

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4429296号  
(P4429296)

(45) 発行日 平成22年3月10日(2010.3.10)

(24) 登録日 平成21年12月25日(2009.12.25)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>HO 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	<b>21/30</b> <b>5 1 5 G</b>
<b>GO 3 F</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 3 F</b>	<b>7/20</b> <b>5 2 1</b>
<b>HO 1 L</b>	<b>21/68</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	<b>21/68</b> <b>F</b>

請求項の数 18 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-168255 (P2006-168255)</p> <p>(22) 出願日 平成18年6月19日 (2006.6.19)</p> <p>(65) 公開番号 特開2007-5796 (P2007-5796A)</p> <p>(43) 公開日 平成19年1月11日 (2007.1.11)</p> <p>審査請求日 平成18年6月19日 (2006.6.19)</p> <p>(31) 優先権主張番号 11/155,883</p> <p>(32) 優先日 平成17年6月20日 (2005.6.20)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 504151804 エーエスエムエル ネザーランズ ビー、 ブイ、 オランダ国 ヴェルトホーフエン 550 4 ディー アール、デ ラン 6501</p> <p>(74) 代理人 100079108 弁理士 稲葉 良幸</p> <p>(74) 代理人 100093861 弁理士 大賀 眞司</p> <p>(74) 代理人 100109346 弁理士 大貫 敏史</p> <p>(72) 発明者 ハンス バトラー オランダ国、ベシュト、アールトホイフェ ル 38</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置、投影装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターン化された放射ビームを基板テーブルの上に支持されている基板の目標部分に投射するようになされた投影システムを備えたリソグラフィ装置であって、前記基板テーブルの位置を制御するようになされた制御システムを備え、前記制御システムが、

前記投影システムの位置を表す投影システム位置信号を生成するようになされた第1の検出デバイスと、

投影システム・フィードフォワード信号を生成するようになされた第2の検出デバイスと、

基板テーブル位置基準信号から実際の基板テーブルの位置を表す信号を減算し、且つ、前記投影システム位置信号を加算することによってサーボ誤差信号を生成するようになされた比較ユニットと、

前記サーボ誤差信号に基づいて第1の制御信号を生成するようになされた制御ユニットと、

前記投影システム・フィードフォワード信号と前記第1の制御信号を加算することによって第2の制御信号を生成するようになされた加算ユニットと、

前記第2の制御信号に基づいて前記基板テーブルを所望の基板テーブル位置へ駆動するようになされたアクチュエータ・ユニットとを備え、

前記制御システムが、前記基準基板テーブル位置信号への前記投影システム位置信号の加算に先立って前記投影システム位置信号をフィルタリングするようになされた投影シ

10

20

テム位置信号フィルタ・ユニットをさらに備えたりソグラフィ装置。

【請求項 2】

前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットが、前記サーボ誤差信号を最小化し、且つ/又は投影システム・トラッキング誤差を最小化するようになされた、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記制御システムが、前記フィードフォワード信号を条件付けるようになされたフィードフォワード・フィルタ・ユニットを備え、前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットの伝達関数の少なくとも一部が前記フィードフォワード・フィルタ・ユニットの伝達関数を含む、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

10

【請求項 4】

前記制御システムが、前記第 2 の制御信号をフィルタリングするようになされた制御信号フィルタ・ユニットを備え、前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットの伝達関数の少なくとも一部が前記制御信号フィルタ・ユニットの伝達関数を含む、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 5】

伝達関数  $1 / m s^2$  から逸脱するあらゆるシステム動特性が前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットの伝達関数に実質的に包含された、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 6】

前記投影システム・フィードフォワード信号が前記投影システムの加速度を表す、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

20

【請求項 7】

前記制御システムが、前記加算ユニットへの供給に先立って前記投影システム・フィードフォワード信号と前記基板テーブルのおおよその質量を掛算するようになされた掛算器ユニットを備えた、請求項 6 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 8】

パターンング・デバイス・サポートの上に支持されているパターンング・デバイスによって付与されるパターン化放射ビームを投射するようになされた投影システムを備えたりソグラフィ装置であって、前記パターンング・デバイス・サポートの位置を制御するようになされた制御システムを備え、前記制御システムが、

30

前記投影システムの位置を表す投影システム位置信号を生成するようになされた第 1 の検出デバイスと、

投影システム・フィードフォワード信号を生成するようになされた第 2 の検出デバイスと、

パターンング・デバイス・サポート位置基準信号から実際のパターンング・デバイス・サポートの位置を表す信号を減算し、且つ、前記投影システム位置信号を加算することによってサーボ誤差信号を生成するようになされた比較ユニットと、

前記サーボ誤差信号に基づいて第 1 の制御信号を生成するようになされた制御ユニットと、

40

前記投影システム・フィードフォワード信号と前記第 1 の制御信号を加算することによって第 2 の制御信号を生成するようになされた加算ユニットと、

前記第 2 の制御信号に基づいて前記パターンング・デバイス・サポートを所望のパターンング・デバイス・サポート位置へ駆動するようになされたアクチュエータ・ユニットとを備え、

前記制御システムが、前記基準パターンング・デバイス・サポート位置信号への前記投影システム位置信号の加算に先立って前記投影システム位置信号をフィルタリングするようになされた投影システム位置信号フィルタ・ユニットをさらに備えたりソグラフィ装置。

【請求項 9】

50

第1のコンポーネント基準信号及び第2のコンポーネントの位置に基づいて第1のコンポーネントの位置を制御するようになされた制御システムを備えた投影装置であって、前記制御システムが、

前記第2のコンポーネントの位置を表す第2のコンポーネント位置信号を生成するようになされた第1の検出デバイスと、

第2のコンポーネント・フィードフォワード信号を生成するようになされた第2の検出デバイスと、

第1のコンポーネント位置基準信号から実際の第1のコンポーネントの位置を表す信号を減算し、且つ、前記第2のコンポーネント位置信号を加算することによってサーボ誤差信号を生成するようになされた比較ユニットと、

前記サーボ誤差信号に基づいて第1の制御信号を生成するようになされた制御ユニットと、

前記第2のコンポーネント・フィードフォワード信号と前記第1の制御信号を加算することによって第2の制御信号を生成するようになされた加算ユニットと、

前記第2の制御信号に基づいて前記第1のコンポーネントを所望の第1のコンポーネント位置へ駆動するようになされたアクチュエータ・ユニットとを備え、

前記制御システムが、前記基準第1コンポーネント位置信号への前記第2のコンポーネント位置信号の加算に先立って前記第2のコンポーネント位置信号をフィルタリングするようになされた第2のコンポーネント位置信号フィルタ・ユニットをさらに備えた投影装置。

#### 【請求項10】

基板テーブルの上に支持されている基板にパターン化された放射のビームを投射するために投影システムを使用するステップを含むデバイス製造方法であって、前記基板テーブルの位置を制御するようになされた制御システムが使用され、

前記投影システムの位置を表す投影システム位置信号が基板テーブル位置基準信号と実際の基板テーブルの位置の差に加算され、それにより制御ユニットの入力として使用されるサーボ誤差信号が得られ、フィードフォワード分岐内で投影システム・フィードフォワード信号が前記制御ユニットの第1の制御信号に加算され、それにより第2の制御信号が得られ、前記第2の制御信号を使用して前記基板テーブルが所望の基板テーブル位置へ駆動され、

前記基板テーブル位置基準信号と前記実際の基板テーブルの位置の前記差への加算に先立って投影システム位置信号フィルタ・ユニットによって前記投影システム位置信号がフィルタリングされるデバイス製造方法。

#### 【請求項11】

前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットが、前記サーボ誤差信号を最小化し、且つ/又は投影システム・トラッキング誤差を最小化するようになされた、請求項10に記載の方法。

#### 【請求項12】

前記制御システムが、前記投影システム・フィードフォワード信号を条件付けるようになされたフィードフォワード・フィルタ・ユニットを備え、前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットの伝達関数の少なくとも一部が前記フィードフォワード・フィルタ・ユニットの伝達関数を含む、請求項10に記載の方法。

#### 【請求項13】

前記制御システムが、前記第2の制御信号をフィルタリングするようになされた制御信号フィルタ・ユニットを備え、前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットの伝達関数の少なくとも一部が前記制御信号フィルタ・ユニットの伝達関数に実質的に対応する、請求項10に記載の方法。

#### 【請求項14】

伝達関数  $1/m s^2$  から逸脱するあらゆるシステム動特性が前記投影システム位置信号フィルタ・ユニットの伝達関数に実質的に包含された、請求項10に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 15】

前記投影システム・フィードフォワード信号が前記投影システムの加速度を表す、請求項 10 に記載の方法。

## 【請求項 16】

前記制御ユニットの前記制御信号への加算に先立って前記投影システム・フィードフォワード信号と実質的に前記基板テーブルの質量が掛算される、請求項 15 に記載の方法。

## 【請求項 17】

パターンング・デバイス・サポートの上に支持されているパターンング・デバイスによってパターンが付与されるパターン化放射ビームを投射するために投影システムを使用するステップを含むデバイス製造方法であって、

10

前記パターンング・デバイス・サポートの位置を制御するようになされた制御システムが使用され、

前記投影システムの位置を表す投影システム位置信号がパターンング・デバイス・サポート位置基準信号と実際のパターンング・デバイス・サポートの位置の差に加算され、それにより制御ユニットの入力として使用されるサーボ誤差信号が得られ、

フィードフォワード分岐内で投影システム・フィードフォワード信号が前記制御ユニットの第 1 の制御信号に加算され、それにより第 2 の制御信号が得られ、

前記第 2 の制御信号を使用して前記パターンング・デバイス・サポートが所望のパターンング・デバイス・サポート位置へ駆動され、

前記パターンング・デバイス・サポート位置基準信号と前記実際のパターンング・デバイス・サポートの位置の前記差への加算に先立って投影システム位置信号フィルタ・ユニットによって前記投影システム位置信号がフィルタリングされるデバイス製造方法。

20

## 【請求項 18】

投影装置を使用するステップを含むデバイス製造方法であって、

第 1 のコンポーネント基準信号及び第 2 のコンポーネントの位置に基づいて第 1 のコンポーネントの位置を制御するようになされた制御システムが使用され、

前記第 2 のコンポーネントの位置を表す第 2 のコンポーネント位置信号が第 1 のコンポーネント位置基準信号と実際の第 1 のコンポーネントの位置の差に加算され、それにより制御ユニットの入力として使用されるサーボ誤差信号が得られ、

フィードフォワード分岐内で第 2 のコンポーネント・フィードフォワード信号が前記制御ユニットの第 1 の制御信号に加算され、それにより第 2 の制御信号が得られ、

30

前記第 2 の制御信号を使用して前記第 1 のコンポーネントが所望の第 1 のコンポーネント位置へ駆動され、

前記第 1 のコンポーネント位置基準信号と前記実際の第 1 のコンポーネントの位置の前記差への加算に先立って第 2 のコンポーネント位置信号フィルタ・ユニットによって前記第 2 のコンポーネント位置信号がフィルタリングされるデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、リソグラフィ装置、投影装置及びデバイスを製造するための方法に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

リソグラフィ装置は、基板、一般的には基板の目標部分に所望のパターンを付与するマシンである。リソグラフィ装置は、たとえば集積回路（IC）の製造に使用することができる。その場合、マスク又はレチクルとも呼ばれているパターンング・デバイスを使用して IC の個々の層に形成すべき回路パターンが生成される。生成されたパターンは、基板（たとえばシリコン・ウェハ）上の目標部分（たとえば 1 つ又は複数のダイの一部が含まれている）に転送される。パターンの転送は、通常、基板の上に提供されている放射線感応材料（レジスト）の層への画像化を介して実施されている。通常、1 枚の基板には、順次パターン化される目標部分に隣接する回路網が含まれている。従来のリソグラフィ装置

50

には、パターン全体を1回で目標部分に露光することによって目標部分の各々が照射されるいわゆるステッパと、パターンを放射ビームで所与の方向(「走査」方向)に走査し、且つ、基板をこの方向に平行又は非平行に同期走査することによって目標部分の各々が照射されるいわゆるスキャナがある。また、パターンを基板にインプリントすることによってパターンング・デバイスから基板へパターンを転送することも可能である。

#### 【0003】

知られているリソグラフィ装置は、基板テーブルの位置を制御するための制御システムを備えている。この制御システムは、基板テーブルを基準信号に基づいて所望の位置に配置するようになされているだけでなく、たとえばリソグラフィ装置の振動によって生じるレンズの移動に起因する画像誤差を最小化するために、レンズを水平方向に追従させるようになされている。そのために、コントローラ誤差をレンズの移動に適合させるべく、投影システム位置信号が基板テーブル位置基準信号に追加されている。通常、投影システム位置信号は、干渉計測定システムによって得ている。レンズの移動に追従する精度をさらに良くするために、制御システムは、レンズの加速を表すフィードフォワード信号を制御システムのコントローラ・ユニットの出力信号に追加するフィードフォワード分岐を備えている。フィードフォワード信号は、レンズの上に配置された加速度計によって得ている。フィードフォワード信号は、フィードフォワード・フィルタ・ユニットによって条件付けられている。このフィードフォワード・フィルタ・ユニットは、フィードフォワード信号のアナログ・フィルタリングを備えることができ、また、フィードフォワードを適切に整形するためのデジタル・フィルタを備えることも可能である。

#### 【0004】

知られている制御システムの欠点は、フィードフォワード信号をフィルタリングすることによってフィードフォワード分岐に位相遅れ/遅延が導入され、そのために基板テーブルの実際の位置がレンズの実際の位置からずれ、延いてはサーボ誤差/レンズ・トラッキング誤差が生成されることである。このサーボ誤差/レンズ・トラッキング誤差は、支配的なレンズ共振周波数で位相進みを導入する進み遅れフィルタをフィードフォワード分岐に追加することによって対処することができる。しかしながら、これは、限られた数の周波数に対してのみ可能であり、その結果、他の周波数における応答が悪くなる。そのため、この戦略によって得られる性能は、レンズの共振周波数の数が増加し、且つ/又は位置精度要求事項がさらに厳格になると、自らその限界に達することになる。また、進み遅れフィルタは、そのレンズ依存性が極めて強く、したがって手動で調整しなければならないことがしばしばであり、そのためにレンズの移動に対する応答が悪くなる危険を大きくしている。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

投影システムの移動によるサーボ誤差及び/又は投影システム・トラッキング誤差に対する影響をさらに小さくするようになされた制御システムが提供されることが望ましい。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

本発明の一実施例によれば、パターン化された放射ビームを基板テーブルの上に支持されている基板の目標部分に投射するようになされた投影システムを備えたリソグラフィ装置が提供される。このリソグラフィ装置は、基板テーブルの位置を制御するようになされた制御システムを備えており、制御システムは、投影システムの位置を表す投影システム位置信号を生成するようになされた第1の検出デバイスと、投影システム・フィードフォワード信号を生成するようになされた第2の検出デバイスと、基板テーブル位置基準信号から実際の基板テーブルの位置を表す信号を減算し、且つ、投影システム位置信号を加算することによってサーボ誤差信号を生成するようになされた比較ユニットと、サーボ誤差信号に基づいて第1の制御信号を生成するようになされた制御ユニットと、投影システム・フィードフォワード信号と第1の制御信号を加算することによって第2の制御信号を生

10

20

30

40

50

成するようになされた加算ユニットと、第2の制御信号に基づいて基板テーブルを所望の基板テーブル位置へ駆動するようになされたアクチュエータ・ユニットとを備えている。この制御システムは、さらに、基準基板テーブル位置信号への投影システム位置信号の加算に先立って投影システム位置信号をフィルタリングするようになされた投影システム位置信号フィルタ・ユニットを備えている。

【0007】

本発明の一実施例によれば、パターンング・デバイス・サポートの上に支持されているパターンング・デバイスによって付与されるパターン化放射ビームを投射するようになされた投影システムを備えたリソグラフィ装置が提供される。このリソグラフィ装置は、パターンング・デバイス・サポートの位置を制御するようになされた制御システムを備えており、制御システムは、投影システムの位置を表す投影システム位置信号を生成するようになされた第1の検出デバイスと、投影システム・フィードフォワード信号を生成するようになされた第2の検出デバイスと、パターンング・デバイス・サポート位置基準信号から実際のパターンング・デバイス・サポートの位置を表す信号を減算し、且つ、投影システム位置信号を加算することによってサーボ誤差信号を生成するようになされた比較ユニットと、前記サーボ誤差信号に基づいて第1の制御信号を生成するようになされた制御ユニットと、投影システム・フィードフォワード信号と第1の制御信号を加算することによって第2の制御信号を生成するようになされた加算ユニットと、第2の制御信号に基づいてパターンング・デバイス・サポートを所望のパターンング・デバイス・サポート位置へ駆動するようになされたアクチュエータ・ユニットとを備えている。この制御システムは、さらに、基準パターンング・デバイス・サポート位置信号への投影システム位置信号の加算に先立って投影システム位置信号をフィルタリングするようになされた投影システム位置信号フィルタ・ユニットを備えている。

【0008】

本発明の一実施例によれば、第1のコンポーネント基準信号及び第2のコンポーネントの位置に基づいて第1のコンポーネントの位置を制御するようになされた制御システムを備えた投影装置が提供される。制御システムは、第2のコンポーネントの位置を表す第2のコンポーネント位置信号を生成するようになされた第1の検出デバイスと、第2のコンポーネント・フィードフォワード信号を生成するようになされた第2の検出デバイスと、第1のコンポーネント位置基準信号から実際の第1のコンポーネントの位置を表す信号を減算し、且つ、第2のコンポーネント位置信号を加算することによってサーボ誤差信号を生成するようになされた比較ユニットと、サーボ誤差信号に基づいて第1の制御信号を生成するようになされた制御ユニットと、第2のコンポーネント・フィードフォワード信号と第1の制御信号を加算することによって第2の制御信号を生成するようになされた加算ユニットと、第2の制御信号に基づいて第1のコンポーネントを所望の第1のコンポーネント位置へ駆動するようになされたアクチュエータ・ユニットとを備えている。この制御システムは、さらに、基準第1コンポーネント位置信号への第2のコンポーネント位置信号の加算に先立って第2のコンポーネント位置信号をフィルタリングするようになされた第2のコンポーネント位置信号フィルタ・ユニットを備えている。

【0009】

本発明の一実施例によれば、基板テーブルの上に支持されている基板にパターン化された放射のビームを投射するために投影システムを使用するステップを含むデバイス製造方法であって、基板テーブルの位置を制御するようになされた制御システムが使用され、投影システムの位置を表す投影システム位置信号が基板テーブル位置基準信号と実際の基板テーブルの位置の差に加算され、それにより制御ユニットの入力として使用されるサーボ誤差信号が得られ、フィードフォワード分岐内で投影システム・フィードフォワード信号が制御ユニットの第1の制御信号に加算され、それにより第2の制御信号が得られ、第2の制御信号を使用して基板テーブルが所望の基板テーブル位置へ駆動され、前記基板テーブル位置基準信号と前記実際の基板テーブルの位置の差への加算に先立って投影システム位置信号フィルタ・ユニットによって投影システム位置信号がフィルタリングされるデバ

10

20

30

40

50

イス製造方法が提供される。

【0010】

本発明の一実施例によれば、パターニング・デバイス・サポートの上に支持されているパターニング・デバイスによってパターンが付与されるパターン化放射ビームを投射するために投影システムを使用するステップを含むデバイス製造方法であって、パターニング・デバイス・サポートの位置を制御するようになされた制御システムが使用され、投影システムの位置を表す投影システム位置信号がパターニング・デバイス・サポート位置基準信号と実際のパターニング・デバイス・サポートの位置の差に加算され、それにより制御ユニットの入力として使用されるサーボ誤差信号が得られ、フィードフォワード分岐内で投影システム・フィードフォワード信号が制御ユニットの第1の制御信号に加算され、それにより第2の制御信号が得られ、第2の制御信号を使用してパターニング・デバイス・サポートが所望のパターニング・デバイス・サポート位置へ駆動され、パターニング・デバイス・サポート位置基準信号と実際のパターニング・デバイス・サポートの位置の差への加算に先立って投影システム位置信号フィルタ・ユニットによって投影システム位置信号がフィルタリングされるデバイス製造方法が提供される。

10

【0011】

本発明の一実施例によれば、投影装置を使用するステップを含むデバイス製造方法であって、第1のコンポーネント基準信号及び第2のコンポーネントの位置に基づいて第1のコンポーネントの位置を制御するようになされた制御システムが使用され、第2のコンポーネントの位置を表す第2のコンポーネント位置信号が第1のコンポーネント位置基準信号と実際の第1のコンポーネントの位置の差に加算され、それにより制御ユニットの入力として使用されるサーボ誤差信号が得られ、フィードフォワード分岐内で投影システム・フィードフォワード信号が制御ユニットの第1の制御信号に加算され、それにより第2の制御信号が得られ、第2の制御信号を使用して第1のコンポーネントが所望の第1のコンポーネント位置へ駆動され、前記第1のコンポーネント位置基準信号と実際の第1のコンポーネントの位置の差への加算に先立って第2のコンポーネント位置信号フィルタ・ユニットによって第2のコンポーネント位置信号がフィルタリングされるデバイス製造方法が提供される。

20

【0012】

以下、本発明の実施例について、単なる例としてのみ、添付の略図を参照して説明する。図において、同様の参照記号は同様の部品を表している。

30

【実施例】

【0013】

図1は、本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を略図で示したものである。このリソグラフィ装置は、放射ビームB（たとえばUV放射又は他の適切な任意の放射）を条件付けるようになされた照明システム（イルミネータ）IL、及びパターニング・デバイス（たとえばマスク）MAを支持するように構築された、特定のパラメータに従って該パターニング・デバイスを正確に位置決めするようになされた第1の位置決めデバイスPMに接続されたマスク支持構造（たとえばマスク・テーブル）MTを備えている。また、このリソグラフィ装置は、基板（たとえばレジスト被覆ウェハ）Wを保持するように構築された、特定のパラメータに従って該基板を正確に位置決めするようになされた第2の位置決めデバイスPWに接続された基板テーブル（たとえばウェハ・テーブル）WT即ち「基板サポート」を備えている。このリソグラフィ装置は、さらに、パターニング・デバイスMAによって放射ビームBに付与されたパターンを基板Wの目標部分C（たとえば1つ又は複数のダイが含まれている）に投影するようになされた投影システム（たとえば屈折投影レンズ系）PSを備えている。

40

【0014】

照明システムは、放射を導き、整形し、又は制御するための、屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネント、静電光学コンポーネント又は他のタイプの光学コンポーネント、或いはそれらの任意の組合せな

50

どの様々なタイプの光学コンポーネントを備えることができる。

【0015】

マスク支持構造はパターニング・デバイスを支持している。つまり、マスク支持構造はパターニング・デバイスの重量を支えている。マスク支持構造は、パターニング・デバイスの配向、リソグラフィ装置の設計及び他の条件、たとえばパターニング・デバイスが真空環境中で保持されているか否か等に応じた方法でパターニング・デバイスを保持している。マスク支持構造には、パターニング・デバイスを保持するための機械式クランプ技法、真空クランプ技法、静電クランプ技法又は他のクランプ技法を使用することができる。マスク支持構造は、たとえば必要に応じて固定又は移動させることができるフレーム又はテーブルであっても良い。マスク支持構造は、パターニング・デバイスをたとえば投影システムに対して所望の位置に確実に配置することができる。本明細書における「レチクル」又は「マスク」という用語の使用はすべて、より一般的な「パターニング・デバイス」という用語の同義語と見なすことができる。

10

【0016】

本明細書に使用されている「パターニング・デバイス」という用語は、放射ビームの断面にパターンを付与し、それにより基板の目標部分にパターンを生成するべく使用することができる任意のデバイスを意味するものとして広義に解釈されたい。放射ビームに付与されるパターンは、たとえばそのパターンに移相フィーチャ又はいわゆる補助フィーチャが含まれている場合、基板の目標部分における所望のパターンに必ずしも厳密に対応している必要はないことに留意されたい。放射ビームに付与されるパターンは、通常、目標部分に生成されるデバイス、たとえば集積回路などのデバイス中の特定の機能層に対応している。

20

【0017】

パターニング・デバイスは、透過型であっても反射型であっても良い。パターニング・デバイスの実施例には、マスク、プログラム可能ミラー・アレイ及びプログラム可能LCDパネルがある。マスクについてはリソグラフィにおいては良く知られており、バイナリ、交番移相及び減衰移相などのマスク・タイプ、並びに様々なハイブリッド・マスク・タイプが知られている。プログラム可能ミラー・アレイの実施例には、マトリックスに配列された、入射する放射ビームが異なる方向に反射するよう個々に傾斜させることができる微小ミラーが使用されている。この傾斜したミラーによって、ミラー・マトリックスで反射する放射ビームにパターンが付与される。

30

【0018】

本明細書に使用されている「投影システム」という用語には、たとえば使用する露光放射に適した、又は液浸液の使用又は真空の使用などの他の要因に適した、屈折光学系、反射光学系、カタディオプトリック光学系、磁気光学系、電磁光学系及び静電光学系、或いはそれらの任意の組合せを始めとする任意のタイプの投影システムが包含されているものとして広義に解釈されたい。本明細書における「投影レンズ」及び「レンズ」という用語の使用はすべて、より一般的な「投影システム」という用語の同義語と見なすことができる。

【0019】

図に示すように、このリソグラフィ装置は、透過型（たとえば透過型マスクを使用した）タイプの装置である。別法としては、このリソグラフィ装置は、反射型（たとえば上で参照したタイプのプログラム可能ミラー・アレイを使用した、又は反射型マスクを使用した）タイプの装置であっても良い。

40

【0020】

リソグラフィ装置は、2つ（二重ステージ）以上の基板テーブル即ち「基板サポート」（及び/又は複数のマスク・テーブル即ち「マスク・サポート」）を有するタイプの装置であっても良い。このような「多重ステージ」マシンの場合、追加テーブル即ちサポートを並列に使用することができ、或いは1つ又は複数の他のテーブル即ちサポートを露光のために使用している間、1つ又は複数のテーブル即ちサポートに対して予備ステップを実

50

行することができる。

【 0 0 2 1 】

また、リソグラフィ装置は、基板の少なくとも一部が比較的屈折率の大きい液体、たとえば水で覆われ、それにより投影システムと基板の間の空間が充填されるタイプの装置であっても良い。また、リソグラフィ装置内の他の空間、たとえばマスクと投影システムの間の空間に液浸液を加えることも可能である。液浸技法を使用することにより、投影システムの開口数を大きくすることができる。本明細書に使用されている「液浸」という用語は、基板などの構造を液体中に浸すことを意味しているのではなく、単に、露光の間、投影システムと基板の間に液体が置かれることを意味しているにすぎない。

【 0 0 2 2 】

図1を参照すると、イルミネータILは、放射源SOから放射ビームを受け取っている。放射源がたとえばエキシマ・レーザである場合、放射源及びリソグラフィ装置は、個別の構成要素にすることができる。このような場合、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとは見なされず、放射ビームは、たとえば適切な誘導ミラー及び/又はビーム・エキスパンダを備えたビーム引渡しシステムBDを使用して放射源SOからイルミネータILへ引き渡される。それ以外のたとえば放射源が水銀灯などの場合、放射源はリソグラフィ装置の一構成要素にすることができる。放射源SO及びイルミネータILは、必要に応じてビーム引渡しシステムBDと共に放射システムと呼ぶことができる。

【 0 0 2 3 】

イルミネータILは、放射ビームの角強度分布を調整するようになされたアジャスタADを備えることができる。通常、イルミネータのひとみ平面内における強度分布の少なくとも外部及び/又は内部ラジアル・エクステント（一般に、それぞれ - 外部及び - 内部と呼ばれている）は調整が可能である。また、イルミネータILは、インテグレートIN及びコンデンサCOなどの他の様々なコンポーネントを備えることができる。イルミネータを使用して放射ビームを条件付け、所望する一様な強度分布をその断面に持たせることができる。

【 0 0 2 4 】

マスク支持構造（たとえばマスク・テーブルMT）の上に保持されているパターンニング・デバイス（たとえばマスクMA）に放射ビームBが入射し、パターンニング・デバイスによってパターン化される。マスクMAを透過した放射ビームBは、放射ビームを基板Wの目標部分Cに集束させる投影システムPSを通過する。基板テーブルWTは、第2の位置決めデバイスPW及び位置センサIF（たとえば干渉デバイス、直線エンコーダ又は容量センサ）を使用して正確に移動させることができ、それによりたとえば異なる目標部分Cを放射ビームBの光路内に配置することができる。同様に、第1の位置決めデバイスPM及びもう1つの位置センサ（図1には明確に示されていない）を使用して、たとえばマスク・ライブラリから機械的に検索した後、又は走査中に、マスクMAを放射ビームBの光路に対して正確に配置することができる。通常、マスク・テーブルMTの移動は、第1の位置決めデバイスPMの一部を形成している長ストローク・モジュール（粗位置決め）及び短ストローク・モジュール（精密位置決め）を使用して実現することができる。同様に、基板テーブルWT即ち「基板サポート」の移動は、第2の位置決めデバイスPWの一部を形成している長ストローク・モジュール及び短ストローク・モジュールを使用して実現することができる。ステッパの場合（スキャナではなく）、マスク・テーブルMTは、短ストローク・アクチュエータのみに接続することができ、又は固定することも可能である。マスクMA及び基板Wは、マスク・アライメント・マークM1、M2及び基板アライメント・マークP1、P2を使用して整列させることができる。図には専用目標部分を占有している基板アライメント・マークが示されているが、基板アライメント・マークは、目標部分と目標部分の間の空間に配置することも可能である（このような基板アライメント・マークは、スクライブ・レーン・アライメント・マークとして知られている）。同様に、複数のダイがマスクMA上に提供される場合、ダイとダイの間にマスク・アライメント・マークを配置することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

図に示す装置は、以下に示すモードのうちの少なくとも1つのモードで使用することができる。

ステップ・モード：マスク・テーブルMT即ち「マスク・サポート」及び基板テーブルWT即ち「基板サポート」が基本的に静止状態に維持され、放射ビームに付与されたパターン全体が目標部分Cに1回で投影される（即ち単一静止露光）。次に、基板テーブルWT即ち「基板サポート」がX方向及び/又はY方向にシフトされ、異なる目標部分Cが露光される。ステップ・モードでは、露光視野の最大サイズによって、単一静止露光で画像化される目標部分Cのサイズが制限される。

走査モード：放射ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投影されている間、マスク・テーブルMT即ち「マスク・サポート」及び基板テーブルWT即ち「基板サポート」が同期走査される（即ち単一動的露光）。マスク・テーブルMT即ち「マスク・サポート」に対する基板テーブルWT即ち「基板サポート」の速度及び方向は、投影システムPSの倍率（縮小率）及び画像反転特性によって決まる。走査モードでは、露光視野の最大サイズによって、単一動的露光における目標部分の幅（非走査方向の幅）が制限され、また、走査運動の長さによって目標部分の高さ（走査方向の高さ）が決まる。

その他のモード：プログラム可能パターンニング・デバイスを保持するべくマスク・テーブルMT即ち「マスク・サポート」が基本的に静止状態に維持され、放射ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投影されている間、基板テーブルWT即ち「基板サポート」が移動又は走査される。このモードでは、通常、パルス放射源が使用され、走査中、基板テーブルWT即ち「基板サポート」が移動する毎に、又は連続する放射パルスと放射パルスの間に、必要に応じてプログラム可能パターンニング・デバイスが更新される。この動作モードは、上で参照したタイプのプログラム可能ミラー・アレイなどのプログラム可能パターンニング・デバイスを利用しているマスクレス・リソグラフィに容易に適用することができる。

## 【 0 0 2 6 】

上で説明した使用モードの組合せ及び/又はその変形形態、或いは全く異なる使用モードを使用することも可能である。

## 【 0 0 2 7 】

図2は、基板テーブルの水平方向の位置を制御するための従来技術による制御技術を示したものである。制御技術は、制御ユニットC、フィルタ・ユニットF、及び伝達関数Pを有する基板テーブルを備えている。比較ユニットの中で基板テーブルの実際の位置信号yが基板テーブル位置基準信号rから減算され、それにより制御ユニットCの入力として使用されるサーボ誤差信号 $e_r$ が得られる。基板テーブル位置基準信号が変化すると、制御ユニットCは、基板テーブルを駆動して所望の位置へ移動させ、それにより実際の基板テーブル信号の位置信号と基板テーブル位置基準信号が等しくなり、その結果サーボ誤差信号がゼロになる。この制御技術は、さらに、本発明には直接関係のない、たとえば基準信号加速度フィードフォワードなどの複数のエレメントを備えることができることに注目されたい。このようなエレメントは、図2の制御技術には示されていない。

## 【 0 0 2 8 】

フィルタFを使用して制御信号を条件付けることができ、また、フィルタFは、たとえば、基板テーブルの共振周波数における基板テーブルの応答を減衰させるノッチ・フィルタを備えることができる。制御信号をフィルタリングするための他の適切な任意のフィルタ・タイプを利用することもできる。

## 【 0 0 2 9 】

リソグラフィ装置の振動又は他の運動によって投影システム又は投影システムの一部が移動し、そのためにリソグラフィ装置によって基板に投影される画像に悪影響がもたらされ、延いては画像化誤差が生じることになる。したがって、レンズの移動によって生じるこれらの画像化誤差を回避し、又は少なくとも小さくするためには、基板テーブルが投影システムの移動、たとえばレンズ（レンズ列）の移動に対して反動することが望ましい。

## 【 0 0 3 0 】

基板テーブルをレンズの移動に追従させるために、比較ユニットの中でレンズの実際の位置を表す信号  $u$  が基板テーブル位置基準信号  $r$  と実際の基板テーブル位置信号  $y$  の差に加算される。信号  $u$  は、干渉計測定システムなどの第 1 の検出デバイスによって得ることができる。

## 【 0 0 3 1 】

レンズの移動に対する基板テーブルの反動をさらに改善するために、フィードフォワード分岐が制御技術に導入されている。このフィードフォワード分岐内でレンズの加速度を表すフィードフォワード信号が  $m$  倍され ( $m$  は、基板テーブルの質量を表している)、続いて制御ユニット  $C$  の出力信号に加算される。基板テーブルの質量  $m$  を掛ける前に、フィードフォワード・フィルタ  $Q$  によってフィードフォワード信号がフィルタリングされる。代替実施例では、フィードフォワード・フィルタ  $Q$  と質量掛算器  $m$  の順序を逆にすることができる。

10

## 【 0 0 3 2 】

このアプリケーションの場合、基板テーブルの上で支持されている基板の質量を含んだ概ね基板テーブルの質量である  $m$  は静止信号であるので、レンズの加速度を表す信号は、該  $m$  で既に掛け合わせ済みの加速度信号であっても良い。たとえば加速度計によって生成される信号は、既に基板テーブルの質量が考慮された信号であっても良い。また、この信号は、図 2 に示すようにフィードフォワード分岐内で後で  $m$  倍することも可能である。

## 【 0 0 3 3 】

加速度信号  $a$  は、加速度計などの第 2 の検出デバイスによって得ることができるが、この第 2 の検出デバイスは、第 1 の検出デバイスと同じデバイスであっても良く、その場合、投影システムの加速度は、位置信号  $u$  を微分することによって得られる。図 2 の制御技術は、この第 2 の実施例を示したもので、 $u$  を  $s^2$  倍することによって加速度信号  $a$  を得ている。実際には、個別の加速度計を使用して加速度信号  $a$  を得ることが好ましい。

20

## 【 0 0 3 4 】

フィードフォワード・フィルタ  $Q$  は、加速度計信号のアナログ・フィルタリングを備えることができ、また、フィードフォワード信号を整形するようになされた可能デジタル・フィルタを備えることができる。フィードフォワード・フィルタ  $Q$  及び  $F$  フィルタのアナログ・フィルタは、フィードフォワード分岐に位相遅れを導入することができる ( $a$  から  $y$  へ)。また、デジタル・システムには、たとえばゼロ次保持機能を実行する  $DAC$  の遅延、計算遅延などによる若干の遅延が存在している可能性がある。したがって  $y$  が  $u$  より遅れ、そのためにサーボ誤差  $e_r$  が生じることになる。

30

## 【 0 0 3 5 】

フィードフォワード・フィルタ・ユニット  $Q$  のデジタル・フィルタは、支配的なレンズ共振周波数で位相進みを導入する、フィードフォワード分岐の位相遅れ / 遅延を補償するための進み遅れフィルタを備えることができる。しかしながら、これは、限られた数の周波数に対してのみ可能であり、その結果、他の周波数における応答が悪くなる。そのため、この方法によって得られる性能は、レンズの共振周波数の数が増加し、且つ / 又は位置精度要求事項がさらに厳格になると、自らその限界に達することになる。また、進み遅れフィルタは、そのレンズ依存性が極めて強く、したがって手動で調整しなければならないことがしばしばであり、そのためにレンズの移動に対する応答が悪くなる危険を大きくしている。サーボ誤差及び / 又はレンズ・トラッキング誤差、つまり投影システムの実際の位置と基板テーブルの実際の位置の差を小さくするための他の解決法が必要である。

40

## 【 0 0 3 6 】

図 3 は、本発明の一実施例による制御システムの制御技術を示したものである。制御技術は、比較ユニットでの加算に先立って投影システム位置信号をフィルタリングするようになされたフィルタ  $L$  を備えている。また、制御技術には、レンズ・トラッキング誤差 (投影システム・トラッキング誤差) 信号  $e_u$ 、つまりレンズの位置信号  $u$  (の変化) と基板テーブルの実際の位置信号  $y$  (の変化) の差が示されている。このレンズ・トラッキン

50

グ誤差信号  $e_u$  を使用して、画像を基板に投影する際に基板テーブルと投影システムの間  
の不整列によって生じる画像化誤差を表すことができる。制御技術内における  $u$  と  $y$  の比  
較は、実際には制御技術の実際の物理部分ではなく、レンズ・トラッキング誤差信号  $e_u$   
を表すために示されているにすぎない。

【 0 0 3 7 】

比較ユニットへの供給に先立って投影システム位置信号  $u$  をフィルタリングするための  
フィルタ  $L$  を追加することにより、以下で説明するように、レンズの位置変化に対する基  
板テーブルの応答をさらに改善することができる。

【 0 0 3 8 】

ここでは、フィルタ  $L$  の伝達関数を選択するための 2 つの可能選択基準が提案されてい  
る。他の選択基準も可能であり、本発明の範囲内である。

10

【 0 0 3 9 】

第 1 の実施例では、フィルタ  $L$  は、サーボ誤差  $e_r$  が最小になるように選択されている  
。このサーボ誤差  $e_r$  を最小化するために、 $L$  は、制御技術における  $u$  から  $y$  までのフィ  
ードフォワード経路に等しくなるように選択されている。つまり、

$$L = QF$$

【 0 0 4 0 】

ここでは、プロセス伝達関数  $P$  には、プロセス伝達関数  $P$  を  $1 / m s^2$  から逸脱させる  
一切の動特性が含まれていないことが仮定されている。このような動特性が  $P$  に含まれて  
いる場合、これらの動特性も同じくフィルタ  $L$  の伝達関数に含まれることになる。

20

【 0 0 4 1 】

このフィルタ  $L = QF$  は、フィルタが「固有」即ち余分の極を有する 2 つのフィルタか  
らなっているため、容易に実現することができる。以下、第 1 の実施例に従って選択された  
フィルタ  $L$  を  $L_1$  で表すことにする。

【 0 0 4 2 】

第 2 の実施例では、フィルタ  $L$  は、レンズ・トラッキング誤差  $e_u$ 、つまりレンズの位  
置（の変化）と基板テーブルの実際の位置  $y$  の差が最小になるように選択されている。 $e_u$   
を最小化するために、最初に  $u$  から  $y$  までの総合伝達関数が計算される。

【 0 0 4 3 】

【数 1】

30

$$\frac{y}{u} = \frac{(s^2 Qm + LC)FP}{1 + CFP}$$

【 0 0 4 4 】

この伝達関数が 1 に等しい場合、 $e_u$  はゼロである。ここで  $y / u = 1$  を設定すると、  
次のように  $L_2$  を計算することができる。

【 0 0 4 5 】

40

【数 2】

$$L = 1 + \frac{(1 - s^2 m QFP)}{CFP}$$

【 0 0 4 6 】

また、ここでも、プロセス伝達関数  $P$  には、プロセス伝達関数  $P$  を  $1 / m s^2$  から逸脱  
させる一切の動特性が含まれていないことが仮定されている。このような動特性が  $P$  に含

50

まれている場合、これらの動特性も同じくフィルタ L の伝達関数に含まれることになる。

【 0 0 4 7 】

L に対するこの選択は、フィルタ L が、この場合、主として分子の  $s^2$  の項及び分母の積 C F P のために 3 つの余剰ゼロ ( z e r o e x c e s s o f 3 ) を有しているため、その実現は、実施例 1 の場合ほどには容易ではない。L に対するこの選択を実施可能にするために、次数 3 の低域通過フィルタが L に含まれている。この実施例では、低域通過遮断周波数は、1 0 0 0 0 H z に設定されている。実際にはもっと小さい値を適用することも可能である。以下、本発明の第 2 の実施例に従って選択されたフィルタ L を L 2 で表すことにする。

【 0 0 4 8 】

次に、本発明の第 1 及び第 2 の実施例によるフィルタ・ユニット L 1 及び L 2 のアプリケーションの効果と、フィルタ L のない従来技術による制御技術を 1 つの実施例で比較する。

【 0 0 4 9 】

この実施例では、フィルタ F は、1 5 0 H z のノッチ・フィルタであり、制御ユニット C は、P I D と帯域幅が 1 0 0 H z の低域通過コントローラである。Q は、遮断周波数が 5 0 0 H z の低域通過フィルタである。プロセスの伝達関数 P は、上で示したように  $1 / m s^2$  である。質量 m は 1 0 k g である。

【 0 0 5 0 】

図 4 は、伝達関数  $y / u$  に対する L 1 及び L 2 の使用効果 (つまりレンズの移動に対する基板テーブルの反動) をそれぞれ示したものである。縦軸は、デシベル単位の  $y / u$  を示している。フィルタリングがない場合 ( L = 1 )、 $y / u$  は、+ 8 デシベルの利得に到達し得ることが分かる。これは、基板テーブルが 2 . 5 の係数で過剰反動していることを意味している。一方、フィルタ L 1 を使用した場合、0 デシベルより大きい応答を  $y / u$  が示すことは一切ない。周波数をもっと高い場合、高い周波数に対する開ループ利得が小さいため、曲線はいずれも Q の低域通過フィルタリング特性に従う。L 2 を使用した場合、 $y / u$  は実質的に 0 デシベルに等しく、全ての周波数に対して  $y$  がほぼ  $u$  に等しいことを示している。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、 $e_u / u$  (同じく単位はデシベル) の伝達関数を示したもので、つまり特定の周波数に対して基板テーブルが実際に如何に良好にレンズに追従するかを示したものである。この場合、レンズの位置と基板テーブルの位置の間の差がより小さくなるため、もっと小さい値の方がより良好である。周波数が低い場合、フィルタ・ユニット L を使用しない場合と比較すると、伝達関数の大きさがより大きくなるため、L 1 を使用することによって性能が低下することが分かる。フィルタ・ユニット L がない場合と比較すると、L 1 を使用した場合、6 5 H z 近辺からその挙動が改善される。レンズ周波数は、通常、9 0 H z 近辺からスタートするため、正味の効果は依然として有効である。L 2 を使用した場合、総合伝達関数  $e_u$  ははるかに小さく、一般的により小さい  $e_u$  を示している。

【 0 0 5 2 】

図 6、7 及び 8 は、フィルタ・ユニット L がなく、フィルタ L 1 及びフィルタ L 2 をそれぞれ備えたシステムの、振幅がそれぞれ 1 0 n m 及び 2 n m の 1 0 0 H z 及び 1 9 0 H z のレンズの移動に対する時間応答を示したものである。図 6、7 及び 8 の各々の上側の窓はサーボ誤差  $e_r$  を示し、下側の窓はレンズ・トラッキング誤差  $e_u$  を示している。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、フィルタ・ユニット L がない場合のレンズに対する基板テーブル誤差 (つまり下側の窓の  $e_u$ ) が約 1 2 n m であり、図 5 に示す 1 0 0 H z の点線の利得と一致していることを示している。また、サーボ誤差  $e_r$  及びレンズ・トラッキング誤差  $e_u$  が同じであることは明らかである。

【 0 0 5 4 】

図 7 から分かるように、フィルタ L 1 を備えたフィルタ・ユニットを使用した場合、サ

10

20

30

40

50

ーボ誤差  $e_r$  は、期待通りにゼロまで減少する。レンズ・トラッキング誤差は約 6 nm まで減少し、-6 デシベルの利得は、利得が半分減少することに対応しているため、図 5 に示す 100 Hz の点線と一致している。

【0055】

図 8 は、フィルタ・ユニット L2 を使用した場合の結果を示したものである。この場合、レンズ・トラッキング誤差  $e_u$  はほぼゼロであり、一方、サーボ誤差  $e_r$  は約 6 nm になっている。

【0056】

この実施例の結果から、フィルタ L を使用して投影システム位置信号をフィルタリングすることにより、実質的にサーボ誤差とレンズ・トラッキング誤差の両方を小さくすることができる、と結論付けることができる。L を選択することによってどの誤差が最も減少するかが決まる。フィルタ L を選択する場合、たとえばサーボ誤差を最小化するように L を選択することができ、また、レンズ・トラッキング誤差を最小化し、又はサーボ誤差とレンズ・トラッキング誤差の両方、たとえばサーボ誤差とレンズ・トラッキング誤差の（重み付けされた）和を最小化するように L を選択することができ、さらには他の任意の適切な最適化基準を選択することも可能である。

【0057】

この実施例では、L 即ち L1 及び L2 の選択に対する 2 つの可能選択肢が示されている。サーボ誤差  $e_r$  及びレンズ・トラッキング誤差  $e_u$  をそれぞれ最小化するために L1 及び L2 が選択されている。また、L1 及び L2 の使用は、それぞれ  $e_u$  及び  $e_r$  に対する有効な低減効果を有している。システム要求事項に応じて、フィルタ・ユニット L の伝達関数を選択するための他の設計方式を使用することができる。この点に関して、伝達関数  $e_r / u$  及び  $e_u / u$  又は  $e_u / u$  に必要なことは、レンズの移動  $u$  に実際に存在している周波数に対してゼロに近づけることのみであることに注目されたい。この実施例では、このレンズ周波数スペクトルは考慮されていない。しかしながら、実際のフィルタ L の選択に際してはこのレンズ周波数スペクトルを考慮することができる。

【0058】

本発明の実施例によるフィルタ L の使用は、とりわけ、レンズなどの投影システムの水平方向の移動に対する基板テーブルの同じ水平方向の反動移動の提供に適している。しかしながら、この制御技術を使用して投影システムの垂直方向の移動に基板テーブルを応答させることも可能である。

【0059】

また、フィルタ L を備えた制御技術を使用して、リソグラフィ装置内で使用される他の任意の信号のフィードフォワードを最適化することも可能である。詳細には、この制御技術を有効に使用して、投影システムの位置変化に対してパターンング・デバイス・サポートをより正確に応答させることができる。また、この制御技術は、リソグラフィ装置の第 1 のコンポーネント、より一般的には投影装置がリソグラフィ装置の第 2 のコンポーネントの移動（位置の変化）に実質的に追従し、或いは修正することが望ましいシステムのサーボ誤差及び  $e_r$  又は  $e_u$  又は  $e_u / u$  又は  $e_r / u$  の低減にとりわけ良好に適用することができる。たとえば、制御システムがパターンング・デバイス・サポートの移動に反応するようになされた制御技術を使用して基板テーブルの位置を制御することも可能である。

【0060】

以上の観点から、基板テーブルの位置を制御するための制御システムに関するこの用途の中で説明した本発明の特徴を利用して、パターンング・デバイス・サポートの位置、より一般的には第 1 のコンポーネントの位置を制御することも可能である。

【0061】

本明細書においては、IC の製造におけるリソグラフィ装置の使用についてとりわけ参照されているが、本明細書において説明したリソグラフィ装置は、集積光学系、磁気領域メモリのための誘導及び検出パターン、フラット・パネル・ディスプレイ、液晶ディスプレイ（LCD）、薄膜磁気ヘッド等の製造などの他の用途を有していることを理解された

10

20

30

40

50

い。このような代替用途の場合においては、本明細書における「ウェハ」又は「ダイ」という用語の使用はすべて、それぞれより一般的な「基板」又は「目標部分」という用語の同義語と見なすことができることは当業者には理解されよう。本明細書において参照されている基板は、たとえばトラック（通常、基板にレジストの層を塗布し、且つ、露光済みのレジストを現像するツール）、度量衡学ツール及びノ又は検査ツール中で、露光前又は露光後に処理することができる。利用可能である場合、本明細書における開示は、このような基板処理ツール及び他の基板処理ツールに利用することができる。また、基板は、たとえば多層ICを生成するために複数回に亘って処理することができるため、本明細書において使用されている基板という用語は、処理済みの複数の層が既に含まれている基板を指している場合もある。

10

**【0062】**

また、光リソグラフィに関連する本発明による実施例の使用について、とりわけ上で参照されているが、本発明は、他の用途、たとえばインプリントリソグラフィに使用することができ、状況が許容する場合、光リソグラフィに限定されないことは理解されよう。インプリントリソグラフィの場合、基板に生成されるパターンは、パターンング・デバイスのトポグラフィによって画定される。パターンング・デバイスのトポグラフィが、基板に供給されているレジストの層にプレスされ、次に、レジストを硬化させるべく、電磁放射、熱、圧力又はそれらの組合せが印加される。レジストが硬化すると、パターンング・デバイスがレジストから除去され、後にパターンが残される。

**【0063】**

本明細書に使用されている「放射」及び「ビーム」という用語には、紫外（UV）放射（たとえば365nm、248nm、193nm、157nm又は126nmの波長或いはその近辺の波長の放射）及び極紫外（EUV）放射（たとえば波長の範囲が5～20nmの放射）、並びにイオン・ビーム又は電子ビームなどの粒子線を含むあらゆるタイプの電磁放射が包含されている。

20

**【0064】**

状況が許容する場合、「レンズ」という用語は、屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネント及び静電光学コンポーネントを始めとする様々なタイプの光学コンポーネントのうちの任意の1つ又は組合せを意味している。

30

**【0065】**

以上、本発明の特定の実施例について説明したが、説明した以外の方法で本発明を實踐することができることは理解されよう。たとえば本発明は、上で開示した方法を記述した1つ又は複数の機械可読命令シーケンスを含んだコンピュータ・プログラムの形態を取ることができ、又はこのようなコンピュータ・プログラムを記憶したデータ記憶媒体（たとえば半導体記憶装置、磁気ディスク又は光ディスク）の形態を取ることができる。

**【0066】**

以上の説明は例証を意図したものであり、本発明を限定するものではない。したがって、特許請求の範囲を逸脱することなく、上で説明したように本発明に改変を加えることができることは当業者には明らかであろう。

40

**【図面の簡単な説明】****【0067】**

【図1】本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を示す図である。

【図2】制御システムの従来の制御技術を示す図である。

【図3】本発明の一実施例による制御システムの制御技術を示す図である。

【図4】従来技術及び本発明の2つの好ましい実施例による伝達関数  $y/u$  を示すグラフである。

【図5】従来技術及び本発明の2つの好ましい実施例による伝達関数  $e_u/u$  を示すグラフである。

【図6】従来技術によるシステムのレンズの移動に対するサーボ誤差及びレンズ・トラッ

50

キング誤差の時間応答を示すグラフである。

【図7】本発明の第1の好ましい実施例によるシステムのレンズの移動に対するサーボ誤差及びレンズ・トラッキング誤差の時間応答を示すグラフである。

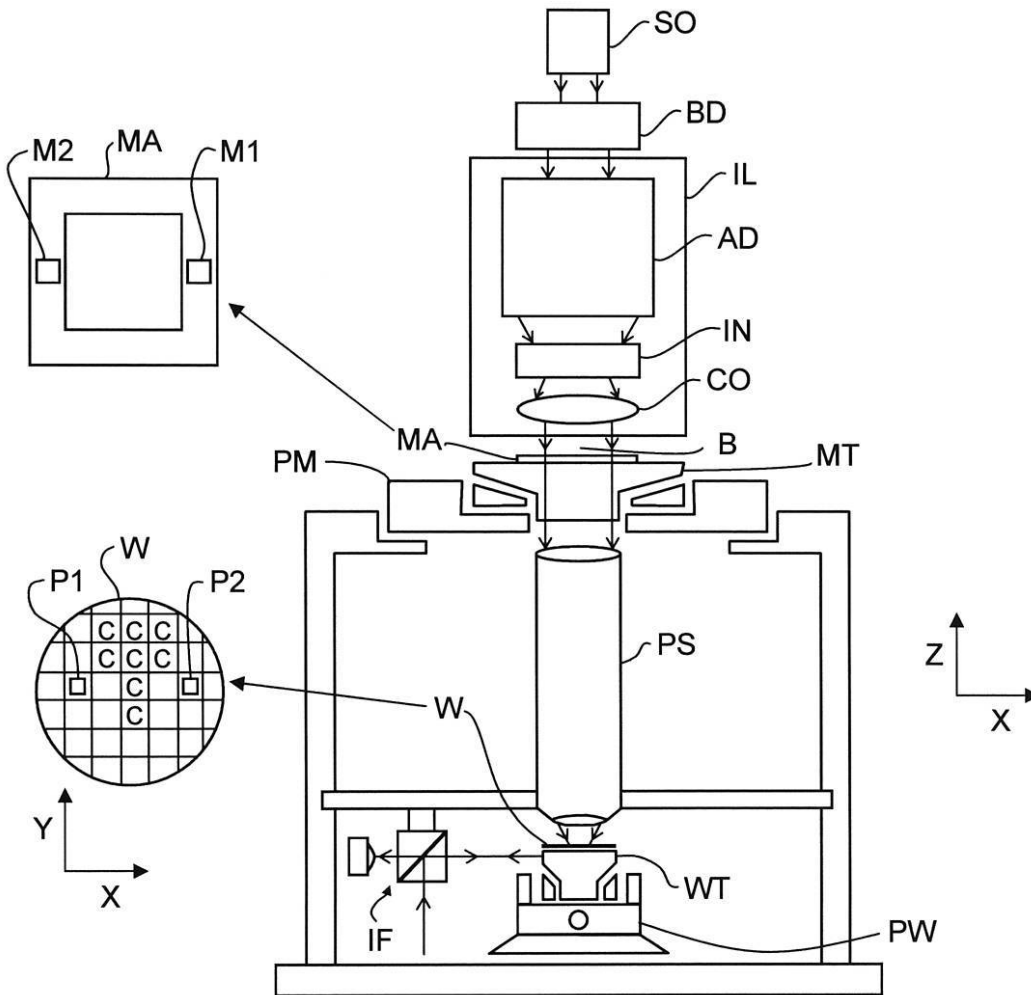
【図8】本発明の第2の好ましい実施例によるシステムのレンズの移動に対するサーボ誤差及びレンズ・トラッキング誤差の時間応答を示すグラフである。

【符号の説明】

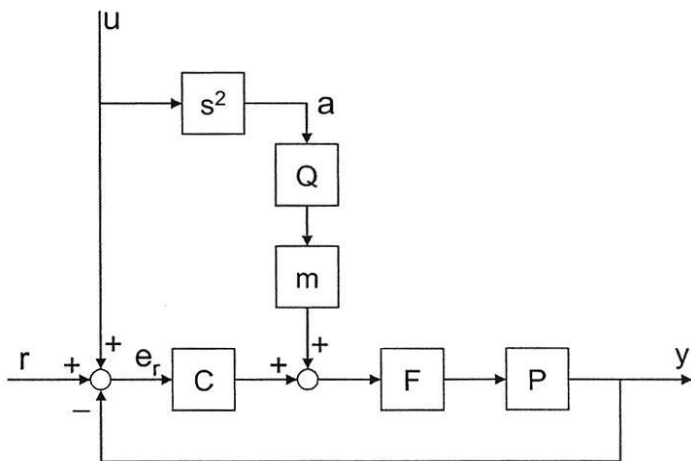
【0068】

- a 加速度信号
- A D 放射ビームの角強度分布を調整するためのアジャスタ
- B 放射ビーム 10
- B D ビーム引渡しシステム
- C 制御ユニット
- C O コンデンサ
- e<sub>r</sub> サーボ誤差
- e<sub>u</sub> レンズ・トラッキング誤差（投影システム・トラッキング誤差）
- F フィルタ・ユニット
- I F 位置センサ
- I L 照明システム（イルミネータ）
- I N インテグレータ
- L フィルタ 20
- m 基板テーブルの質量（質量掛算器）
- M A パターニング・デバイス（マスク）
- M T マスク支持構造（マスク・テーブル）
- M 1、M 2 マスク・アライメント・マーク
- P 伝達関数
- P M 第1の位置決めデバイス
- P S 投影システム
- P W 第2の位置決めデバイス
- P 1、P 2 基板アライメント・マーク
- Q フィードフォワード・フィルタ 30
- r 基板テーブル位置基準信号
- S O 放射源
- u レンズの実際の位置を表す信号（レンズの位置）
- W 基板
- W T 基板テーブル
- y 基板テーブルの実際の位置

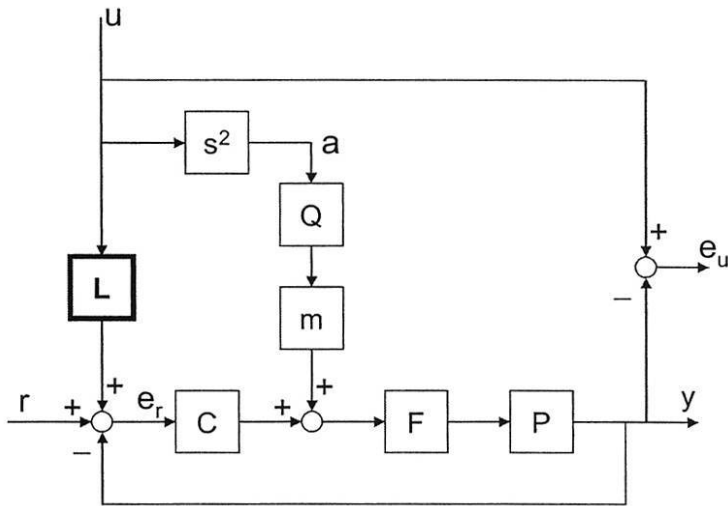
【 図 1 】



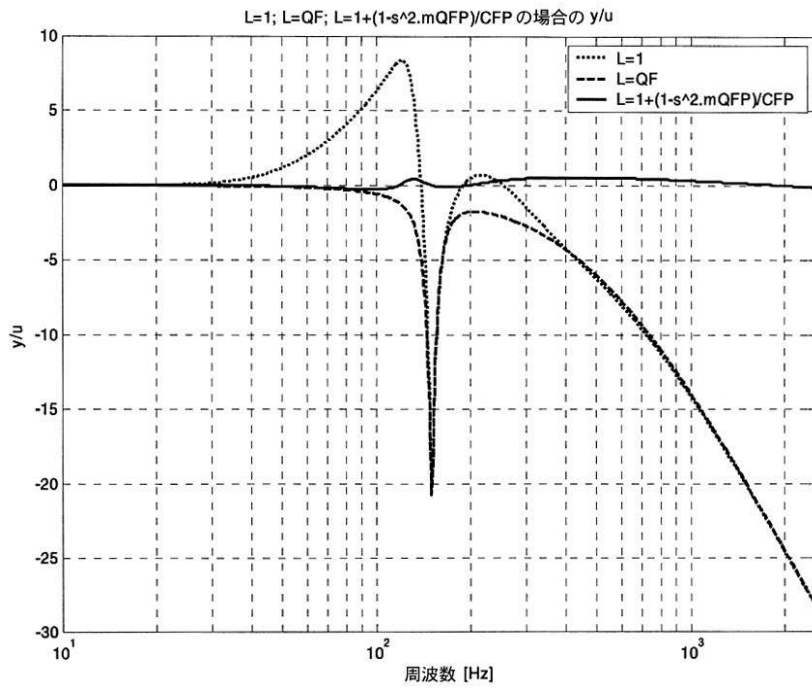
【 図 2 】



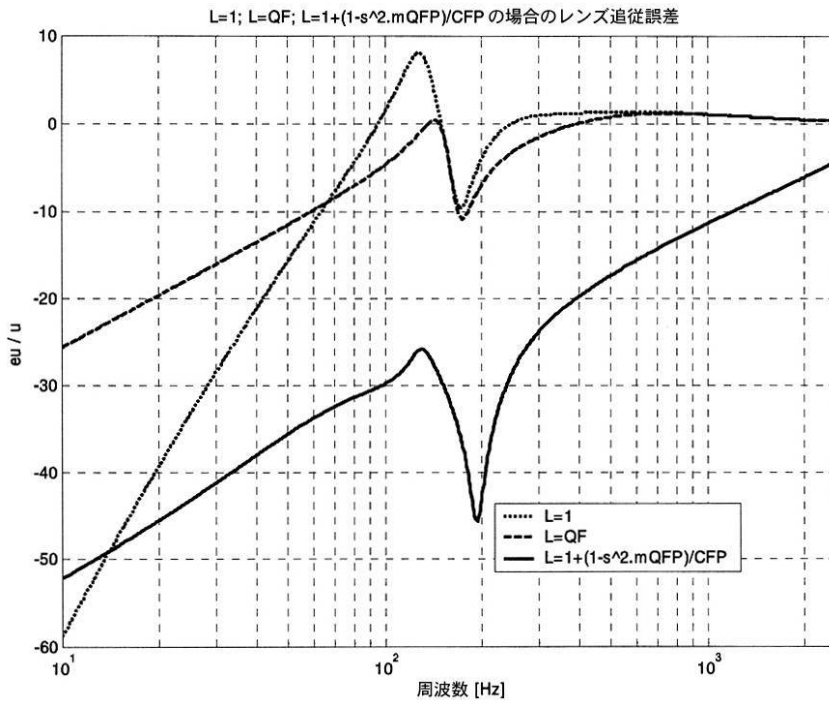
【 図 3 】



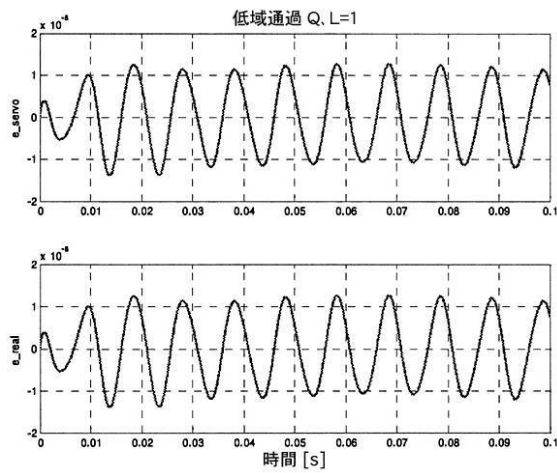
【 図 4 】



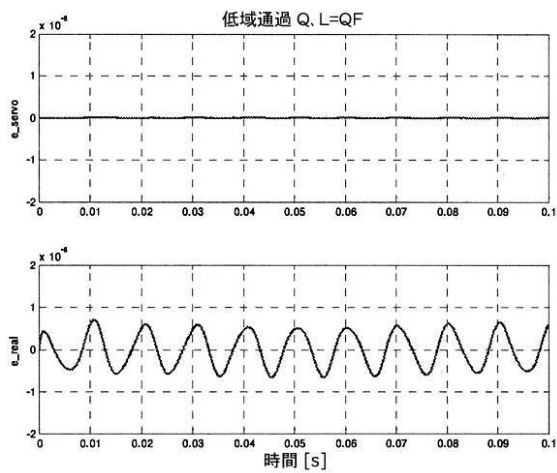
【 図 5 】



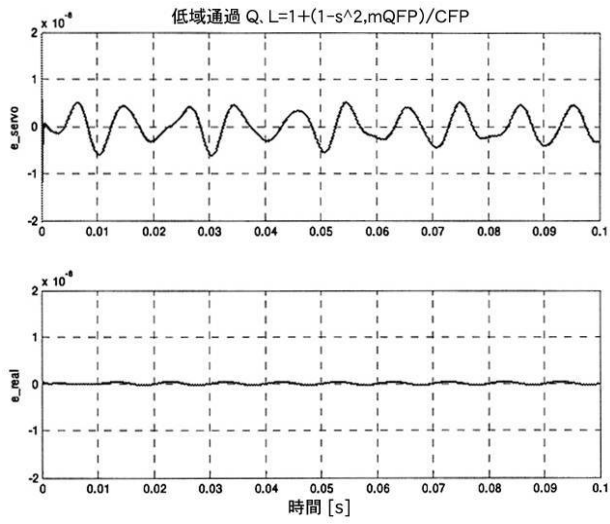
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 エフェルト ヘンドリック ヤン ドラーイエル  
オランダ国、アイントホーフェン、ピスチョップスモレン 37  
(72)発明者 マルクス ヨーゼフ エリザベス ゴトフリート プロイケルス  
オランダ国、アイントホーフェン、ヘンネーフェン 4

審査官 岩本 勉

- (56)参考文献 特開2004-100953(JP,A)  
特開2001-035784(JP,A)  
特開平10-261580(JP,A)  
特開平11-307448(JP,A)  
特開2000-182955(JP,A)  
特開2000-339032(JP,A)  
特開平03-123910(JP,A)  
特開2005-303035(JP,A)  
特開2007-173808(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027  
G03F 7/20  
G03F 9/00