

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-522820  
(P2019-522820A)

(43) 公表日 令和1年8月15日(2019.8.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO3F 7/20 (2006.01)</b>	GO3F 7/20 501	2H197
<b>HO1L 21/68 (2006.01)</b>	GO3F 7/20 521	5F131
	HO1L 21/68 K	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2019-500808 (P2019-500808)  
 (86) (22) 出願日 平成29年6月27日 (2017.6.27)  
 (85) 翻訳文提出日 平成31年3月7日 (2019.3.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2017/065800  
 (87) 国際公開番号 WO2018/015114  
 (87) 国際公開日 平成30年1月25日 (2018.1.25)  
 (31) 優先権主張番号 16180164.2  
 (32) 優先日 平成28年7月19日 (2016.7.19)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 504151804  
 エーエスエムエル ネザーランズ ビー.  
 ブイ.  
 オランダ国 ヴェルトホーフェン 550  
 O エーエイチ, ビー. オー. ボックス  
 324  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史  
 (74) 代理人 100117189  
 弁理士 江口 昭彦  
 (74) 代理人 100134120  
 弁理士 内藤 和彦

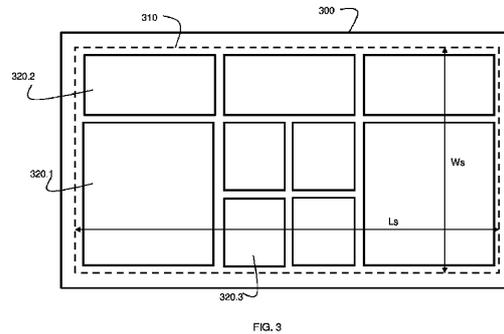
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィステップにおける基板に施されるべきパターン組み合わせの決定

(57) 【要約】

複数の基板を処理するように構成された直接書込み露光装置が記載され、この装置は、使用可能パターニングエリアを有する基板を保持するように構成された基板ホルダと、異なるパターンを基板上に投影するように構成されたパターニングシステムと、複数の基板の内の第1の基板に施されるべき1つ又は複数のパターンの第1の組み合わせを決定することと、複数の基板の内の第2の次の基板に施されるべき1つ又は複数のパターンの第2の異なる組み合わせを決定することと、を行うように構成された処理システムとを含む。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の基板を処理するように構成された直接書込み露光装置であって、  
使用可能パターンニングエリアを有する基板を保持するように構成された基板ホルダと、  
異なるパターンを前記基板上に投影するように構成されたパターンニングシステムと、  
処理システムであって、

前記異なるパターンから選択された、前記複数の基板の内の第 1 の基板に施されるべき 1 つ又は複数のパターンの第 1 の組み合わせを決定することと、

前記 1 つ又は複数のパターンの第 1 の組み合わせとは異なる、前記複数の基板の内の第 2 の次の基板に施されるべき 1 つ又は複数のパターンの第 2 の組み合わせを決定することと、

10

を行うように構成された、処理システムと、  
を含む装置。

**【請求項 2】**

前記パターンニングシステムが、

所望のパターンに従って変調された放射を提供することと、

前記基板の前記使用可能パターンニングエリア上の所望の場所上に、前記変調された放射を投影することと、

を行うように構成される、請求項 1 に記載の直接書込み露光装置。

20

**【請求項 3】**

前記複数の基板が、1 つのロットの基板を形成する、請求項 1 に記載の直接書込み露光装置。

**【請求項 4】**

前記パターンニング処理システムが、

前記所望のパターンに従って変調された前記放射を提供するように構成されたパターンニングデバイスと、

前記変調された放射を前記基板の前記使用可能パターンニングエリア上の前記所望の場所上に投影するように構成された投影システムと、

を含む、請求項 1 に記載の直接書込み露光装置。

**【請求項 5】**

30

前記処理システムが、基板ユーティライゼーション基準を使用して、前記第 1 の組み合わせ及び前記第 2 の組み合わせを決定するように構成される、請求項 1 に記載の直接書込み露光装置。

**【請求項 6】**

前記基板ユーティライゼーション基準が、前記使用可能パターンニングエリアの寸法及び前記異なるパターンの寸法に基づいた最適化関数を含む、請求項 5 に記載の直接書込み露光装置。

**【請求項 7】**

前記基板ユーティライゼーション基準が、製造パラメータ又は基準を含む、請求項 6 に記載の直接書込み露光装置。

40

**【請求項 8】**

前記製造パラメータ若しくは基準が、前記 1 つ若しくは複数のパターンの所望の生産を示す生産性ユーティライゼーション基準を含み、又は前記製造パラメータ若しくは基準が、基板欠陥場所と関連付けられる、請求項 7 に記載の直接書込み露光装置。

**【請求項 9】**

前記製造パラメータ又は基準が、制約として、前記最適化関数において適用される、請求項 8 に記載の直接書込み露光装置。

**【請求項 10】**

直接書込み露光装置を構成する方法であって、前記方法が、

前記装置によって処理されるべき基板の使用可能パターンニングエリアの寸法を受信する

50

ステップと、

前記基板上へのパターンニングに利用できる異なるパターンの寸法を受信するステップと

、  
前記異なるパターンから選択された、前記基板上に施されるべき1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップであって、前記1つ又は複数のパターンの組み合わせが、オーバーラップせずに、前記使用可能パターンニングエリア上にフィットする、ステップと、

を含み、

前記1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定する前記ステップが、基板ユーティライゼーション基準を使用する、方法。

10

【請求項11】

前記基板ユーティライゼーション基準が、前記使用可能パターンニングエリアの前記寸法及び前記異なるパターンの前記寸法に基づいた最適化関数を含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

製造パラメータを受信するステップをさらに含み、

及び前記基板ユーティライゼーション基準が、前記製造パラメータを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

使用可能パターンニングエリアを有する基板を保持するように構成された基板ホルダと、  
所望のパターンに従って変調された放射を提供するように構成されたパターンニングデバイスと、

20

前記基板の前記使用可能パターンニングエリア上の所望の場所上に、前記変調された放射を投影するように構成された投影システムと、

前記パターンニングデバイス及び前記投影システムが、前記基板上に異なるパターンを投影するように構成され、

複数の基板のそれぞれに対して、基板ユーティライゼーション基準を使用して、前記異なるパターンから選択された、前記基板上に施されるべき1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップを行うことによって、前記複数の基板を処理するように構成された処理システムと、

30

を含む、露光装置。

【請求項14】

前記処理システムが、前記複数の基板のそれぞれに対して、

決定された前記1つ又は複数のパターンの組み合わせを用いて、前記基板を露光させるように前記露光装置を制御するステップを行うようにさらに構成される、請求項13に記載の露光装置。

【請求項15】

前記基板ユーティライゼーション基準が、前記使用可能パターンニングエリアの寸法及び前記異なるパターンの寸法に基づいた最適化関数を含む、請求項13に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年7月19日に提出され、及び本明細書においてその全体が援用される欧州特許出願第16180164.2号の優先権を主張するものである。

【0002】

[0002] 本発明は、リソグラフィ装置、特に、直接書込みリソグラフィ装置に関する。

【背景技術】

【0003】

[0003] リソグラフィ装置は、基板又は基板の一部の上に所望のパターンを施すマシン

50

である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路（IC）、フラットパネルディスプレイ、及び微細フィーチャを有する他のデバイス又は構造の製造において使用することができる。従来のリソグラフィ装置においては、パターニングデバイス（パターニングデバイスは、マスク又はレチクルと呼ばれる場合がある）を使用して、IC、フラットパネルディスプレイ、又は他のデバイスの個々の層に対応する回路パターンを生成することができる。このパターンは、例えば基板上に設けられた放射感応性材料（レジスト）の層上へのイメージングにより、基板（例えば、シリコンウェーハ又はガラス板）（の一部）上に転写することができる。

【0004】

【0004】 回路パターンの代わりに、パターニングデバイスを使用して、他のパターン、例えば、カラーフィルタパターン又はドットマトリクスを生成することができる。従来のマスクの代わりに、パターニングデバイスは、回路又は他の適用可能なパターンを生成する、個別アドレス可能素子アレイを含むパターニングアレイを含んでいてもよい。従来のマスクをベースとしたシステムと比較した、上記「マスクレス」システムの利点は、より迅速に、且つより低いコストで、パターンの提供及び/又は変更が可能な点である。

10

【0005】

【0005】 従って、マスクレスシステムは、プログラマブルパターニングデバイス（例えば、空間光変調器、コントラストデバイスなど）を包含する。プログラマブルパターニングデバイスは、個別アドレス可能素子アレイを使用して、所望のパターン形成されたビームを形成するようにプログラムされる（例えば、電子的又は光学的に）。プログラマブルパターニングデバイスの種類には、マイクロミラーアレイ、液晶ディスプレイ（LCD）アレイ、格子ライトバルブアレイなどが包含される。

20

【発明の概要】

【0006】

【0006】 フレキシブルな低コストリソグラフィ装置を提供することが望ましい。

【0007】

【0007】 本発明のある実施形態では、複数の基板を処理するように構成された直接書込み露光装置であって、

使用可能パターニングエリアを有する基板を保持するように構成された基板ホルダと、異なるパターンを基板上に投影するように構成されたパターニングシステムと、  
処理システムであって、

30

異なるパターンから選択された、複数の基板の内の第1の基板に施されるべき1つ又は複数のパターンの第1の組み合わせを決定することと、

1つ又は複数のパターンの第1の組み合わせとは異なる、複数の基板の内の第2の次の基板に施されるべき1つ又は複数のパターンの第2の組み合わせを決定することと、

を行うように構成された、処理システムと、  
を含む装置が提供される。

【0008】

【0008】 本発明の別の実施形態では、直接書込み露光装置を構成する方法であって、この方法が、

40

装置によって処理されるべき基板の使用可能パターニングエリアの寸法を受信するステップと、

基板上へのパターニングに利用できる異なるパターンの寸法を受信するステップと、

異なるパターンから選択された、基板上に施されるべき1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップであって、1つ又は複数のパターンの組み合わせが、オーバーラップせずに、使用可能パターニングエリア上にフィットする、ステップと、

を含み、

1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップが、基板ユーティライゼーション基準を使用する、方法が提供される。

【0009】

50

[0009] 本発明のさらに別の実施形態では、使用可能パターンニングエリアを有する基板を保持するように構成された基板ホルダと、所望のパターンに従って変調された放射を提供するように構成されたパターンニングデバイスと、

基板の使用可能パターンニングエリア上の所望の場所上に、変調された放射を投影するように構成された投影システムと、

パターンニングデバイス及び投影システムが、基板上に異なるパターンを投影するように構成され、

複数の基板のそれぞれに対して、基板ユーティライゼーション基準を使用して、異なるパターンから選択された、基板上に施されるべき1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップを行うことによって、複数の基板を処理するように構成された処理システムと、

を含む、露光装置が提供される。

【0010】

[0010] 本明細書に組み込まれ、及び本明細書の一部を形成する添付の図面は、発明の実施形態を図示し、並びに、発明の詳細な説明と共に、本発明の実施形態の原理を説明することと、関連技術の当業者が実施形態を製造及び使用することを可能にすることとにさらに役立つ。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1a】 [0011] 本発明のある実施形態によるリソグラフィ装置の一部を模式的に描く。

【図1b】 [0012] 本発明によるリソグラフィ装置において適用することができる処理システムを模式的に描く。

【図2】 [0013] 先行技術のリソグラフィ装置を用いて得ることができる基板のユーティライゼーションを模式的に描く。

【図3】 [0014] 本発明によるリソグラフィ装置を用いて得ることができる基板のユーティライゼーションを模式的に描く。

【図4a】 [0015] 図3の基板の代替的ユーティライゼーションを模式的に描く。

【図4b】 [0015] 図3の基板の代替的ユーティライゼーションを模式的に描く。

【図4c】 [0015] 図3の基板の代替的ユーティライゼーションを模式的に描く。

【図5】 [0016] 図3に示すようなパターンの組み合わせの代替配置を模式的に描く。

【図6】 [0017] 3つの異なるデバイスに関する、利用可能なデバイスのレベル対所望のデバイスのレベルを模式的に描く。

【図7】 [0018] 欠陥を包含する基板のユーティライゼーションを模式的に描く。

【図8】 [0019] 欠陥のないサブエリアへの基板の使用可能パターンニングエリアの細分化を模式的に描く。

【図9】 [0020] 欠陥を包含する基板の代替的ユーティライゼーションを模式的に描く。

【図10】 [0021] 図3の基板ユーティライゼーションに関する利用可能なカッティングラインを模式的に描く。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[0022] 幾つかの実施形態、又はリソグラフィ装置、特に直接書込みリソグラフィ装置、及びリソグラフィ装置を動作させる方法を本明細書に開示する。

【0013】

[0023] 本発明の意義の範囲内で、直接書込み露光装置は、プログラマブルパターンニングデバイス（例えば、空間光変調器、コントラストデバイスなど）を含むマスクレスリソグラフィ装置を指す。プログラマブルパターンニングデバイスは、個別アドレス可能素子アレイを使用して、所望のパターン形成されたビームを形成するようにプログラムされる（例えば、電子的又は光学的に）。プログラマブルパターンニングデバイスの種類には、マイクロミラーアレイ、液晶ディスプレイ（LCD）アレイ、及び格子ライトバルブアレイな

10

20

30

40

50

どが包含される。このようなパターンングデバイスに関するさらなる詳細を以下に提供する。

【0014】

[0024] しかし、ある実施形態では、本発明は、マスクを含むリソグラフィ露光装置において適用されてもよく、例えば、このマスクは、例えば投影システムを介して、処理されるべき基板上に投影することができる複数の異なるパターンを備えていてもよい。

【0015】

[0025] 本発明のある実施形態では、マスクレスリソグラフィ装置、直接書込み露光装置、又はマスクレス露光装置とも呼ばれる直接書込みリソグラフィ装置は、異なるパターン、例えば、N個の異なるパターン（Nは、1より大きい整数値である）を基板上に投影するように構成されてもよい。具体的には、直接書込み露光装置は、このようなパターンを基板上に投影するためのパターンングシステムを含んでいてもよい。

10

【0016】

[0026] 本発明のある実施形態では、直接書込み露光装置は、図1aに模式的に示すように、基板ホルダ、パターンングデバイスシステム、及び処理システムを含んでいてもよい。図1aは、本発明のある実施形態による直接書込み装置100を模式的に示し、この装置は、オブジェクトホルダ、パターン（例えば、変調放射パターン）をオブジェクト114（例えば、基板）上に投影するように構成されたパターンングシステム100.1を含む。図示した実施形態では、パターンングシステム100.1は、パターンングデバイス104及び投影システム108を含む。

20

【0017】

[0027] 本発明によれば、パターンングシステム100.1は、異なるパターンを基板上に投影するように構成される。

【0018】

[0028] プログラマブルパターンングデバイスを使用した基板の投影又はパターンングが、マスク上で利用可能な、ある特定のパターンに限られないので、直接書込み露光装置は、基板のより多目的及びよりフレキシブルなユーティライゼーションを可能にする。

【0019】

[0029] ある実施形態では、異なるデバイス、例えば、異なる解像度又はピクセル密度を有する異なるディスプレイ又はスクリーンを生成するために、異なるパターンを施すことができる。

30

【0020】

[0030] ある実施形態では、異なるパターンは、異なる寸法を有していてもよい。

【0021】

[0031] 本発明による直接書込み又はマスクレス露光装置は、露光装置の様々なコンポーネントを制御するように構成された処理システム100.2をさらに含む。ある実施形態では、処理システム100.2は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、又はコンピュータなどの1つ又は複数の処理装置を含んでいてもよく、このような処理装置は、一般的に、データ（例えば、処理装置の入力端子で受信した入力データ）を処理し、及び処理データ（例えば、露光装置のコンポーネントの1つ又は複数を制御するための制御信号）を出力するように構成され、処理データは、処理装置の出力端子を介して出力される。ある実施形態では、処理システム100.2は、直接書込み装置内に位置していてもよい。代替的に、処理システム100.2は、装置から離れて位置していてもよく、例えば、通信ネットワークを介して接続されてもよい。図1bは、本発明において適用することができる処理システム又は処理装置のある可能な構造を模式的に示す。本発明において適用される処理システム1600は、例えば、受信したデータ又は信号を処理するためのプロセッサ1600.1、マイクロプロセッサ、又はコンピュータなどを含んでいてもよい。ある実施形態では、処理システムは、メモリ1600.2、又は例えば測定システムから受信した信号、若しくは情報などのデータを保存するためのメモリユニットをさらに含んでいてもよい。図示した実施形態においては、処理装置1600は、データ又は信号

40

50

1610を受信するための入力端子1600.3、及び信号又はデータ1620（例えば、処理装置1600のプロセッサ1600.1によって処理された後に得られたデータ又は信号）を出力するための出力端子1600.4を含む。通信路が、処理装置1600内の（矢印で示す）入力端子1600.3と出力端子1600.4との間、及びプロセッサ1600.1とメモリユニット1600.2との間に設けられてもよい。

【0022】

[0032] 本発明のある実施形態では、適用される処理システムは、例えば、どの1つ又は複数のパターンが、特定の基板上に施されるべきであるかを決定するように構成されてもよい。具体的には、本発明のある実施形態では、処理システムは、

露光装置によって処理されるべき1つのロットの基板中のある基板に関して、その基板に施されるべき1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定すること、及び

上記ロットの基板中の次の基板に関して、次の基板上に施されるべき1つ又は複数のパターンの異なる組み合わせを決定すること、

を行うように構成されてもよい。

【0023】

[0033] 従って、このような実施形態では、処理システム（例えば、図1bに示すような処理システム1600）は、1つのロットの基板の各基板に関して、どの1つ又は複数のパターンが施されるべきかを決定するように構成することができる。既に述べた通り、異なるパターンは、例えば、製造されるべき異なるデバイス、及び/又は異なる寸法を有するパターンに関連してもよい。従って、図1bを参照して、処理システム1600は、パターン形成することができる異なるパターンに関する情報（具体的には、幾何学的情報）を受信するように構成されてもよい。この情報は、例えば、処理システムの入力端子1600.3を介して受信され、及びメモリユニット1600.2に保存されてもよい。

【0024】

[0034] 例えば図1aに示すような本発明のある実施形態では、パターンングシステム100.1は、パターンングデバイス104（パターンングデバイス104は、所望のパターンに従って変調される放射を提供するように構成される）、及び投影システム108（投影システム108は、図1においてパターン形成されたビーム110として示される変調放射を基板上の所望の場所上に投影するように構成される）を含む。

【0025】

[0035] 本発明によれば、パターンを投影することができる基板のエリアは、一般に、使用可能パターンングエリアと呼ばれる。

【0026】

[0036] 従って、本発明のある実施形態によれば、露光装置において適用される処理システムは、どのパターン、具体的には、例えばN個の利用可能なパターンの中から選択された1つ又は複数のパターンのどの組み合わせが、使用可能パターンングエリア上に投影されるべきであるかを決定するように構成される。

【0027】

[0037] ある実施形態では、処理システム（例えば、専用処理装置）は、パターンングシステム100.1（例えば、パターンングデバイス104及び/又は投影システム108）を制御して、決定された1つ又は複数のパターンの組み合わせで基板を露光させる、すなわち、1つ又は複数のパターンを表す変調放射を使用可能パターンングエリア内の適宜の場所上に投影させるように構成されてもよい。

【0028】

[0038] 従って、本発明の意義の範囲内で、「1つ又は複数のパターンの組み合わせの決定」は、施されるべき1つ又は複数のパターンを選択するステップ、及び1つ又は複数のパターンの適宜の場所を決定するステップの両方を含む。当業者には理解されるように、1つ又は複数のパターンの組み合わせは、1つ又は複数のパターンの組み合わせが、オーバーラップせずに、使用可能パターンングエリア上にフィットするという要件を満たすべきである。

10

20

30

40

50

【0029】

[0039] ある実施形態では、1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップは、パターンの適宜の分離又はダイシングを可能にするために、特定の製造上の制約（例えば、基板上の隣接するパターン間の所望の間隔又は必要とされる間隔）も考慮に入れることができる。

【0030】

[0040] 本発明のある実施形態では、本発明による露光装置において適用される処理システムは、基板ユーティライゼーション基準と呼ばれる基準を用いて、施されるべき1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するように構成される。

【0031】

[0041] 本発明のある実施形態では、基板ユーティライゼーション基準を使用して、使用可能パターンニングエリアを最大限に利用するために最も適した1つ又は複数のパターンの組み合わせを決定することができる。

【0032】

[0042] これを以下の図に示す。

【0033】

[0043] 図2は、露光装置が、ある特定のパターンをパターン形成する能力のみを備えている場合の基板の使用可能パターンニングエリアのユーティライゼーションを模式的に示す。図2は、特定のパターン220が3回投影された使用可能パターンニングエリア210を有する基板200を模式的に示し、このパターンは、長さL及び幅Wを有する。見て分かるように、基板の幅Wsと、装置によって施すことができるパターン220の幅Wとの間のミスマッチにより、パターン形成することができない基板のかなりの部分が、依然として残っている。

【0034】

[0044] 装置が、異なるパターン（例えば、異なるサイズを有するパターン）を基板上に投影するように構成される場合、使用可能パターンニングエリアをより効果的に使用することができる。

【0035】

[0045] 図3は、3つの異なるサイズのパターン320.1、320.2、及び320.3の組み合わせが投影される使用可能パターンニングエリア310を有する基板300を模式的に示す。見て分かるように、異なるサイズのパターンの組み合わせを使用することによって、使用可能パターンニングエリアのより効果的なユーティライゼーションを行うことができる。

【0036】

[0046] 本発明のある実施形態では、使用可能パターンニングエリアのユーティライゼーションUは、以下によって、数学的に表すことができる。

[0047]

【数1】

$$U = \frac{\sum_{i=1}^M A_i}{A_s} \quad (1)$$

式中、

M = 使用可能パターンニングエリア上に施されるパターンの数、

$A_i$  = M個のパターンの内のパターンiの面積、

$A_s$  = 基板の使用可能パターンニングエリア

【0037】

[0048] ある実施形態では、パターンの面積は、必要とされるマージン（例えば、スクライプライン又はスクライプレーンのマージン）を考慮に入れてもよい。

【0038】

[0049] ユーティライゼーションUは、それが、基板のどの部分が、パターンで効果的に埋められているかを表す点で、基板のフィルファクタとも呼ばれる場合がある。

【0039】

[0050] 従って、図3に示す例では、ユーティライゼーションUは、 $2 \times$ パターン320.1の面積、 $3 \times$ パターン320.2の面積、及び $4 \times$ パターン320.3の面積を加算し、並びにこれを使用可能パターンニングエリアの面積  $A_s = W_s \times L_s$  によって除算することによって計算することができる。そのため、基板ユーティライゼーション基準Uは、組み合わせで使用される異なるパターンの寸法、及び基板の使用可能パターンニングエリアの寸法を利用することに注目することができる。

10

【0040】

[0051] 本発明のある実施形態では、リソグラフィ装置において適用される処理システム（例えば、図1aに示すような処理システム100.2）は、複数の異なる組み合わせに関する基板ユーティライゼーション基準を評定し、及び最も好適な組み合わせを選択するように構成されてもよい。このような実施形態では、基板ユーティライゼーション基準は、最適化関数（例えば、数式(1)などの基板のユーティライゼーションの数式）を含んでいてもよい。

【0041】

20

[0052] 当業者には認識されるように、露光装置が、基板上にN個の異なるパターンを投影する能力を備える場合、基板の使用可能パターンニングエリアをパターンで実質的に埋めるために、様々な選択肢、すなわち、1つ又は複数のパターンの様々な組み合わせが存在してもよい。これを図4(a)~4(c)に示す。

【0042】

[0053] 図4(a)~4(c)は、露光装置が、図3に示されるようなパターン320.1、320.2、及び320.3を施す能力を備える場合に、基板400を露光させるための3つの代替的組み合わせを模式的に示す。

【0043】

[0054] 図4(a)では、基板に施されるパターンの組み合わせは、パターン320.2の9つの投影から成る。

30

【0044】

[0055] 図4(b)では、基板に施されるパターンの組み合わせは、パターン320.3の18個の投影から成る。

【0045】

[0056] 図4(c)では、基板に施されるパターンの組み合わせは、パターン320.1の3つの投影及びパターン320.2の3つの投影から成る。

【0046】

[0057] 理解されるように、3つの利用可能なパターン全てを組み合わせると、多数のパターンの組み合わせが可能である。この点において、既に上記で示した通り、1つ又は複数のパターンのある特定の組み合わせは、施されるパターン及びパターンの特定の場所の両方によって特徴付けられることが注目し得る。

40

【0047】

[0058] これを例示するために、図5に模式的に示すようなパターン320.1、320.2、及び320.3の組み合わせは、各種類について同数のパターンが基板500に施される事実にもかかわらず、図3に示される組み合わせとは異なると見なされる。具体的には、図5に示されるようなパターンの組み合わせも、図2と同様に、サイズ320.1の2つのパターン、サイズ320.2の3つのパターン、及びサイズ320.3の4つのパターンを含む。

【0048】

50

【0059】 例えば方程式(1)によって表現されるように、基板の使用可能パターンニングエリアの最適なユーティライゼーションを目指す場合、例えば、N個の異なるパターンの中から選択された、同じ又は実質的に同じユーティライゼーションをもたらす1つ又は複数のパターンの多数の組み合わせがまだ存在することに気付くかもしれない。具体的には、基板300と同じ使用可能パターンニングエリアを有する基板500を仮定すると、図3の基板300のユーティライゼーションは、図5に示される基板500のユーティライゼーションと同じになることを当業者であれば認識するだろう。さらに、図4(a)~4(c)に示されるような基板400のユーティライゼーションが、図3及び図5に示される基板のユーティライゼーションからあまり外れないと評定することもできる。

【0049】

【0060】 そのため、施されるべきパターンのある特定の組み合わせに至るための基準として単に基板ユーティライゼーションを適用することにより、同じ又は実質的に同じユーティライゼーションを有する複数の組み合わせがもたらされる場合がある。このような状況では、基板上に施されるべき実際の組み合わせを決定するために、より詳細な基板ユーティライゼーション基準を利用することができる。

【0050】

【0061】 従って、本発明のある実施形態では、リソグラフィ装置において適用される処理システムは、ある特定の基板(例えば、1つのロットの基板中のある特定の基板)上に施されるべきパターンの好ましい組み合わせに至るために、代替的若しくは追加的基準、又は境界条件を考慮に入れるように構成されてもよい。

【0051】

【0062】 本発明のある実施形態では、処理システムは、製造パラメータを含む基板ユーティライゼーション基準を利用し、又は基板ユーティライゼーション基準及び製造基準を含む結合基準を利用する。後者の場合、両基準の相対的重要性を調整するために、重み係数を適用することができる。このような製造パラメータ又は基準の使用は、様々な可能な組み合わせの区別をさらにつけるために適用されてもよい。例えば、重み係数を適用することによって、様々な基準の相対的重要性を調整することができる。

【0052】

【0063】 以下では、基板ユーティライゼーション基準において、又はそのような基準と組み合わせで適用することができる製造パラメータ又は基準の幾つかの例を議論する。

【0053】

【0064】 第1の例として、製造パラメータ又は基準が、N個の異なるパターンの所望の生産と関連付けられてもよい。図4(a)及び4(b)に模式的に示されるような基板のユーティライゼーションを参照して、図4(a)に示されるようなパターンの組み合わせ、又は図4(b)に示されるようなパターンの組み合わせを施すことにより、パターン320.2を有するデバイス、及び/又はパターン320.3を有するデバイスの製造がもたらされることが理解できるだろう。このような状況では、パターン320.1を用いて作られるデバイスはない。ある特定のパターンと関連付けられた、ある特定のデバイスの所望の生産を考慮に入れるために、製造パラメータ又は基準は、例えば、以下の情報の1つ又は複数を利用してよい。

- ある特定のデバイスの予測デマンド、
- ある特定のデバイスの利用可能なストック、
- ある特定のデバイスの利用可能な生産手段、
- その他。

このようなパラメータを使用して、最も必要とされるパターンの組み合わせを優先する基準を考案することができる。

【0054】

【0065】 図6を参照して、このような基準の、ある可能な実施をここに示す。図6は、N個のデバイス又はパターンの中から3つの異なるパターンタイプ又はデバイスN\_\_1、N\_\_2、及びN\_\_3に関して、利用可能なデバイスの実際の数(例えば、在庫、実線60

10

20

30

40

50

0で示す)及びデバイスの所望の又は必要とされる数(点線610で示す)を模式的に示す。図示した状況に関して、利用可能なデバイスN<sub>1</sub>及びN<sub>3</sub>の実際の数、所望の又は必要とされる数よりも大きく、利用可能なデバイスN<sub>2</sub>の実際の数、デバイスの所望の又は必要とされる数よりも小さいことを観察できる。このような分析が利用可能である場合、この知識を使用して、パターンの最も好適な又は好ましい組み合わせを選択することができる。具体的には、デバイスの実際の数と、デバイスの所望の数との間のミスマッチに対処するために、デバイスN<sub>2</sub>と関連付けられた1つ又は複数のパターンを包含するパターンの組み合わせが、このパターンを含有しない組み合わせよりも優先されるべきである。

【0055】

[0066] これをどのように数学的に実施することができるかの一例が、方程式(2)により与えられる。

【数2】

$$P = \sum_{i=1}^M P_i, P_i = \frac{DP_i - AP_i}{DP_i} \quad (2)$$

式中、

P = 生産ユーティライゼーション、

M = 使用可能パターンングエリアに施されるパターンの数、

DP<sub>i</sub> = パターンiを使用して作られるデバイスの所望の又は必要とされる生産又はストック、

AP<sub>i</sub> = パターンiを使用して作られるデバイスの利用可能な生産又はストック。

【0056】

[0067] 方程式(2)から分かるように、生産性ユーティライゼーションPは、必要とされるパターン(所望の生産又はストックが、実際の生産又はストックより大きい)に対しては、正の寄与(DP<sub>i</sub> > AP<sub>i</sub>)を有し、及び必要とされないパターン(実際のストックが、所望のストックよりも大きい)に対しては、負の寄与を有する。

【0057】

[0068] 方程式(2)は、所望のストックと実際のストックとの間の相違を考慮に入れた製造基準又はパラメータの一例と見なすことができる。

【0058】

[0069] 図示したような例では、正又は負の寄与は、特定のタイプiのパターンの数に比例して行われる。

【0059】

[0070] 理解されるように、生産又は製造上の観点から、パターンのある特定の組み合わせが望まれるか否かを評価するための多数の代替基準を考案することができる。

【0060】

[0071] 本発明のある実施形態では、方程式(3)によって示されるように、例えば、例えば方程式(1)によって表されるような基板ユーティライゼーション基準、及び例えば方程式(2)によって表されるような生産性ユーティライゼーション基準を組み合わせた結合基準Cを適用することができる。

10

20

30

40

【数 3】

$$C = \alpha_1 \frac{\sum_{i=1}^M A_i}{As} + \alpha_2 \sum_{i=1}^M P_i = \alpha_1 U + \alpha_2 P \quad (3)$$

式中、

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ ：基板ユーティライゼーションU及び生産ユーティライゼーションPにそれぞれ適用される重み係数。 10

【0061】

[0072] このような結合ユーティライゼーション基準が使用される場合、本発明によるリソグラフィ装置において適用される処理システムは、パターンの複数の組み合わせに関して、例えば方程式(3)によって表されるような結合ユーティライゼーションを評定し、及び最大結合ユーティライゼーションを有する組み合わせを選択するように構成されてもよい。

【0062】

[0073] 結合基準の適用に代わる手段として、本発明によるリソグラフィ装置において適用される処理システムは、施されるべきパターンの好ましい組み合わせに至るために、異なる基準を順次適用するように構成されてもよい。このような実施形態では、処理システムは、例えば、基板ユーティライゼーション基準を使用して(例えば、方程式(1)を使用して)、パターンの複数の異なる組み合わせを評定し、所望の又は必要とされる最小基板ユーティライゼーション値(例えば、 $U > 0.9$ )を有する上記組み合わせの1つのセットを選択し、例えば方程式(2)を使用して、選択された組み合わせのセットの生産性ユーティライゼーションを評価し、及び最も高い生産性ユーティライゼーションPを有する組み合わせを選択するように構成されてもよい。 20

【0063】

[0074] 本発明において適用することができる製造パラメータ又は基準の第2の例として、欠陥情報に言及することができる。本発明のある実施形態では、本発明によるリソグラフィ装置において適用される処理システムは、例えば、処理システムの入力端子において、ある特定の基板に関連付けられた欠陥情報を受信するように構成されてもよい。具体的には、処理システムは、処理されるべき基板上の欠陥の場所を示す情報を受信することができる。このような欠陥情報は、例えば、欠陥に関して基板をスキャンした後に、利用できるようにすることができる。欠陥に関するこのようなスキャンは、例えば、リソグラフィ装置自体において実施されてもよく、又はリソグラフィ装置の外で行われてもよい。 30

【0064】

[0075] 施されるべき1つ又は複数のパターンの適宜の組み合わせの選択における、このような欠陥情報の使用を図7に模式的に示す。図7は、使用可能パターンニングエリア710を有する基板700を模式的に示す。基板700は、使用可能パターンニングエリア710内に、基板欠陥場所とも呼ばれる特定の場所に位置する欠陥725をさらに有する。本発明のある実施形態では、リソグラフィ装置の処理システム(例えば、図1に示されるような処理システム100.2)は、施されるべきパターンの組み合わせを決定する際に、欠陥情報を考慮に入れるように構成される。具体的には、処理システムは、パターンのどれも基板欠陥場所とオーバーラップしないように、施されるべき1つ又は複数のパターンの組み合わせの選択及び配置を行うように構成されてもよい。図7では、パターン320.1、320.2、及び320.3の組み合わせが示され、それによって、施されたパターンのどれも欠陥725とオーバーラップしていない。施されたパターンのこの配置は、図4(c)の配置と比較することができ、それによって、欠陥を避けるために、3つのパターン320.1の中央が、3つのパターン320.3に置き換えられている。当業者 40 50

には理解されるように、欠陥情報を考慮するプロセスにより、より高い歩留まり、すなわち、1つの基板又は1つのロットの基板当たりを実現される正しく機能するデバイスのより高い割合又はより大きな数を可能にすることができる。

【0065】

[0076] 施されるべきパターンの組み合わせを決定するプロセスにおいて、欠陥情報を考慮することは、様々なやり方で行うことができる。

【0066】

[0077] 第1の例として、適用される処理システムは、例えば方程式(1)で示されるような基板ユーティライゼーション基準を使用するが、パターンが欠陥場所とオーバーラップする場合には、その寄与を無視するように構成されてもよい。これは、例えば、以下のように表すことができる。

10

【数4】

$$Ud = \frac{\sum_{i=1}^M A_i \cdot \delta_i}{A_s} \quad (4)$$

式中、

U d = 欠陥場所を考慮に入れた基板ユーティライゼーション、

20

M = 使用可能パターンニングエリアに施されるパターンの数、

A<sub>i</sub> = M個のパターンの内のパターンiの面積、

δ<sub>i</sub> = パターンiが欠陥場所とオーバーラップしない場合には、1、

δ<sub>i</sub> = パターンiが欠陥場所とオーバーラップする場合には、0、

A s = 基板の使用可能パターンニングエリア

【0067】

[0078] 第2の例として、処理システムは、使用可能パターンニングを欠陥のないサブエリアに細分化し、及び各サブエリアに対して基板ユーティライゼーション基準を適用するように構成されてもよい。

【0068】

30

[0079] これを図8に模式的に示す。図8では、基板800の使用可能パターンニングエリア810は、欠陥のない2つのエリアS1及びS2に細分化される。この場合、適用される処理システムは、利用可能なパターンの寸法及びサブエリアの寸法を考慮して、各サブエリアの最適なユーティライゼーションを決定するように構成することができる。理解されるように、使用可能パターンニングエリアを欠陥のないサブエリアに細分化する様々なやり方が存在する。ある実施形態では、処理システムは、使用可能パターンニングエリアを細分化する複数の異なるやり方に関して、基板ユーティライゼーション基準を評定するように構成される。これは、使用可能パターンニングエリアを細分化する様式が、可能な組み合わせに影響を与え得るので、有用な場合がある。一例として、本発明において適用される処理システムは、図8に示すように使用可能パターンニングエリアを細分化する場合、図7に示すようなパターンの組み合わせには至らない。

40

【0069】

[0080] 直接書込みリソグラフィ装置を使用してパターン形成される基板のユーティライゼーションに関して、パターンのパターンニングは、パターンの特定の配向に限定されないことを指摘することができる。上記に示したような例では、パターン320.1、320.2、及び320.3の同じ配向が施される。基板に施されるべき1つ又は複数のパターンを組み合わせるための追加の変数として、配向を使用することにより、より好適なユーティライゼーションを可能にすることができる。

【0070】

[0081] これを図9に示す。図9は、欠陥725及び使用可能パターンニングエリア71

50

0を有する基板700を模式的に示す。図7に示すようなパターンの組み合わせと比較して、図9に示すパターンの組み合わせにおいて、パターン320・2の1つが、異なる配向で配置されており、その結果として、図7の配置と比較して、1つの余分のパターン320・3の追加が可能となることに気付くことができる。

#### 【0071】

[0082] 第3の例として、1つ又は複数のパターンのどの組み合わせを施すかを決定するために処理システムによって適用される製造パラメータ又は基準は、異なるパターンを分離する実現可能性に関連してもよい。当業者には認識されるように、基板が、全ての必要とされる処理を受けると、基板は、異なるパターン又はデバイスを分離するために、カット又はダイシングされなければならない。パターン又はデバイスを簡単に分離することができるか否かは、パターンのレイアウトに依存する場合がある。この点において、基板を全長又は全幅にわたりカットすることが望ましい場合があることは言及に値し得る。さらに、カットング又はダイシングツールは、直線に沿って基板をカットする能力を備えているだけでもよい。そのため、図3に示すようなパターンの組み合わせは、例えば、最初にカットングラインC1及びC2に沿って基板をカットすることによって、3つの基板部分に分離されてもよい。

10

#### 【0072】

[0083] 図5に示されるようなパターンの組み合わせは、同じように分離することはできない。そのため、利用可能なカットング若しくはダイシングツール、又は基板若しくは基板の一部を取り扱うために利用可能なハンドリングツールによっては、図3に示されるようなパターンの組み合わせが好ましい場合がある。これを評定するための可能な基準として、全幅又は全長にわたり延在する利用可能なカットングラインの数が、言及に値し得る。図3又は図10に示されるようなパターンの組み合わせの場合、全幅(C1及びC2)又は全長(C3)にわたり延在する3つのカットングラインが、利用可能である。図5の組み合わせの場合、基板の全幅にわたり延在する2つのカットングラインのみが、利用可能である。

20

#### 【0073】

[0084] 従って、ある実施形態では、基板ユーティライゼーション基準は、例えば、基板の全幅又は全長に及ぶ利用可能なカットングラインの数が少ない場合には、基準にペナルティ又はペナルティ関数を導入することによって、カットングプロセスの実現可能性を考慮に入れるように修正されてもよい。

30

#### 【0074】

[0085] 上記の通り、本発明によるリソグラフィ装置において適用される処理システムは、1つのロットの基板中の個々の基板それぞれに対して、N個の利用可能なパターンの中から施されるべき1つ又は複数のパターンの最も好適な組み合わせを決定するように構成されてもよい。最も好適な組み合わせは、基板ユーティライゼーション基準、又は製造基準若しくはパラメータの1つ又は複数に基づいた基準を利用することによって、処理システムによって評定されてもよい。適用される基準は、例えば、利用可能なパターンの所望の生産、基板のカットング又はダイシングの実現可能性、基板上の欠陥の発生などを考慮に入れてもよい。当業者には理解されるように、最も好適なパターンの組み合わせの上記評定は、複数の基板(例えば、1つのロット全体に対して)の組み合わせに関して決定されてもよい。一例として、入手可能であれば、1つのロットの基板全体に関して、欠陥情報を集めることに価値がある場合がある。この全体的な欠陥情報に基づいて、処理システムは、例えば、どの基板が、特定のパターンのパターンングに利用できないかを評定することができる。理解されるように、基板が、1つ又は複数の欠陥を有する場合、比較的大きなパターンを配置する選択肢は、かなり限られる又は存在しない場合がある。従って、後者の場合、このような比較的大きなパターンと関連付けられたデバイスの必要とされる又は所望の生産は、欠陥のない基板を用いて実現される必要があるかもしれない。

40

#### 【0075】

[0086] このような実施形態では、すなわち、リソグラフィ装置が、1つのロットの基

50

板全体にわたり、欠陥情報を集める、又は収集するように構成される場合、処理システムは、例えば、欠陥情報を処理し、及び上記ロットの基板中に系統的欠陥が存在するかどうかを評定するように構成されてもよい。具体的には、1つのロットの基板中の基板のかなりの部分が、同じ場所に、又は同じ領域に欠陥を有する場合、これは、基板の生産又はハンドリングにおける誤りの表れである可能性がある。このような誤りが生じた可能性があるかどうかを評定するために、処理システムは、例えば、上記ロットの基板に関する欠陥密度マップを生成するように構成されてもよく、欠陥密度は、基板の単位又は面積当たりの欠陥の数を示していてもよく、基板は、例えば、5 x 5 cmのエリアに細分化されると見なされてもよく、及びエリア当たりの欠陥の数が、カウントされてもよい。

【0076】

[0087] このような実施形態では、処理システムは、ある特定のエリア内の欠陥の数が、所定の数を超えた場合に、所定数の欠陥が生じたエリアの表示を包含する警告を出力するようにさらに構成されてもよい。

【0077】

[0088] 本発明のある実施形態によれば、リソグラフィ装置は、パターン形成される必要がある基板が欠陥を有するか否かを決定するための欠陥測定ツールを備えていてもよい。このような測定ツールは、例えば、測定ビームを基板の表面上に投影する光源、及び表面から反射又は屈折光を受けるディテクタを備えていてもよい。この場合、受けた光に基づいて、測定ツールの処理装置は、欠陥が存在するか否か、及び欠陥の場所を決定するように構成されてもよい。

【0078】

[0089] 従って、このような実施形態では、リソグラフィ装置は、パターンニングプロセスに先立って、欠陥に関して基板の表面をスキャンするように構成されてもよい。1つ又は複数の欠陥が見つかった場合、測定ツールの処理装置は、この欠陥情報又はデータをリソグラフィ装置の処理システムに提供してもよく、そこで、処理システムは、上述の通り、この情報を取り扱ってもよい。

【0079】

[0090] ある実施形態では、本発明は、直接書込みリソグラフィ装置をもたらし、この装置は、プログラブルパターンニングデバイスを備えている。以下に、このような装置をより詳しく議論する。

【0080】

[0091] 図1aを参照して、本発明による直接書込みリソグラフィ装置において適用することができるプログラブルパターンニングデバイス104は、放射を変調してパターンをビーム110に施すための複数の個別アドレス可能素子102を含む。ある実施形態では、複数の個別アドレス可能素子102の位置は、投影システム108に対して固定することができる。しかし、ある代替配置では、複数の個別アドレス可能素子102は、特定のパラメータに従って(例えば、投影システム108に対して)、それらの1つ又は複数の正確に位置決めするための位置決めデバイス(不図示)に接続されてもよい。

【0081】

[0092] ある実施形態では、パターンニングデバイス104は、自発光型コントラストデバイスである。このようなパターンニングデバイス104は、放射システムの必要性をなくし、これは、例えば、リソグラフィ装置のコスト及びサイズを減少させることができる。例えば、個別アドレス可能素子102は、発光ダイオード(LED)、有機LED(OLE)、ポリマLED(PLED)、レーザダイオード(例えば、固体レーザダイオード)、外部共振器型垂直面発光レーザ(V E C S E L : vertical external cavity surface emitting laser)、垂直キャビティ面発光レーザ(V C S E L : vertical cavity surface emitting laser)、又はそれらの任意の組み合わせなどの放射放出ダイオードである。ある実施形態では、個別アドレス可能素子102は、全てLEDである。ある実施形態では、個別アドレス可能素子102は、約380~440nmの範囲内の波長(例えば、約400又は405nm)を有する放射を放出する。ある実施形態では、個別アドレス可

10

20

30

40

50

能素子 102 のそれぞれは、1 ~ 100 マイクロワット ( $\mu\text{W}$ ) の範囲から選択された出力を提供することができる。ある実施形態では、個別アドレス可能素子 102 のそれぞれは、約 3 マイクロアンペア ( $\mu\text{A}$ ) の出力電流を提供することができる。ある実施形態では、個別アドレス可能素子 102 のそれぞれは、約 2 マイクロメートル ( $\mu\text{m}$ ) 以下、例えば、約 1 マイクロメートル以下の放出断面幅を有する (例えば、1 : 1 の光学系を仮定して ; 縮小光学系 (例えば、2 : 1 又は 4 : 1) を使用した場合、約 8  $\mu\text{m}$  以下などのより大きな放出断面幅を使用することができる)。

#### 【0082】

[0093] ある実施形態では、自発光型コントラストデバイスは、別の個別アドレス可能素子 102 が動作できない、又は正しく動作しない場合に「余剰の」個別アドレス可能素子 102 を使用することができるように、必要とされるよりも多くの個別アドレス可能素子 102 を含む。さらに、必要とされるかもしれない数よりも多い個別アドレス可能素子 102 を使用することによって、個別素子 102 が、単独で十分な光出力を提供できない場合に、一定の出力又はドーズを届けるように素子 102 を協働させることができ、又は最大若しくは設計仕様から素子 102 の使用を減らすことによって素子 102 に「負荷を共有」させることができる。

10

#### 【0083】

[0094] リソグラフィ装置 100 は、オブジェクトホルダ 106 を含む。この実施形態では、オブジェクトホルダは、基板 114 (例えば、レジストコートシリコンウェーハ又はガラス基板) を保持するためのオブジェクトテーブル 106 を含む。オブジェクトテーブル 106 は、最大 6 自由度で (例えば、X 及び / 又は Y 方向に) 移動可能であってもよく、及び特定のパラメータに従って基板 114 の位置決めを正確に行うために位置決めデバイス 116 に接続されてもよい。例えば、位置決めデバイス 116 は、投影システム 108 及び / 又はパターンングデバイス 104 に対して、基板 114 を正確に位置決めしてもよい。ある実施形態では、オブジェクトテーブル 106 の移動は、図 1 では明確に描かれていない、ロングストロークモジュール (粗動位置決め) 及び任意選択的にショートストロークモジュール (微動位置決め) を含む位置決めデバイス 116 を用いて実現することができる。同様のシステムを使用して、例えば個別アドレス可能素子 102 が、最大 6 自由度で (例えば、X 及び / 又は Y 方向に) 移動することができるように、例えば、オブジェクトテーブル 106 のスキャン方向と実質的に平行な方向にスキャンすることができ、及び任意選択的にスキャン方向に対する直交方向にステップするように、個別アドレス可能素子 102 を位置決めしてもよい。ビーム 110 は、代替的 / 追加的に移動可能であってもよいが、オブジェクトテーブル 106 及び / 又は個別アドレス可能素子 102 は、必要とされる相対的移動を提供するために固定位置を有していてもよい。このような配置は、装置のサイズを限定する助けとなることができる。

20

30

#### 【0084】

[0095] 例えば、フラットパネルディスプレイの製造において適用可能となり得るある実施形態では、オブジェクトテーブル 106 は、静止していてもよく、位置決めデバイス 116 は、オブジェクトテーブル 106 に対して (例えば、オブジェクトテーブル 106 の上で) 基板 114 を移動させるように構成される。例えば、オブジェクトテーブル 106 は、実質的に一定の速度で、基板 114 を横断して基板 114 をスキャンするシステムを備えていてもよい。これが行われる場合、オブジェクトテーブル 106 は、平坦な最上部面に多数の開口を備え、基板 114 を支持することができるガスクッションを提供するために、開口を通してガスが供給されてもよい。これは、従来、ガスベアリング構成と呼ばれている。ビーム 110 のパスに対する基板 114 の正確な位置決めを行うことができる、1 つ又は複数のアクチュエータ (不図示) を使用して、基板 114 をオブジェクトテーブル 106 上で移動させる。代替的に、開口を通るガスの通過を選択的に開始及び停止させることによって、基板 114 をオブジェクトテーブル 106 に対して移動させることができる。ある実施形態では、オブジェクトホルダ 106 は、その上で基板の向きが変えられるロールシステムであってもよく、位置決めデバイス 116 は、ロールシステムを回

40

50

転させて基板をオブジェクトテーブル106上に提供するためのモータであってもよい。

【0085】

[0096] 投影システム108(例えば、クォーツ、ガラス、プラスチック(例えばCOC)及び/又はCaF<sub>2</sub>レンズシステム又は光学素子、又は上記材料から作られたレンズ素子を含む反射屈折システム、又はミラーシステム、又は追加のポリマ層を備えた光学素子(例えばガラス素子)、又は平面及び球面(これは、例えばポリマ層などを使用して非球面に変更することができる)を含む光学素子)を使用して、個別アドレス可能素子102によって変調されたパターン形成されたビームを基板114のターゲット部分120(例えば、1つ又は複数のダイ)上に投影することができる。本発明の意義の範囲内で、基板のターゲット部分は、パターンが投影されるべき基板の部分を指すことに留意されたい。そのため、ターゲット部分120は、上記のような基板の使用可能パターンニングエリアの一部であると見なすことができる。投影システム108は、複数の個別アドレス可能素子102によって提供されたパターンが基板114上にコヒーレントに形成されるように、パターンをイメージングしてもよい。代替的に、投影システム108は、複数の個別アドレス可能素子102の素子がシャッターとして機能する二次ソースのイメージを投影してもよい。

10

【0086】

[0097] この点において、投影システムは、例えば、二次ソースを形成するため、及びスポットを基板114上にイメージングするためのフォーカス素子、又は複数のフォーカス素子(本明細書では、総称的に、レンズアレイと呼ばれる)、例えば、マイクロレンズアレイ(MLAとして知られている)又はフレネルレンズアレイを含んでもよい。ある実施形態では、レンズアレイ(例えばMLA)は、少なくとも10個のフォーカス素子、例えば、少なくとも100個のフォーカス素子、少なくとも1,000個のフォーカス素子、少なくとも10,000個のフォーカス素子、少なくとも100,000個のフォーカス素子、又は少なくとも1,000,000個のフォーカス素子を含む。ある実施形態では、パターンニングデバイス内の個別アドレス可能素子の数は、レンズアレイ内のフォーカス素子の数以上である。ある実施形態では、レンズアレイは、複数のフォーカス素子を含み、少なくとも1つのフォーカス素子が、個別アドレス可能素子アレイ内の個別アドレス可能素子の1つ又は複数と、例えば、個別アドレス可能素子アレイ内の個別アドレス可能素子の1つのみと、又は個別アドレス可能素子アレイ内の個別アドレス可能素子の2個以上と、例えば、3個以上、5個以上、10個以上、20個以上、25個以上、35個以上、又は50個以上と、光学的に関連付けられ、ある実施形態では、複数の光学素子の少なくとも1つのフォーカス素子が、5,000個未満の個別アドレス可能素子と、例えば、2,500個未満、1,000個未満、500個未満、又は100個未満と光学的に関連付けられる。

20

30

【0087】

[0098] ある実施形態では、レンズアレイは、二次元アレイの複数の個別アドレス可能素子とそれぞれ光学的に関連付けられた2個以上のフォーカス素子(例えば、1,000個を超える、過半数、又はほとんど全て)を含む。

【0088】

[0099] ある実施形態では、パターンニングデバイス104は、例えば1つ又は複数のアクチュエータの使用により、少なくとも基板に向かう、及び基板から離れる方向に移動可能である。パターンニングデバイスを基板に向けて、及び基板から離れるように移動させることができることにより、例えば、基板又はレンズアレイを移動させることなく、焦点調節(例えば、非平坦基板に対するローカル焦点調節)が可能となる。

40

【0089】

[00100] ある実施形態では、レンズアレイは、例えば、放射波長が、約400nm以上(例えば、405nm)であるプラスチックフォーカス素子(プラスチックフォーカス素子は、作製が簡単で(例えば、射出成型)、及び/又は手頃な価格となることができる)を含む。ある実施形態では、放射波長は、約350nm~500nmの範囲、例えば、

50

約 375 ~ 425 nm の範囲から選択される。ある実施形態では、レンズアレイは、クォーツ又はガラスのフォーカス素子を含む。

【0090】

[00101] ある実施形態では、各フォーカス素子又は複数のフォーカス素子は、非対称レンズ（例えば、1つ又は複数の非対称面を有する）であってもよい。非対称性は、複数のフォーカス素子のそれぞれに関して同じであってもよく、あるいは、複数のフォーカス素子の内の1つ又は複数のフォーカス素子に関して、複数のフォーカス素子の内の1つ又は複数の別のフォーカス素子とは異なってもよい。非対称レンズは、楕円形放射出力を円形投影スポットに変換する、又はその逆を容易にすることができる。

【0091】

[00102] ある実施形態では、フォーカス素子は、システムに対して低開口数（NA）を取得するために、焦点を外して基板上に放射を投影するように配置された高NAを有する。より高いNAのレンズが、入手可能な低NAレンズよりも経済的で、普及しており、及び/又はより良い品質である場合がある。ある実施形態では、低NAは、0.3以下であり、ある実施形態では、0.18、0.15以下である。従って、より高いNAのレンズは、システムの設計NAを超える、例えば、0.3を超える、0.18を超える、又は0.15を超えるNAを有する。

【0092】

[00103] ある実施形態では、投影システム108は、パターニングデバイス104から分離しているが、そうである必要はない。投影システム108は、パターニングデバイス108と一体となってもよい。例えば、レンズアレイブロック又はプレートが、パターニングデバイス104に取り付けられてもよい（パターニングデバイス104と一体となってもよい）。ある実施形態では、レンズアレイは、個々に空間分離したレンズレットの形であってもよく、各レンズレットは、以下により詳細に述べられるように、パターニングデバイス104の1つ又は複数の個別アドレス可能素子に取り付けられる（上記素子と一体となっている）。

【0093】

[00104] 任意選択的に、リソグラフィ装置は、放射（例えば紫外線（UV））を複数の個別アドレス可能素子102に供給するための放射システムを含んでもよい。パターニングデバイスが、放射源自体（例えば、レーザダイオードアレイ又はLEDアレイ）である場合、リソグラフィ装置は、放射システムなしに、すなわち、パターニングデバイス自体、又は少なくとも単純化された放射システム以外の放射源なしに設計されてもよい。

【0094】

[00105] 放射システムは、放射源から放射を受けるように構成された照明システム（イルミネータ）を包含する。照明システムは、以下の素子：放射デリバリシステム（例えば、適宜の誘導ミラー）、放射コンディショニングデバイス（例えばビームエキスパンダ）、放射の角度強度分布を設定するための調節デバイス（一般に、少なくともイルミネータの瞳面内の強度分布の外側及び/又は内側半径範囲（通常、それぞれ -outer及び -innerと呼ばれる）を調節することができる）、インテグレータ、及び/又はコンデンサの内の1つ又は複数を包含する。照明システムを使用して、断面に所望の均一性及び強度分布を有するように個別アドレス可能素子102に提供される放射を調整することができる。照明システムは、例えば、それぞれが複数の個別アドレス可能素子の内の1つ又は複数と関連付けられてもよい複数のサブビームに放射を分割するように配置されてもよい。例えば、二次元回折格子を使用して、放射をサブビームに分割することができる。本明細書においては、「放射のビーム」及び「放射ビーム」という用語は、ビームが複数のこのような放射のサブビームから成る状況を網羅する（但し、これに限定されない）。

【0095】

[00106] 放射システムは、複数の個別アドレス可能素子102に供給するための放射、又は複数の個別アドレス可能素子102によって供給するための放射を生成する放射源

10

20

30

40

50

(例えばエキシマレーザ)も包含していてもよい。放射源及びリソグラフィ装置100は、例えば、放射源がエキシマレーザである場合、別々のエンティティでもよい。そのような場合には、放射源は、リソグラフィ装置100の一部を形成するとは見なされず、放射は、放射源からイルミネータへと送出される。他のケースでは、放射源は、例えば放射源が水銀ランプである場合には、リソグラフィ装置100の一体化部分であってもよい。

【0096】

[00107] ある実施形態では、放射源(ある実施形態では、放射源は、複数の個別アドレス可能素子102であってもよい)は、少なくとも5nm、例えば、少なくとも10nm、少なくとも50nm、少なくとも100nm、少なくとも150nm、少なくとも175nm、少なくとも200nm、少なくとも250nm、少なくとも275nm、少なくとも300nm、少なくとも325nm、少なくとも350nm、又は少なくとも360nmの波長を有する放射を提供することができる。ある実施形態では、放射は、最大で450nm、例えば、最大で425nm、最大で375nm、最大で360nm、最大で325nm、最大で275nm、最大で250nm、最大で225nm、最大で200nm、又は最大で175nmの波長を有する。ある実施形態では、放射は、436nm、405nm、365nm、355nm、248nm、193nm、157nm、126nm、及び/又は13.5nmを包含する波長を有する。ある実施形態では、放射は、約365nm又は約355nmの波長を包含する。ある実施形態では、放射は、例えば、365nm、405nm、及び436nmを網羅する広帯域の波長を包含する。355nmのレーザ源を使用することができる。ある実施形態では、放射は、約405nmの波長を有する。

10

20

【0097】

[00108] パターニングデバイス104が放射放出型ではないリソグラフィ装置100の動作においては、放射は、放射システム(照明システム及び/又は放射源)からパターニングデバイス104(例えば複数の個別アドレス可能素子)に入射し、パターニングデバイス104によって変調される。

【0098】

[00109] 代替的に、パターニングデバイスが自発光型であり、且つ複数の個別アドレス可能素子102(例えばLED)を含むリソグラフィ装置100の動作においては、所望のパターンに応じて各個別アドレス可能素子を「オン」又は「オフ」にする(「オン」は、「オフ」時よりも高い強度又はドーズを有する放射放出状態である)ことができるように、複数の個別アドレス可能素子を制御回路(不図示)によって変調する。ある実施形態では、「オン」又は「オフ」は、変化するグレイレベルを包含してもよい。

30

【0099】

[00110] パターン形成されたビーム110は、複数の個別アドレス可能素子102によって生成された後、ビーム110の焦点を基板114のターゲット部分120上に合わせる投影システム108を通過する。

【0100】

[00111] 位置決めデバイス116(及び任意選択的に、ベース136上の位置センサ134(例えば、干渉ビーム138を受ける干渉測定デバイス、リニアエンコーダ、又は静電容量センサ))を用いて、例えば、異なるターゲット部分120をビーム110のパス内に位置決めするように、基板114を正確に移動させることができる。使用した場合、複数の個別アドレス可能素子102用の位置決めデバイスを使用して、複数の個別アドレス可能素子102の位置を例えばスキャン中にビーム110のパスに対して正確に補正することができる。

40

【0101】

[00112] ある実施形態によるリソグラフィ装置100は、本明細書では、基板上のレジストを露光させるように構成されると記載されるが、装置100を使用して、レジストレスリソグラフィで用いるパターン形成されたビーム110を投影してもよい。

【0102】

50

[00113] リソグラフィ装置 100 は、反射型のものであってもよい（例えば、反射型個別アドレス可能素子を用いる）。代替的に、装置は、透過型のものであってもよい（例えば、透過型個別アドレス可能素子を用いる）。

【0103】

[00114] 描写した装置 100 は、以下のような 1 つ又は複数のモードで使用することができる。

[00115] 1 . ステップモードでは、パターン形成された放射ビーム 110 全体を一度にターゲット部分 120 上に投影する間に、個別アドレス可能素子 102 及び基板 114 は、基本的に静止状態に保たれる（すなわち、単一静的露光）。次いで、異なるターゲット部分 120 をパターン形成された放射ビーム 110 に露光させることができるように、基板 114 を X 及び / 又は Y 方向にシフトする。ステップモードでは、露光フィールドの最大サイズが、単一静的露光でイメージングされるターゲット部分 120 のサイズを限定する。

10

【0104】

[00116] 2 . スキャンモードでは、パターン放射ビーム 110 をターゲット部分 120 上に投影する間に、個別アドレス可能素子 102 及び基板 114 を同期してスキャンする（すなわち、単一動的露光）。個別アドレス可能素子に対する基板の速度及び方向は、投影システム PS の拡大（縮小）及び像反転特性によって決定されてもよい。スキャンモードでは、露光フィールドの最大サイズが、単一動的露光におけるターゲット部分の幅（非スキャン方向の）を限定し、スキャン動作の長さが、ターゲット部分の長さ（スキャン方向の）を決定する。

20

【0105】

[00117] 3 . パルスモードでは、個別アドレス可能素子 102 は、基本的に静止状態に保たれ、且つパルス（例えば、パルス放射源によって、又は個別アドレス可能素子をパルスすることによって提供される）を用いて、パターン全体が基板 114 のターゲット部分 120 上に投影される。パターン形成されたビーム 110 が、基板 114 を横切ってラインをスキャンさせられるように、基本的に一定のスピードで、基板 114 を移動させる。個別アドレス可能素子によって提供されるパターンは、パルス間で必要に応じて更新され、これらのパルスは、次に続くターゲット部分 120 が、基板 114 上の必要な場所で露光されるようにタイミングが合わせられる。その結果、パターン形成されたビーム 110 は、基板 114 を横切ってスキャンすることにより、1 片の基板 114 に対して完全なパターンを露光させることができる。このプロセスは、完全な基板 114 がライン毎に露光されるまで繰り返される。

30

【0106】

[00118] 4 . 連続スキャンモードでは、基板 114 が変調放射ビーム B に対して実質的に一定のスピードでスキャンされ、且つパターン形成されたビーム 110 が基板 114 を横切ってスキャンし、及び基板 114 を露光させるにつれて、個別アドレス可能素子アレイに関するパターンが更新されることを除き、パルスモードと基本的に同じである。個別アドレス可能素子アレイに関するパターンの更新と同期した、実質的に一定の放射源又はパルス放射源が、使用されてもよい。

40

【0107】

[00119] 上記の使用モード又は完全に異なる使用モードの組み合わせ及び / 又はバリエーションが用いられてもよい。

【0108】

[00120] 本明細書において、ある特定のデバイス又は構造（例えば、集積回路又はフラットパネルディスプレイ）の製造におけるリソグラフィ装置の使用に対して具体的な言及がなされる場合があるが、本明細書に記載のリソグラフィ装置及びリソグラフィ方法は、他の適用例を有し得ることが理解されるものとする。適用例には、集積回路、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用のガイダンス及び検出パターン、フラットパネルディスプレイ、LCD、OLED ディスプレイ、薄膜磁気ヘッド、微小電気機械デバイス（ME

50

MS)、微小光電気機械システム(MOEMS)、DNAチップ、パッケージング(例えば、フリップチップ、再分配など)、フレキシブルディスプレイ又は電子機器(これらは、巻くことができ、紙のように折ることができ、且つ変形がない状態を保ち、コンフォーマブルであり、丈夫で、薄く、及び/又は軽量となり得るディスプレイ又は電子機器、例えば、フレキシブルプラスチックディスプレイである)などの製造が包含されるが、これらに限定されない。また、例えばフラットパネルディスプレイにおいて、本装置及び方法を使用して、様々な層、例えば、薄膜トランジスタ層及び/又はカラーフィルタ層の作成を助けることができる。従って、例えば、プラスチック又は金属フォイルなどのフレキシブル基板上で、例えばロールツーロール技術及び/又はガラスキャリア上のフォイルを使用することを包含する、様々な電子デバイス及び他のデバイス又はパターンの製造において、本明細書と同じ装置の変形形態を使用することができる。

10

## 【0109】

[00121] そのような代替適用例の文脈において、本明細書における「ウェーハ」又は「ダイ」という用語の使用は、それぞれ、より一般的な用語である「基板」又は「ターゲット部分」と同義であることを見なすことができることを当業者であれば認識するだろう。本明細書で言及される基板は、露光の前又は後に、例えばトラック(例えば、一般的に、レジストの層を基板に塗布し、及び露光されたレジストを現像するツール)、メトロロジツール、又はインスペクションツールにおいて処理されてもよい。適用可能な場合、本明細書の開示は、上記及び他の基板処理ツールに適用されてもよい。さらに、基板は、例えば多層ICを作成するために、2回以上処理されてもよく、従って、本明細書で使用される

20

## 【0110】

[00122] フラットパネルディスプレイ基板の形状は、長方形であってもよい。この種の基板を露光させるように設計されたリソグラフィ装置は、長方形基板の全幅をカバーする、又は幅の一部(例えば、幅の半分)をカバーする露光領域を提供することができる。パターンングデバイスが、同期して、パターン形成されたビームを提供する間に、基板は、露光領域の下でスキャンされてもよい。このようにして、所望のパターンの全て又は一部が、基板に転写される。露光領域が、基板の全幅をカバーする場合、露光は、単一のスキャンで完了することができる。露光領域が、例えば、基板の幅の半分をカバーする場合、基板は、第1のスキャン後に、横方向に移動させることができ、基板の残りの部分を露光させるために、さらなるスキャンが、一般的に行われる。

30

## 【0111】

[00123] 本明細書で使用する「パターンングデバイス」という用語は、基板(の一部)にパターンを作成するように放射ビームの断面を変調させるために使用することができるあらゆるデバイスを指すと広く解釈されるものとする。放射ビームに付与されるパターンは、例えば、パターンが、位相シフトフィーチャ、又はいわゆるアシストフィーチャを包含する場合には、基板のターゲット部分の所望のパターンに正確に対応しない場合があることに留意されたい。同様に、基板上に最終的に生成されるパターンは、個別アドレス可能素子のアレイによって、任意のある時点において形成されるパターンと対応しない場合がある。これは、基板の各部分上に形成される最終的なパターンが、その間に、個別アドレス可能素子のアレイによって提供されるパターン、及び/又は基板の相対位置が変化する、所与の期間又は所与の露光回数にわたり築き上げられる配置において、当てはまり得る。一般に、基板のターゲット部分上に作成されるパターンは、ターゲット部分に作成されるデバイス、例えば、集積回路又はフラットパネルディスプレイ(例えば、フラットパネルディスプレイにおけるカラーフィルタ層、又はフラットパネルディスプレイにおける薄膜トランジスタ層)における特定の機能層に対応する。このようなパターンングデバイスの例には、例えば、レチクル、プログラマブルミラーアレイ、レーザダイオードアレイ、発光ダイオードアレイ、格子ライトバルブ、及びLCDアレイが包含される。電子デバイス(例えばコンピュータ)を用いてパターンをプログラム可能なパターンングデバイス、例えば、放射ビームの隣接部分に対して放射ビームの一部の位相を変調させることに

40

50

よって、放射ビームにパターンを付与する複数のプログラマブル素子を有する電子プログラマブルパターンングデバイスを包含する、それぞれ放射ビームの一部の強度を変調させることができる複数のプログラマブル素子を含むパターンングデバイス（例えば、前の文で述べた、レチクルを除く全てのデバイス）は、本明細書では、まとめて、「コントラストデバイス」と呼ばれる。ある実施形態では、パターンングデバイスは、少なくとも10個のプログラマブル素子、例えば、少なくとも100個、少なくとも1000個、少なくとも10000個、少なくとも100000個、少なくとも1000000個、又は少なくとも10000000個のプログラマブル素子を含む。これらのデバイスの幾つかの実施形態を、以下で、もう少し詳細に議論する。

#### 【0112】

[00124] - プログラマブルミラーアレイ。プログラマブルミラーアレイは、粘弾性制御層及び反射面を有するマトリックスアドレス可能面を含んでもよい。このような装置の裏にある基本原理は、例えば、反射面のアドレスされたエリアが、入射放射を回折放射として反射し、非アドレスエリアが、入射放射を非回折放射として反射することである。適宜の空間フィルタを使用して、非回折放射を反射ビームから除去することができ、それによって、回折放射のみが基板に届くようにする。このようにして、ビームは、マトリックスアドレス可能面のアドレッシングパターンに従ってパターン形成される。代替手段として、フィルタは、回折放射を除去し、それによって、非回折放射が基板に届くようにしてもよい。回折光MEMSデバイスのアレイもまた、対応する様式で使用することができる。回折光MEMSデバイスは、入射放射を回折放射として反射する格子を形成するように互いに対して変形することができる複数の反射リボンを含んでもよい。プログラマブルミラーアレイの別の実施形態は、小型ミラーのマトリックス配置を用い、各小型ミラーは、適切な局所電界を印加することによって、又はピエゾ作動手段を用いることによって、軸を中心に個々に傾いていてもよい。傾きの度合いは、各ミラーの状態を定義する。ミラーは、素子に欠陥がなければ、コントローラからの適宜の制御信号によって制御可能である。各非欠陥素子は、投影される放射パターンにおける対応するピクセルの強度を調節するために、一連の状態の何れか1つを採用するように制御可能である。繰り返しになるが、アドレスされたミラーが、非アドレスミラーとは異なる方向に、入ってくる放射ビームを反射するように、ミラーは、マトリックスアドレス可能であり、このようにして、反射ビームが、マトリックスアドレス可能ミラーのアドレッシングパターンに従ってパターン形成されてもよい。必要とされるマトリックスアドレッシングは、適宜の電子手段を使用して行われてもよい。ここで言及されるようなミラーアレイのさらなる情報は、例えば、その全体が本明細書において援用される、米国特許第5,296,891号及び第5,523,193号、及びPCT特許出願公開第98/38597号及び第98/33096号から入手することができる。

#### 【0113】

[00125] - プログラマブルLCDアレイ。このような構築の例は、その全体が本明細書において援用される、米国特許第5,229,872号で得られる。

#### 【0114】

[00126] リソグラフィ装置は、1つ又は複数のパターンングデバイス、例えば、1つ又は複数のコントラストデバイスを含んでもよい。例えば、それは、個別アドレス可能素子の複数のアレイを有していてもよく、各アレイは、互いに独立して制御される。このような配置では、個別アドレス可能素子のアレイの一部又は全てが、共通照明システム（又は照明システムの一部）、個別アドレス可能素子のアレイ用の共通支持構造、及び/又は共通投影システム（又は投影システムの一部）の少なくとも1つを有していてもよい。

#### 【0115】

[00127] 例えば、フィーチャのプレバイアス、光近接効果補正フィーチャ、位相変動技術、及び/又は多重露光技術が使用される場合、個別アドレス可能素子のアレイ上に「表示される」パターンは、基板の層に、又は基板上に最終的に転写されるパターンとは実

10

20

30

40

50

質的に異なる場合がある。同様に、基板上に最終的に生成されるパターンは、任意のある時点において、個別アドレス可能素子のアレイ上に形成されるパターンと対応しない場合がある。これは、基板の各部分上に形成される最終的なパターンが、その間に、個別アドレス可能素子のアレイ上のパターン、及び/又は基板の相対位置が変化する、所与の期間又は所与の露光回数にわたり築き上げられる配置において、当てはまり得る。

**【0116】**

[00128] 投影システム及び/又は照明システムは、放射ビームの誘導、整形、又は制御を行うための、様々な種類の光学コンポーネント、例えば、屈折、反射、磁気、電磁、静電又は他の種類の光学コンポーネント、又はそれらの任意の組み合わせを包含していてもよい。

10

**【0117】**

[00129] リソグラフィ装置は、2つ(例えばデュアルステージ)以上の基板テーブル(及び/又は2つ以上のパターンングデバイステーブル)、又は基板を保持しない別のテーブル(例えば、洗浄及び/又は測定用のテーブルなど)と組み合わせた1つ又は複数の基板テーブルを有する種類のものであってもよい。このような「マルチステージ」機械では、追加のテーブルが並行して使用されてもよく、又は1つ又は複数のテーブル上で準備ステップが行われる間に、1つ又は複数の他のテーブルが露光に使用されてもよい。

**【0118】**

[00130] リソグラフィ装置は、基板の少なくとも一部が、投影システムと基板との間の空間を満たすために、比較的高い屈折率を有する「液浸液」(例えば水)によって覆われてもよい種類のものであってもよい。液浸液は、リソグラフィ装置の他の空間、例えば、パターンングデバイスと投影システムとの間に与えられてもよい。液浸技術を使用して、投影システムのNAを増加させる。本明細書で使用される「液浸」という用語は、構造(例えば基板)が、液体中に沈められなければならないことを意味するのではなく、単に、液体が、露光中に、投影システムと基板との間に位置することを意味する。

20

**【0119】**

[00131] さらに、装置は、流体と基板の照射部分との間の相互作用を可能にするため(例えば、基板に選択的に化学物質を付着させるため、又は基板の表面構造を選択的に変更するため)の流体処理セルを備えていてもよい。

**【0120】**

[00132] ある実施形態では、基板は、任意選択的に、その外周の一部に沿ってノッチ及び/又は平坦エッジを有する、実質的に円形の形状を有する。ある実施形態では、基板は、多角形状(例えば四角形状)を有する。基板が実質的に円形の形状を有する実施形態には、基板が、少なくとも25mm、例えば、少なくとも50mm、少なくとも75mm、少なくとも100mm、少なくとも125mm、少なくとも150mm、少なくとも175mm、少なくとも200mm、少なくとも250mm、又は少なくとも300mmの直径を有する実施形態が包含される。ある実施形態では、基板は、最大で500mm、最大で400mm、最大で350mm、最大で300mm、最大で250mm、最大で200mm、最大で150mm、最大で100mm、又は最大で75mmの直径を有する。基板が多角形(例えば長方形)である実施形態には、基板の少なくとも1つの辺、例えば、少なくとも2つの辺、又は少なくとも3つの辺が、少なくとも5cm、例えば、少なくとも25cm、少なくとも50cm、少なくとも100cm、少なくとも150cm、少なくとも200cm、又は少なくとも250cmの長さを有する実施形態が包含される。ある実施形態では、基板の少なくとも1つの辺が、最大で1000cm、例えば、最大で750cm、最大で500cm、最大で350cm、最大で250cm、最大で150cm、又は最大で75cmの長さを有する。ある実施形態では、基板は、約250~350cmの長さ及び約250~300cmの幅を有する長方形基板である。基板の厚さは、変動してもよく、ある程度、例えば基板の材料及び/又は基板の寸法に依存し得る。ある実施形態では、厚さは、少なくとも50µm、例えば、少なくとも100µm、少なくとも200µm、少なくとも300µm、少なくとも400µm、少なくとも500µm、

30

40

50

又は少なくとも600 μmである。ある実施形態では、基板の厚さは、最大で5000 μm、例えば、最大で3500 μm、最大で2500 μm、最大で1750 μm、最大で1250 μm、最大で1000 μm、最大で800 μm、最大で600 μm、最大で500 μm、最大で400 μm、又は最大で300 μmである。本明細書で言及される基板は、露光の前又は後に、例えばトラック（一般的に、レジストの層を基板に塗布し、及び露光されたレジストを現像するツール）において処理されてもよい。基板の特性は、露光の前又は後に、例えば、メトロロジツール及び/又はインスペクションツールにおいて測定されてもよい。

#### 【0121】

[00133] ある実施形態では、レジスト層が、基板上に設けられる。ある実施形態では、基板は、ウェーハ（例えば半導体ウェーハ）である。ある実施形態では、ウェーハの材料は、Si、SiGe、SiGeC、SiC、Ge、GaAs、InP、及びInAsから成る群から選択される。ある実施形態では、ウェーハは、III/V化合物半導体ウェーハである。ある実施形態では、ウェーハは、シリコンウェーハである。ある実施形態では、基板は、セラミック基板である。ある実施形態では、基板は、ガラス基板である。ガラス基板が、例えば、フラットパネルディスプレイ及び液晶ディスプレイパネルの製造において有用である場合がある。ある実施形態では、基板は、プラスチック基板である。ある実施形態では、基板は、透明（人間の裸眼にとって）である。ある実施形態では、基板は、着色される。ある実施形態では、基板には、色がない。ある実施形態では、基板は、一時的なガラスキャリア上にプラスチックフィルムを含む。これは、ガラスディスプレイと同様に処理されるが、例えばUVレーザステップを使用した処理後に（望ましくは、ロバスト性の向上のため、及びハンドリングを簡単にするために、保護プラスチックフィルムで残りのフィルムをラミネートした後に）、ガラスが除去される、ガラス基板の上の例えばポリイミドの被覆層を包含してもよい。

10

20

#### 【0122】

[00134] ある実施形態では、パターンングデバイス104は、基板114の上にあると記載及び/又は図示されるが、それは、代わりに、又は追加的に、基板114の下に位置してもよい。さらに、ある実施形態では、パターンングデバイス104及び基板114は、並んでいてもよく、例えば、パターンングデバイス104及び基板114は、垂直に延在し、パターンは、水平に投影される。ある実施形態では、パターンングデバイス104は、基板114の少なくとも2つの対向する面を露光させるように設けられてもよい。例えば、これらの面を露光させるために、少なくとも基板114の各対向する面上に、少なくとも2つのパターンングデバイス104が存在してもよい。ある実施形態では、基板114の一方の側を投影するための単一のパターンングデバイス104と、単一のパターンングデバイス104からのパターンを基板114の別の側に投影するための適宜の光学系（例えばビーム誘導ミラー）とが存在してもよい。

30

#### 【0123】

[00135] 本明細の記載においては、「レンズ」という用語は、一般に、言及されるレンズと同じ機能を提供するあらゆる屈折、反射、及び/又は回折光学素子を網羅するものと理解されるものとする。例えば、イメージングレンズは、屈折力を有する従来の屈折レンズの形態、屈折力を有するシュバルツシルト反射システムの形態、及び/又は屈折力を有するゾンプレータの形態で具現化されてもよい。また、イメージングレンズは、結果として生じる効果が、収束ビームを生成することである場合には、非イメージング光学系を含んでもよい。

40

#### 【0124】

[00136] 実施形態は、以下の条項を用いて、さらに説明することができる。

1. 複数の基板を処理するように構成された直接書込み露光装置であって、使用可能パターンングエリアを有する基板を保持するように構成された基板ホルダと、異なるパターンを基板上に投影するように構成されたパターンングシステムと、処理システムであって、

50

異なるパターンから選択された、複数の基板の内の第 1 の基板に施されるべき 1 つ又は複数のパターンの第 1 の組み合わせを決定することと、

1 つ又は複数のパターンの第 1 の組み合わせとは異なる、複数の基板の内の第 2 の次の基板に施されるべき 1 つ又は複数のパターンの第 2 の組み合わせを決定することと、  
を行うように構成された、処理システムと、  
を含む装置。

2 . パターニングシステムが、

所望のパターンに従って変調された放射を提供することと、

基板の使用可能パターニングエリア上の所望の場所上に変調された放射を投影することと、

を行うように構成される、条項 1 に記載の直接書込み露光装置。

3 . 複数の基板が、1 つのロットの基板を形成する、条項 1 又は 2 に記載の直接書込み露光装置。

4 . パターニング処理システムが、

所望のパターンに従って変調された放射を提供するように構成されたパターニングデバイスと、

変調された放射を基板の使用可能パターニングエリア上の所望の場所上に投影するように構成された投影システムと、

を含む、条項 1、2、又は 3 に記載の直接書込み露光装置

5 . 処理システムが、基板ユーティライゼーション基準を使用して、第 1 の組み合わせ及び第 2 の組み合わせを決定するように構成される、条項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の直接書込み露光装置。

6 . 基板ユーティライゼーション基準が、使用可能パターニングエリアの寸法及び異なるパターンの寸法に基づいた最適化関数を含む、条項 5 に記載の直接書込み露光装置。

7 . 基板ユーティライゼーション基準が、製造パラメータ又は基準を含む、条項 6 に記載の直接書込み露光装置。

8 . 製造パラメータ又は基準が、1 つ又は複数のパターンの所望の生産を示す生産性ユーティライゼーション基準を含む、条項 7 に記載の直接書込み露光装置。

9 . 製造パラメータ又は基準が、基板欠陥場所と関連付けられる、条項 7 に記載の直接書込み露光装置。

10 . 製造パラメータ又は基準が、制約として、最適化関数において適用される、条項 8 又は 9 に記載の直接書込み露光装置。

11 . 直接書込み露光装置を構成する方法であって、この方法は、

装置によって処理されるべき基板の使用可能パターニングエリアの寸法を受信するステップと、

基板上へのパターニングに利用できる異なるパターンの寸法を受信するステップと、

異なるパターンから選択された、基板上に施されるべき 1 つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップであって、1 つ又は複数のパターンの組み合わせが、オーバーラップせずに、使用可能パターニングエリア上にフィットする、ステップと、

を含み、

1 つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップが、基板ユーティライゼーション基準を使用する、方法。

12 . 基板ユーティライゼーション基準が、使用可能パターニングエリアの寸法及び異なるパターンの寸法に基づいた最適化関数を含む、条項 11 に記載の方法。

13 . 製造パラメータを受信するステップをさらに含み、

及び基板ユーティライゼーション基準が、製造パラメータを含む、条項 11 に記載の方法。

14 . 複数の基板を処理するように構成された直接書込み露光装置を動作させる方法であって、

条項 11 ~ 13 の何れか 1 項に記載の方法を行うステップと、

10

20

30

40

50

決定された１つ又は複数のパターンの組み合わせを用いて基板を露光させるように直接書込み露光装置を制御するステップと、

基板ユーティライゼーション基準を使用して、複数の基板の内の次の基板上に施されるべき１つ又は複数のパターンの別の異なる組み合わせを決定するステップと、

決定された１つ又は複数のパターンの別の組み合わせを用いて次の基板を露光させるように直接書込み露光装置を制御するステップと、

を含む方法。

１５．別の組み合わせを決定するステップの前に、

製造パラメータを更新するステップが行われる、条項１３を参照した時の条項１４に記載の方法。

１６．製造パラメータが、決定された１つ又は複数のパターンの所望の生産に関連付けられた生産性ユーティライゼーション基準を含む、条項１５に記載の方法。

１７．使用可能パターンニングエリアを有する基板を保持するように構成された基板ホルダと、

所望のパターンに従って変調された放射を提供するように構成されたパターンニングデバイスと、

基板の使用可能パターンニングエリア上の所望の場所上に変調された放射を投影するように構成された投影システムと、

パターンニングデバイス及び投影システムが、基板の上に異なるパターンを投影するように構成され、

複数の基板のそれぞれに対して、基板ユーティライゼーション基準を使用して、異なるパターンから選択された、基板の上に施されるべき１つ又は複数のパターンの組み合わせを決定するステップを行うことによって、複数の基板を処理するように構成された処理システムと、

を含む、露光装置。

１８．処理システムが、複数の基板のそれぞれに対して、

決定された１つ又は複数のパターンの組み合わせを用いて基板を露光させるように露光装置を制御するステップを行うようにさらに構成される、条項１７に記載の露光装置。

１９．基板ユーティライゼーション基準が、使用可能パターンニングエリアの寸法及び異なるパターンの寸法に基づいた最適化関数を含む、条項１７又は１８に記載の露光装置。

２０．最適化関数が、基板ユーティライゼーション基準及び生産性ユーティライゼーション基準の重み付けされた組み合わせを含む、条項１９に記載の露光装置。

２１．異なるパターンが、異なる寸法を有する、条項１７に記載の露光装置。

２２．１つ又は複数のパターンの組み合わせが、オーバーラップせずに、使用可能パターンニングエリア上にフィットする、条項１７に記載の露光装置。

２３．複数の基板が、１つのロットの基板を形成する、条項１７に記載の露光装置。

【０１２５】

【00137】 具体的な実施形態を上記に記載したが、本発明は、記載された以外の方法で実施されてもよいことが認識されるだろう。例えば、本発明のある実施形態は、上記に開示したような方法を記述する機械可読命令の１つ又は複数のシーケンスを含有するコンピュータプログラム、又は内部にそのようなコンピュータプログラムを保存したデータストレージ媒体（例えば、半導体メモリ、磁気又は光ディスク）の形態を取ってもよい。

【０１２６】

【00138】 また、特定の実施形態及び例を記載したが、本発明は、具体的に開示した実施形態の範囲を超えて、本発明の他の代替実施形態及び／又は使用、並びに本発明の明らかな変更形態及び均等物にまで拡大することが当業者には理解されるだろう。加えて、本発明の多くの変形形態を詳細に図示及び説明したが、本発明の範囲内の他の変更形態が、本開示に基づいて、当業者には容易に明らかとなるだろう。例えば、実施形態の具体的な特徴及び局面の様々な組み合わせ又はサブコンビネーションを作ることができ、それらが、それでもなお本発明の範囲内に含まれることが企図される。従って、開示の発明の様々

10

20

30

40

50

なモードを形成するために、開示の実施形態の様々な特徴及び局面を互いに組み合わせることができ、又は互いに置き換えることができることが理解されるものとする。ある実施形態では、米国特許出願公開第2011-0188016号及びPCT特許出願公開第2010/032224号に開示される1つ又は複数の特徴又は局面（本明細書において援用される米国特許出願公開第2011-0188016号及びPCT特許出願公開第2010/032224号の全内容）が、本明細書に開示される1つ又は複数の特徴又は局面と組み合わせられてもよく、又は置き換えられてもよい。

【0127】

[00139] 従って、様々な実施形態を上記に記載したが、それらは、限定するものではなく、単なる例として提示されたものであることが理解されるものとする。形態及び詳細における様々な変更を本発明の精神及び範囲から逸脱することなくその中で行うことができることが、関連技術の当業者には明らかとなるだろう。従って、本発明の広がり及び範囲は、上記の例示の実施形態の何れによっても限定されるものではなく、以下の特許請求の範囲及びそれらの均等物によってのみ定義されるものとする。

10

【図1a】

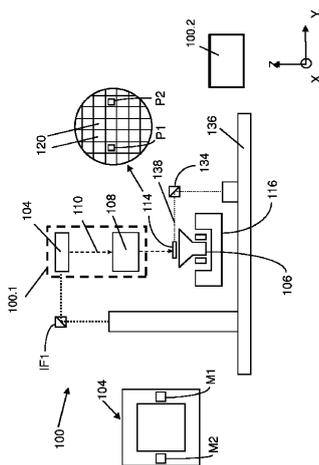


FIG. 1a

【図1b】

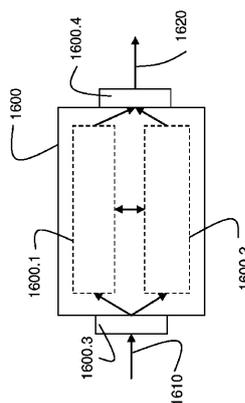


FIG. 1b

【 2 】

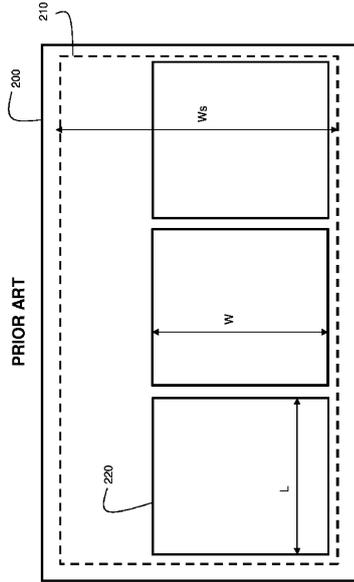


FIG. 2

【 3 】

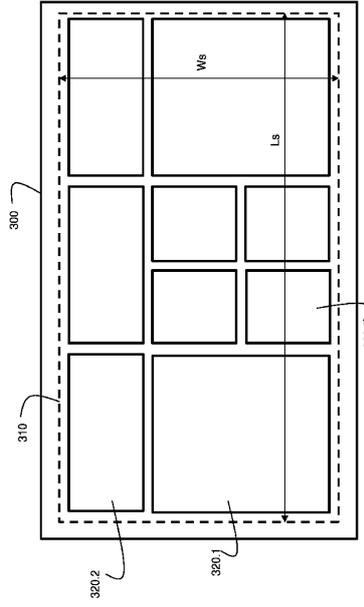


FIG. 3

【 4 ( a ) 】

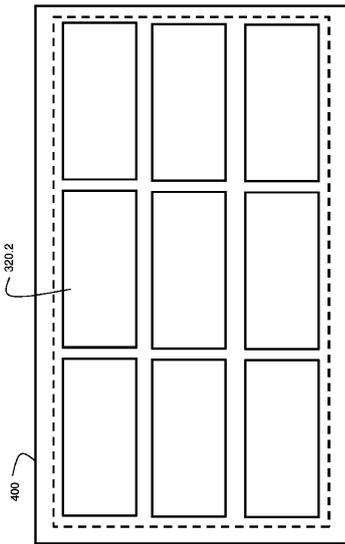


Figure 4 (a)

【 4 ( b ) 】

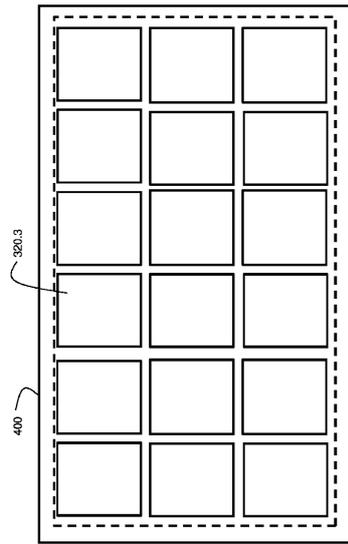


FIG. 4 (b)

【 図 4 ( c ) 】

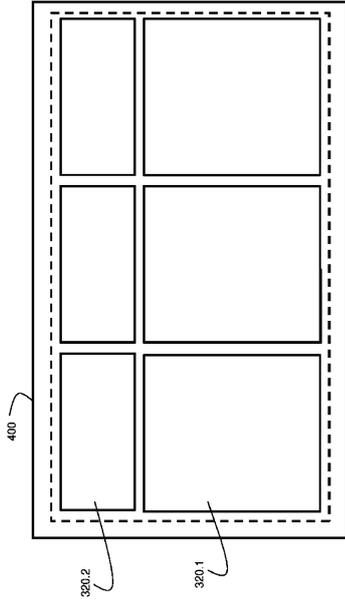


FIG. 4 (c)

【 図 5 】

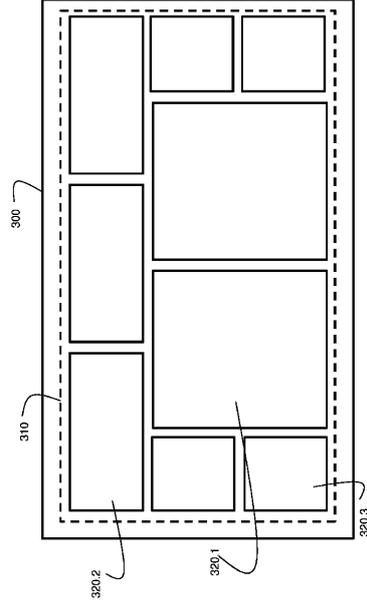


FIG. 5.

【 図 6 】

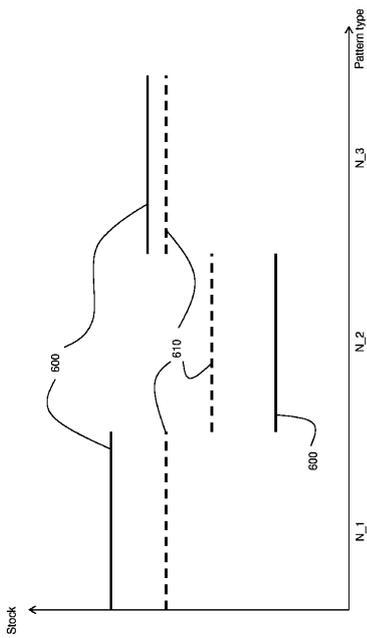


FIG. 6

【 図 7 】

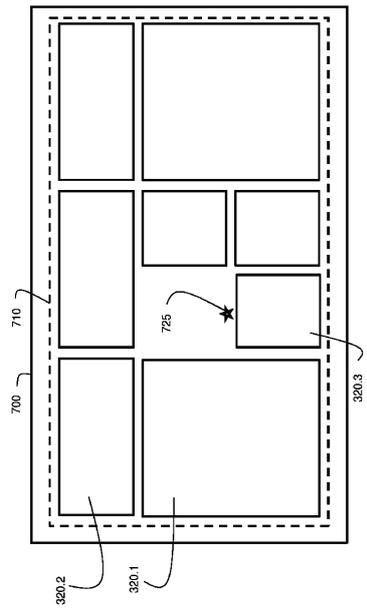
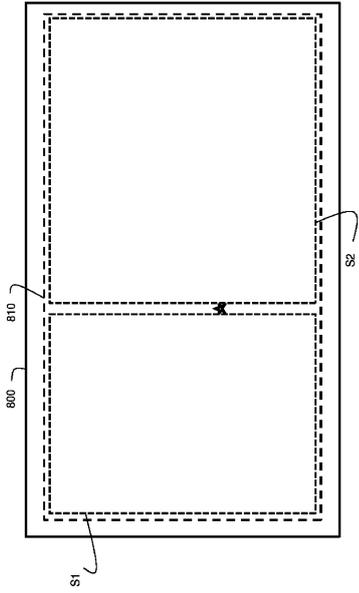
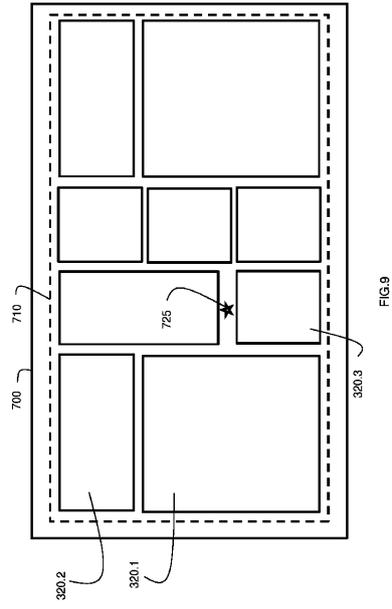


Figure 7

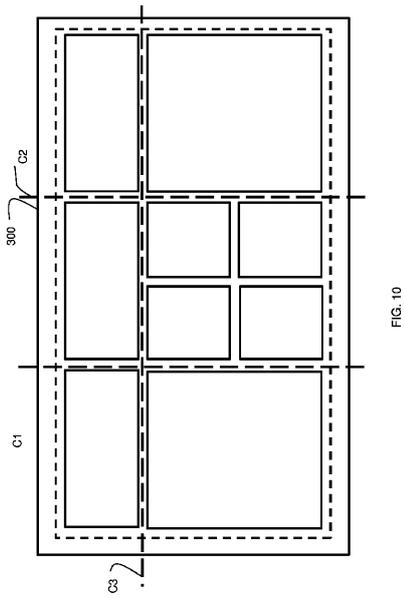
【 8 】



【 9 】



【 10 】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/065800

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G03F7/20 G03F1/50 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2015/262889 A1 (YAMASHITA ATSUKO [JP] ET AL) 17 September 2015 (2015-09-17) paragraphs [0004], [0005], [0012] - [0032], [0035], [0036]; figures 1-4 -----	1-5, 10, 12-14 6-9, 11, 15
X A	JP 2006 049403 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 16 February 2006 (2006-02-16) abstract paragraphs [0006], [0007], [0025], [0059]; figures 8, 13, 14 -----	1-5, 10, 13, 14 6-9, 11, 12, 15
X	US 2006/221320 A1 (BLEEKER ARNO J [NL] ET AL) 5 October 2006 (2006-10-05) paragraphs [0093] - [0103]; figures 2, 5 ----- -/--	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 22 September 2017		Date of mailing of the international search report 04/10/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Weckesser, Jens

2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2017/065800
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/060514 A1 (FUJITSU MICROELECTRONICS LTD [JP]; SUZUKI AKIYOSHI [JP]) 14 May 2009 (2009-05-14) abstract figures 1,12 -----	10
X	JP H09 199377 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 31 July 1997 (1997-07-31) abstract paragraph [0021]; figure 8 -----	10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/065800

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2015262889	A1	CN 104916586 A JP 2015177071 A US 2015262889 A1	16-09-2015 05-10-2015 17-09-2015
JP 2006049403	A	NONE	
US 2006221320	A1	JP 2006293352 A US 2006221320 A1	26-10-2006 05-10-2006
WO 2009060514	A1	NONE	
JP H09199377	A	NONE	

## フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 フェルシューレン, コーエン, アドリアヌス

オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー・オー・ボックス 3 2 4

(72)発明者 スマクマン, エルウィン, ポール

オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー・オー・ボックス 3 2 4

Fターム(参考) 2H197 AA22 CA01 CA03 CA06 CA07 CC05 DA04 DB34 HA03 HA04  
 HA05 HA10  
 5F131 AA02 AA03 AA21 AA23 AA32 AA33 BA13 DA02 DA33 DA42  
 DC30 EA02 EA16 EA22 EA23 EA24 EA25 EA27 EB89 KA16  
 KA47 KA72 KB12 KB32