

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4190469号  
(P4190469)

(45) 発行日 平成20年12月3日(2008.12.3)

(24) 登録日 平成20年9月26日(2008.9.26)

(51) Int. Cl. F I  
**G03F 1/08 (2006.01)** G O 3 F 1/08 D  
**HO1L 21/027 (2006.01)** H O 1 L 21/30 5 1 7  
H O 1 L 21/30 5 O 2 P

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-184462 (P2004-184462)	(73) 特許権者	504151804 エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ. オランダ国 ヴェルトホーフエン 550 4 ディー アール, デ ラン 6501
(22) 出願日	平成16年6月23日(2004.6.23)	(73) 特許権者	590000248 コーニンクレッカ フィリップス エレク トロニクス エヌ ヴィ オランダ国 5621 ベーアー アイン ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ 1
(65) 公開番号	特開2005-18064 (P2005-18064A)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(43) 公開日	平成17年1月20日(2005.1.20)	(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 眞司
審査請求日	平成16年6月23日(2004.6.23)		
(31) 優先権主張番号	03253979.3		
(32) 優先日	平成15年6月24日(2003.6.24)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフ装置及び装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射の投影ビームを提供するための照射システムと、  
 所望のパターンによって投影ビームをパターン形成するパターン形成装置を支持する支持構造体と、

基板を保持する基板テーブルと、

パターン形成されたビームを前記基板の目標部分に投影するための投影システムとを含み、

前記パターン形成装置はホログラフィックパターン形成装置であり、前記支持構造体は、前記ホログラフィックパターン形成装置に対してほぼ平行な前記投影システムの最良の物面から間隔を置いた平面内に、前記ホログラフィックパターン形成装置を位置決めするように配置されており、

前記ホログラフィックパターン形成装置はホログラフィックマスクであり、当該マスクは複数のピクセルを含み、前記ピクセルの各々が入射放射ビームに所定の位相変化及び/又は減衰を付与して、所望とするパターンを有する像を前記基板の目標部分に投影するリソグラフ投影装置。

【請求項 2】

前記パターン形成装置は、反射性ホログラフィック素子を含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記放射システムは、5 から 20 nm の範囲の波長を有する放射の投影ビームを提供す

る請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記投影システムは、0.2 未満、好ましくは 0.1 の、パターン形成装置の側の開口数を有する請求項 1, 2 又は 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記ホログラフィックマスクは、実質的に反射性であり、反射された放射線を調整する請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記ホログラフィックマスクは、異なる区域の高さの差が必要な位相シフトを生じるように形成された表面輪郭を有する基板を含む請求項 5 に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記ホログラフィックマスクは、その反射性を改善するために前記基板に付与された複数層の積層を含み、前記複数層の積層は、好ましくは、5 から 20 nm の範囲の波長で反射性のピークを有する請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記ホログラフィックマスクは、ほぼ平坦な基板と、その上に選択的に設けられた反射性を改善するための複数層の積層と、減衰及び / 又は位相移行材料の局所化された層とが設けられている請求項 5 に記載の装置。

【請求項 9】

基板を提供するステップと、  
照射システムを使用して投影放射ビームを提供するステップと、  
支持構造体に支持されたパターン形成装置を用いて前記投影ビームに横断面においてパターンを付与するステップと、  
投影システムを用いて前記基板の目標部分上にパターン形成された放射ビームを発射するステップとを含み、

20

前記パターン形成装置はホログラフィックパターン形成装置であり、前記支持構造体は、前記ホログラフィックパターン形成装置に対してほぼ平行な前記投影システムの最良の物面から間隔を置いた平面内に、前記ホログラフィックパターン形成装置を位置決めするように配置されており、

前記ホログラフィックパターン形成装置はホログラフィックマスクであり、当該マスクは複数のピクセルを含み、前記ピクセルの各々が入射放射ビームに所定の位相変化及び / 又は減衰を付与して、所望とするパターンを有する像を前記基板の目標部分に投影する装置の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リソグラフ装置及び装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフ装置は、基板の所望の部分に所望のパターンを形成する機械である。リソグラフ装置は、例えば、集積回路 (ICs) の製造において、使用されることができる。この場合、IC の個々の層に対応する回路パターンを成形するためにマスクのようなパターン形成装置が使用され、このパターンは、放射線感応材料 (レジスト) の層を有する基板 (例えば、シリコンウェハ) 上に、(例えば、1つ又は複数のダイの一部を含む) 目標部分に結像されることができる。一般に、単一の基板は、連続的に露出される隣接する目標部分の回路網を含む。公知のリソグラフ装置は、目標部分に 1 回の行程でパターン全体を目標部分に露出することによって各目標部分が放射されるいわゆるステップと、いわゆるスキヤナとを含み、スキヤナは、各目標部分を所定の方向 (「走査」方向) に投影ビームを通してパターンを走査することによって照射すると同時に、基板を走査方向と平行に又は逆平行に基板を同期的に走査する。

40

50

## 【 0 0 0 3 】

リソグラフプロセスにおいて、基板上にマスク上のごみや欠陥が結像されることは、製造される装置に欠陥を生じる場合がある。それ故、マスクは、損傷を避けるために非常に慎重に製造され、収容される。従来、マスク上にごみがつかないようにペリクルが使用される。ペリクルは、マスクから数ミリメートルの間隔を置くようにフレームに取り付けられた薄い透明のシートである。ごみはマスクではなくペリクルにつき、それらがレジストに印刷されないようにマスクが基板上に結像されるとき焦点がずれるであろう。EUVの場合、ペリクルを形成するために適した材料は知られておらず、マスクは、修理が困難である複数層の反射体に基づかなければならず、それ故、ごみや損傷からマスクを保護するための他の方法が必要とされる。

10

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、特に、ごみや損傷によって生じる欠陥を結像するおそれの少ないEUV放射とともに使用するリソグラフ装置及びマスクを提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 5 】

本発明の一態様によれば、放射の投影ビームを提供するための照射システムと、所望のパターンに応じて投影ビームを模様付けするパターン形成装置を支持する支持構造体と、

20

基板を保持する基板テーブルと、

模様付けされたビームを前記基板の目標部分に投影するための投影システムとを含み、前記パターン形成装置は、前記投影システムの最良の物面にほぼ一致する像を提供するホログラフィックパターン形成装置であり、前記最良の物面は、前記パターン形成装置にほぼ平行であり、前記支持構造体は、前記投影システムの前記最良の物面から変位した平面内に前記パターン形成装置を位置決めするように配置されているリソグラフ投影装置が提供される。

## 【 0 0 0 6 】

ホログラフィックパターン形成手段は、投影システムの最良の焦点の平面内に位置決めされないので、ごみの粒子又は局所的な損傷が、基板にはっきりとは結像されず、その結果、それらの効果は、基板の広範な領域にわたって不鮮明にする。この不鮮明効果は、そのしきい値上でレジストを露光せずに、最終的な像には現れない。コントラストの局所的な損失があるが、一般に許容することができる。他の方法を見ると、プリントされる影像の点に関してのパターン形成手段の情報は、広範なパターン形成手段に含まれ、マスクへの損傷は、影像の所定の点を特定する情報の全体を抹消しない。

30

## 【 0 0 0 7 】

さらに、マークは、マスクに平行な像を提供するので、マスクは、投影システムの像区域より大きな像のプリントを可能にするよう走査されることができる。これは、走査方向に対してマスクを傾斜することを伴わないグレージング (grazing) 入射マスクによっては不可能であり、これは、著しい複雑性をもたらす。

40

## 【 0 0 0 8 】

パターン形成手段は、特にEUV放射線と共に使用する場合において反射性回折性光学素子として実施することができる。

## 【 0 0 0 9 】

好ましい実施例において、反射性回折光学素子は、複数のピクセルに分割された反射区域を有し、各ピクセルは、所定の位相シフト及び/又は減衰を投影ビームに与え、それによって前記パターン (模様) を前記ビームに付与する。

## 【 0 0 1 0 】

反射性回折光学素子は、回折光学素子のピクセルに対応する区域の高さの差が必要な位相シフトをもたらすように形成された表面の輪郭を有する基板を準備することによってつ

50

ることができる。特に投影ビームがEUVである場合、前記投影ビームの波長での反射性を改善するために複数層の積層が基板に付与される。複数層の厚さ（周期の数）を制御することによって及び/又は厚さが変化する減衰材料層を付与することによって減衰を変化させることができる。

【0011】

別の例として、回折光学素子は、所望ならば、減衰及び/又は位相シフト材料の層を局部的に付与することによって反射性を改善するための複数層の積層を備えた平坦な基板から形成してもよい。

【0012】

所望のパターンを形成するために必要な位相シフト及び/又は減衰は、Bernard Kress 及びPatrick Meyrueis, John Wiley & Sons 2000による「Digital Diffractive Optics」において説明されている原理によって所定のパターンについて計算することができる。この文献は、参照によりここに組み込まれる。

【0013】

本発明の他の側面によれば、基板を提供するステップと、照射システムを使用して放射の投影ビームを提供するステップと、パターン形成装置を用いて前記投影ビームに横断面においてパターン（模様）を付与するステップと、

投影システムを用いて前記基板の目標部分上にパターン形成された放射ビームを投影するステップとを含み、前記パターン形成装置は、前記投影システムの最良の物面にほぼ一致する像を提供するホログラフィックパターン形成装置であり、前記最良の物面は、前記パターン形成装置にほぼ平行であり、前記ホログラフィックパターン形成装置は、パターン形成された放射ビームの発射中に、前記投影システムの最良の物面から変位した場所で前記投影ビーム内に配置される、装置の製造方法が提供される。

【0014】

本発明の他の側面によれば、装置の製造用のリソグラフィプロセスにおいて使用するホログラフィックマスクを提供し、前記マスクは、各々が所定の位相変化及び/又は減衰を入射放射ビームに与えて前記マスクにほぼ平行な平面とほぼ一致する像を提供するための複数のピクセルを含む。

【0015】

この明細書において、ICの製造におけるリソグラフィ装置について特定の言及がなされるが、ここで説明するリソグラフィ装置は、磁気ドメインメモリ、液晶ディスプレイ(LCDs)、薄いフィルムの磁気ヘッド等のための集積光学システム、ガイダンス、検出パターン等の製造のような他の用途を有することを理解すべきである。当業者は、このような代替用途の実施例において、この明細書で使用する「ウェハ」又は「ダイ」という用語は、「基板」又は「目標部分」と同意語として考えることができることは理解できよう。この明細書で言及する基板は、例えば、トラック（通常、レジストの層を基板に付与し、露光されたレジストを現像するツール）において露光の前後に処理される。応用可能な場合、ここに開示する内容は、このような及び他の基板処理ツールに応用することができる。さらに基板は、例えば、複数層ICをつくるために、一回以上処理することができ、したがって、この明細書で使用する基板という用語は、複数回処理された層をすでに含む基板をも意味する。

【0016】

この明細書で使用する「放射」及び「ビーム」という用語は、紫外線(UV)放射（例えば、365, 248, 193, 157又は126nmの波長を有する）及び極紫外線(EUV)放射（例えば、5 - 20nmの波長を有する）並びにイオンビーム又は電子ビームのような粒子ビームを含むすべてのタイプの電磁気放射を含む。

【0017】

この明細書で使用する「パターン形成装置」は、投影ビームの横断面に、基板の目標部分にパターン（模様）を形成するようにパターンを与えるために使用することができる装

10

20

30

40

50

置をも言及するように広く解釈すべきである。投影ビームに与えられるパターンは、基板の目標部分の所望のパターンに正確に対応しないことを理解すべきである。一般に、投影ビームに与えられるパターンは、集積回路のような目標部分に形成されている装置内の特定の機能層に対応する。

【 0 0 1 8 】

パターン形成装置は、透過性又は反射性であってもよい。パターン形成装置の例は、マスク、プログラム可能なミラー・アレイ、及びプログラム可能なLCDパネルを含む。マスクはリソグラフでよく知られており、バイナリ、交番位相シフト、減衰位相シフトのようなマスクタイプ並びに種々のハイブリッドマスクタイプを含む。プログラム可能なミラー・アレイの例は、小ミラーのマトリクス構成を使用し、その各々は、入ってくる放射ビームを異なる方向に反射するように個々に傾斜されることができ、この態様において、反射ビームはパターン形成される。パターン形成装置の各例において、支持構造体は、フレーム又はテーブルであり、例えば、それらは、必要に応じて固定されるか、可動であり、パターン形成装置が、例えば、投影システムに対して所望の位置に対して所望の位置にあることを保証することができる。この明細書で使用する「レティクル (reticle)」又は「マスク」という用語は、さらに一般的な用語「パターン形成装置」と同義語と考えることができる。

10

【 0 0 1 9 】

この明細書で使用される「投影システム」という用語は、回折光学システム、反射光学システム及び使用される露光放射線、又は含浸液の使用、又は真空の使用のような他の要因において適した反射屈折光学素子を含む種々のタイプの投影システムを含むものと広く解しなければならない。この明細書で使用する「レンズ」という用語は、さらに一般的な用語「投影システム」と同義語と考えてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

また、照射システムは、放射線の投影ビームを方向付けし、整形し、または制御するために回折、反射及び反射屈折光学部品を含む種々のタイプの光学部品をも包含し、このような部品は、以降、集合的に又は単に「レンズ」と称される。

【 0 0 2 1 】

リソグラフ装置は、2つ(デュアル・ステージ)又はそれ以上の基板テーブル(及び/又は2つ又はそれ以上のマスクテーブル)を有するタイプであってもよい。このような「複数ステージ」機械において、追加のテーブルは、平行に使用されることができる。準備ステップは、1つまたは複数の他のテーブルが露光のために使用されている間、1つまたは複数のテーブルで実行される。

30

また、リソグラフ装置は、投影装置の最終素子と基板との間のスペースを埋めるために比較的高い屈折率を有する液体、例えば水に基板がつけられるタイプのものであってもよい。含浸液体は、例えば、マスクと投影システムの最終素子との間でのリソグラフ装置の他のスペースに応用することもできる。含浸技術は、投影装置の開口数を増大するためにこの技術分野でよく知られている。

【 0 0 2 2 】

図1は、本発明の特定の実施例によるリソグラフ装置を概略的に示すものである。装置は、放射線(例えば、UV又はEUV放射線)の投影ビームPBを提供するための放射システム(イルミネータ)ILと、

40

パターン形成装置(例えば、マスク)MAを支持し、アイテムPLに対してパターン形成装置を正確に位置決めするために第1の位置決め装置PMに接続された第1の支持構造体(例えば、マスクテーブル)MTと、

【 0 0 2 3 】

基板(例えば、レジストコートウェハ)Wを保持し、アイテムPLに対して基板を正確に位置決めするための第2の位置決め装置PWに接続された基板テーブル(例えば、ウェハテーブル)WTと、

【 0 0 2 4 】

50

基板Wの目標部分C（例えば、1つまたは複数のダイを含む）にパターン形成装置MAによって投影ビームPBに付与されるパターンを結像するための投影システム（例えば、反射投影レンズ）PLと、を含む。

【0025】

ここに示すように、装置は、反射タイプ（例えば、上述したようなタイプの反射マスク又はプログラム可能なミラー・アレイを使用した）である。別の例として、装置は、例えば、透過性タイプ（透過性マスクを使用した）であってもよい。

【0026】

イルミネータILは、放射源SOからの放射線のビームを受ける。放射源及びリソグラフィ装置は、例えば、放射源がプラズマ放射源であるとき、別体であってもよい。このよう  
10  
な場合、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成するものとは考えておらず、放射ビームは、例えば、適切な集光ミラー及び/又はスペクトル・ピュリティ・フィルタを含む放射コレクタによって放射源から放射器ILに送られる。他の場合、放射源は、例えば、マーキュリーランプであるとき、装置と一体部分であってもよい。放射源SO及びイルミネータILは、放射システムと称することができる。

【0027】

イルミネータILは、ビームの角度強度分布を調整するための調整装置を含む。一般に、イルミネータのピューピル平面の強度分布の少なくとも外側及び/又は内側のラジアル  
20  
範囲（通常、 $\theta$ -アウター、 $\theta$ -インナーと称される）は調整されることができる。イルミネータは、その断面において所望の一様性及び強度分布を有する投影ビームPBと称される調整された放射ビームを提供する。

【0028】

投影ビームPBは、マスクテーブルMT上に保持されたマスクMAに入射される。投影  
30  
ビームPBは、レンズPLを通り、レンズPLは、ビームを基板Wの目標部分C上に結像させる。基板テーブルWTは、第2の位置決め装置PW及び位置センサIF2（例えば、干渉装置）の補助によって、例えば、ビームPBの経路に異なる目標部分を位置決めするために正確に移動されることができる。同様に、第1の位置決め装置PM及び位置センサIF1は、マスクライブラリからの機械的な回収後、又は走査中にビームPBの経路に対してマスクMAを正確に位置決めするために使用することができる。一般に、目標テーブルMT及びWTの動きは、位置決め装置PM及びPWの一部を形成する長い行程モジュール（粗い位置決め）及び短い行程モジュール（精密な位置決め）の補助によって実現される。しかしながら、スキャナに対するものとしてのステップの場合、マスクテーブルMTは、短い行程アクチュエータにのみ接続されるか、固定されていてもよい。マスクMA及び基板Wは、マスク整列マークM1、M2及び基板整列マークP1、P2を使用して整列されることができる。

【0029】

示した装置は、次の好ましいモードで使用されることができる。

1．ステップモードにおいて、マスクテーブルMT及び基板テーブルWTは、基本的には静止しており、投影ビームに付与されたパターン全体は、一回の行程（すなわち、単一の静的露光）で目標部分Cに投影される。次に基板テーブルWTは、異なる目標部分Cが  
40  
露光されることができるようにX及び/又はY方向に移行される。ステップモードにおいて、露光フィールドの最大寸法は、単一の静的露光で結像された目標部分Cの寸法を制限する。

2．走査モードにおいて、マスクテーブルMT及び基板テーブルWTは、投影ビームに付与されたパターンが目標部分C（すなわち、単一の動的露出）に投影される間、同期して走査される。マスクテーブルMTに対する基板テーブルWTの速度及び方向は、投影システムPLの（デ）マグニフィケーション及びイメージ・リバーサル特性によって決定される。走査モードにおいて、露光フィールドの最大寸法は、単一の動的露光における目標部分の幅（非走査方向における）を制限する。それに対し、走査運動の長さは、目標部分の高さ（走査方向における）を決定する。  
50

3. 他のモードにおいて、マスクテーブルMTは、基本的にプログラム可能なパターン形成装置を静止して保持し続け、基板テーブルWTは、投影ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投影される間、移動されるか、走査される。このモードにおいて、一般にパルス放射源が使用され、プログラム可能なパターン形成装置は、基板テーブルWTの各移動後に、又は走査中の連続的な放射パルスの間に必要な応じて更新される。動作のこのモードは、上述したようなタイプのプログラム可能なミラー・アレイのようなプログラム可能なパターン形成装置を使用するマスクレス・リソグラフィに容易に応用することができる。使用の上述したモード又は使用の全体が異なるモードの組み合わせ及び/又は変形例を使用することもできる。

【0030】

図2は、装置の光学的な構成を示している。照射システムILは、投影システムPLの最良の物面OPから距離d間隔を置いたホログラフィックマスクに投影ビームを方向づける。図2には、最良の物面の前方にホログラフィックマスクが示されているが、最良の物面の背後に配置されるようにしてもよい。投影システムPLは、最良の物面OPを基板Wに結像するように配置される。基板Wに投影された影像是、反射投影ビームPBに付与された位相シフト及び減衰によって決定される。これらは、所望のパターンが基板に結像されるように選択される。ホログラフィックマスクが最良の焦点の平面から移動する距離は、投影レンズの開口数が約0.1の場合、約10 $\mu$ mである。

【0031】

反射ホログラムをつくり所望のパターンの影像を形成するために必要な位相シフト及び減衰は、上述したような「Digital Diffractive Optics」に説明されるような公知の技術を使用して計算することができる。例えば、その文献の第1章及び第3章参照。ホログラフィックマスクは、多数の区域(ピクセル)に分割され、各ピクセルは、同じような方法で入射放射の位相及び大きさを変化させる。各ピクセルにおける位相及び振幅の変化(減衰)に必要な値は、コンピュータシミュレーションによって計算される。ホログラフィックマスクは、マスクと平行な影像をつくるように設計されている。これによってマスクが走査方向と平行になっている従来の方法でマスクを走査タイプのリソグラフ装置に使用できるようにする。

【0032】

EUV放射のためのホログラフィックマスクを製造するために2つの方法が可能である。第1の方法は、図3に示すように、基板11を各ピクセルに対応する区域12-1から12-nで厚さがh1からhnまで異なるように製造する方法である。異なる区域の間の高さの差は、必要な位相の変化をもたらす。このように輪郭が形成された基板に、複数層のスタック13-1から13-nが堆積されてホログラフィックマスク10が完成される。複数層のスタックは、各区域の反射性を提供し、反射ビームにおける必要な振幅を提供するために最適化される。EUVの場合、複数層スタックは、Mo/Si又はMo/Be又はEP-A-1065532及びEP-A-1065568に開示されているような他の材料の50又はそれ以上のピリオドを含むことができる。これらの特許及び特許出願は、参照によってここに組み込まれている。これらの特許又は特許出願は、所望の波長で最大反射性を備えた複数層スタックをどのように製造するかについて開示している。小さい反射性を有するスタックを製造するためにピリオドの数を低減すること又は1つまたは複数の層の厚さの同調をはずす簡単な方法がある。吸収材料の追加された層が組み込まれてもよい。一般に、EUVマスクを製造する公知の技術は、本発明のホログラフィックマスクを製造するために使用することができる。

【0033】

ホログラフィックマスクの第2の製造方法が図4に示されている。この場合、ホログラフィックマスク20は、平坦な基板21から製造され、その上に一様な厚さで使用される投影ビームの波長での最大反射性について最適化された複数層のスタック22が配置されている。平坦な基板及び複数層のスタックは、事実上従来のマスクのブランクである。各ピクセルの本発明のホログラフィックマスクのためのマスクパターンに対応するバイナリ

10

20

30

40

50

吸収パターンをマスクブランクの上に重ねる代わりに、透明な位相層 23 - 1 及び吸収位相層 24 - 1 が重ねられる。透明な位相層 23 - 1 及び吸収位相層 24 - 1 の厚さ  $p t 1$  及び  $a t 1$  は、各ピクセルにおいて必要な位相及び振幅の変化をもたらすように決定される。透明な層 23 - 1 は、露光放射に対して実質的に透明な材料、例えば、EUV について  $S i$  からつくられ、吸収位相層は、実質的に吸収性の材料、例えば、EUV について  $C r$  からつくられる。必然的に、透明層は、ある放射線を吸収し、吸収層は、位相変化をもたらす、2つの層の厚さは所望の効果が得られるように共に決定されなければならない。多くの場合、「透明」層は、透明のみであることに留意しなければならない。なぜならば、それは非常に薄いからである。吸収及び透明位相層は、交互に基板に貼り付けられる。

【0034】

ホログラフィックマスクのいずれかの形態において、ピクセルの寸法は、できるだけ小さくなくてはならず、好ましくは、約 50 nm 未満の基板のレベルである解像度を達成するために 100 nm 未満が好ましい。全体として約 50 の位相及び振幅ステップが必要とされる。層の厚さ及び基板の高さの変化は、選択的なエッチング及びデポジッションによってレジストパターンを画定するためにリソグラフィプロセスを使用して達成することができる。ホログラフィックマスクをつくるために多数の工程が必要とされるが、これらは低い解像度を有するリソグラフィ投影装置を使用して実行してもよい。

【0035】

本発明の第 2 の実施例は、ホログラフィックマスクが反射性を有するものではなく透明であり、したがって、DUV 露光放射線とともに使用するのに適していることを除いて第 1 の実施例とほぼ同様である。全体の光学構造体が図 5 に示されている。

【0036】

イルミネータ IL は、適切なコヒーレント長さの放射線でマスク HM を照射する。投影システム PL の最良の物面 OP から変位しているホログラフィックマスク HM を横切るとき、投影ビーム PB は、所望の影像を基板のレベルに結像するために必要とされるホログラフィックマスクの各ピクセルで変化されたその位相及び振幅を有する。繰り返しになるが、結像された影像は、ホログラフィックマスク HM に平行になる。第 1 の実施例におけるように、投影システム PL は、最良の物面 OP の影像を基板 W に投影するように配置されている。

【0037】

ホログラフィックマスク HM は、第 1 の実施例のホログラフィックマスク HM と同様であるが透明な基板を使用し、反射性の複数層を省略する（が、非反射性のコーティングを使用してもよい）。繰り返しになるが、位相及び / 又は振幅の変化は、各ピクセルの基板の厚さを変化させることによって、及び / 又は吸収性の層及び / 又は位相シフト層を加えることによって行うことができる。

【0038】

本発明の特定の実施例を説明したが、上述したもの以外でも本発明を実施することができることは理解すべきである。例えば、本発明をプログラム可能なパターン形成手段を使用して、例えば、それらの傾斜以外の Z 方向へのミラーの位置が制御可能な制御可能なミラー・アレイを使用して、又はポッケル (Pockels) セルのアレイを使用して実施するようにしてもよい。この説明は制限を意図するものではない。

【0039】

本発明の実施例は、添付図面を参照して例示としてのみ説明される。

図面において、対応する参照符号は、対応する部品を示す

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の第 1 の実施例によるリソグラフィ投影装置を示す図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施例の投影装置の最良の物面に対する本発明のホログラフィックマスクの位置を示す図である。

【図 3】本発明による第 1 のホログラフィックマスクの断面図である。

10

20

30

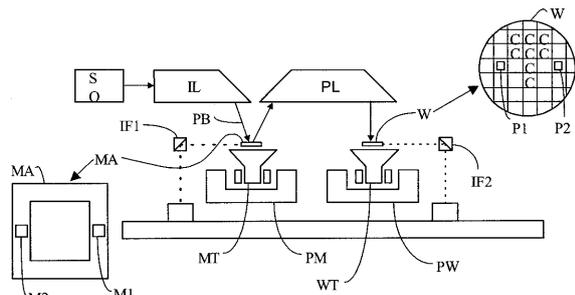
40

50

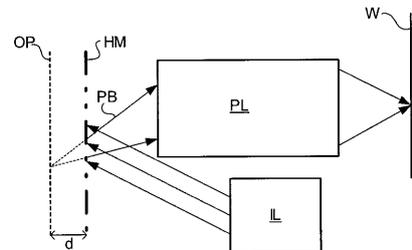
【図4】本発明による第2のホログラフィックマスクの断面図である。

【図5】本発明の第2の実施例の投影システムの最良の物面に対する本発明のホログラフィックマスクの位置を示す図である。

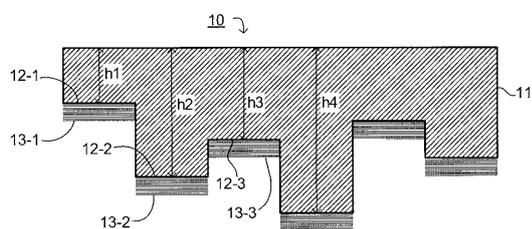
【図1】



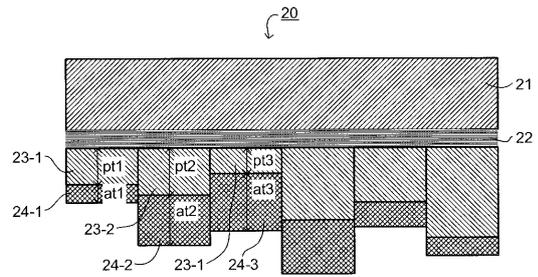
【図2】



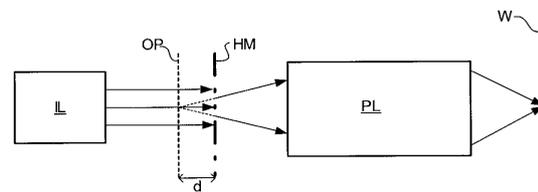
【図3】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100109346  
弁理士 大貫 敏史
- (72)発明者 ベルナルデウス ヘンドリクス ウィルヘルムス ヘンドリクス  
オランダ国、アイントホーフェン、トゥレラーン 6
- (72)発明者 ヤン エフェルト ファン デル ヴェルフ  
オランダ国、ヴァールレ、フェルトドレーフ 4

審査官 多田 達也

- (56)参考文献 特開平10-142806(JP,A)  
特開平04-058244(JP,A)  
国際公開第03/010803(WO,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027  
G03F 7/20 - 24  
G03F 9/00 - 02