

(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2013-162109

(P2013-162109A)

(43) 公開日 平成25年8月19日(2013.8.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO 1 L 21/027 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/30 5 1 4 C	2 H 0 9 7
<b>GO 3 F 7/20 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/30 5 0 2 A	5 F 1 4 6
	HO 1 L 21/30 5 0 2 R	
	HO 1 L 21/30 5 1 5 D	
	GO 3 F 7/20 5 0 1	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-25732 (P2012-25732)  
 (22) 出願日 平成24年2月9日 (2012.2.9)

(71) 出願人 000220343  
 株式会社トプコン  
 東京都板橋区蓮沼町75番1号  
 (74) 代理人 100082670  
 弁理士 西脇 民雄  
 (72) 発明者 皆川 弘英  
 東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社ト  
 プコン内  
 Fターム(参考) 2H097 BB02 CA12 FA02 GB02 LA09  
 5F146 CA07 CB08

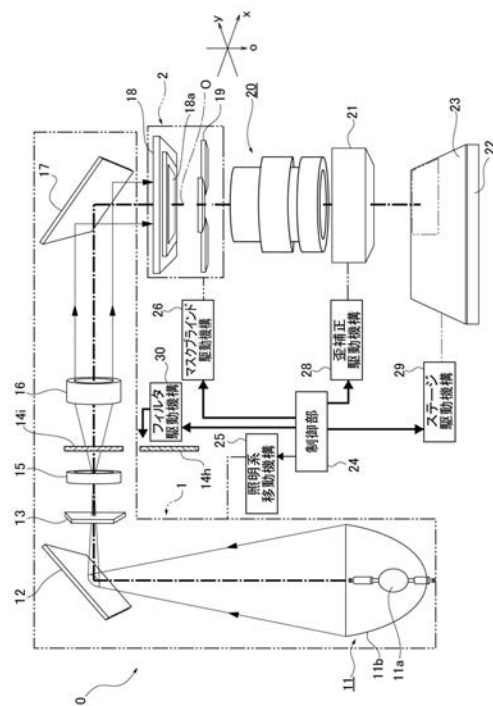
(54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】厚いフォトリソトにおいて、その厚さ方向にマスクパターン像に対応した露光潜像を形成する。

【解決手段】紫外線領域と可視光領域に感度を有しかつ紫外線領域の感度に対して可視光領域の感度が低いフォトリソトを露光する露光装置であって、照明光学系1と、マスクステージ18と、投影レンズ系20と、投影露光ステージ22とを備え、投影露光ステージ22には対象ワーク23が設けられ、マスクステージ18にはマスク18aが設けられ、照明光学系1の光路には、i線の光を透過する紫外線透過用フィルタとh線の光を透過する可視光透過用フィルタとが挿脱可能に設けられ、投影レンズ系20はi線の波長の光に対して色収差補正され、可視光透過用フィルタが光路に挿入されたときには、マスクパターン像が結像されるように、マスクステージ18と投影露光ステージ22との少なくとも一方が投影レンズ系20の光軸方向に可動される。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

紫外線領域に感度を有すると共に紫外線領域の近傍の可視光領域に感度を有しかつ紫外線領域の感度に対して前記可視光領域の感度が低いフォトレジストを露光する露光装置であって、

照明光学系と、マスクステージと、投影レンズ系と、投影露光ステージとをこの順に備え、前記投影露光ステージには前記フォトレジストが形成された対象ワークが設けられ、前記マスクステージにはマスクパターン像を前記フォトレジストに形成するマスクが設けられ、

前記照明光学系の光路には、前記紫外線領域の波長の光を透過する紫外線透過用フィルタと前記可視光領域の光を透過する可視光透過用フィルタとが挿脱可能に設けられ、前記投影レンズ系は前記紫外線領域の波長の光に対して色収差補正され、前記可視光透過用フィルタが前記光路に挿入されたときには、前記マスクパターン像が前記フォトレジストに結像されるように、前記マスクステージと前記投影露光ステージとの少なくとも一方が前記投影レンズ系の光軸方向に可動されることを特徴とする露光装置。

10

## 【請求項 2】

前記フォトレジストがネガタイプのソルダーレジストであり、前記紫外線領域の光が i 線波長の光であり、前記可視光領域の光が h 線と g 線とのいずれか一方の波長の光であることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

## 【請求項 3】

20

紫外線領域に感度を有すると共に紫外線領域の近傍の可視光領域に感度を有しかつ紫外線領域の感度に対して前記可視光領域の感度が低いフォトレジストにマスクパターン像を露光潜像として形成する露光方法であって、

前記紫外線領域の光を用いて前記フォトレジストの表面にピントを合わせて該フォトレジストに所定深さの露光潜像を形成する第 1 ステップと、

前記可視光領域の光を用いて該所定深さの露光潜像が形成されたフォトレジストの表面にピントが合うように前記第 1 ステップの前記紫外線領域の光のピント位置から前記第 2 ステップの可視光領域の光のピント位置にピント位置を変更して前記フォトレジストに前記所定深さよりも深い露光潜像を形成する第 2 ステップと、

を含むことを特徴とする露光方法。

30

## 【請求項 4】

i 線に感度を有すると共に h 線に感度を有しかつ i 線の感度に対して前記 h 線の感度が低いフォトレジストにマスクパターン像を露光潜像として形成する露光方法であって、

前記 i 線の光を用いて前記フォトレジストの表面にピントを合わせて該フォトレジストに所定深さの露光潜像を形成する第 1 ステップと、

前記 h 線の光を用いて該所定深さの露光潜像が形成されたフォトレジストの表面にピントが合うように前記第 1 ステップの前記 i 線の光のピント位置から前記 h 線の光のピント位置にピント位置を変更して前記フォトレジストに前記所定深さよりも深い露光潜像を形成する第 2 ステップと、

を含むことを特徴とする露光方法。

40

## 【請求項 5】

更に、g 線の光を用いて g 線の光のピント位置にピント位置を変更して前記フォトレジストに前記所定深さよりも深い露光潜像を形成する第 3 ステップを含むことを特徴とする請求項 4 に記載の露光方法。

## 【請求項 6】

i 線に感度を有すると共に h 線に感度を有しかつ i 線の感度に対して前記 h 線の感度が低いフォトレジストにマスクパターン像を露光潜像として形成する露光方法であって、

前記 h 線の光を用いて前記フォトレジストの表面にピントを合わせて該フォトレジストに所定深さの露光潜像を形成する第 1 ステップと、

前記 i 線の光を用いて前記所定深さの露光潜像が形成されたフォトレジストの表面にピ

50

ントが合うように前記第1ステップの前記h線の光のピント位置から前記i線の光のピント位置にピント位置を変更して前記フォトリソに前記所定深さよりも浅い露光潜像を形成する第2ステップと、

を含むことを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二波長以上の露光波長の光を用いてフォトリソ（感光材料）が形成された対象ワークを露光する露光装置及び露光方法に関し、更に詳しくは、上部に半導体チップを搭載しかつ下部に端子を有するサブストレート基板（プリント基板）を製作するのに好適な露光装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、対象ワーク上に形成されたフォトリソ（感光材料）に単一波長の光を用いてマスクパターン像を投影することによりフォトリソ（感光材料）を露光する露光装置が知られている。

なお、二波長以上の露光波長の光を用いてフォトリソ（感光材料）が形成された対象ワークを露光する露光装置も知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献1】特開平7-249560号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、対象ワークに形成されたフォトリソ（感光材料）には、露光波長によって吸収率が異なるものがあり、例えば、感光材料としてのソルダーレジスト（SR）の場合には、図1に示すように、i線（波長 = 365 nm）に主として感度があり、h線（波長 = 405 nm）に対しては感度が低く、ソルダーレジスト（SR）は非線形の波長-感度特性（波長-吸収率特性）を有している。

30

【0005】

このソルダーレジスト（SR）を図2（a）に示すようにi線を用いて露光すると、図2（b）に示すように、i線の光の強度（h）がソルダーレジスト（SR）の厚さ（d）に伴って指数関数的に減少する。その図2（a）において、符合MSはマスク像であり、このマスク像MS直下のソルダーレジストの箇所には、i線の光は当たっておらず、残余の箇所にi線の光が当たっている。

【0006】

このソルダーレジスト（SR）は、i線の光によって露光された箇所が硬化して現像液に対する溶解性が低下するというネガタイプのフォトリソである。

このため、ソルダーレジスト（SR）の厚さが厚いと、ソルダーレジスト（SR）の厚さ方向の奥部（表面から深い箇所）OKUにまでi線の光が到達せず、その結果、マスクパターン像に忠実に対応した露光潜像が奥部OKUに形成されず、奥部OKUが生焼け状態となって、図2（c）に示すように、現像すると、上部に対して奥部OKUに空洞KUDが生じ、精密形状のプリント基板の製作に支障をきたす。

40

【0007】

なお、その図2（a）において、破線iはi線の光が奥部OKUに到達しにくいことを意味し、図2（b）において、破線で示す楕円枠は、ソルダーレジストSRの生焼けに対応する深さ部分を示している。

【0008】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、その目的とするところは、厚さの厚い

50

フォトリジストであっても、その厚さ方向奥部にまでマスクパターン像に忠実に対応した露光潜像を形成することのできる露光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の露光装置は紫外線領域に感度を有すると共に紫外線領域の近傍の可視光領域に感度を有しかつ紫外線領域の感度に対してその可視光領域の感度が低いフォトリジストを露光するのに用いる。

【0010】

この露光装置は、照明光学系と、マスクステージと、投影レンズ系と、投影露光ステージとをこの順に備え、投影露光ステージにはフォトリジストが形成された対象ワークが設けられている。マスクステージにはマスクパターン像をフォトリジストに形成するマスクが設けられている。

10

【0011】

照明光学系の光路には、紫外線領域の波長の光を透過する紫外線透過用フィルタと可視光領域の光を透過する可視光透過用フィルタとが挿脱可能に設けられている。投影レンズ系は紫外線領域の波長の光に対して色収差補正され、可視光透過用フィルタが光路に挿入されたときには、マスクパターン像がフォトリジストに結像されるように、マスクステージと投影露光ステージとの少なくとも一方が投影レンズ系の光軸方向に可動される。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、厚さの厚いフォトリジストであっても、その厚さ方向奥部までマスク像に忠実に対応した露光潜像を形成することができるという効果を奏する。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1はフォトリジストとしてのソルダーレジストの波長 - 感度特性（波長 - 吸収率特性）を示すグラフである。

【図2】図2は図1に示す波長 - 感度特性を有するソルダーレジストに対する露光の状態とソルダーレジストの露光後の現像結果とを示す説明図であって、(a)はソルダーレジストへのi線の露光状態を示し、(b)はi線の強度とソルダーレジストの深さとの関係を示す強度曲線を示し、(c)はi線による露光後の現像結果を示す図である。

30

【図3】図3は本発明に係る露光装置の実施例に係る光学系の一例を示す模式図である。

【図4】図4は図3に示す照明光学系のインテグレートレンズとコリメータレンズとの間の光路にi線透過フィルタを挿入して、i線（紫外線領域の光）を用いてソルダーレジストの表面にピントを合わせてこのソルダーレジストに所定深さの露光潜像を形成する状態を示す模式図である。

【図5】図5は図4に示す照明光学系のインテグレートレンズとコリメータレンズとの間の光路にh線透過フィルタを挿入して、h線（可視光領域の光）を用いてソルダーレジストの表面にピントを合わせてこのソルダーレジストに所定深さよりも更に深い露光潜像を形成する状態を示す模式図である。

【図6】図6は図1に示す波長 - 感度特性を有するソルダーレジストに対するi線とh線による露光状態と露光後の現像結果とを模式的に示す説明図であって、(a)はソルダーレジストへのi線とh線による露光状態を示し、(b)はi線、h線の強度とソルダーレジストの深さとの関係を示す強度線を示し、(c)はi線とh線による露光後のソルダーレジストの現像結果を示す図である。

40

【図7】図7は、i線、h線、g線に感度を有するフォトリジストの波長 - 感度特性を示すグラフである。

【図8】図8はインテグレートレンズとコリメータレンズとの間の光路にg線透過フィルタを挿入して、g線（可視光領域の光）を用いてソルダーレジストの表面にピントを合わせてこのソルダーレジストに更に深い露光潜像を形成する状態を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【実施例】

## 【0014】

図3は本発明に係る露光装置10の全体構成を模式的に示す説明図である。

## (露光装置10の全体構成)

露光装置10は、図3に示すように、照明光学系1として、光軸方向に沿って出射側から順に、光源部11と、コールドミラー12と、露光シャッタ13と、インテグレートレンズ15と、コリメータレンズ16と、平面鏡17とを有する。

## 【0015】

また、この露光装置10は、マスクステージ機構2として、マスクステージ18と、マスクブラインド19とを有すると共に、投影レンズ系20を保持する光学素子保持装置と、歪補正部21と、投影露光ステージ22とを有する。投影露光ステージ22には、対象ワーク23が載置されている。

10

## 【0016】

この露光装置10は、露光用光束として紫外線領域の光と紫外線領域の近傍の可視光領域の光を用いる。ここでは、露光用光束としてi線(紫外線領域)の光とh線(可視光領域)の光とが用いられる。

## 【0017】

光源部11は、この実施例では、水銀ランプ11aと楕円反射鏡11bとからなる。水銀ランプ11aは楕円反射鏡11bの第1焦点位置に配置されている。水銀ランプ11aは、制御部24により点灯・消灯される。水銀ランプ11aからの光は楕円反射鏡11bにより反射されてコールドミラー12に導かれる。

20

## 【0018】

コールドミラー12は、赤外領域の熱線を透過させかつ他の波長帯域の光を反射する。これにより赤外領域の熱線が分離される。コールドミラー12により反射された光は、露光シャッタ13、インテグレートレンズ15に導かれる。

## 【0019】

その露光シャッタ13は、コールドミラー12により反射された光の透過・遮断の切り替えに用いられる。その露光シャッタ13は、コールドミラー12とインテグレートレンズ15との間の光路に照明系移動機構25により出入される。

この露光シャッタ13が、その光路から退避されると対象ワーク23が露光され、光路に進入すると対象ワーク23の露光が停止される。

30

## 【0020】

その対象ワーク23には、紫外線領域に感度を有すると共に紫外線領域の近傍の可視光領域に感度を有しかつ紫外線領域の感度に対して可視光領域の感度が低いフォトレジストが形成されている。ここでは、図1に示す波長-感度特性を有するソルダーレジストSRが対象ワーク23に形成されているものとする。

## 【0021】

照明光学系1には、ここでは、インテグレートレンズ15とコリメータレンズ16との間の光路に、紫外線透過フィルタ14iと可視光透過フィルタ14hとが挿脱可能に設けられている。紫外線透過フィルタ14iは、紫外線領域の光を透過する。この実施例では、波長365nmの水銀のスペクトル線であるi線を透過するi線バンドパスフィルタにより構成されている。可視光透過フィルタ14hは、紫外線領域の近傍の可視光領域の光を透過する。この実施例では、波長405nmのh線を透過するh線バンドパスフィルタにより構成されている。

40

## 【0022】

その図3には、紫外線透過フィルタ14iが照明光学系1の光路に挿入され、可視光透過フィルタ14hがその光路から挿脱された状態が示されている。この紫外線透過フィルタ14i、可視光透過フィルタ14hの光路への挿脱制御は、制御部24の指令によりフィルタ駆動機構30を用いて行う。

## 【0023】

50

インテグレートレンズ15は、露光用光束としての照明光の照度ムラを打ち消し、対象ワーク23の照射面の周辺部まで含めてその照射面に均一な照度分布を形成するのに用いる。すなわち、その露光用光束は、インテグレートレンズ15により均一な照度分布とされて、紫外線透過フィルタ14i、可視光透過フィルタ14hに導かれる。

【0024】

その露光用光束は、コリメータレンズ16により平行光束とされて平面鏡17に導かれ、その平面鏡17によりマスクステージ18に向けて反射される。

マスクステージ18は、平面鏡17による反射光路上に設けられている。このマスクステージ18はマスク18aを有する。このマスク18aにはマスクパターンが形成されている。このマスク18aはその反射光路の光軸（投影光軸）Oに直交する方向にマスクステージ18により移動される。

10

【0025】

マスクステージ18は、マスク18aが取り外し可能とされ、そのマスク18aとは異なるマスクパターンを有するマスクをそのマスクステージ18に取り付けることができる。

各マスクには、複数のマスク側アライメントマーク（図示を略す）が設けられている。平面鏡17により反射された露光用光束は、マスク18aを透過して、マスク18aを照明する。これにより、マスクパターンの形状に対応するマスクパターン像を形成するマスクパターン像形成光束が投影レンズ系20に導かれる。

【0026】

20

その照射光学系1は、照明系移動機構25により、マスクステージ18に対して、光軸Oと直交する平面内でX軸方向、Y軸方向に移動可能とされている。その照明系移動機構25は、制御部24により駆動制御される。

マスクステージ18と投影レンズ系20との間に、マスクブラインド19が設けられている。マスクブラインド19は、マスク18aを通過したマスクパターン像形成光束の進行光路に進退可能に設けられている。

【0027】

このマスクブラインド19は、マスク18aのマスクパターンのうち所望の領域のみのマスクパターン像を、対象ワーク23上に形成する機能を有する。このマスクブラインド19は、マスクブラインド駆動機構26により駆動され、このマスクブラインド駆動機構26も制御部24により駆動制御される。

30

【0028】

投影レンズ系20は、対象ワーク23に、マスクパターン像を投影するのに用いられる。その投影レンズ系20は、ここでは、i線に対して色収差補正され、i線に対する結像分解能が5 $\mu$ m程度とされている。

そのマスク18aに形成されたマスクパターンは適宜変倍され、これにより、対象ワーク23の表面にマスクパターン像が形成される。

【0029】

対象ワーク23の表面とマスク18aとはその投影レンズ系20により光学的に共役とされる。その図3においては、i線の露光用光束に対して対象ワーク23の表面とマスク18aとが光学的に共役な状態が示され、対象ワーク23のフォトリソトとしてのソルダーレジストSRにマスクパターン像が形成された状態が示されている。

40

【0030】

この露光装置10は、投影露光ステージ22とマスクステージ18との少なくとも一方が投影レンズの光軸Oに沿って駆動され、h線の露光用光束を用いるときには、ソルダーレジストSRにマスクパターン像が形成されるように、h線の露光用光束に対して対象ワーク23の表面とマスク18aとが光学的に共役とされる。

【0031】

その投影レンズ系20と投影露光ステージ22との間に、歪補正部21が設けられている。歪補正部21は、対象ワーク23の歪みに応じて、対象ワーク23の表面である結像

50

面に形成されるマスクパターン像を変形させるのに用いる。この歪補正部 2 1 は、歪補正駆動機構 2 8 により駆動され、この歪補正駆動機構 2 8 も制御部 2 4 により駆動制御される。

【 0 0 3 2 】

投影露光ステージ 2 2 は、ステージ駆動機構 2 9 により対象ワーク 2 3 を光軸 O に直交する平面内で X - Y 方向に移動可能とされ、投影露光ステージ 2 2 による対象ワーク 2 3 の保持には適宜の手段を用いる。そのステージ駆動機構 2 9 の駆動制御にも制御部 2 4 を用いる。

【 0 0 3 3 】

(露光方法)

以下、この露光装置 1 0 による露光手順を説明する。

まず、図 4 に示すように、紫外線透過フィルタ 1 4 i が照明光学系 1 の光路に挿入された状態で、第 1 ステップとして、対象ワーク 2 3 の表面のソルダーレジスト (SR) にピントを合わせて、マスクパターン像を形成する。これにより、ソルダーレジスト (SR) に i 線による所定深さの露光潜像が図 2 (a) に示すように形成される。所定深さよりも深い箇所が存在する奥部 OKU は生焼けの状態にある。

【 0 0 3 4 】

ついで、図 5 に示すように、インテグレートレンズ 1 5 とコリメータレンズ 1 6 との間の光路から紫外線透過フィルタ 1 4 i を離脱させ、その替わりに可視光透過フィルタ 1 4 h をその光路に挿入する。ついで、第 2 ステップとして、投影露光ステージ 2 2 とマスクステージ 1 8 との少なくとも一方を光軸 O に沿って移動させ、h 線の露光用光束を用いて所定深さの露光潜像が形成されたソルダーレジスト (SR) の表面にピントが合うように第 1 ステップの i 線の露光用光束のピント位置から h 線の露光用光束のピント位置にピント位置を変更する。

【 0 0 3 5 】

これにより、h 線の露光用光束によるマスクパターン像がソルダーレジスト (SR) の表面に形成される。なお、投影レンズは i 線に対して色収差補正されているので、h 線による結像分解能は劣化するが、i 線のマスクパターン像により結像分解能が保証されているので、支承は生じない。

【 0 0 3 6 】

この h 線の露光用光束により、図 6 (a) に示すように、所定深さより深い奥部まで露光潜像が形成される。図 6 (b) はその h 線による露光光束の強度とソルダーレジスト (SR) の深さとの関係を示している。

i 線による露光光束の強度が深さが深くなるに伴って指数関数的に減衰するのに対して、h 線による露光光束の強度はリニアに減衰し、その減衰量も小さい。

【 0 0 3 7 】

その結果、この i 線と h 線とを用いて露光されたソルダーレジスト (SR) は、奥部 OKU までマスクパターン像を反映した露光潜像が形成されるため、現像後、図 6 (c) に示すように、マスクパターン 1 8 a を忠実に反映したパターンが形成される。なお、その図 6 (c) において、符合 3 1 はコンタクトホール、符合 3 2 は銅箔である。

【 0 0 3 8 】

(変形例)

以上、この実施例においては、i 線に感度を有すると共に h 線に感度を有しかつ i 線の感度に対して h 線の感度が低いソルダーレジスト (SR) にマスクパターン像を露光潜像として形成する場合について説明したが、紫外線領域に感度を有すると共に紫外線領域の近傍の可視光領域に感度を有しかつ紫外線領域の感度に対して可視光領域の感度が低いフォトレジストにも本発明は適用できるものである。

【 0 0 3 9 】

また、この実施例においては、i 線の光を用いてソルダーレジスト (SR) の表面にピントを合わせてこのソルダーレジスト (SR) に所定深さの露光潜像を形成し、ついで、h 線

10

20

30

40

50

の光を用いて所定深さの露光潜像が形成されたソルダーレジスト (SR) の表面にピントが合うように i 線の光のピント位置から h 線の光のピント位置にピント位置を変更してソルダーレジストに所定深さよりも深い露光潜像を形成することにしたが、h 線の光を用いてソルダーレジストの表面にピントを合わせてこのソルダーレジスト (SR) の表面に所定深さの露光潜像を先に形成し、i 線の光を用いて所定深さの露光潜像が形成されたソルダーレジスト (SR) の表面にピントが合うように h 線の光のピント位置から i 線の光のピント位置にピント位置を変更してソルダーレジスト (SR) に所定深さよりも浅い露光潜像を形成しても良い。

【0040】

その他、更に深い箇所にもマスクパターン像を忠実に反映した露光潜像を形成するために、g 線の光を用いて g 線の光のピント位置にピント位置を変更してマスクパターン像をフォトレジストに形成する構成としても良い。

10

【0041】

図7は、i線とh線のみならずg線にも感度を有するフォトレジストの波長-感度特性を示している。この種のフォトレジストにマスクパターンに忠実に反映した露光潜像を形成するには、図8に示すように、露光装置10の照明光学系1の光路にg線を透過する可視光透過フィルタ14gを設け、g線の光を用いてg線の光のピント位置にピント位置を変更してフォトレジストに所定深さよりも更に深い露光潜像を形成することもできる。

【符号の説明】

【0042】

1 ... 照明光学系

18 ... マスクステージ

18a... マスク

20 ... 投影レンズ系

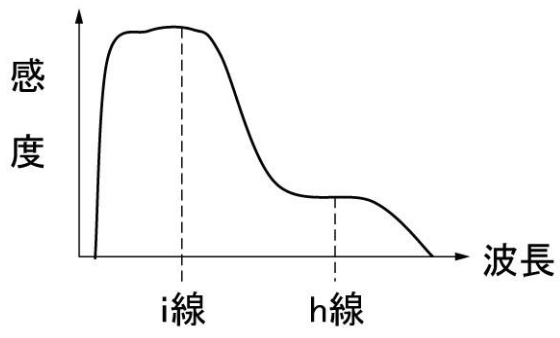
22 ... 投影露光ステージ

23 ... 対象ワーク

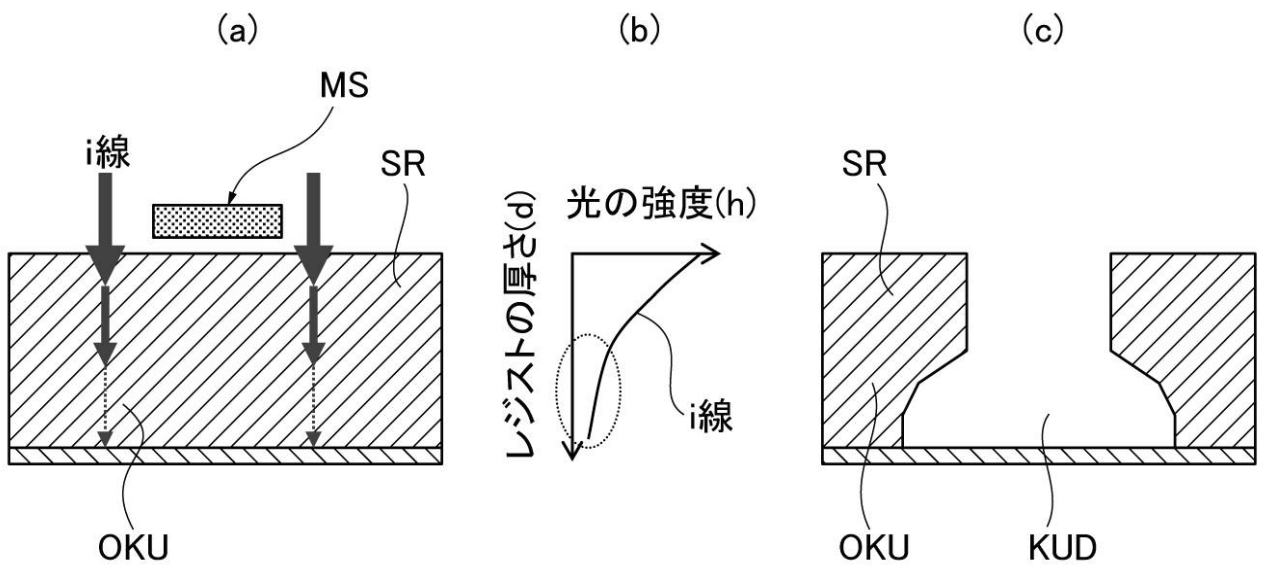
SR... ソルダーレジスト (フォトレジスト)

20

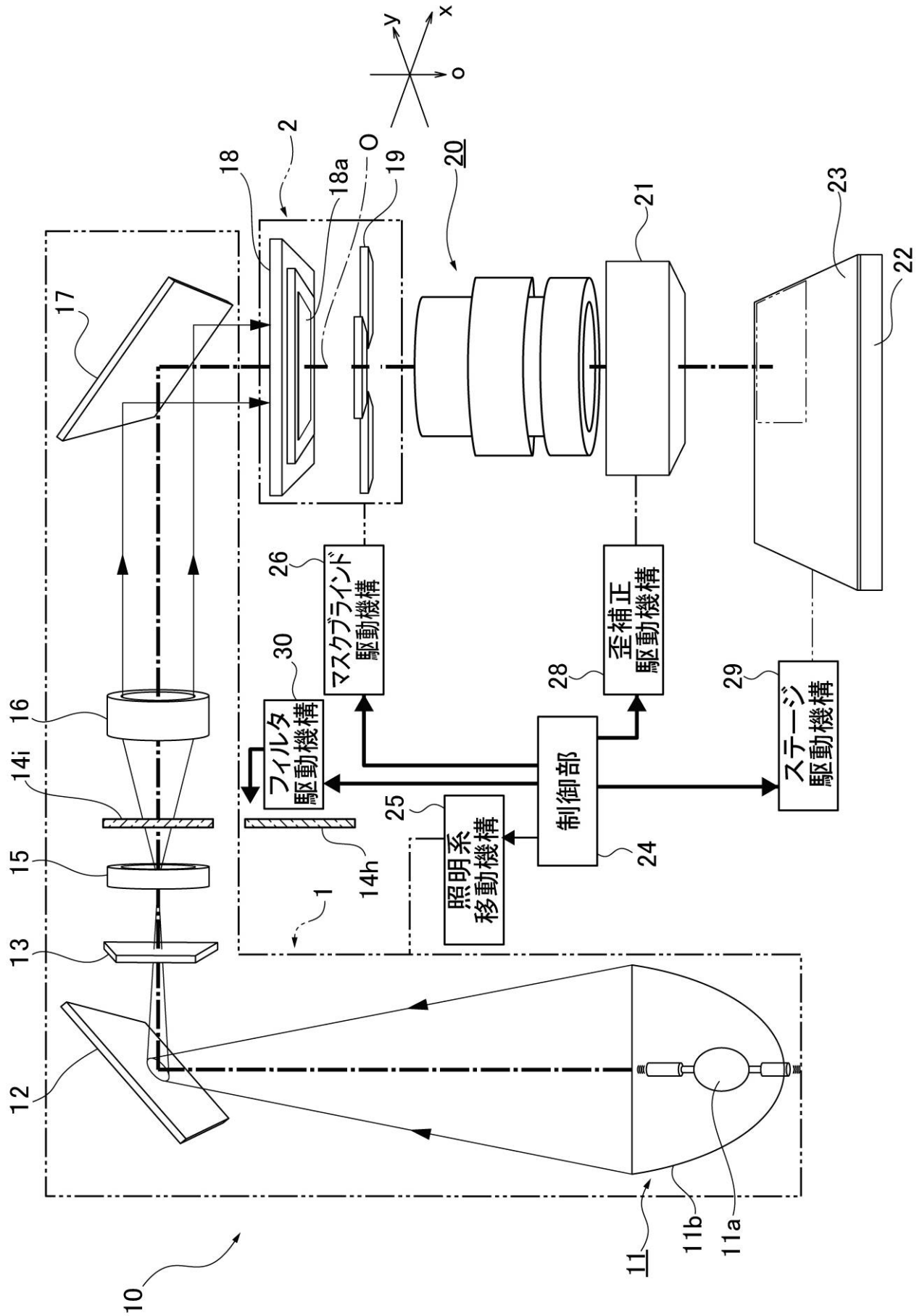
【 図 1 】



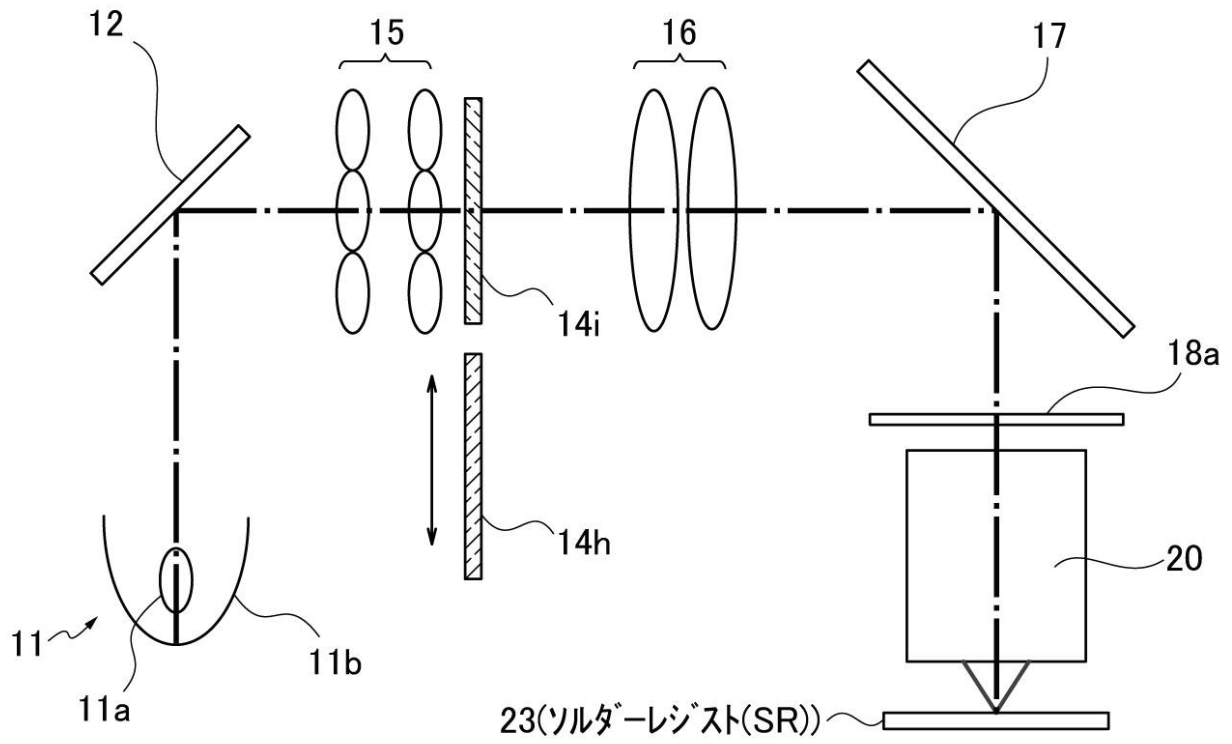
【 図 2 】



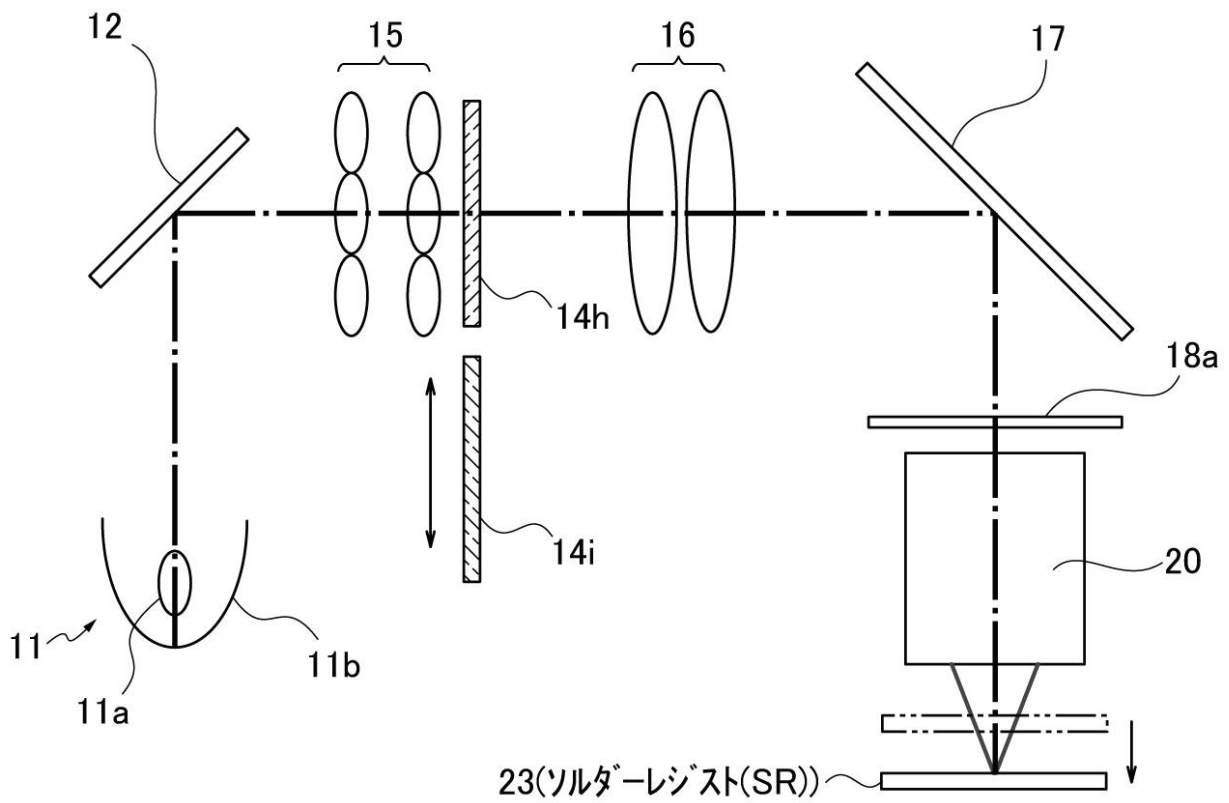
【図3】



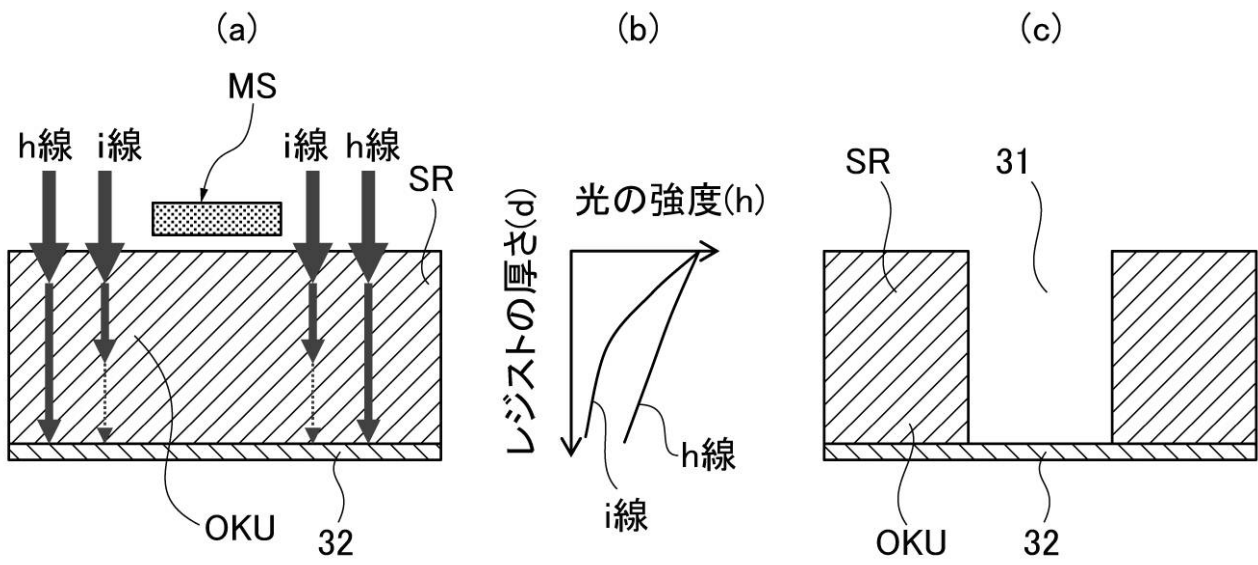
【 図 4 】



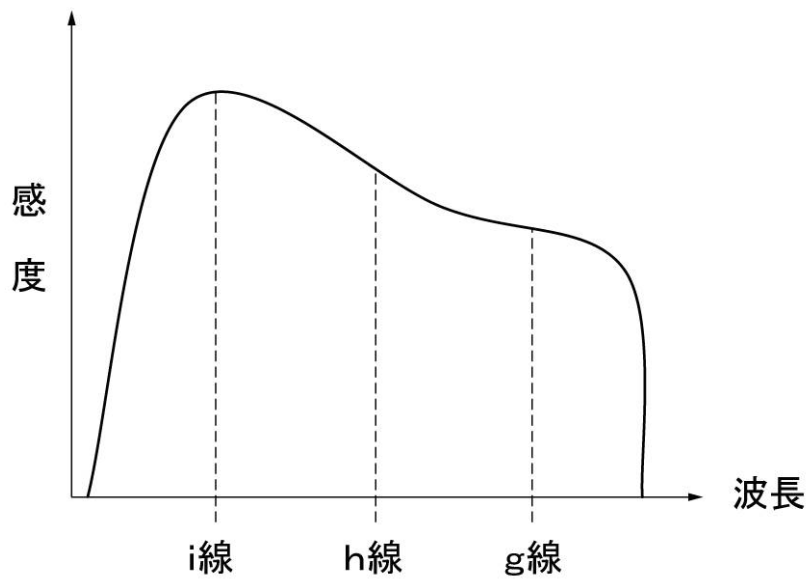
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

