

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-46680
(P2020-46680A)

(43) 公開日 令和2年3月26日(2020.3.26)

| | | | | | |
|----------------------------|--|-----------|-----|--|------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | テーマコード(参考) |
| G03F 7/20 (2006.01) | | G03F 7/20 | 503 | | 2H195 |
| G03F 1/24 (2012.01) | | G03F 1/24 | | | 2H197 |
| | | G03F 7/20 | 521 | | |

審査請求 有 請求項の数 18 O L 外国語出願 (全 28 頁)

| | | | |
|--------------------|-------------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2019-220832 (P2019-220832) | (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 ヴェルトホーフエン 550 4 ディー アール、デ ラン 6501 |
| (22) 出願日 | 令和1年12月6日(2019.12.6) | (71) 出願人 | 503263355 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー ムペーハー ドイツ連邦共和国、73447 オーバー コッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ ーセ 2 |
| (62) 分割の表示 | 特願2016-545280 (P2016-545280) の分割 | (74) 代理人 | 100079108 弁理士 稲葉 良幸 |
| 原出願日 | 平成27年2月10日(2015.2.10) | (74) 代理人 | 100109346 弁理士 大貫 敏史 |
| (31) 優先権主張番号 | 14156365.0 | | |
| (32) 優先日 | 平成26年2月24日(2014.2.24) | | |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 欧州特許庁 (EP) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 公知のリソグラフィ方法に関連する1つ以上の問題を防止または軽減する、パターン付きビームに基板を露光する方法を提供する。

【解決手段】 EUV放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能であるパターン付きエリアを備えるマスクを支持するように構築されるとともにスキャン方向に移動可能であるサポート構造と、基板を保持するように構築されるとともにスキャン方向に移動可能である基板テーブルと、パターン付き放射ビームを基板の露光領域上に投影するように構築され、スキャン方向において、スキャン方向に垂直な第2方向における縮小率を超える縮小率を有し、第2方向の縮小率は4×を超える投影システムと、を備えるリソグラフィ装置が提供される。

【選択図】 図4

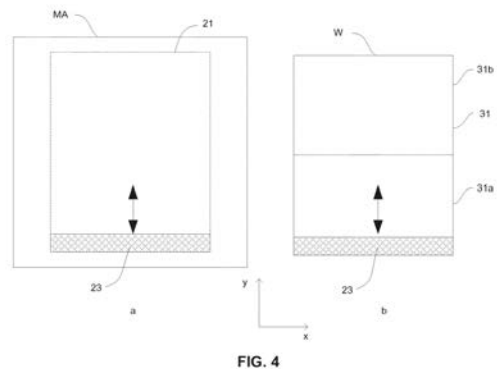


FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能であるパターン付きエリアを備えるマスクを支持するとともに、スキャン方向に移動可能であるサポート構造と、

基板を保持するとともに、スキャン方向に移動可能である基板テーブルと、

前記パターン付き放射ビームを前記基板の露光領域上に投影し、前記スキャン方向において、前記スキャン方向に垂直な第 2 方向における縮小率を超える縮小率を有する投影システムであって、前記第 2 方向における前記縮小率は $4 \times$ を超える、投影システムと、を備える、リソグラフィ装置。

10

【請求項 2】

前記スキャン方向における前記投影システムの前記縮小率は、 $6 \times$ を超える、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記第 2 方向における前記投影システムの前記縮小率は、 $4.8 \times$ である、請求項 1 または 2 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記スキャン方向における前記投影システムの前記縮小率は、 $7.5 \times$ である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 5】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 104 mm を超える前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

20

【請求項 6】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 132 mm 以下である前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 7】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 124 mm の前記スキャン方向における範囲および 124 mm の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 8】

リソグラフィ装置を使用して露光領域を基板上に露光する方法であって、スキャン方向に、かつマスクのパターン付きエリアにわたって、放射の露光スリットをスキャンすることと、

30

前記スキャン方向において、前記スキャン方向に垂直な第 2 方向における縮小率を超える縮小率で、前記マスクから反射される放射の露光スリットを前記基板の前記露光領域上に投影させることであって、前記第 2 方向の前記縮小率は $4 \times$ を超えることと、を含む、方法。

【請求項 9】

前記第 2 方向における前記縮小率は、 $4.8 \times$ である、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記スキャン方向における前記縮小率は、 $7.5 \times$ である、請求項 8 または 9 に記載の方法。

40

【請求項 11】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 104 mm を超える前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 8 ~ 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 132 mm 以下である前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 8 ~ 11 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 124 mm の前記スキャン方向における範囲

50

および 124 mm の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 8 ~ 12 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、前記マスクの品質エリア上に配置される、請求項 8 ~ 13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記マスクの前記品質エリアは、約 132 mm の前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記マスクの前記品質エリアは、約 132 mm の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 14 または 15 に記載の方法。

10

【請求項 17】

リソグラフィ装置で使用するためのマスクであって、放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能であるパターン付きエリアを備え、使用中、前記放射ビームが前記パターン付きエリアにわたってスキャンされるスキャン方向を伴って構成され、前記パターン付きエリアは、前記スキャン方向に垂直な第 2 方向における 104 mm を超える範囲を有する、マスク。

【請求項 18】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、約 124 mm の前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 17 に記載のマスク。

20

【請求項 19】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、約 124 mm の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 17 または 18 に記載のマスク。

【請求項 20】

前記パターン付きエリアは、前記マスクの品質エリア上に配置される、請求項 17 ~ 19 のいずれか一項に記載のマスク。

【請求項 21】

前記マスクの前記品質エリアは、約 132 mm の前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 20 に記載のマスク。

30

【請求項 22】

前記マスクの前記品質エリアは、約 132 mm の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 20 または 21 に記載のマスク。

【請求項 23】

前記マスクの前記品質エリアは、丸みをつけたコーナを有する、請求項 17 ~ 22 のいずれか一項に記載のマスク。

【請求項 24】

前記マスクは、およそ 6 インチの前記スキャン方向における範囲およびおよそ 6 インチの前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 17 ~ 23 のいずれか一項に記載のマスク

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の相互参照]

[0001] 本出願は、2014年2月24日に提出された欧州出願第14156365.0号の利益を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

[0002] 本発明は、基板をパターン付き放射ビームに露光する方法および該方法を実行するために好適なリソグラフィ装置に関する。

50

【背景技術】

【0003】

[0003] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上に付与するように構築された機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路（IC）の製造に用いることができる。その場合、ICの個々の層上に形成される回路パターンを生成するために、マスクまたはレチクルとも呼ばれるパターンングデバイスを用いることができる。このパターンは、基板（例えば、シリコンウェーハ）上のターゲット部分（例えば、ダイの一部、または1つ以上のダイを含む）に転写することができる。通常、パターンの転写は、基板上に設けられた放射感応性材料（レジスト）層上への結像によって行われる。一般には、単一の基板が、連続的にパターンングされる隣接したターゲット部分のネットワークを含んでいる。

10

【0004】

[0004] リソグラフィは、IC並びに他のデバイスおよび/または構造の製造における重要な工程の1つとして広く認識されている。しかしながら、リソグラフィを使用して作られるフィーチャの寸法が小さくなるにつれ、リソグラフィは、小型のICや他のデバイスおよび/または構造の製造を可能にするためのより重要な要因になってきている。

【0005】

[0005] パターンプリンティングの限界は、式（1）に示す解像度についてのレイリー基準によって、理論的に推測することができる。

【数1】

$$CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA} \quad (1)$$

20

ここで、 λ は、使用される放射の波長であり、NAは、パターンを印刷するために使用される投影システムの開口数であり、 k_1 は、レイリー定数とも呼ばれているプロセス依存調整係数であり、CDは、印刷されたフィーチャのフィーチャサイズ（またはクリティカルディメンジョン）である。式（1）から、フィーチャの最小印刷可能サイズ（クリティカルディメンジョン）は、露光波長を短くすること、開口数NAを大きくすること、あるいは k_1 の値を小さくすること、の3つの方法によって縮小できると言える。

【0006】

[0006] 露光波長を短くするため、ひいてはクリティカルディメンジョン（CD）を縮小するために、極端紫外線（EUV）放射源が使用され得る。EUV放射は、4～20nmの範囲内の波長を有する放射であるとみなされ得る。EUV放射を使用するリソグラフィ装置を使用して、より長い波長（例えば、約193nmの波長）の放射を使用するリソグラフィ装置と比較してより小さいフィーチャが基板上に形成され得る。

30

【0007】

[0007] 公知のリソグラフィ方法に関連する1つ以上の問題を防止または軽減するパターン付きビームに基板を露光する方法を提供することが望ましい。

【発明の概要】

【0008】

[0008] 本発明の第1態様によれば、放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能であるパターン付きエリアを備えるマスクを支持するように構築されたサポート構造であって、該サポート構造はスキャン方向に移動可能である、サポート構造と、基板を保持するように構築された基板テーブルであって、該基板テーブルはスキャン方向に移動可能である、基板テーブルと、パターン付き放射ビームを基板の露光領域上に投影するように構成された投影システムであって、該投影システムはスキャン方向に垂直な第2方向の縮小率を超えるスキャン方向の縮小率を有し、第2方向の縮小率は4×を超える、投影システムと、を備える、リソグラフィ装置が提供される。

40

【0009】

[0009] 放射ビームは、EUV放射ビームであり得る。

50

- 【 0 0 1 0 】
[00010] 第 2 方向の投影システムの縮小率は、4 . 5 x を超えることがある。
- 【 0 0 1 1 】
[00011] 第 2 方向の投影システムの縮小率は、およそ 4 . 8 x であり得る。
- 【 0 0 1 2 】
[00012] スキャン方向の投影システムの縮小率は、6 x を超えることがある。
- 【 0 0 1 3 】
[00013] スキャン方向の投影システムの縮小率は、およそ 7 . 5 x であり得る。
- 【 0 0 1 4 】
[00014] マスクのパターン付きエリアは、1 0 4 m m を超える第 2 方向の範囲を有し得る。 10
- 【 0 0 1 5 】
[00015] 第 2 方向の投影システムの縮小率は、およそ 2 6 m m の第 2 方向の範囲を有する、基板上的露光領域を露光するように構成され得る。
- 【 0 0 1 6 】
[00016] マスクのパターン付きエリアは、1 3 2 m m 以下のスキャン方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 1 7 】
[00017] スキャン方向の投影システムの縮小率は、およそ 1 6 . 5 m m のスキャン方向の範囲を有する、基板上的露光領域を露光するように構成され得る。 20
- 【 0 0 1 8 】
[00018] サポート構造は、6 インチ程度のスキャン方向の範囲を有するマスクを支持するように構築され得る。
- 【 0 0 1 9 】
[00019] サポート構造は、6 インチ程度の第 2 方向の範囲を有するマスクを支持するように構築され得る。
- 【 0 0 2 0 】
[00020] 本発明の第 2 態様によれば、リソグラフィ装置を使用して露光領域を基板の上に露光する方法であって、スキャン方向に、かつマスクのパターン付きエリアにわたって、放射の露光スリットをスキャンすることと、スキャン方向に垂直な第 2 方向の縮小率を超えるスキャン方向の縮小率で、マスクから反射される放射の露光スリットを基板の露光領域上に投影させることであって、第 2 方向の縮小率は 4 x を超えることと、を含む、方法が提供される。 30
- 【 0 0 2 1 】
[00021] 放射は、E U V ビームであり得る。
- 【 0 0 2 2 】
[00022] 第 2 方向の縮小率は、4 . 5 x 、特におよそ 4 . 8 x 、5 x 、または 5 . 1 x を超えることがある。
- 【 0 0 2 3 】
[00023] スキャン方向の縮小率は、6 x 、特におよそ 6 . 3 x 、7 x 、7 . 5 x 、または 7 . 9 x を超えることがある。 40
- 【 0 0 2 4 】
[00024] マスクのパターン付きエリアは、1 0 4 m m を超える第 2 方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 2 5 】
[00025] 第 2 方向の縮小率および第 2 方向のパターン付きエリアの範囲は、基板上的露光領域がおよそ 2 6 m m の第 2 方向の範囲を有する程度であり得る。
- 【 0 0 2 6 】
[00026] マスクのパターン付きエリアは、1 3 2 m m 以下のスキャン方向の範囲を有し得る。 50

- 【 0 0 2 7 】
[00027] 第 2 方向の縮小率および第 2 方向のパターン付きエリアの範囲は、基板上の露光領域がおよそ 1 6 . 5 m m の第 2 方向の範囲を有する程度であり得る。
- 【 0 0 2 8 】
[00028] マスクは、6 インチ程度のスキャン方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 2 9 】
[00029] マスクは、6 インチ程度の第 2 方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 3 0 】
[00030] マスクのパターン付きエリアは、マスクの品質エリア上に配置され得る。
- 【 0 0 3 1 】
[00031] マスクの品質エリアは、約 1 3 2 m m のスキャン方向の範囲を有し得る。 10
- 【 0 0 3 2 】
[00032] マスクの品質エリアは、約 1 3 2 m m の第 2 方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 3 3 】
[00033] マスクの品質エリアは、丸みをつけたコーナを有し得る。
- 【 0 0 3 4 】
[00034] 丸みをつけたコーナは、各々が約 1 4 m m の半径を有し得る。
- 【 0 0 3 5 】
[00035] 本発明の第 3 態様によれば、リソグラフィ装置で使用するためのマスクであって、放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能であるパターン付きエリアを備え、使用中、放射ビームがパターン付きエリアにわたってスキャンされるスキャン方向を伴って構成される、マスクであって、パターン付きエリアは、スキャン方向に垂直な第 2 方向の 1 0 4 m m を超える範囲を有する、マスクが提供される。 20
- 【 0 0 3 6 】
[00036] 放射ビームは、E U V 放射ビームであり得る。
- 【 0 0 3 7 】
[00037] パターン付きエリアは、マスクの品質エリア上に配置され得る。
- 【 0 0 3 8 】
[00038] マスクのパターン付きエリアは、約 1 2 4 m m の第 2 方向の範囲を有し得る。 30
- 【 0 0 3 9 】
[00039] マスクのパターン付きエリアは、約 1 2 4 m m のスキャン方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 4 0 】
[00040] マスクのパターン付きエリアは、約 1 3 2 m m の第 2 方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 4 1 】
[00041] マスクの品質エリアは、丸みをつけたコーナを有し得る。
- 【 0 0 4 2 】
[00042] 丸みをつけたコーナは、各々が約 1 4 m m の半径を有し得る。 40
- 【 0 0 4 3 】
[00043] マスクは、およそ 6 インチのスキャン方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 4 4 】
[00044] マスクは、およそ 6 インチの第 2 方向の範囲を有し得る。
- 【 0 0 4 5 】
[00045] 本発明の第 4 態様によれば、リソグラフィ装置を使用して露光領域を基板上に露光する方法であって、スキャン方向に、かつマスクのパターン付きエリアにわたって、放射の露光スリットをスキャンすることであって、マスクのパターン付き領域は、1 3 2 m m 以下であるスキャン方向の範囲および少なくとも 1 0 4 m m 程度であるスキャン方向に垂直な第 2 方向の範囲を有することと、第 2 方向の縮小率を超えるスキャン方向の縮 50

小率で、マスクから反射される放射の露光スリットを基板の露光領域上に投影させることと、を含む、方法が提供される。

【0046】

[00046] 放射は、EUV放射であり得る。

【0047】

[00047] スキャン方向の縮小率は、6×を超えることがある。

【0048】

[00048] 第2方向の縮小率は、少なくともおよそ4×であり得る。

【0049】

[00049] 第2方向の縮小率は、4×を超えることがある。

10

【0050】

[00050] 第2方向の縮小率は、4.5×を超えることがある。

【0051】

[00051] マスクは、およそ6インチ以下のスキャン方向の長さを有し得る。

【0052】

[00052] マスクは、6インチ程度の第2方向の長さを有し得る。

【0053】

[00053] パターン付きエリアは、マスクの品質エリア上に配置され得る。

【0054】

[00054] マスクの品質エリアは、約132mmのスキャン方向の範囲を有し得る。

20

【0055】

[00055] マスクの品質エリアは、約132mmの第2方向の範囲を有し得る。

【0056】

[00056] マスクの品質エリアは、丸みをつけたコーナを有し得る。

【0057】

[00057] 丸みをつけたコーナは、各々が約14mmの半径を有し得る。

【0058】

[00058] 第2方向のパターン付きエリアの範囲および第2方向の縮小率は、基板上的露光領域の第2方向の範囲がおよそ26mmである程度であり得る。

【0059】

[00059] スキャン方向のパターン付きエリアの範囲およびスキャン方向の縮小率は、基板上的露光領域のスキャン方向の範囲がおよそ16.5mmである程度であり得る。

30

【0060】

[00060] 本発明の第5態様によれば、放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能であるパターン付きエリアを備えるマスクを支持するように構築されたサポート構造であって、該サポート構造はスキャン方向に移動可能であり、マスクは6インチ程度のスキャン方向の範囲を有し、かつ、6インチ程度のスキャン方向に垂直な第2方向の範囲を有する、サポート構造と、基板を保持するように構築された基板テーブルであって、該基板テーブルはスキャン方向に移動可能である、基板テーブルと、パターン付き放射ビームを基板の露光領域上に投影するように構成された投影システムであって、該投影システムは第2方向の縮小率を超えるスキャン方向の縮小率を有する、投影システムと、を備える、リソグラフィ装置が提供される。

40

【0061】

[00061] 放射ビームは、EUV放射ビームであり得る。

【0062】

[00062] 投影システムは、6×を超えるスキャン方向の縮小率を有し得る。

【0063】

[00063] 投影システムは、少なくともおよそ4×、特におよそ4.8×、5×、または5.1×の第2方向の縮小率を有し得る。

【0064】

50

【00064】 投影システムは、 $4 \times$ を超える、特におよそ $6.3 \times$ 、 $7 \times$ 、 $7.5 \times$ または $7.9 \times$ の第2方向の縮小率を有し得る。

【0065】

【00065】 投影システムは、 $4.5 \times$ を超える第2方向の縮小率を有し得る。

【0066】

【00066】 パターン付きエリアは、マスクの品質エリア上に配置され得る。

【0067】

【00067】 マスクの品質エリアは、約 132 mm のスキャン方向の範囲を有し得る。

【0068】

【00068】 マスクの品質エリアは、約 132 mm の第2方向の範囲を有し得る。 10

【0069】

【00069】 マスクの品質エリアは、約 124 mm のスキャン方向の範囲を有し得る。

【0070】

【00070】 マスクの品質エリアは、約 124 mm の第2方向の範囲を有し得る。

【0071】

【00071】 マスクの品質エリアは、丸みをつけたコーナを有し得る。

【0072】

【00072】 丸みをつけたコーナは、各々が約 14 mm の半径を有し得る。

【0073】

【00073】 第2方向の投影システムの縮小率は、基板上的露光領域の第2方向の範囲がおよそ 26 mm であるように構成され得る。 20

【0074】

【00074】 スキャン方向の投影システムの縮小率は、基板上的露光領域のスキャン方向の範囲がおよそ 16.5 mm であるように構成され得る。

【0075】

【00075】 サポート構造は、EUV放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能である拡張パターン付きエリアを備える拡張マスクを支持するようにさらに構築され得ることがあり、拡張マスクは、6インチを超えるスキャン方向の範囲を有する。

【0076】

【00076】 スキャン方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、 132 mm を超えることがある。 30

【0077】

【00077】 スキャン方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、 264 mm 程度であり得る。

【0078】

【00078】 第2方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、少なくとも 104 mm 程度であり得る。

【0079】

【00079】 第2方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、 104 mm を超えることがある。 40

【0080】

【00080】 第2方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、 132 mm 程度であり得る。

【0081】

【00081】 リソグラフィ装置は、放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能である拡張パターン付きエリアを備える拡張マスクを支持するように構築された第2サポート構造をさらに備えることがあり、拡張マスクは、6インチを超えるスキャン方向の範囲を有する。

【0082】

【00082】 放射ビームは、EUV放射ビームであり得る。 50

【 0 0 8 3 】

【00083】 スキャン方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、132mmを超えることがある。

【 0 0 8 4 】

【00084】 スキャン方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、264mm程度であり得る。

【 0 0 8 5 】

【00085】 第2方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、少なくとも104mm程度であり得る。

【 0 0 8 6 】

【00086】 第2方向の拡張パターン付きエリアの範囲は、104mmを超えることがある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 7 】

【00087】 本発明の実施形態を、単なる例として、添付の概略図を参照して以下に説明する。

【 0 0 8 8 】

【図1】 【00087】 リソグラフィ装置と放射源とを備えるリソグラフィシステムの概略図である。

【図2】 【00087】 スキャン露光プロセスで使用され得るマスクと、該露光プロセスから得られる基板上の露光フィールドと、を示す概略図である。

【図3】 【00087】 マスクの断面図である。

【図4】 【00087】 スキャン露光プロセスで使用され得るマスクと、2つのスキャン露光プロセスから形成される基板上の露光フィールドと、を示す概略図である。

【図5】 【00087】 基板上に形成された露光フィールドの2つの実施形態の概略図である。

【図6】 【00087】 x方向に拡大されたパターン付きエリアを含むマスクの概略図である。

【図7】 【00087】 スキャン露光プロセスで使用され得る拡張マスクと、該拡張マスクから得られる基板上の露光フィールドと、を示す概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 8 9 】

【00088】 図1は、リソグラフィシステムを示している。リソグラフィシステムは、放射源S Oとリソグラフィ装置L Aとを備える。放射源S Oは、極端紫外線(EUV)放射ビームBを生成するように構成される。リソグラフィ装置L Aは、照明システムI Lと、パターンングデバイスM A(例えば、マスク)を支持するように構成されたサポート構造M Tと、投影システムP Sと、基板Wを支持するように構成された基板テーブルW Tと、を備える。照明システムI Lは、パターンングデバイスM Aに入射する前に放射ビームBを調整するように構成される。投影システムP Sは、(現在マスクM Aによってパターンが形成されている)放射ビームBを基板W上に投影するように構成される。基板Wは、すでに形成されたパターンを含み得る。この場合、リソグラフィ装置は、パターン付き放射ビームBを基板W上にすでに形成されたパターンと位置合わせする。

【 0 0 9 0 】

【00089】 放射源S O、照明システムI L、および投影システムP Sはすべて、外部環境から隔離することができるように構築および配置され得る。大気圧(例えば、水素)未満の圧力の気体が放射源S O内に供給され得る。真空が照明システムI Lおよび/または投影システムP S内に供給され得る。大気圧より十分に低い圧力の少量の気体(例えば、水素)が照明システムI Lおよび/または投影システムP S内に供給され得る。

【 0 0 9 1 】

【00090】 図1に示す放射源S Oは、レーザ生成プラズマ(LPP)源と呼ばれ得るタ

10

20

30

40

50

イブのものである。レーザー 1 (例えば、CO₂レーザーであり得る) が、レーザービーム 2 を介して、燃料エミッタ 3 から供給されるスズ (Sn) などの燃料内にエネルギーを堆積するように配置される。スズは以降の説明において言及されるが、あらゆる好適な燃料が使用され得る。燃料は、例えば液体の形態をとることがあり、また、例えば、金属または合金であり得る。燃料エミッタ 3 は、スズを、例えば液滴の形態で、軌跡に沿ってプラズマ形成領域 4 に向けて誘導するように構成されたノズルを備え得る。レーザービーム 2 は、プラズマ形成領域 4 においてスズに入射する。スズ内へのレーザーエネルギーの堆積によって、プラズマ形成領域 4 においてプラズマ 7 が作り出される。EUV 放射を含む放射が、該プラズマのイオンの脱励起および再結合中にプラズマ 7 から放出される。

【0092】

[00091] EUV 放射は、近法線入射放射コレクタ 5 (より一般的に法線入射放射コレクタと呼ばれることもある) によって集光および集束される。コレクタ 5 は、EUV 放射 (例えば、13.5 nm などの所望の波長を有する EUV 放射) を反射するように配置された多層構造を有し得る。コレクタ 5 は、2 つの楕円焦点を有する楕円構成を有し得る。後述のとおり、第 1 焦点はプラズマ形成領域 4 に位置し、第 2 焦点は中間焦点 6 に存在し得る。

【0093】

[00092] レーザ 1 は、放射源 S0 と分けられ得る。この場合、レーザービーム 2 は、レーザー 1 から放射源 S0 へ、例えば、適切な誘導ミラーおよび/またはビームエキスパンダを含むビームデリバリシステム (図示せず)、および/または他の光学系を使って送られ得る。レーザー 1 および放射源 S0 は、まとめて放射システムと呼ばれ得る。

【0094】

[00093] コレクタ 5 によって反射された放射は、放射ビーム B を形成する。放射ビーム B は、点 6 に集束してプラズマ形成領域 4 の像を形成し、この像は、照明システム IL に対する仮想放射源として機能する。放射ビーム B が集束する点 6 は、中間焦点と呼ばれ得る。放射源 S0 は、中間焦点 6 が放射源の閉鎖構造 9 の開口部 8 に、または、開口部 8 の付近に位置付けられるように配置される。

【0095】

[00094] 図 1 は、レーザー生成プラズマ LPP 源としての放射源 S0 を示しているが、あらゆる好適な源を使用して EUV 放射が生成され得る。例えば、EUV 放出プラズマは、放電を使用して燃料 (例えば、スズ) をプラズマ状態に変換することによって生成され得る。このタイプの放射源は、放電生成プラズマ (DPP) 源と呼ばれ得る。放電は、放射源の一部を形成し得る電源によって生成されてよく、または、電気接続を介して放射源 S0 に接続する別個の構成要素であってもよい。

【0096】

[00095] 放射源 S0 は、自由電子レーザーを備えてもよい。自由電子レーザーは、電子を相対論的速度に加速させることによって EUV 放射を生成し得る。そして、相対論的電子は、該相対論的電子を振動経路に従わせる波動磁場を通過し、それによってコヒーレントな EUV 放射の誘導放出が引き起こされる。自由電子レーザーは、いくつかのリソグラフィ装置 LA に対して同時に EUV 放射を供給するのに十分な EUV 放射を生成し得る。

【0097】

[00096] 放射ビーム B は、放射源 S0 から照明システム IL 内に進み、照明システム IL は、放射ビームを調整するように構成される。照明システム IL は、ファセットフィールドミラーデバイス 10 およびファセット瞳ミラーデバイス 11 を含み得る。ファセットフィールドミラーデバイス 10 およびファセット瞳ミラーデバイス 11 はともに、放射ビーム B に所望の断面形状および所望の角度分布を提供する。放射ビーム B は、照明システム IL から進み、サポート構造 MT によって保持されたパターンングデバイス MA に入射する。パターンングデバイス MA は、放射ビーム B を反射し、放射ビーム B にパターン形成する。照明システム IL は、ファセットフィールドミラーデバイス 10 およびファセット瞳ミラーデバイス 11 に加えて、また、それらの代わりに、他のミラーまたはデバイ

10

20

30

40

50

スを含み得る。

【0098】

[00097] パターニングデバイスMAからの反射に続いて、パターン付き放射ビームBは、投影システムPSに入る。投影システムPSは、基板テーブルWTによって保持された基板W上に放射ビームBを投影するように構成された複数のミラーを備える。投影システムPSは、縮小係数を放射ビームに適用し、パターニングデバイスMA上の対応するフィーチャより小さいフィーチャを有する像を形成する。投影システムPSは図1において2つのミラーを有するが、投影システムは、任意の数のミラー（例えば、6、7、8、9、または10のミラー）を含み得る。

【0099】

[00098] 投影システムPSは、放射ビームBを基板Wのターゲット部分上に集束させる。ターゲット部分は、露光フィールドと呼ばれ得る。例えば、さまざまなターゲット部分を放射ビームBの経路内に位置決めするように、基板テーブルWTを正確に動かすことができる。基板テーブルWTは、例えば、1つ以上のポジションナ（図示せず）によって位置決めされ得る。基板テーブルが位置決めされる精度を向上させるために、1つ以上の位置センサ（図示せず）を使用して、放射ビームBに対する基板テーブルWTの位置が測定され得る。1つ以上の位置センサによって行われる測定は、該1つ以上のポジションナにフィードバックされ得る。

【0100】

[00099] 図示の装置は、例えば、スキャンモードにおいて使用されてよく、このスキャンモードでは、サポート構造（例えば、マスクテーブル）MTおよび基板テーブルWTを同期的にスキャンする一方で、放射ビームに付与されたパターンを基板W上に投影する（すなわち、単一動的露光）。サポート構造（例えば、マスクテーブル）MTに対する基板テーブルWTの速度および方向は、投影システムPSの縮小率および像反転特性によって決めることができる。基板Wに入射するパターン付き放射ビームは、放射の帯域を含み得る。放射の帯域は、露光スリットと呼ばれ得る。スキャン露光中、基板テーブルWTおよびサポート構造MTの移動は、露光スリットが基板Wの露光フィールドにわたって進行する程度であり得る。

【0101】

[00100] 本発明の一実施形態において、リソグラフィ装置は、6インチ×6インチの寸法をとるマスクMA（これらは6インチマスクと呼ばれ得る）を支持するように構成され得る。これは、リソグラフィ装置で使用するための従来のマスクのサイズであり、このサイズのマスクを製造し、使用するために準備された十分なインフラが存在する。したがって、リソグラフィ装置が6インチマスクを使用することができることが有利であり得る。

【0102】

[00101] 図2aは、EUVリソグラフィ装置用の従来の6インチマスクMAの概略図である。マスクMAは、反射材料を含む。例えば、マスクMAは、EUV放射を反射するように最適化された多層ミラーを備え得る。マスクMAは、放射ビームBに付与されるパターンが形成されるパターン付きエリア21を含む。例えば、EUV吸収材料を反射マスクMAの表面に設けることによって、パターンがパターン付きエリア21上に形成され得る。

【0103】

[00102] マスクMAのスキャン露光中、パターン付きエリア21は、EUV放射で照明される。図2aには露光スリット23も示されている。露光スリット23は、スキャン露光中、所与の時間にEUV放射で照明されるマスクMAの一部を表す。露光スリット23は、図2aにおいて、矩形を有するとして示されているが、露光スリット23は、別の形状を有してよい。例えば、露光スリット23は、湾曲し得る。

【0104】

[00103] スキャン露光中、露光スリット23は、図2aにおいて双方向の矢印で示す

10

20

30

40

50

方向にパターン付きエリア 2 1 にわたってスキャンされる。スキャン方向は、従来、y 方向と呼ばれる（参照を容易にするために、図 2 にはデカルト座標が示されている）。マスク M A に対する露光スリット 2 3 の移動は、正または負の y 方向のものであり得る。パターン付きエリア 2 1 に対する露光スリット 2 3 のスキャンは、通常、（y 方向の）マスク M A の移動を介して達成される一方で、露光スリット 2 3 は静止状態のままである。

【 0 1 0 5 】

[000104] いくつかの実施形態において、パターン付きエリア 2 1 の外側に延在するマスク M A の領域が、E U V 放射で照明され得る。例えば、E U V 放射で照明される領域は、マスク M A 上で、パターン付きエリア 2 1 を超える幅まで延在し得る。ただし、パターン付きエリア 2 1 の外側のマスク M A の領域には、パターン付きエリア 2 1 の内側にあるマスク M A の部分からのみ E U V 放射が反射されるように、E U V 吸収材料が設けられ得る。

10

【 0 1 0 6 】

[000105] 図 2 b は、図 2 に示すマスク M A のスキャン露光中、放射に露光される基板 W の露光領域 3 1 を概略的に示している。図 2 b には露光スリット 2 3 も示されている。通常、スキャン露光中、露光スリット 2 3 がマスク M A のパターン付きエリア 2 1 および基板 W の露光領域 3 1 にわたってスキャンされるように、基板 W は、y 方向にスキャンされ、それと同時にマスク M A のスキャンが（同様に y 方向に）行われる。

【 0 1 0 7 】

[000106] 1 回のスキャン露光中に放射に露光される基板 W の領域のサイズは、投影システム P S の大きさによって決まる。通常、投影システム P S は、マスク M A から基板 W に進む（露光スリット 2 3 を形成する）放射の帯域に対して縮小率を適用する。これによって、マスク M A によってパターン付き放射ビームに対して付与されるパターンの対応するフィーチャより小さい寸法を有するフィーチャが基板 W 上にパターン形成される。

20

【 0 1 0 8 】

[000107] 従来のリソグラフィ装置 L A の投影システム P S が、x 方向および y 方向の両方に約 4 x の縮小率を適用し得る。従来 6 インチマスクは、x 方向に約 1 0 4 m m かつ y 方向に約 1 3 2 m m 延在するパターン付きエリア 2 1 を含み得る。この場合、基板 W 上の露光領域 3 1 は、x 方向に約 2 6 m m かつ y 方向に約 3 3 m m 延在する。

【 0 1 0 9 】

[000108] ただし、x および / または y 方向の少なくとも 1 つ方向の投影システム P S の縮小率を高めることが有利であり得る。以下に説明するとおり、y 方向の投影システム P S の縮小率を高めることが特に有利であり得る。

30

【 0 1 1 0 】

[000109] ここで、投影システム P S の縮小率を（従来 4 x の縮小率を超える縮小率まで）高めるという利点を、図 3 を参照して説明する。図 3 は、マスク M A の一部の断面図である。図 2 および図 3 の比較を容易にするために、図 2 で使用したものと同一のデカルト座標システムが図 3 においても示されている。図 2 に示す x 方向は、図 3 の紙面の平面に垂直である。図 3 に示す z 方向は、図 2 の紙面の平面に垂直である。

40

【 0 1 1 1 】

[000110] マスク M A は、第 1 材料 4 1 および第 2 材料 4 3 の交互に並ぶ層の複数の対を備える。第 1 材料 4 1 および第 2 材料 4 3 は、異なる屈折率を有する。材料 4 1、4 3 の層の厚さおよび屈折率は、該材料が多層ミラー構造として機能する程度である。

【 0 1 1 2 】

[000111] E U V 放射の一連の光線 3 5 が、マスク M A に入射するとして図 3 において矢印によって示されている。第 1 材料 4 1 の層と第 2 材料 4 3 の層との間の界面で生じる屈折率の変化によって、一部の E U V 放射が各界面から反射される。例えば、E U V 放射の一部は、第 1 材料 4 1 と第 2 材料 4 3 との間の一番上の界面から反射されてよく、該放射の残りはより低い層まで透過してよい。そして、透過した放射の一部は、マスク M A の

50

多層構造内に位置する第1材料と第2材料との間の界面から反射され得る。マスクMAの別々の界面からの反射は、構造的に互いに反射して反射光線37を形成する。マスクMAの多くの異なる層からの反射の複合効果は、多層ミラー構造内にある効果的反射平面47から反射される反射EUV放射と同等であるとみなされ得る。効果的反射平面47は、例えば、図3に示すように、マスクMAの上面の約16層下方に位置決めされ得る。放射のすべての入射光線35が、効果的反射平面47から反射されるとして図3に示されている。ただし、一部の放射は反射平面47の上方の位置から反射されてよく、また、一部の放射は効果的反射平面47の下方の位置から反射されてよいと理解されたい。

【0113】

[000112] 図1および図3から理解されるように、マスクMAに入射するEUV放射のビームは、マスクMAに垂直に入射しない。マスクMAから延在する垂線に対する放射ビームによって規定された角度（すなわち、放射ビームとz軸との間の角度）は、主光線角度（図3に示す）と呼ばれ得る。実際に、マスクMAは、所定の角度範囲から照明されてよく、主光線角度は、これらの角度の平均値としてみなされ得る。図示を容易にするために、主光線角度でマスクMAに入射する光線のみが図3に示されている。

10

【0114】

[000113] EUV吸収材料45の領域を多層ミラー構造の上面に設けることによって、パターンがマスクMA上に形成される。EUV吸収材料45a、45bの2つのブロックが図3に示されている。ブロック45a、45bの各々は、幅wおよび高さhを有する。EUV放射がマスクMAに垂直に（すなわち、0の主光線角度で）入射するのであれば、EUV吸収材料45a、45bのブロックの高さhは、マスクMAから反射される放射に対して影響を与えないことになる。ただし、EUV放射は非ゼロ主光線角度でマスクMAに入射するので、マスクMAの多層構造によって反射された放射の一部は、その後、EUV吸収材料45a、45bのブロックによって吸収される。例えば、図3に示す光線35'は、EUV吸収材料が設けられないマスクMAの上面の一部に入射し、したがって効果的反射平面47から反射される。ただし、対応する反射光線37'は、EUV吸収材料45aのブロックによって吸収され、したがってマスクMAを出ない。

20

【0115】

[000114] 入射光線35a（図3に太線で示す）は、マスクMAを出る反射光線37aを依然として引き起こす（したがってブロック45aによって吸収されない）ブロック45aの左側に最も近い光線を表す。入射光線35b（同様に図3に太線で示す）は、ブロック45aによって吸収されず、したがって反射光線37bを引き起こす、ブロック45aの右側に最も近い光線を表す。反射光線37aと37bとの間の間隔は、マスクMAから反射される放射にパターン形成される吸収ブロック45aの効果的幅 w_{ef} を表す。図3から分かるとおり、吸収ブロック45aは、ブロック45aの幅wよりかなり大きい効果的幅 W_{ef} を有する。

30

【0116】

[000115] 図3および上述の説明から理解されるとおり、主光線角度の増加は、マスクMA上にパターン形成されるフィーチャの効果的幅 w_{ef} の増加を引き起こす。パターン形成付きフィーチャの効果的幅 w_{ef} の増加は、望ましくない場合がある。というのは、これによって、基板W上にパターン形成可能であるフィーチャの達成可能なクリティカルディメンジョン(CD)の増加が引き起こされ得るからである。

40

【0117】

[000116] 主光線角度は、投影システムの入口における投影システムPSの開口数を考慮して選択され得る。特に、主光線角度は、投影システムPSによって捕捉された放射の捕捉角が、マスクMAから延在する垂直線と重ならないように選択され得る。式1に関して上述したとおり、リソグラフィ装置の達成可能なCDを減少させるために、投影システムPSの開口数(NA)を増加させることが望ましい場合がある。ただし、投影システムPSの開口数が増加するにつれて投影システムPSの捕捉角も増加するので、投影システムPSの入口側の開口数の増加には、主光線角度の増加が必ず伴う（これは、図3

50

を参照して上述したとおり望ましくない場合がある)。

【0118】

[000117] 投影システム P S の縮小率の増加は、投影システム P S のマスク側の開口数を増加させずに投影システム P S の基板側の開口数を増加させることが可能になるので、有利である。この文脈において、「投影システムの基板側」という用語は、基板テーブル W T に最も近い投影システム P S の部分を意味することが意図される。「投影システムのマスク側」という用語は、サポート構造 M T に最も近い投影システム P S の部分を意味することが意図される。

【0119】

[000118] したがって、投影システム P S の縮小率を増加させることによって、投影システム P S のマスク側の開口数を増加させる必要なく投影システム P S の基板側の開口数を増加させる(それによってクリティカルディメンジョンを有利に減少させる)ことが可能になる(それによって、主光線角度を増加させる必要が回避される)。したがって、図 3 を参照して上述した主光線角度を増加させる不利な影響は、クリティカルディメンジョンの低減を達成しながら回避され得る。

10

【0120】

[000119] 図 3 に関する上記説明から、達成可能なクリティカルディメンジョンに対する主光線角度の影響が y 方向に延在するフィーチャの寸法(例えば、吸収ブロック 4 5 a、4 5 b の効果的幅 w_{ef}) のみに作用することが明らかである。x 方向の達成可能なクリティカルディメンジョンは、主光線角度によって影響されない。x 方向の照明は、マスク M A に垂直な主光線角度を有し、したがって図 3 に示す問題は生じない。

20

【0121】

[000120] したがって、達成可能なクリティカルディメンジョンを減少させる際に特に有利なのは、y 方向の投影システム P S の縮小率の増加である。したがって、投影システム P S の縮小率は、x 方向の縮小率の対応する増加なしに y 方向に有利に増加され得る。x および y 方向の異なる縮小係数を適用する投影システム P S は、アナモルフィック投影システム P S と呼ばれ得る。

【0122】

[000121] 図 4 a は、図 2 a に示したようなパターン付きエリア 2 1 を含むマスク M A の概略図である。図 4 b は、マスク M A の 2 回のスキャン露光から得られ得る基板 W 上の露光領域 3 1 の概略図である。マスク M A は、x 方向に約 1 0 4 mm かつ y 方向に約 1 3 2 mm 延在するパターン付きエリア 2 1 を有する従来の 6 インチマスクであり得る。本発明の一実施形態において、図 4 に示すマスク M A のスキャン露光は、x 方向の約 4 x の縮小率および y 方向の約 8 x の縮小率を適用するアナモルフィック投影システム P W を用いて行われ得る。したがって、図 4 a に示すマスク M A のパターン付きエリア 2 1 の 1 回のスキャン露光は、基板 W 上の第 1 フィールド 3 1 a の露光を引き起こす。基板 W 上の第 1 フィールド 3 1 a は、x 方向に約 2 6 mm かつ y 方向に約 1 6 . 5 mm に延在し得る。第 1 フィールド 3 1 a の y 方向の範囲は、x 方向および y 方向の両方に約 4 x の縮小率を適用する投影システム P S を有する従来のリソグラフィ装置から得られる基板 W 上の露光領域の(例えば、図 2 a に示す露光領域 3 1) の y 方向の範囲の約半分である。x 方向および y 方向の両方に約 4 x の縮小率を適用する投影システム P S を有する従来のリソグラフィ装置から得られる基板 W 上の露光領域は、フルフィールド 3 1 と呼ばれ得る。第 1 フィールド 3 1 a は、フルフィールドの約半分の面積を有するので、第 1 フィールド 3 1 a は、第 1 ハーフフィールド 3 1 a と呼ばれ得る。

30

40

【0123】

[000122] 上述したとおり、第 1 ハーフフィールド 3 1 a は、フルフィールドの y 方向の範囲の約半分の y 方向の範囲を有する。フルフィールドと同等の基板 W の領域 W を露光するために、第 2 ハーフフィールド 3 1 b も露光され得る。第 1 ハーフフィールド 3 1 a および第 2 ハーフフィールド 3 1 b はともに、従来のフルフィールドと同等の寸法を有する複合露光領域 3 1 の露光を生じさせる。

50

【 0 1 2 4 】

[000123] 図5は、2つのハーフフィールド31a、31bを露光することによって形成され得る複合露光領域31の2つの実施形態の概略図である。図5aは、第1ハーフフィールド31aが第1ダイ51aと、第1ダイ51aを取り囲むスクライプライン53aと、を備える実施形態を示している。第2ハーフフィールド31bは、第2ダイ51bと、第2ダイ51bを取り囲むスクライプライン53bと、を備える。アライメントマークおよび他のフィーチャなどのパターンは、スクライプライン53aにおいて、かつ、スクライプライン53bにおいて設けられ得る。

【 0 1 2 5 】

[000124] 第1ダイ51aおよび第2ダイ51bは、互いに同一であり得る。同様に、スクライプライン53aおよびスクライプライン53bは、互いに同一であり得る。このように、一実施形態において、同一のマスクMAを使用して第1ハーフフィールド31aおよび第2ハーフフィールド31bの両方が露光され得る。一実施形態において、マスクMAは、例えば、x方向に約104mmかつy方向に約132mm延在するパターン付きエリア21を含む従来の6インチマスクであり得る。第1ハーフフィールド31aおよび第2ハーフフィールド31bは、x方向の約4xかつy方向の約8xの縮小率を適用するアナモルフィック投影システムPSを使用して露光され得る。したがって、第1ハーフフィールド31aおよび第2ハーフフィールド31bの各々は、x方向に約26mmかつy方向に約16.5mm延在し得る。

【 0 1 2 6 】

[000125] 図5bは、第1ハーフフィールド31aがダイ51cの第1部分を備え、かつ、第2ハーフフィールド31bがダイ51cの第2部分を備える実施形態を示している。ダイ51cは、スクライプライン53cによって取り囲まれる。スクライプライン53cの第1部分は第1ハーフフィールド31aの一部として形成され、スクライプライン53cの第2部分は第2ハーフフィールド31bの一部として形成される。

【 0 1 2 7 】

[000126] 図5bに示す第1ハーフフィールド31aは、ダイ51cを形成するパターンの第1部分が設けられた第1マスクMAを露光することによって形成され得る。第2ハーフフィールド31bは、ダイ51cを形成するパターンの第2部分が設けられた第2マスクMAを露光することによって形成され得る。パターンの第1および第2部分は、例えば、第1ハーフフィールド31aおよび第2ハーフフィールド31bが互いに隣接する縁に沿って、互いにつながるフィーチャを含み得る。互いにつながるように第1および第2パターンのフィーチャを位置合わせする手法は、スティッチングと呼ばれ得る。互いにつながる第1および第2パターンのフィーチャは、パターンの他の部分のフィーチャのクリティカルディメンジョンを超えるクリティカルディメンジョンを有し得る。これらのフィーチャのより大きいクリティカルディメンジョンによって、2つのパターンの位置合わせにおけるエラーに対する許容値が増加し得る。これによって、集積回路または他のデバイスを正確に動作させないおそれがある第1および第2パターンのフィーチャ間の接続の失敗が起こる可能性が低減し得る。

【 0 1 2 8 】

[000127] 一実施形態において、露光されて図5bの複合露光領域31を形成する第1および第2マスクMAは両方とも、x方向に約104mmかつy方向に約132mm延在するパターン付きエリア21を含む従来の6インチマスクであり得る。第1ハーフフィールド31aおよび第2ハーフフィールド31bは両方とも、x方向に約4xかつy方向に約8xの縮小率を適用するアナモルフィック投影システムPSを使用して露光され得る。したがって、図5bの第1ハーフフィールド31aおよび第2ハーフフィールド31bは、x方向に約26mmかつy方向に約16.5mm延在し得る。

【 0 1 2 9 】

[000128] 特にy方向の投影システムPSの縮小率を増加させる利点を上述してきた。ただし、(例えば、5xの縮小率まで)x方向の縮小率を増加させることも有利である。

10

20

30

40

50

特に、投影システム P S の縮小率を増加させることによって、マスク M A 上の欠陥に対する、基板 W 上で露光されるパターンの感度が低減する。これは、従来の 4 x の縮小率が用いられる場合よりも欠陥のサイズが低減するからである。同様に、投影システム P S の縮小率を増加させることによって、マスク上の汚染粒子に対する、露光パターンの感度が低減する。これも、基板における汚染粒子の像のサイズが低減するからである。

【 0 1 3 0 】

[000129] 加えて、基板 W において受けられる放射ドーズは、投影システム P S の縮小率を増加させることによって増加する。これは、投影システム P S の縮小率を増加させることによって、所与の量の放射に露光される基板の領域のサイズが減少するからである。したがって、基板 W 上の単位領域当たりの放射ドーズは増加する。これは、E U V 放射に露光される基板 W 上のパターンの領域と、E U V 放射に露光されない基板 W 上のパターンの領域との間の、基板 W において受けられる放射ドーズの差が増加するため、有利であり得る。このドーズの差は、パターンが基板 W に転写されるコントラストと呼ばれ得る。基板上のパターンのコントラストを増加させることが望ましい場合があり、これは、投影システムの縮小率を増加させることによって達成され得る。

10

【 0 1 3 1 】

[000130] したがって、一般に、x 方向および y 方向の両方に縮小率を増加させることに起因する利点が存在する。ただし、マスク M A 上の所与のパターン付きエリア 2 1 について、投影システム P S の縮小率の増加によって、パターン付きエリア 2 1 の 1 回のスキャン露光によって基板 W 上にパターン形成される露光フィールドの縮小が引き起こされることが明らかである。基板 W の所与の露光領域を露光することが望ましい場合がある。したがって、マスク M A の 1 回のスキャン露光に起因する露光フィールドの減少によって、基板 W の所与の露光領域を露光するために行われる必要があるスキャン露光の回数が増加し得る。行われる必要があるスキャン露光の回数の増加によって、リソグラフィ装置 L A のスループットの望ましくない減少が引き起こされ得る。

20

【 0 1 3 2 】

[000131] 図 5 a および図 5 b を参照して上述した実施形態において、y 方向の縮小率の増加 (4 x から 8 x) は、露光領域 3 1 を露光するために 2 回のスキャン露光が必要とされることを意味する。したがって、これによって、リソグラフィ装置のスループットの低下が生じ得る。ただし、y 方向の達成可能なクリティカルディメンジョンの対応する減少は、スループットのそのような低下が正当化される程度に十分に有利であり得る。

30

【 0 1 3 3 】

[000132] 上述の実施形態において、アナモルフィック投影システム P S の使用によって、y 方向の縮小率が x 方向の縮小率を超えるように増加することが可能になることが明らかである。これによって、リソグラフィ装置のスループットの付随する低下を制限しながら達成可能なクリティカルディメンジョンを低下させることが可能になる。例えば、x 方向の 4 x の縮小率を維持することによって、フルフィールド 3 1 と x 方向に同一の範囲を有するハーフフィールド 3 1 a 、 3 1 b を露光することが可能になる。これは、フルフィールド 3 1 を露光するために 2 回のスキャン露光しか必要とされないことを意味する。対照的に、x 方向の縮小率も 8 x まで増加した場合、フルフィールド 3 1 を露光するために 4 回のスキャン露光が必要とされることになり、したがって、スループットのより大きい低下が生じることになる。

40

【 0 1 3 4 】

[000133] 投影システム P S の縮小率を増加させながらリソグラフィ装置のスループットの低下を制限する 1 つの可能な方法は、マスク M A のサイズを大きくすることである。しかし、従来の 6 インチマスクを製造し、使用するために準備された十分なインフラが存在する。したがって、リソグラフィ装置が 6 インチマスクを使用することが可能であることが有利であり得る。しかし、例えば図 2 a および図 4 a から、6 インチマスク M A 上の従来のパターン付きエリア 2 1 (x 方向に約 1 0 4 m m かつ y 方向に約 1 3 2 m m 延在する) によって、パターン付きエリア 2 1 によって占有されないマスク M A の実質的な部分

50

が残ることが明らかである。

【0135】

[000134] パターン付きエリア21によって占有されないマスクMAの一部は、基板Wが露光される放射ビームにパターン形成すること以外の目的のために必要とされ得る。例えば、パターン付きエリア21の外側のマスクMAの一部は、マスクMAをサポート構造MT上で適所に保持するために必要とされ得る。パターン付きエリア21の外側のマスクMAの他の部分には、マスクMAを位置合わせするために使用されるアライメントマークが設けられ得る。しかし、上述のものなどの他の目的のために使用され得るマスクMAの一部を依然として設けながらマスクMAのパターン付きエリア21を拡張する可能性が残っている。

10

【0136】

[000135] 図6は、パターン付きエリア21を収容し得る領域22を含む6インチマスクの概略図である。パターン付きエリア21を収容し得る領域22は、品質エリア22と呼ばれ得る。品質エリア22は、x方向に約132mmかつy方向に約132mm延在し得る。品質エリア22は、図6に示すように丸みをつけたコーナ25を有する。丸みをつけたコーナ25は、例えば、各々が約14mmの半径を有し得る。あるいは、丸みをつけたコーナ25は、各々が14mm未満の半径を有し得る。品質エリア22は、マスクMAによって収容され得るパターン付きエリアのサイズを制限する。品質エリアの外側でマスクの平坦性およびマスクに塗布される被覆の被覆均一性は、パターン付きエリアとしてのマスクの該当部分を使用するのに十分でなくてよい。

20

【0137】

[000136] 図6には品質エリア22内に配置され得るパターン付きエリアの3つの例も示されている。従来のパターン付きエリア21が図6に示され、例えば、約104mmのx方向の範囲および約132mmのy方向の範囲を有し得る。従来のパターン付きエリア21のスキャン露光は、x方向の約4xおよびy方向の約8xの縮小率を有するアナモルフィック投影システムPSを用いて行われ得る。これは、上述のとおり、基板W上のハーフフィールドの露光(すなわち、約26mmのx方向の範囲および約16.5mmのy方向の範囲を有する露光フィールド)を引き起こす。

【0138】

[000137] 図6には従来のパターン付きエリア21のx方向の範囲を超えるx方向の範囲を有する第2パターン付きエリア21aを有するマスクの実施形態も示されている。ただし、品質エリア22の丸みをつけたコーナ25に起因して、第2パターン付きエリア21aのy方向の範囲は、従来のパターン付きエリア21と比較して低減する。好ましい実施形態において、第2パターン付きエリア21aは、約124mmのx方向の範囲および約124mmのy方向の範囲を有する。第2パターン付きエリア21aのスキャン露光は、x方向の約4.8xかつy方向の約7.5xの縮小率を有するアナモルフィック投影システムPSを有するリソグラフィシステムを用いて行われ得る。これは、基板W上のハーフフィールドの露光を引き起こす。

30

【0139】

[000138] 図6には従来のパターン付きエリア21および第2パターン付きエリア21aのx方向の範囲を超えるx方向の範囲を有する第3パターン付きエリア21bも示されている。しかし、品質エリア22の丸みをつけたコーナ25に起因して、第3パターン付きエリア21bのy方向の範囲は、従来のパターン付きエリア21および第2パターン付きエリア21aの両方と比較して低減する。第3パターン付きエリア21bは、例えば、約132mmのx方向の範囲および約104mmのy方向の範囲を有し得る。第3パターン付きエリア21bのスキャン露光は、x方向の約5.1xかつy方向の約6.3xの縮小率を有するアナモルフィック投影システムPSを用いて行われ得る。これは、基板W上のハーフフィールドの露光を引き起こす。必要に応じて、リソグラフィ装置の照明システムILは、露光スリットがx方向に約132mmにわたって延在するのを可能にするために改良され得る。

40

50

【 0 1 4 0 】

[000139] 図 6 に示す第 2 および第 3 パターン付きエリア 2 1 a、2 1 b の両方は、従来のパターン付きエリア 2 1 の x 方向の範囲を超える x 方向の範囲を有する。従来のパターン付きエリア 2 1 の x 方向の範囲を超える x 方向の範囲を有するパターン付きエリア 2 1 a、2 1 b によって、投影システム P S の縮小率が y 方向だけでなく x 方向にも増加することが可能になる。パターン付きエリア 2 1 a、2 1 b の範囲および投影システム P S の縮小率は、マスク M A 上のパターン付きエリア 2 1 a、2 1 b の露光が基板 W 上のハーフフィールドの露光を引き起こすように構成され得る。例えば、パターン付きエリア 2 1 a、2 1 b の露光は、基板 W 上のハーフフィールドを露光するために x 方向の $4x$ を超える縮小率を有するアナモルフィック投影システム P S を必要とし得る。従来のパターン付きエリア 2 1 の x 方向の範囲を超える x 方向の範囲を有するパターン付きエリア 2 1 a、2 1 b は、例えば、図 4 および図 5 に示すハーフフィールド 3 1 a、3 1 b を露光するために $4x$ を超える x 方向の縮小率を有するアナモルフィック投影システムを用いて使用され得る。

10

【 0 1 4 1 】

[000140] $4x$ を超える x 方向の縮小率を有するアナモルフィック投影システム P S を使用することは、投影システム P S の縮小率を増加させることによってマスクに対する欠陥の影響が低減し、かつ、マスクに対する汚染粒子の影響が低減するため、有利である。アナモルフィック投影システム P S の x 方向の縮小率を増加させることによって、基板 W 上にパターン形成されるフィーチャの x 方向のコントラストも有利に増加する。アナモルフィック投影システムは、例えば、 $4.5x$ を超える X 方向の縮小率を有し得る。

20

【 0 1 4 2 】

[000141] 図 6 に関連して上述した第 2 および第 3 パターン付きエリア 2 1 a、2 1 b の例から、品質エリア 2 2 の丸みをつけたコーナ 2 5 は、パターン付きエリアが品質エリア 2 2 の内側に適合することを確実にするように、x 方向のパターン付きエリアの範囲の増加によって y 方向のパターン付きエリアの範囲の減少が必要となり得ることを意味することが明らかである。上述のとおり、マスク M A 上のパターン付きエリアの露光が基板 W 上のハーフフィールドの露光を引き起こすことが望ましい場合がある。したがって、パターン付きエリアの x 方向の範囲の増加によって、x 方向の縮小率が増加することが有利に可能になり得る。ただし、これによって、パターン付きエリアの y 方向の範囲の減少が必要となることがあり、ひいては、($8x$ の y 方向の縮小率に対する) y 方向の縮小率の減少が必要となり得る。一般に、y 方向の縮小率は、約 $6x$ を超えることがある。

30

【 0 1 4 3 】

[000142] マスク M A 上のパターン付きエリアの x および y 方向の範囲およびアナモルフィック投影システム P S の x および y 方向の縮小率は、x および y 方向のアナモルフィック投影システム P S の縮小率を増加および減少させる相対的な利点および不利点のバランスに応じて選択され得る。そのような選択において考慮されるパラメータは、コントラスト、マスクエラー係数、および欠陥印刷適性閾値のうち少なくとも 1 つを含み得る。リソグラフィプロセスの欠陥印刷適性閾値は、マスクのパターンにおける欠陥のサイズの閾値として定義され、該閾値未満ではそのような欠陥は基板上に結像されない。例えば、第 2 パターン付きエリア 2 1 a を従来のパターン付きエリア 2 1 と比較すると、第 2 パターン付きエリアの使用は、($8x$ の縮小率から始まり) 約 6 % の y 方向の縮小率の低下につながる。これによって、基板 W 上のパターンのコントラストの約 6 % の低下が生じる。ただし、x 方向の縮小率およびコントラストは、($4x$ の縮小率から始まり) 約 20 % 増加する。x 方向の縮小率の 20 % の増加は、マスク M A 上のパターンにおける欠陥およびマスク上の汚染粒子に対する基板 W 上のパターンの感度が x 方向に約 20 % 低下することを意味する。従来のパターン付きエリア 2 1 と比較した y 方向の第 2 パターン付きエリア 2 1 a の範囲の減少は、露光スリット 2 3 がスキャン露光中にスキャンされる長さが低減することを意味する。これによって、リソグラフィ装置のスループットの増加につながり得るパターン付きエリアの 1 回のスキャン露光を行うために必要な時間の量が低減し得る

40

50

。

【 0 1 4 4 】

[000143] 第2パターン付きエリア21bのさらなる利点は、第2パターン付きエリア21aの総面積が従来のパターン付きエリア21の面積より約12%大きいことである。これは、パターン付きエリアのスキャン露光中、同一の量のEUV放射が、従来のパターン付きエリア21と比較して第2パターン付きエリア21aの露光中により大きい面積に対して分散されることを意味する。したがって、EUV放射への露光に起因するマスクMAの加熱は、第2パターン付きエリア21aの場合に低減する。これは、マスクMAの加熱によって、マスクMA上のパターンの歪みを生じさせ得るマスクMAの望ましくない膨張が生じ得るので、有利であり得る。

10

【 0 1 4 5 】

[000144] パターン付きエリア21、21a、21bの具体的な実施形態および対応する縮小率の値を上述してきた。しかし、これらの実施形態に関連した説明した利点は、上述したパターン付きエリアの具体的な寸法および縮小率の値に限定されないことを理解されたい。例えば、別の実施形態において、リソグラフィシステムは、xの約4.4xの縮小率およびyの約7.9xの縮小率を有するアナモルフィック投影システムPSを有し得る。この実施形態において、第2パターン付きエリア21aは、約114mmのx方向の範囲および約130mmのy方向の範囲を有する。さらなる実施形態において、リソグラフィシステムは、xの約5.1xの縮小率およびyの約6.3xの縮小率を有するアナモルフィック投影システムPSを有し得る。この実施形態において、第2パターン付きエリア21aは、約132mmのx方向の範囲および約104mmのy方向の範囲を有する。一般に、y方向（スキャン方向）に約132mm以下、かつx方向に少なくとも104mm程度以上延在するマスクMAのパターン付きエリア21に対して放射の露光スリットをスキャンすることによって、基板W上の露光領域を露光することが有利である。

20

【 0 1 4 6 】

[000145] 一般に、アナモルフィック投影システムPSは、4x以上のx方向の縮小率を有し得る。例えば、アナモルフィック投影システムPSは、4.5xを超える、4.8xを超える、または5x以上のx方向の縮小率を有し得る。アナモルフィック投影システムPSは、6xを超えるy方向の縮小率を有し得る。例えば、アナモルフィック投影システムPSは、6.5xを超える、7xを超える、または7.5xを超えるy方向の縮小率を有し得る。

30

【 0 1 4 7 】

[000146] マスクのパターン付きエリア21の範囲をy方向に約132mm以下に制限することによって、パターン付きエリア21が6インチマスクMA上に適合することが可能になる。x方向に少なくとも104mm延在するマスクMAのパターン付きエリア21を設けることによって、基板W上の露光領域が従来のフル露光フィールドのx方向の範囲以上のx方向の範囲を有することが可能になる。

【 0 1 4 8 】

[000147] xおよびy方向のパターン付きエリアの範囲は、パターン付きエリアが6インチマスクの品質エリア22の内側で適合することを確実にしながら、露光プロセスの要件に応じて調整され得る。パターン付きエリアのx方向の範囲および投影システムのx方向の縮小率が、基板上の露光領域のx方向の範囲が約26mmである程度であることが望ましい場合がある。さらに、パターン付きエリアのy方向の範囲および投影システムのy方向の縮小率が、基板上の露光領域のy方向の範囲が約16.5mmである程度であることが望ましい場合があり、したがって、基板上の露光領域は、ハーフフィールドの寸法を有する。

40

【 0 1 4 9 】

[000148] x方向の縮小率は、従来のフル露光フィールドのx方向の範囲以上のx方向の範囲を有する基板W上の露光領域を依然として形成しながら、5x程度にまで増加し得る。これは、6インチマスク上のパターン付きエリア21をx方向に拡張することによっ

50

て達成され得る。例えば、パターン付きエリア 2 1 は、最大約 1 3 2 mm の x 方向の範囲を有し得る。パターン付きエリア 2 1 は、約 1 3 2 mm の x 方向の範囲および約 1 3 2 mm の y 方向の範囲を有するマスク M A の品質エリア 2 2 内に適合し得る。品質エリア 2 2 は、丸みをつけたコーナ 2 5 を有し得る。丸みをつけたコーナ 2 5 は、各々が約 1 4 mm 以下の半径を有し得る。

【 0 1 5 0 】

[000149] x 方向の縮小率を超える y 方向の縮小率で、マスク M A から基板の露光領域上に反射される放射の露光スリット 2 3 を投影することが有利である。達成可能な y 方向のクリティカルディメンジョンは、放射がマスク M A に入射する主光線角度の影響によって制限される。したがって、y 方向の縮小率を増加させることは、達成可能なクリティカルディメンジョンを低減させる際に特に有利である。また、x 方向の縮小率を増加させることに関連する利点が存在するが、従来のフル露光フィールドの x 方向の範囲と同等の x 方向の範囲を有する基板 w 上の露光領域を形成することも有利である。これによって、従来のフル露光フィールドがたった 2 回のスキャン露光で露光されることが可能になり、したがって縮小率の増加に起因し得るリソグラフィ装置のスループットの低下が制限される。

10

【 0 1 5 1 】

[000150] 上述の説明より、フィーチャの達成可能なクリティカルディメンジョンは、x および y 方向で異なり得ることが明らかである。x および y 方向の達成可能なクリティカルディメンジョンは、マスク M A 上のパターン付きエリアの範囲と、x および y 方向のアナモルフィック投影システム P S の縮小率の値とによって決まり得る。上述したようなリソグラフィプロセスを使用して製造されるデバイスの設計者は、x および y 方向の達成可能なクリティカルディメンジョンに応じてデバイスのフィーチャを位置合わせし得る。例えば、達成可能なクリティカルディメンジョンは、x 方向より y 方向において小さくなり得る。この場合、デバイスの設計者は、デバイスのフィーチャが y 方向に延在する最小寸法を有するようにデバイスのフィーチャを位置合わせし得る。リソグラフィ装置を使用してデバイスを露光する場合、x 方向より y 方向により小さいクリティカルディメンジョンを提供する照明モードが使用され得る。例えば、y 方向に間隔をおいて配置されたボールを有するダイポールモードが使用され得る。一般に、本発明の一実施形態において、x 方向の間隔を超える y 方向の間隔を有する放射を含む照明モードが使用され得る。

20

30

【 0 1 5 2 】

[000151] 上述のとおり、6 インチマスクを製造し、使用するために準備された十分なインフラが存在する。したがって、リソグラフィ装置が、6 インチマスクを支持するように構築されたサポート構造 M T と、x 方向の縮小率を超える y 方向（スキャン方向）の縮小率を有する投影システム P S と、を含むことが有利である。

【 0 1 5 3 】

[000152] ただし、リソグラフィ装置が、6 インチマスクより大きいマスク M A を支持することが可能であることも有利であり得る。図 7 a は、6 インチマスクより大きい拡張マスク M A ' の概略図である。特に、拡張マスク M A ' は、6 インチを超える y 方向の範囲を有する。例えば、拡張マスク M A ' は、従来の 6 インチマスク M A の y 方向の範囲の約 2 倍の y 方向の範囲を有し得る。拡張マスク M A ' は、従来の 6 インチマスク M A 上に適合するパターン付きエリア 2 1 の範囲を超える範囲を有する拡張パターン付きエリア 2 1 ' を含む。例えば、拡張パターン付きエリア 2 1 ' は、約 2 6 4 mm の y 方向の範囲を有してよく、したがって従来の 6 インチマスク M A 上のパターン付きエリアの範囲の約 2 倍の y 方向の範囲を有し得る。

40

【 0 1 5 4 】

[000153] 従来の 6 インチマスク上のパターン付きエリア 2 1 を超える範囲を有するようにパターン付きエリア 2 1 ' の範囲を増加させることによって、基板 W 上に形成される露光領域 3 1 の範囲が増加する。図 7 b は、図 7 a に示す拡張マスク M A ' のスキャン露光中、基板 w 上に形成される露光領域 3 1 の概略図である。露光領域 3 1 は、約 8 x の y

50

方向の縮小率を有するアナモルフィック投影システムPSを使用して形成され得る。図7から、マスクMA上の拡張パターン付きエリア21'によって、1回のスキャン露光および8xのy方向の縮小率でフル露光フィールド31を露光することが可能になることが分かる。フルフィールド31は、例えば、従来のフルフィールドの寸法（例えば、約26mmのy方向の範囲および約33mmのx方向の範囲）を有し得る。

【0155】

[000154] 拡張マスクMA'を使用して1回のスキャン露光でフルフィールド31を露光することによって、アナモルフィック投影システムPSを内蔵するリソグラフィ装置のスループットが増加することが可能になり得る。露光スリット23は、従来のリソグラフィ装置における通常の数より速い速度で拡張パターン付きエリア21'に対してスキャンされ得る。例えば、スキャン速度は、従来のリソグラフィ装置と比較して、約2倍増加し得る。これによって、従来のパターン付きエリア21を露光するのとほぼ同一の時間で拡張パターン付きエリア21'を露光することが可能になり得る。

10

【0156】

[000155] 一実施形態において、拡張パターン付きエリア21'のx方向の範囲は、約104mmであり得る。この実施形態において、図7bに示すフル露光フィールド31は、約4xのx方向の縮小率を有する投影システムPSを使用して、1回のスキャン露光で露光され得る。

【0157】

[000156] 別の実施形態において、拡張パターン付きエリア21'のx方向の範囲は、104mmを超えることがある。例えば、一実施形態において、拡張パターン付きエリア21'のx方向の範囲は、約130mmであり得る。この実施形態において、図7bに示すフル露光フィールド31は、約5xのx方向の縮小率を有する投影システムPSを使用することによって、1回のスキャン露光で露光され得る。他の実施形態において、拡張パターン付きエリア21'は、104mmを超える他のx方向の範囲を有し得る。そのような拡張パターン付きエリア21'を露光するために使用されるx方向の縮小率は、基板W上の結果として得られる露光フィールド31のx方向の範囲が約26mm（すなわち、従来のフルフィールドのx方向の範囲）と実質的に同等である程度であり得る。

20

【0158】

[000157] リソグラフィ装置は、6インチマスクMAを支持するように構成されてよく、また、拡張マスクMA'を支持するように構成されてよい。このように、同一のリソグラフィ装置を使用して、従来のパターン付きエリア21および拡張パターン付きエリア21'の両方が露光され得る。リソグラフィ装置は、6インチマスクMAおよび拡張マスクMAの両方を（互いに別々の時に）支持するように構成されたサポート構造MTを備え得る。あるいは、リソグラフィ装置は、6インチマスクMAを支持するように構成された少なくとも1つのサポート構造と、拡張マスクMA'を支持するように構成された少なくとも1つのサポート構造MTとを備える、交換可能なサポート構造MTを備え得る。サポート構造MTは、露光されるマスクMAに応じて、リソグラフィ装置内で交換され得る。

30

【0159】

[000158] 6インチマスクMAを支持するように構成され、かつ拡張マスクMA'を支持するように構成されたリソグラフィ装置は、アナモルフィック投影システムPSをさらに備え得る。アナモルフィック投影システムPSは、約8xのy方向の縮小率および約4xのx方向の縮小率を有し得る。あるいは、アナモルフィック投影システムPSは、4xを超えるx方向の縮小率を有し得る。例えば、アナモルフィック投影システムPSは、4.5xを超える、4.8xを超える、または5x以上のx方向の縮小率を有し得る。アナモルフィック投影システムPSは、8x未満のy方向の縮小率を有し得る。例えば、アナモルフィック投影システムは、7.5x程度のy方向の縮小率または6.3x程度のy方向の縮小率を有し得る。一般に、アナモルフィック投影システムPSは、6xを超えるy方向の縮小率を有し得る。

40

【0160】

50

[000159] 同一のアナモルフィック投影システムPSは、6インチマスクMAおよび拡張マスクMA'の露光中に使用され得る。基板W上の結果として得られる露光領域31の範囲は、露光されるマスクMAのサイズ、特に、マスクMA上のパターン付きエリア21のサイズによって決まることになる。

【0161】

[000160] 6インチマスクMAを支持するように構成され、かつ、拡張マスクMA'を支持するように構成されたリソグラフィ装置は、リソグラフィ装置のユーザに対してより高い柔軟性を提供し得る。y方向のリソグラフィ装置の縮小率の増加によって、従来のリソグラフィ装置と比較して、達成可能なクリティカルディメンジョンの減少が促進され得る。リソグラフィ装置は、リソグラフィ装置のスループットの低下がほとんどまたは全くない拡張マスクMA'を露光するために使用され得る。リソグラフィ装置は、6インチマスクMAを露光するためにも使用されてよく、したがって6インチマスクを製造し、使用するために準備された十分なインフラとの適合性を提供する。

10

【0162】

[000161] 集積回路などのデバイスの製造において、集積回路または他のデバイスの第1機能層を小さいクリティカルディメンジョンで設けること、および、該デバイスの後続の層をより大きいクリティカルディメンジョンで設けることは通常のことである。したがって、上述したようなアナモルフィック投影システムPSを備えるEUVリソグラフィ装置は、基板W上の第1機能層を小さいクリティカルディメンジョンでパターン形成するために使用され得る。そして、基板Wは、より大きいクリティカルディメンジョンを有する後続の層をパターン形成するために、1つ以上の他のリソグラフィ装置に搬送され得る。該1つ以上の他のリソグラフィ装置は、従来のEUVリソグラフィ装置(例えば、x方向およびy方向の両方で4xの縮小率を有する)を含んでよく、また、EUV放射を使用しないリソグラフィ装置(例えば、DUVリソグラフィ装置)を含んでよい。

20

【0163】

[000162] リソグラフィ装置のアナモルフィック投影システムがUS20130128252号に開示されている。本発明の実施形態は、当該投影システムから改良された投影システムを使用し得る。投影システムおよびそのような投影システムを備えるリソグラフィ装置は、4x、4.4x、4.5x、4.8x、5x、および5.1xのxの縮小係数を有すると言及されてきた。投影システムおよびそのような投影システムを備えるリソグラフィ装置は、6.3x、7.5x、7.9x、および8xのyの縮小係数を有すると言及されてきた。これらの縮小係数の値は近似値であり、また、投影システムの縮小率の調整を使用中に(例えば、リソグラフィ装置の許容値に対応するために)行うことが可能であり得ることを理解されたい。

30

【0164】

[000163] 本明細書において、リソグラフィ装置の関連での本発明の実施形態について具体的な言及がなされているが、本発明の実施形態は、他の装置で使用されてよい。本発明の実施形態は、マスク検査装置、メトロロジ装置、またはウェーハ(または他の基板)やマスク(または他のパターンングデバイス)などのオブジェクトを測定または処理するあらゆる装置の一部を形成し得る。これらの装置は、通常リソグラフィツールと呼ばれ得る。そのようなリソグラフィツールは、真空条件または環境(非真空)条件を使用し得る。

40

【0165】

[000164] 「EUV放射」という用語は、4~20nmの範囲、例えば、13~14nmの範囲の波長を有する電磁放射を包含するとみなされてよい。EUV放射は、10nm未満、例えば、6.7nmや6.8nmなどの4~10nmの範囲内の波長を有し得る。

【0166】

[00016] 本明細書において、IC製造におけるリソグラフィ装置の使用について具体的な言及がなされているが、本明細書記載のリソグラフィ装置が、他の用途を有し得ることが理解されるべきである。他の可能な用途には、集積光学システム、磁気ドメインメモ

50

り用のガイダンスパターンおよび検出パターン、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が含まれる。

【0167】

[000166] 以上、本発明の具体的な実施形態を説明してきたが、本発明は、上述以外の態様で実施できることが明らかである。上記の説明は、制限ではなく例示を意図したものである。したがって、当業者には明らかなように、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本記載の発明に変更を加えてもよい。

【図1】

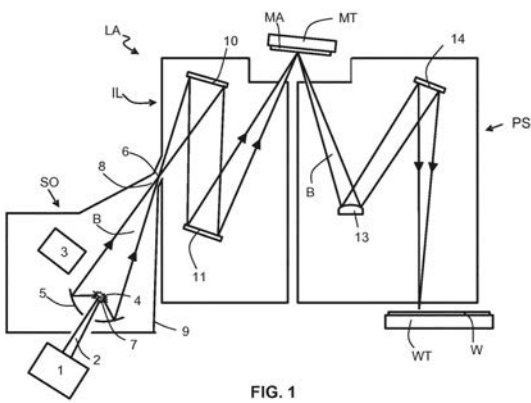


FIG. 1

【図3】

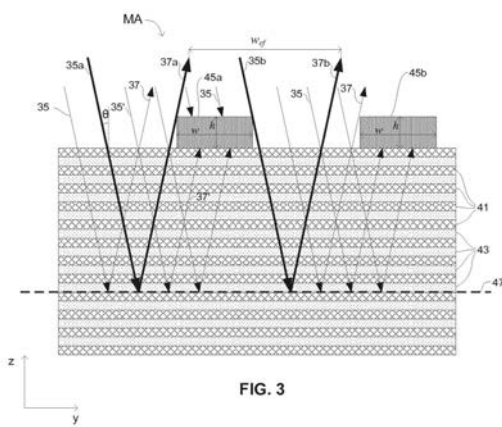


FIG. 3

【図2】

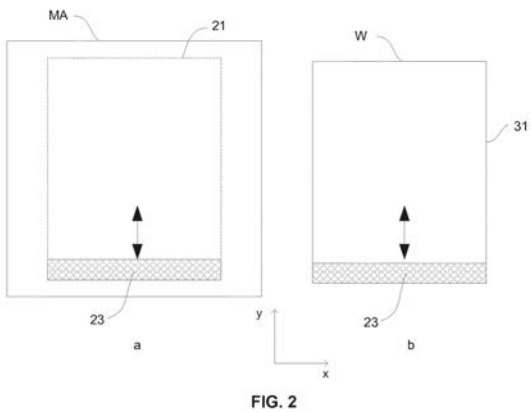


FIG. 2

【図4】

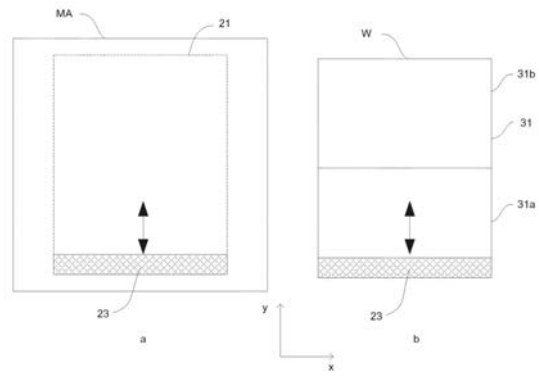


FIG. 4

【 図 5 】

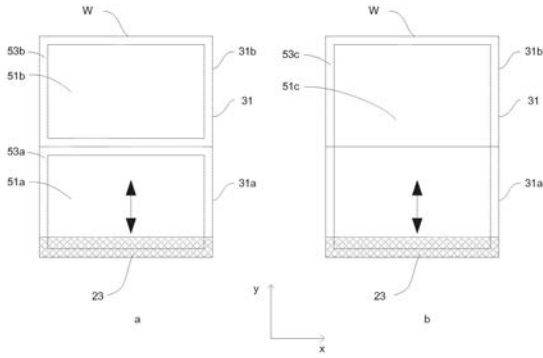


FIG. 5

【 図 7 】

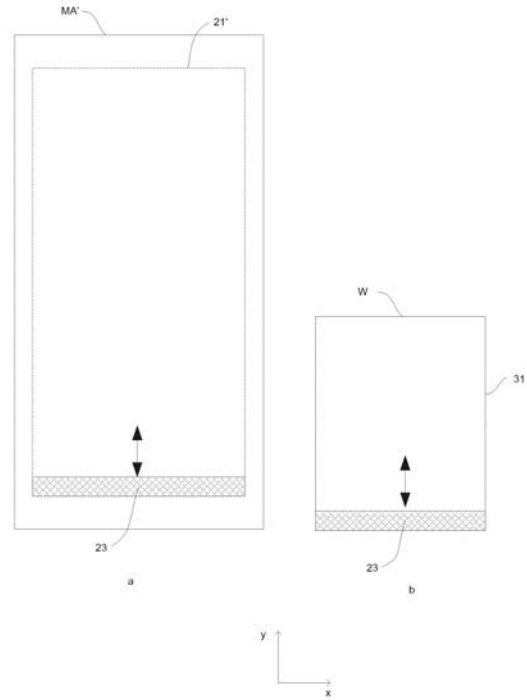


FIG. 7

【 図 6 】

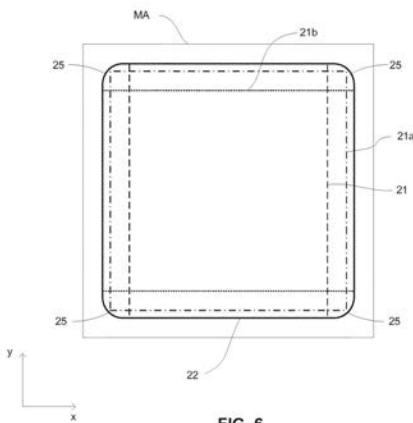


FIG. 6

【 手続補正書 】

【 提出日 】 令和1年12月25日 (2019.12.25)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

放射ビームの断面にパターンを付与してパターン付き放射ビームを形成可能であるパターン付きエリアを備えるマスクを支持するとともに、スキャン方向に移動可能であるサポート構造と、

基板を保持するとともに、スキャン方向に移動可能である基板テーブルと、

前記パターン付き放射ビームを前記基板の露光領域上に投影し、前記スキャン方向において、前記スキャン方向に垂直な第2方向における縮小率を超える縮小率を有する投影システムである、投影システムと、

を備え、

前記第2方向における前記縮小率は4×以上であり、

前記スキャン方向における前記縮小率と前記第2方向における前記縮小率との差は1.2×以上であり、又は、前記第2方向における前記縮小率に対する前記スキャン方向における前記縮小率の比は6.3:5.1以上である、

リソグラフィ装置。

【 請求項 2 】

前記スキャン方向における前記投影システムの前記縮小率は、6×を超える、請求項1に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記第 2 方向における前記投影システムの前記縮小率は、 $4.8 \times$ である、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記スキャン方向における前記投影システムの前記縮小率は、 $7.5 \times$ である、請求項 1 又は 2 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 5】

前記スキャン方向における前記投影システムの前記縮小率は、 $8 \times$ であり、前記第 2 方向における前記投影システムの前記縮小率は $4 \times$ である、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 6】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 104 mm を超える前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 7】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 132 mm 以下である前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 8】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 124 mm の前記スキャン方向における範囲および 124 mm の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 9】

リソグラフィ装置を使用して露光領域を基板上に露光する方法であって、スキャン方向に、かつマスクのパターン付きエリアにわたって、放射の露光スリットをスキャンすることと、

前記スキャン方向において、前記スキャン方向に垂直な第 2 方向における縮小率を超える縮小率で、前記マスクから反射される放射の露光スリットを前記基板の前記露光領域上に投影させることであって、前記第 2 方向の前記縮小率は $4 \times$ 以上であることと、
を含み、

前記スキャン方向における前記縮小率と前記第 2 方向における前記縮小率との差は $1.2 \times$ 以上であり、又は、前記第 2 方向における前記縮小率に対する前記スキャン方向における前記縮小率の比は $6.3 : 5.1$ 以上である、方法。

【請求項 10】

前記第 2 方向における前記縮小率は、 $4.8 \times$ である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記スキャン方向における前記縮小率は、 $7.5 \times$ である、請求項 9 または 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記スキャン方向における前記投影システムの前記縮小率は、 $8 \times$ であり、前記第 2 方向における前記投影システムの前記縮小率は $4 \times$ である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 13】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 104 mm を超える前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 14】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 132 mm 以下である前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 15】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、 124 mm の前記スキャン方向における範囲および 124 mm の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 16】

前記マスクの前記パターン付きエリアは、前記マスクの品質エリア上に配置される、請

求項 9 に記載の方法。

【請求項 17】

前記マスクの前記品質エリアは、約 1 3 2 m m の前記スキャン方向における範囲を有する、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記マスクの前記品質エリアは、約 1 3 2 m m の前記第 2 方向における範囲を有する、請求項 16 または 17 に記載の方法。

フロントページの続き

(74)代理人 100117189

弁理士 江口 昭彦

(74)代理人 100134120

弁理士 内藤 和彦

(72)発明者 ヴァン スホート, ジャン, ベルナルド, プレヘルムス

オランダ国, ヴェルトホーフエン エヌエル - 5 5 0 0 エーエイチ, ピー . オー . ボックス 3
2 4

(72)発明者 ミグラ, ザシャ

ドイツ国, オーバーコッヘン 7 3 4 4 7, ルドルフ エーバーシュトラーセ 2

(72)発明者 クニール, ベルンハルト

ドイツ国, オーバーコッヘン 7 3 4 4 7, ルドルフ エーバーシュトラーセ 2

F ターム(参考) 2H195 BA10 CA22

2H197 AA06 AA09 AA10 BA11 CA10 DB10 GA01 GA05 GA23 GA24

HA03 HA04 HA05 HA10

【外国語明細書】

2020046680000001.pdf