体LQを回収するための回収口22を有している。回収口22には、例えばチタン製のメッシュ部材、あるいはセラミックス製の多孔質部材が配置されている。また、ノズル部材40の内部には、供給口12と供給管13の一端とをつなぐ流路14及び回収口22と回収管23の一端とをつなぐ流路24が形成されている。なお、本実施形態では、一例として液体LQとして純水が用いられる。

20

【0074】

本実施形態では、投影光学系PLの複数の光学素子のうち、光学素子FLのみが液体LQと接触する。

30

【0075】

照明用光源15は、液浸領域の周辺部に設置され、液浸モニタ装置260が作動している間、液浸領域及び光学素子FL近傍を照明する。

【0076】

液体供給装置11は、供給管13の他端と接続されている。この液体供給装置11は、供給する液体LQの温度を調整する温度調整装置、供給する液体LQ中の気体成分を低減する脱気装置及び供給する液体LQ中の異物を取り除くフィルタユニットなどを有しており、清浄で温度調整された液体LQを送出する。すなわち、液体供給装置11から送出された液体LQは、供給管13、流路14及び供給口12を介して液浸領域に供給される。なお、液体供給装置11は、主制御装置20によって制御される。

40

【0077】

液体回収装置21は、回収管23の他端と接続されている。この液体回収装置21は、真空装置を含む排気系を有しており、液体LQを回収する。すなわち、液浸領域の液体LQは、回収口22、流路24及び回収管23を介して液体回収装置21で回収される。なお、液体回収装置21は、主制御装置20によって制御される。

【0078】

主制御装置20は、少なくとも露光処理が行われている間、液体供給装置11による液体供給と液体回収装置21による液体回収とを並行して行う。

【0079】

ところで、一例として図7（A）に示されるように、レジスト膜RLとトップコート膜

50

T Cとの境界部に液体L Qが浸入することがある。この場合には、レジスト内部に液体L Qが浸み込んでレジスト性能を変化させ、その結果、露光パターンの均一性を悪化させるおそれがある。ここで、トップコート膜T Cは、液体L Qに対する撥液性（ここでは、撥水性）を有する膜である。また、一例として図7（B）に示されるように、トップコート膜T C上にパーティクル又はウォーターマークなどの異物I Bが付着することがある。この場合には、正常に露光されていても、露光後のポストバーク（P E B：Post-Exposure-Bake）処理及び現像処理に影響を与え、露光によってウエハ上に形成されるデバイスパターン（以下、適宜、「露光パターン」とも略述する）の断線、線幅のばらつき等の欠陥を生じさせるおそれがある。さらに、一例として図7（C）に示されるように、液浸領域中に気泡B B及び／又はパーティクルP Tなどの異物が存在することがある。この場合には、露光光E Lの光路が変化し、露光パターンの欠陥を生じさせるおそれがある。また、レジストが液体L Qに溶出して光学素子F Lを汚染させ、露光パターンの欠陥を生じさせるおそれがある。なお、液体L Q中及び／又は液体L Qに接触する部材（供給管1 3、光学素子F Lなど）にバクテリアが発生する可能性があり、このバクテリアも異物の一つとなる。また、図7（A）～図7（C）における符号H Lは反射防止膜である。

【0080】

図7（A）～図7（C）などに示される状態の発生は、液体L Qの温度を変更したり、液体L Qの流速を速くしたり、液体L Qを循環させる際のフィルタ処理の処理条件を厳しくしたり、ウエハW上のショット領域S A_pの露光経路（ステップ・アンド・スキャン中のウエハステージW S T 'の経路）を変更しウエハW上の同じ領域が液体L Qに浸っている液浸時間などを短くすれば、ある程度防ぐことが可能である。したがって、液浸露光装置1 0 1では、これら液浸状態に影響を与える処理条件をパラメータ化し、調整可能としている。以下では、これらのパラメータを、総称して液浸関連パラメータとも呼ぶ。

【0081】

《液浸モニタ装置》

液浸関連パラメータが適切に設定されているか否かを判断するためには、液浸領域に異物が含まれているか否か、光学素子F L等が汚染されているか否かをモニタする液浸モニタ装置2 6 0が必要となる。ここでは、この液浸モニタ装置2 6 0は、一例として図8（A）及び図8（B）に示されるように、ウエハWとほぼ同じ外形の基材2 6 1と、該基材2 6 1上に埋設された複数のC C Dセンサモジュール2 6 2と、各C C Dセンサモジュール2 6 2の出力信号を解析し、解析結果を無線で送信する液浸解析装置2 6 3などを有している。この液浸解析装置2 6 3は、該液浸解析装置2 6 3で用いられる各種プログラムが格納されているフラッシュメモリ及び作業用のメモリなどを有している。ここでは、基材2 6 1の中央部に1個のC C Dセンサモジュール2 6 2が埋設され、基材2 6 1の周縁領域にほぼ等間隔で4個のC C Dセンサモジュール2 6 2が埋設されている。なお、液浸解析装置2 6 3での解析結果は、液浸解析装置2 6 3から主制御装置2 0、露光工程管理コントローラ1 6 0及び解析装置1 7 0などに通知される。

【0082】

基材2 6 1の材料としては、液体L Qと接触したときに、液体L Qに与える影響が少ないものであれば良い。例えば、ウエハWと同じ材料であっても良いし、チタンなどの金属、又は、P T F E若しくはP F Aなどのフッ素系樹脂を含む材料であっても良い。また、基材2 6 1において、液体L Qと接触する面に撥水性を付与するために、該面上に撥水性を有する膜を形成しても良い。

【0083】

各C C Dセンサモジュール2 6 2は、一例として図9に示されるように、それぞれ、X軸方向を長手方向とする1次元ラインセンサを6個有している。ここでは、－Y側端部から＋Y側端部に向かって順次位置する1次元ラインセンサを、それぞれラインセンサ2 6 7 A、2 6 7 B、2 6 7 C、2 6 7 D、2 6 7 E、2 6 7 Fとする。また、各ラインセンサには、それぞれの受光部に対応して複数のマイクロレンズ2 6 4が設けられている。

【0084】

マイクロレンズ 264 の焦点距離は、ラインセンサ毎に異なっている。すなわち、ラインセンサ毎に観察対象位置（物平面位置）までの距離がそれぞれ異なっている。そして、ラインセンサ毎の物平面位置のオフセット量は、異物の検出分解能に応じた実質的な焦点深度を考慮して設定される。ここでは、一例として図 10 に示されるように、ラインセンサ 267A、267B、267C、267D、267E、267F それぞれの観察対象位置は、基材 261 の表面からそれぞれ距離 d_1 、 d_2 ($> d_1$)、 d_3 ($> d_2$)、 d_4 ($> d_3$)、 d_5 ($> d_4$)、 d_6 ($> d_5$) の位置である。そこで、例えば、液浸領域の厚さ（Z 軸方向の長さ）が約 3 mm のときに、 $d_1 = 0.25 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 0.75 \text{ mm}$ 、 $d_3 = 1.25 \text{ mm}$ 、 $d_4 = 1.75 \text{ mm}$ 、 $d_5 = 2.25 \text{ mm}$ 、 $d_6 = 2.75 \text{ mm}$ に設定することにより、液浸領域のほとんどを検査することが可能となる。

10

【0085】

例えば、マイクロレンズ 264 の直径 D を $8 \mu\text{m}$ 、焦点距離 f を $12.0 \mu\text{m}$ とすると、 F ナンバーは $1.5 (= f/D)$ となる。照明光源に白色 LED（波長 λ : 560 nm ）を使用すると、焦点深度 $= \pm 0.61 \lambda F / \text{NA} = \pm 1.22 \lambda F^2 = \pm 1.54 \mu\text{m}$ である。なお、このマイクロレンズ 264 の中心厚 t （図 11 参照）は、 $2 \sim 3 \mu\text{m}$ とすることが可能である。この図 11 における符号 262A は CCD 画素、符号 262B は転送電極、符号 262C は樹脂層、符号 262D は絶縁層である。

【0086】

液浸モニタ装置 260 は、露光装置本体 S 内の所定位置に予め収容されており、液浸モニタ処理を行うときには、一例として図 12 に示されるように、搬送装置 210（図 5 参

20

【0087】

ところで、CCD (charge coupled device) は、信号電荷を転送する構造によって、インターライン方式、フレイムインターライン方式及びフレイムトランスファー方式などがあり、いずれを用いても良いが、受光部が転送部を兼ねていることから受光面積を大きくとれるフレイムトランスファー方式が好ましい。

【0088】

また、CCD 画素サイズ C_s を $8.0 \mu\text{m}$ （不感帯 $2.0 \mu\text{m}$ を含む）、ラインセンサの有効画素数 C_p を 4000（32 mm 長）、CCD 走査データレート C_d を $25 \text{ nsec/pixel} (= 40 \text{ MHz})$ とすると、ラインセンサの 1 ライン走査時間 T_c は、 $C_p \times C_d = 100 \mu\text{sec}$ となる。そして、液浸モニタ時のステージ走査速度 S_p は、 $C_s / T_c = 80 \text{ mm/sec}$ となる。

30

【0089】

なお、液浸モニタ装置 260 では、各ラインセンサをフォトリソグラフィの手法を用いて基材 261 に形成しても良いし、予め作成された CCD センサモジュールを基材 261 に形成された凹部に埋め込んでも良い。

【0090】

《除去装置》

図 4 に示される除去装置 T は、ウエハ W に付着している液体 LQ 及び異物など（以下、便宜上「液体・異物」とも記述する）を除去するものである。ここでは、この除去装置 T は、一例として図 13 に示されるように、ステージ装置 30、真空吸着によってウエハ W を保持するホルダ 31、該ホルダ 31 を回転駆動する回転装置 32、ウエハ W に付着している液体・異物を動かすためのたわみ進行波を生成する生成装置 60、チャンバ 35、液体吸引装置 39、及びウエハ W の表面を観察する観察装置（図示省略）などを有している。ステージ装置 30、ホルダ 31、回転装置 32 及び生成装置 60 は、チャンバ 35 内に収容されている。なお、観察装置による観察結果は、主制御装置 20、測定検査器 120 及び解析装置 170 などに通知される。

40

【0091】

チャンバ 35 は、図 13 における +Y 側の壁面に形成された開口部 36 と、-Y 側の壁面に形成された開口部 37 とを有している。開口部 36 には、この開口部 36 を開閉する

50

シャッタ 36A が設けられ、開口部 37 には、この開口部 37 を開閉するシャッタ 37A が設けられている。液浸露光されたウエハ W は、開口部 36 を介してチャンバ 35 内に搬送され、液体・異物の除去処理がなされたウエハ W は、開口部 37 を介してチャンバ 35 外に搬送される。各シャッタ 36A、37A の開閉は主制御装置 20 により制御される。

【0092】

液体吸引装置 39 は、バルブ 38A が設けられた流路 38 を介してチャンバ 35 に接続されている。バルブ 38A が開状態になると、チャンバ 35 内の液体が液体吸引装置 39 によってチャンバ 35 外に排出される。なお、液体異物除去処理中は、バルブ 38A は開状態とされる。

【0093】

回転装置 32 は、ステージ装置 30 の内部に配置されたモータと、該モータによって回転駆動される軸 33 とを有している。軸 33 の上端には、ホルダ 31 が固定されている。回転装置 32 は、モータによって軸 33 を介して、ホルダ 31 に保持されたウエハ W を回転させる。なお、ホルダ 31 は、軸 33 とともに不図示のホルダ駆動装置により、Z 軸方向、 θx 方向及び θy 方向に駆動可能である。

【0094】

生成装置 60 は、一例として図 14 に示されるように、ホルダ 31 に保持されたウエハ W に対向して配置され、たわみ進行波を発生させる弾性ステータ 61 と、該弾性ステータ 61 の +Z 側の面上に配置され、たわみ進行波を励起する圧電素子を含む振動体 62 と、該振動体 62 を支持する支持部材 63 と、該支持部材 63 を X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、 θX 方向、 θY 方向及び θZ 方向に駆動する駆動機構 64 とを有している。この駆動機構 64 は、主制御装置 20 により制御される。すなわち、主制御装置 20 によって、弾性ステータ 61 とウエハ W との間隔、ウエハ W に対する弾性ステータ 61 の傾斜角及び XY 平面内におけるウエハ W に対する弾性ステータ 61 の位置などを調整することができる。

【0095】

弾性ステータ 61 は、一例として図 15 に示されるように、ウエハ W よりも一回り大きめの略円形状の弾性部材である。この弾性ステータ 61 の -Z 側の面には撥水コートが施されている。そして、弾性ステータ 61 の +Z 側の面の周縁領域上に、所望のたわみ進行波が得られるように圧電素子 62A がリング状に配置されている。なお、弾性ステータ 61 もリング状であっても良い。

【0096】

振動体 62 の圧電素子はその厚み方向（ここでは、Z 軸方向）に均一に分極されており、たわみ振動の半波長ピッチで複数の電極（以下、電極群ともいう）が設けられている。そして、この電極群に共振周波数の電気信号が入力されると、たわみ振動の定在波が励起される。これにより、一例として図 16 に示されるように、たわみ進行波 B が発生し、該たわみ進行波 B によって、弾性ステータ 61 とウエハ W との間に音響場が生じる。そして、この音響場の音響粘性流 V により、ウエハ W に付着している液体・異物 G が移動する。すなわち、生成装置 60 は、ウエハ W とは非接触状態で、ウエハ W に付着している液体・異物 G を動かすことができる。また、ウエハ W の表面に凹部が形成されているときに、凹部の内側に液体・異物が入り込んでいても、その凹部の内側に入り込んでいる液体・異物を、凹部の外側に出すことができる。ここでは、一例として図 17 に示されるように、弾性ステータ 61 の周方向を進行方向とするたわみ進行波 B が発生する。そこで、音響粘性流 V は、ウエハ W の周方向を進行方向として流れることとなる。なお、電極群は振動体 62 の全面に設ける必要はなく、一部にあれば良い。この場合には、もう一組の電極群を設け、この電極群により励起される定在波の位相差が $\pi/2$ （ $=1/4$ 波長）となるように設定することにより、振動が励起され、たわみ進行波が発生する。

【0097】

たわみ進行波 B の発生とともに、ホルダ 31 を XY 平面に対して傾斜させると、重力作用とたわみ進行波による作用との相乗作用により、ウエハ W に付着している液体・異物を

10

20

30

40

50

良好に除去することができる。

【0098】

また、たわみ進行波Bの発生とともに、ウエハWを回転させると、遠心力が付加され、ウエハWに付着している液体・異物を更に良く移動させることができる。この場合に、一例として図18に示されるように、ウエハWの回転方向PRをたわみ進行波Bの進行方向と一致させると、音響粘性流Vの方向と遠心力の方向とがほぼ一致し、ウエハWを比較的低速で回転させても、ウエハWに付着している液体・異物を良好に除去することが可能となる。これにより、ウエハWへの負荷を低減させたり、回転装置32の消費電力を低減したり、回転装置32の発熱を抑えたり、回転装置32を小型化することが可能となる。

【0099】

ところで、たわみ進行波Bの発生開始とウエハWの回転開始は、互いにほぼ同時に行っても良いし、ウエハWの回転を開始した後に、たわみ進行波Bの発生を開始しても良いが、例えば、ウエハWの表面に形成された凹部の内側に液体・異物が入り込んでいるときには、たわみ進行波Bの発生を開始してから所定時間経過後に、ウエハWの回転を開始しても良い。この場合には、前記凹部の内側に入り込んでいる液体・異物を、たわみ進行波Bにより一旦凹部の外側に移動させた後、ウエハWの回転によりウエハWの表面から除去することができる。

【0100】

なお、ウエハWの中央付近に液体・異物が付着している場合には、一例として図19に示されるように、ウエハWの回転中心と弾性ステータ61の中心とをずらすと良い。

【0101】

また、ウエハWの回転とウエハWの傾斜とを併用しても良い。これにより、ウエハWに付着している液体・異物を更に良好に除去することができる。

【0102】

そして、ウエハWから除去された液体は、液体吸引装置39によってチャンバ35外に排出される。従って、チャンバ35内の湿度が大きく変動することはない。また、シャッタ36A及びシャッタ37Aを開放したときに、湿った気体がチャンバ35の外に放出されることもない。

【0103】

なお、上記弾性ステータ61に代えて、一例として図20(A)及び図20(B)に示されるように、その-Z側の面に複数の気体吹き出し口71が形成された矩形板状の弾性ステータ161Aを用いても良い。この場合には、複数の気体吹き出し口71からウエハWの表面に向けて気体kを吹き出す気体供給装置(図示省略)が更に設けられる。ここでは、Y軸方向に並ぶ一列の気体吹き出し口群を1ブロックとし、-X方向端部から+X方向に向かって順次第1ブロックBa1、第2ブロックBa2、第3ブロックBa3、・・・、第17ブロックBa17とする。そして、たわみ進行波Bの進行に合わせて、第1ブロックBa1からの気体吹き出しを開始し、次いで第2ブロックBa2からの気体吹き出しを開始し、以下、順次、第3ブロックBa3、・・・・、第17ブロックBa17からの気体吹き出しを開始する。また、第1ブロックBa1からの気体吹き出しを開始後、所定時間が経過すると、第1ブロックBa1からの気体吹き出しを停止する。同様に、第2ブロックBa2からの気体吹き出しを開始後、所定時間が経過すると、第2ブロックBa2からの気体吹き出しを停止する。以下、同様にして、気体吹き出しを開始後、所定時間が経過したブロックは、その気体吹き出しを停止する。これにより、ウエハWに付着している液体・異物をより短時間に除去することが可能となる。なお、ブロック数は17に限定されるものではない。この場合に、たわみ進行波Bの進行方向にウエハW及び弾性ステータ161Aを傾斜させても良い。

【0104】

また、上記弾性ステータ61に代えて、一例として図21(A)及び図21(B)に示されるように、その-Z側の面に複数の吸引口81が形成された矩形板状の弾性ステータ161Bを用いても良い。この場合には、複数の吸引口81からウエハWの表面に付着し

10

20

30

40

50

ている液体などを吸引する吸引装置（図示省略）が更に設けられる。ここでは、Y軸方向に並ぶ一列の吸引口群を1ブロックとし、-X方向端部から+X方向に向かって順次第1ブロックBb1、第2ブロックBb2、第3ブロックBb3、・・・、第17ブロックBb17とする。そして、たわみ進行波Bの進行に合わせて、第1ブロックBb1での吸引を開始し、次いで第2ブロックBb2での吸引を開始し、以下、順次、第3ブロックBb3、・・・、第17ブロックBb17での吸引を開始する。また、第1ブロックBb1での吸引を開始後、所定時間が経過すると、第1ブロックBb1での吸引を停止する。同様に、第2ブロックBb2での吸引を開始後、所定時間が経過すると、第2ブロックBb2での吸引を停止する。以下、同様にして、吸引を開始後、所定時間が経過したブロックは、その吸引を停止する。これにより、ウエハWに付着している液体・異物をより短時間に除去することが可能となる。なお、ブロック数は17に限定されるものではない。この場合に、たわみ進行波Bの進行方向にウエハW及び弾性ステータ161Bを傾斜させても良い。

10

【0105】

また、液体吸引装置39に代えて、あるいは液体吸引装置39とともに、チャンバ35内に乾燥した気体を供給する乾燥装置を設けても良い。これにより、ウエハWに付着している液体LQの除去を促進することができる。

【0106】

除去装置Tについても、その処理条件の幾つかがパラメータ化されており、そのパラメータの値によって、液体除去処理の処理状態が変化するように設計されている。除去装置Tは、液浸露光装置101のトラック200B内に設けられていても良い。

20

【0107】**[トラック]**

図1に戻り、トラック200A、200Bは、露光装置100、101を囲むチャンバ（不図示）に接するように配置されている。トラック200A、200Bは、内部に備える搬送ラインにより、主として露光装置100、101に対するウエハWの搬入・搬出を行っている。

【0108】**[コート・デベロッパ]**

トラック200A、200B内には、レジスト塗布処理を行うコート、現像処理を行うデベロッパ、PEB処理を行うPEB装置などを備えるコート・デベロッパ（C/D）110が設けられている。C/D110は、レジスト塗布、現像、PEB処理の処理状態を観測し、その観測データをログデータとして記録することができる。観測可能な処理状態としては、例えば、スピncォートの回転速度、現像中の温度、現像モジュール処理、PEBの温度均一性（ホットプレート温度均一性）、ウエハ加熱履歴管理（PEB処理後のオーバークを回避、クーリングプレート）の各状態がある。C/D110も、その装置パラメータの設定により、その処理状態をある程度調整することができる。このような装置パラメータには、例えば、ウエハW上のレジストの厚みを補正することができるパラメータ（レジストの滴下量及び滴下間隔）、装置内の設定温度、スピncォートの回転速度などがある。

30

40

【0109】

C/D110は、露光装置100、101、及び測定検査器120などの外部の装置とは、独立して動作可能である。C/D110は、トラック200A、200B内の搬送ラインに沿って配置されており、この搬送ラインによって、露光装置100、101とC/D110とトラック200A、200B外部との間でウエハWの搬送が可能となる。また、C/D110は、デバイス製造処理システム1000内の通信ネットワークと接続されており、外部とのデータ送受信が可能となっている。

【0110】

すなわち、露光装置100とトラック200A内のC/D110、露光装置101とトラック200B内のC/D110は、相互にインライン接続されている。ここで、インラ

50

イン接続とは、装置間及び各装置内の処理ユニット間を、ロボットアーム又はスライダ等のウエハWを自動搬送する搬送装置を介して接続することを意味する。このインライン接続により、露光装置100とC/D110との間、露光装置101とC/D110との間でのウエハWの受け渡し時間を格段に短くすることができる。

【0111】

インライン接続された露光装置100とトラック200A、露光装置101とトラック200Bは、これを一体として、1つの基板処理装置(100、200A)、(101、200B)とみなすこともできる。基板処理装置(100、200A)、(101、200B)は、ウエハWに対して、フォトレジスト等の感光剤を塗布する塗布工程と、感光剤が塗布されたウエハW上にマスク又はレチクルRのパターンの像を投影露光する露光工程と、露光工程が終了した後のPEB工程、その後のウエハWを現像する現像工程等を行う。露光セル700は、基板処理装置(100、200A)を1つ、基板処理装置(101、200B)をそれぞれ1つずつ備えているとみなすことができる。

10

【0112】

[測定検査器]

測定検査器120は、ウエハWを対象とする種々の測定検査を行うことが可能な複合的な測定検査器である。測定検査器120は、露光装置100におけるウエハステージWSTと同様に、ウエハWを保持するステージを備えている。このステージのXY位置は、ウエハステージWSTと同様に、不図示の干渉計により計測されている。測定検査器120のコントローラは、この干渉計の計測位置に基づき、ステージのXY位置を制御する。ウエハWの測定検査には、まず、ウエハWの位置合わせが必要となる。この測定検査器120は、露光装置100、101と同様に、ウエハWの位置合わせが可能であり、露光装置100のアライメント系ALGと同様のアライメント系を備えている。測定検査器120におけるウエハWのアライメントは、露光装置100、101と同様のアライメント関連パラメータの下で、同じように行うことができる。

20

【0113】

測定検査器120には、この他、以下に示す測定検査を行うため、以下のセンサを備えている。

(1) ウエハW上の反射防止膜、フォトレジスト膜、トップコート膜の測定検査(膜厚、膜のはがれなど)

30

各膜の膜厚を測定可能な干渉計

(2) ウエハW上のウエハマーク(MX_p, MY_p)の測定

露光装置100、101のアライメント系ALGと同様の上述したアライメント系(画像処理方式)

(3) ウエハWの面形状(いわゆるショットフラットネス(デバイストポグラフィ、フォーカス段差))の測定

露光装置100、101における多点AFセンサとマッチングのとれた多点AFセンサ

(4) ウエハW上の異物及び／又はしみの検査

アライメント系(画像処理方式のセンサ)又はレーザスキャン方式のセンサ

(5) ウエハW上に形成されたパターンの線幅、重ね合わせ誤差の測定

40

デバイスパターンを撮像可能な高倍率の撮像装置

(6) ウエハW上のパターン欠陥

撮像装置又はレーザスキャン方式のセンサ

【0114】

測定検査器120は、露光装置100、101及びC/D110とは、独立して動作可能である。露光セル700内の搬送ライン140は、露光装置100、101、C/D110、及び測定検査器120の相互間で、ウエハWを1枚ずつ搬送可能であるものとする。また、測定検査器120は、通信ネットワークを介してデータの入出力が可能である。

【0115】

[デバイス製造処理装置群]

50

デバイス製造処理装置群 900 としては、成膜装置 910、酸化・イオン注入装置 920、エッチング装置 930、及び化学的機械的研磨を行うウエハ W を平坦化する処理を行う CMP (Chemical Mechanical Polishing) 装置 940 等が設けられている。成膜装置 910 は、CVD (Chemical Vapor Deposition) 等を用いて、ウエハ W 上に、反射防止膜、トップコート膜などの薄膜を生成する装置である。酸化・イオン注入装置 920 は、ウエハ W の表面に酸化膜を形成し、又はウエハ W 上の所定位置に不純物を注入するための装置である。エッチング装置 930 は、現像されたウエハ W に対しエッチングを行う装置である。CMP 装置 940 は、化学機械研磨によってウエハの表面を平坦化する研磨装置である。各装置とも、その処理パラメータの調整により、その処理状態を調整可能であるとともに、その処理状態を観測し、処理状態に関するデータをログデータとしてロギング可能である。また、各装置とも、通信ネットワークを介してデータ入出力が可能である。

10

【0116】

成膜装置 910、酸化・イオン注入装置 920、エッチング装置 930 及び CMP 装置 940 の間は、相互間でウエハ W を搬送可能とするための搬送経路が設けられている。デバイス製造処理装置群 900 には、この他にも、プロービング処理、リペア処理、ダイシング処理、パッケージング処理、ボンディング処理などを行う装置も含まれている。

【0117】

[搬送ライン]

搬送ライン 800 は、デバイス製造処理装置群 900 の各種装置と、露光セル 700 との間で、ウエハ W の搬送を行う。この搬送ライン 800 と、露光セル 700 内の搬送ライン 140 との協調動作により、ウエハ W に対する処理が終了した装置から、次にウエハ W に対する処理を行う装置まで、ウエハ W が搬送されるようになる。

20

【0118】

[管理コントローラ]

管理コントローラ 160 は、露光装置 100、101 により実施される露光工程を集中的に管理するとともに、トラック 200A、200B 内の C/D 110 の管理及びそれらの連携動作の制御を行う。このようなコントローラとしては、例えば、パーソナルコンピュータ (PC) を採用することができる。管理コントローラ 160 は、デバイス製造処理システム 1000 内の通信ネットワークを通じて、処理、動作の進捗状況を示す情報、及び処理結果、測定・検査結果を示す情報などを各装置から受信し、デバイス製造処理システム 1000 の製造ライン全体の状況を把握し、露光工程等が適切に行われるように、各装置の管理及び制御を行う。

30

【0119】

[解析装置]

解析装置 170 は、デバイス製造処理システム 1000 内の通信ネットワークと接続されており、外部とデータ送受信が可能である。解析装置 170 は、通信ネットワークを介して各種装置から各種データ (測定検査器 120 の各種測定検査結果のデータ及び他の装置の処理状態に関するデータ) を収集し、ウエハ W に対するプロセスに関するデータの解析及び各装置の処理条件の最適化を行う。このような解析装置 170 を実現するハードウェアとしては、例えばパーソナルコンピュータを採用することができる。この場合、解析処理は、解析装置 170 の CPU (不図示) で実行される解析プログラムの実行により実現される。この解析プログラムは、CD-ROM などのメディア (情報記録媒体) により供給され、PC にインストールされた状態で実行される。

40

【0120】

解析装置 170 は、露光装置 100 のログデータ、及び測定検査器 120 における少なくとも 2 種類の測定検査結果を複合的に解析し、その解析結果に基づいて、各種装置の処理条件の最適化を行う。ここで、最適化される処理条件は、解析結果に応じて異なったものとなり、露光装置 100 の前記制御系パラメータ、アライメント関連パラメータ、液浸関連パラメータ、液浸除去処理条件、C/D 110 におけるレジスト塗布処理、ポストバーク (PEB) 処理、現像処理の処理条件、測定検査器 120 の測定検査条件、及びデバ

50

イス製造処理装置群 900 の各種装置の処理条件など多岐に渡る。

【0121】

また、解析装置 170 は、測定検査器 120 の測定検査結果と、各種装置の処理内容とに関連するデータベースを有している。解析装置 170 が備えるデータベースの 1 つに CD テーブル群がある。CD テーブル群は、パターンの線幅と、露光量、同期精度、フォーカス、レンズの各制御誤差との関係を示すデータベースである。CD テーブル群には、ウエハステージ WST 又は WST' とレチクルステージ RST との相対同期走査中に、露光領域 IA が、ウエハ W 上のある地点に到達してから抜けるまでの期間における露光量、同期精度、フォーカス、レンズの各制御誤差の統計値と、その地点の線幅との関係が蓄積されている。

10

【0122】

ウエハ上のある地点（サンプル地点）でのそれぞれの制御誤差の統計値は、露光装置 100、101 から取得される露光量トレースデータ、同期精度トレースデータ、フォーカストレースデータ、レンズトレースデータに基づいて、算出することができる。

【0123】

解析装置 170 は、後述するように、必要に応じて、この CD テーブル群を参照して、露光量、同期精度、フォーカスの制御誤差の統計値に基づいて、パターン線幅を推定することが可能である。なお、露光量、同期精度、フォーカスの制御誤差の統計値が、線幅推定値に登録されていない値であった場合には、その値の最寄の幾つかの値の補間演算によって、パターン線幅を推定することが可能である。

20

【0124】

CD テーブル群に基づいてパターン線幅を有効に推定するためには、そのテーブルに、各種制御誤差の統計値とパターン線幅との関係を予め登録しておく必要がある。この登録に際しては、実際に、ウエハ W に対する露光装置（100、101）の露光中のトレースデータから算出された各制御誤差の統計値と、測定検査器 120 で測定されたパターン線幅とをテーブル群に蓄積していけば良い。なお、CD テーブル群に登録されるパターン線幅は、測定検査器 120 の測定結果に基づくものでなく、SEM による測定された値又は OCD 法等により測定された値に基づくものであっても良いし、テストパターンの空間像を計測する空間像センサによって計測されるテストパターンの空間像から求められた値であっても良い。

30

【0125】

なお、露光量誤差、同期精度誤差、フォーカス誤差、レンズ誤差が全く同じであっても、パターン線幅は、露光装置 100、101 の露光条件、転写されるパターンの設計条件によって異なるようになる。そのため、このテーブル群は、露光条件、パターン設計条件ごとに用意される。このように、テーブル群については、露光条件、パターン設計条件、露光量誤差、同期精度誤差、フォーカス誤差をキーとして、パターン線幅の推定値を探索できるようにデータベース化しておく必要がある。なお、露光条件としては、露光波長、投影光学系 NA、照明 NA、照明 σ 、照明種類、及び焦点深度などがあり、パターンの設計条件としては、マスク線幅、ターゲット線幅（例えば 130 nm）、パターンピッチ、マスク種類（バイナリ、ハーフトーン、レベンソン）、及びパターン種類（孤立線やライン・アンド・スペース・パターン）などがある。これらの露光条件、パターン設計条件と、パターン線幅との関係、及びテーブルにおける像高などの諸条件の設定方法については、例えば特開 2001-338870 号公報に詳細に開示されている。

40

【0126】

この CD テーブル群は、解析装置 170 におけるパターン線幅に関連するパラメータの最適化に用いられる。例えば、線幅が設計値に近づくような、露光量制御関連、同期制御関連、フォーカス制御関連、レンズ制御関連の制御系パラメータの組合せ、又は前提条件としての照明条件などを求める際に、CD テーブル群を参照する。

【0127】

解析装置 170 には、この他、解析結果を蓄積するデータベースを備えている。

50

【0128】

[ホストによる統括制御]

前述したように、ホスト600は、デバイス製造処理システム1000の統括制御を行っているが、デバイス製造処理システム1000における各装置は、ホスト600からの指示により動作している。以下では、個々の装置の動作について説明する。

【0129】

[露光装置の動作]

図22には、露光装置100、101の動作の流れが示されている。図22に示されるように、まず、ホスト600は、管理コントローラ160に、あるウエハWに対する露光指示を出力する(ステップ201)。この露光指示には、そのウエハWの露光レシピの指定も含まれている。管理コントローラ160は、露光レシピを参照して、今回の露光対象となっている層が、高い転写精度が要求される層(例えば、コンタクトホールが形成される層)であるか否かを判断し、高い転写精度が要求される層である場合には、液浸露光装置101に対し、処理開始指令を送信し、そうでない場合には、ドライ露光装置100に対し処理開始指令を送信する(ステップ203)。

10

【0130】

ドライ露光装置100は、処理開始指令を受信すると、指定された露光レシピを参照して、該当するレチクルRをロードし、レチクルアライメント、ベースライン計測などの準備処理を行う(ステップ205)。そして、ウエハWをラフに位置合わせした後、ウエハステージWST上にウエハWをロードする(ステップ207)。次に、ウエハW上に形成されたサーチャライメントマーク、ウエハマーク(MX_p 、 MY_p)をアライメント系ALGを用いて計測し、ウエハWのアライメントを行う(ステップ209)。そして、ステップ・アンド・スキャン方式により露光を行う(ステップ211)。露光後、ウエハWをアンロードする(ステップ213)。

20

【0131】

一方、液浸露光装置101は、処理開始指令を受信すると、指定された露光レシピを参照して、該当するレチクルRをロードし、レチクルアライメント、ベースライン計測などの準備処理を行う(ステップ205')。そして、ウエハWをラフに位置合わせした後、ウエハステージWST上にウエハWをロードする(ステップ207')。次に、ウエハW上に形成されたウエハマーク(MX_p 、 MY_p)をアライメント系ALGを用いて計測し、ウエハアライメントを行う(ステップ209')。そして、そして、所定の経路でウエハステージWSTを駆動し、レチクルステージRSTを適宜同期走査させることにより、ウエハWに対する露光を行う(ステップ211')。露光後、ウエハWをアンロードした後(ステップ213')、除去装置Tを用いて、ウエハWの液体除去処理を行う(ステップ215')。なお、図22では図示していないが、液浸モニタ装置260によるモニタリングも適宜行われる。

30

【0132】

上述したすべての処理が完了した後、ドライ露光装置100、液浸露光装置101は、処理終了通知を、管理コントローラ160に送信する(ステップ217)。管理コントローラ160は、ホスト600に対し露光終了を通知する(ステップ219)。

40

【0133】

図23には、C/D110の動作の流れが示されている。図23に示されるように、まず、ホスト600は、管理コントローラ160に処理開始指示を送信する(ステップ271)。管理コントローラ160は、C/D110に対し、処理開始指令を送信する(ステップ273)。この処理開始指令には、ウエハWに対し行うべき処理内容(レジスト塗布、現像及びポストバーク)に関する情報が含まれている。C/D110は、ウエハWを行うべき処理を行うC/D110の装置、例えばコータ、デベロッパ、ポストバーク装置のステージ上にロードする(ステップ275)。そして、C/D110は、ウエハWに対し、指令された処理(レジスト塗布、ポストバーク、現像)を行う(ステップ277)。その処理後、C/D110は、ウエハWをアンロードする(ステップ279)。C/D1

50

10は、管理コントローラ160に処理終了通知を行い（ステップ281）、管理コントローラ160は、ホスト600に対し、処理終了通知を行う（ステップ283）。

【0134】

図24には、デバイス製造処理装置群900の各装置の動作の流れが示されている。図24に示されるデバイス製造処理装置群900の各種装置の動作の流れは、図23に示されるC/D110の動作の流れとほぼ同じである。すなわち、ホスト600からの処理開始命令（ステップ301）を受けた各種装置は、ウエハWをロードし（ステップ303）、ウエハWに対して所定の処理を行い（ステップ305）、そのウエハWをアンロードし（ステップ307）、処理終了通知をホスト600に送る（ステップ309）。

【0135】

図25には、ホスト600と測定検査器120との処理の流れが示されている。ホスト600が、測定検査器120に処理開始命令を送る（ステップ351）。次に、測定検査器120は、ウエハWをロードする（ステップ353）。次に、測定検査器120は、ホスト600に対し、測定検査内容情報送信要求を発し（ステップ355）、ホスト600は、測定検査内容の情報を、測定検査器120に送信する（ステップ356）。測定検査内容には、例えば、ウエハW上の膜検査、ウエハマークの検出、異物及びしみなどの外観検査、線幅測定、重ね合わせ誤差の測定などの測定検査内容の他、そのウエハWが液浸露光で行われたものであるか否かを識別可能な情報も含まれている。次に、測定検査器120は、ウエハWに組み込まれているICチップ（ICタグ）又はバーコードなどの情報、又は、ホスト600から送られた測定検査内容情報を参照して、ロードされたウエハWが液浸露光により露光されたものであるか否かを判断する（ステップ357）。この判断が肯定されればステップ359に進み、否定されればステップ361に進む。本実施形態では、液浸露光とドライ露光とでは、測定検査器120の測定検査内容を変更する。そこで、ステップ359では、ドライ露光の測定検査条件で測定検査が行われるように装置の処理内容等を設定し、ステップ361では、液浸露光での測定検査条件で測定検査が行われるように装置の処理内容等を設定する。このように、ドライ露光と、液浸露光とでは、測定検査器120における測定検査内容が異なる。ここで、液浸露光での検査条件について説明する。

【0136】

まず、液浸露光方式で露光されたウエハWの場合には、図7（A）～図7（C）に示されるように、トップコート膜TCがレジスト膜RL上に成膜されるので、液浸露光の場合には、トップコート膜TCの測定検査が、測定検査内容として追加される。

【0137】

また、一般に、液浸露光で形成されるパターンのサイズは、ドライ露光で形成されるパターンのサイズよりも小さいので、パターン線幅及び重ね合わせ誤差の要求精度を高く設定することになる。例えば、画像処理方式によりパターン線幅や重ね合わせ誤差を測定する際には、画像データの倍率を大きく設定する、あるいは検出感度を上げる方向にピクセルサイズを変更するようにすれば良い。

【0138】

検出方式に関わらず、液浸露光での測定検査の場合には、そのパターン欠陥の感度をドライ露光よりも高く設定するのが望ましい。前述のように、液浸露光で形成されるパターンのサイズは小さいので、歩留まりに影響するパターンの欠陥のサイズも相対的に小さくなるからである。

【0139】

また、測定検査器120におけるウエハWを照明する照明光の波長を選択できる場合には、選択する波長を短くするのが望ましい。例えば、選択可能な波長帯域が260nm～500nmであれば、液浸露光での測定検査では、照明光の波長を260nmに設定する。

【0140】

また、パターン欠陥の検出方式として、光学式と電子ビーム（EB）式とのいずれか一

10

20

30

40

50

方を選択可能である場合には、E B式を選択するのが望ましい。また、明視野と暗視野とを選択可能である場合には、液浸露光ではウェハW上の膜が多層に生成されるので、明視野を選択するのが望ましい。また、検出方式が光学式であって、高段差のレイヤがターゲットになっているとすれば、その光学系としてコンフォーカル系を選択可能であれば、コンフォーカル系を選択するのが望ましい。

【0141】

また、パターン欠陥の検出アルゴリズムとして、画像比較アルゴリズム、設計データ比較アルゴリズム、特徴抽出アルゴリズムなどを選択可能である場合には、画像比較アルゴリズム又は特徴抽出アルゴリズムを選択するのが望ましい。ここで、画像比較アルゴリズムとは、例えば、同一のデバイスパターンが形成されているはずの2つのショット領域の画像データをダイ・トゥ・ダイ又はセル・トゥ・セルで比較することにより、パターン欠陥を抽出するアルゴリズムである。また、設計データアルゴリズムとは、例えば、デバイスパターンの画像データから抽出されたパターンの線幅と、その設計上の値とを比較することにより、パターン欠陥を抽出するアルゴリズムである。また、特徴抽出アルゴリズムとは、デバイスパターンの画像データに含まれる特徴を抽出し、その特徴からパターン欠陥を抽出するアルゴリズムである。

10

【0142】

また、レーザスキャン方式による異物の検出などを行う場合には、その散乱光を検出するフォトマルチプライヤの感度、数、角度などを調整することも可能である。

20

【0143】

また、液浸露光時では、以下のように、検査処理が追加・変更される。

(1) 液浸固有のパターン欠陥検査

(2) ウォーターマーク、レジスト成分染み出しによる汚れ、レジスト剥離などの検査

(3) ウェハW上に残留した残液に付着したパーティクル・異物の検査

(4) 液浸状態が良好でないと予想される箇所の重点的な検査

【0144】

中でも、(1)の液浸固有のパターン欠陥検査は、重要である。図7(A)に示されるような、レジスト膜RLとトップコート膜TCとの境界部に液体LQ及び異物(気泡、パーティクル)が浸入した状態、図7(B)に示されるような、トップコート膜TC上にパーティクル又はウォーターマークなどの異物IBが付着した状態、図7(C)に示されるような、液浸領域中に気泡BB及び／又はパーティクルPTなどの異物が存在する状態、この他、トップコート膜TCの一部が剥離した状態などでは、PEB処理後に、その状態が原因でウェハ面にデバイスパターンとは異質な模様が現れる場合がある。

30

【0145】

図26(A)には、液浸固有のパターン欠陥を示す画像の一例が示されている。図26(A)では、上述した図7(A)～図7(C)等々に示される液浸状態が要因となって、直線状のデバイスパターンの一部の線幅が、細くなっている。図26(A)の画像データと、本来のデバイスパターン(設計パターン)に相当する画像データとの差分をとるなどして、パターン欠陥部分を抽出すると、図26(B)に示されるような、円形パターンが現れる。このように、液浸露光では、その露光状態が悪化すると、異物、気泡、ウォーターマークなどにより、デバイスパターンとは全く無関係なパターンが液浸固有のパターンが現れるようになるため、測定検査器120では、そのようなパターンが形成されているか否かを検査する必要がある。このような液浸固有のパターンを検出すべく、上述したような特徴抽出アルゴリズム、画像比較アルゴリズムなど、複数種類のアルゴリズムを組合せて使用し、複合的な処理を行うようにしても良い。

40

【0146】

また、例えば、気泡による欠陥の場合には、気泡の周辺外部には、円状の明部が存在し、気泡の内側は暗部がベースとなり、周辺とは異なるパターンが存在するなどの特徴がある。また、ウォーターマークを原因とする固有パターンは、全体的に暗い固まりのようなパターンが形成されるようになる。

50

【0147】

また、(4)の液浸状態が良好でないと予想される箇所の重点的な検査も重要である。

【0148】

すなわち、ウエハ外周付近のショット領域 $S A_p$ に対する露光の際には、液浸領域がウエハWからはみ出すようになり、ウエハWの中心部のショット領域を露光する場合とは、状態が異なり、パターン欠陥がそのショット領域に集中して発生する場合がある。そこで、液浸露光の場合では、ウエハWの中央付近よりも外周付近のパターン欠陥検査を密に行うようにすることが考えられる。

【0149】

さらに、液浸露光では、ウエハW表面からの液体の揮発などが原因で、ウエハWの温度が低下して、ウエハWの変形度がドライ露光よりも大きくなり、ウエハスケーリングが変動することが知られている。そこで、デバイスパターンの重ね合わせ誤差測定については、ウエハWの外周部の測定頻度を大きくするようにしても良い。

10

【0150】

また、液浸露光では、ショット領域自体の歪み(ショットディストーション)の測定、及び投影光学系PLの収差の測定なども、頻繁に測定するように設定するのが望ましいといえる。

【0151】

図25に戻り、ステップ359、361において、測定検査条件が設定された後、その測定検査条件の下で、測定検査を行う(ステップ363)。次のステップ365では、測定検査結果を、測定検査器120がホスト600に送る。次のステップ367では、測定検査器120は、ウエハWをアンロードする。次のステップ369では、測定検査器120は、処理終了通知をホストに返す。

20

【0152】

図27には、ホスト600と解析装置170との処理の流れが示されている。ホスト600が解析装置170に解析指令を送る(ステップ401)。この解析指令には、解析装置において解析すべき具体的な解析内容が含まれている。次に、解析装置170が、その解析内容を読み取り、その解析に必要な測定検査結果(その1)を測定検査器120に要求する(ステップ403)。測定検査器120は、測定検査結果データ(その1)を解析装置170に送る(ステップ405)。なお、この測定検査結果データには、測定検査結果の他に、測定検査条件に関する情報も含まれている。さらに、解析装置170は、解析に必要な測定検査結果(その2)を測定検査器120に要求する(ステップ407)。測定検査器120は、測定検査結果データ(その2)を解析装置170に送る(ステップ409)。なお、この測定検査結果データには、測定検査結果の他に、測定検査条件に関する情報も含まれている。

30

【0153】

次に、解析装置170は、解析処理を行う(ステップ411)。この解析処理を行う際に、解析装置170は、必要に応じて、露光装置100、101などの処理装置に対して、その解析に必要な処理内容データの送信を要求する。この要求を受けた処理装置は、処理内容データを解析装置170に送信する。解析処理が終了すると、解析装置170は、収集した測定検査結果、及び解析結果のデータを、データベースに蓄積する蓄積処理を行う(ステップ413)。次に、解析装置170は、解析結果(最適化結果)を測定検査器120及び/又は上記露光装置100、101などの処理装置に必要なに応じて送る(ステップ415)。最後に、解析装置170は、処理終了通知をホスト600に返す(ステップ417)。

40

【0154】

上述したように、ホスト600は、図22～図25、図27に示される各装置に対する制御動作を1つの処理単位として、各装置を動作させ、一連のプロセスを実行する。なお、これらの動作は、あくまでも一例であって、露光装置100、101等は、解析装置170からの指示によって、管理コントローラを介して、あるいは、介さずに、動作するよ

50

うにしても良い。

【0155】

[デバイス製造工程]

次に、デバイス製造処理システム1000における一連のプロセスの流れについて説明する。このデバイス製造処理システム1000の一連のプロセスは、ホスト600によってスケジューリングされ管理されている。図28の表には、この一連のプロセスにおいて実行可能な処理項目が示されている。この表の大項目には、順番に実行される可能性がある概略的な処理手順が、その処理順に記載されている。この表に示されるように、この一連のプロセスでは、まず、成膜・レジスト塗布処理及びウエハ測定検査処理(A)、ウエハ測定検査処理(B)、露光処理、ウエハ測定検査処理(C)、PEB処理、ウエハ測定検査処理(D)、現像処理、ウエハ測定検査処理(E)、エッチング処理、ウエハ測定検査処理(F)、不純物拡散処理及び配線処理が繰り返し行われ、各層のデバイスパターンが、全て形成された後、プロービング処理、リペア処理、ダイシング処理、パッケージング処理、ボンディング処理が行われ、最終的にデバイスが完成する。なお、測定検査処理において検出された異常は、上記各種処理、すなわち、成膜・レジスト塗布処理、露光処理、PEB処理、現像処理、エッチング処理、不純物拡散処理及び配線処理、プロービング処理、リペア処理などの処理内容の調整などに用いられる。

10

【0156】

本実施形態では、ウエハ毎に、図28に示される大項目に対応する処理が例えばパイプライン的に繰り返されることになる。

20

【0157】

小項目には、対応する大項目の処理中で実際に行われる具体的な処理内容が記載されている。小項目(必須)には、その一連のプロセスで必ず行われる処理が表示されている。また、小項目(液浸)は、液浸露光装置101での露光が行われるプロセスにおいて必ず行われる処理が記載されている。例えば、成膜・レジスト塗布処理においては、反射防止膜生成(成膜)、及びレジスト塗布は必須の処理であるが、トップコート膜塗布は、液浸露光が行われる場合でのみ必須である。液浸露光が行われる場合には、小項目(液浸)も必須の処理となる。

【0158】

また、小項目(選択)は、行われるか否かがホスト600によって選択される処理が記載されている。小項目(選択)として指定されているのは、一連のプロセスの各段階で行われる測定検査処理である。

30

【0159】

まず、成膜・レジスト塗布処理&ウエハ測定検査処理(A)では、反射防止膜、レジスト膜、トップコート膜の膜厚測定、膜の外観検査(スクラッチなどの物理的な異常、及び液体の浸み込みなどの異物の進入などの化学的な異常の検査)などが選択的に行われる。この他、ウエハ測定検査処理(B)では、アライメント事前測定(ウエハマークMの事前測定)、フォーカス事前測定(ウエハWの面形状の測定)、及びウエハWの外観検査(主としてウエハW上の異物の検査)が選択的に行われる。

【0160】

また、ウエハ測定検査処理(C)では、外観検査(主としてウエハW上の異物検査)、ウエハ測定検査処理(D)では、外観検査(主としてウエハW上のしみなどのパターン検査)が行われる。ウエハ測定検査処理(E)、(F)では、パターン欠陥検査、パターン線幅(サイズ)測定、重ね合わせ誤差測定などが選択的に行われる。

40

【0161】

ホスト600では、解析装置170で行われる解析に必要な測定検査を行う処理を、小項目(選択)の中から予め選択し、小項目(必須)(あるいは小項目(必須)及び小項目(液浸))と、選択された小項目(選択)とを、図28に示される表の順番で組合せることにより、一連の処理手順を作成し、作成された処理手順を実行する。以下では、ホスト600において作成される一連のプロセスにおける処理手順の組合せと、解析装置170

50

において行うことができる解析内容について説明する。

【0162】

(1) ウエハアライメントに関連する処理条件の最適化

まず、ウエハアライメントに関連する処理条件の最適化を行う場合について説明する。この最適化を行う場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理(A)における小項目(選択)：各膜の膜厚測定処理と、大項目：ウエハ測定検査処理(B)における小項目(選択)：アライメント事前測定とを選択して処理手順を作成する。ここで、アライメント事前測定とは、露光装置100、101にウエハWを搬入する前に、測定検査器120においてウエハマーク(MX_p, MY_p)の事前測定を行う処理である。

【0163】

図29(A)には、ウエハWの一部の断面図が示されている。図29(A)に示されるように、ウエハWの下地には、凹凸マークが形成されており、その凹凸マークの上に、成膜・レジスト塗布処理(図28参照)において、C/D110により、レジスト膜が塗布されるようになる。なお、実際には、レジスト膜の下に、反射防止膜が成膜され、液浸露光を行う場合には、レジスト膜の上に、さらにトップコート膜が成膜されるようになるが、説明を簡単にするため、図29(A)では、それらの図示を省略している。アライメント系ALGでは、落射照明により、図29(A)に示される下地の凹凸マークの強度像を光電検出し、その光電検出された強度像に対応する波形データを取得する。

【0164】

図29(B)には、この1次元波形データの一例が示されている。図29(B)に示されるように、この1次元波形データでは、マークの凹凸に応じた3本のピークが現れた波形となっている。

【0165】

また、図29(C)には、この1次元波形データに対応するウエハW上のレジスト膜の膜厚データの一例が示されている。なお、実際には、レジスト膜の膜厚データは、2次元(XY座標系)のデータであるが、ここでは、マーク波形データに合わせて、その計測軸方向の1次元データに変換されている。変換の方法としては、様々な方法を採用することができるが、計測軸方向に直交する方向に、データを積算したり、平均化したりすることにより求めることが可能である。ウエハアライメントでは、アライメント系ALGが、このレジスト膜の上からウエハマークを落射照明して、そのウエハマークからの反射光及び/又は回折光による強度像を光電検出しているため、その強度像は、レジスト膜等の影響を受けやすいことが知られている。そこで、この場合の最適化では、図29(B)に示されるマーク波形データと、図29(C)に示される膜厚データとの相関性を解析し、その相関度に応じて、マーク波形データが異常である原因がレジスト膜等にあるのか下地(マーク自体)にあるのかを切り分けて、その原因が解消するのに有効な処理条件を絞りこみ、ウエハアライメントに関連する処理条件を効率的に最適化する。

【0166】

例えば、図29(A)、図29(C)に示される例では、波形右側の膜厚がやや薄くなっており、図29(B)に示される波形データにおいても一番右のピークが小さくなっており、両者の相関性が高いと考えられる。このような波形データを用いて、マークの位置情報を正確に検出するのは困難であるため、何らかの対策を講じる必要がある。このような場合の対策としては、例えば、図29(A)に示されるようにレジスト膜の不均一性を解消する方法が考えられる。これを解消すれば、マーク波形の非対称性が解消され、マーク位置を正確に検出することが可能となると考えられるためである。また、アライメント系ALGにおける、マーク波形データを取得するための要実測パラメータを、膜厚の不均一性に影響されることがないように状態に設定し直すという対策も考えられる。

【0167】

このような要実測パラメータには、例えば、落射照明の照明光の波長などがある。照明光の波長をレジスト膜などに不感な帯域に設定すれば、膜厚の不均一性に関わらず、マークの強度像を検出することが可能となる。

【0168】

一方、図29(B)、図29(C)に示される例と異なり、マーク波形データの非対称性と、膜厚データとの間に相関がない場合には、下地のマーク自体が非対称性を有していると考えられる。そこで、このような場合には、そのマークを計測対象から除外すれば良い。

【0169】

この場合の最適化を行おうとする場合、ホスト600では、大項目：成膜・レジスト塗布処理&ウエハ測定検査処理(A)(図28参照)の小項目(選択)の中から、測定検査器120による反射防止膜の膜厚測定、レジスト膜の膜厚測定、トップコート膜の膜厚測定と、大項目：ウエハ測定検査処理(B)(図28参照)の小項目(選択)の中から、測定検査器120によるアライメント事前測定とを選択し、選択された処理が実行されるように一連のプロセスの処理手順を作成する。この場合、実際には、図30の枠内に示されるように、成膜装置910における反射防止膜の成膜処理、測定検査器120における反射防止膜の膜厚測定処理、C/D110におけるレジスト膜塗布処理、測定検査器120におけるレジスト膜の膜厚測定処理、(液浸露光の場合には、これらに加え、成膜装置910におけるトップコート膜の成膜処理、測定検査器120におけるトップコート膜の膜厚測定処理)、測定検査器120におけるアライメント事前計測処理、露光処理が、この順番に実行されるようになる。このプロセスを実行すると、露光処理を行う前に、反射防止膜、レジスト膜、トップコート膜の各膜厚データと、ウエハマークの波形データとが測定される。なお、各膜の検査処理で異常が検出された場合には、その膜を一旦除去して、改めて成膜、塗布し直すようになる。また、反射防止膜、トップコート膜は、C/D110における塗布により、生成される場合もある。

10

20

【0170】

ホスト600は、露光が開始される前に、図27の処理に従って、解析装置170に対して処理開始命令を発する(ステップ401)。この処理開始命令は、(1)のウエハアライメントに関連する処理条件の最適化を行う旨の命令となっている。解析装置170は、ステップ403～ステップ409を行って、各種膜厚データ、及び事前アライメント計測のデータなどを、測定検査器120から取得する。

【0171】

図30には、この最適化処理のための図27のステップ411の解析処理のフローチャートが示されている。この解析処理は、波形データが取得されたウエハマーク毎に行われる。図30に示されるように、まず、ステップ551において、マーク波形データに異常があるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ553に進む。

30

【0172】

ステップ553では、異常となったマーク波形データと、膜厚データとの相関度とを算出し、ステップ555では、その相関度が閾値を上回っているか否かを判断する。この判断が否定されればステップ557に進み、肯定されればステップ561に進む。

【0173】

この判断が否定されたということは、マーク波形データと膜厚データとの間に相関がなく、マーク波形データが異常となった原因はウエハWの下地にあるということが考えられる。そこで、ステップ557では、そのウエハマークが計測対象からリジェクトされるように、アライメント関連パラメータを最適化する。

40

【0174】

一方、ステップ555における判断が肯定されたということは、マーク波形データと膜厚データとの間に相関があり、マーク波形データが異常となった原因は各種膜の膜厚の不均一性にあると考えられる。この場合には、ステップ561に進み、アライメント関連パラメータを最適化するか否かを判断する。この判断が肯定された場合、すなわち、ホスト600からの指示がアライメント関連パラメータを調整するように設定されていた場合には、ステップ563に進み、アライメント関連パラメータのうちの要実測パラメータを最

50

適化する。ここで最適化される要実測パラメータとしては、選択されるアライメントセンサ（F I AかL S Aかなど）、レジスト膜などに影響を受けない照明光の波長、及びマーク波形が非対称性が強くても、マーク位置を正確に検出することが可能な検出アルゴリズムなどがある。一方、ステップ561の判断が否定されていた場合には、ステップ565に進み、成膜装置910又はC/D110から、成膜、塗布の処理状態に関するデータ（すなわち処理パラメータ、及び処理状態のモニタデータ）を取得する。ステップ567では、取得した処理状態に基づいて、成膜、塗布条件の最適化を行う。すなわち、ここでは、マークの非対称性の原因となった膜厚の不均一性が解消されるように、C/D110及び／又は成膜装置910における処理条件（反射防止膜の成膜条件、レジスト膜の塗布条件、トップコート膜の成膜条件など）を最適化する。

10

【0175】

この処理の後、図27に示されるように、ステップ413の蓄積処理において、マーク波形データ及び膜厚データなど、並びに最適化されたアライメント関連のパラメータ及び成膜、塗布条件に関する履歴などが、解析装置170のデータベースに蓄積される。そして、ステップ415において、ステップ557、ステップ563、ステップ567において、最適化されたパラメータに関する情報が、該当する装置、すなわち露光装置100、101、又はC/D110、成膜装置910に送られる。各種装置は、該当するパラメータを最適値に変更して、その後の処理を行う。これにより、成膜装置910及びC/D110における、成膜、塗布条件のフィードバック制御が実現され、露光装置100、101における、アライメント関連パラメータのフィードフォワード制御が実現される。

20

【0176】

解析装置170は、処理終了通知をホスト600に返す（ステップ417）。

【0177】

なお、本実施形態では、アライメント関連パラメータの最適化と、成膜、塗布条件の最適化とのいずれか一方の最適化を行ったが、これは両方行うようにしても良い。

【0178】

また、マーク波形データとの相関を算出するのは、個々の膜、すなわち、反射防止膜、レジスト膜、トップコート膜の膜厚データに限られず、全ての膜厚を総計した膜厚データ、又は、3つの膜のうちの2つの膜の合計の膜厚データを採用しても良い。このようにすれば、3つの膜のうち、いずれの膜がマーク波形データに影響を与えているかを、より詳細に解析することが可能となる。

30

【0179】

なお、本実施形態では、マーク波形データを1次元データとし、膜厚データを2次元データから1次元データに変換する場合について説明したが、マーク波形データは、XY座標系の2次元データであっても良い。この場合には、ステップ553において、2次元データ同士の相関が、算出されることになる。

【0180】

（2）フォーカス制御関連のパラメータの最適化

次に、露光の際のフォーカス制御関連のパラメータの最適化を行う場合について説明する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理（A）における小項目（選択）：各膜の膜厚測定と、大項目：ウエハ測定検査処理（B）における小項目（選択）：フォーカス事前測定とを選択して、処理手順を作成する。フォーカス事前測定とは、露光装置100、101にウエハWを搬入する前に、測定検査器120においてウエハWの面形状の事前測定を行う処理である。

40

【0181】

図31（A）には、ウエハWの一部の断面図が示されている。図31（A）においても、図29（A）と同様に、反射防止膜とトップコート膜の図示が省略され、レジスト膜のみが図示されている。露光中に多点AFセンサ（60a、60b）によって計測されるのは、レジスト膜の表面ではなく、ウエハWの下地であり、フォーカス事前測定で測定されるのは、ウエハWの下地の面形状である。図31（B）には、フォーカス事前測定により

50

測定されたウエハWの面形状の測定データの一例が示されている。

【0182】

図31(B)に示されるように、このデータは、XY座標系における2次元データであり、ウエハWの面形状は、厳密に見ればフラットではないことが示されている。このような面に対して、デバイスパターンを高精度に転写するためには、フォーカス制御関連のパラメータをある程度まで最適化する必要がある。その最適化可能なパラメータとしては、例えば多点AFセンサ(60a, 60b)におけるフォーカスセンサ(計測点)の選択などがある。フォーカスセンサは、できるだけ計測点間の下地のZ位置がフラットとなるように選択されるのが望ましい。

【0183】

図31(C)には、図31(B)の面形状の測定データに対応する膜厚の測定データの一例が示されている。図31(C)に示される、レジスト膜等の膜厚の測定データも、XY座標系における2次元データである。多点AFセンサ(60a, 60b)の計測値は、レジスト膜等の膜厚の不均一性の影響を受ける場合がある。膜厚の不均一性により、多点AFセンサのオフセット成分が計測点によって変化し、実際のウエハWの面形状とは異なった面形状が観測される場合があるのである。したがって、本実施形態では、ウエハWの面形状の測定データで、面形状の勾配が大きく、異常とみなされる場所について、図31(B)に示される面形状の測定データと、図31(C)に示される膜厚データとの相関度を解析し、その相関度に応じて、面形状の急激な変化の原因が、レジスト膜等の不均一性にあるのか、ウエハWの下地(すなわち本来の面形状)にあるのかを切り分け、切り分けられた原因に応じて、処理条件の最適化を行う。

【0184】

この場合、ホスト600では、大項目：成膜・レジスト塗布処理&ウエハ測定検査処理(A)(図28参照)の小項目(選択)の中から、測定検査器120による反射防止膜の膜厚測定、レジスト膜の膜厚測定、トップコート膜の膜厚測定(液浸露光時のみ)が選択され、大項目：ウエハ測定検査処理(B)(図28参照)の小項目(選択)の中から、測定検査器120によるフォーカス事前測定が選択される。この場合、実際には、図32の枠内に示されるように、成膜装置910における反射防止膜の成膜処理、測定検査器120における反射防止膜の膜厚測定処理、C/D110におけるレジスト膜塗布処理、測定検査器120におけるレジスト膜の膜厚測定処理、成膜装置910におけるトップコート膜の成膜処理、測定検査器120におけるトップコート膜の膜厚測定処理、測定検査器120におけるフォーカス事前測定処理、露光処理が、この順番に実行される。このプロセスを実行することにより、露光処理を行う前に、反射防止膜、レジスト膜、トップコート膜の各膜厚と、ウエハの面形状とが、測定検査器120により測定されたことになる。

【0185】

図27に示されるように、ホスト600は、ステップ401において、解析装置170に対して処理開始命令を発する。解析装置170には、ステップ403～ステップ409の処理により、各種膜厚の測定データと面形状の測定データとが取得され、解析装置170において、ステップ411の解析処理の実行が開始される。

【0186】

図32には、解析装置170における最適化処理の具体的なフローチャートが示されている。図32に示されるように、まず、ステップ601において、面形状が異常である部分(例えば、勾配又は段差が所定レベルを超えている部分)があるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ603に進む。ステップ603では、異常部分の測定データとその部分の膜厚の測定データとの相関度を算出する。ここでは、各種膜の膜厚の測定データと、ウエハWの面形状の測定データとを用いて、それらの相関度が算出される。ステップ605では、算出された相関度が閾値を超えたか否かを判断する。この判断が否定されればウエハWの下地がそのまま測定されていると判断してステップ613に進み、肯定されればステップ607に進む。

【0187】

ステップ607では、成膜、塗布条件を最適化するか否かを、ホスト600からの指示内容に従って判断する。この判断が肯定された場合にのみステップ609に進んで、成膜装置910又はC/D110から、成膜、塗布処理の処理状態に関するデータを取得し、ステップ611で、成膜装置910又はC/D110の成膜、塗布条件を最適化する。ここでの処理内容は、図30のステップ567と同じであるため、詳細な説明を省略する。

【0188】

次のステップ613では、フォーカス関連パラメータを最適化するか否かを、ホスト600からの指示内容に従って判断する。この判断が肯定された場合にのみ、ステップ615に進んで、できるだけフラットな面で、フォーカスセンサを選択するなどして、フォーカス関連パラメータを最適化する。なお、この最適化に際しては、ステップ605で、膜厚データと面形状データと間に相関が無いと判断された場合と、有ると判断された場合とでは、処理が幾分異なる。相関が無いと判断された場合には、面形状の測定データのみに基づいて、フォーカスセンサの選択等を行う。また、相関が有ると判断された場合には、面形状の測定データに加え、膜厚の測定データをも考慮して、すなわち、面形状の測定データと、膜厚の測定データとの総計（総和）に基づいて、フォーカスセンサの選択等を行う。

【0189】

この処理の後、図27に示されるように、ステップ413の蓄積処理において、面形状の測定データ、膜厚の測定データなど、並びに最適化されたフォーカス制御関連のパラメータ及び成膜、塗布条件に関する履歴が、解析装置170のデータベースに蓄積される。そして、ステップ415において、図32のステップ611、ステップ615において、最適化されたパラメータに関するデータが、該当する装置、すなわち露光装置100、101、又はC/D110、成膜装置910に送られる。各種装置は、該当するパラメータを最適値に変更して、その後の処理を行う。これにより、成膜装置910及びC/D110における、成膜、塗布条件のフィードバック制御が実現され、露光装置100、101における、フォーカス関連パラメータのフィードフォワード制御が実現される。解析装置170は、処理終了通知をホスト600に返す（図27のステップ417）。

【0190】

なお、図32のフローチャートでは、露光の際のフォーカス関連のパラメータの最適化は、面形状の異常を検出した場合にのみ最適化を行うようにしたが、これには限らない。すなわち、ステップ601は行わなくてもよく、ウエハ全面について、ステップ603以降の処理を行うことができる。

【0191】

また、実際には、下地の面形状に段差又は勾配があっても、膜厚の不均一性が要因でフラットとして測定されてしまう場合も考えられる。この場合には、膜厚と、面形状との間には、相関が認められずとも、それらの測定データの総計によって、フォーカスセンサの選択等を行うのが望ましい。

【0192】

（3）露光前のウエハ外観検査の処理条件の最適化

次に、露光前のウエハ外観検査、すなわちウエハ測定検査処理（B）におけるウエハ外観検査の処理条件の最適化を行う場合について説明する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理（B）における小項目（選択）：外観検査（異物検査）と、大項目：ウエハ測定検査処理（C）における小項目（選択）：外観検査（異物検査）とを選択して、処理手順を作成する。図33（A）には、ウエハ測定検査処理（B）におけるウエハWの外観検査の検査結果のデータ（異物検査データ（B））の一例が示されている。なお、このデータは、実際にはXYの2次元データであるが、説明をわかりやすくするため、1次元のデータとして示している。この異物検査においては、データのレベルが異常検出レベル（点線）を超えた部分に異物が存在すると判定する。図33（A）に示されるデータでは、異常検出レベルを超えている部分が存在しないので、異物無しと判定されることになる。

【0193】

図33(B)には、ウエハ測定検査処理(C)におけるウエハWの外観検査の検査結果のデータ(異物検査データ(C))の一例が示されている。この異物検査においても、データのレベルが点線で示される異常検出レベルを越えた部分に異物が存在すると判定する。図33(B)に示されるデータでは、閾値を超えた部分が存在するので、その部分に異物が有ると判定される。

【0194】

しかしながら、図33(A)のデータと、図33(B)のデータとを比較すると、図33(A)のデータにおいても、図33(B)で異物有りと判断された部分にピークが現れており、両者は、相関性が高いと推定される。このような場合には、ウエハW上には、露光前にすでに異物が付着しており、ウエハ測定検査処理(B)における異常検査の感度を上げていけば(すなわち異常検出レベルを下げていけば)、ウエハ測定検査処理(B)の際に、その異物を検出できたものと考えられる。したがって、このような場合には、ウエハ測定検査処理(B)の外観検査の異常検出レベルを調整すれば、ウエハW上に付着した異物をいち早く検出することが可能である。

【0195】

この場合、実際には、図34の枠内に示されるように、ウエハ測定検査処理(B)の外観検査(図34では、外観検査(B)と略述している)、露光処理、ウエハ測定検査処理(C)の外観検査(図34では、外観検査(C)と略述している)、PEB処理、現像処理、エッチング処理が、この順番に実行されるようになる。このプロセスを実行すると、露光処理を行う前のウエハW上の外観検査(B)の検査データと、露光処理後のウエハW上の外観検査(C)の検査データとが得られる。ホスト600は、露光が開始される前に、図27の処理に従って、解析装置170に対して処理開始命令を発する(ステップ401)。その処理開始指令は、(3)露光前ウエハ外観検査の最適化を行う旨の指令となっている。解析装置170は、ステップ403～ステップ409を行って、外観検査(B)、(C)の検査データを取得する。

【0196】

図34には、この最適化処理を行うために、ホスト600によって作成される処理手順の一部のフローチャートが示されている。図34に示されるように、ステップ651では、外観検査(B)の結果が正常で、かつ外観検査(C)で異常が検出されたか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ653に進む。ステップ653では、検査(B)と、検査(C)との検査データの相関度を算出する。次のステップ655では、算出された相関度が閾値を上回っているか否かを判断する。この判断が肯定された場合にのみ、ステップ657に進み、外観検査(B)の異物検出レベルを調整する。

【0197】

この処理の後、図27に示されるように、ステップ413の蓄積処理において、検査(B)、検査(C)の検査データ、及び異常検出レベルの調整に関する履歴が、解析装置170のデータベースに蓄積される。そして、ステップ657において、調整された異常検出レベルが、該当する装置、すなわち測定検査器120に送られる。測定検査器120は、該当するパラメータを最適値に変更して、その後の処理を行う。これにより、測定検査器120の異常検出レベルのフィードバック制御が実現される。解析装置170は、処理終了通知をホスト600に返す(図27のステップ417)。

【0198】

(4) 液浸露光関連の処理条件の最適化(その1)

次に、液浸露光関連の処理条件の最適化(その1)を行う場合について説明する。ここでは、露光前のウエハW上の各膜の外観検査結果と、露光後のウエハWの外観検査結果とに基づいて液浸露光における処理条件の最適化を行う。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理(A)における小項目(選択)：各膜の膜検査(外観検査(A))と、大項目：ウエハ測定検査処理(C)における小項目(選択)：外観検査(外観

検査（Ｃ））とを選択して、処理手順を作成する。図３５の枠内（吹きだし内）には、この最適化処理を行うためにホスト６００によって作成される処理手順のフローが示されている。すなわち、ここでは、反射防止膜成膜、その検査、レジスト膜塗布、その検査、トップコート膜成膜、その検査、液浸露光、外観検査（Ｃ）がこの順で行われる。このプロセスを実行すると、露光処理を行う前に、ウェハＷ上の各膜の外観検査（Ａ）の検査データが得られ、露光処理の後に、ウェハＷ上の外観検査（Ｃ）の検査データが得られる。

【０１９９】

ホスト６００は、露光が開始される前に、図２７の処理に従って、解析装置１７０に対して処理開始命令を発する（ステップ４０１）。解析装置１７０は、ステップ４０３～ステップ４０９を行って、外観検査（Ａ）、及び外観検査（Ｃ）の検査データなどを、測定検査器１２０から取得した後、解析処理を実行する（ステップ４１１）。 10

【０２００】

図３５には、この場合の解析処理の具体的なフローチャートが示されている。図３５に示されるように、ステップ７０１において、外観検査（Ａ）の結果が正常で、かつ外観検査（Ｃ）の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ７０３に進む。ステップ７０３では、液浸モニタ２６０による液浸モニタ結果のデータを露光装置１０１から取得する。ステップ７０５では、取得した液浸モニタ結果のデータに基づいて、検査（Ｃ）での異常の原因を解析する。このような異常の原因としては、例えば、図７（Ａ）～図７（Ｃ）に示されるように、露光中のレジスト膜の液体への溶け出し、残液に付着したパーティクル若しくは異物、又はウォーターマーク等がある。 20

【０２０１】

ステップ７０７では、液浸関連パラメータの最適化をホスト６００が指定しているか否かを判断し、この判断が肯定された場合にのみ、ステップ７０９に進んで、異常が解消されるように、液浸関連パラメータの最適化を行う。液浸関連パラメータには、例えば、液体ＬＱの流速又は温度、液体ＬＱのフィルタ条件、異常が発生した場所が液体に浸っている時間（液浸時間）などがある。

【０２０２】

ウェハＷ上のある場所の液浸時間を調整するには、ウェハＷ上の露光経路を変更する必要がある。図３６には、ウェハＷ上のショット領域が露光される順番を示す露光経路が示されている。ステップ７０９では、異常が検出された箇所の液浸時間が短くなるように、露光経路を変更する。また、図３７に示されるように、アライメント系ＡＬＧによるウェハマーク計測中も、ウェハＷの他の場所が液体に浸っている場合があるため、異常が検出された箇所が、アライメント中に長く浸っているようであれば、計測するウェハマークを変更するようにしても良い。 30

【０２０３】

ステップ７１１では、ホスト６００からの指示を参照して、液体除去処理条件の最適化を行うように設定されているか否かを判断し、この判断が肯定された場合にのみ、ステップ７１３に進んで、液体除去処理条件の最適化を行う。ここでは、ウェハＷ上の残液の除去度が向上するように（すなわちウェハＷが完全に乾燥するように）、液体除去処理の処理条件、例えば処理時間を長くしたり、露光終了から液体除去が行われるまでの時間を短くしたりする。なお、以下では、この液体除去処理の処理条件も、液浸関連パラメータに含めるものとする。 40

【０２０４】

この処理の後、図２７に示されるように、ステップ４１３の蓄積処理において、検査（Ａ）のデータ及び検査（Ｃ）のデータなど、並びに最適化された液浸関連パラメータなどの履歴が、解析装置１７０のデータベースに蓄積される。そして、ステップ７０９、ステップ７１３において、最適化されたパラメータに関する情報が、該当する装置、すなわち露光装置１０１に送られる。露光装置１０１は、該当するパラメータを最適値に変更して、その後の処理を行う。これにより、露光装置１０１における、液浸関連のパラメータ、 50

除去装置 T の液体除去条件のフィードバック制御が実現される。なお、以下に述べる液浸露光時の最適化処理では、すべて、測定検査結果及び最適化結果の蓄積、各種装置への送信が行われるものとし、それらの詳細な説明を省略する。

【0205】

解析装置 170 は、処理終了通知をホスト 600 に返す（ステップ 417）。

【0206】

なお、本実施形態では、除去装置 T は、露光装置 101 内にあるものとしたが、除去装置は、トラック 200B 内にあっても良い。この場合には、露光装置 101 にではなくトラック 200B に液体除去の処理条件の最適化結果をフィードバックするようになる。

【0207】

（5）液浸露光関連の処理条件の最適化（その 2）

次に、液浸露光関連の処理条件の最適化（その 2）を行う場合について説明する。ここでは、図 38 の枠内に示されるように、PEB 処理前のウエハ測定検査処理（C）の外観検査（外観検査（C））と、PEB 処理後のウエハ測定検査処理（D）の外観検査（外観検査（D））とに基づいて、液浸露光における処理条件の最適化を行う。ホスト 600 は、大項目：ウエハ測定検査処理（C）における小項目（選択）：ウエハ外観検査（異物検査）と、大項目：ウエハ測定検査処理（D）における小項目（選択）：ウエハ外観検査（残液によるしみなどの検査）とを選択して、処理手順を作成する。

【0208】

図 38 に示されるように、まず、ステップ 751 において、検査（C）の結果が正常で、かつ、検査（D）の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ 753 に進む。ステップ 753 では、PEB の処理状態データ（例えば、温度や処理時間などのデータ）を、トラック 200B の C/D110 から取得する。ステップ 755 では、取得された PEB の処理状態のデータに基づいて、PEB 処理をチェックする。

【0209】

ステップ 757 では、PEB 処理の処理状態に問題がないかどうかを判断する。この判断が否定された場合にのみ、ステップ 759 に進んで、PEB 処理の処理条件を最適化する。このような処理条件には、例えば、PEB の設定温度がある。ステップ 757 の判断が否定された場合は、ステップ 761 に進んで、外観検査（C）の検査条件を最適化する。この処理は、図 34 のステップ 657 と同じであるため、詳細な説明を省略する。次のステップ 763 では、液浸モニタ結果のデータを露光装置 101 から取得し、ステップ 765 において、液浸関連パラメータ（上述したように、液体除去処理の処理条件を含む）を最適化する。この最適化処理については、図 35 のステップ 709、713 と同じであるため、詳細な説明を省略する。

【0210】

なお、ここで、ステップ 763、765 における液浸関連パラメータの最適化に代えて、成膜装置 910 や C/D110 での成膜、塗布条件を最適化するようにしても良い。すなわち、レジスト膜内への液体の浸込みがないように、トップコート膜を厚くするなどのトップコート処理の最適化、又はレジストの種類の変更、及び／又はレジストの塗布条件の変更などを行うようにしても良い。

【0211】

（6）液浸露光の処理条件の最適化（その 3）

次に、液浸露光の処理条件の最適化（その 3）を行う場合について説明する。ここでは、図 39 に示されるように、PEB 処理前のウエハ W の外観検査（C）の結果と、現像処理後のウエハ W のパターン欠陥検査（E）の結果とに基づいて、処理条件の最適化を行う。すなわち、PEB 処理及び現像処理の前後の検査結果の違いに応じて、処理条件の最適化を行う。この場合には、ホスト 600 は、大項目：ウエハ測定検査処理（C）における小項目（選択）：ウエハ外観検査（異物及び／又は残液検査）（外観検査（C））と、大項目：ウエハ測定検査処理（E）における小項目（選択）：パターン欠陥検査（欠陥検査

10

20

30

40

50

(E))とを選択して、処理手順を作成する。

【0212】

図39に示されるように、まず、ステップ851において、検査(C)の結果が正常で、かつ、検査(E)の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了する。ステップ853では、トラック200BのC/D110の現像処理の処理状態のデータを取得する。ステップ855では、取得されたC/D110の現像処理の処理状態のデータに基づいて、現像処理をチェックする。ステップ857では、C/D110の現像処理に問題が無いかどうかを判断する。この判断が否定されれば、ステップ859に進んで、現像処理の処理条件を最適化する。ステップ859終了後は、処理を終了する。一方、ステップ857での判断が肯定されれば、ステップ861に進んで、PEB処理の処理状態のデータをトラック200BのC/D110から取得する。

10

【0213】

次のステップ863では、C/D110のPEB処理の処理状態に問題がないかどうかを判断する。この判断が否定されれば、ステップ867に進んで、パターン欠陥の発生頻度が低減するように、PEB処理の処理条件を最適化する。肯定されれば、ステップ869に進んで、液浸モニタ結果のデータを露光装置101から取得する。次のステップ871では、液浸関連パラメータを、パターン欠陥の発生頻度が低減するように最適化する。

【0214】

すなわち、この最適化処理では、PEB処理及び現像処理の前後の検査結果の違いに応じて、現像処理、PEB処理、液浸露光処理の順番で、処理状態を選択し、問題があると判断された処理の処理条件を最適化する。

20

【0215】

(7) 液浸露光の処理条件の最適化(その4)

次に、液浸露光の処理条件の最適化(その4)を行う場合について説明する。ここでは、図40に示されるように、現像処理前後の外観検査結果の違いに基づいて、処理条件を最適化する。この場合には、ホスト600は、現像処理前の大項目：ウェハ測定検査処理(D)における小項目(選択)：外観検査(外観検査(D))と、現像処理後の大項目：ウェハ測定検査処理(E)における小項目(選択)：パターン欠陥検査(欠陥検査(E))とを選択して、処理手順を作成する。

【0216】

30

図40には、この場合の解析装置170の解析処理のフローチャートが示されている。図40に示されるように、まず、ステップ901において、検査(D)の結果が正常で、かつ検査(E)の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了する。ステップ903では、トラック200BのC/D110の現像処理の処理状態のデータを取得する。次のステップ905では、取得された現像処理のデータに基づいて、現像処理をチェックする。次のステップ907では、現像処理に問題があるか否かを判断する。この判断が肯定されれば、ステップ909に進み、液浸状態データを取得して、ステップ911において、液浸関連パラメータを、パターン欠陥部分が消滅するように、最適化する。一方、この判断が否定されれば、ステップ913において、現像処理の処理条件をパターン欠陥部分が消滅するように、最適化する。

40

【0217】

(8) 液浸露光の処理条件の最適化(その5)

次に、液浸露光の処理条件の最適化(その5)を行う場合について説明する。ここでは、図41に示されるように、露光処理前の測定検査結果と、現像処理後の測定検査結果との違いに基づいて、処理条件を最適化する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウェハ測定検査処理(B)における小項目(選択)：フォーカス事前測定を選択し、大項目：ウェハ測定検査処理(E)における小項目(選択)：パターン線幅測定とを選択して、処理手順を作成する。

【0218】

図41には、この解析処理のフローチャートが示されている。図41に示されるように

50

、まず、ステップ951において、検査（B）の結果が正常で、かつ、検査（E）の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了する。ステップ953において、トラック200BのC/D110における現像処理の処理状態のデータを取得する。次のステップ955では、現像処理の処理状態のデータに基づいて、現像処理をチェックする。

【0219】

次のステップ957では、現像処理に問題が無いか否かを判断し、この判断が否定されれば、ステップ959に進み、現像処理の処理条件を最適化する。肯定されれば、ステップ961に進み、PEB処理の処理状態のデータをトラック200BのC/D110から取得する。ステップ963では、PEB処理の処理状態をチェックする。ステップ965では、PEB処理に問題が無いか否かを判断する。判断が否定されれば、ステップ967に進み、PEBの処理条件を最適化する。肯定されれば、ステップ969に進み、露光装置101から、露光量、同期精度、フォーカス、レンズなどの各種制御誤差の制御トレースデータを取得する。

10

【0220】

次のステップ971では、検査（E）で線幅が異常であった部分の検査結果のデータと、トレースデータとの相関度を算出する。ステップ973では、その相関度が閾値を超えたか否かを判断する。この判断が肯定されれば、ステップ974に進み、相関度の高いトレースデータに関連する制御パラメータを最適化する。この最適化には、CDテーブル群が用いられる。一方、この判断が否定されれば、気泡・パーティクル等による露光中の液浸状態不良と判断して、ステップ975に進み、露光装置101から液浸モニタ結果のデータを取得する。ステップ977では、液浸関連のパラメータを最適化する。

20

【0221】

（9）液浸露光の処理条件の最適化（その6）

次に、液浸露光の処理条件の最適化（その6）を行う場合について説明する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理（B）における小項目（選択）：フォーカス事前測定を選択し、大項目：ウエハ測定検査処理（F）における小項目（選択）：パターン線幅測定を選択して、処理手順を作成する。

【0222】

図42には、この最適化を行う解析装置170の処理のフローチャートが示されている。図42に示されるように、まず、ステップ1001において、検査（B）の結果が正常で、かつ、検査（F）の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば、特に最適化を行う必要がないものとして処理を終了する。また、ここで判断が肯定された場合には、ステップ1003に進み、エッチング装置930の処理状態のデータを取得する。ステップ1005では、エッチング装置930の処理状態をチェックする。ステップ1007では、エッチング装置の問題がないか否かをチェックする。この判断が否定されれば、ステップ1009に進み、パターン線幅の異常が解消されるように、エッチング条件を最適化する。この判断が肯定されれば、ステップ1011に進む。ステップ1011～1037までの処理は、図41のステップ953～ステップ977と同じであるので、詳細な説明を省略する。

30

40

【0223】

（10）液浸露光の処理条件の最適化（その7）

次に、液浸露光の処理条件の最適化（その7）を行う場合について説明する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理（E）における小項目（選択）：パターン欠陥検査（欠陥検査（E））を選択し、大項目：ウエハ測定検査処理（F）における小項目（選択）：パターン欠陥検査（欠陥検査（F））を選択して、処理手順を作成する。図43に示されるように、まず、ステップ1051において、検査（E）の結果が正常で、かつ、検査（F）の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了する。

【0224】

50

ステップ1053において、エッチング処理の処理状態のデータを取得する。ステップ1055において、エッチング装置930の処理状態をチェックする。ステップ1057において、エッチングの処理状態に問題が無いかをチェックする。肯定されれば、レジストへの液体の浸み込みによるエッチング耐性の劣化が一要因と判断して、ステップ1061に進み、液浸状態データを露光装置101から取得し、ステップ1063では、液浸関連パラメータを最適化する。一方、エッチング処理に問題有りと判断され、ステップ1057における判断が否定されれば、ステップ1059に進み、エッチング装置940の処理条件を最適化する。

【0225】

なお、液浸関連パラメータには、液体除去処理の処理条件も含むことは前述したとおりである。

10

【0226】

(11) パターン線幅関連の処理条件の最適化

次に、パターン線幅関連の処理条件の最適化を行う場合について説明する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理(A)における小項目(選択)：ウエハ膜検査を選択し、大項目：ウエハ測定検査処理(E)又はウエハ測定検査処理(F)における小項目(選択)：パターン線幅測定を選択して、処理手順を作成する。

【0227】

図44には、この解析処理のフローチャートが示されている。図44に示されるように、まず、ステップ1101において、検査(A)の結果が正常、かつ、検査(E)又は検査(F)の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば、処理を終了し、肯定されればステップ1103に進む。ステップ1103において、検査(A)のデータと、検査(E)又は検査(F)のデータとの相関度を算出する。ステップ1105では、その相関度が閾値を超えたか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ1107に進む。

20

【0228】

ステップ1107では、成膜、塗布条件を最適化するように設定されているか否かを判断する。この判断が、肯定された場合にのみ、ステップ1109において、成膜、塗布条件を最適化する。ステップ1111では、制御パラメータを最適化するか否かを判断する。この判断が肯定された場合にのみ、ステップ1113において、露光量、同期精度、フォーカス、レンズ等の制御誤差の制御トレースデータを取得し、ステップ1115において、制御パラメータを最適化する。

30

【0229】

(12) パターンの重ね合わせ精度関連の処理条件の最適化(その1)

次に、パターンの重ね合わせ精度関連の処理条件の最適化(その1)を行う場合について説明する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理(B)における小項目(選択)：事前アライメント測定と、大項目：ウエハ測定検査処理(E)又はウエハ測定検査処理(F)における小項目(選択)：重ね合わせ誤差測定とを選択して、処理手順を作成する。

【0230】

図45には、この解析処理のフローチャートが示されている。図45に示されるように、まず、ステップ1151において、検査(B)の結果が正常で、かつ、検査(E)又は検査(F)の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば、処理を終了し、肯定されれば、ステップ1153において、アライメント関連パラメータのうち、ショット配列の非線形成分を補正するための非線形補正パラメータを最適化する。

40

【0231】

(13) パターンの重ね合わせ精度関連の処理条件の最適化(その2)

次に、パターンの重ね合わせ精度関連の処理条件の最適化(その2)を行う場合について説明する。この場合には、ホスト600は、大項目：ウエハ測定検査処理(B)における小項目(選択)：アライメント事前測定を選択し、大項目：ウエハ測定検査処理(E)

50

又はウェハ測定検査処理（F）における小項目（選択）：重ね合わせ誤差測定を選択して、処理手順を作成する。

【0232】

図46には、この解析処理のフローチャートが示されている。図46に示されるように、まず、ステップ1201において、検査（B）の結果が正常で、かつ、検査（E）又は検査（F）の結果が異常であるか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ1203において、検査（B）と検査（E）又は検査（F）の相関度を算出する。ステップ1205では、その相関度が閾値を超えたか否かを判断する。この判断が否定されれば処理を終了し、肯定されればステップ1207に進んで、アライメント関連パラメータを最適化する。

10

【0233】

上述した（1）～（13）の最適化処理は適宜組合せることが可能である。例えば、（1）のアライメント関連の最適化と、（13）の重ね合わせ誤差の最適化とを組合せるなど、同系統のパラメータに関する処理手順を組合せると効果的である。もっとも、（1）～（13）の最適化を所定の順番で行うようにしても良い。（1）の最適化が完了した後に、（13）の最適化を行うなど、その手順は、ホスト600において、自由に設計することが可能である。もっとも、最終的には、ウェハW上のデバイスパターンを精度良く形成するのがプロセスの目的であるから、その目的がいち早く達成されるような処理手順とするのが望ましい。例えば、最も効果的と思われる最適化処理を優先して実行するとか、特に、歩留まりへの影響が大きい処理条件を最適化する処理を優先して実行することができる。

20

【0234】

なお、（1）～（13）の最適化においては、図27のステップ413で、2種類の測定検査結果と、最適化結果とをデータベース化するものとした。このデータベースは、以降のプロセスで、事前に得られた知識として用いることが可能である。例えば、似たような測定検査結果が得られたときに、どのパラメータの最適化が有効であったか否かをデータベースで探索して、その探索結果に従ってパラメータを最適化するようにすれば、より効率的にパラメータの最適化が可能となる。このようなデータベースは、全ウェハでのそのようなパラメータの最適化の有効性を解析できるようになっていても良いし、ロット単位でウェハが処理される場合には、ロット内での各ウェハごとにその有効性を検証できるようになっていても良い。

30

【0235】

また、このようなデータベースを参照すれば、2種類の測定検査結果の傾向、規則性（例えば周期性）を検出することにより、処理装置の処理状態の変動を事前に察知して、異常の発生などを未然に防ぐように、それらの処理装置の処理内容を予め調整することも可能である。このような規則性は、例えば、時間の関数によって表現することができる。例えば、露光装置の投影光学系のフォーカス変動等の長期変動などを、データベース（露光装置100、101でのトレースデータ）を参照して、時間、工場内の環境（温度、湿度）などを変数とする関数で表現し、その関数が周期性をもっていれば、その関数に基づいて、フォーカス制御の目標値であるベストフォーカス位置を微調整することができ、結果的に測定検査結果における異常の発生（線幅の異常など）を未然に防ぐことが可能となる。この他、重ね合わせ誤差の測定結果の規則性、及びマーク波形データなどの規則性を見て、高精度な重ね合わせが実現されるようにアライメント関連パラメータを調整することもできる。また、前段階の測定検査の規則性から、後段階の測定検査で発生する異常をある程度予測できるので、後段階の測定検査を厳密に実行するようにすることができる。

40

【0236】

[まとめ]

以上詳細に説明したように、本実施形態によると、一連のプロセスに含まれる測定検査処理の2種類の測定検査結果データ（例えば、膜厚データとマーク波形データ、液浸露光処理前後の外観検査データ）を収集し、収集された2種類の測定検査結果データを複合的

50

に組み合わせて解析し、その解析結果に基づいて最適化することによりウエハWに対する処理結果が良好となる処理条件を特定し、その処理条件（例えば、露光装置100、101の液浸関連パラメータ、制御系パラメータ、アライメント関連パラメータ）を最適化するので、1種類の測定検査結果データのみを用いてその処理条件を最適化するよりも、効率的な処理条件の最適化が可能となる。

【0237】

また、本実施形態では、解析装置170において、2種類の測定検査結果データの相関に基づいて、処理条件を最適化する処理を決定している。このように、2種類の測定検査結果の間に相関がある場合には、複数の処理の中から、処理条件を最適化するのに有効な処理を特定することが可能となる。例えば、膜厚データとマーク波形データとの間に相関がある場合には、処理条件を最適化するのに有効な処理を成膜・レジスト塗布処理に特定することが可能となる。

10

【0238】

また、本実施形態では、解析装置170において、2種類の測定検査結果の相関及び総計の少なくとも一方に関するデータに基づいて、処理条件を最適化する。このように、2種類の測定検査結果の相関及び／又は総計などから、ウエハWの処理状態を極め細かく解析することができるので、単一の測定検査結果に基づいて処理条件を最適化するよりも、効率的な処理条件の最適化が可能となる。例えば、膜厚データとフォーカス事前測定データとの間の相関及び／又は総計に基づいて、ウエハWの面形状を解析することにより、効率的なフォーカス関連パラメータの最適化が可能となる。

20

【0239】

また、本実施形態によると、2種類の測定検査結果として、複数の処理のうちのある特定処理（例えば、露光処理）の前後に行われる測定検査処理における測定検査結果が用いられる。また、解析装置170では、2種類の測定検査結果の相関の有無（膜厚データとマーク波形データとの相関の有無）、個々の測定検査結果の良否（事前の検査が正常で、かつ、事後の検査が異常）などに基づいて、処理条件を最適化する。このように、ある処理の前後の測定検査結果の相関又は違いを解析すれば、少なくとも特定処理を含む複数段階の処理を解析する際に、処理毎の解析が可能となる。また、測定検査結果の変化（例えば、現像処理後のパターン線幅と、エッチング処理後のパターン線幅との違い）によっても、エッチング処理等の解析が可能である。

30

【0240】

また、本実施形態では、解析装置170は、特定の処理（露光処理、PEB処理、現像処理、エッチング処理など）の前に行われる事前測定検査処理で異常が検出されず、その特定の処理の後の事後測定検査処理で異常が検出された場合に、事後測定検査処理よりも前の基板処理の処理条件を最適化する。

【0241】

この場合、解析装置170では、特定処理の前の事前測定検査処理で異常が検出されず、特定処理の後の事後測定検査処理で異常が検出され、かつ、事前測定検査処理の測定検査結果データと、事後測定検査処理の測定検査結果データとの間に相関がある場合には、事前測定検査処理の処理条件を最適化する。これは、ある処理の前後の測定検査処理に相関があり、後の測定検査処理だけ異常が検出された場合には、前の測定検査処理において異常の検出が可能であると判断されるためである。

40

【0242】

また、本実施形態によると、解析装置170は、特定処理の前の事前測定検査処理で異常が検出されず、特定処理の後の事後測定検査処理で異常が検出された場合に、事後測定検査処理より前の処理の処理状態に関するデータ（例えば、露光装置100、101のトレースデータ）を取得し、取得されたデータに基づいて処理条件を最適化する。このようにすれば、事後測定検査処理での異常の原因として最も可能性が高い特定処理をはじめとして、事後測定検査処理よりも前の処理の処理状態に基づいて、その処理が、異常の原因であるか否かを、効率的に突き止めることが可能となる。

50

【0243】

また、本実施形態によると、特定処理の処理状態に関するデータを優先的に解析し、その処理条件を最適化することができる。すなわち、異常の要因である可能性が最も高い測定検査処理に近い順に要因を解析することにより、その異常の要因をいち早く特定することが可能となる。

【0244】

しかしながら、事後測定検査処理よりも後の基板処理の処理条件もさらに最適化することも可能である。すなわち、事後測定検査処理で異常が検出され、その異常の要因が、別にあったとしても、その後の処理でその異常をある程度カバーできる場合には、事後測定検査処理よりも後の処理の処理条件をそのように最適化するようにしても良い。例えば、露光装置100、101における露光量又はフォーカスが原因で、デバイスパターンの線幅が全体的に細くなっている場合には、現像処理又はエッチング処理の処理条件について、形成されるレジスト像若しくはエッチング像（エッチング後に形成される像）によるデバイスパターン（例えば、現像後に残存したポジレジスト部分によって形成されるパターン）の線幅が太くなるように、例えば、その処理時間を短くするようにすることができる。

10

【0245】

また、本実施形態によると、一連のプロセスを複数枚のウエハWに対して行う間に、2種類の測定検査結果データと、処理条件の最適化結果に関する情報との関係をデータベースに登録している。このデータベースを参照すれば、2種類の測定検査結果と相関性の高い処理条件を、予め把握しておくことができる。解析装置170は、データベースに基づいて、相関性の高い処理条件を優先して最適化することが可能である。

20

【0246】

また、本実施形態によると、一連のプロセスを複数枚のウエハWに対して行う間に、測定検査結果に関するデータの規則性を抽出する。そして、処理条件を最適化する際には、抽出された規則性を考慮する。これにより、処理条件の最適化が可能となる。

【0247】

本実施形態では、幾つかの具体的な処理条件の最適化処理について説明した。

【0248】

例えば、本実施形態では、成膜・レジスト塗布処理によりウエハW上に生成された膜厚データと、ウエハW上のウエハマークの波形データとの間に相関が有る場合には、アライメント事前測定におけるウエハマークの測定条件と、成膜、塗布条件との少なくとも一方を、ウエハW上のウエハマークの測定結果が膜の厚みに影響を受けないように、最適化することが可能である。

30

【0249】

また、本実施形態では、ウエハW上の膜厚データと、ウエハWの露光面の面形状データとの相関がある場合には成膜、塗布条件を最適化する、あるいはフォーカス関連パラメータ（例えばフォーカスセンサの選択状態）を最適化することが可能である。

【0250】

また、本実施形態では、露光処理前のウエハW上の外観検査（B）で異物が検出されず、露光処理後のウエハW上の外観検査（C）で異物が検出され、かつ、それらの検査データの間に相関が有る場合には、露光処理前のウエハW上の異物の検査条件を最適化することが可能である。

40

【0251】

また、本実施形態では、膜生成処理によりウエハW上に生成された外観検査の結果が正常で、かつ、露光処理後のウエハW上の外観検査の結果が異常である場合には、露光処理の制御誤差のトレースデータを取得し、取得されたトレースデータに基づいて露光処理及び液体除去処理の少なくとも一方の処理条件を最適化することが可能である。

【0252】

また、本実施形態では、PEB処理前のウエハWの外観結果が正常で、PEB処理の後

50

のウエハWの外観結果が異常である場合には、P E B処理の処理状態のデータを取得する。そして、取得された処理状態のデータに基づいて、P E B処理をチェックする。このチェックにより、ウエハWの外観検査の異常の要因がP E B処理でないと判断した場合には、P E B処理の前のウエハWの異物検査処理の処理条件と、露光処理の処理条件と、液体除去処理の処理条件との少なくとも1つを最適化することが可能である。

【0253】

また、本実施形態では、P E B処理前の外観検査結果が正常で、現像処理後のパターン欠陥検査結果が異常である場合には、現像処理及びポストバーク処理の処理状態のデータを取得する。そして、取得されたデータに基づいて、現像処理及びポストバーク処理が、外観検査結果の異常の要因でないと判断した場合には、ポストバーク処理の前後のウエハの異物検査処理の処理条件と、露光処理の処理条件と、液体除去処理の処理条件との少なくとも1つを最適化することが可能である。

10

【0254】

また、本実施形態では、露光処理前のウエハWの露光面のショットフラットネスが正常で、現像処理又はエッチング処理後のウエハWのパターン線幅の測定結果が異常である場合には、現像処理、ポストバーク処理、露光処理の少なくとも1つの処理状態のデータを取得して解析し、エッチング処理、現像処理及びポストバーク処理が、パターン線幅の異常の要因でないと判断した場合には、露光処理の処理条件と、液体除去処理の処理条件との少なくとも1つを最適化することが可能である。

【0255】

20

また、本実施形態では、現像処理後のウエハW上のパターン線幅の測定結果が正常で、エッチング処理後のウエハW上のパターン線幅の測定結果で異常である場合には、エッチング処理の処理状態を解析し、エッチング処理がパターン線幅の異常の要因でないと判断した場合には、露光処理の処理条件と、液体除去処理の処理条件との少なくとも一方を最適化することが可能である。

【0256】

また、本実施形態では、ウエハW上の膜の検査結果の変化と、現像処理後又はエッチング処理後のウエハWのパターン線幅のばらつきの測定結果との相関性に基づいて、成膜、塗布条件及び露光処理の処理条件の少なくとも一方を最適化することが可能である。

【0257】

30

また、本実施形態では、露光処理前におけるアライメント事前測定の結果が正常で、現像処理又はエッチング処理の後のウエハW上のパターンの重ね合わせ誤差の測定結果が異常である場合には、ウエハアライメントの処理条件を最適化し、露光処理前におけるウエハWのアライメントに用いられるアライメント事前測定結果と現像処理又はエッチング処理の後のウエハW上のパターンの重ね合わせ誤差データとの相関性に基づいて、アライメント関連パラメータを最適化することが可能である。

【0258】

ホスト600では、これらの最適化処理手順を組合せて実行することが可能である。この場合、ホスト600では、液浸露光を行うか、ドライ露光を行うかを判断し、その判断結果に基づいて、処理手順を変更することができる。

40

【0259】

また、本実施形態では、露光処理が液浸露光で行われるかドライ露光で行われるかに関するデータに応じて、複数の処理の少なくとも一部の処理内容を調整するので、ウエハに対して行われた露光に応じてその処理条件を適切に調整し、その処理装置にその調整結果を知らせることが可能となる。

【0260】

この場合、調整工程では、液浸露光とドライ露光とで、検査処理の検査項目と、検査感度と、検査条件との少なくとも1つを切り替えることができる。例えば、液浸露光で露光処理が行われていた場合には、検査処理の検査項目として、液浸露光に固有のパターン欠陥に対する欠陥検査と、液浸露光に用いられる液体によるウエハWの異常検査と、液浸露

50

光後にウエハW上に付着した残液検査との少なくとも1つを追加する。

【0261】

また、本実施形態では、液浸露光に固有のパターン欠陥には、液体と接触する投影光学系の光学素子に付着した汚れ又は液体中の気泡又は異物によるパターン欠陥が含まれ、ウエハWの外観検査では、ウォーターマーク、ウエハW上に生成されたレジスト膜等の材質の液体への染み出しによる汚れ及びウエハW上のレジスト膜等の剥離に関する検査が含まれ、残液検査には、ウエハW上の残液中の異物検査が含まれる。

【0262】

また、液浸露光で露光処理が行われた場合には、検査処理の検査感度をドライ露光のそれに比して高めに設定する。

10

【0263】

検査処理の検査条件は、検査中にウエハWを照明する照明光の波長、検出方式、検出光学系、及び検出アルゴリズムの少なくとも1つを含んでいる。例えば、液浸露光で露光処理が行われた場合には、照明光の短波長化と、明暗視野のうちの明視野の選択と、光学検出方式及び電子ビーム検出方式のうちの電子ビーム方式の選択と、コンフォーカル系の選択と、検出アルゴリズムとしての画像比較アルゴリズム、設計データ比較アルゴリズム、特徴抽出アルゴリズムのうちの画像比較アルゴリズム又は特徴抽出アルゴリズムの選択とを行う。

【0264】

また、本実施形態では、解析装置170は、液浸露光中の液浸部分のモニタ結果のデータと、検査処理の検査結果のデータとの相関性を算出する。そして、算出された相関性に基づいて、露光処理における露光条件と、検査処理における検査条件との少なくとも一方を最適化する。

20

【0265】

測定検査器120では、ウエハWの外周の外観検査の検査頻度を多くする。液浸露光では、ウエハWの外周部分で異常が発生する確率が高いためである。その分、異常が発生する確率が低い部分については、検査頻度を少なくすれば、スループットの低下を防ぐことができる。

【0266】

また、本実施形態では、解析装置170は、ウエハW上の各地点が液体に浸る時間（液浸時間）と、検査処理の検査結果のデータとの相関性をさらに算出する。そして、相関性に基づいて、ウエハW上の露光経路と、ウエハWに対する成膜条件と、液浸露光後のウエハW上の液体除去条件との少なくとも一方を調整する。

30

【0267】

また、本実施形態によると、液浸露光で露光処理を行う場合には、ウエハW上に塗布されたレジスト膜を液体から保護するトップコート膜の検査処理を検査内容に追加する。

【0268】

また、本実施形態では、検査処理の検査結果等のデータをデータベースに登録し、データベースに基づいて、ウエハW内の各地点における異常の発生頻度に関する情報を算出する。そして、測定検査器120では、異常の発生頻度に関する情報に基づいて、ウエハW内の各地点における検査頻度を増減する。

40

【0269】

なお、液浸露光と、ドライ露光とで、プロセスウインドウを変更するようにしても良い。ドライ露光装置100と液浸露光装置101とでは、焦点深度が異なるため、同じデバイスパターンを転写する場合であっても、設定可能な露光量とフォーカスの範囲が異なるため、プロセスウインドウは、別々に管理されるのが望ましい。

【0270】

なお、解析装置170は、独立でなくてもよく、ホスト600、露光装置100、101、トラック200、測定検査器120、デバイス製造処理装置群910の各装置（910、920、930、940）に備えられるようにしても良い。このようにすれば、露光

50

装置、トラック、測定検査器、デバイス製造処理装置は、自身で、その処理条件を最適化する能力を有するようにすることが可能となる。

【0271】

なお、上記実施形態では、レチクルRが透過型の場合について説明したが、これに限らず、反射型であっても良い。

【0272】

液浸状態をモニタする装置は、上述したものには限られない。露光領域IAに対応する液浸領域の液浸状態を観測可能であれば、あらゆる装置を適用可能である。

【0273】

また、上記実施形態では、液浸領域を照明するために、液浸領域の周辺部に照明用光源15が設置されている場合について説明したが、これに限らず、照明用光源15に代えて、例えば、基材261上に発光素子を設けても良いし、あるいは液浸モニタ装置260のラインセンサとして露光光ELに感度を有するものが用いられるときには、露光光ELを用いて液浸領域を照明しても良い。

【0274】

また、上記実施形態において、測定検査器120は、露光セル700内において、トラック外にインラインに配置したが、これはトラック200内にインラインに配置するようにしてもよく、露光セル700外部に、オフラインに配置するようにしても良い。

【0275】

また、上記実施形態において、各段階で行われる測定検査処理を行う測定検査器、すなわち液浸露光されたウエハWの外観検査を行う測定検査器、PEB処理がなされたウエハWの外観検査を行う測定検査器、及び現像処理がなされたウエハWのパターン検査を行う測定検査器などは、それぞれ異なる測定検査器であっても良い。

【0276】

また、上記実施形態において、除去装置Tは、露光処理後のウエハWだけでなく、露光処理前のウエハWも処理対象としても良い。すなわち、露光処理前のウエハWに付着しているパーティクルなどの異物を除去するのに用いても良い。

【0277】

また、上記実施形態では、露光装置100、露光装置本体Sでの露光対象の物体が半導体製造用の半導体ウエハの場合について説明したが、これに限らず、例えば、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスク又はレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）などであっても良い。すなわち、露光装置100、露光装置本体Sは、半導体素子製造用の露光装置に限らず、例えば、液晶表示素子製造用の露光装置、ディスプレイ製造用の露光装置、薄膜磁気ヘッド製造用の露光装置、撮像素子製造用の露光装置、レチクル又はマスク製造用の露光装置などであっても良い。

【0278】

さらに、露光装置100、露光装置本体Sでの露光対象の形状は、円形状に限定されるものではなく、例えば矩形状であっても良い。この場合には、前記液浸モニタ装置260の基材261の形状も矩形状のものが用いられる。

【0279】

また、上記実施形態において、露光装置100、露光装置本体Sは、レチクルRとウエハWとを走査方向に同期移動しつつレチクルRに形成されたパターンをウエハWに露光する走査型露光装置（いわゆるスキャニングステッパ）であっても良いし、レチクルRとウエハWとを静止した状態でレチクルRに形成されたパターンを一括露光し、ウエハWを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置であっても良い。さらに、ステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置であっても良い。

【0280】

また、露光装置100、露光装置本体Sは、複数のウエハステージを備えたツインステージ型の露光装置（例えば、特開平10-163099号公報及び特開平10-2147

10

20

30

40

50

83号公報（対応米国特許第6,590,634号明細書）、特表2000-505958号公報（対応米国特許第5,969,441号明細書）参照）であっても良い。この他、各種処理装置は、無駄時間を0にすべく、2つの処理部を備えるタンデム構成とすることができる。

【0281】

なお、上記実施形態の露光装置100、露光装置本体Sでは、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスク（レチクル）を用いたが、このマスクに代えて、例えば米国特許第6,778,257号公報に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて、透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスク（又は可変成形マスク、例えば非発光型画像表示素子（空間光変調器とも呼ばれる）の一種であるDMD（Digital Micro-mirror Device）などを含む）を用いても良い。また、露光装置は、国際公開第2001/035168号パンフレットに開示されているように、干渉縞をウエハW上に形成することによって、ウエハW上にデバイスパターンを形成する露光装置（リソグラフィシステム）であっても良い。

10

【0282】

また、露光装置本体Sは、ウエハWの表面全体が液体中に浸かっている状態で露光を行う液浸露光装置（例えば、特開平6-124873号公報、特開平10-303114号公報、米国特許第5,825,043号明細書参照）であっても良い。

【0283】

なお、本国際出願で指定（又は選択）された国の法令で許容される限りにおいて、上記各実施形態及び変形例で引用した露光装置などに関する全ての公開公報（国際公開パンフレットを含む）及び米国特許明細書の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

20

【0284】

また、上記実施形態では、局所液浸タイプの露光装置を例示したが、本発明の基板処理方法及び基板処理システムのうちの一部、例えば成膜装置によって形成された膜の成膜状況及び成膜装置の成膜条件の少なくとも一方に基づいて、検査条件を最適化する基板処理方法及び基板処理システムなどは、液浸タイプでない露光装置にも適用可能である。従って、露光装置は液浸タイプに限られない。

【0285】

また、上記実施形態では、本発明に係るプログラムは、フラッシュメモリにそれぞれ記録されているが、他の情報記録媒体（CD、光磁気ディスク、DVD、メモリカード、USBメモリ、フレキシブルディスク等）に記録されていても良い。また、ネットワーク（LAN、イントラネット、インターネットなど）を介して本発明に係るプログラムを各フラッシュメモリに転送しても良い。

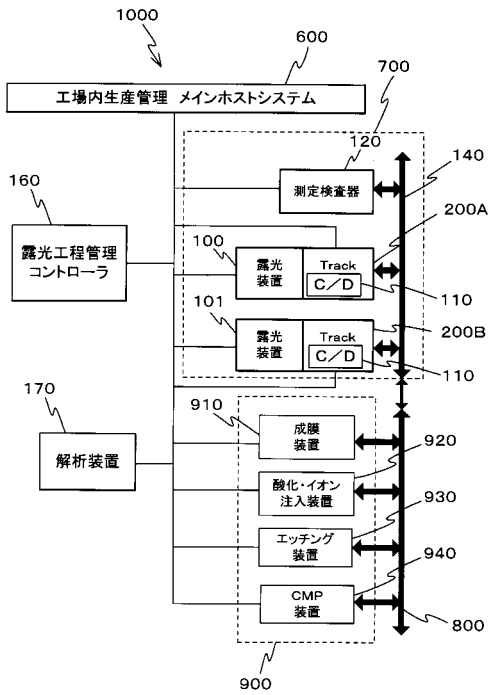
30

【産業上の利用可能性】

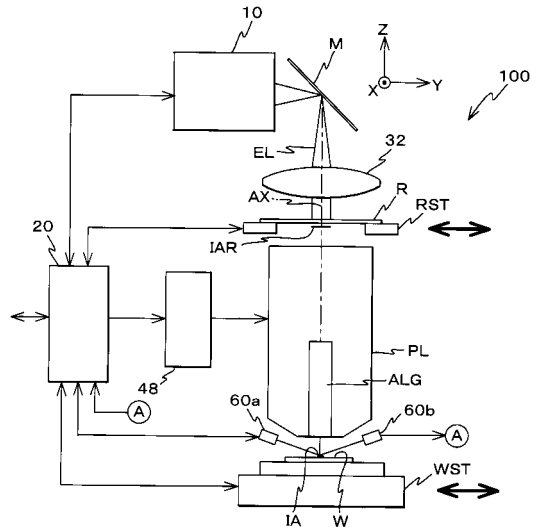
【0286】

以上説明したように、本発明の調整方法及び基板処理方法は、デバイスを製造するのに適している。

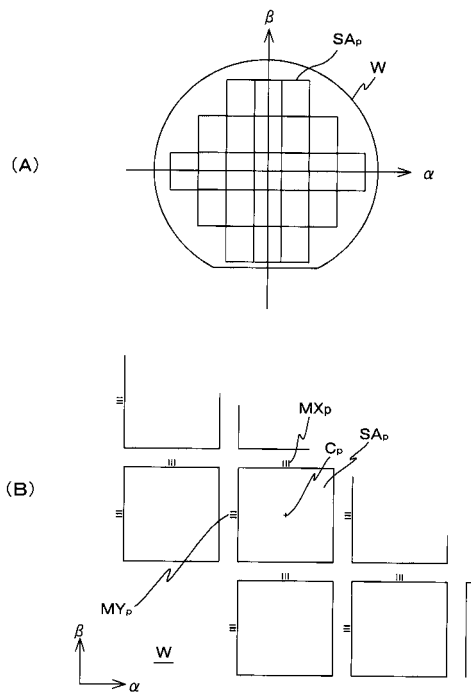
【図 1】



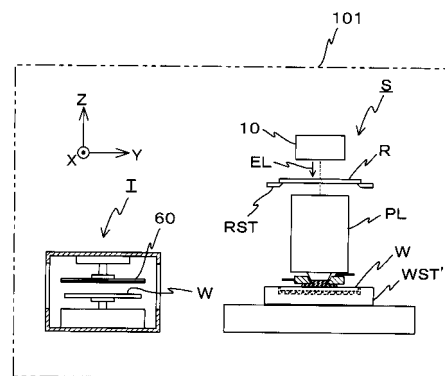
【図 2】



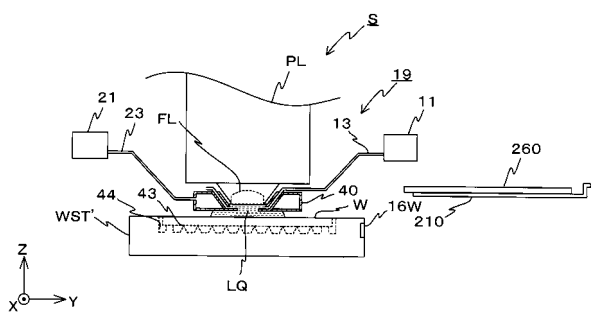
【図 3】



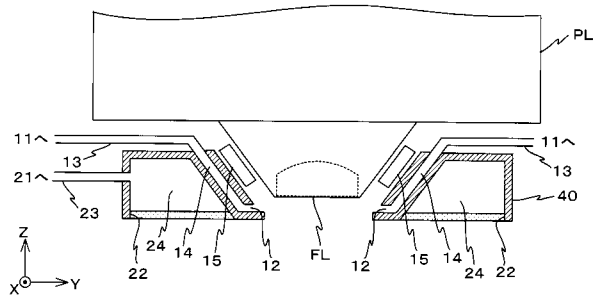
【图 4】



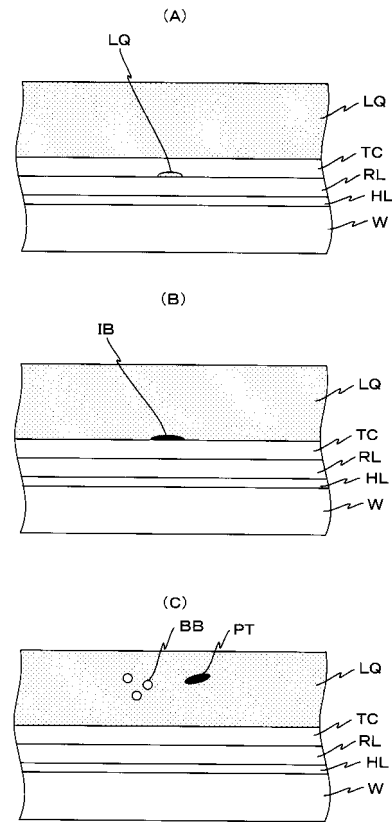
【図 5】



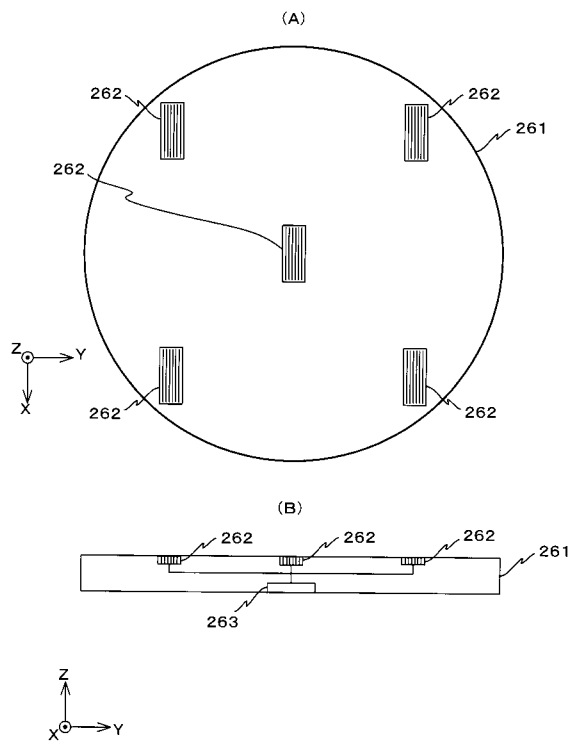
【図 6】



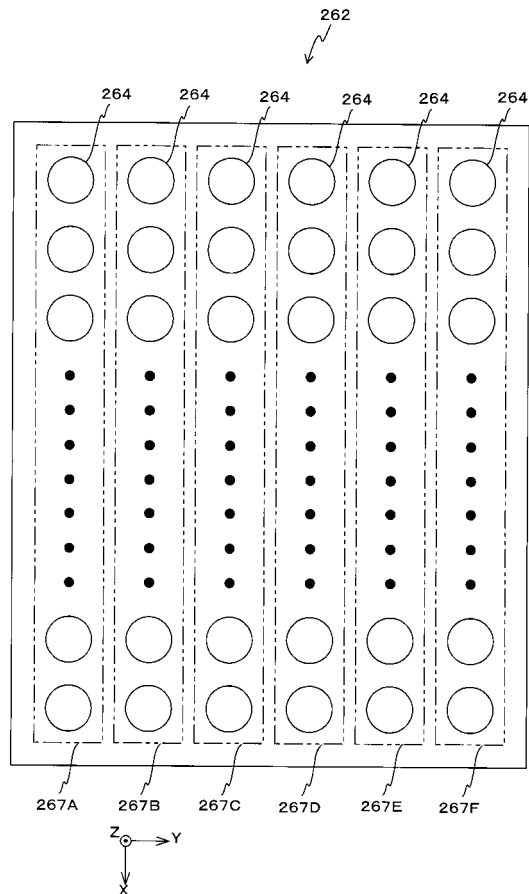
【図 7】



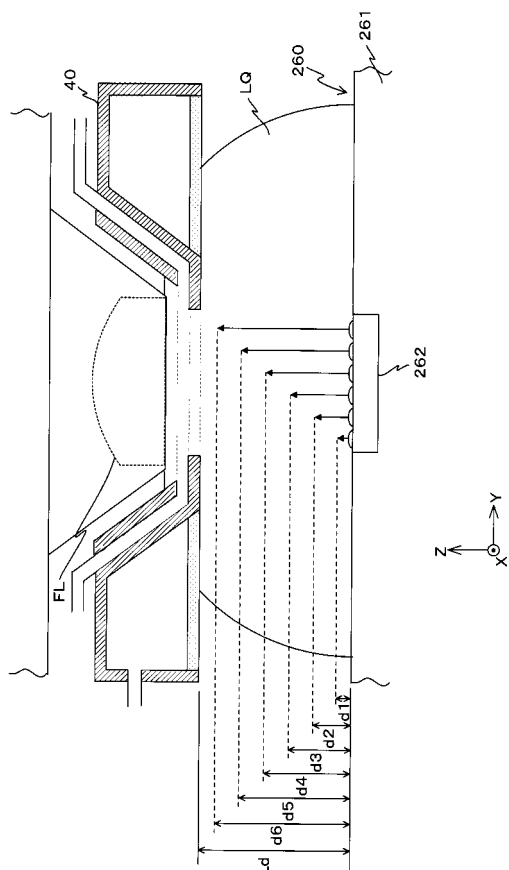
【図 8】



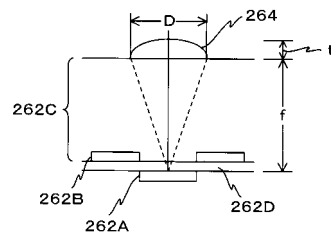
【図 9】



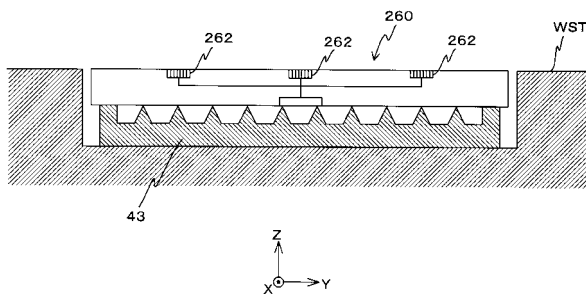
【図 10】



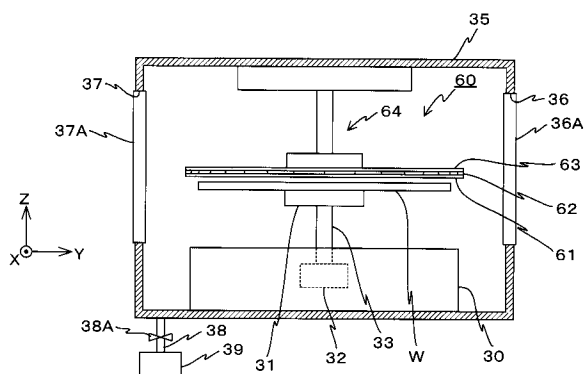
【図 1 1】



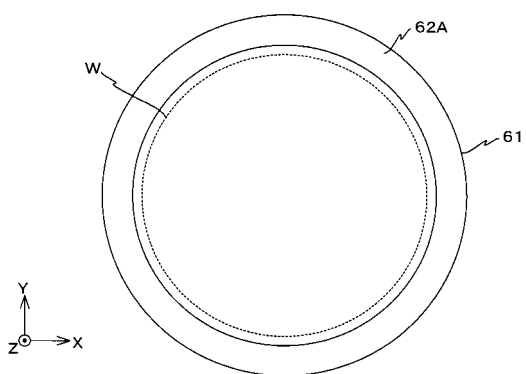
【图 1 2】



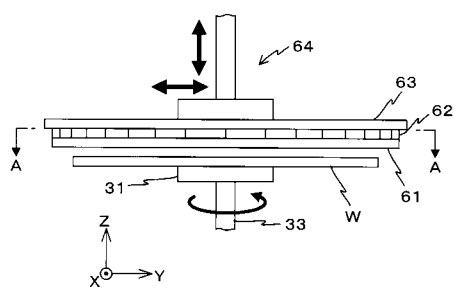
【図 1 3】



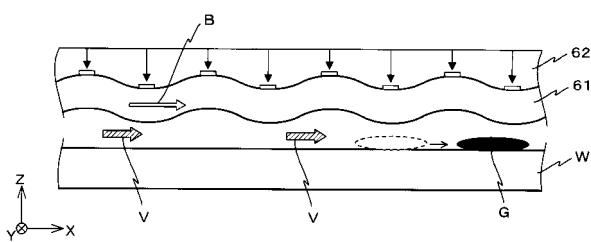
【図 15】



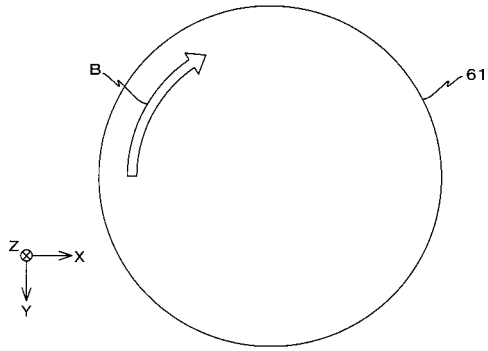
【図 14】



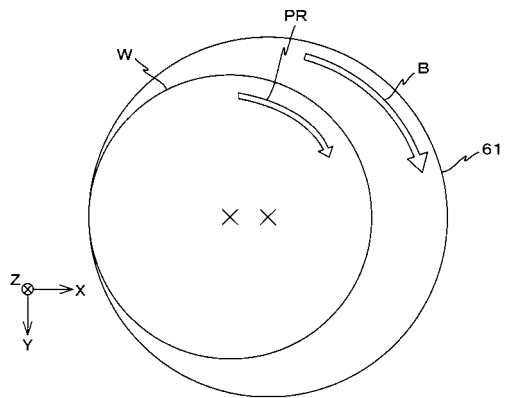
【图 16】



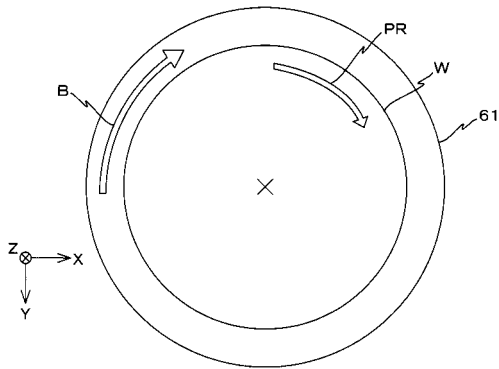
【図 17】



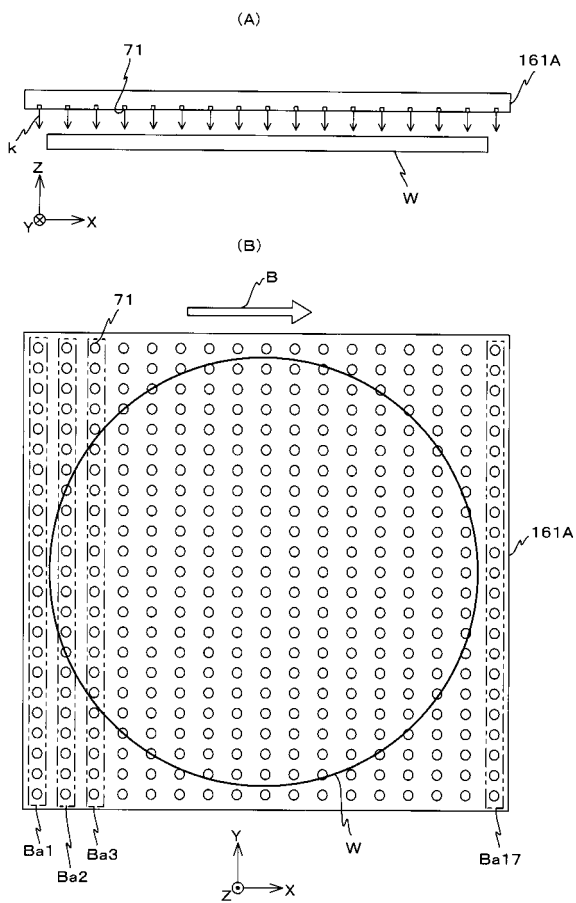
【図 19】



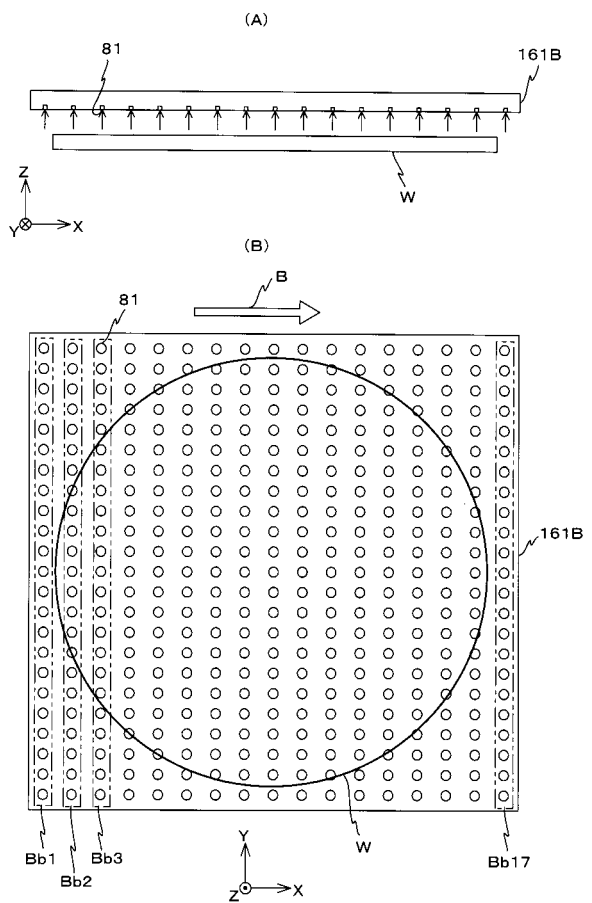
【図 18】



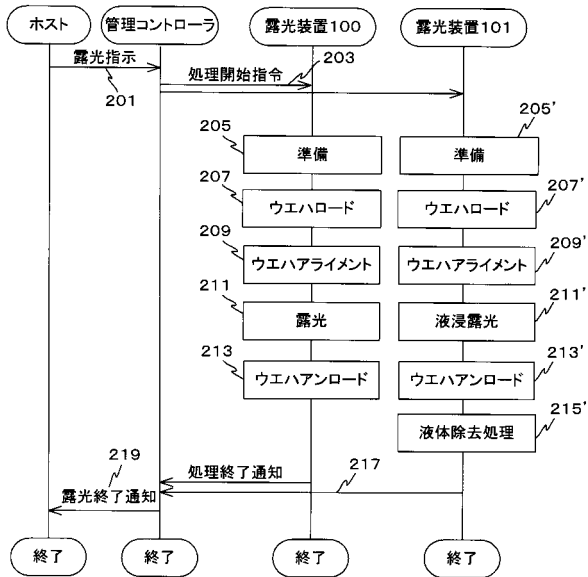
【図 20】



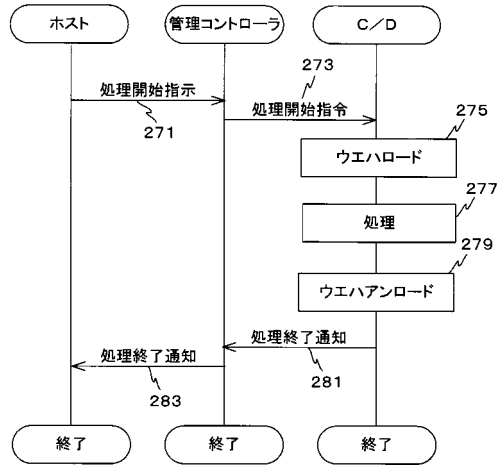
【図 21】



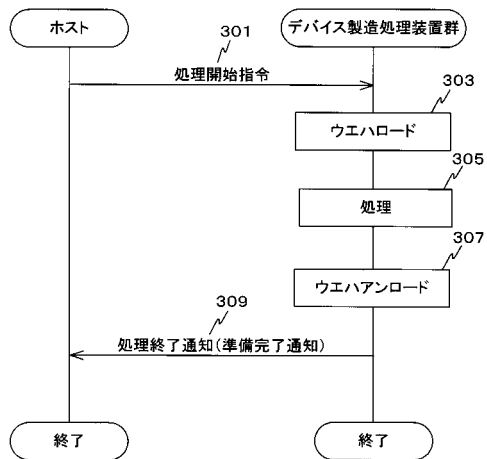
【図 2 2】



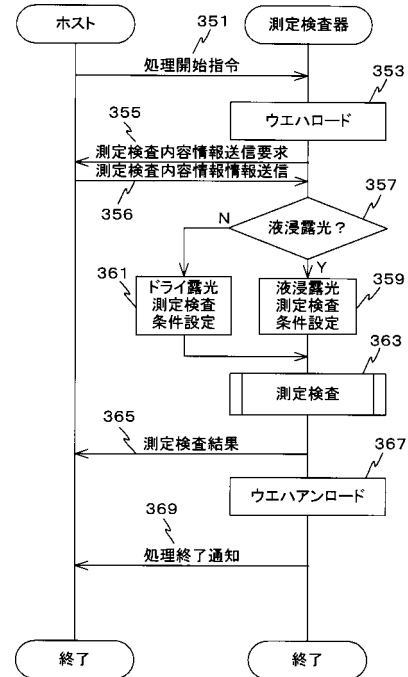
【図 2 3】



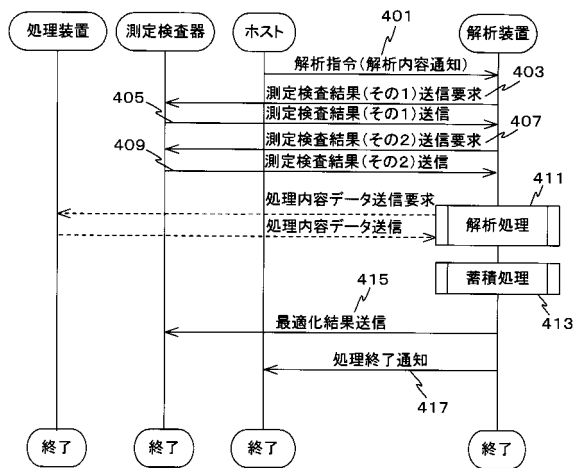
【図 2 4】



【図 2 5】



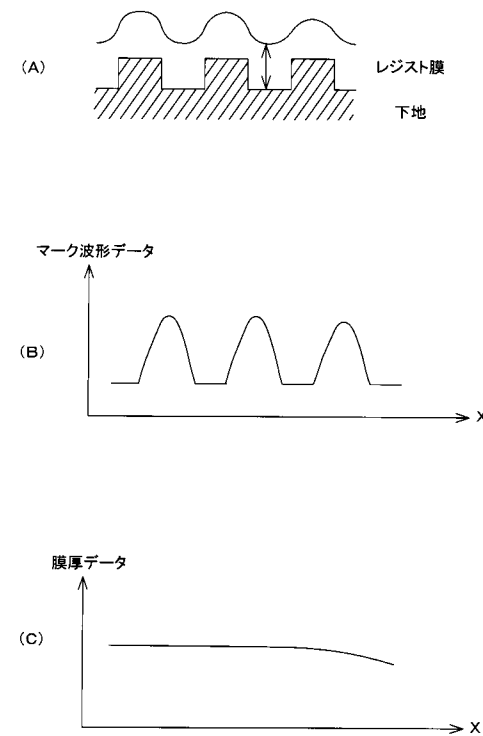
【図 27】



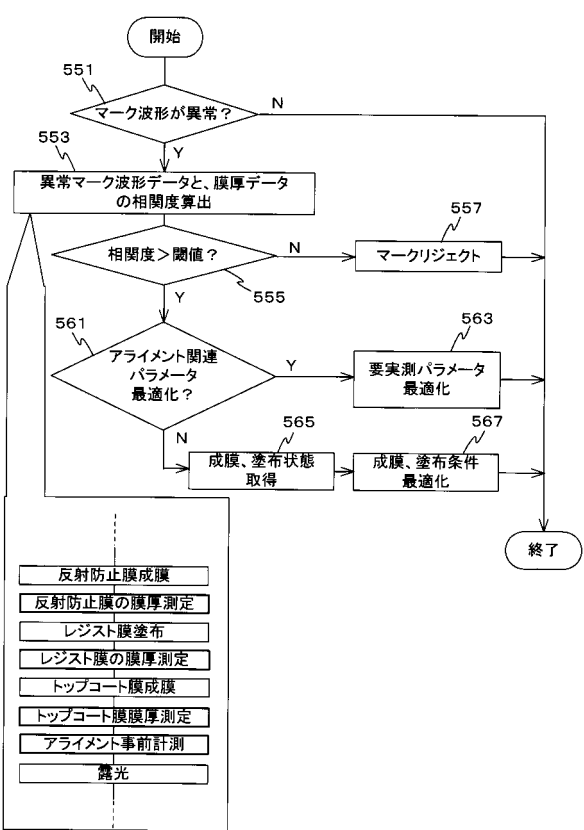
【図 28】

大項目	小項目 (必須)	小項目 (液浸露光時)	小項目 (選択)
成膜・レジスト処理 & ウエハ測定検査処理 (A)	反射防止膜塗布		反射防止膜膜厚測定 反射防止膜外観検査
	レジスト塗布		レジスト膜厚測定 レジスト膜外観検査
		トップコート膜塗布	トップコート膜厚測定 トップコート膜外観検査
			アライメント事前測定 フォーカス事前測定 外観検査
ウエハ測定検査処理 (B)			アライメント事前測定 フォーカス事前測定 外観検査
			液浸モニタ
露光処理	アライメント 露光		
		液体除去	
ウエハ測定検査処理 (C)			外観検査
PEB処理			
ウエハ測定検査処理 (D)			外観検査
現像処理 ウエハ測定検査処理 (E)			パターン欠陥検査 パターン線幅測定 重ね合わせ誤差測定
エッチング処理 ウエハ測定検査処理 (F)			パターン欠陥検査 パターン線幅測定 重ね合わせ誤差測定
不純物拡散処理 配線処理			
ブローピング処理			
リペア処理			
ダイシング処理			
パッケージング処理			
ボンディング処理			

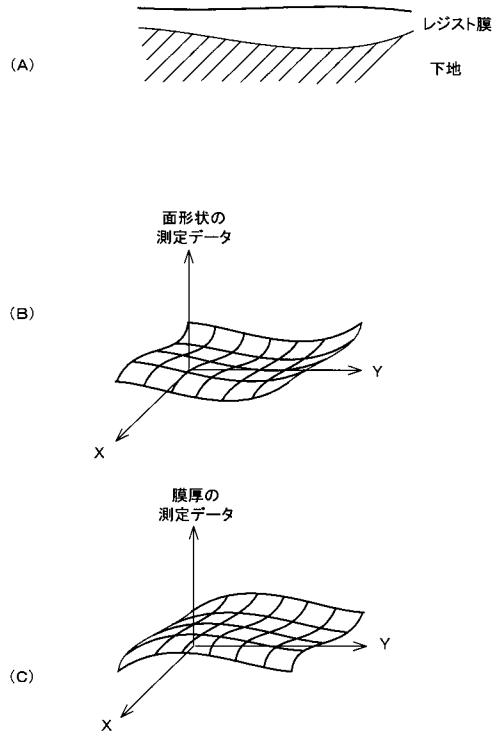
【図 29】



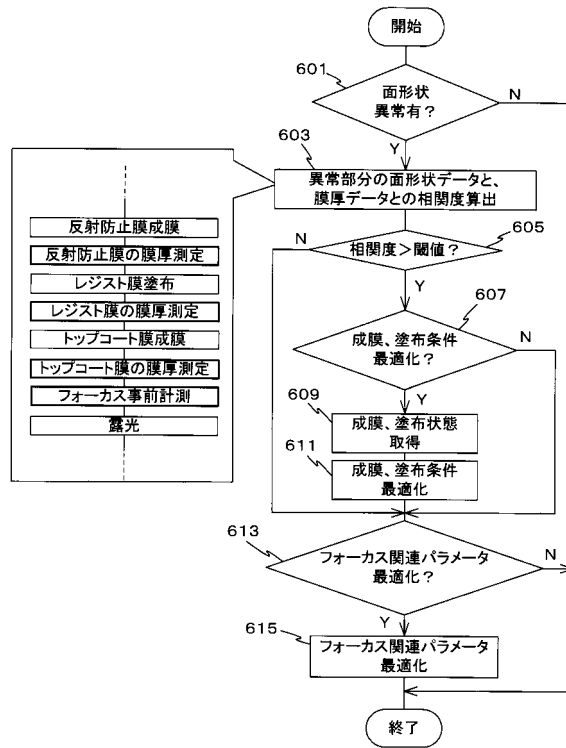
【図 30】



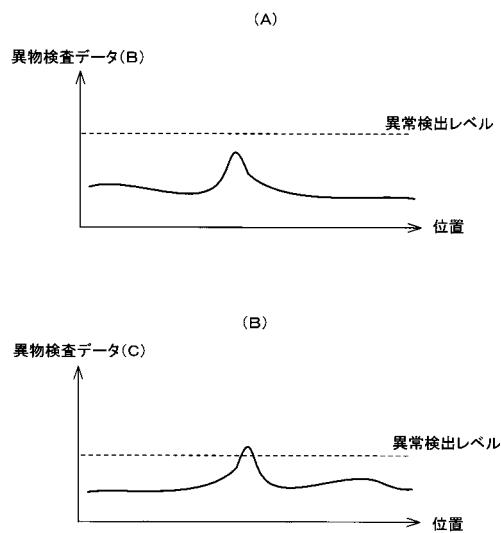
【図 3 1】



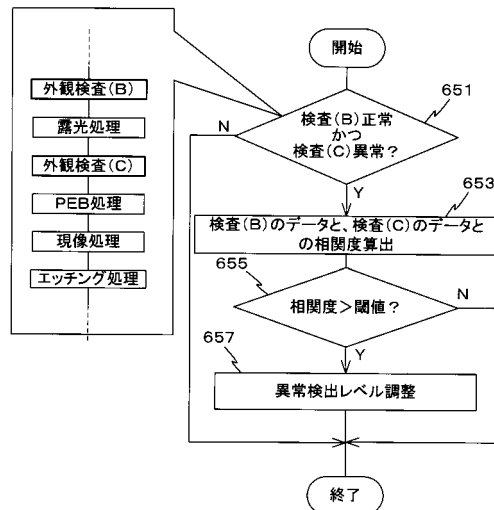
【図 3 2】



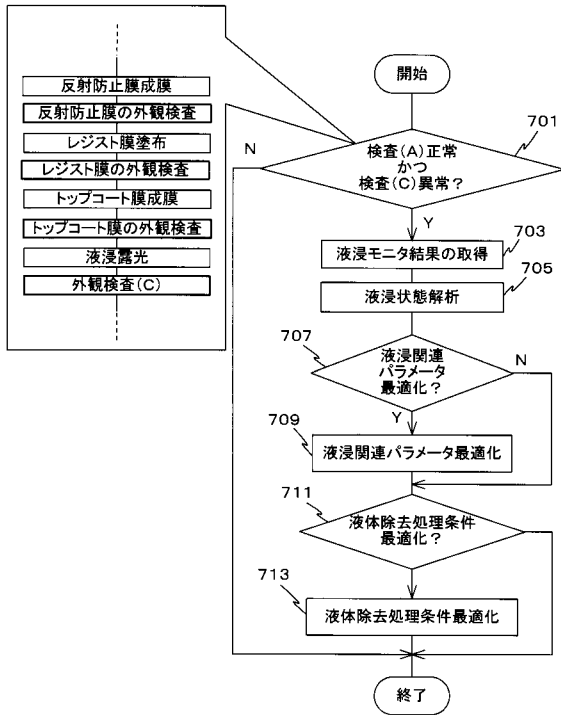
【図 3 3】



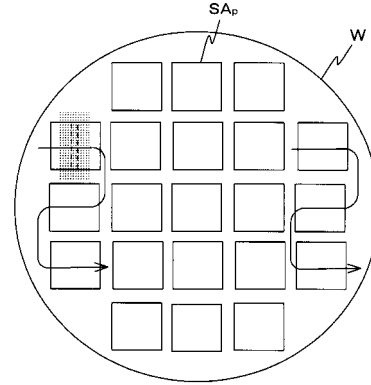
【図 3 4】



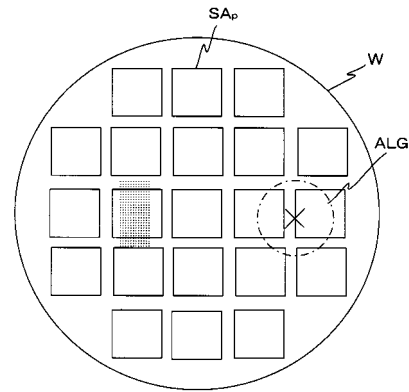
【図 35】



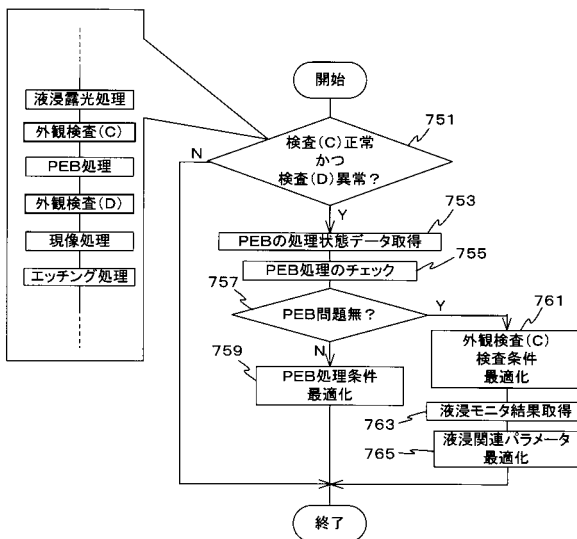
【図 36】



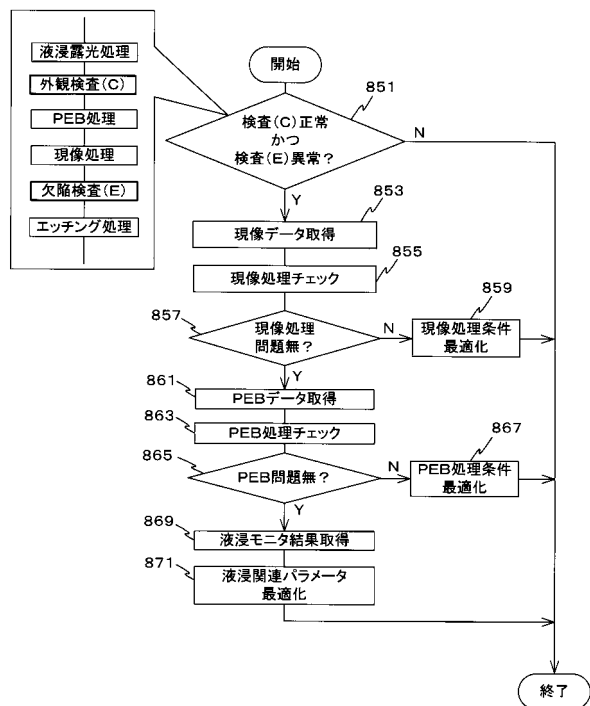
【図 37】



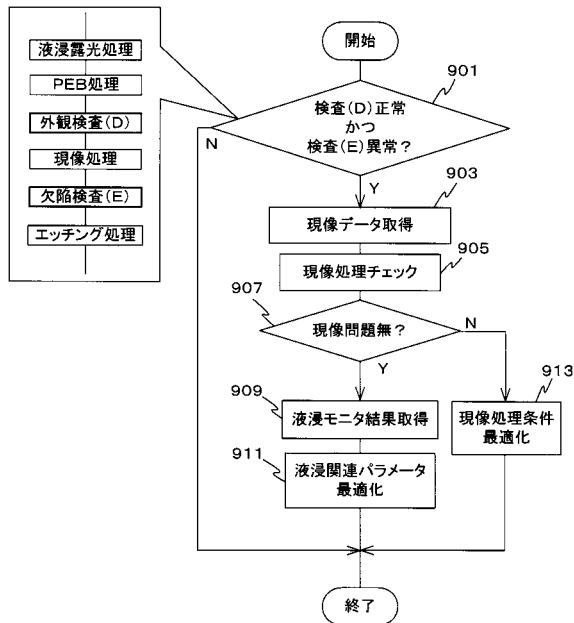
【図 38】



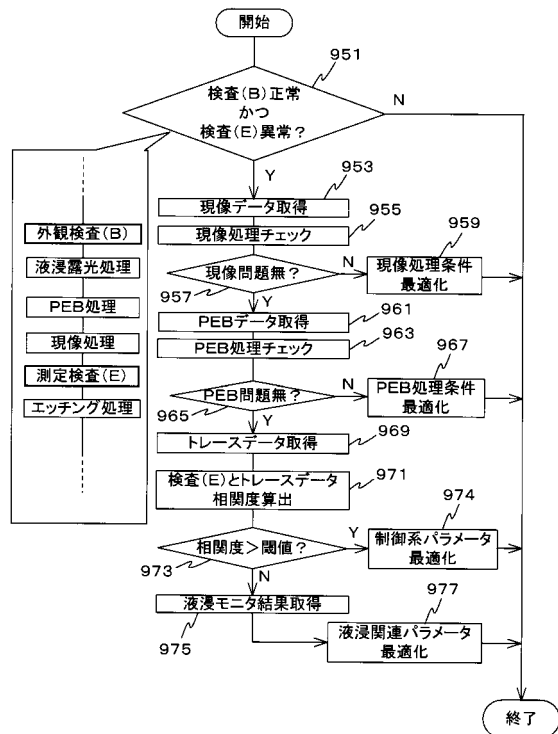
【図 39】



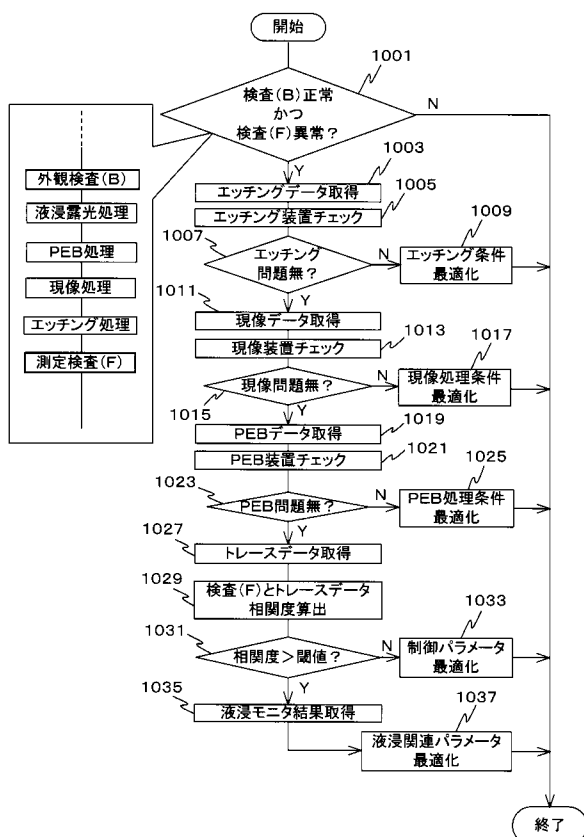
【図 40】



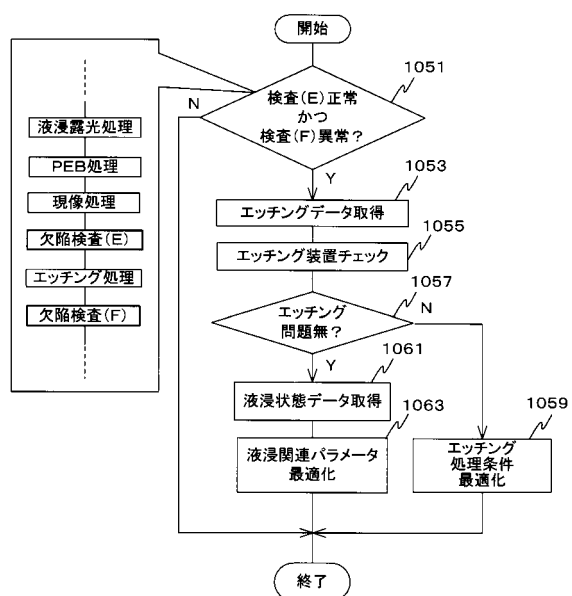
【図 41】



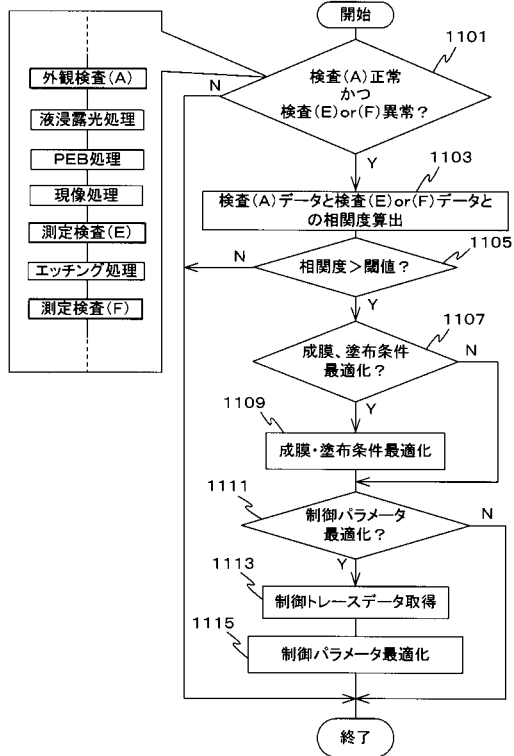
【図 42】



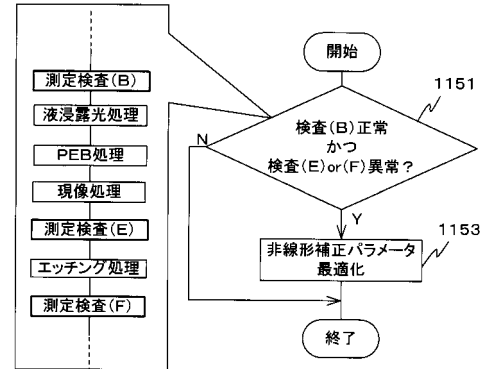
【図 43】



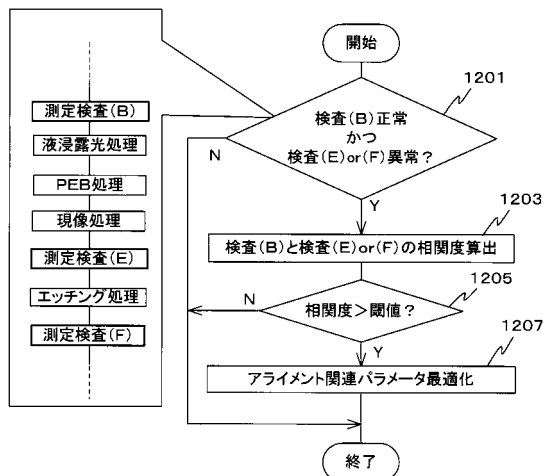
【図 4 4】



【図 4 5】

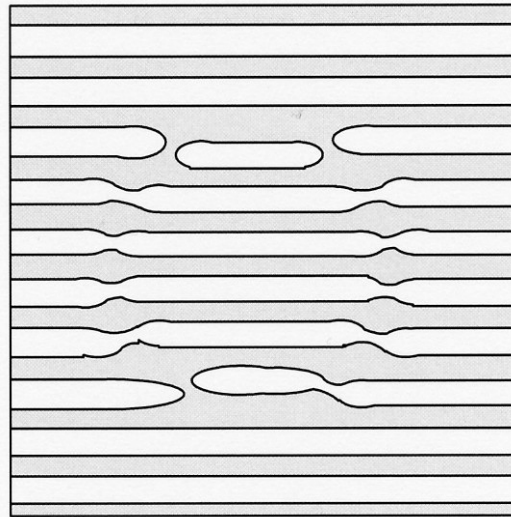


【図 4 6】

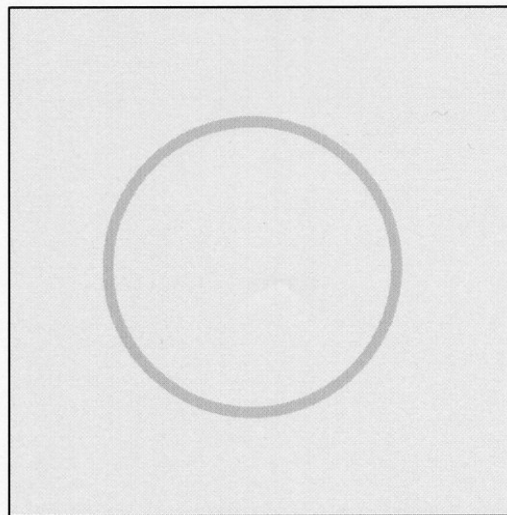


【図 26】

(A)



(B)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-134629 (JP, A)
特開平07-167614 (JP, A)
特開平06-120115 (JP, A)
特開昭62-054918 (JP, A)
特開2007-192651 (JP, A)
特開平06-252230 (JP, A)
特開2005-300553 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
H01L 21/02
G03F 7/20、9/00-9/02