

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6722655号
(P6722655)

(45) 発行日 令和2年7月15日(2020.7.15)

(24) 登録日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(51) Int.Cl.

F I

G03F 7/20 (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01)G03F 7/20 503
G02B 5/08 A

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2017-508479 (P2017-508479)
 (86) (22) 出願日 平成27年8月7日(2015.8.7)
 (65) 公表番号 特表2017-526007 (P2017-526007A)
 (43) 公表日 平成29年9月7日(2017.9.7)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/068306
 (87) 国際公開番号 W02016/023840
 (87) 国際公開日 平成28年2月18日(2016.2.18)
 審査請求日 平成30年8月6日(2018.8.6)
 (31) 優先権主張番号 102014216240.8
 (32) 優先日 平成26年8月15日(2014.8.15)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 ドイツ(DE)

前置審査

(73) 特許権者 503263355
 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー
 エムペーハー
 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
 (74) 代理人 100147485
 弁理士 杉村 憲司
 (74) 代理人 100147692
 弁理士 下地 健一
 (72) 発明者 ディルク ハイน์リッヒ エーム
 ドイツ国 66701 ベッキンゲン オ
 ーフ ゼュレクケン 3

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射光学素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロリソグラフィ投影露光装置用の反射光学素子を製造する方法であって、前記反射光学素子は、基板(101)、反射層系(110)、及び光学有効面(100a)を有し、前記反射層系(110)に、前記光学有効面(100a)から又は前記基板(101)に面した境界面から前記反射層系(110)まで内方に延びチャンネル状欠陥(121)の欠陥構造(120)を設け、前記欠陥構造(120)を作製するために、前記反射層系(110)の堆積前又は堆積中にナノチューブコーティングを堆積させ、前記反射層系(110)の堆積前に、前記ナノチューブコーティングのナノチューブに少なくとも1つの保護層を設ける方法。

【請求項 2】

マイクロリソグラフィ投影露光装置用の反射光学素子を製造する方法であって、前記反射光学素子は、基板(101)、反射層系(110)、及び光学有効面(100a)を有し、前記反射層系(110)に、前記光学有効面(100a)から又は前記基板(101)に面した境界面から前記反射層系(110)まで内方に延びチャンネル状欠陥(121)の欠陥構造(120)を設け、前記欠陥構造(120)の前記チャンネル状欠陥(121)を、前記反射光学素子のうち前記光学有効面(100a)に面しない側から導入する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、光学系用の、特にマイクロ投影露光装置用又はマスク検査装置用の反射光学素子に関する。

【 0 0 0 2 】

本願は、2014年8月15日付けで出願された独国特許出願第10 2014 216 240 . 8号の優先権を主張する。上記独国出願の内容を参照により本願の本文に援用する。

【背景技術】

【 0 0 0 3 】

マイクロリソグラフィは、例えば集積回路又はLCD等の微細構造コンポーネントの製造に用いられる。マイクロリソグラフィプロセスは、照明デバイス及び投影レンズを備えるいわゆる投影露光装置で実行される。この場合、照明デバイスにより照明されたマスク（レチクル）の像を、投影レンズにより、感光層（フォトレジスト）で被覆されて投影レンズの像平面に配置された基板（例えばシリコンウェーハ）に投影することで、マスク構造を基板の感光コーティングに転写するようにする。

10

【 0 0 0 4 】

マスク検査装置は、マイクロリソグラフィ投影露光装置のレチクルの検査に用いられる。

【 0 0 0 5 】

EUV領域、すなわち、例えば約13nm又は約7nmの波長用に設計した投影レンズ又は検査レンズでは、適当な透光性の屈折材料が利用可能でないことにより、反射光学素子を結像プロセス用の光学コンポーネントとして用いる。

20

【 0 0 0 6 】

投影露光装置の動作中に、汚染物質が各光学系に入る結果としての反射光学コンポーネントの反射損失を特に回避するために、関連の反射光学コンポーネントの近辺に、光学系のこれらの反射光学コンポーネントの近辺への望ましくない汚染物質の流入を防止する例えば水素の雰囲気（「パージガス」として）充填することが知られている。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、実際には、この（イオン状又は原子状）水素が多層系（特に、例えば反射光学コンポーネントの基板上にありモリブデン（Mo）層及びシリコン（Si）層の交互配列からなる反射層系）に侵入し、そこで水素が例えばシリコンと反応して揮発性の水素化シリコン（シラン）を形成するか又は分子水素に再結合するという問題が生じる。これらのプロセスは、反射層系内の気相の濃縮につながり、したがって体積増加及び「層の膨張」に結び付き、これは最終的に多層系の層の「スポーリング」の結果としての層間剥離に、ひいては反射光学素子の反射率の損失又は破壊にさえつながり得る。

30

【 0 0 0 8 】

図6a、bに示す測定画像は、侵入水素の結果としての層間剥離の上記問題を説明する役割を果たし、図6aは、上記体積増加に起因する多層系の「気泡形成」（「プリスター」とも称する）を示し、図6bは、そこから生じる層間剥離を示す。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明は、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置用又はマスク検査装置用の反射光学素子であって、光学系の動作中に蓄積した水素による反射光学素子の反射特性の劣化又は破壊を最大限に回避する反射光学素子を提供するという目的を有する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この目的は、独立特許請求項1の特徴に従った反射光学素子により達成される。

【 0 0 1 1 】

光学有効面を有する、光学系用の本発明による反射光学素子は、

50

基板と、
反射層系と、

光学有効面から又は基板に面した境界面から反射層系まで内方に延び、且つ反射層系からの外来原子の流出を許すチャンネル状欠陥 (channel-shaped defects) の欠陥構造とを備え、チャンネル状欠陥は、これらのチャンネル状欠陥のない同様の層構成と比べて、反射層系からの外来原子の流入の特徴である拡散係数を少なくとも 20 % 増加させる。

【0012】

本発明は、チャンネル状欠陥の欠陥構造を反射光学素子に導入し、したがって反射光学素子又はその反射層系からの水素の適当な「出口」を作ることにより、導入部分で述べた多層系内の水素の蓄積に伴う体積増加又は「気泡形成」のプロセスを防止するという概念に
10
特に基づく。換言すれば、本発明は、反射光学素子又はその多層系への水素の流入を容認しつつも、それと同時に、本発明による欠陥構造のチャンネル状欠陥を介して反射層系外への水素の輸送を増加させることにより、反射光学素子又はその反射層系からの水素の容易な流出をもたらす。

【0013】

これに関連して、チャンネル状欠陥は、通常は光学有効面に対して垂直に反射光学素子に侵入してから反射光学素子内で横方向に広がる水素のために、例えば光学有効面に対して本質的に垂直に延びる複数の「チャンネル」又は「出口」を設けることにより、水素が反射層系から脱出する可能性を高めるのに役立ち、その結果として系全体の有効拡散係数が増加する。
20

【0014】

それに関連して、本発明は、本発明による上記欠陥構造に直接関連する反射光学素子又はその反射層系への水素の流入の促進が容認できるのは、それと同時に水素がより容易に脱出でき、したがって導入部分に記載し且つ層間剥離につながる水素と例えば反射層系内のシリコンとの化学反応又は分子水素への再結合が回避されるからであるという認識に特に基づく。

【0015】

一実施形態によれば、チャンネル状欠陥は、ナノチューブ、特にカーボンナノチューブにより形成される。ここで、本発明は、このタイプのカーボンナノチューブコーティングを整然と、導入部分に記載したプロセスで水素が反射光学素子の多層系に侵入する深さのオーダーにあるナノチューブ長さで施すことができることを利用する。
30

【0016】

単に例として、このタイプのカーボンナノチューブを用いて例えば設けることができる欠陥構造のチャンネル状欠陥の最大長は、少なくとも 30 nm、特に少なくとも 50 nm、より詳細には少なくとも 100 nm である。さらに、チャンネル状欠陥の少なくとも 1 つ又は全部さえもが、反射層系の全厚に延びることができる。

【0017】

本発明による欠陥構造のチャンネル状欠陥をナノチューブ、特にカーボンナノチューブにより形成する配合により、本願は、光学系を作動させる際にナノチューブの関連 (例えば炭素) 材料がチャンネル状欠陥内に残る実施形態と、動作前に洗浄ステップにより (例えば
40
国際公開第 2008 / 148516 号から知られるように原子状水素を用いて) この材料が除去される実施形態とを包含することが意図される。

【0018】

一実施形態によれば、反射光学系の堆積前にナノチューブコーティングのナノチューブに少なくとも 1 つの保護層が設けられる。こうしてナノチューブに沿った汚染効果を回避することが可能である。

【0019】

さらに、本発明は、本発明による欠陥構造のチャンネル状欠陥を (特にカーボン) ナノチューブにより作製することに限定されない。

【0020】

10

20

30

40

50

本発明の他の実施形態では、チャンネル状欠陥は、多層系の堆積中の適当なダイヤフラム（diaphragm：隔膜）構造の使用によっても得ることができる。チャンネル状欠陥は、光学有効面の下にある複数の層が各ミラーの真空環境と直接接触するように、光学有効面に対して垂直にある程度の範囲を有する多層系における任意の中断部としてここでは理解されたい。

【0021】

他の実施形態では、欠陥構造は、反射層系の堆積後に、チャンネル状欠陥を作製するための局所イオンビームエッチングにより作製することもできる。これにより、特に、選択された場所に欠陥構造のチャンネル状欠陥又は孔チャンネルを作製することが可能である。これに関連して、チャンネル状欠陥又は孔チャンネルの出口端は、反射層系の（光学有効面の方向で）上側又は下側の境界面にあり得る。さらに、チャンネル状欠陥は、（特に反射層系全体を通る）貫通チャンネルとして作製することもできる。

10

【0022】

一実施形態によれば、チャンネル状欠陥を区画するチャンネル壁に沿って少なくとも特定の領域にゲッター材料が設けられる。このタイプのゲッター材料は、残留ガス中にあり得る酸素（ O_2 ）を捉えるよう特に設計され得る。ゲッター材料は、チタン（Ti）、ジルコニウム（Zr）、又はシリコン（Si）を特に含有し得る。

【0023】

一実施形態によれば、欠陥構造のチャンネル状欠陥は、反射光学素子のうち光学有効面に面しないか又はミラーの裏に面しない側から導入される。欠陥構造の機能性は、（光学有効面から始まる欠陥構造と比べた場合に）基本的に同じだが、これには、光学有効面又はミラー面が妨害されず、したがって全体的に、結像損失又は迷光損失の出現が減るという利点がある。

20

【0024】

他の実施形態では、反射光学素子を作製する際のコーティングプロセス中に、基板上又は光学素子の多層系内に目標通りに傷を加えることで、それに続く層成長中の局所的な凹凸を促すようにすることも可能である。したがって、適当な後続の処理、例えば湿式化学法又はドライエッチング法での処理を用いて、光学有効面に対して垂直にある程度の範囲を有する多層系における任意の中断部を目標通りに作製することが可能である。

【0025】

一実施形態によれば、チャンネル状欠陥は、これらのチャンネル状欠陥のない同様の層構成と比べて、反射層系からの外来原子の流入の特徴である拡散係数を少なくとも40%、より詳細には少なくとも少なくとも50%増加させる。

30

【0026】

一実施形態によれば、欠陥構造のチャンネル状欠陥の最大長は、少なくとも30nm、特に少なくとも50nm、より詳細には少なくとも100nmである。

【0027】

一実施形態によれば、チャンネル状欠陥の少なくとも1つは、反射層系の全厚に延びる。

【0028】

一実施形態によれば、チャンネル状欠陥は、投影露光に用いられるビーム経路外に位置付けられたアブソーバ面の方向に望ましくないスペクトル域（例えば、プラズマ光源の CO_2 レーザの赤外線）を回折させる回折格子を形成するように、相互に離間して配置される。

40

【0029】

本発明は、光学系用の、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置用の反射光学素子を製造する方法であって、反射光学素子は、基板、反射層系、及び光学有効面を有し、反射層系に、光学有効面から又は基板に面した境界面から反射層系まで内方に延び、且つ反射層系からの外来原子の流入の特徴である拡散係数を増加させることにより反射層系からの外来原子の流出を促すチャンネル状欠陥の欠陥構造を設ける方法にも関する。

【0030】

50

本方法の利点及び好ましい実施形態に関しては、本発明による反射光学素子に関連した先の記載を参照されたい。

【0031】

本発明は、マイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系に、特にコレクタユニット（例えばEUV光源）、照明デバイス、又は投影レンズにも関し、且つ上記特徴を有する少なくとも1つの反射光学素子を有するマイクロリソグラフィ投影露光装置にも関する。

【0032】

本発明のさらに他の構成は、説明及び従属請求項から得ることができる。

【0033】

添付図面に示す例示的な実施形態に基づき、本発明を以下でより詳細に説明する。

10

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の一実施形態による反射光学素子の構成を説明する概略図を示す。

【図2】本発明の一実施形態による反射光学素子の構成を説明する概略図を示す。

【図3】図1又は図2に示す本発明による反射光学素子の動作モードを説明する図を示す。

【図4】本発明による反射光学素子への例示的な水素侵入深さを説明する図を示す。

【図5】EUVでの動作用に設計されたマイクロリソグラフィ投影露光装置の可能な構成を説明する概略図を示す。

【図6】本発明の基礎となる問題を説明するための例示的な測定結果を示す。

20

【発明を実施するための形態】

【0035】

図1は、一実施形態による本発明による反射光学素子100（例えば、EUV投影露光装置のミラー）の構成を説明する概略図を示す。

【0036】

反射光学素子100は、それ自体が既知の方法で任意の適当な基板材料の基板101上に反射層系110を有し、反射層系110は、単に例として（本発明を特定の材料に制限しないが）シリコン（Si）層111a、111b、111c、...及びモリブデン（Mo）層112a、112b、112c、...を有する。

【0037】

30

反射光学素子100は、図1に単に概略的に且つ非常に単純に示すように、光学有効面100aから反射層系110内へ延びるチャンネル状欠陥121の欠陥構造120も有する。図示の例示的な実施形態は、これらのチャンネル状欠陥121が基板101まで反射層系110の全厚に延びるように示しているが、本発明はそれに限定されない。

【0038】

他の例示的な実施形態では、チャンネル状欠陥121が反射光学素子100の部分領域にのみ延びることも可能であり、その場合、欠陥構造120は、特に反射層系110内に特定の深さまでのみ且つ/又は反射層系110の横方向範囲に対してその部分領域にのみ設けることができる。

【0039】

40

チャンネル状欠陥121の上記深さに関する限り、これは、特に反射層系110への水素の典型的な予想侵入深さに適合するよう選択することができ、このような侵入深さは、さらに実験データ（例えば図4に示す）に基づき約30nmの値を有するが、本発明はそれに限定されない。

【0040】

基本的に、水素イオンの運動エネルギーのみに基づき、結果として生じる反射光学素子の多層系への侵入深さはそれほど大きくないが（100eVの運動エネルギーを有する水素イオンの典型的な侵入深さは約5nm～10nmである）、拡散効果を考慮に入れた場合、水素は、反射光学素子100の多層系110に最大50nmの深さまで侵入し得る。図4において分かるように、実験データは、水素濃度 C_H が反射光学素子の多層系にお

50

る深さに逆比例することを示している。さまざまなサンプルが、最初に約15 nmの領域で極大があり、水素濃度の低下後に約30 nmで別のピークがあることを示している。約(30~50) nmのチャンネル状欠陥121の深さが、反射光学素子100の多層系に侵入した水素の流出を十分に支援し、ひいては導入部分に記載した層間剥離を効果的に回避するのに概して十分なはずであることを、ここから推論できる。

【0041】

図2は、反射光学素子100の光学有効面100aにおける欠陥構造120の分布を単に概略斜視図で示す。欠陥構造120のチャンネル状欠陥121の間隔、又はチャンネル状欠陥121の表面被覆密度は、反射光学素子100の光学仕様限界を考慮に入れて適当に選択することができる。換言すれば、チャンネル状欠陥121の数及びサイズの両方が、反射光学素子100の光学性能(特に反射率)の著しい劣化を回避するよう適当に選択される。チャンネル状欠陥121の平均直径は、例えば、オーダに関しては1 nm又は数nm~約25 μmの範囲にあり得る。特に、数nmの直径を有するチャンネル状欠陥121又は細孔は、ミラーの結像品質にわずかにしか影響を及ぼさないで、高密度のチャンネル状欠陥又は細孔を可能にする。

【0042】

単に例として、チャンネル状欠陥121の平均直径は、1 μmのオーダとすることができ、ファセットミラー(例えば瞳ファセットミラー)の形態の反射光学素子100の場合、例えば、それぞれ直径1 cmの約300個のミラーファセットのそれぞれに約70,000個~75,000個のチャンネル状欠陥を設けることが可能である。チャンネル状欠陥121がカーボンナノチューブを用いて形成される場合、カーボンナノチューブ層の作製に対応するプロセスパラメータは、その目的で適切に設定される。

【0043】

図3は、本発明によるチャンネル状欠陥121の欠陥構造120の動作モードを説明する概略図を示す。単に概略的に且つ非常に単純に示すように、EUV投影露光装置等の光学系の動作中に比較的高いEUVパワー密度に曝され、したがって例えば50 eVを超える高いイオンエネルギー、特に数百eVのイオンエネルギーを有し得る水素イオン130が、反射層系110に侵入し、そこで水素イオンは特に拡散プロセスを経て横方向に広がる。本発明によるチャンネル状欠陥121は、これらの水素イオンのために、横方向に対して又は光学有効面100aに対して垂直な方向に延びる出口をこのとき提供し、この出口を経て水素イオンが反射層系110から整然と脱出することができる。結果として、反射層系110内の水素イオンの蓄積が少なくとも主に回避されるので、導入部分に記載した、(例えば、シリコンとの反応によるシランの形成の結果としての、又は水素イオンが分子水素に再結合する結果としての)局所的な体積増加の結果として最終的に層間剥離につながる水素の反応が回避される。

【0044】

本発明による欠陥構造120は、さまざまな方法で作製することができる。第1の実現可能性は、反射層系110の作製前又は作製中のナノチューブコーティングの、特にカーボンナノチューブの堆積に関する。これらのカーボンナノチューブは、当業者にそれ自体が既知の方法で作製することができる。それに関連して、対応するナノチューブコーティングを例えば最初に基板101上に堆積させることができ、それから続いて反射層系110を例えば物理蒸着(PVD)法を用いて従来通りに作製することができ、反射層系110の(例えばモリブデン又はシリコン)層がカーボンナノチューブの間に形成されるようにする。

【0045】

代替的に、反射層系は、原子層堆積(ALD)法を用いて作製することもできる。その場合、チャンネル状欠陥121を形成するカーボンナノチューブの炭素材料は、層構成に残ることができるか、又は例えば原子状水素の使用に基づく適当な方法を用いて洗浄プロセスで除去することができる。

【0046】

上記方法では、こうして作製されたチャンネル状欠陥 1 2 1 は、最終的には光学有効面 1 0 0 a まで反射層系 1 1 0 の全厚に延び、それと同時に、ナノチューブコーティングが反射層系 1 1 0 の形成前に形成されることによりこの方法を個々のプロセスステップに関して比較的単純に保つことができるが、他の実施形態では、中間ステップにおいて（すなわち、この目的で一時的に中断され得る反射層系 1 1 0 の堆積中に）カーボンナノチューブでのコーティングを実行して、反射層系 1 1 0 内へのチャンネル状欠陥 1 2 1 の範囲も（例えば、反射光学素子の使用位置における最大イオンエネルギーにより反射層系 1 1 0 への水素イオンの予想侵入深さに適合するために）制御できるようにすることも可能である。

【 0 0 4 7 】

他の実施形態では、本発明による欠陥構造 1 2 0 を作製するために、チャンネル状欠陥を目標通りに作製するための後処理法と共に、コーティングプロセス又は反射層系の作製中の適当なダイヤフラム構造の使用、又は反射層系 1 1 0 の堆積前の基板 1 0 1 上の傷の作製等の他の技術を用いることも可能である。

【 0 0 4 8 】

さらに、欠陥構造は、反射層系の堆積後に、チャンネル状欠陥を作製するための局所イオンビームエッチングにより作製することもできる。このように、欠陥構造のチャンネル状欠陥又は孔チャンネルは、目標通りに選択された場所に作製することができる。チャンネル状欠陥又は孔チャンネルの出口端は、反射層系の（光学有効面の方向で）上側又は下側の境界面にあり得る。さらに、チャンネル状欠陥は、（特に反射層系全体を通る）貫通チャンネルとして作製することもできる。さらに、チャンネル状欠陥が基板を貫通することもでき、且つ／又は外来原子の流出が側方拡散により一部生じることができる。

【 0 0 4 9 】

本発明による概念が、反射層系からの外来原子又は水素原子の流出を容易にするためにチャンネル状欠陥の（付加的な）欠陥構造を設けることに基づくことにより、本発明は特に、この外来原子の流出に関係する拡散係数の大きさに（例えば、特に反射層系自体の層パラメータを変えることにより）大きな影響を及ぼすことが他の方法では実際にはほぼ不可能であることも参酌する。これは、必要な光学仕様を満たすために、反射光学素子における層構成の製造時に例えば個々の層材料を選択する自由が非常に限られており、拡散係数がその点で影響することが事実上不可能であることに起因する。

【 0 0 5 0 】

換言すれば、本発明は、積層体自体のそのままの領域への水素の拡散が、材料特性及び温度等のさまざまなパラメータにより主に固定されるが、他方では「孔」の又は局所真空条件の領域が外来原子又は水素の除去にほぼ理想的な輸送条件を与えることを認めており、こうした理由でこのような「局所真空条件」が、本発明によるチャンネル状欠陥により、ほぼ人工的に得られた多孔性で提供される。このような局所真空条件は、真空系で知られる「仮想リーク」に類似している。（非常に長い真空引き時間の形態の）真空系の排気に関連する仮想リークの概して望ましくない効果とは対照的に、上記局所真空条件は本発明による実施形態にとって不利ではないが、その理由は、この状況では水素拡散に関する平衡が想定され、したがって長い真空引き時間が無関係だからである。

【 0 0 5 1 】

本発明は、本発明による欠陥構造 1 2 0 内のチャンネル状欠陥 1 2 1 の特定の（例えば、立体、六角形等の）配置に関して制限されない。したがって、この欠陥構造 1 2 0 は、チャンネル状欠陥 1 2 1 の近距離秩序のみを有し得るか又は無秩序でさえあり得る。

【 0 0 5 2 】

本発明の他の実施形態では、チャンネル状欠陥 1 2 1 を用いて回折格子を形成することもできる。これに関連して、チャンネル状欠陥 1 2 1 は、照明スペクトルの破壊的な又は望ましくない部分（例えば、CO₂ レーザの赤外線）を使用光領域又は使用光円錐から偏向させる（また場合によっては投影露光に用いられるビーム経路外の適当なアブソーバ面へ偏向させる）ことができるように相互に関して適当な間隔で配置することができる。

【 0 0 5 3 】

図5は、EUVでの動作用に設計され且つ本発明による反射光学素子を備えることができる例示的な投影露光装置の概略図を示す。これに関連して、反射光学素子は、特に現在のEUVミラーの1つであり得る。

【0054】

図5によれば、EUV用に設計された投影露光装置10の照明デバイスは、視野ファセットミラー3及び瞳ファセットミラー4を含む。プラズマ光源1及びコレクタミラー2を含む光源ユニットからの光が、視野ファセットミラー3へ指向される。第1望遠鏡ミラー5及び第2望遠鏡ミラー6が、瞳ファセットミラー4の下流の光路に配置される。偏向ミラー7が光路の下流に配置され、上記偏光ミラーは、入射した放射線を6個のミラー21～26を含む投影レンズの物体平面の物体視野へ指向させる。物体平面の場所にあるマスクステージ30には、反射構造担持マスク31が配置され、これが投影レンズを用いて像平面に結像され、像平面には、ウェーハステージ40上に感光層（フォトレジスト）で被覆された基板41がある。

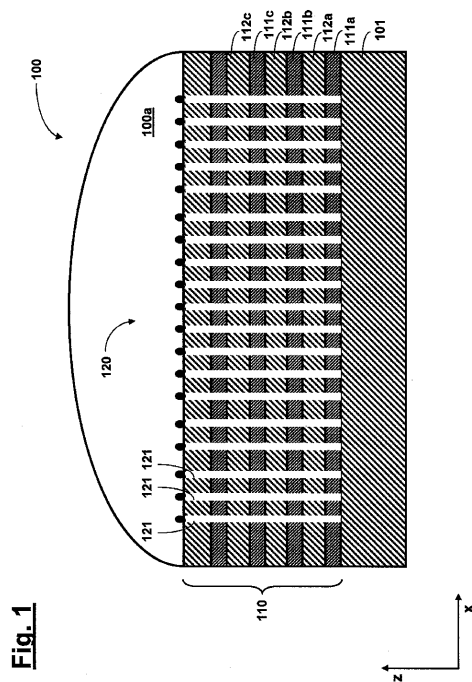
【0055】

図5に示す構成のミラーのいずれか（例えば、コレクタミラー2又は瞳ファセットミラー4）を本発明による、すなわち例えば前述の実施形態の1つによる欠陥構造を有する反射光学素子として構成することが原理上は可能である。マイクロリソグラフィ投影露光装置のレチクルの検査に用いられるマスク検査装置の反射光学素子を、本発明による反射光学素子として構成することも可能である。

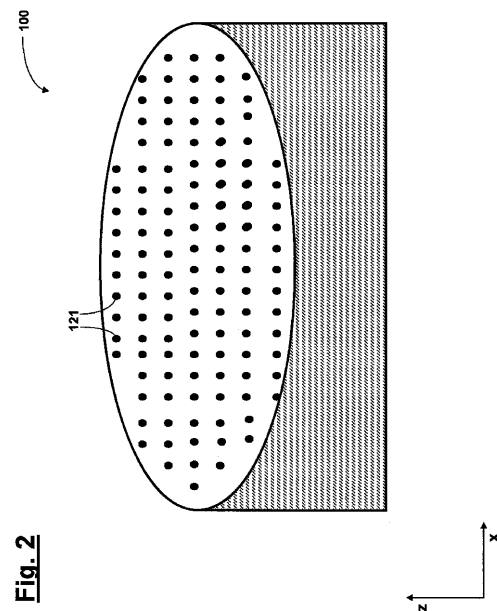
【0056】

本発明を特定の実施形態に基づき説明したが、例えば個々の実施形態の特徴の組合せ及び／又は交換により、多くの変形形態及び代替的な実施形態が当業者には明らかである。したがって、当業者には言うまでもなく、このような変形形態及び代替的な実施形態は本発明に付随的に包含され、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲及びその等価物の意味の範囲内で制限される。

【図1】

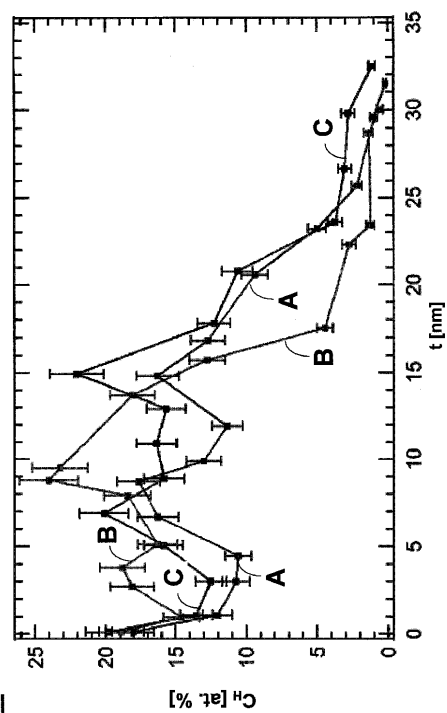


【図2】

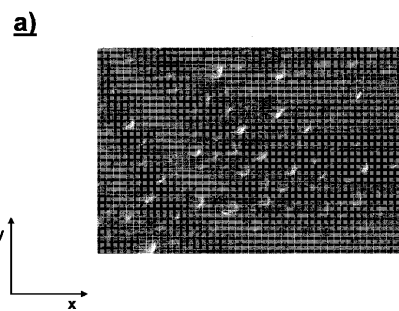


【圖 4】

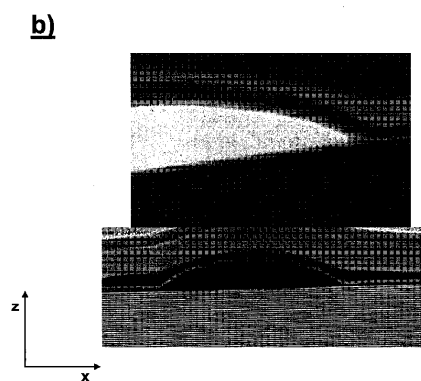
Fig. 4



【 図 6 a) 】



【 図 6 b) 】



フロントページの続き

- (72)発明者 モーリツ ベッカー
ドイツ国 7 0 1 7 6 シュトゥットガルト ハ ゼンペルクシュトラッセ 3 8 エイ
- (72)発明者 イレーネ アメント
ドイツ国 7 3 4 3 2 アーレン ドイチュオルデンシュトラッセ 3 1
- (72)発明者 ジゼラ フォン ブランケンハーゲン
ドイツ国 7 3 4 3 3 アーレン シュロスシュトラッセ 6 / 2
- (72)発明者 ヨルン ウェーバー
ドイツ国 7 3 4 3 0 アーレン テレマンシュトラッセ 1 9

審査官 今井 彰

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 2 1 6 9 1 2 (U S , A 1)
特開 2 0 1 0 - 0 0 4 0 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 2 9 9 3 6 (J P , A)
特表 2 0 1 4 - 5 1 9 1 9 6 (J P , A)
特表 2 0 0 9 - 5 2 7 7 8 0 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 0 6 3 4 9 0 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 0 2 7、2 1 / 3 0
G 0 3 F 7 / 2 0 - 7 / 2 4、9 / 0 0 - 9 / 0 2
G 0 2 B 1 / 1 0 - 1 / 1 8、5 / 0 0 - 5 / 1 3 6