

(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2016-194673

(P2016-194673A)

(43) 公開日 平成28年11月17日(2016.11.17)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G03F 7/20	(2006.01)	G03F 7/20	501	2H197
H05B 37/02	(2006.01)	H05B 37/02	L	3K273
		G03F 7/20	521	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-18585 (P2016-18585)	(71) 出願人	591004412 ズス・マイクロテック・リソグラフィ・ゲ ゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル ・ハフツング Suss MicroTec Litho graphy GmbH ドイツ連邦共和国デー-85748ガルヒ ング、シュライスハイマー・シュトラーセ 90番
(22) 出願日	平成28年2月3日(2016.2.3)	(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
(31) 優先権主張番号	2014572	(74) 代理人	100081422 弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成27年4月1日(2015.4.1)	(74) 代理人	100100479 弁理士 竹内 三喜夫
(33) 優先権主張国	オランダ(NL)		

最終頁に続く

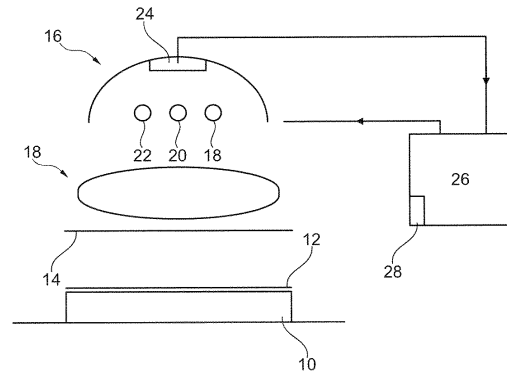
(54) 【発明の名称】 フォトリソグラフィ露光システムの光源の調整方法およびフォトリソグラフィデバイス用の露光アセンブリ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 露光アセンブリの異なる波長の強度分布を、長い期間一定に保つことを確保するフォトリソグラフィデバイスのための露光アセンブリを提供する。

【解決手段】 複数のLEDを含むフォトリソグラフィ露光システムの光源を、以下の工程：特定の波長範囲で個々のLEDの光出力を検出する工程、および検出した光出力を、全体のスペクトルについて、所望の光出力分布と比較する工程、の手段により調整する。LEDは操作されて、可能な最も正確な方法で、所望のスペクトルの光出力分布が達成される。また、複数のLEDを含む光源、個々のLEDに供給される電力を制御する制御手段、およびそれぞれの波長範囲でLEDの光出力を検出できるセンサを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の LED (1 8、2 0、2 2) を含むフォトリソグラフィ露光システムの光源 (1 6) を調整する方法であって、

特定の波長範囲で個々の LED (1 8、2 0、2 2) の光出力を検出する工程と、
検出した光出力を、全体のスペクトルについて、所望の光出力分布と比較する工程と、
LED (1 8、2 0、2 2) が操作されて、可能な最も正確な方法で、所望のスペクトルの光出力分布が達成される工程と、を含む方法。

【請求項 2】

より高出力の LED (1 8、2 0、2 2) が、最も弱い LED (1 8、2 0、2 2) の光出力に適應されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 3】

光出力は、スペクトル選択センサ (2 4) の手段により測定されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

LED (1 8、2 0、2 2) は次から次に切り換えられ、光出力は広帯域センサ (2 4) の手段により測定されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 5】

LED (1 8、2 0、2 2) の光出力は、較正工程で測定されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。 20

【請求項 6】

個々の LED (1 8、2 0、2 2) の加熱特性が測定されることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

LED (1 8、2 0、2 2) は、一定の電力で操作されることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

LED (1 8、2 0、2 2) は、調整された電力を用いて操作されることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 9】

LED (1 8、2 0、2 2) のエージングが、蓄積された典型的なエージング特性と比較されることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の方法。 30

【請求項 10】

LED (1 8、2 0、2 2) の光出力が、予め定められた最小光出力と比較されることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

LED (1 8、2 0、2 2) の光出力がいつ臨界値に到達するかを、ユーザは知らされることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の方法。

【請求項 12】

フォトリソグラフィデバイスのための露光アセンブリであって、複数の LED (1 8、2 0、2 2) を含む光源、個々の LED (1 8、2 0、2 2) に供給される電力を制御する制御手段 (2 6)、およびそれぞれの波長範囲で、LED (1 8、2 0、2 2) の光出力を検出できるセンサ (2 4) を有する露光アセンブリ。 40

【請求項 13】

センサ (2 4) は、スペクトル選択センサであることを特徴とする請求項 12 に記載の露光アセンブリ。

【請求項 14】

センサ (2 4) は、広帯域センサであることを特徴とする請求項 12 に記載の露光アセンブリ。

【請求項 15】

センサ(24)は、光源(16)に組み込まれたことを特徴とする請求項12~14のいずれかに記載の露光アセンブリ。

【請求項16】

センサ(24)は、フォトリソグラフィデバイスのレンズ(16)の上に配置されることを特徴とする請求項12~14のいずれかに記載の露光アセンブリ。

【請求項17】

制御手段(26)は、LED(18、20、22)の加熱特性を蓄積するためのメモリ(28)を含むことを特徴とする請求項12~16のいずれかに記載の露光アセンブリ。

【請求項18】

制御手段(26)は、LED(18、20、22)のエージング特性を蓄積するためのメモリ(28)を含み、その中にLEDのエージング特性が書き込まれることを特徴とする請求項12~17のいずれかに記載の露光アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フォトリソグラフィ露光システムの光源を調整する方法、およびフォトリソグラフィデバイス用の露光アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィデバイスは、半導体チップの上に3次元構造を作製するために使用される。これは、半導体チップ(「ウエハ」)に適用されたフォトレジスト(「レジスト」ともいう)を、所望の方法で露光するために使用される。これによりマスクの像がフォトレジストの上に投影され、フォトレジストは、影を落とすことにより、異なって露光される。露光は、フォトレジストに対して、その物理的および/または化学的特性を変化させ、続いて、例えば選択的な方法でそれを除去できる。

【0003】

フォトレジストを露光するために使用される光は、複数のLEDを含む光源により提供される。このように、異なる特定波長(または波長範囲)を有する光を提供する異なるLEDが使用されてもよい。

【0004】

しかしながら、LEDの寿命は、それが提供する波長に異なって依存することが判明している。この結果、スペクトルに対する、光源により与えられる光出力の分布は、時間と共に変化することになる。それゆえに、フォトレジストの露光は、LED光源の寿命に依存して、即ち露光アセンブリの寿命に応じて変化することとなる。

【0005】

本発明の目的は、露光アセンブリのスペクトル、即ち露光アセンブリの異なる波長の強度分布を、長い期間一定に保つことを確保することを目的とする。

【発明の概要】

【0006】

この目的を達成するために、複数のLEDを含むフォトリソグラフィ露光システムの光源を調整するための発明に関する方法が提供され、この方法では以下の工程が提供される。即ち、特定の波長範囲の、個々のLEDの光出力が検出される。検出された光出力は、全体のスペクトルについて、所望の光出力分布と比較される。LEDが操作され、最も正確な可能な方法で、所望のスペクトルの光出力分布が達成される。この目的を達成するために、複数のLEDを含む光源と、個々のLEDに供給される電力を制御する制御手段と、それぞれの波長範囲でLEDの光出力を検出する光センサとを有する、フォトリソグラフィデバイス用の露光アセンブリもまた提供される。本発明は、特定波長(または特定波長範囲)の光を供給するLEDの出力で発生しうる減少を検出するという基本的な考えに基づき、全体としてLEDを調整して、異なるLEDにより提供される全光出力の一部が、できる限り予め設定した比率に対応するようにする。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

より強力なLEDの光出力を、最も弱いLEDの光出力に合わせることが可能にする。簡単に述べると、最も弱いLEDが参照として使用され、より強いLEDが、それらの光出力に関して薄暗くされて、全体として提供される光出力が、可能な限り正確に、異なる波長または波長範囲で出力の分布において所望の分布に対応する。

【 0 0 0 8 】

本発明の1つの具体例では、光出力が、スペクトル選択センサの手段により測定されることを可能にする。「スペクトル選択」は、センサが、スペクトルの特定の部分に、即ち波長または波長範囲に、測定された光出力に帰する信号を出力することを意味する。このように、実際に、スペクトル選択センサは、それぞれが特定の波長または特定の波長範囲に割り当てられた複数のサブセンサから形成されてもよい。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の代わりに具体例では、LEDが次から次へと点灯され、光出力が広帯域センサの手段により測定されることを可能にする。広帯域センサは、より低いコストにより、スペクトル選択センサから区別される。しかしながら、広帯域センサは、測定された光出力を、個々の波長または波長範囲に割り当てることができない。これは、LEDが次から次に点灯されるという事実により補償される。それゆえに、最初に点灯するか、次に加えられるかのいずれかのLEDに依存して、制御手段は、対応するLEDからどの光出力が生じるかを認識できる。対応する比較の後、広帯域センサは、露光強度の決定に使用することができ、これは非常に骨の折れる方法でのみ、分光計を用いて達成できる。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の1つの具体例では、センサが光源の中に組み込まれることを可能にする。これは、フトリソグラフィデバイスの操作中に、特に露光プロセス中に、光出力の検出を可能にする。

【 0 0 1 1 】

また、フトリソグラフィデバイスのレンズの上にセンサを配置することも可能である。例えばフロントレンズまたは積分器の中で、光が検出された場合、露光レンズによりすでに混ぜられた光、即ちウエハ上に照らされる光が検出される。この検出の結果は、このようにより典型的である。

【 0 0 1 2 】

測定が、ウエハの露光を弱めることを防止するために、露光デバイスの光出力を、較正工程で、例えば直接露光面で測定することができる。この目的のために、例えば可動センサが使用され、光路中に一時的に導入される。センサは、較正センサでも良い。

30

【 0 0 1 3 】

本発明の1つの具体例では、個々のLEDの加熱特性が測定できる。この目的のために、制御手段は、LEDの加熱特性を蓄積するメモリを備えても良い。これは、LEDが一定の電力で操作された場合に、光出力の非線形な動きを補償することができる。調整された電力を用いてLEDを操作することもまた可能である。この方法では、スペクトル選択センサが使用された場合、電力はリアルタイムで調整でき、個々のLEDは、それぞれの波長またはそれぞれの波長範囲に対して所望の光出力を提供する。広帯域センサが使用された場合、個々のLEDの電力は、蓄積された点灯特性に応じて調整でき、可能な最も一定の光出力が、個々の波長または波長範囲に対して得られる。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の1つの具体例では、LEDのエージングを、蓄積された典型的なエージング特性と比較することが可能となる。この目的のために、制御手段が、LEDのエージング特性を蓄積するためのメモリを有することが好ましい。これは、LEDの光出力が臨界値に達した場合、ユーザが早期に知ることが可能にする。例えば、通常のエージング特性の支援を用いて、ユーザは、いつ光源（または光源の個々のLED）の交換が必要になるかを知ることができる。

【 0 0 1 5 】

50

LEDの光出力は、プリセットされた最小光出力と比較することができる。この場合、いつLEDの光出力が臨界値に達するかをユーザが知ることができ、光源（または光源の個々のLED）は、フォトリソグラフィデバイスの操作が損なわれる前に交換可能となる。

【0016】

本発明は、以下の添付された図面に記載された2つの具体例を用いて、以下に記載される。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1の具体例にかかるフォトリソグラフィデバイスを模式的に示す。

10

【図2】第2の具体例にかかるフォトリソグラフィデバイスを模式的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図1は、フォトレジスト12（または「レジスト」とよばれる）に覆われた基板10（「ウエハ」）を示す。基板は、半導体材料からなっても良い。

【0019】

フォトレジスト12は、マスク14を通して光に露出する。ここでは、模式的に示される光源16から光が照射され、同様に模式的に示されるレンズ18を通してウエハの上に当たる。

【0020】

20

光源16は複数のLED18、20、22を含み、これらはそれぞれ波長または波長範囲に割り当てられる。例えば、LED18、20、22は、それぞれ、従来の水銀灯の3つのHg波長の1つに対応する。LED18、20、22は、一般にはUV-LEDである。

【0021】

ここでLEDが波長または波長範囲に割り当てられると述べたことに限って言えば、この「1つの」LEDは、実際は複数のLEDからなる。このように複数のLED18は、第1の波長または波長範囲の光を形成するように提供され、複数のLED20は、第2の波長または波長範囲の光を形成するように提供され、そして複数のLED22は、第3の波長または波長範囲の光を形成するように提供される。記載された具体例からの変形では、光源16は、第1の波長と第2の波長（または第1の波長範囲と第2の波長範囲）を形成する単に2つのLED（またはLEDのグループ）を含んでも良いが、または、3より多くの波長または波長範囲に対応する、3より多くのLEDまたはLEDのグループを含んでも良い。

30

【0022】

光源16は、与えられた光出力を検出できるセンサ24に割り当てられる。記載された例示の具体例は、スペクトル選択センサであり、それを用いて、LED18、20、22の個々の波長または波長範囲の光出力が直接検出される。

【0023】

センサ24は、制御手段26に接続され、個々の波長または波長範囲の光出力に関する情報は、制御手段で利用できる。制御手段26は、次に、個々のLED18、20、22を始動させて、これにより実際に動作電圧および動作電流を与える。

40

【0024】

光源16から与えられる光に対して、所望の光出力分布が制御手段26に蓄積される。簡単に述べると、制御手段26は、どのスペクトルの範囲に、光出力のどの部分が提供されるかを蓄積する。一例として、以下においては、光源16で提供される全ての光出力は、LED18のスペクトルの3分の1、LED20のスペクトルの3分の1、およびLED22のスペクトルの3分の1の割合で提供されるものと過程される。

【0025】

光源16が操作された場合、制御手段は、センサ24を介して、どの光出力が、実際に

50

、3つの波長または波長範囲中で提供されるかを検出できる。制御手段26は、LED18、20、22の電力を調整して、所望の光出力分布が達成される。

【0026】

エージングまたは他の変化の理由によりLEDがもはや所望の出力を達成できない場合、このことは制御手段26により検出される。制御手段26は、次に、残りのLEDに与える電力を対応して調整し、(より低い強度レベルで)光出力の所望の分布が達成される。例えばLED18が、その波長または波長範囲の光出力の単に90%のみを供給できる場合、LED20、22は薄暗くなり、スペクトル全体にわたって全体の光出力が、LED18から3分の1、LED20から3分の1、およびLED22から3分の1の比率で再度形成される。

10

【0027】

1つの具体例の変形では、センサ24は、スペクトル選択センサでは無く、広帯域センサである。このセンサは、全体として、与えられる光出力に対して単に情報を与えるだけで、異なる波長にこの情報を割り当てることはできない。

【0028】

光出力がスペクトル全体にどのように分布するかについて、そのようなセンサから情報を得るために、制御手段26は、次から次へと個々のLED18、20、22を切り替える。この方法では、それぞれの波長またはそれぞれの波長範囲に対して提供される光出力は、先の状態の光出力と、現在の状態の光出力との間の差として測定できる。

20

【0029】

センサ24を用いて、個々のLEDの加熱特性を測定し、加熱特性を蓄積するために制御手段26の中に提供されたメモリ28の中に蓄積することを可能にする。この方法では、例えば分離した較正工程において、一定の光出力が設定されるまで、より長い時間、それぞれのLEDの加熱特性を個々に検出することができる。その時点で、または操作の遅い時点で、個々の光出力が検出されて、即ち、それぞれの場合、先のLEDがその加熱曲線の一部を通った場合、後に与えられる光出力についてそこから結論を出すのが可能な特性である限り、LED18、20、22は、次から次に、比較的短時間に切り換えられても良い。

【0030】

この具体例では、可能な最も正確な方法で、所望の光出力分布を得るために、加熱特性を考慮して最も好適に適応する一定の出力を用いるそれぞれの場合において、LED18、20、22を操作することが可能になる。

30

【0031】

図2は、第2の具体例を示す。第1の具体例で知られた構成要素に対して、同一符合が使用され、これに関する上述の説明が参照される。

【0032】

第1の具体例と第2の具体例の違いは、第2の具体例では、センサ24が光源18に割り当てられず、レンズ18の後に配置されることである。これは、センサ24が混合した光を検出すること、即ちウエハ10の上に当たる光を検出することを意味する。センサ24への光路の領域中の全ての影響が考慮されるため、LED18、20、22の光出力の分布に関する情報は、このようにより正確になる。

40

【0033】

センサ24は、また、フォトレジスト12の露光を妨げない好適な位置に配置される。この場合、露光中に測定が行われる。

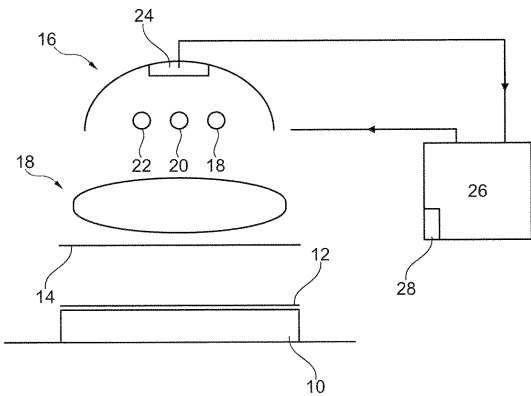
【0034】

代わりに、センサ24は可動で、較正の目的で(即ち、露光プロセス以外に)、光路中に入れることが可能である。代わりに、スペクトル分布に加えて、個々の光源の、または異なる光源の合計の、絶対強度を決定するために、認知された標準に従って較正されたセンサを用いることも可能である。光出力分布が決定された後、1または複数の連続した露光プロセス中で、LED18、20、22は、好適な出力を用いて操作される。制御手段

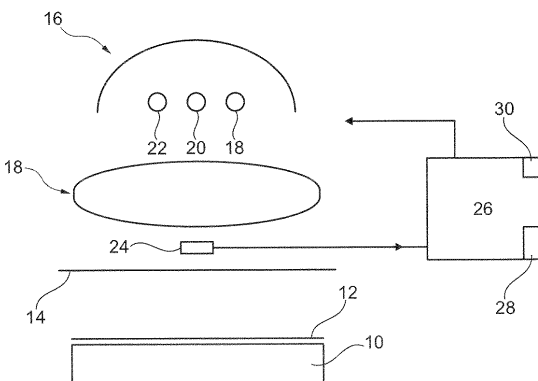
50

26がこれを好都合だと見なした場合、新しい較正プロセスが動作しても良い。この岐路において、LEDのエージング特性を参照することも可能であり、この特性は制御手段26のメモリ30中に蓄積することができる。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(74)代理人 100112911

弁理士 中野 晴夫

(72)発明者 ポール・カイザー

ドイツ 8 1 5 3 9 ミュンヘン、バランシュトラーセ 8 9 エ番

Fターム(参考) 2H197 BA09 BA11 CA13 CA20 DB03 DB06 DC02 DC12 HA03

3K273 PA09 QA08 QA28 SA02 SA06 SA35 SA46 TA05 TA09 TA15

TA38 TA78 UA22 VA01 VA04

【 外国語明細書 】

SUSS MicroTec Lithography GmbH
Our reference: S 6307 JP

**Method for regulating a light source of a photolithography exposure system
and exposure assembly for a photolithography device**

The invention relates to a method for regulating a light source of a
photolithography exposure system and to an exposure assembly for a
5 photolithography device.

A photolithography device is used in the production of three-dimensional
structures on semiconductor chips. It is used to expose a photoresist (also called
"resist") applied to a semiconductor chip ("wafer") to light in a desired manner.
Thus the image of a mask is projected onto the photoresist which is exposed to
10 light differently by reason of the casting of a shadow. The exposure causes the
photoresist to change its physical and/or chemical properties so it can
subsequently be removed e.g. in a selective manner.

The light used to expose the photoresist is provided by a light source which
comprises a plurality of LEDs. Thus different LEDs can be used which provide light
15 with different specific wavelengths (or wavelength ranges).

However, it has proved to be the case that the LEDs age differently depending
on the wavelength of the light they provide. The result of this is that the distribution
of the light output provided by the light source over the spectrum changes over
time. Therefore, the exposure result in the photoresist changes depending on the
20 age of the LED light source, i.e. with the age of the exposure assembly.

It is the object of the invention to ensure that the spectrum of the exposure
assembly, i.e. the intensity distribution of the different wavelengths of the exposure
assembly, is kept constant over time.

In order to achieve this object a method is provided in accordance with the
25 invention for regulating a light source of a photolithography exposure system which
comprises a plurality of LEDs, wherein the following steps are provided: the light
output of the individual LEDs in specific wavelength ranges is detected. The
detected light output is compared with a desired light output distribution over the

- 2 -

entire spectrum. The LEDs are operated such that the desired spectral light output distribution is achieved in the most precise manner possible. In order to achieve this object, an exposure assembly for a photolithography device is also provided, having a light source which comprises a plurality of LEDs, a control means which
5 controls the electrical power supplied to the individual LEDs, and a light sensor which can detect the light output of the LEDs in the respective ranges of the wavelengths. The invention is based on the basic idea of detecting a possible decrease in output of the LED (or LEDs) which provide(s) light of a specific wavelength (or of a specific wavelength range), and to regulate the LEDs as a
10 whole such that the portion of the overall light output which is provided by the different LEDs corresponds to a preset ratio as good as possible.

Provision is preferably made for the light output of more powerful LEDs to be adapted to the light output of the weakest LED. Expressed simply, the weakest LED is used as a reference, and the stronger LEDs are dimmed in terms of their
15 light output such that the light output provided as a whole corresponds as precisely as possible to the desired distribution with respect to the distribution of the output at the different wavelengths or wavelength ranges.

In accordance with one embodiment of the invention provision is made for the light output to be measured by means of a spectrally selective sensor. "Spectrally
20 selective" means that the sensor outputs a signal which assigns a measured light output to a specific part of the spectrum, i.e. to a wavelength or wavelength range. Thus in practice the spectrally selective sensor can be formed from a plurality of sub-sensors which are each allocated to a specific wavelength or a specific wavelength range.

In accordance with an alternative embodiment of the invention provision is made for the LEDs to be switched on one after another and for the light output to be measured by means of a broadband sensor. The broadband sensor is distinguished from a spectrally selective sensor by lower costs. However, the broadband sensor is not able to allocate the measured light output to individual
25 wavelengths or wavelength ranges. This is compensated for by the fact that the LEDs are switched on one after the other. Therefore, in dependence upon the LED which is either switched on first or is then added in, the control means can recognise which light output originates from the corresponding LED. After a
30

corresponding comparison, the broadband sensor can also be used to determine the exposure intensity, this being achievable with a spectrometer only in a very laborious manner.

In accordance with one embodiment of the invention provision is made for the sensor to be integrated into the light source. This makes it possible to detect the light output during operation of the photolithography device, in particular during an exposure process.

It is also possible for the sensor to be disposed on a lens of the photolithography device. If the light is detected e.g. in front of the front lens or even in the integrator, the light already mixed by the exposure lens is detected, i.e. the light which falls on the wafer. The result of this detection is thus more representative.

In order to prevent the measurement impairing the exposure of the wafer, provision can be made for the light output of the exposure device to be measured in a calibration step, e.g. directly in the exposure plane. For this purpose, e.g. a movable sensor can be used which is temporarily introduced in the light path. The sensor can be a calibrated one.

In accordance with one embodiment of the invention provision is made for the heating characteristic of the individual LEDs to be measured. For this purpose, the control means is preferably provided with a memory for storing a heating characteristic of the LEDs. This makes it possible to compensate for the non-linear progression of the light output when the LEDs are operated at constant power. It is also possible to operate the LEDs with regulated power. In this way, when a spectrally selective sensor is used, the power can be regulated "in real time" such that the individual LEDs provide the light output desired for each wavelength or each wavelength range. If a broadband sensor is used, the power of the individual LEDs can be regulated corresponding to the stored switch-on characteristics, such that the most constant light output possible is achieved for the individual wavelengths or wavelength ranges.

In accordance with one embodiment of the invention provision is made that the ageing of the LEDs is compared with stored typical ageing characteristics. For this purpose, provision is preferably made for the control means to have a memory for

- 4 -

storing ageing characteristics of the LEDs. This makes it possible for a user to be informed early if the light output of the LEDs reaches a critical value. For example, with the aid of the usual ageing characteristics, a user can be informed at what time an exchange of the light source (or individual LEDs of the light source) is likely to be necessary.

Provision can also be made for the light output of the LEDs to be compared with a preset minimum light output. In this case it is also possible to inform a user when the light output of the LEDs reaches a critical value and so the light source (or individual LEDs of the light source) can be changed before the operation of the photolithography device is impaired.

The invention will be described hereinafter with the aid of two embodiments which are illustrated in the attached drawings in which:

- Figure 1 schematically shows a photolithography device in accordance with a first embodiment; and
- Figure 2 schematically shows a photolithography device in accordance with a second embodiment.

Figure 1 shows a substrate 10 ("wafer") which is coated with a photoresist 12 (also called "resist"). The substrate can consist of a semiconductor material.

The photoresist 12 is to be exposed to light through a mask 14. The light issues from a light source 16 shown schematically herein, from which it falls onto the wafer 10 via a lens 18 likewise shown schematically.

The light source 16 comprises a plurality of LEDs 18, 20, 22 which are each assigned to a wavelength or wavelength range. For example, the LEDs 18, 20, 22 can each provide light which corresponds to one of the three Hg-wavelengths of the conventional mercury-vapour lamps. The LEDs 18, 20, 22 are generally UV-LEDs.

In so far as an LED is stated herein to be assigned to a wavelength or a wavelength range, this "one" LED can in practice consist of a plurality of LEDs. Thus a plurality of LEDs 18 can be provided which provide light in a first wavelength or a first wavelength range, and a plurality of LEDs 20 which provide light in a second wavelength or a second wavelength range, and a plurality of LEDs

- 5 -

22 which provide light in a third wavelength or a third wavelength range. In a deviation from the illustrated embodiment it is also possible for the light source 16 to comprise only two LEDs (or groups of LEDs) which provide light in a first wavelength and a second wavelength (or a first wavelength range and a second wavelength range), but also more than three LEDs or groups of LEDs with correspondingly more than three wavelengths or wavelength ranges.

The light source 16 is assigned a sensor 24 which can detect the light output provided. The illustrated exemplified embodiment is a spectrally selective sensor, with which the light output of the individual wavelengths or wavelength ranges of the LEDs 18, 20, 22 can be directly detected.

The sensor 24 is connected to a control means 26 and so the information relating to the light output for the individual wavelengths or wavelength ranges is available to the control means. The control means 26 in turn activates the individual LEDs 18, 20, 22 and thus provides in particular the operating voltage and the operating current.

A desired light output distribution for the light provided by the light source 16 is stored in the control means 26. Expressed simply, the control means 26 stores which portion of the light output is to be provided in which range of the spectrum. As an example it is assumed hereunder that the overall light output provided by the light source 16 is to be provided in a proportion of one third in the spectrum of the LED 18, one third in the spectrum of the LED 20 and one third in the spectrum of the LED 22.

When the light source 16 is being operated, the control means can detect via the sensor 24 which light output is actually provided in the three wavelengths or wavelength ranges. The control means 26 can regulate the electrical power of the LEDs 18, 20, 22 such that the desired light output distribution is achieved.

When, by reason of ageing or other changes, an LED no longer achieves the desired light output, this is detected by the control means 26. The control means 26 can then correspondingly regulate the electrical power supplied to the remaining LEDs and so the desired distribution of the light output (but then at a lower intensity level) is achieved. When, e.g. the LED 18 can supply only 90% of the light output in its wavelength or its wavelength range, the LEDs 20, 22 can be dimmed such that

- 6 -

the overall light output over the spectrum originates again at a proportion of one third from LED 18, one third from LED 20 and one third from LED 22.

In one embodiment variation, the sensor 24 is not a spectrally selective sensor but a broadband sensor. This sensor merely provides information over the light
5 output provided as a whole; it is not able to assign this information to different wavelengths.

In order also to obtain information from such a sensor as to how the light output is distributed over the whole spectrum, the control means 26 switches the individual LEDs 18, 20, 22 on one after another. In this way the light output
10 provided for each wavelength or each wavelength range can be measured as the difference between the light output in the previous state and the light output in the current state.

With the sensor 24 it is also possible to measure the heating characteristic of the individual LEDs and to store it in a memory 28 which is provided in the control
15 means 26 to store the heating characteristic. In this way it is possible e.g. in a separate calibration step to detect the heating characteristic of each LED individually over a longer period of time until a constant light output is set. If then, later in operation, the individual light outputs are to be detected, the LEDs 18, 20,
20 22 can be switched on comparatively shortly one after another, namely in each case when the previous LED has passed through a part of its heating curve which is characteristic in so far as it is possible to draw a conclusion therefrom as to the light output provided later.

It is also possible in this embodiment to operate the LEDs 18, 20, 22 in each case with a constant power which has been suitably adapted under consideration
25 of the heating characteristic in order to achieve the desired light output distribution in the most precise manner possible.

Figure 2 shows a second embodiment. For the components known from the first embodiment the same reference signs are used and reference is made in this respect to the explanations given above.

30 The difference between the first and the second embodiment is that in the second embodiment the sensor 24 is not assigned to the light source 18 but is disposed behind the lens 18. This means that the sensor 24 detects the mixed light,

- 7 -

i.e. the light which falls on the wafer 10. The information about the distribution of the light output of the LEDs 18, 20, 22 is thus more precise since all the influences in the region of the light path to the sensor 24 are considered.

5 The sensor 24 is either disposed at a suitable location at which it does not disrupt the exposure of the photoresist 12. In this case, measuring can be carried out during exposure.

10 Alternatively, it is possible for the sensor 24 to be movable and to be brought into the light path for the purpose of calibration (i.e. outside an exposure process). Alternatively, it is possible for this purpose also to use a sensor calibrated according to a recognised standard in order, in addition to the spectral distribution, also to determine the absolute intensities of the individual light sources or the sum of different light sources. After the light output distribution has been determined, the LEDs 18, 20, 22 can be operated with suitable output in one or a plurality of subsequent exposure processes. A new calibration process can then be triggered
15 if the control means 26 deems this to be expedient. At this juncture, it is possible to refer to the ageing characteristic of the LEDs, which can be stored in a memory 30 of the control means 26.

Claims

1. Method for regulating a light source (16) of a photolithography exposure system which comprises a plurality of LEDs (18, 20, 22), comprising the following
5 steps:
- the light output of the individual LEDs (18, 20, 22) in specific wavelength ranges is detected;
 - the detected light output is compared with a desired light output distribution over the entire spectrum;
 - 10 - the LEDs (18, 20, 22) are operated such that the desired spectral light output distribution is achieved in the most precise manner possible.
2. Method as claimed in claim 1, characterised in that the light output of more powerful LEDs (18, 20, 22) is adapted to the light output of the weakest LED (18, 20, 22).
- 15 3. Method as claimed in claim 1 or claim 2, characterised in that the light output is measured by means of a spectrally selective sensor (24).
4. Method as claimed in any one of claims 1 and 2, characterised in that the LEDs (18, 20, 22) are switched on one after another and that the light output is measured by means of a broadband sensor (24).
- 20 5. Method as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that the light output of the LEDs (18, 20, 22) is measured in a calibration step.
6. Method as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that the heating characteristic of the individual LEDs (18, 20, 22) is measured.
- 25 7. Method as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that the LEDs (18, 20, 22) are operated with a constant power.
8. Method as claimed in any one of claims 1 to 6, characterised in that the LEDs (18, 20, 22) are operated with a regulated power.

9. Method as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that the ageing of the LEDs (18, 20, 22) is compared with stored typical ageing characteristics.

10. Method as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that the light output of the LEDs (18, 20, 22) is compared with a preset minimum light output.

11. Method as claimed in any one of claims 9 and 10, characterised in that a user is informed when the light output of the LEDs (18, 20, 22) reaches a critical value.

12. Exposure assembly for a photolithography device, having a light source which comprises a plurality of LEDs (18, 20, 22), a control means (26) which controls the electrical power supplied to the individual LEDs (18, 20, 22), and a sensor (24) which can detect the light output of the LEDs (18, 20, 22) in the respective ranges of the wavelengths.

13. Exposure assembly as claimed in claim 12, characterised in that the sensor (24) is a spectrally selective sensor.

14. Exposure assembly as claimed in claim 12, characterised in that the sensor (24) is a broadband sensor.

15. Exposure assembly as claimed in any one of Claims 12 to 14, characterised in that the sensor (24) is integrated into the light source (16).

16. Exposure assembly as claimed in any one of Claims 12 to 14, characterised in that the sensor (24) is disposed on a lens (18) of the photolithography device.

17. Exposure assembly as claimed in any one of claims 12 to 16, characterised in that the control means (26) comprises a memory (28) for storing a heating characteristic of the LEDs (18, 20, 22).

18. Exposure assembly as claimed in any one of claims 12 to 17, characterised in that the control means (26) comprises a memory (30) for storing an ageing characteristic of the LEDs (18, 20, 22), into which an ageing characteristic of the LEDs is written.

- 10 -

Abstract

**Method for regulating a light source of a photolithography exposure system
and exposure assembly for a photolithography device**

5 The invention relates to a method for regulating a light source of a
photolithography exposure system which comprises a plurality of LEDs, by means
of the following steps: the light output of the individual LEDs in specific wavelength
ranges is detected, and the detected light output is compared with a desired light
output distribution over the entire spectrum. The LEDs are operated such that the
10 desired spectral light output distribution is achieved in the most precise manner
possible. The invention also relates to an exposure assembly for a
photolithography device, having a light source which comprises a plurality of LEDs,
a control means which controls the electrical power supplied to the individual LEDs,
and a sensor which can detect the light output of the LEDs in the respective ranges
15 of the wavelengths.

Figure 1

