

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4545874号
(P4545874)

(45) 発行日 平成22年9月15日(2010.9.15)

(24) 登録日 平成22年7月9日(2010.7.9)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/027	(2006.01)	H01L 21/30	515D
G02B 5/18	(2006.01)	G02B 5/18	
G02B 19/00	(2006.01)	G02B 19/00	
G03F 7/20	(2006.01)	G03F 7/20	521

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2000-100328 (P2000-100328)

(22) 出願日

平成12年4月3日(2000.4.3)

(65) 公開番号

特開2001-284240 (P2001-284240A)

(43) 公開日

平成13年10月12日(2001.10.12)

審査請求日

平成19年3月30日(2007.3.30)

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100105289

弁理士 長尾 達也

(72) 発明者 森 堅一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

審査官 杉浦 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学系、および該照明光学系を備えた露光装置と該露光装置によるデバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を用いて被照射面を照明する照明光学系であって、前記光源からの光で複数の2次光源を形成するハエの目レンズと、前記光源と前記ハエの目レンズとの間に配置され、前記ハエの目レンズの入射面に所定の光強度分布を形成する回折光学素子と、前記ハエの目レンズからの光を前記被照射面上で重畳させる光学系と、

前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更する角度分布変更手段と、前記回折光学素子で生じる0次回折光を遮蔽する遮蔽手段とを備え、

前記角度分布変更手段は光軸方向に移動可能な光学要素を有し、前記光学要素を移動させることによって、前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更することを特徴とする照明光学系。

【請求項 2】

光路内において、前記回折光学素子と前記ハエの目レンズの入射面との間に、光軸方向に移動可能な光学要素を備えることを特徴とする請求項1に記載の照明光学系。

【請求項 3】

前記光源からの光の光強度分布を均一化する内面反射部材を備え、その内面反射部材の出射面は前記ハエの目レンズの入射面と光学的に共役な位置に配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の照明光学系。

【請求項 4】

10

20

光源からの光を用いて被照射面を照明する照明光学系において、前記光源からの光の光強度分布を均一化する内面反射部材と、

該内面反射部材の出射面を前記被照射面上に投影する光学系と、

前記光源と前記内面反射部材の間にある前記内面反射部材の入射面と共に位置に配置される回折光学素子と、

前記回折光学素子と前記内面反射部材の間にある前記内面反射部材の入射面に対するフーリエ変換面に配置され、前記回折光学素子で生じる0次回折光を遮蔽する遮蔽手段と、

前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更する角度分布変更手段と、を備え、

前記角度分布変更手段は光軸方向に移動可能な光学要素を有し、前記光学要素を移動させることによって、前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更することを特徴とする照明光学系。

10

【請求項 5】

パターンが形成されたレチクルを照明する請求項1～4のいずれか1項に記載の照明光学系と、

前記パターンをウエハに投影する投影光学系と、
を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 6】

基板にレジストを塗布する工程と、

レチクルに形成されたパターンを前記基板に請求項5に記載の露光装置を用いて露光転写する工程と、

20

前記基板を現像する工程と、

を有することを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、照明光学系、および該照明光学系を備えた投影露光装置と該投影露光装置によるデバイスの製造方法に関し、例えば露光用光源から発せられた光を用いて被照射面の照明を行う照明光学系に関し、具体的には半導体素子、液晶表示素子、撮像素子(CCD等)又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程中の投影露光に用いられる投影露光装置に好適な照明装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

近年の半導体デバイスの微細化に伴い、投影露光装置の光源の波長以下の解像を得るために種々の超解像技術が用いられている。

この超解像技術の一つに、変形照明法(斜入射照明法)と呼ばれる方法がある。

この方法に関しては特開平5-21312号公報、特開平4-267515号公報などで開示されている。

上記変形照明法は、マスク面を照明する照明光が一様な角度分布を持つ照明光ではなく、照明光をマスクに斜めに入射させる照明方法である。この方法によると、マスク面を照明する光束の角度分布は、マスク面(物体面)に対する瞳面(フーリエ変換面)の位置分布に対応しているので、上記特開平5-21312号公報等で開示されているハエノ目レンズを用いた投影露光装置においては、ハエノ目レンズの出射面での光強度分布が光軸上で低くなつていれば良い。例えば、この特開平5-21312号公報ではハエノ目レンズの出射面での光強度分布は輪帯となっており、また、特開平4-267515号公報等では4重極となっている。なお、このマスク面に対して瞳の位置の光強度分布のことを有効光源という。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、光源からの光束の瞳面上での光強度分布はそのままでは軸対称なガウス分布をしているので、瞳面上での光強度分布を輪帯や4重極にするには、光強度分布を変換する

50

光学系が必要である。

この光強度分布を変換する最も簡単な光学系は、瞳面に相当するオプティカルインテグレータの射出面に輪帯や4重極の開口絞りを配置する事である。しかし、この方法では光源からの光の一部を切り出すことになるので、絞りで光をけつてしまうこととなり、光源からの光を効率的に利用することができず、被照射面であるマスク面の照度が下がるという問題がある。

【0004】

そのため、光利用の効率を下げずに変形照明法を実現する様々な方法が提案されている。例えば、プリズムを用いて光の利用効率を上げる方法が、特開平9-219358号公報、あるいは特開平11-54426号公報等に開示されている。

10

上記特開平9-219358号公報においては、プリズムをハエノ目レンズの入射面に対して瞳の関係にある位置に配置して光強度分布を変換する方法であり、また、上記特開平11-54426号公報においては、プリズムをハエノ目レンズの入射面に対して光学的に共役関係にある位置に配置してハエノ目レンズの入射面、ひいてはハエノ目レンズの射出面の光強度分布を変換する方法である。

【0005】

プリズムを用いて効率的に光強度分布を変換するには、プリズムに入射する光の角度分布が拡がっていない必要がある。しかし、光学の法則より、角度分布が広がっていない場所は、その逆に位置分布が広がっている。

そのため、従来の構成で光強度分布を変換するためには、巨大なプリズムが必要となり、切り替える為のターレットも巨大化する傾向があった。

20

【0006】

一方、回折光学素子を用いてハエノ目レンズの入射面の光強度分布を変換する方法が、特開平7-201697号公報で提案されている。回折光学素子においても、効率的に光強度分布を変換するためには、回折光学素子に入射する光の角度分布が広がっていない必要があるが、回折光学素子の場合にはプリズムと異なり、平面板であるために径を大きくしても巨大化しないという利点がある。

しかし、有限段数の階段構造が表面に形成されたバイナル・オプティカル・エレメント(BOE)と呼ばれる回折光学素子の場合には、必ず0次光が発生することから、このような回折光学素子を用いた場合には、所望の光強度分布以外に0次光の分布が有り、これにより所望の分布に変換できないという問題がある。

30

なお、0次光の強度は、2段の階段構造を有する回折光学素子で59%程度、4段でも19%程度であり、無視できる強度ではない。

【0007】

また、特開平7-201697号公報においては、回折光学素子だけを用いてハエノ目レンズ入射面の光強度分布を所望の光強度分布に変換しているので、所望の光強度分布の数だけ回折光学素子を用意しておかなければならぬという問題がある。

近年の投影露光装置においては、図3に示す有効光源の形状をした4重極(図3a)、1/2輪帯(図3b)、2/3輪帯(図3c)等の数種の変形照明モードと、大(図3d)と小(図3e)等の数種の通常照明モードが1つの投影露光装置で実現できるようになっている(光強度分布が0の部分を図中では黒く塗りつぶしている。)。この為、前述の特開平7-201697号公報の方法によってこの要求を実現しようとすると、照明モードと同数の回折光学素子を用意し、交換可能にしなければならない。

40

回折光学素子は鋳型を作ってモールドで製造するか、エッチングによって削って製造するので、通常のレンズに比べ非常に高価なものである。そのため、照明モードと同数の回折光学素子を必要とする特開平7-201697号公報の方法では、非常に高価な投影露光装置となってしまう。

【0008】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、所望の有効光源に変換することができ、複数の変形照明を少ない回折光学素子で達成することにより、安価な光強度分布変換が可能となる

50

照明光学系、および該照明光学系を備えた投影露光装置と該投影露光装置によるデバイスの製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決する為の手段】

本発明は、上記課題を解決するために、つぎの(1)および(2)のように構成した照明光学系を提供するものである。

(1) 光源からの光を用いて被照射面を照明する照明光学系であって、

前記光源からの光で複数の2次光源を形成するハエの目レンズと、

前記光源と前記ハエの目レンズとの間に配置され、前記ハエの目レンズの入射面に所定の光強度分布を形成する回折光学素子と、

前記ハエの目レンズからの光を前記被照射面上で重畳させる光学系と、

前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更する角度分布変更手段と、前記回折光学素子で生じる0次回折光を遮蔽する遮蔽手段とを備え、

前記角度分布変更手段は光軸方向に移動可能な光学要素を有し、前記光学要素を移動させることによって、前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更することを特徴とする照明光学系。

(2) 光源からの光を用いて被照射面を照明する照明光学系において、

前記光源からの光の光強度分布を均一化する内面反射部材と、

該内面反射部材の出射面を前記被照射面に投影する光学系と、

前記光源と前記内面反射部材の間にある前記内面反射部材の入射面と共に位置に配置される回折光学素子と、

前記回折光学素子と前記内面反射部材の間にある前記内面反射部材の入射面に対するフーリエ変換面に配置され、前記回折光学素子で生じる0次回折光を遮蔽する遮蔽手段と、

前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更する角度分布変更手段と、を備え、

前記角度分布変更手段は光軸方向に移動可能な光学要素を有し、前記光学要素を移動させることによって、前記回折光学素子に入射する光の角度分布を変更することを特徴とする照明光学系。

【0010】

【発明の実施の形態】

上記構成を適用した本発明の実施の形態においては、回折光学素子の発生する0次光を遮蔽する遮蔽部材により、所望の有効光源に変換することが可能となる。

また、回折光学素子に入射する角度を変えることによって、複数の変形照明が少ない回折光学素子で達成されるので、安価な光強度分布変換光学系を構成することが可能となる。また、回折光学素子によって変換される光強度分布を、ズーム光学系を用いて拡大縮小する構成を探すことによって、少ない回折光学素子を用いて多くの照明モードに対応するようにして、安価な光強度分布変換光学系を構成することが可能となる。

【0011】

以上のような特徴は、本発明が、つぎのような原理に基づいてなされたことに基づくものである。以下、この原理的な説明について、図2を用いて述べる。なお、ここでいう照明面は、有効光源を形成している場所の近傍を言い、ハエノ目レンズを用いた投影露光装置の場合には、ハエノ目レンズの入射面がこれに当たる。

いまここで、例えば、輪帯を生じる回折光学素子に、図2のaに示すように平行光を入れた場合、Aに示した光強度分布が照明面に生じる。つまり中心に0次光の分布と、輪帯状の光強度分布が生じる。これが、特開平7-201697号公報にて提案されている光強度分布の変換方法である。

これに対して、この輪帯を生じる回折光学素子に、角度分布を持った光を入射させた場合をbに示す。

この場合、入射する角度毎に応じて回折光のとぶ方向が異なるので、入射する角度毎に輪帯状の光強度分布が生じる(図2のB)。したがって、この場合には、全体として各角度毎に作られる輪帯状の重ね合わせの光強度が、照明面に生じることになる(図2のC)。

10

20

30

40

50

【0012】

以上の原理を利用すると、1つの輪帯状の光強度分布に変換する回折光学素子に、入射する角度を制御することによって、光強度分布の輪帯形状の幅を制御できることになり、1つの輪帯状の光強度分布に変換する回折光学素子を用いて、1/2輪帯と2/3輪帯等の光強度分布に変換することが可能となる。

また、回折光学素子によってできる光強度分布をズーム光学系を用いて拡大縮小することによって、同じ1/2輪帯でも径の異なった1/2輪帯の強度分布に、一つの回折光学素子を用いて変換することができる。

本発明は、このような原理に基づいて達成されたものである。

【0013】

10

【実施例】

以下に、本発明の実施例を説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら制限されるものではない。

【実施例1】

図1は、本発明の実施例1の構成を示すものであり、上記した本発明の構成を、パターンの形成されたマスクの一部を照明し、マスクに形成されたパターンの一部を感光基板上に投影した状態でマスクと感光基板とを同期して走査する事によって、マスク上のパターンを感光基板上に逐次転写露光する走査型投影露光装置に適用した例である。

なお、説明は走査露光型の投影露光装置について行うが、一括露光型の投影露光装置についても上記した本発明の構成が適用できることは言うまでもない。

20

【0014】

図1において、1は光源であり、現在はKrFエキシマレーザ(波長248nm)が主流であり、将来的にはArFエキシマレーザ(波長193nm)などが候補に上がっている。なお、本説明ではレーザを光源とした場合について説明するが、高圧水銀ランプ等の発散光源を用いた場合にも本発明を適用できる。

2はインプット光学系であり、これにより3の内面反射部材に光源からの光を所望の角度で入射させ、内面反射部材3により光強度の均一化を行う。内面反射部材3は入射した光線をその側面で複数回反射させることによって、入斜面で不均一であった光強度分布を出射面で均一化させる働きがある。

【0015】

30

内面反射部材3としては、例えば、向かい合って配置された鏡で有っても良いし、単にロッド状の硝材であっても良い。ロッド状の硝材の場合には、光線はロッド状の側面に当たった際に、硝材と雰囲気(例えば空気)との屈折率の違いにより全反射するように設計する必要がある。

4はコリメータレンズであり、5の回折光学素子の位置が、内面反射部材3の出射面と瞳の関係になるようにしている。コリメータレンズ4は、本発明の角度分布変更手段に相当するものであり、ズームレンズになっており、焦点距離が可変であり、光源とハエノ目レンズとの間に配置された回折光学素子5に入射する光線の角度分布を変えられるようになっている。

この回折光学素子5はターレット上に並べられ、角度分布を変えて、6のコリメータレンズを介して、8のハエノ目レンズの入射面上に、輪帯や4重極形状の所定の光強度分布を形成する。

40

回折光学素子5はCGHでもよいし、微小プリズムとしての効果を有するもの等が考えられる。また、ターレット上には平行平板、もしくは何も光学素子の入っていないスロットもあり、通常照明の時には内面反射部材3の出射面をハエノ目レンズ8の入射面上に、拡大もしくは縮小投影するようになっている。

上記コリメータレンズ6は、焦点距離可変なズーム光学系であり、回折光学素子によってハエノ目レンズの入射面上に形成される光強度分布の大きさを変えられるようになっている。

7はターレット上に並べられた遮蔽板であり、回折光学素子5が発生する0次光を遮蔽す

50

る。この遮蔽板 7 の形は、0 次光を遮蔽する形であればよく、所望の有効光源の形状の開口を持つものであってもよい。

8 は光源からの光で複数の 2 次光源を形成するハエノ目レンズであり、9 はコリメータレンズである。このハエノ目レンズ 8 によって、出射面に多数の集光点を形成し、コリメータレンズ 9 によってハエノ目レンズ 8 によって形成された多数の集光点を 2 次光源として均一な照明を行う。

10 は被照射面の照明領域を制御するための絞りである。10 の位置はコリメータレンズ 9 によってハエノ目レンズの集光点を 2 次光源として均一な照度分布で照明されている。11 は絞り 10 の位置を物体面とし 12 のマスクの位置を像面とする結像光学系である。絞り 10 の位置で実現された均一な照度分布をマスク 12 上に投影して、マスク 12 上を均一な照度で照明する。
10

13 は投影光学系であり、マスク 12 上のパターンを 15 の基板上に結像させる。14 は投影光学系の開口数を制御するための絞りである。15 は感光剤の塗られた基板であって、マスク 12 上のパターンを投影することによって、感光し、現像することによって、基板上にパターンが作成される。

【 0 0 1 6 】

なお、本実施例は走査型投影露光装置であるので、マスク 12 と感光基板 15 は同期して走査される。また、マスク 12 が移動することから、それに伴い照明領域も変わる為、照明領域を制御する絞り 10 も同期して動く。

16 はステージであって感光基板 15 を走査露光するスキャンと、ショット毎の移動を行うステップとを行う。
20

【 0 0 1 7 】

[実施例 2]

図 4 に、本発明の実施例 2 の構成を示す。実施例 1 と異なるのは、7 の回折光学素子の発生する 0 次光を遮蔽する為の遮蔽板が、ハエノ目レンズの入射面ではなく出射面側に配置されている点である。12 のマスク面に到達する迄に回折光学素子の発生した 0 次光を遮蔽すれば良いので、遮蔽板の配置は、このほかにもハエノ目レンズの入射面と共役な位置やハエノ目レンズの射出面と共に位置などが考えられる。

【 0 0 1 8 】

[実施例 3]

図 5 に、本発明の実施例 3 の構成を示す。実施例 2 と異なるのは回折光学素子に入射する光線の角度分布を変える手段が、図 4 における 2 のインプットレンズの代わりに、焦点距離の異なる複数のインプットレンズ 2'（これが本発明の角度分布変更手段に相当する）をターレット上に配置して変えている点である。なお、ズームレンズと併用しても良いのは言うまでもない。
30

【 0 0 1 9 】

[実施例 4]

図 6 に、本発明の実施例 4 の構成を示す。実施例 3 と異なるのは回折光学素子に入射する光線の角度分布を変える手段が、ターレット上に並べられた焦点距離の異なる複数のインプットレンズではなく、ターレット上に並べられた焦点距離の異なる複数のハエノ目レンズ 17（これが本発明の角度分布変更手段に相当する）であることである。本実施例においては、実施例 3 に比べて内面反射部材の均一効果が高まる。なお、ズームレンズと併用しても良いのは言うまでもない。
40

また、ハエノ目レンズの代わりに同様の効果を持つ回折光学素子であっても良い。

【 0 0 2 0 】

[実施例 5]

図 7 に、本発明の実施例 5 の構成を示す。実施例 5 は、本発明を内面反射部材 18 の出射面をマスク面上に投影する形の照明装置を備えた走査型投影露光装置に適用した場合の実施例である。

実施例 5 においては、内面反射部材の入射面での照明光の角度分布が、マスク上の照明光
50

の角度分布となるので、5のターレット上に配置された回折光学素子は内面反射部材の入射面と共に位置に、0次光遮蔽の為の遮蔽板は内面反射部材の入射面と瞳の関係にある場所（フーリエ変換面）に置かれなければならない。なお、本実施例では回折光学素子へ入射する光線の角度分布を変える光学系が、4のズームレンズ（これが本発明の角度分布変更手段に相当する）であるが、既に説明したターレット上に並べられた焦点距離の異なる複数のハエノ目レンズであっても、焦点距離が異なる複数のインプットレンズなどで有つてもよい。

【0021】

[実施例6]

図8及び図9に、本発明の実施例6の構成を示す。本実施例は、上記した本発明の投影露光装置を、適用した例である。

10

図8は、本実施例における半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、或は液晶パネルやCCD等）の製造方法のフローチャートである。以下、これについて説明する。

ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

一方、ステップ3（ウェハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウェハを製造する。ステップ4（ウェハプロセス）は前工程と呼ばれ、本発明の露光装置を用い、前記の用意した回路パターン（第1物体）を形成したマスク（レチクル）とウェハ（第2物体）を用いてリソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。

ステップ5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

20

ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0022】

図9は、上記のウェハプロセスのフローチャートである。ステップ11（酸化）ではウェハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウェハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウェハに感光剤を塗布する。

30

ステップ16（露光）では本発明の露光装置によってレチクルの回路パターンをウェハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウェハを現像する。

ステップ18（エッティング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッティングがすんで不要となったレジストを取り除く。

これらのステップを繰り返し行なうことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。

本実施例の製造方法を用いれば、安価で照度の高い露光装置を用いることにより、短時間で半導体デバイスを製造することができる。

【0023】

40

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、被照射面を照明する照明光の角度分布を所望の光強度分布に変換する光学系を、少なくとも1つの回折光学素子と、該回折光学素子が生じる0次光を遮蔽する少なくとも1つの遮蔽部材とを含む光学系で構成することにより、回折光学素子の発生する0次光を遮蔽して、所望の有効光源に変換することができる。

また、本発明によれば、回折光学素子に入射する角度を変えることによって、複数の変形照明を少ない回折光学素子で達成することができ、安価な光強度分布変換光学系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の実施例1における0次元遮蔽板ターレットの正面図であり、(

50

b) は走査型投影露光装置の部分構成を示す図である。

【図 2】回折光学素子を使った光強度分布の変換を説明するための図である。

【図 3】有効光源の形状を説明するための図である。

【図 4】本発明の実施例 2 の構成を示す図である。

【図 5】本発明の実施例 3 の構成を示す図である。

【図 6】本発明の実施例 4 の構成を示す図である。

【図 7】本発明の実施例 5 の構成を示す図である。

【図 8】本発明の実施例 6 における半導体デバイスの製造方法のフロー チャートを示す図である。

【図 9】本発明の実施例 6 における半導体デバイスの製造方法のフロー チャートを示す図である。 10

【記号の説明】

1 : 光源

2 : インプットレンズ

3 : 内面反射部材

4 : コリメータレンズ

5 : 回折光学素子を乗せたターレット

6 : コリメータレンズ

7 : 0 次光を遮蔽する遮蔽板を乗せたターレット

8 : ハエノ目レンズ

20

9 : コリメータレンズ

10 : 照明領域を制御する絞り

11 : 結像光学系

12 : マスク

13 : 投影レンズ

14 : 投影レンズの開口数を制御する絞り

15 : 感光基板

16 : ステージ

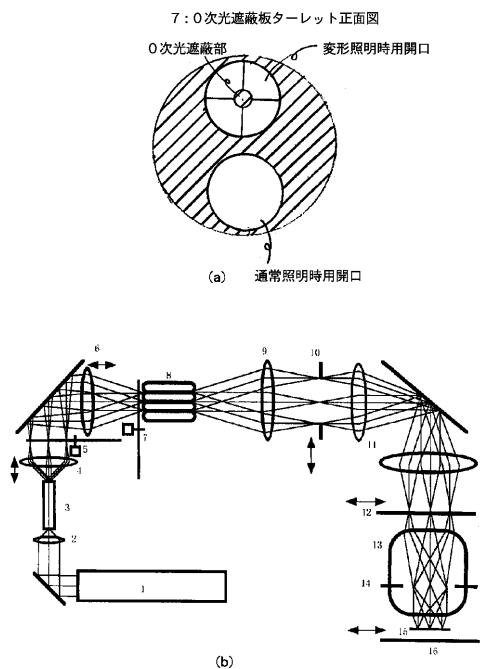
17 : ターレット上に配置されたハエノ目レンズ

18 : 内面反射部材

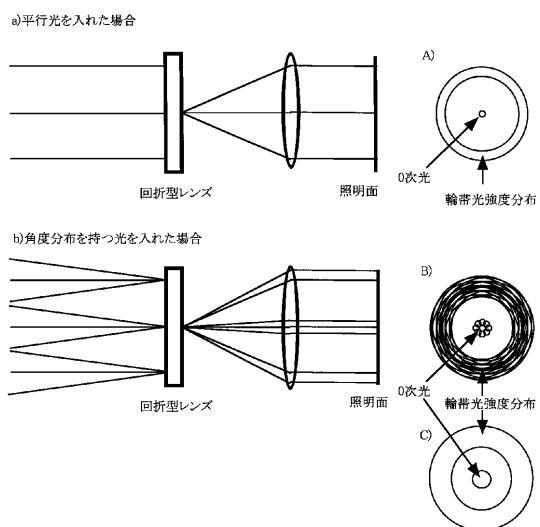
30

19 : コリメータレンズ

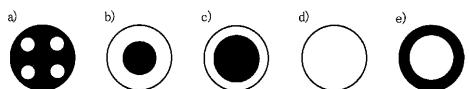
【図1】



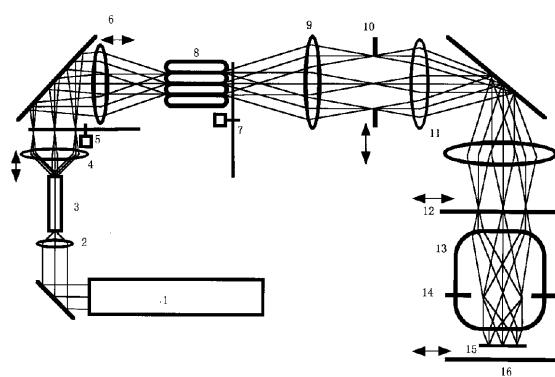
【図2】



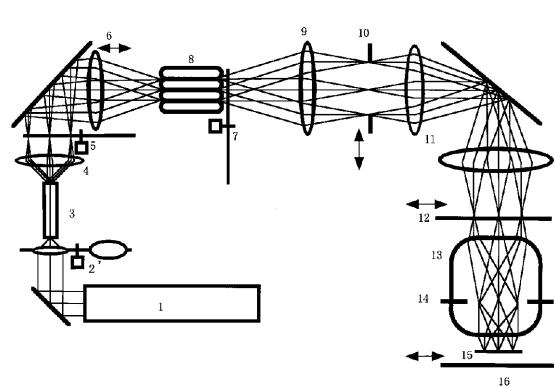
【図3】



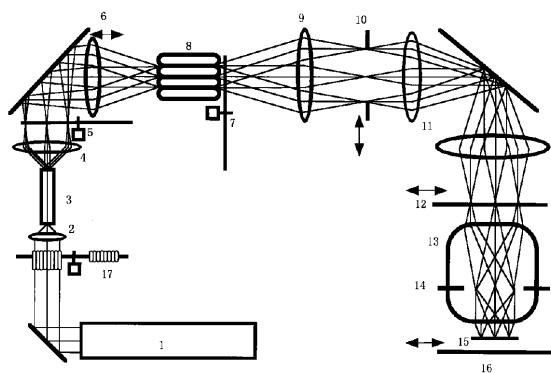
【図4】



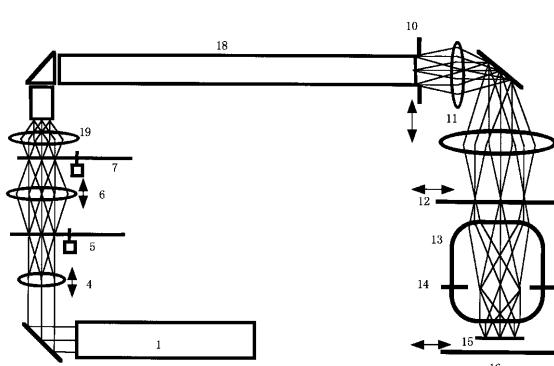
【図5】



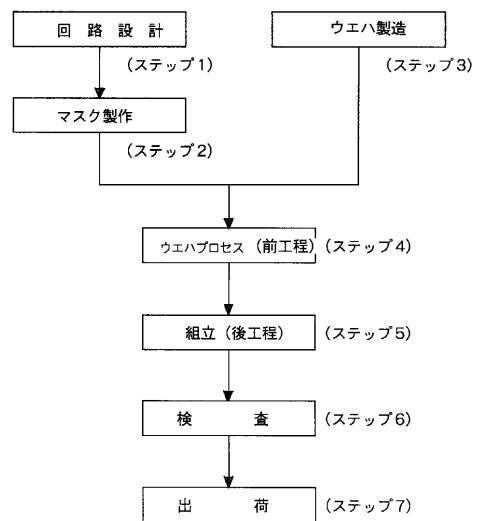
【図6】



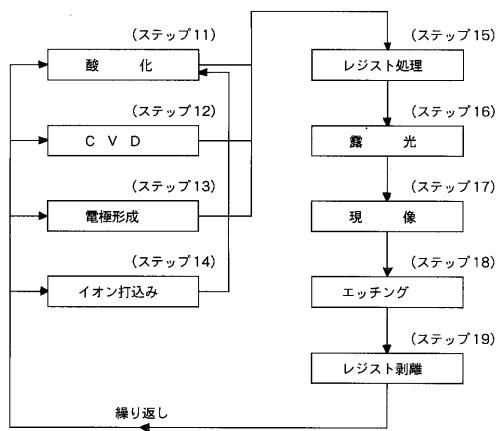
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-176721(JP,A)
特開2000-036460(JP,A)
特開平04-225514(JP,A)
特開平07-078753(JP,A)
特開平01-271718(JP,A)
特開平05-234848(JP,A)
特開平05-021312(JP,A)
特開平04-267515(JP,A)
特開平09-219358(JP,A)
特開平11-054426(JP,A)
特開平07-201697(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G02B 5/18

G02B 19/00

G03F 7/20