

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6386896号
(P6386896)

(45) 発行日 平成30年9月5日 (2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日 (2018.8.17)

(51) Int.Cl.

F I

G O 3 F 7 / 2 0 (2 0 0 6 . 0 1)

G O 2 B 1 7 / 0 0 (2 0 0 6 . 0 1)

G O 2 B 5 / 0 8 (2 0 0 6 . 0 1)

G O 3 F 7 / 2 0 5 O 1

G O 2 B 1 7 / 0 0 Z

G O 2 B 5 / 0 8 A

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-244333 (P2014-244333)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年12月2日 (2014.12.2)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-109741 (P2016-109741A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年6月20日 (2016.6.20)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成29年12月1日 (2017.12.1)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	佐々木 康人
			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
		(72) 発明者	関 美津留
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投影光学系、露光装置、および、デバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の像を像面に投影する投影光学系であって、
第 1 凹面及び第 2 凹面を含む凹面鏡と、凸面鏡とを含む結像光学系と、
光路を折り曲げる第 1 反射面および第 2 反射面を有する光学部材と、
前記凸面鏡を支持する支持部材と、を有し、
物体面からの光の進行方向に、前記第 1 反射面、前記第 1 凹面、前記凸面鏡、前記第 2 凹面、前記第 2 反射面が順に配置され、
前記支持部材は、前記光学部材の前記凸面鏡側に設けられた開口を貫いている、
ことを特徴とする投影光学系。

10

【請求項 2】

前記開口は、前記第 1 反射面と前記第 2 反射面の間にあり、ことを特徴とする請求項 1 に記載の投影光学系。

【請求項 3】

前記支持部材は、前記開口から前記凸面鏡の反射面の裏側へ延びている、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の投影光学系。

【請求項 4】

前記支持部材は、前記光学部材の前記凸面鏡側とは反対側へ伸びており、前記投影光学系の鏡筒に対して前記光学部材を支持することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の投影光学系。

20

【請求項 5】

前記支持部材は、前記凸面鏡と前記光学部材との間において、前記凸面鏡の反射面の裏側から前記凸面鏡の光軸に平行な方向に延びている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 6】

前記凸面鏡と前記光学部材との間において、前記支持部材は、前記第 1 凹面又は前記第 2 凹面から見て、前記凸面鏡よりも内側にある、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 7】

前記支持部材は片持ち梁であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の投影光学系。 10

【請求項 8】

前記支持部材の両端の間を支点として前記支持部材を支持する別の支持部材を有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 9】

前記支持部材は、前記凸面鏡の曲率中心位置の剛性が、前記曲率中心位置の他の位置の剛性よりも小さいことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 10】

前記光学部材を駆動する駆動機構を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の投影光学系。 20

【請求項 11】

前記凸面鏡を駆動する駆動機構を有することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 12】

前記凹面鏡は、前記第 1 凹面を含む第 1 凹面鏡と、前記第 2 凹面を含む第 2 凹面鏡と、を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 13】

マスクを照明する照明光学系と、
前記マスクのパターンを基板に投影する、請求項 1 乃至 12 の何れか 1 項に記載の投影光学系と、
を有することを特徴とする露光装置。 30

【請求項 14】

請求項 13 に記載の露光装置の投影光学系を用いて、マスクのパターンを基板に投影して前記基板を露光する工程と、

露光された基板を現像する工程と、

現像された基板を加工して、デバイスを製造する工程と、を有することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投影光学系、露光装置、および、デバイス製造方法に関する。 40

【背景技術】

【0002】

FPD (Flat Panel Display) の液晶パネルの製造には露光装置が使用されている。露光装置は、マスクに描かれたパターンの像を、フォトリソが塗布されたガラス基板に投影して、ガラス基板を露光する。特許文献 1 に露光装置の構成が開示されている。図 9 に、従来の露光装置の概略図を示す。露光装置は、マスク 18 を照明する照明光学系 1 と、マスク 18 のパターンを基板 14 に投影する投影光学系とを有する。投影光学系は、第一反射面 1a と第二反射面 1b を有する多面光学部材 1、第一凹反射面 17a と第二凹反射面 17b を有する凹面鏡 17、および、凸面鏡 2 を含む。また、 50

投影光学系は、これらの反射鏡を収納する鏡筒 3 を有する。照明光学系 I L から - Z 方向に照射された光は、マスク 1 8 を透過し、マスク 1 8 下部にある多面光学部材 1 の第一反射面 1 a で + y 方向に折り曲げられる。そして、多面光学部材 1 の第一反射面 1 a で折り曲げられた光は、第一凹反射面 1 7 a、凸面鏡 2、第二凹反射面 1 7 b、第二反射面 1 b の順に反射され、基板 1 4 に照射される。

【 0 0 0 3 】

凸面鏡 2 には、凸面鏡 2 を支持する支持部材 1 5 が設けられている。図 1 0 に、投影光学系の x y 断面図を示す。支持部材 1 5 は、多面光学部材 1 と凹面鏡 1 7 の間で、凸面鏡 2 と凹面鏡 1 7 の光軸方向とは垂直な x 方向に延びる梁状の部材である。支持部材 1 5 は、凸面鏡 2 の反射面の裏側の面を支持し、その両端が鏡筒 3 の支持面で支持されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 4 - 1 0 3 1 7 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

照明光学系 I L は光束断面が所定の幅の円弧状である照明光を形成し、マスク 1 8 を円弧状の照明領域で照明する。そのため、第一反射面 1 a、第一凹反射面 1 7 a、凸面鏡 2、第二凹反射面 1 7 b、第二反射面 1 b を照明する領域も、所定の面積を有する円弧状の領域となる。図 1 1 に、投影光学系の凹面鏡 1 7 側からみた平面図を示す。図 1 1 に示すように、凸面鏡 2 の周囲には円弧状の光線領域 1 6 が存在する。支持部材 1 5 は、上側の光線領域 1 6 と下側の光線領域 1 6 との間に配置されている。

20

【 0 0 0 6 】

解像度を向上させるため、又は、スループットを向上するために、マスク 1 8 の照明領域を拡大させたり、投影光学系において入射角度の大きな光を取り込んだりする場合、投影光学系内を光線が通る領域も拡大する。その場合の光線の図を図 9 の点線で示す。図 9 の点線で示すように、多面光学部材 1 で反射された光が凸面鏡 2 を支持する支持部材 1 5 に当たり、支持部材 1 5 の上面部 A で光線の一部を遮光又は反射してしまうため、良好な結像性能を得ることができない。

30

【 0 0 0 7 】

また、支持部材 1 5 で光線がけられないようにするために、多面光学部材 1、凸面鏡 2、鏡筒 3 など投影光学系を大型化すること考えられる。しかし、投影光学系を大型化するとコストが高くなったり、設置スペースが大きくなってしまふ。さらに、多面光学部材 1 や凸面鏡 2 が大型化し、重量が増すことで、多面光学部材 1 や凸面鏡 2 の固有値（固有振動数）が低下する。固有値が低下すると、外乱により振動した時に、振動振幅が大きくなり、投影光学系の像面の位置の変化が大きくなり、基板を露光する際に結像性能が周期的に大きく変化し、基板に投影されるパターンが歪み、基板上に形成されるパターンに欠陥が生じたり、線幅が不均一なパターンが形成されたりする。

【 0 0 0 8 】

40

そこで、本発明は、投影光学系を大型化することなく、投影光学系内を光線が通る領域を拡大しても、凸面鏡を支持する支持部材で光線がけられないようにして、良好な結像性能を維持する投影光学系を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決する本発明の一側面としての投影光学系は、物体の像を像面に投影する投影光学系であって、第 1 凹面鏡、凸面鏡、及び、第 2 凹面鏡を含む結像光学系と、光路を折り曲げる第 1 反射面および第 2 反射面を有する光学部材と、前記凸面鏡を支持する支持部材と、を有し、物体面からの光の進行方向に、前記第 1 反射面、前記第 1 凹面鏡、前記凸面鏡、前記第 2 凹面鏡、前記第 2 反射面が順に配置され、前記光学部材には、前記凸

50

面鏡側に開口を形成する貫通穴が設けられ、前記支持部材は、前記貫通穴を通り、前記開口から前記凸面鏡へ延びている、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、投影光学系を大型化することなく、投影光学系内を光線が通る領域を拡大しても、凸面鏡を支持する支持部材で光線がけられないようにして、良好な結像性能を維持する投影光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態における露光装置の概要図である。

10

【図2】第2実施形態における投影光学系の多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。

【図3】図2の構成のx-y断面図である。

【図4】第3実施形態における投影光学系の概要図である。

【図5】第4実施形態における投影光学系の多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。

【図6】図5の構成のx-y断面図である。

【図7】第5実施形態における投影光学系の多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。

【図8】第6実施形態における投影光学系の多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。

20

【図9】従来の露光装置の概要図である。

【図10】従来の投影光学系の断面図である。

【図11】従来の投影光学系の凹面鏡側からみた平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

【0013】

[実施形態1]

図1に、本実施形態における、投影光学系を含む露光装置の概要図を示す。本実施形態の露光装置は、マスクMと基板Sをy方向に移動させながら、マスクMに描かれたパターンの像を、フォトレジストが塗布されたガラス基板Sに投影して、ガラス基板Sを露光する。露光装置は、マスクMを照明する照明光学系IL1と、マスクMのパターンを基板Sに投影する投影光学系とを有する。投影光学系は、第一反射面11aと第二反射面11bを有する多面光学部材11（光学部材）、第一凹反射面117aと第二凹反射面117bを有する凹面鏡117、および、凸面鏡12を含む。第一凹反射面117a、第二凹反射面117b、および、凸面鏡12は、マスクM（物体面）のパターンを基板S（像面）上に結像する結像光学系を構成する。第一凹反射面117a、第二凹反射面117b、および、凸面鏡12の光軸は共通で、y方向に延びる1点鎖線で示されている。また、投影光学系は、これらの反射鏡を収納する鏡筒13を有する。

30

40

【0014】

多面光学部材11は、y-z断面が三角形状又は台形状の部材であり、第一反射面11a、第二反射面11bおよび面11cを含む複数の平面で構成された光学部材である。多面光学部材11の第一反射面11a、第二反射面11bには反射膜が形成され、入射光を反射させて、光路を折り曲げる機能を有する。また、本実施形態では、多面光学部材11に貫通穴11dが設けられている。貫通穴11dは、y方向に延びており、凸面鏡12側に形成された開口11eと、凸面鏡12側とは反対側の鏡筒13側に形成された開口11fを有する。

【0015】

照明光学系IL1から-z方向に照射された光は、マスクMを透過し、マスクM下部に

50

ある多面光学部材 1 1 の第一反射面 1 1 a で + y 方向に折り曲げられる。そして、多面光学部材 1 1 の第一反射面 1 1 a で折り曲げられた光は、第一凹反射面 1 1 7 a、凸面鏡 1 2、第二凹反射面 1 1 7 b、第二反射面 1 1 b の順に反射され、基板 S に照射される。つまり、物体面からの光の進行方向に、第一反射面 1 1 a、第一凹反射面 1 1 7 a、凸面鏡 1 2、第二凹反射面 1 1 7 b、第二反射面 1 1 b の順に配置されている。

【 0 0 1 6 】

凸面鏡 1 2 には、凸面鏡 1 2 を支持する支持部材 1 0 1 が設けられている。支持部材 1 0 1 は、結像光学系の光軸に平行な y 方向に延びる梁状の部材であり、多面光学部材 1 1 の貫通穴 1 1 d の内部を通っている。多面光学部材 1 1 の貫通穴 1 1 d の内径の方が、支持部材 1 0 1 の外径よりも大きい。よって、支持部材 1 0 1 は多面光学部材 1 1 と接しない。支持部材 1 0 1 は、少なくとも多面光学部材 1 1 と凸面鏡 1 2 の間において、凸面鏡側に形成された開口 1 1 e から凸面鏡 1 2 へ延びている。支持部材 1 0 1 は、一方の端の支持面 1 0 1 a で凸面鏡 1 2 又は凸面鏡 1 2 の保持部材を支持し、他方の端の支持面 1 0 1 b で鏡筒 1 3 に支持されている。このように、支持部材 1 0 1 は支持面 1 0 1 b のみで支持される片持ち梁となっている。支持部材 1 0 1 は、凸面鏡 1 2 の反射面の裏側の面を支持している。

10

【 0 0 1 7 】

このように、支持部材 1 0 1 は、第一反射面 1 1 a から第一凹反射面 1 1 7 a までの光路、および、第二凹反射面 1 1 7 b から第二反射面 1 1 b までの光路に当たらないように、これらの光路外で、凸面鏡 1 2 の反射面の裏側に配置して構成されている。そのため、投影光学系内の光線領域（光線通過領域）が大きくなっても、支持部材 1 0 1 が光線を遮ったり反射したりすることがない。よって、投影光学系を大型化することなく、投影光学系内の光線領域を拡大しても、投影光学系の良好な結像性能を維持することができる。

20

【 0 0 1 8 】

また、本実施形態では、従来例のような支持部材 1 5 は存在しないため、図 1 1 に示す円弧状の光線領域 1 6 間に、隙間を設ける必要は無い。よって、円弧状の光線領域 1 6 間に隙間を設けるということは設計上の制約条件にはならず、投影光学系の設計上、有利である。したがって、多面光学部材や凸面鏡を従来と同じ大きさとしても、投影光学系において入射角度（NA）のより大きな光を取り込もうとしたり、光線領域をより大きくしたりできる。

30

【 0 0 1 9 】

なお、支持部材 1 0 1 は、凸面鏡 1 2 と多面光学部材 1 1 の間において、凹面鏡 1 1 7（第 1 凹面鏡 1 1 7 a 又は第 2 凹面鏡 1 1 7 b）から見て、凸面鏡 1 2 及び凸面鏡 1 2 の保持部材の外周よりも内側にあることが好ましい。これにより、支持部材 1 0 1 が投影光学系内の光路を遮ることを確実に防止することができる。

【 0 0 2 0 】

凸面鏡 1 2 と支持部材 1 0 1 の固定方法としては、接着剤による固定、圧縮ばねによる固定などが好ましい。接着剤による固定は凸面鏡 1 2 の反射面の形状を維持した状態で接着剤が硬化するため、反射面の形状が歪みにくいという点で優れている。圧縮ばねによる固定は、接着剤のように硬化時間を待つ必要が無い場合、短時間で固定作業が出来、作業性の点で優れている。

40

【 0 0 2 1 】

支持部材 1 0 1 の材質は、鋼、FRP（繊維強化プラスチック）などが好ましい。鋼では、FRP に比べて安価であり、加工性に優れている。FRP では、鋼と比較して重量当たりの剛性が高く、固有値（固有振動数）を高くすることが出来、凸面鏡 1 2 の振動振幅を小さく出来るという点で優れている。

【 0 0 2 2 】

支持部材 1 0 1 は中空形状とすることができる。中空形状とすることで、支持部材 1 0 1 の重量が軽くなり、動剛性を大きくすることが出来る。また、中空の領域に、温調された空気を流すことで、凸面鏡 1 2 の温度を制御することができ、さらに、投影光学系の結

50

像性能を向上させることが出来る。

【 0 0 2 3 】

多面光学部材 1 1 の貫通穴 1 1 d は、多面光学部材 1 1 への光線の照射領域外の箇所に設ける。その際、貫通穴 1 1 d の直径の大きさは、光線の照射領域外で出来るだけ大きい方が良い。貫通穴 1 1 d の直径を大きくすると、貫通穴 1 1 d の中通す支持部材 1 0 1 の直径を大きくすることが出来て、支持部材 1 0 1 の剛性を大きくすることが出来るためである。

【 0 0 2 4 】

[実施形態 2]

図 2 は、実施形態 2 の投影光学系における多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。図 3 に、図 2 の構成の x y 断面図を示す。実施形態 2 の投影光学系は、実施形態 1 と同じ多面光学部材 1 1 の他に、多面光学部材 1 1 を支持する支持枠 2 5、支持部材 1 0 1 を支持する支持枠 2 6、多面光学部材 1 1 を保持する保持部材 2 7、および、支持部材 1 0 1 を支持する支持軸 2 8 を有する。

10

【 0 0 2 5 】

多面光学部材 1 1 を保持する保持部材 2 7 は、多面光学部材 1 1 の貫通穴 1 1 d の内周に接して設けられ、支持部材 1 0 1 の外周を取り囲むように構成されている。保持部材 2 7 の内径の方が支持部材 1 0 1 の外径よりも大きい。よって、保持部材 2 7 は支持部材 1 0 1 と接しない。保持部材 2 7 は、支持枠 2 5 に接続され、支持枠 2 5 は鏡筒 1 3 に接続されている。これにより、多面光学部材 1 1 は、保持部材 2 7 と支持枠 2 5 を介して、鏡筒 1 3 に支持されている。

20

【 0 0 2 6 】

支持部材 1 0 1 は支持枠 2 6 に接続され、支持枠 2 6 は鏡筒 1 3 に接続されている。これにより、凸面鏡 1 2 は、支持部材 1 0 1 と支持枠 2 6 を介して、鏡筒 1 3 に支持されている。

【 0 0 2 7 】

支持軸 2 8 は、多面光学部材 1 1 の側面に設けられた貫通穴、および、支持枠 2 5 に設けられた貫通穴、保持部材 2 7 に設けられた貫通穴を通っている。これにより、支持軸 2 8 は、支持部材 1 0 1 と支持枠 2 6 を接続するように設けられている。つまり、支持軸 2 8 は、支持部材 1 0 1 の両端の間を支点として、支持部材 1 0 1 を支持する別の支持部材である。

30

【 0 0 2 8 】

支持軸 2 8 が無いと、支持部材 1 0 1 は先端に凸面鏡 1 2 を取り付けた片持ち梁となり、固有振動数が低下してしまう。支持軸 2 8 を設けることによって、支持部材 1 0 1 を凸面鏡 1 2 に近い部分で支えることが可能となり、支持部材 1 0 1 は両端支持梁状となる。よって、支持部材 1 0 1 の固有振動数を大きくすることが出来る。また、支持軸 2 8 は、多面光学部材 1 1 の側面に設けられた開口を貫通させるので、支持軸 2 8 が投影光学系内の光線と干渉することは無い。

【 0 0 2 9 】

[実施形態 3]

図 4 は、実施形態 3 における投影光学系の概要図である。実施形態 3 の投影光学系は、実施形態 1 と同じ多面光学部材 1 1 の他に、支持部材 1 0 1 の代わりに、凸面鏡 1 2 を支持する支持部材 4 0 1、および、支持部材 4 0 1 を支持する支持部材 4 6 を有する。

40

【 0 0 3 0 】

支持部材 4 0 1 は、実施形態 1 と同様に、多面光学部材 1 1 に設けられた貫通穴を通して、y 方向に延びており、先端で凸面鏡 1 2 を支持している。多面光学部材 1 1 の貫通穴の内径の方が、支持部材 4 0 1 の外径よりも大きい。よって、支持部材 4 0 1 は多面光学部材 1 1 と接しない。ただし、実施形態 1 とは異なり、支持部材 4 0 1 には、凸面鏡 1 2 の反射面の曲率中心位置 4 0 の近傍において、低剛性部 4 9 が形成されている。具体的に、低剛性部 4 9 は、径を小さくしたリング状の窪みとして形成されている。

50

【0031】

支持部材401は、支持部材46を固定端とする片持ち梁となっている。支持部材46は剛性の小さな材料で構成されている。また、支持部材401は、低剛性部49によって、凸面鏡12の反射面の曲率中心位置の剛性が、その曲率中心位置の他の位置の剛性よりも小さくなっている。

【0032】

一方、露光装置内にはマスクMや基板Sを移動するためのステージがあり、そのステージの駆動反力や、露光装置が設置されている床から伝わる振動の外乱により、支持部材401が振動してしまう。片持ち梁状の支持部材401の振動は、曲率中心位置40を回転中心としたX・Z方向の回転振動となる。そのため、凸面鏡12は、その曲率中心位置40を中心として振動することになり、凸面鏡12の反射面は、反射面に沿ってずれるだけであって、反射面の法線方向へのずれは低減される。したがって、従来の投影光学系よりも、凸面鏡12の反射面のずれによる投影光学系の結像性能の劣化を低減することができる。本実施形態により、例えば、基板Sに投影された像のシフトが低減し、基板S上のパターン像の歪みが低減する。そのため、基板上に形成されるパターンの欠陥、パターンの線幅均一性が低減する。

10

【0033】

低剛性部49の部分は、剛性を低くすればよいので、窪みの代わりに、弾性ヒンジ部材、や、剛性の小さな弾性部材などの構造を設けることができる。弾性ヒンジ部材は、ヒンジ部に支持部材401の振動の回転中心を設けることが容易であるという点で優れている。剛性の小さな弾性部材としてはアルミニウム合金等が有り、弾性ヒンジ部材と比較して、衝撃に対する塑性変形に強いという点で優れている。

20

【0034】

[実施形態4]

次に、図5に基づいて、第4実施形態の投影光学系について説明する。図5は、実施形態4の投影光学系における多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。図6に、図5の構成のx y断面図を示す。実施形態4の投影光学系は、実施形態2の構成の他に、多面光学部材11を移動させるための駆動機構52、凸面鏡12を移動させるための駆動機構53を備える。また、実施形態2の支持軸28の代わりに、支持軸58が設けられている。

【0035】

駆動機構52、53は、アクチュエータ等の駆動源を備える。アクチュエータとしては、ステッピングモーター、リニアモーターなどが好ましい。ステッピングモーターは、汎用アクチュエータであるため比較的安価であり、また、駆動パルス数で位置を制御できるため、位置調整制御が容易であるという点で優れている。リニアモーターは、直線駆動アクチュエータであるため、ステッピングモーターの様な回転駆動アクチュエータを用いる場合に必要となる回転運動を直進運動に変換する機構が不要となる。よって、構造が簡素になるという点で優れている。

30

【0036】

多面光学部材11の保持部材27は円筒形状となっている。多面光学部材11の貫通穴内部に、保持部材27が接続されている。よって、多面光学部材11と保持部材27は一体構造となっている。また、保持部材27の内径側には、支持部材101が非接触で貫通している。さらに、多面光学部材11と、その支持枠25には左右側面に貫通穴が設けられていて、保持部材27に接続された支持軸58が貫通している。支持軸58は、多面光学部材11と支持枠25に対して非接触で貫通しており、それらには隙間が設けられている。

40

【0037】

投影光学系において、フォーカス位置を調整したり、非点収差等の結像性能を調整するためには、多面光学部材11や凸面鏡12の位置を調整することが必要となる。例えば、フォーカス位置を調整する場合は、多面光学部材11の位置のみを調整し、非点収差を調整する場合は凸面鏡12の位置を調整する必要がある。よって、多面光学部材11と凸面

50

鏡 1 2 は、それぞれ独立に位置を調整できるように構成される必要が有る。したがって、本実施形態では、それぞれに駆動機構を設けている。

【 0 0 3 8 】

駆動機構 5 2 は、支持枠 2 5 と支持軸 5 8 の間に設けられている。駆動機構 5 2 が動作することによって、鏡筒 1 3 に接続された支持枠 2 5 を固定側として、支持軸 5 8 の位置を調整することができる。支持軸 5 8 は、保持部材 2 7 を介して、多面光学部材 1 1 に接続されて一体化されているため、駆動機構 5 2 によって、多面光学部材 1 1 の位置を調整することができる。

【 0 0 3 9 】

駆動機構 5 2 は、支持枠 2 5 の左右側面にそれぞれ 1 個ずつ合計 2 個設ける。左右それぞれの駆動機構 5 2 は、Y 軸と Z 軸の駆動軸を有している。よって、多面光学部材 1 1 を Y 軸と Z 軸の 2 方向に直線駆動させることが可能となる。また、左右それぞれの駆動機構 5 2 の Y 軸駆動を逆向きに駆動させることで、Z 軸周りに回転駆動させることが出来る。さらに、左右それぞれの駆動機構 5 2 の Z 軸駆動を逆向きに駆動させることで、Y 軸周りに回転駆動させることが出来る。

10

【 0 0 4 0 】

駆動機構 5 3 は、鏡筒 1 3 と支持枠 2 6 の間に設けられている。駆動機構 5 3 が動作することによって、鏡筒 1 3 を固定側として、支持枠 2 6 の位置を調整する。これにより、駆動機構 5 3 は、支持枠 2 6 と支持部材 1 0 1 を介して、凸面鏡 1 2 の位置を調整することができる。駆動機構 5 3 は、支持枠 2 6 の左右下部にそれぞれ 1 個ずつ合計 2 個設ける。左右それぞれに設けた駆動機構 5 3 は、X 軸と Y 軸と Z 軸に駆動軸を有している。よって、凸面鏡 1 2 を X 軸と Y 軸と Z 軸の 3 方向に直線駆動させることが可能となる。

20

【 0 0 4 1 】

なお、駆動機構 5 3 を、凸面鏡 1 2 と支持部材 1 0 1 の間に設けてもよい。この場合は、駆動機構 5 3 が動作することによって、支持部材 1 0 1 を固定側として、凸面鏡 1 2 の位置を調整できる。駆動機構 5 3 は、X 軸と Y 軸と Z 軸に駆動軸を有している。よって、凸面鏡 1 2 を X 軸と Y 軸と Z 軸の 3 方向に直線駆動させることが可能となる。駆動機構 5 3 は、鏡筒 1 3 と支持枠 2 6 の間に設ける場合、駆動機構 5 3 は、凸面鏡 1 2 と支持部材 1 0 1 と支持枠 2 6 の 3 つを駆動させなければならない。その場合と比較して、駆動機構 5 3 を凸面鏡 1 2 と支持部材 1 0 1 の間に設けた場合は、凸面鏡 1 2 のみを駆動させればよいので、駆動対象物の重量が小さくなり、駆動機構を小型化できる点で優れている。また、制御対象である凸面鏡 1 2 を直接駆動する事が出来るため、駆動精度が高くなる点で優れている。

30

【 0 0 4 2 】

しかし、駆動機構 5 3 を凸面鏡 1 2 と支持部材 1 0 1 の間に設けた場合、凸面鏡 1 2 周辺の重量が増して、支持部材 1 0 1 の固有値が低下する。そのため、鏡筒 1 3 と支持枠 2 6 の間に設けた場合の方が、凸面鏡 1 2 周辺の重量が増えず、支持部材 1 0 1 の固有値が低下しない点で優れている。

【 0 0 4 3 】

なお、駆動機構 5 2、5 3 は、手動で移動できる機構とすることも可能で、手動で動かしてもよい。手動機構とした場合は、駆動機構の簡素化ができ、安価に出来る点で優れている。また、アクチュエータ等の発熱源が無いため、発熱による投影光学系の結像性能の劣化が無い点で優れている。

40

【 0 0 4 4 】

駆動機構 5 2、5 3 は共に、投影光学系内の光線から離れた位置に配置するため、光線と干渉することは無い。

【 0 0 4 5 】

[実施形態 5]

図 7 は、実施形態 5 の投影光学系における多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。本実施形態の投影光学系の構成は、実施形態 2 の構成と、実施形態 4 の構成との組み合

50

わせである。本実施形態の投影光学系は、多面光学部材 1 1 の他に、多面光学部材 1 1 を支持する支持枠 2 5、支持部材 1 0 1 を支持する支持枠 2 6、多面光学部材 1 1 を保持する保持部材 2 7、および、支持部材 1 0 1 を支持する支持軸 2 8 を有する。さらに、本実施形態の投影光学系は、多面光学部材 1 1 を移動させるための駆動機構 5 2、凸面鏡 1 2 を移動させるための駆動機構 5 3 と、支持軸 5 8 を備える。

【 0 0 4 6 】

支持軸 2 8、5 8 は共に、多面光学部材 1 1 の側面の貫通穴を通っていて、両者共に多面光学部材 1 1 との間に隙間が有り、非接触である。多面光学部材 1 1 と凸面鏡 1 2 はそれぞれの駆動部 5 2、5 3 によって、独立して相対的に移動される。よって、支持軸 2 8 と多面光学部材 1 1 の間の隙間は、多面光学部材 1 1 と凸面鏡 1 2 の相対移動量以上の隙間が設けられている。

10

【 0 0 4 7 】

また、支持軸 2 8、5 8 は共に、多面光学部材 1 1 の側面の貫通穴を通っているため、投影光学系内の光線と干渉することは無い。

【 0 0 4 8 】

[実施形態 6]

図 8 は、実施形態 6 の投影光学系における多面光学部材と凸面鏡の周辺の概要図である。本実施形態の投影光学系の構成は、実施形態 4 の構成に、実施形態 3 の低剛性部を組み合わせた構成である。本実施形態の投影光学系は、多面光学部材 1 1 の他に、多面光学部材 1 1 を支持する支持枠 2 5、支持部材 1 0 1 を支持する支持枠 2 6、および、多面光学部材 1 1 を保持する保持部材 2 7 を有する。さらに、本実施形態の投影光学系は、多面光学部材 1 1 を移動させるための駆動機構 5 2、支持軸 5 8、凸面鏡 1 2 を移動させるための駆動機構 5 3、および、低剛性部 4 9 を備える。低剛性部 4 9 は、径を小さくしたリング状の窪みとして形成されている。

20

【 0 0 4 9 】

保持部材 2 7 の内径側に、支持部材 1 0 1 が隙間を設け非接触で貫通している。よって、外乱振動により支持部材 1 0 1 が凸面鏡 1 2 の曲率中心を回転中心として振動することになり、凸面鏡 1 2 の反射面のずれを低減し、基板に投影された像のシフトが低減する効果を得ることが可能となる。

【 0 0 5 0 】

30

以上のように、各実施形態の投影光学系によれば、投影光学系を大型化することなく、投影光学系内の光線の領域を拡大しても、凸面鏡を支持する支持部材で光線がけられないようにして、良好な結像性能を維持する投影光学系を提供することができる。

【 0 0 5 1 】

本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。例えば、凹面鏡 1 1 7 は第一凹反射面 1 1 7 a と第二凹反射面 1 1 7 b を含む 1 つの部材として構成されているが、第一凹反射面 1 1 7 a を有する凹面鏡と、第二凹反射面 1 1 7 b を有する凹面鏡とに、2 つ独立した部材として構成されてもよい。また、凸面鏡を支持する支持部材の構造は、上記実施形態に限らず、投影光学系内の光線の領域を拡大しても、投影光学系内の光線を遮光または反射しないようなものであればよい。例えば、凸面鏡 1 2 を支持する支持部材 1 0 1 を曲がり梁や T 字状部材など他の形状としてもよい。

40

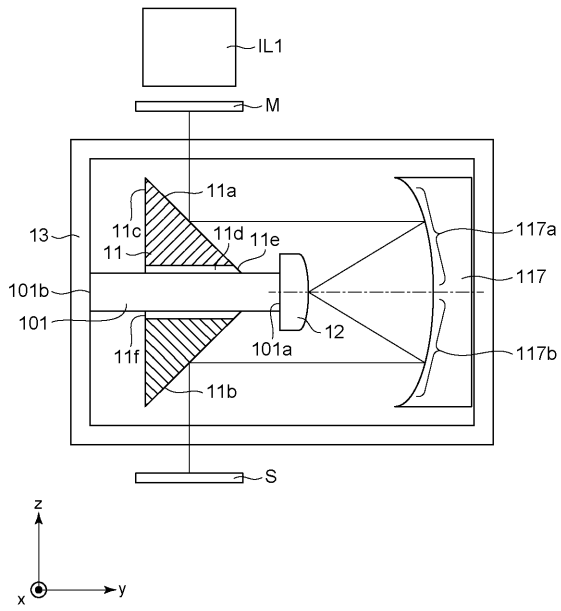
【 0 0 5 2 】

[実施形態 7]

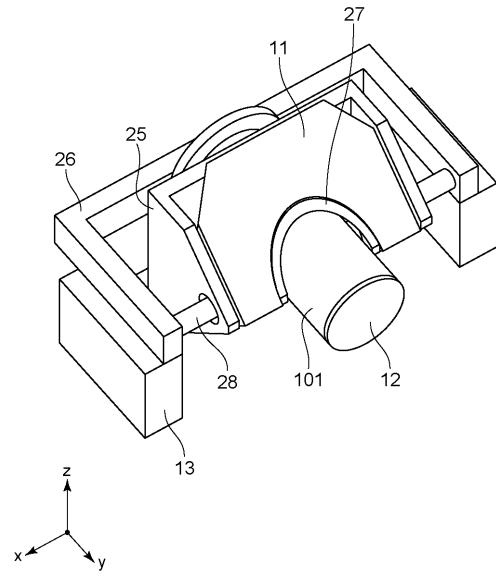
次に、前述の露光装置を利用したデバイス（半導体 IC 素子、液晶表示素子等）の製造方法を説明する。デバイスは、前述の露光装置を使用して、感光剤が塗布された基板（ウェハ、ガラス基板等）を露光する工程と、その基板（感光剤）を現像する工程と、他の周知の工程と、を経ることにより製造される。他の周知の工程には、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等が含まれる。本デバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。

50

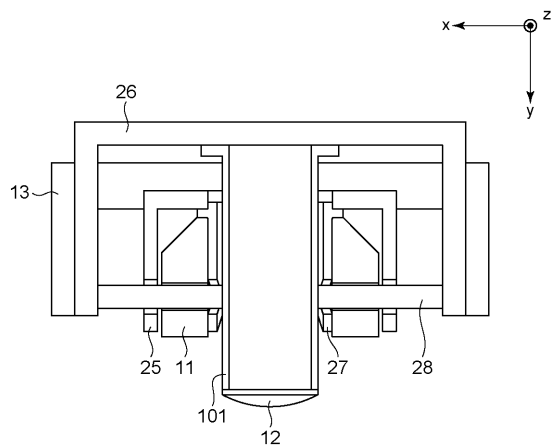
【図 1】



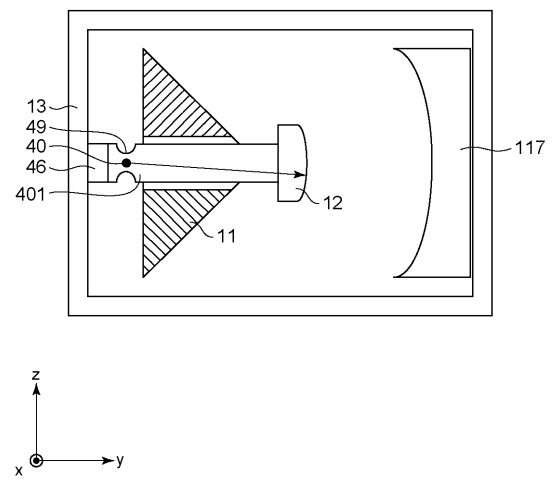
【図 2】



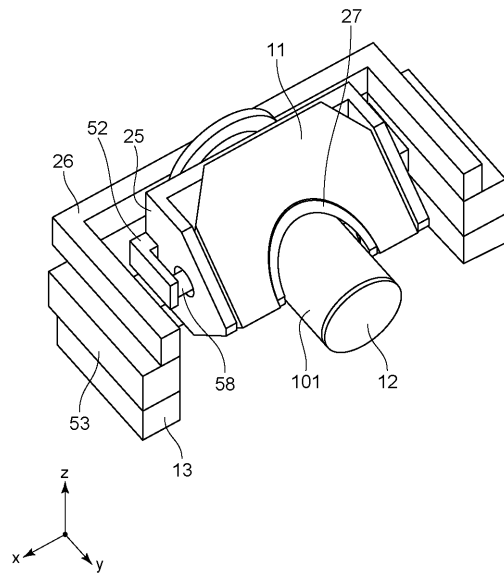
【図 3】



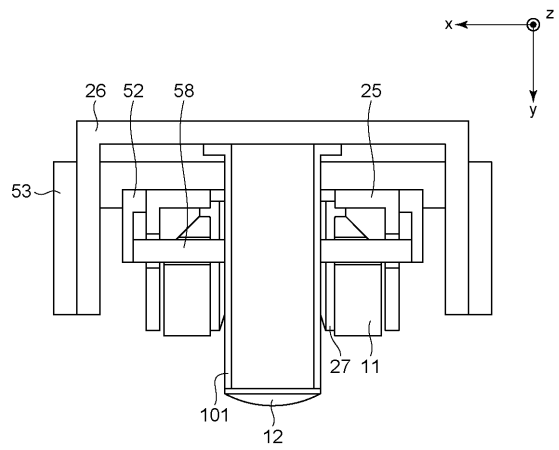
【図 4】



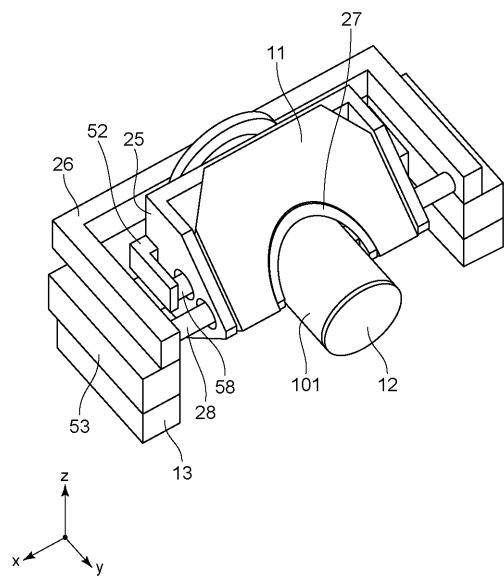
【図 5】



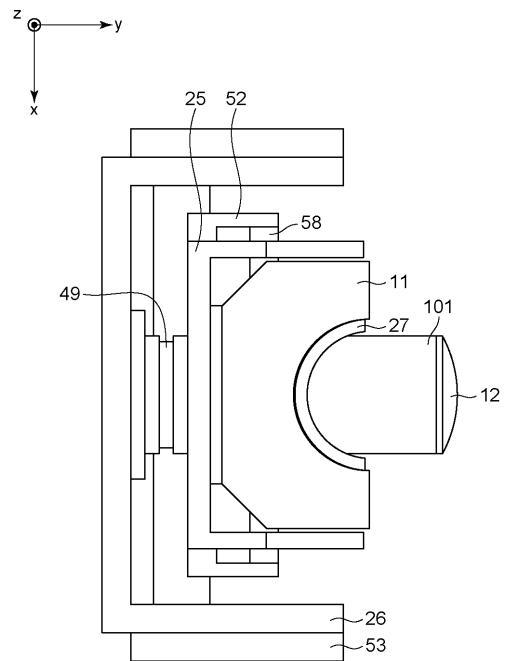
【図 6】



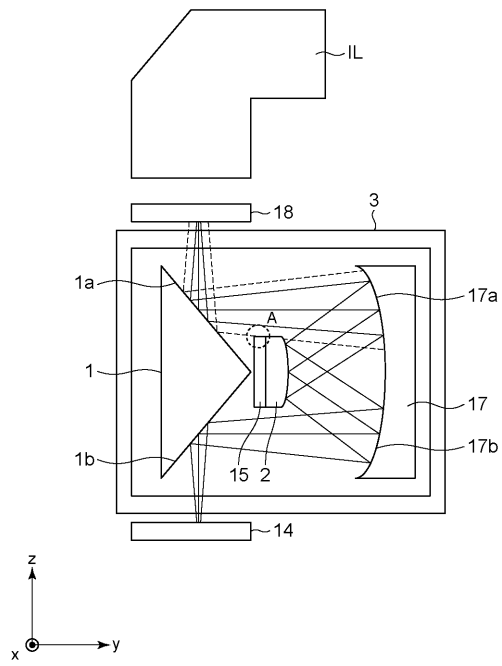
【図 7】



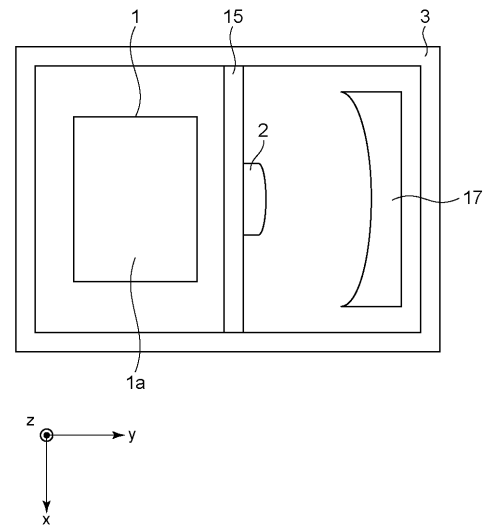
【図 8】



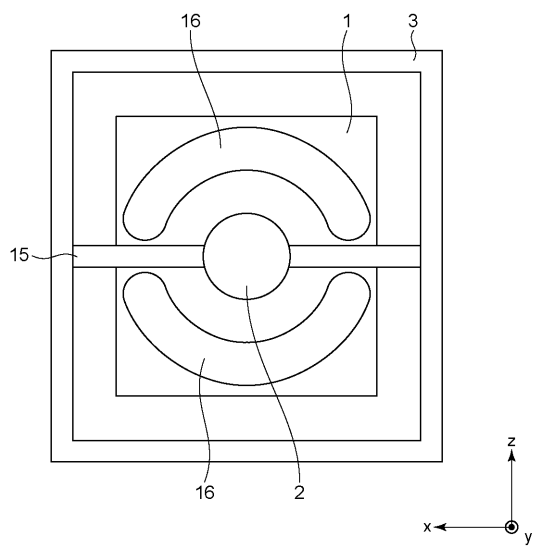
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 中嶋 猛
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 特開2011-108793(JP,A)
特開2011-82311(JP,A)
特開2010-20017(JP,A)
特開2008-311498(JP,A)
特開2001-326160(JP,A)
特開平6-89844(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20