

(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2005-352062  
(P2005-352062A)

(43) 公開日 平成17年12月22日(2005.12.22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO2B 3/00	GO2B 3/00 A	2H042
GO2B 1/11	GO2B 5/00 B	2K009
GO2B 5/00	HO1L 21/30 515D	5F046
HO1L 21/027	GO2B 1/10 A	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-171414 (P2004-171414)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成16年6月9日(2004.6.9)	(74) 代理人	100072718 弁理士 古谷 史旺
		(74) 代理人	100116001 弁理士 森 俊秀
		(72) 発明者	米谷 登 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		(72) 発明者	大澤 日佐雄 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		Fターム(参考)	2H042 AA03 AA09 AA15 AA25 2K009 AA02 CC03 DD03 5F046 CB12 CB13

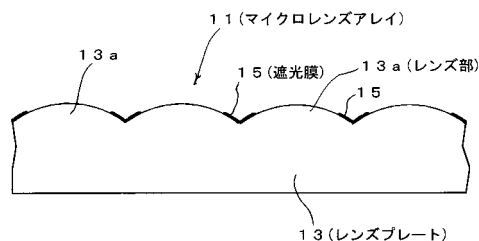
(54) 【発明の名称】 マイクロレンズおよび露光装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、マイクロレンズおよびこのマイクロレンズを用いた露光装置に関し、紫外線レーザー光に対して迷光抑制機能を長時間維持することを目的とする。

【解決手段】 レンズの周辺部に、紫外線レーザー光に対して耐光性を有する遮光膜を形成してなることを特徴とする。また、前記遮光膜がクロムからなることを特徴とする。また、前記遮光膜が、前記紫外線レーザー光の反射を防止する反射防止膜と、前記紫外線レーザー光を吸収する吸収膜とを積層してなることを特徴とする。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

レンズの周辺部に、紫外線レーザー光に対して耐光性を有する遮光膜を形成してなることを特徴とするマイクロレンズ。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載のマイクロレンズにおいて、  
前記遮光膜は、クロムからなることを特徴とするマイクロレンズ。

**【請求項 3】**

請求項 1 記載のマイクロレンズにおいて、  
前記遮光膜は、前記紫外線レーザー光の反射を防止する反射防止膜と、前記紫外線レーザー光を吸収する吸収膜とを積層してなることを特徴とするマイクロレンズ。 10

**【請求項 4】**

請求項 3 記載のマイクロレンズにおいて、  
前記反射防止膜は酸化クロムからなり、前記吸収膜はクロムからなることを特徴とするマイクロレンズ。

**【請求項 5】**

請求項 1 記載のマイクロレンズにおいて、  
前記遮光膜は、誘電体膜を積層した反射膜からなることを特徴とするマイクロレンズ。

**【請求項 6】**

レンズの周辺部に、紫外線レーザー光を散乱する光散乱面を形成してなることを特徴とするマイクロレンズ。 20

**【請求項 7】**

基体に複数のレンズが形成されるマイクロレンズアレイであり、前記レンズの境界部に光散乱面を形成してなることを特徴とするマイクロレンズ。

**【請求項 8】**

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項記載のマイクロレンズが用いられた照明光学系と、前記照明光学系により照明されたレチクルのパターンを感応基板に投影する投影光学系とを有することを特徴とする露光装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

30

**【0001】**

本発明は、マイクロレンズ(マイクロレンズアレイ等を含む)およびこのマイクロレンズを用いた露光装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、マイクロレンズアレイとして、例えば、特開 2001-21703 号公報に開示されるように、迷光を抑制するために、迷光抑制絞りを形成したものが知られている。

この公報では、隣接するレンズの間を透過する迷光を抑制するために、レンズの境界部に黑色金属膜，黑色樹脂膜等からなる迷光抑制絞りが形成されている。

**【特許文献 1】特開 2001-21703 号公報**

40

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、上述したマイクロレンズアレイでは、迷光抑制絞りを、黑色金属膜，黑色樹脂膜等により形成しているため、光源にエネルギー密度の高い紫外線レーザー光を使用すると、黑色金属膜，黑色樹脂膜等が比較的早期に変質，劣化し迷光抑制機能が低下するという問題があった。

本発明は、かかる従来の問題を解決するためになされたもので、紫外線レーザー光に対して迷光抑制機能を長時間維持することができるマイクロレンズおよびこのマイクロレンズを用いた露光装置を提供することを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

請求項1のマイクロレンズは、レンズの周辺部に、紫外線レーザー光に対して耐光性を有する遮光膜を形成してなることを特徴とする。

請求項2のマイクロレンズは、請求項1記載のマイクロレンズにおいて、前記遮光膜は、クロムからなることを特徴とする。

請求項3のマイクロレンズは、請求項1記載のマイクロレンズにおいて、前記遮光膜は、前記紫外線レーザー光の反射を防止する反射防止膜と、前記紫外線レーザー光を吸収する吸収膜とを積層してなることを特徴とする。

## 【0005】

請求項4のマイクロレンズは、請求項3記載のマイクロレンズにおいて、前記反射防止膜は酸化クロムからなり、前記吸収膜はクロムからなることを特徴とする。

請求項5のマイクロレンズは、請求項1記載のマイクロレンズにおいて、前記遮光膜は、誘電体膜を積層した反射膜からなることを特徴とする。

請求項6のマイクロレンズは、レンズの周辺部に、紫外線レーザー光を散乱する光散乱面を形成してなることを特徴とする。

## 【0006】

請求項7のマイクロレンズは、基体に複数のレンズが形成されるマイクロレンズアレイであり、前記レンズの境界部に光散乱面を形成してなることを特徴とする。

請求項8のマイクロレンズは、請求項1ないし請求項7のいずれか1項記載のマイクロレンズが用いられた照明光学系と、前記照明光学系により照明されたレチクルのパターンを感光基板に投影する投影光学系とを有することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0007】

本発明のマイクロレンズでは、紫外線レーザー光に対して迷光抑制機能を長時間維持することができる。

本発明の露光装置では、紫外線レーザー光に対して迷光抑制機能を長時間維持可能なマイクロレンズを照明光学系に使用することができるため、信頼性の高い露光装置を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0008】

以下、本発明の実施形態を図面を用いて詳細に説明する。

## (第1の実施形態)

図1および図2は、本発明のマイクロレンズの第1の実施形態を示している。この実施形態では、本発明がマイクロレンズアレイに適用される。

この実施形態のマイクロレンズアレイ11は、レンズプレート13の片面または両面に多数のレンズ部13aを有している。レンズプレート13およびレンズ部13aは、石英ガラスからなり、レンズプレート13の表面にレンズ部13aが一体形成されている。レンズ部13aは、球面あるいは非球面レンズとされている。

## 【0009】

レンズ部13aは、レンズプレート13の表面に隣接して形成されており、レンズ部13aの周辺部に、紫外線レーザー光に対して耐光性を有する遮光膜15が形成されている。この実施形態では、図2に示すように、レンズプレート13の表面のレンズ部13aに囲まれた領域13bにも遮光膜15が形成されている。また、遮光膜15がクロム(Cr)からなり、500以上の膜厚とされている。

## 【0010】

図3および図4は、上述したマイクロレンズアレイ11の製造方法を示している。図3は、遮光膜15を形成する前の製造工程を、図4は、遮光膜15の形成工程を示している。

まず、図3の(a)に示すように、ガラス基板17にレジスト19を厚めに塗布し、縮小

10

20

30

40

50

投影露光装置（ステッパー）のウェハーステージにセットする。

【0011】

次に、図3の(b)に示すように、ステッパーのレチクルステージに高精度グレースケールマスクをセットし露光を行う。そして、露光されたガラス基板17を取り外し、現像処理を行うことにより、露光量分布に対応してレジスト19上にマイクロレンズ形状が表出する。

次に、図3の(c)に示すように、熱処理によりレジスト19のレジスト表面を平滑化する。

【0012】

次に、図3の(d)に示すように、レジスト19が形成されたガラス基板17をドライエッチング装置にセットし、レジスト17とガラス(SiO<sub>2</sub>)基板17を同時にエッチング進行させることにより、レジスト19上のマイクロレンズ形状が徐々にガラス基板17上に移行する。

そして、図3の(e)に示すように、レジスト19が無くなるまでエッチングを行うことにより、レンズプレート13の表面にレンズ部13aが一体形成されたマイクロレンズアレイ11が製造される。

【0013】

図4は、このようにして製造されたマイクロレンズアレイ11への遮光膜15の形成工程を示している。なお、マイクロレンズアレイ11のうち1つのマイクロレンズに着目して図示している。しかし、他のマイクロレンズも同様な処理で形成できることは、当業者であれば自明な範囲である。

まず、図4の(a)に示すように、レンズプレート13のレンズ部13aの表面に遮光材であるクロムをコートしクロム膜21を形成する。この実施形態では、クロム膜21の形成は、電子ビーム蒸着(electron beam evaporation)装置を使用して行われる。

【0014】

次に、図4の(b)に示すように、クロム膜21の表面にレジスト23を塗布する。

次に、図4の(c)に示すように、フォトマスク25を用いてレンズ部13aの周辺部の内側に紫外線を照射してレンズ部13aの周辺部の内側のレジスト23を露光する。

次に、図4の(d)に示すように、現像によりレンズ部13aの周辺部の内側のレジスト23を除去する。

【0015】

次に、図4の(e)に示すように、レジスト23が除去された部分のクロム膜21をエッチングした後レジスト23を除去し、レンズ部13aの周辺部に遮光膜15を形成する。なお、この実施形態では、レンズプレート13の表面のレンズ部13aに囲まれた領域13b(図2に示す)にも遮光膜15が形成される。

上述したマイクロレンズアレイ11では、レンズ部13aの周辺部に遮光膜15を形成したので、迷光による照度ムラを低減することができる。

【0016】

すなわち、例えば、図3に示したような製造方法でマイクロレンズアレイ11を製造する場合には、レンズ部13aの周辺部Gの曲率半径が大きくなる。そして、図5に示すように、レンズ部13a(模式的に示す)の周辺部Gに入射した光が、迷光となる。このようにマイクロレンズアレイ11を照明光学系の光学要素の1つとして採用してしまうと、焦点O位置より照野S側に出射することで照度ムラが発生する。

【0017】

しかしながら、図6に示すように、レンズ部13a(模式的に示す)の周辺部Gに遮光膜15を形成することにより、レンズ部13aの周辺部Gに入射する光を遮光することが可能になり、迷光による照度ムラを容易、確実に低減することができる。

そして、この実施形態のマイクロレンズアレイ11では、遮光膜15を紫外線レーザー光に対して高い耐光性を有するクロムにより形成したので、紫外線レーザー光に対して耐光性を有し、かつ膜厚に応じて十分な遮光性を有するので迷光抑制機能を長時間維持すること

10

20

30

40

50

ができる。

【0018】

また、この実施形態では、図7に示すように、クロムからなる遮光膜15の膜厚Wを500以上としたので、遮光膜15による紫外線レーザー光Lの反射率、例えば、波長193nmのエキシマレーザー光の反射率を40~60%にすることが可能になる。そして、遮光膜15により反射されずに遮光膜15内に侵入した紫外線レーザー光Lは、殆ど(例えば95%)がクロムにより吸収される。従って、遮光膜15により紫外線レーザー光Lを確実に遮光することができる。

(第2の実施形態)

図8は、本発明のマイクロレンズの第2の実施形態の遮光膜15Aを示している。なお、この実施形態において遮光膜15A以外は第1の実施形態と同様であるため、第1の実施形態と同一の部材には、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

10

【0019】

この実施形態では、遮光膜15Aが、紫外線レーザー光Lの反射を防止する反射防止膜27Aと、紫外線レーザー光Lを吸収する吸収膜29Aとを積層して形成されている。

反射防止膜27Aは酸化クロム( $Cr_2O_3$ )からなり、吸収膜29Aはクロムからなる。そして、石英ガラスからなるレンズ部13aの表面に吸収膜29Aが形成され、吸収膜29Aの表面に反射防止膜27Aが形成されている。なお、この実施形態では、吸収膜29Aおよび反射防止膜27Aのコートは、電子ビーム蒸着装置を使用して行われ、また、遮光膜15Aの形成は、図4に示した方法と略同様の方法で行われる。

20

【0020】

反射防止膜27Aは、反射防止膜27A側(空気側)から反射防止膜27Aに入射し吸収膜29Aで反射した紫外線レーザー光Lが、反射防止膜27Aから出射しないような膜厚とされている。

すなわち、反射防止膜27Aの膜厚をd、反射防止膜27Aの屈折率をn、紫外線レーザー光Lの波長を  $\lambda$  とすると、 $nd = \lambda / 4$  の関係が成立するように反射防止膜27Aの膜厚dが設定されている。

【0021】

この実施形態では、使用される紫外線レーザー光Lが、波長193nmのエキシマレーザー光とされている。そして、反射防止膜27Aの膜厚dは90~95 とされ、吸収膜29Aの膜厚W1は1000 とされている。

30

上述したマイクロレンズアレイでは、反射防止膜27A側(空気側)から入射する紫外線レーザー光Lの反射率が13%、レンズ部13a側から入射する紫外線レーザー光Lの反射率が40~60%となる。

【0022】

すなわち、反射防止膜27A側から入射する紫外線レーザー光Lの一部は吸収膜29Aにより反射されるが、反射防止膜27Aにより反射を防止され再び吸収膜29Aに到達し吸収されるため、反射防止膜27A側の反射率が13%と小さなものになる。

この実施形態のマイクロレンズアレイでは、遮光膜15Aを、紫外線レーザー光Lの反射を防止する酸化クロムからなる反射防止膜27Aと、紫外線レーザー光Lを吸収するクロムからなる吸収膜29Aとを積層して形成したので、紫外線レーザー光Lに対して迷光抑制機能を長時間維持することができる。

40

【0023】

また、この実施形態では、反射防止膜27Aの膜厚dを90~95 としたので、反射防止膜27A側から入射する紫外線レーザー光Lの反射率を13%にすることが可能になる。そして、反射されずに吸収膜29A内に侵入した紫外線レーザー光Lは、1000 の膜厚W1の吸収膜29Aにより確実に吸収される。従って、遮光膜15Aにより紫外線レーザー光Lを確実に遮光することができる。

(第3の実施形態)

図9は、本発明のマイクロレンズの第3の実施形態の遮光膜15Bを示している。なお

50

、この実施形態において遮光膜 15 B 以外は第 1 の実施形態と同様であるため、第 1 の実施形態と同一の部材には、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0024】

この実施形態では、遮光膜 15 B が、紫外線レーザ光 L の反射を防止する反射防止膜 27 B と、紫外線レーザ光 L を吸収する吸収膜 29 B とを積層して形成されている。

反射防止膜 27 B は酸化クロムからなり、吸収膜 29 B はクロムからなる。そして、石英ガラスからなるレンズ部 13 a の表面に反射防止膜 27 B が形成され、反射防止膜 27 B の表面に吸収膜 29 B が形成されている。なお、この実施形態では、吸収膜 29 B および反射防止膜 27 B のコートは、電子ビーム蒸着装置を使用して行われ、また、遮光膜 15 B の形成は、図 4 に示した方法と略同様の方法で行われる。

10

【0025】

反射防止膜 27 B は、レンズ部 13 a 側から反射防止膜 27 B に入射し吸収膜 29 B で反射した紫外線レーザ光 L が、反射防止膜 27 B から出射しないような膜厚とされている。

この実施形態では、使用される紫外線レーザ光 L が、波長 193 nm のエキシマレーザ光とされている。そして、反射防止膜 27 B の膜厚 d1 は 94.5 ~ 99.7 とされ、吸収膜 29 B の膜厚 W2 は 1000 とされている。

【0026】

上述したマイクロレンズアレイでは、吸収膜 29 B (空気)側から入射する紫外線レーザ光 L の反射率が 40 ~ 60 %、レンズ部 13 a 側から入射する紫外線レーザ光 L の反射率が 9 % となる。

20

すなわち、レンズ部 13 a 側から入射する紫外線レーザ光 L は吸収膜 29 B により反射されるが、反射防止膜 27 B により反射を防止され、吸収膜 29 B に吸収されるため、反射防止膜 27 B 側の反射率が 9 % と小さなものになる。

【0027】

この実施形態のマイクロレンズアレイでは、遮光膜 15 B を、紫外線レーザ光 L の反射を防止する酸化クロムからなる反射防止膜 27 B と、紫外線レーザ光 L を吸収するクロムからなる吸収膜 29 B とを積層して形成したので、紫外線レーザ光 L に対して迷光抑制機能を長時間維持することができる。

また、この実施形態では、反射防止膜 27 B の膜厚 d1 を 94.5 ~ 99.7 としたので、レンズ部 13 a 側から入射する紫外線レーザ光 L の反射率を 9 % にすることが可能になる。そして、反射されずに吸収膜 29 B 内に侵入した紫外線レーザ光 L は、1000 の膜厚 W2 の吸収膜 29 B により確実に吸収される。従って、遮光膜 15 B により紫外線レーザ光 L を確実に遮光することができる。

30

(第 4 の実施形態)

図 10 は、本発明のマイクロレンズの第 4 の実施形態の遮光膜 15 C を示している。なお、この実施形態において遮光膜 15 C 以外は第 1 の実施形態と同様であるため、第 1 の実施形態と同一の部材には、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0028】

この実施形態では、遮光膜 15 C が、紫外線レーザ光 L の反射を防止する第 1 および第 2 の反射防止膜 27 C, 27 D と、紫外線レーザ光 L を吸収する吸収膜 29 C とを積層して形成されている。

40

第 1 および第 2 の反射防止膜 27 C, 27 D は酸化クロムからなり、吸収膜 29 C はクロムからなる。そして、石英ガラスからなるレンズ部 13 a の表面に第 1 の反射防止膜 27 C が形成され、第 1 の反射防止膜 27 C の表面に吸収膜 29 C が形成され、吸収膜 29 C の表面に第 2 の反射防止膜 27 D が形成されている。なお、この実施形態では、吸収膜 29 C および第 1 および第 2 の反射防止膜 27 C, 27 D のコートは、電子ビーム蒸着装置を使用して行われ、また、遮光膜 15 C の形成は、図 4 に示した方法と略同様の方法で行われる。

【0029】

50

第1の反射防止膜27Cは、レンズ部13a側から反射防止膜27Bに入射し吸収膜29Cで反射した紫外線レーザー光Lが、第1の反射防止膜27Cから出射しないような膜厚d1とされている。また、第2の反射防止膜27Dは、第2の反射防止膜27D(空気)側から第2の反射防止膜27Dに入射し吸収膜29Cで反射した紫外線レーザー光Lが、第2の反射防止膜27Dから出射しないような膜厚dとされている。

【0030】

この実施形態では、使用される紫外線レーザー光Lが、波長193nmのエキシマレーザー光とされている。そして、第1の反射防止膜27Cの膜厚d1は94.5~99.7とされ、第2の反射防止膜27Dの膜厚dは90~95とされている。また、吸収膜29Cの膜厚W2は1000とされている。

10

上述したマイクロレンズアレイでは、第2の反射防止膜27D(空気)側から入射する紫外線レーザー光Lの反射率が13%、レンズ部13a側から入射する紫外線レーザー光Lの反射率が9%となる。

【0031】

すなわち、レンズ部13a側から入射する紫外線レーザー光Lは吸収膜29Cにより反射されるが、第1の反射防止膜27Cにより反射を防止され、吸収膜29Cに吸収されるため、第1の反射防止膜27C側の反射率が9%と小さなものになる。また、第2の反射防止膜27D(空気)側から入射する紫外線レーザー光Lは吸収膜29Cにより反射されるが、第2の反射防止膜27Dにより反射を防止され、吸収膜29Cに吸収されるため、第2の反射防止膜27D側の反射率が13%と小さなものになる。

20

【0032】

この実施形態のマイクロレンズアレイでは、遮光膜15Cを、紫外線レーザー光Lの反射を防止する酸化クロムからなる第1および第2の反射防止膜27C, 27Dと、紫外線レーザー光Lを吸収するクロムからなる吸収膜29Cとを積層して形成したので、紫外線レーザー光Lに対して迷光抑制機能を長時間維持することができる。

また、この実施形態では、第1の反射防止膜27Cの膜厚d1を94.5~99.7としたので、レンズ部13a側から入射する紫外線レーザー光Lの反射率を9%にすることが可能になり、さらに、第2の反射防止膜27Dの膜厚dを90~95としたので、第2の反射防止膜27D側から入射する紫外線レーザー光Lの反射率を13%にすることが可能になる。そして、反射されずに吸収膜29C内に侵入した紫外線レーザー光Lは、1000の膜厚W2の吸収膜29Cにより確実に吸収される。従って、遮光膜15Cにより紫外線レーザー光Lを確実に遮光することができる。

30

(第5の実施形態)

図11は、本発明のマイクロレンズの第5の実施形態の遮光膜15Dを示している。なお、この実施形態において遮光膜15D以外は第1の実施形態と同様であるため、第1の実施形態と同一の部材には、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0033】

この実施形態では、遮光膜15Dが、誘電体多層膜により形成されている。

誘電体多層膜は、互いに屈折率の異なる誘電体材料からなる誘電体層15a, 15bを複数積層形成して構成される。各層の誘電体材料を適宜に選択することにより、特定の波長において高反射率を呈する遮光膜15Dを形成することができる。

40

かかる誘電体層15a, 15bとしては、特に限定されないが、フッ化カルシウム(CaF<sub>2</sub>)膜とフッ化ランタン(LaF<sub>3</sub>)膜とを交互に積層してなるものを用いることができる。その他には、フッ化マグネシウム(MgF<sub>2</sub>)膜とフッ化ランタン(LaF<sub>3</sub>)膜、フッ化アルミニウム(AlF<sub>3</sub>)膜とフッ化ランタン(LaF<sub>3</sub>)膜、または酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)膜とフッ化ランタン(LaF<sub>3</sub>)膜を交互に積層してなるものを用いることもできる。

【0034】

遮光膜15Dの反射率は、理論上では、上述した誘電体層15a, 15bを18~19層積層することで99%以上の反射率を得ることができると考えられる。但し、実測では

50

、90%程度の値が得られている。遮光膜15Dの各誘電体層15a, 15bの膜厚は、周知の反射膜の設計手法で導き出すことができ、積層数としては、数層から20層程度とすることができる。

【0035】

なお、上述した遮光膜15Dの製造は、例えば、特開平7-252646号公報に開示される方法を使用して行われる。

この実施形態のマイクロレンズアレイでは、遮光膜15Dを、紫外線レーザー光Lに対して高い耐光性を有するフッ化物を用いて形成したので、紫外線レーザー光Lに対して迷光抑制機能を長時間維持することができる。

【0036】

また、この実施形態では、遮光膜15Dを、誘電体層15a, 15bを複数積層形成して構成したので、紫外線レーザー光Lに対して高い反射率を得ることができ、紫外線レーザー光Lを確実に遮光することができる。

(第6の実施形態)

図12は、本発明のマイクロレンズの第6の実施形態を示している。この実施形態では、本発明がマイクロレンズアレイに適用される。なお、この実施形態において第1の実施形態と同一の部材には、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0037】

この実施形態では、レンズ部13aの周辺部に、紫外線レーザー光Lを散乱する光散乱面13cが形成されている。また、レンズプレート13の表面のレンズ部13aに囲まれた領域13b(図2に示す)にも光散乱面13cが形成されている。光散乱面13cは、表面に微小な凹凸を形成することにより形成されている。

図13は、図3に示したようにして製造されたマイクロレンズアレイへの光散乱面13cの形成工程を示している。

【0038】

まず、図13の(a)に示すように、レンズプレート13のレンズ部13aの表面にマスク材であるドライフィルム31をラミネートする。

次に、図13の(b)に示すように、フォトマスク33を用いてレンズ部13aの周辺部の内側に紫外線を照射してレンズ部13aの周辺部の内側のドライフィルム31を露光する。

【0039】

次に、図13の(c)に示すように、現像によりレンズ部13aの周辺部のドライフィルム31を除去する。

次に、図13の(d)に示すように、ドライフィルム31が除去された部分に粒体を衝突させてサンドブラストする。この実施形態では、サンドブラスト用の粒体に600番の粒体を使用した。粒体には、400番より細かい粒体が望ましい。

【0040】

そして、サンドブラストにより、図13の(e)に示すように、レンズ部13aの周辺部に光散乱面13cが形成される。なお、この実施形態では、レンズプレート13の表面のレンズ部13aに囲まれた領域13b(図2に示す)にも光散乱面13cが形成される。

上述したマイクロレンズアレイでは、レンズ部13aの周辺部に光散乱面13cを形成したので、迷光による照度ムラを低減することができる。

【0041】

すなわち、図14に示すように、レンズ部13a(模式的に示す)の周辺部Gに光散乱面13cを形成することにより、レンズ部13aの周辺部Gに入射する光を散乱することが可能になり、迷光による照度ムラを容易、確実に低減することができる。

そして、この実施形態のマイクロレンズアレイでは、レンズ部13aの周辺部に光散乱面13cを形成したので、紫外線レーザー光Lに対して迷光抑制機能を長時間維持することができる。

(第7の実施形態)

10

20

30

40

50



図15は、本発明の露光装置の一実施形態を示している。この実施形態では、上述したマイクロレンズアレイが、縮小投影露光装置のマイクロフライアイとして使用される。

【0042】

図15において、レジストが塗布されたウエハWの法線方向に沿ってZ軸を、ウエハ面内において図15の紙面に平行な方向にY軸を、ウエハ面内において図15の紙面に垂直な方向にX軸をそれぞれ設定している。なお、図15では、照明光学装置が輪帯照明を行うように設定されている。

図15の縮小投影露光装置は、露光光（照明光）を供給するための光源41として、例えば、248nmの波長の光を供給するKrFエキシマレーザー光源または193nmの波長の光を供給するArFエキシマレーザー光源を備えている。光源41からZ方向に沿って射出されたほぼ平行な光束は、X方向に沿って細長く伸びた矩形の断面を有し、一对のレンズ42aおよび42bからなるビームエキスパンダー42に入射し、所定の矩形の断面を有する光束に整形される。

10

【0043】

整形光学系としてのビームエキスパンダー42を介したほぼ平行な光束は、折り曲げミラー43でY方向に偏向された後、回折光学素子44を介して、アフォーカルズームレンズ45に入射する。一般に、回折光学素子は、ガラス基板に露光光（照明光）の波長程度のピッチを有する段差を形成することによって構成され、入射ビームを所望の角度に回折する作用を有する。具体的には、回折光学素子44は、矩形の断面を有する平行光束が入射した場合に、そのファーフールド（またはフラウンホーファー回折領域）に円形状の光強度分布を形成する機能を有する。したがって、回折光学素子44を介した光束は、アフォーカルズームレンズ45の瞳位置に円形状の光強度分布、すなわち円形状の断面を有する光束を形成する。

20

【0044】

アフォーカルズームレンズ45は、アフォーカル系（無焦点光学系）を維持しながら所定の範囲で倍率を連続的に変化させることができるように構成されている。アフォーカルズームレンズ45を介した光束は、輪帯照明用の回折光学素子46に入射する。アフォーカルズームレンズ45は、回折光学素子44の発散原点と回折光学素子46の回折面とを光学的にほぼ共役に結んでいる。そして、回折光学素子46の回折面またはその近傍の面の一点に集光する光束の開口数は、アフォーカルズームレンズ45の倍率に依存して変化する。

30

【0045】

輪帯照明用の回折光学素子46は、平行光束が入射した場合に、そのファーフールドにリング状の光強度分布を形成する機能を有する。

回折光学素子46を介した光束は、ズームレンズ47に入射する。ズームレンズ47の後側焦点面の近傍には、光源側から順に第1フライアイ部材48aと第2フライアイ部材48bとからなるマイクロフライアイレンズ（またはフライアイレンズ）48の入射面（すなわち第1フライアイ部材48aの入射面）が位置決めされている。なお、マイクロフライアイレンズ48は入射光束に基づいて多数光源を形成するオプティカルインテグレータとして機能する。

40

【0046】

上述したように、回折光学素子44を介してアフォーカルズームレンズ45の瞳位置に形成される円形状の光強度分布からの光束は、アフォーカルズームレンズ45から射出された後、様々な角度成分を有する光束となって回折光学素子46に入射する。すなわち、回折光学素子46は、角度光束形成作用を有するオプティカルインテグレータを構成している。一方、回折光学素子46は、平行光束が入射した場合に、そのファーフールドにリング状の光強度分布を形成する機能を有する。したがって、回折光学素子46を介した光束は、ズームレンズ47の後側焦点面に（ひいてはマイクロフライアイレンズ48の入射面に）、たとえば光軸AXを中心とした輪帯状の照野を形成する。

【0047】

50

マイクロフライアイレンズ 48 の入射面に形成される輪帯状の照野の外径は、ズームレンズ 47 の焦点距離に依存して変化する。このように、ズームレンズ 47 は、回折光学素子 46 とマイクロフライアイレンズ 48 の入射面とを実質的にフーリエ変換の関係に結んでいる。マイクロフライアイレンズ 48 に入射した光束は二次元的に分割され、マイクロフライアイレンズ 48 の後側焦点面にはマイクロフライアイレンズ 48 への入射光束によって形成される照野と同じ輪帯状の多数光源（以下、「二次光源」という）が形成される。

#### 【0048】

マイクロフライアイレンズ 48 の後側焦点面に形成された輪帯状の二次光源からの光束は、コンデンサー光学系 49 の集光作用を受けた後、所定のパターンが形成されたマスク M を重畳的に照明する。マスク M のパターンを透過した光束は、投影光学系 PL を介して、レジストが塗布されたウエハ W 上にマスクパターンの像を形成する。こうして、投影光学系 PL の光軸 AX と直交する平面（XY 平面）内においてウエハ W を二次元的に駆動制御しながら一括露光またはスキャン露光を行うことにより、ウエハ W の各露光領域にはマスク M のパターンが逐次露光される。

10

#### 【0049】

そして、この実施形態では、図 16 に示すように、マイクロフライアイレンズ 48 の第 1 フライアイ部材 48 a に、図 8 に示した遮光膜 15 A を有するマイクロレンズアレイが使用され、第 2 フライアイ部材 48 b に、図 9 に示した遮光膜 15 B を有するマイクロレンズアレイが使用されている。

20

すなわち、このマイクロフライアイレンズ 48 では、ズームレンズ 47 側から入射する紫外線レーザ光 L は吸収膜 29 A により反射されるが、反射防止膜 27 A により反射を防止され、吸収膜 29 A に吸収されるため、反射防止膜 27 A 側の反射率が 13% と小さなものになる。また、第 1 フライアイ部材 48 a から第 2 フライアイ部材 48 b 側に入射する紫外線レーザ光 L は、第 2 フライアイ部材 48 b の吸収膜 29 B により反射されるが、反射防止膜 27 B により反射を防止され、吸収膜 29 C に吸収されるため、反射防止膜 27 B 側の反射率が 9% と小さなものになる。

#### 【0050】

この実施形態の露光装置では、第 1 フライアイ部材 48 a および第 2 フライアイ部材 48 b に、レンズ部 13 a の外周に遮光膜 15 A, 15 B が形成されるマイクロレンズアレイを使用したので、迷光を確実に抑制することができる。

30

そして、遮光膜 15 A, 15 B が紫外線レーザ光 L に対して高い耐光性を有しているため、紫外線レーザ光 L に対して迷光抑制機能を長時間維持することが可能になり、投影パターンが安定し信頼性の高い露光装置を提供することができる。

#### 【0051】

なお、上述した実施形態では、マイクロレンズアレイに本発明を適用した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、単体のマイクロレンズ、シリンダリカルレンズ等にも適用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0052】

40

【図 1】本発明のマイクロレンズの第 1 の実施形態の要部を示す断面図である。

【図 2】図 1 の正面図である。

【図 3】図 1 のマイクロレンズアレイの製造方法を示す説明図である。

【図 4】図 1 のマイクロレンズアレイの遮光膜の形成方法を示す説明図である。

【図 5】レンズ部に発生する迷光を説明する説明図である。

【図 6】遮光膜の迷光抑制機能を説明する説明図である。

【図 7】図 1 のマイクロレンズアレイの遮光膜を示す説明図である。

【図 8】本発明のマイクロレンズの第 2 の実施形態の遮光膜を示す説明図である。

【図 9】本発明のマイクロレンズの第 3 の実施形態の遮光膜を示す説明図である。

【図 10】本発明のマイクロレンズの第 4 の実施形態の遮光膜を示す説明図である。

50

【図11】本発明のマイクロレンズの第5の実施形態の遮光膜を示す説明図である。

【図12】本発明のマイクロレンズの第6の実施形態の要部を示す説明図である。

【図13】図12の光散乱面の形成方法を示す説明図である。

【図14】光散乱面の迷光抑制機能を説明する説明図である。

【図15】本発明の露光装置の一実施形態を示す説明図である。

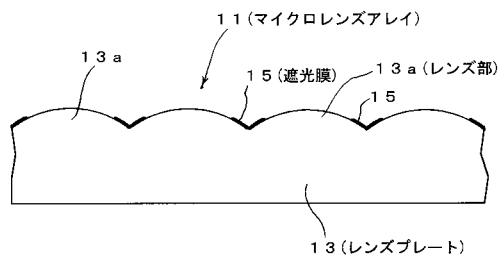
【図16】図15の第1フライアイ部材および第2フライアイ部材の遮光膜を示す説明図である。

【符号の説明】

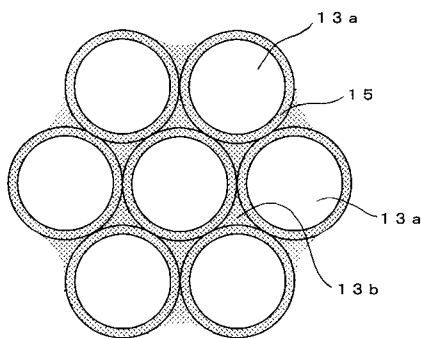
【0053】

- 11 マイクロレンズアレイ
- 13 レンズプレート
- 13a レンズ部
- 13c 光散乱面
- 15, 15A, 15B, 15C, 15D 遮光膜
- 15a, 15b 誘電体層
- 27A, 27B, 27C, 27D 反射防止膜
- 29A, 29B, 29C 吸収膜

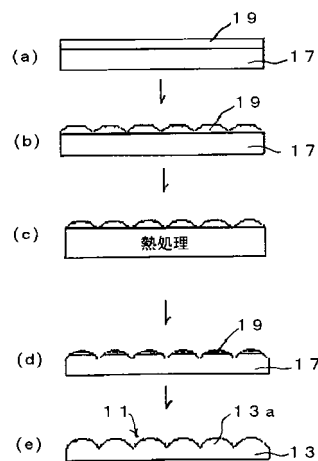
【図1】



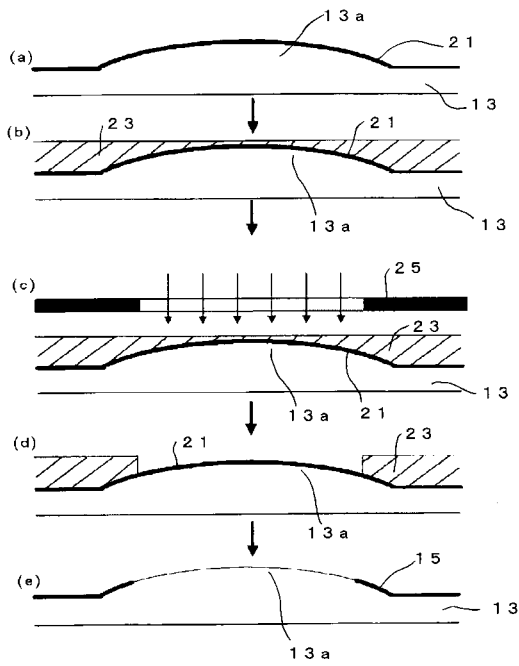
【図2】



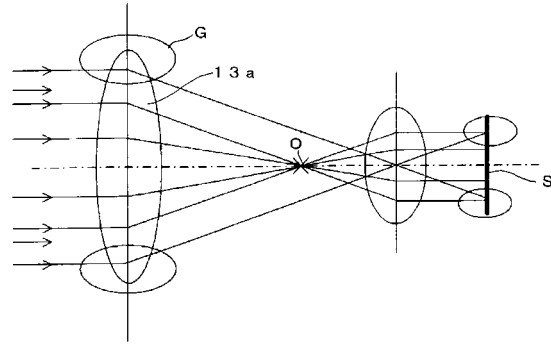
【図3】



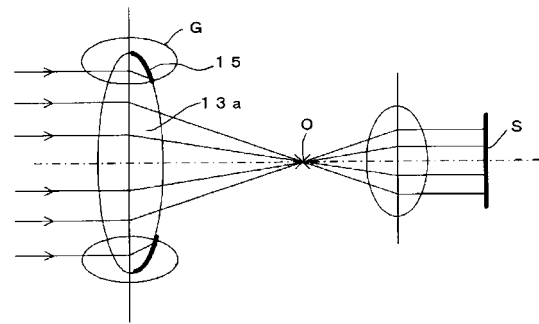
【 図 4 】



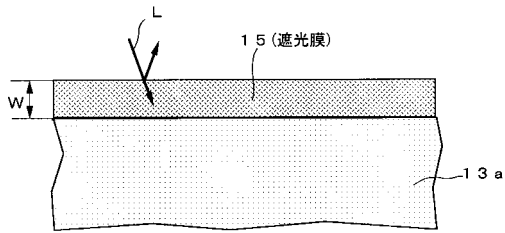
【 図 5 】



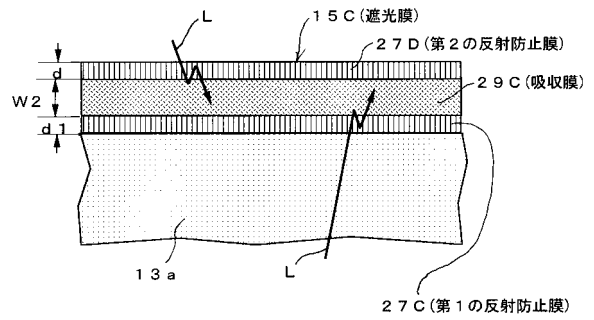
【 図 6 】



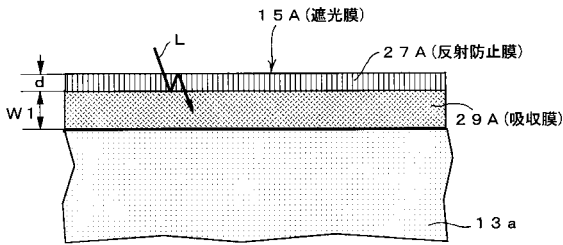
【 図 7 】



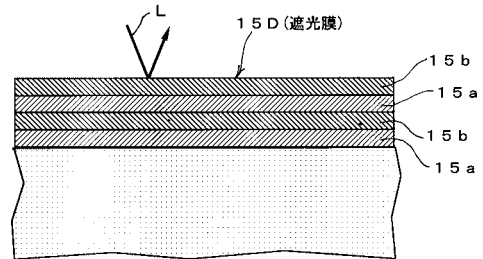
【 図 10 】



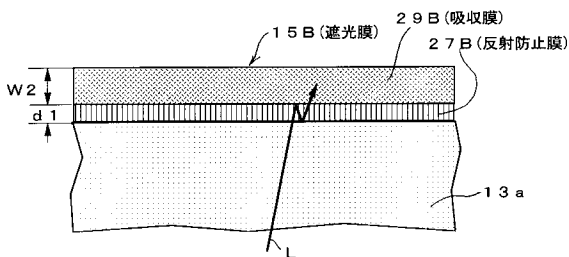
【 図 8 】



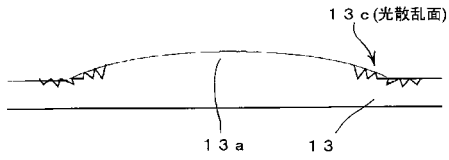
【 図 11 】



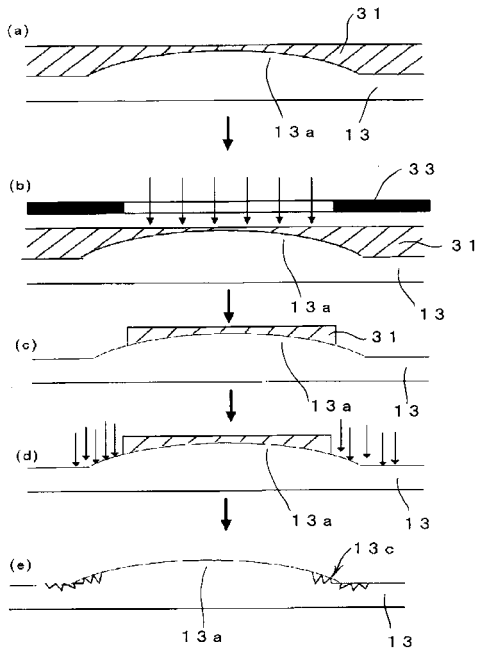
【 図 9 】



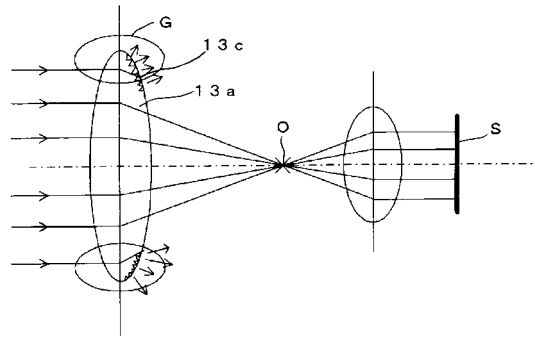
【 図 1 2 】



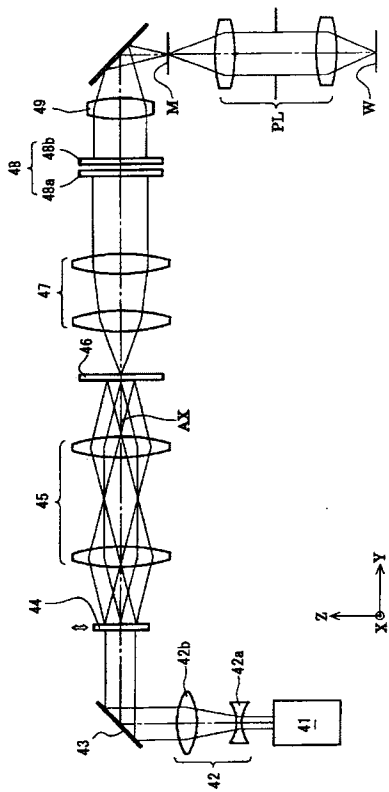
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

