

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年3月25日(25.03.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/032753 A1

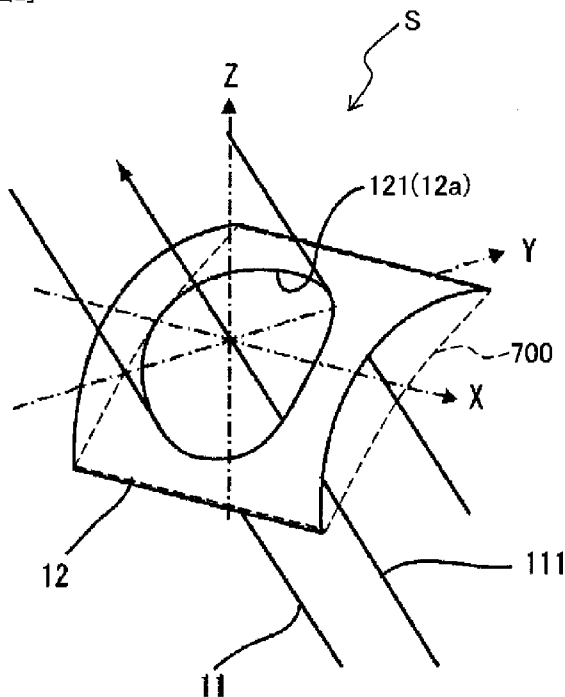
- (51) 国際特許分類:
G02B 17/00 (2006.01) *G02B 13/24* (2006.01)
G02B 13/14 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/066168
- (22) 国際出願日: 2009年9月16日(16.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-239478 2008年9月18日(18.09.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 白石 雅之 (SHIRAIISHI, Masayuki) [JP/JP]; 〒1008331 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 Tokyo (JP). 小野 拓郎 (ONO, Takuro)
- [JP/JP]; 〒1008331 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤本 芳洋(FUJIMOTO, Yoshihiro); 〒1070062 東京都港区南青山1丁目14番7号 ヴェルディ乃木坂2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,

[続葉有]

(54) Title: APERTURE STOP, OPTICAL SYSTEM, EXPOSURE APPARATUS AND ELECTRONIC DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 開口絞り、光学系、露光装置及び電子デバイスの製造方法

[図2]



(57) Abstract: A pupil surface of an optical system or a surface adjacent to the pupil surface is provided with an aperture stop plate (12) which defines a luminous flux (11). An aperture (121) formed on the aperture stop plate (12) has a three-dimensional shape which corresponds to an optimum pupil shape of the optical system.

(57) 要約: 光学系の瞳面又はその近傍面において光束11を規定する開口絞り板12を設ける。この開口絞り板12に形成される開口121は、光学系の最適瞳形状に対応する三次元形状を有する。

WO 2010/032753 A1

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, 添付公開書類:
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

開口絞り、光学系、露光装置及び電子デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学系の中に配置される開口絞り、光学系、露光装置に関するものである。また、本発明は、半導体素子、液晶表示素子などのデバイスを製造するためのリソグラフィ工程で使用される露光装置の光学系に使用して好適なものであり、該露光装置を用いる電子デバイスの製造方法にも関するものである。

[0002] なお、この出願は2008年9月18日に提出された日本国特許出願第2008-239478号の優先権の利益を主張し、その全ての開示を援用して本文の記載の一部とする。

背景技術

[0003] 近年、半導体集積回路の微細化に伴い、光の回折限界によって制限される光学系の解像力を向上させるために、従来の紫外線に代えて、より短い波長（11～14nm程度）のEUV（Extreme Ultraviolet）光（極端紫外線）を使用した露光技術が開発されている。これにより、約22～45nmのパターンサイズの露光が可能になるものと期待されている。EUV光の波長領域での物質の屈折率は1に近いため、従来のレンズのような透過屈折型の光学素子を使用することができず、反射型の光学素子であるミラーが使用される。

[0004] EUV光を露光光とする露光装置（以下、EUV露光装置という）は、EUV光を発生する光源、光を整形する照明光学系ミラー群、反射型のマスク、該マスク上の回路パターンをウエハ上に縮小投影する投影光学系ミラー群等を備えて構成されている。光源としては、レーザプラズマ方式、放電プラズマ方式等が使用される。露光光の光路は、光の吸収を抑制するため、真空とされる必要があり、光学系を構成するミラー群は真空チャンバ内に收容さ

れている。このようなEUV露光装置は、例えば、下記特許文献1に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2007/004358号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、従来の紫外線を露光光とする露光装置においては、その投影光学系は透過屈折系であり、光軸を中心とした回転対称な光学系であったので、瞳（又は開口絞り）を含む全ての光学素子が回転対称であり、必然的に開口絞りはレチクル面・ウエハ面に平行で且つ円形が最適形状であり、そのような円形の開口絞りが用いられていた。

[0007] 一方、特許文献1に示されるようなEUV露光装置のように、投影光学系として反射光学系を用いるものでは、光束干渉を避けるため、光軸から離れたフィールドを使用しているが、開口絞りは光軸に対して斜めに光束が通る位置に、円形もしくは楕円形で、レチクル面・ウエハ面に平行に配置されていた。

[0008] しかしながら、そのような開口絞りは、フィールド内の各方位で最適な位置に設けられておらず、それによりウエハに像を投影する際に像の歪みなどの光学性能の劣化を招くおそれがあった。

[0009] 本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、光学性能に優れた光学系及びそのような光学系に好適な開口絞りを提供することを目的とする。

[0010] また、その光学系または開口絞りをを用いた露光装置の提供、及び電子デバイスの製造方法を提供することも目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の第1の態様に係る光学系は、所定面において光束を規定する開口

絞りを有する光学系において、前記開口絞りの開口形状の輪郭が三次元形状であることを特徴とする。

[0012] また、本発明の第2の態様に係る光学系は、少なくとも2つの反射光学素子を備えた光学系であって、前記2つの反射光学素子の間の光路中に前記光学系の瞳面を有し、前記瞳面の輪郭は三次元形状であることを特徴とする。

[0013] 本発明に係る露光装置は、第1面の像を第2面上に露光する露光装置であって、上述した本発明の第1又は第2の態様に係る光学系を備えるものである。

[0014] 本発明に係る電子デバイスの製造方法は、リソグラフィ工程を含む電子デバイスの製造方法であって、そのリソグラフィ工程は、上述した本発明に係る露光装置を用いるものである。

発明の効果

[0015] 本発明の第1の態様に係る光学系によれば、開口絞りにより形成される開口の輪郭が三次元形状であるので、光学系の実際の瞳形状により適合させることができ、光学性能に優れた光学系を提供することができる。

[0016] 本発明の第2の態様に係る光学系によれば、光学系の瞳面の輪郭を三次元形状にすることができ、光学性能に優れた光学系を提供することができる。

[0017] 本発明に係る露光装置によれば、本発明の第1又は第2の態様に係る光学系または開口絞りを用いているので、より微細なパターンを高精度に形成することができる。

[0018] 本発明に係る電子デバイスの製造方法によれば、本発明に係る露光装置を用いているので、高集積で小型の電子デバイスを製造することもできる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施形態におけるEUV露光装置の概略構成を示す図である。

[図2]本発明の第1実施形態における開口絞りの構成を示す斜視図である。

[図3]本発明の第1実施形態における複数枚の開口絞り板を備える開口絞りの構成を示す斜視図である。

[図4]本発明の第1実施形態における駆動装置を備える開口絞りの構成を示す

斜視図である。

[図5]本発明の第2実施形態における開口絞りの一例を示す斜視図である。

[図6]本発明の第2実施形態における開口絞りの一例を示す側面図である。

[図7]本発明の第2実施形態における開口絞りの一例を示す上面図である。

[図8]本発明の第2実施形態における開口絞りの開口形状を規定する短冊部材をスライドさせる駆動装置の一例を示す断面図である。

[図9]本発明の第2実施形態における短冊部材の変形例を表す図である。

[図10]本発明の第2実施形態における短冊部材の変形例を表す図である。

[図11]本発明の第2実施形態における開口絞りの変形例を表す上面図である。

。

[図12]本発明の第2実施形態における開口絞りの変形例を表す上面図である。

。

[図13]本発明の第2実施形態における駆動装置の変形例を示す図である。

[図14]本発明の第2実施形態における駆動装置の変形例を示す断面図である。

。

[図15]本発明の第2実施形態における短冊部材を光軸方向へ駆動させる駆動装置を備える開口絞りの斜視図である。

[図16]本発明の第3実施形態における開口絞りの構成を示す斜視図である。

[図17]本発明の第3実施形態における第1及び第2遮光部材の動作を示す図であって、最大NAを規定する場合を示す図である。

[図18]本発明の第3実施形態における第1及び第2遮光部材の動作を示す図であって、最大NAより1段小さいNAを規定する場合を示す図である。

[図19]本発明の第3実施形態における第1及び第2遮光部材の動作を示す図であって、最大NAより2段小さいNAを規定する場合を示す図である。

[図20]本発明の第3実施形態における第1及び第2遮光部材の動作を示す図であって、最小NAより1段大きいNAを規定する場合を示す図である。

[図21]本発明の第3実施形態における第1及び第2遮光部材の動作を示す図であって、最小NAを規定する場合を示す図である。

[図22]本発明の第3実施形態における第1及び第2遮光部材の他の動作を示す図である。

[図23]本発明の第3実施形態における第1及び第2遮光部材のさらに他の動作を示す図である。

[図24]本発明の第3実施形態における投影光学系の要部を模式的に示す正面図である。

[図25]本発明の第3実施形態における4分割した部分筒状(90°)の部材からなる遮光部材の構成を示す上面図である。

[図26]本発明の第4実施形態における開口絞りの構成を示す斜視図である。

[図27]本発明の第4実施形態における開口絞りの構成を示す上面図である。

[図28]本発明の第4実施形態における短冊部材の変形例を示す図である。

[図29]本発明の実施形態における電子デバイスの製造方法の概要を示す流れ図である。

[図30]最適瞳形状が三次元形状となることを説明するための斜視図である。

[図31]本発明の実施例における光線追跡図である。

発明を実施するための形態

[0020] 最初に本発明に至る過程で発明者が見出した従来の光学系の開口絞りの問題点およびそれを解決するためのアプローチについて簡単に説明する。EUV露光装置のような投影光学系は、それが共軸・非共軸設計に関わらず、ウエハ側で均一なNA(Numerical Aperture)を持つ光線をフィールド内の各点で追跡すると、瞳近傍において最適な瞳となる位置が同じNAで規定される光線の方向ごとに異なっていることが分かった。特に、フィールド内の各点から出た同一NAで規定される光線は、瞳近傍で同一点で交わらず、ある最小錯乱円を持つ光束を描く。この最小錯乱円の高さが、同一NAで規定される光線の方向により異なっていて、特にNAで規定される光線のサジタル方向とメリジオナル方向とで大きく歪んでおり、単に平面上に楕円が描かれたり、レチクル面とウエハ面に平行でない平面上に曲線が描かれたりするのではなく、フィールド内の各点について同一NAで規定される複数の光路(

方向)を通る光線が作る光束の最小錯乱円の高さをNAで規定される光線の方角ごとに結んだ包絡線は、同一平面上にない。この傾向は、光学設計が共軸・非共軸に関わらず発生する傾向であることが分かった。むしろ、非共軸の設計のほうが、あるいはNAが大きい光学系のほうが、その非対称性は強くなる。

[0021] これを、図30を用いて説明する。図30は、EUV露光装置の投影光学系の瞳近傍の概略である。図30で説明する投影光学系は、瞳を光束が下から上へ通過する。なお、ここでXYZ軸は、Z軸が上下方向でレチクルのある側が上、X軸が非スキャン方向、Y軸がスキャン方向である。なお、図示はしていないが、投影光学系は6枚設計を例にとり、レチクルからウエハに向かう光学的順序に沿って、M1、M2、M3、M4、M5、M6という6枚のミラーがあるものとし、M1ミラーとM2ミラーの間に投影光学系の瞳があるものとする。この場合、レチクルから来た光がM1ミラーで反射してM1ミラーより上方のM2ミラーに光束が向かうので、瞳を光束が下から上へ通過する。もちろんのこと、異なる設計解に対しては、必ずしもM1ミラーとM2ミラーの間に瞳があるわけではなく、また瞳の光束通過方向が下から上とも限らない。

[0022] 主光線51はNAが0に相当する光線であり、フィールド内の各点から出た光線が瞳近傍で最も収斂する点531を以って、代表的な瞳高さとする。光学系の特性から、フィールド内の各点から出た光線は完全には1点に収斂せず、最小錯乱円が得られる。従来は、この高さの近傍に、所定のNA値(例えば $NA=0.25$ 、あるいは $NA=0.20$ 等)に対応して、個々のNAにおいて最適な光学性能となるように微調整した高さの平面上に、円形もしくは楕円形の開口が形成されるように開口絞りが構成されていた。

[0023] しかしながら、例えば $NA=0.25$ の光束について、瞳内の各方位(瞳において±X方位、±Y方位の4方向)でそれぞれ、フィールド内の各点から出た光線が瞳近傍で最も収斂する最小錯乱円の高さをプロットすると、それぞれ532~535のような高さとなることが分かった。例えば、図30

のように瞳近傍で主光線が $-Z$ から $+Z$ 方向に貫くときに $+Y$ から $-Y$ に倒れて光束が貫くとき、ある光学設計においては、瞳の $+Y$ 方位を通過する $NA=0.25$ 光束の最小錯乱円高さ 532 は、 531 よりも $-Z$ 側にあり、瞳の $\pm X$ 方位を通過する $NA=0.25$ 光束の最小錯乱円高さ 533 、 534 は、 531 よりも $+Z$ 側にあり、さらに、瞳の $-Y$ 方位を通過する $NA=0.25$ 光束の最小錯乱円高さ 535 は、 531 よりも $+Z$ 側で、 533 及び 534 よりもさらに高い位置にあることが分かった。

[0024] なお、図30は、光束が $-Z$ 側から $+Z$ 側に進む際に、 $+Y$ 側から $-Y$ 側へ傾いて通過する場合で、 $+Y$ 方位の最小錯乱円が $-Z$ 側に、 $-Y$ 方位の最小錯乱円が $+Z$ 側に歪む例を挙げたが、必ずしもそうなるとは限らない。例えば、これらは、光学設計ごとに瞳近傍のディストーションがどのようになっているかに応じて異なったものとなるからである。

[0025] 一例として、本願発明者によりなされた、ある光学系についてのシミュレーションでは、 531 を基準の高さとして、 532 の高さは -4 mm であり、 533 及び 534 の高さは $+5\text{ mm}$ であり、 535 の高さは $+10\text{ mm}$ であった。もし $NA=0.25$ の各方位の最小錯乱円の高さが平面上に並んでいるとすると、 532 の高さ、 533 及び 534 の高さ、 535 の高さは等間隔に並ぶはずであるが、実際は、 532 の高さと 533 及び 534 の高さの差は 9 mm であり、 533 及び 534 の高さの差は 5 mm である。このことは、各方位の最小錯乱円の高さをつないで得られる輪郭の曲線を X 方向から投影したとき、これは直線ではなく曲線を描いていることを意味し、すなわち $NA=0.25$ の瞳の輪郭は三次元曲線（曲面状に穴を開けた形）が最適であることを意味する。

[0026] このことは、EUV露光装置の反射光学系では、最適な絞り形状として、開口の輪郭が同一平面上に無いようなもので構成するほうが光学性能が向上しうることを意味する。従来、そのような開口絞りは存在しなかった。従来存在したような、レチクル面・ウエハ面に平行な平面上の開口、あるいはレチクル面・ウエハ面とは平行でなく傾いている平面上の開口では、光学性能

を一部劣化するおそれがある。

[0027] このように、マスク又はウエハに平行な又は平行でない平面上に円形又は楕円形の開口を有する開口絞りを設けていた従来技術では、その開口の輪郭が平面上にあるため、必ずしもフィールド内の各方位で最適な瞳高さにならず、ウエハに投影する際に各像高で瞳が異なるように歪むなどの光学性能の劣化を招いていた。このような問題を発明者は以下に具体例で例示した本発明の光学系により解決した。

[0028] 以下、投影露光装置の投影光学系に、本発明の光学系を適用した実施形態について、図面を参照して説明する。

[0029] 〔露光装置の全体構成〕

図1は、本例の露光装置EXの概要を示す図である。本例の露光装置EXは、波長5nm~100nm程度の極紫外線光であるEUV (Extreme Ultraviolet) 光を露光光として使用するEUV露光装置である。

[0030] 本露光装置EXは、光源装置1からの露光用の照明光（露光光）ILで反射型のマスクMのパターン面（マスク面）を照明する照明光学系ILSと、マスクMを載置し、マスクMの位置決めを行うマスクステージMSと、マスクMのパターン像をウエハW（感光性基板）上に投影する投影光学系（結像光学系）PLと、ウエハWを載置し、ウエハWの位置決めを行うウエハステージWSを備える。

[0031] 図1においては、ウエハWの載置面の法線方向をZ方向とし、Z方向に垂直な平面内において図1の紙面に平行な方向をY方向、紙面に垂直な方向をX方向としている。なお、本露光装置EXは、マスクMとウエハWとを図1のY方向（以下、走査方向Yともいう）に走査移動させつつ、マスクM上のマスクパターンをウエハWに投影する走査型露光装置である。

[0032] 本例の露光装置EXは、その内部が真空雰囲気に維持される真空チャンバ100を有しており、EUV光の発光点からウエハWまでの光路の全体は、真空チャンバ100内に収められる。また、マスクステージMSには、不図

示の静電チャック方式のマスクホルダが設けられ、そのマスクホルダによってマスクMが保持される。同様に、ウエハステージWSには、不図示の静電チャック方式のウエハホルダが設けられ、そのウエハホルダによってウエハWが保持される。さらに、マスクステージMS及びウエハステージWSは、それぞれマスクステージ駆動部（不図示）及びウエハステージ駆動部（不図示）によって、Y方向に所定ストロークで駆動可能であるとともに、X方向、Z方向、X方向周りの回転方向である θ X方向、Y方向回りの回転方向である θ Y方向及びZ方向回りの回転方向である θ Z方向にも駆動可能である。

[0033] なお、不図示の制御部が配置されており、その制御部からマスクステージMSやウエハステージWS等の本露光装置の各部に対して各種の指令を与える。レーザ励起型プラズマ光源又は放電励起型プラズマ光源等の光源装置1から射出された露光光は、コリメータミラー2により略平行光束とされ、照明光学系ILSに入射される。

[0034] 照明光学系ILSに入射された露光光（照明光IL）は、オプティカルインテグレータ3に入射する。すなわち、照明光ILは、反射型のオプティカルインテグレータ3を構成する第1のフライアイミラー3a（第1の均一化光学素子）と第2のフライアイミラー3b（第2の均一化光学素子）とにより順次反射され、第2のフライアイミラー3b上（又はその近傍）である照明光学系ILSの瞳面（照明光学系瞳面）に、所定の形状を有する実質的な面光源を形成する。その後、照明光ILは、コンデンサミラー4によって集光され、光路折り曲げ用の平面ミラー5によって偏向されて、マスクMのパターン面上の露光視野内を円弧スリット状の照明光ILとしてほぼ均一に照明する。

[0035] マスクMのパターン面により反射されて投影光学系PLに入射した照明光IL（露光光）は、第1ミラーPM1によって反射され、投影光学系PLの瞳面又はその近傍に配置された開口絞りSを介した後、第2ミラーPM2に入射する。第2ミラーPM2で反射された照明光IL（露光光）は、第3ミ

ラーPM3、第4ミラーPM4、第5ミラーPM5、第6ミラーPM6の順に反射されて、ウエハW上の露光領域にマスクパターンの像を形成する。

[0036] 投影光学系PLを構成する各ミラーPM1～PM6は、低熱膨張ガラス製のミラー基板の表面に、少なくとも2つの材料が互いに積層された多層膜を有する反射型光学素子である。多層膜としては、波長13.5nmに反射ピークを有するモリブデン(Mo)とシリコン(Si)を例えば40～50層程度交互に積層して構成されるものを用いることができる。なお、照明光学系ILSを構成するミラー等も同様に構成されている。

[0037] ここで、本実施形態における投影光学系PLは、図1に示す如く、光軸AXに軸対称な共軸反射光学系である。このような光学系においては、マスクMからウエハWに至る光束は、複数のミラー(第1ミラーPM1～第6ミラーPM6)によって順次反射されるとともに、その各光路は空間的に相当程度重複して、各ミラーの間を往復するものとなる。また、投影光学系PLを構成するミラーであって光軸上に配置された円形のミラー(例えば第2ミラー)による遮蔽を回避するために、その視野の形状は、物体面上及び像面上において、光軸から所定の半径だけ離れた円弧状の領域の一部であることが一般的である。

[0038] 本例の投影光学系PLでは、その視野は、物体面(マスクM)上で、光軸AXから第3方向である+Y方向に離れた位置を中心とする円弧状の領域である。そして、投影光学系PLが光軸対称な光学系であることから、各ミラー(第1ミラーPM1～第6ミラーPM6)で反射された各光束は、光軸AXを中心として収束方向に、または光軸AXを中心として発散する方向に反射されることになる。

[0039] 第2ミラーPM2と第3ミラーPM3との間の光路中の所定面(投影光学系PLの瞳面又はその近傍面)には、開口絞り(NA絞り)Sが設けられている。開口絞りSは、投影光学系PLの瞳を通過する光束について、NAを規定するものである。以下、開口絞りSの詳細について説明する。

[0040] [第1実施形態]

図2は本発明の第1実施形態に係る開口絞り（NA絞り）の構成及び配置を示す斜視図、図3は同じく開口絞り板の構成を示す斜視図である。なお、図2において、Z軸が光軸方向（投影光学系を縦に置いた場合は縦方向）、XY平面が水平面で、Y軸がスキャン方向、X軸が非スキャン方向であり、光学系はY軸に関して対称設計であるものとする。

[0041] この実施形態の開口絞りSは、開口絞り板12を備えて構成されている。開口絞り板12は、予め所定の曲面（三次元曲面）状に湾曲させた板状体に所定の形状、例えば、楕円形の開口12aを設けて構成されている。なお、板状体に所定の形状の開口を形成した後に所定の曲面（三次元曲面）状に湾曲させてもよい。従って、開口絞り板12の開口12aは、1つの二次元平面上にはなく、三次元曲面上に形成されており、その輪郭（または開口12aを画成する内周部）121は三次元形状（三次元曲線）となっている。図2に示すように、開口絞り12により制限される光束11の主光線111は、Z軸と所定角度で傾斜している。開口絞り板12及び開口12aを規定する内周部121は、それぞれ、主光線と交差する平面、例えば、図2に仮想線で表した面700内には存在せず、面700が主光線111の方向に部分的に撓むことによって形成された曲面上に存在する。すなわち、内周部121を構成している周方向の部位(sites)または点(points)は、主光線と交差する平面700から主光線111の方向にオフセットしている。オフセットしている距離（最適瞳高さ）は、平面700の面内における方位によって異なる。なお、開口絞り板12の材料は、一例として、ステンレス鋼で構成されている。なお、開口絞り板12の材料としては、熱伝導率の高い金属などが望ましい。ここで、本実施形態における三次元形状とは、例えば立体的形状をいい、少なくとも2つの平面上に描かれる直線又は曲線を含むものである。また、本実施形態における瞳又は瞳面とは、上述の各最小錯乱円が形成される領域、又はその領域に接する面を含むものである。

[0042] 開口絞り板12の開口の輪郭121に係る三次元形状（三次元曲線）は、予め、開口絞り板12が規定するNA値に応じて、光線追跡により算出した

各方位における最適瞳高さをつなげて得られたものである。本実施形態においては、開口絞り板 12 は、一例として、Y 軸に関して対称であり、各方位における最適瞳高さをつなげて得られた三次元曲線を、X-Z 平面に投影して得られる二次元曲線に沿って Y 軸方向に曲げたものである。したがって、本実施形態における瞳の輪郭は、三次元形状である。

[0043] 開口絞り板 12 は、これが設置される投影光学系 PL が NA を変更しないタイプである場合には、投影光学系 PL を構成するフレーム又はミラー鏡筒等に固定して設けられる。

[0044] 投影光学系 PL が NA を変更し得るタイプである場合には、例えば、図 3 に示すように、開口絞り板 12 に加えて、変更する NA の段数に応じて互いに異なる三次元形状の輪郭をそれぞれ有する複数の開口絞り板 13 を設けて、これらのうちの少なくとも 1 つを選択的に光束 11 の光路中に交換して配置し得るようにすることにより対応することができる。

[0045] このような開口絞り板 12, 13 の交換は、手動で行うようにしても勿論よいが、図 4 に示されるように、複数の開口絞り板 12, 13 をそれぞれ X 軸方向に沿って進退（スライド）可能に保持するとともに、光束 11 の光路中の位置（挿入位置） p_1 と該光路から待避される位置（待避位置） p_2 との間でそれぞれ進退させる駆動装置（駆動部）14 を設けて、自動的に行えるようにすることが望ましい。駆動装置 14 としては、例えば、ステッピングモータ及びラックアンドピニオンからなるものやリニアモータ等のアクチュエータを用いることができる。

[0046] 複数の開口絞り板 12, 13 は、開口 12 a、13 a の大きさが大きいものから小さいものの順に光束 11 の進行方向に対して上流側に少しずつ位置をずらして積層配置している。これは、進退時の互いの干渉を避けるためであるとともに、NA の大きさが小さくなるにつれて最適な瞳位置が全体的に光束 11 の進行方向に対して上流側に移動する傾向があることを考慮したものである。なお、光学系によっては、最適な瞳位置が光束 11 の進行方向に対して下流側に移動することもあり、この場合には、開口 12 a、13 a の

大きさの大きいものから小さいものの順に光束 11 の進行方向に対して下流側に少しずつ位置をずらして配置することになる。

[0047] なお、複数の開口絞り板 12, 13 のうち、NA が最大のもの（図 3 では、開口絞り板 12）は進退させる必要は必ずしもないため、開口絞り板 12 を固定して設け、他の開口絞り板 13 を進退駆動するようにしてもよい。また、より小さい NA に対応する開口絞り板 13 を光束 11 の光路中に挿入する場合には、それよりも大きい NA に対応する開口絞り板 12, 13 は光束 11 の光路中に挿入されたままであってもよい。

[0048] 本実施形態における投影光学系 PL は、NA を規定する開口絞り板 12 の開口形状の輪郭 121 が、該投影光学系 PL の実際の瞳形状に適合した三次元形状であるので、その光学性能に優れている。

[0049] また、NA を変更する場合には、それぞれの NA 値に対応して同様に最適な開口輪郭の三次元曲線を算出して、それぞれに対応した三次元形状に係る開口を有する開口絞り板 12, 13 を用意し、手動により又は駆動装置 14 によってスライド駆動するようにしたので、各 NA に対応して、三次元形状に係る最適な瞳形状とすることができる。

[0050] 〔第 2 実施形態〕

図 5 は本発明の第 2 実施形態に係る開口絞り（NA 絞り）の構成を示す斜視図、図 6 は同じく側面図、図 7 は同じく上面図である。この実施形態の開口絞り S は、瞳を通過する主光線 225 を含む光束 25 について、±X 方向からそれぞれ複数の第 1 短冊部材 ST1 及び第 2 短冊部材 ST2 を挿入して、開口の輪郭を形成するタイプの可変開口絞りとしたものである。

[0051] この実施形態の開口絞り S は、図 5 及び図 6 に示す如く、投影光学系 PL の瞳面又はその近傍に、第 1 可変遮光部材 VR1 を構成する第 1 短冊部材 ST1（第 1 遮光部材の一例）と、第 2 可変遮光部材 VR2 を構成する第 2 短冊部材 ST2（第 2 遮光部材の一例）とが、それぞれ複数本（図 5 及び図 6 では、それぞれ 10 本）配置されたものである。ここで、第 1 可変遮光部材 VR1 は、複数の第 1 短冊部材 ST1 を有し、その複数の第 1 短冊部材 ST

1によって開口形状の輪郭（または開口の内周部）の少なくとも一部（第1部分）を規定するものである。同様に、第2可変遮光部材VR2は、複数の第2短冊部材ST2を有し、その複数の第2短冊部材ST2によって開口形状の輪郭（または開口の内周部）の少なくとも一部（第2部分）を規定するものである。

[0052] これらの第1短冊部材ST1は、長尺形の平板であって、第1短冊部材ST1の長手方向端が開口絞りSの開口部SHに向けて配置され、その長手方向端が、開口形状の輪郭の少なくとも一部（第1部分）を形成するように構成されている。そして、複数の第1短冊部材ST1は、その長手方向が第1方向（図5においてX方向）とほぼ平行であり、且つ、その短手方向（図5においてY方向）に沿って近接して配置されている。

[0053] 同様に、上述の第2短冊部材ST2も、長尺形の平板であって、第1短冊部材ST1とは異なる位置に且つ第2短冊部材ST2の長手方向端が開口絞りSの開口部SHに向けて配置され、その長手方向端が、開口形状の輪郭の少なくとも一部（第2部分）を形成するように構成されている。そして、複数の第2短冊部材ST2は、その長手方向が第2方向（図5においてX方向）とほぼ平行であり、且つ、その短手方向（図5においてY方向）に沿って近接して配置されている。

[0054] これらの第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2は、板状体からなる保持部23に沿って進退（スライド）可能に保持されており、保持部23は、図6に示すように、X軸方向から見ると所定の曲面（三次元曲面）となるように湾曲されている。従って、第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2を進退させることにより、開口の輪郭221も、曲面状に沿って形成される。この開口の輪郭221は、予め、NA値に応じて光線追跡により算出した各方位における最適瞳高さをつなげて得られた三次元曲線である。この三次元曲線を、X-Z平面に投影して得られる二次元曲線に沿って第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2が配列されるように、保持部23が構成されている。なお、本実施形態における保持部23は、上述のように湾曲させ

る必要もなく、無くてもよい。

[0055] さらに、図5及び図6に示す如く、第1短冊部材ST1のそれぞれには、第1短冊部材ST1をその長手方向（第1方向）にスライド駆動、すなわち押し引き駆動させるための駆動装置（第1駆動部）21が連結されている。従って、本実施形態における投影光学系PLは、駆動装置21を介して第1短冊部材ST1をその長手方向にスライド駆動することによって、開口絞りSの開口（開口部SH）の形状の一部（図5において左側の半分）を連続的又は段階的に変えることができる。

[0056] 同じく、図5及び図6に示す如く、第2短冊部材ST2のそれぞれには、第2短冊部材ST2をその長手方向（第2方向）にスライド駆動、すなわち押し引き駆動させるための駆動装置（第3駆動部）22が連結されている。従って、本実施形態における投影光学系PLは、駆動装置22を介して第2短冊部材ST2をその長手方向にスライド駆動することによって、開口絞りSの開口（開口部SH）の形状のうち、複数の第1短冊部材ST1が規定する部分以外の部分（図5において右側の半分）の形状を連続的又は段階的に変えることができる。

[0057] このように、それぞれ複数の第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2を光束25に対してそれぞれ進退移動させることにより、該第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2の先端縁によって、保持部23に従う三次元曲面上にある任意の大きさの開口を形成することができる。

[0058] なお、図5及び図6においては、図示の関係上、第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2は、それぞれ10本を表示しているが、例えば、最大NAを0.25、NA可変の刻みを0.01とすると、第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2の本数はそれぞれ50本、両方で100本となる。

[0059] ここで、本実施形態においては、第1方向は、図5においてX方向であるとした。ただし、第1方向は必ずしもこの方向である必要はなく、例えば図5においてY方向であってもよく、光学系を構成するミラー（やレンズを含む場合はレンズ）、及びそれらの保持部材との機械的な干渉を避けるのに適

した方向に設定すればよい。同様に、本実施形態においては、第2方向は、図5においてX方向であるとした。ただし、第2方向は必ずしも光軸AXと直交する方向である必要はなく、図5においてY方向であってもよく、光学系を構成するミラー（やレンズを含む場合はレンズ）、及びそれらの保持部材との機械的な干渉を避けるのに適した方向に設定すればよい。

[0060] このように、本実施形態における開口絞りSは、その開口形状が、保持部23によって規定される所定の三次元曲面に沿って進退する複数の第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2によって形成できるように構成されるので、任意又は段階的に設定されるNAに応じて、投影光学系PLの最適な瞳形状に対応した三次元形状に係る開口を形成することができる。

[0061] また、上述の駆動装置21は、複数の第1短冊部材ST1にそれぞれ連結される、例えば図8に示すようなラックアンドピニオンなどからなる機構RP1によって複数の第1短冊部材ST1をそれぞれスライドさせるように構成される。また、第1駆動部21は、ラックアンドピニオンなどからなる機構RP1の代わりに、複数の第1短冊部材ST1にそれぞれ連結される、リニアモータからなるアクチュエータを有し、そのアクチュエータからの動力によって複数の第1短冊部材ST1をそれぞれスライドさせるように構成してもよい。

[0062] なお、上述の駆動装置21の一例として、第1短冊部材ST1を例として説明したが、図5、図6、及び図7に示す如く、第2短冊部材ST2を駆動する駆動装置22においても、上述の第1短冊部材ST1と同様な構成をとることができる。

[0063] また、上述の駆動装置21は、複数の第1短冊部材ST1が開口絞りSの三次元形状に係る開口形状の輪郭の少なくとも一部（第1部分）を形成できるように、不図示の制御部からの制御信号に基づいて所定量を駆動するように構成される。さらに、上述の駆動装置22は、複数の第2短冊部材ST2が開口絞りSの三次元形状に係る開口形状の輪郭の少なくとも一部（第2部分）を形成できるように、不図示の制御部からの制御信号に基づいて所定量

を駆動するように構成される。

[0064] このように、本実施形態における開口絞りSにおいては、その三次元形状に係る開口形状が複数の第1短冊部材ST1及び複数の第2短冊部材ST2によって形成できるように構成されるとともに、駆動装置21によって複数の第1短冊部材ST1のそれぞれが独立してスライドさせるように構成されること及び駆動装置22によって複数の第2短冊部材ST2のそれぞれが独立してスライドさせるように構成されることによって、投影光学系PLの開口数NAの微調整を容易に行うことができる。

[0065] なお、光学系の開口絞りSの三次元形状に係る開口は、光学系の結像性能の観点から、滑らかな形状であることが望ましい。そこで、本実施形態における第1短冊部材ST1は、図9に示す如く、その長手方向における少なくとも開口部SH側の端部31の形状を、光学系の最適な瞳形状に沿うように、斜線又は曲線形状とすることが望ましい。

[0066] 図9は、本実施形態における第1短冊部材ST1aの形状の一例を示す平面図である。図9に示す如く、第1短冊部材ST1aは、その長手方向における少なくとも開口部SH側の端部31の形状が斜線又は曲線形状である。そして、複数の第1短冊部材ST1aのそれぞれの端部31の形状は、開口絞りSの開口形状を最適な三次元形状に形成させるようにそれぞれ構成される。このように本実施形態においては、複数の第1短冊部材ST1aによって開口絞りSの開口形状の少なくとも一部（第1部分）をより滑らかな三次元形状に形成させることができるので、開口絞りSにより規定される投影光学系PLにおける開口数NAの設定誤差を低減できる。

[0067] ここで、本実施形態における開口絞りSの開口形状を、当該三次元形状にある程度近づける必要がある場合には、上記の例及び以降の例における第1短冊部材ST1の短手方向（図5及び図7においてY方向）の幅は、製造可能な範囲で且つできる限り狭い方が望ましい。第1短冊部材ST1の短手方向の幅をより細くして、開口絞りSの開口形状の少なくとも一部を形成するための第1短冊部材ST1の数を多くすることで、複数の第1短冊部材ST

1は、開口絞りSの開口形状の少なくとも一部をより高精度に形成することが可能となる。第1短冊部材ST1の短手方向の幅は、投影光学系PLの開口絞りSの最大径、投影光学系PLの開口数NAを可変とさせる範囲や、開口数NAを可変設定する際の可変ステップ値、さらに第1短冊部材ST1の本数、などを考慮して設定される。

[0068] 例えば、投影光学系PLの開口数NAを可変とさせる範囲が0.1~0.5において開口数NAの可変ステップ値を0.01にする場合には、第1短冊部材ST1の短手方向の幅は、投影光学系PLの瞳の直径100mmに対して概ね2~10mmである必要がある。同様に、投影光学系PLの開口数NAを可変とさせる範囲が0.15~0.35において開口数NAの可変ステップ値を0.01にする場合には、第1短冊部材ST1の短手方向の幅は、投影光学系PLの瞳の直径100mmに対して概ね2.5~6.6mmである必要がある。従って、投影光学系PLの瞳の直径と開口絞りSの開口部SHの第1方向と略直交する方向（第1短冊部材ST1の短手方向）における幅とをほぼ同等とすると、開口数NAの可変ステップ値を0.01にする際には、第1短冊部材ST1の短手方向の幅は、開口絞りSの開口部SHの第1方向と略直交する方向における幅に対して概ね1/50~1/10である必要がある。

[0069] さらに、投影光学系PLの開口数NAを可変とさせる範囲が0.1~0.5において開口数NAの可変ステップ値を0.005にする場合には、第1短冊部材ST1の短手方向の幅は、投影光学系PLの瞳の直径100mmに対して概ね1~5mmである必要がある。従って、投影光学系PLの瞳の直径と開口絞りSの開口部SHの第1方向と直交する方向における幅とをほぼ同等とすると、開口数NAの可変ステップ値を0.005にする際には、第1短冊部材ST1の短手方向の幅は、開口絞りSの開口部SHの第1方向と略直交する方向における幅に対して概ね1/100~1/20である必要がある。

[0070] ここで、上述のように、本実施形態における第1短冊部材ST1の本数は

、第1短冊部材ST1の短手方向の幅をより細くすることによって本数を多くすることも可能である。ただし、開口絞りSの開口形状を最適な三次元形状に近づける必要性が低い場合には、第1短冊部材ST1の本数は、上記よりも少なくすることも可能である。第1短冊部材ST1の本数を少なくすることで、本実施形態における開口絞りSは、機械的な構成を簡素化することが可能である。このように第1短冊部材ST1の本数を少なくすることにより、第1駆動部21を構成するラックアンドピニオンなどからなる機構RP1の数も少なくでき、第1駆動部21のスライド駆動により生じる粉塵や化学的な汚染物質の発生が低減されるという効果もある。

[0071] なお、本実施形態における第2短冊部材ST2の形状、本数、幅等は、第1短冊部材ST1、ST1aの形状と同様であるため、その説明は省略する。

[0072] 次に、第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2の変形例について説明する。なお、この変形例においても、第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2が配置される光学系及び露光装置の構成については、上記の実施形態と同様である。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同じ符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0073] 図10は、本変形例における第1短冊部材ST1bの形状を示す図である。図10に示す如く、複数の第1短冊部材ST1bは、互いにその一部が重なり合うための重複部OL1を長手方向に沿ってそれぞれ有する形状である。そして、複数の第1短冊部材ST1bは、互いの重複部OL1を重ねるように、互いに略平行にそれぞれ配置される。このような構成によって、複数の第1短冊部材ST1bの互いの隙間から露光光が漏れることを低減できる。なお、複数の第1短冊部材ST1bの形状は、上記の構造に限らず、複数の第1短冊部材ST1bの互いの隙間から露光光が漏れることを低減できる構成であれば、他の構造であってもよい。なお、図10における説明において、第1短冊部材ST1bを例として説明したが、第2短冊部材ST2bにおいても、第1短冊部材ST1bと同様である。

[0074] 図11及び図12は、本変形例における第1短冊部材ST1cの形状を示す図である。図11に示す如く、複数の第1短冊部材ST1cは、その長手方向のそれぞれの端部に、遮光膜が形成された形状規定部材61の少なくとも一部をそれぞれ連結される構成である。そして、複数の第1短冊部材ST1cに配置された形状規定部材61は、開口絞りSの開口形状の少なくとも一部（第1部分）を形成するように構成される。特に、形状規定部材61の開口絞りSの開口側の縁または面が、開口の輪郭または内周部を規定する。このように本実施形態においては、複数の第1短冊部材ST1cに配置された形状規定部材61によって開口絞りSの開口形状の少なくとも一部をより滑らかな形状に形成させることができる。

[0075] また、図12に示す如く、形状規定部材62は、複数の第1短冊部材ST1cの互いの隙間から露光光が漏れることを低減させるために、所定の幅を有するように構成されてもよい。この場合、形状規定部材62の開口側の縁または面62aが開口の輪郭または内周部を規定する。さらに、本実施形態における形状規定部材61、62は、例えば、チューブ状の形状であって、伸縮性又は可塑性の樹脂、などで構成することもできる。なお、図11及び図12における説明において、第1短冊部材ST1cを例として説明したが、第2短冊部材ST2cにおいても、上述の第1短冊部材ST1cと同様な構成をとることができる。

[0076] 次に、第1駆動部21の変形例について説明する。なお、この変形例においても、第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2が配置される光学系及び露光装置の構成については、上記の実施形態と同様である。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同じ符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0077] 図13及び図14は、本変形例における駆動装置（第1駆動部）21aを示す図である。図13に示す如く、本実施形態における駆動装置21aは、投影光学系PLの開口数NAに応じた開口絞りSの開口形状を形成するための輪郭形状71bを有する第1形状生成部71aと、その第1形状生成部7

1 a を光軸方向（図 1 3 の Z 方向）に駆動させる第 1 駆動部材 7 1 と、第 1 短冊部材 S T 1 を第 1 形状生成部 7 1 a の輪郭形状 7 1 b に押し付けるための図 1 4 に示す第 1 スプリング機構 S P 1 とで構成される。なお、第 1 形状生成部 7 1 a の駆動方向は、主光線の方向（図 1 3 の符号 2 2 5）としてもよい。

[0078] また、図 1 3 及び図 1 4 に示す如く、第 1 形状生成部 7 1 a は、上述の輪郭形状 7 1 b に複数の第 1 短冊部材 S T 1 をそれぞれ対応させるように配置される。そして、複数の第 1 短冊部材 S T 1 のそれぞれには、第 1 形状生成部 7 1 a の輪郭形状 7 1 b に第 1 短冊部材 S T 1 を押し付けるための第 1 スプリング機構 S P 1 が連結されている。その第 1 スプリング機構 S P 1 は、例えば、第 1 短冊部材 S T 1 の長手方向の端部の開口部 S H 側とは反対側（ここでは第 1 形状生成部 7 1 a の輪郭形状 7 1 b 側）へ向かう力を有する複数のバネ 7 0 からなる機構である。そして、複数の第 1 短冊部材 S T 1 は、その複数のバネ 7 0 とそれぞれ連結されている。従って、複数の第 1 短冊部材 S T 1（の端部）は、第 1 スプリング機構 S P 1 を介して輪郭形状 7 1 b に押し付けられるようにそれぞれ配置されている。そして、第 1 駆動部材 7 1 で第 1 形状生成部 7 1 a を光軸方向（Z 方向）に駆動させることによって、複数の第 1 短冊部材 S T 1 は、第 1 形状生成部 7 1 a の輪郭形状 7 1 b の形状に応じて開口絞り S の開口形状の少なくとも一部を一体的に形成することができる。すなわち、第 1 形状生成部 7 1 a の輪郭形状 7 1 b が開口絞り S の開口の一部の形状を規定している。

[0079] なお、第 1 形状生成部 7 1 a の輪郭形状 7 1 b は、駆動装置 2 1 a の第 1 駆動部材 7 1 を光軸方向に駆動させた時に、複数の第 1 短冊部材 S T 1 が輪郭形状 7 1 b に沿ってそれぞれ移動できるように、連続的に滑らかな形状であることが望ましい。また、例えば、投影光学系 P L の開口数 N A を 0. 1 5 ~ 0. 3 5 の範囲で 0. 0 1 ごとに可変させる場合、第 1 形状生成部 7 1 a の輪郭形状 7 1 b は、2 1 段階の開口数 N A にそれぞれ対応する開口絞り S の開口形状を複数の第 1 短冊部材 S T 1 がその開口形状の少なくとも一部

を形成できるように規定される。

[0080] なお、図 1 3 及び図 1 4 において駆動装置 2 1 a の一例として、第 1 短冊部材 S T 1 を例として説明したが、第 2 短冊部材 S T 2 を駆動する駆動装置（第 3 駆動部） 2 2 においても、上述の駆動装置 2 1 a と同様な構成をとることができる。また、第 1 短冊部材 S T 1 に対応させて配置される第 1 形状生成部 7 1 a と、第 2 短冊部材 S T 2 に対応させて配置される第 2 形状生成部 7 2 a とを連結することで、少なくとも第 1 駆動部 7 1 のみによって第 1 形状生成部 S T 1 及び第 2 形状生成部 S T 2 を光軸方向に駆動させることも可能である。なお、第 1 駆動部材 7 1 の駆動方向は、主光線の方向（図 1 3 の符号 2 2 5）としてもよい。

[0081] ところで、異なる N A 値に対しては、開口絞り S の第 1 短冊部材 S T 1 及び第 2 短冊部材 S T 2 を 1 つ 1 つ X 方向に出し入れして、保持部 2 3 の形状に従った所定の大きさの開口を形成することになるが、このとき、異なる N A 値に対しては異なる最適瞳高さとなるので、それぞれの N A 値に対応して最適な瞳高さが変わる可能性がある。これに対策するためには、図 1 5 に示すように、開口絞り S の全体を、Z 方向（投影光学系 P L の光軸 A X に平行な方向）及び Y 方向に駆動できる駆動装置（第 2 駆動部、第 4 駆動部） 8 1、8 2 を設けるよい。ここで、瞳高さとは、主光線についての瞳位置（最小錯乱円の位置）を基準とした各方位における光線の Z 方向（又は主光線の方向）についての高さ（位置ずれ）のことである。なお、ここでは、駆動装置（第 2 駆動部） 8 1、駆動装置（第 4 駆動部） 8 2 によるスライド駆動の駆動方向は、Z 方向及び Y 方向の二軸方向としたが、主光線 2 2 5 の方向（所定面と交差する方向）にスライド駆動させるようにしてもよい。

[0082] また、このような駆動装置（第 2 駆動部、第 4 駆動部） 8 1、8 2 により開口絞り S を全体的にスライド駆動させるのではなく、個々の第 1 短冊部材 S T 1 及び第 2 短冊部材 S T 2 をそれぞれの X 方向へのスライド駆動を阻害することなく、それぞれを Z 方向及び Y 方向にスライド駆動させる駆動装置（以下、この駆動装置を、便宜的に、Z 方向個別駆動装置ということがある

)を採用してもよい。

[0083] X方向にスライド駆動させる駆動装置（第1駆動部、第3駆動部）21, 22のみでは、保持部23の形状に従った三次元形状に係る開口の大きさの変更のみが可能であるが、このようなZ方向個別駆動装置を採用することにより、その大きさに加えてその三次元形状自体を任意に微調整することが可能となる。すなわち、NAが変更された場合には、最適な瞳高さが変化することは上述した通りであるが、これに伴い、最適な瞳形状に係る三次元形状自体が部分的に又は全体的に僅かに変化する場合があり、Z方向個別駆動装置を採用することで、このような場合にも、より正確に対応することが可能となる。

[0084] また、NAが変更されない場合においても、フィールド内のパターン分布（マスクMに形成されたパターンの分布）に従って、最適な瞳形状に係る三次元形状が部分的に又は全体的に僅かに変化する場合がある。すなわち、フィールド内の各点について同一NAの各方位に飛ばした光線が一点に交わらず、ある高さである大きさの最小錯乱円になることは、上述した通りであるが、このことは、フィールド内の各点から飛ばした光線は瞳近傍でばらばらの光路を描いている、ということであり、フィールド内の全てのエリア（例えば、26mm幅）を使用する場合の最小錯乱円の高さと、フィールド内の一部（例えばフィールドの右半分）を使用する場合の最小錯乱円の高さとは、異なっていることを意味する。図30を再度参照して説明すると、例えばフィールド内の左半分、または右半分のみのパターンを使用した場合には、最小錯乱円位置531～535のそれぞれの高さは、フィールド内全面を使用した場合と異なる高さになり、かつ、533と534とで最小錯乱円の高さが異なることになる。

[0085] よって、露光時に、使用するマスクMのパターン分布、すなわちマスクMのパターンの存在するエリアに応じて、同一NAの場合でも開口絞りの開口の輪郭を、上述したZ方向個別駆動装置を用いて、三次元的に変更調整することにより、より高精度な光学系を提供することができる。

[0086] レチクルRのパターン分布の計測（この実施形態では、X方向の分布）は、露光装置に設けられたパターン分布計測装置により行うことができる。パターン分布計測装置としては、図示は省略するが、ウエハステージWS上に設けられている各種センサのうちの一つを利用することができる。但し、この計測用に専用のセンサをウエハステージWS上に設けてもよい。このようなパターン分布は、点で計測するピンホールセンサを用いる場合にはウエハステージWSを移動させて2次元的にスキャンし、1次元内の計測が可能なラインセンサを用いる場合にはその垂直方向にスキャンし、又は2次元内の計測が可能なCCDにより計測することができる。マスクMのパターン分布（X方向分布）に応じて、最適瞳の各方位の高さを計算して、Z方向個別駆動装置により、個々の第1短冊部材ST1及び第2短冊部材ST2の高さを微調整することで、より好ましい光学性能を得ることが可能である。

[0087] 〔第3実施形態〕

図16は本発明の第3実施形態に係る開口絞り（NA絞り）の構成を示す斜視図である。この実施形態の開口絞りSは、瞳（投影光学系PLの瞳）を通過する光束31について、±Z方向から複数の略半円筒形の第1遮光部材ST11及び第2遮光部材ST21を挿入して、開口の輪郭を形成するタイプの可変開口絞りとしたものである。この実施形態において、光束31の主光線311は、光軸AX（Z軸）に対して所定の角度で傾斜しており、投影光学系PLの瞳面PPは投影光学系PLの光軸に直交している。

[0088] この開口絞りSは、段階的に設定された複数のNA（開口数）にそれぞれ対応した大きさの開口部SHを形成する装置である。図16に示す如く、この開口絞りSは、第1可変遮光部材VR11を構成する複数の第1遮光部材ST11と、第2可変遮光部材VR21を構成する複数の第2遮光部材ST2とが、それぞれ複数枚（図16ではそれぞれ10枚）配置されて構成されたものである。

[0089] 第1可変遮光部材VR11は、複数の第1遮光部材ST11を有し、その複数の第1遮光部材ST11のうちの一つによって開口形状の輪郭の少なく

とも一部（第1部分）を規定するものである。同様に、第2可変遮光部材VR21は、複数の第2遮光部材ST2を有し、その複数の第2遮光部材ST2のうちの一つによって開口形状の輪郭の第1遮光部材ST11によって規定される第1部分以外の少なくとも一部（第2部分）を規定するものである。なお、ここでは、後述するように、第1遮光部材ST11は開口形状の輪郭の半分を規定し、第2遮光部材ST21は開口形状の輪郭の残りの半分を規定するように構成されている。

[0090] 複数の第1遮光部材ST11は、少なくとも一方の面（開口形状を規定する内面）が曲面形状（円弧状、楕円弧状、又はこれらに類する曲線形状）の部材からなる。一例として、薄い平板を、その断面形状が、円弧状、楕円弧状、又はこれらに類する曲線形状となるように湾曲させた形状を有する半筒状（半円筒状、半楕円筒状）又は部分筒状の部材から構成される。ここでは、簡便のため、第1遮光部材ST11は、半円筒状の部材からなるものとして説明する。

[0091] 第1遮光部材ST11の先端縁（図16において、上端縁）が所定面（投影光学系PLの瞳面PP又はその近傍面）に向けて配置され、その上端縁が、開口絞りSにより形成すべき三次元形状に係る開口形状の輪郭の少なくとも一部（第1部分）を形成するように構成される。また、一例として、本実施形態における第1遮光部材ST11の材料は、ステンレス鋼で構成されている。なお、第1遮光部材ST11の材料としては、熱伝導率の高い金属などが望ましい。

[0092] この実施形態における第1可変遮光部材VR11は、10枚の第1遮光部材を有しており、これらの第1遮光部材ST11は、外側のものから内側のものに向かって、次第に径が小さくなるように略相似形状となっており、僅かな隙間をもって、大径のものの内側に小径のものが順次遊嵌されるように、それぞれ配置されている。

[0093] 本実施形態の複数の第1遮光部材ST11は、それぞれ不図示の支持部材を介して光軸AXに略平行な方向（第1進退方向）または半円筒状の第1遮

光部材ST11が延在する方向にスライド可能に支持されており、第1遮光部材ST11のそれぞれは、第1遮光部材ST11を光軸AXに略平行な方向にスライド駆動、すなわち押し引き駆動させるための駆動装置（駆動部）DR1と連結されている。

[0094] 複数の第1遮光部材ST11は、それぞれの先端縁（上端縁）が、第1ミラーPM1と第2ミラーPM2との間の光路の下方の外側に位置する待機位置に設定されており、その何れかが、第1ミラーPM1と第2ミラーPM2との間の光路に対して、図16で下方の待機位置から上方に（第1遮光部材ST11の上端縁が瞳面PPの近傍に至る位置まで）駆動装置DR1によってスライド駆動されることによって、投影光学系PLの開口絞りSの開口部SHの形状の一部を段階的に変えることができるようになっている。

[0095] 複数の第2遮光部材ST21は、複数の第1遮光部材ST11とは異なる位置に配置され、第1遮光部材ST11と同様に、少なくとも一方の面（開口形状を規定する内面）が曲面形状（円弧状、楕円弧状、又はこれらに類する曲線形状）の部材からなる。一例として、薄い平板を、その断面形状が、円弧状、楕円弧状、又はこれらに類する曲線形状となるように湾曲させた形状を有する半筒状（半円筒状、半楕円筒状）又は部分筒状の部材から構成される。ここでも、第2遮光部材ST21は、半円筒状の部材からなるものとする。

[0096] 第2遮光部材ST21の先端縁（図16において、下端縁）が所定面（投影光学系PLの瞳面PP又はその近傍面）に向けて配置され、その下端縁が、開口絞りSが形成すべき三次元形状に係る開口形状の輪郭の少なくとも一部（第2部分）を形成するように構成される。これにより、第1遮光部材ST11の先端縁と第2遮光部材ST21の先端縁により開口絞りSの開口部SH（開口の内周部）が規定されている。第1遮光部材ST11と第2遮光部材ST21の先端縁により規定される開口部SHは、主光線311と交差する所定面、例えば、投影光学系の瞳面PP内には存在せず、瞳面PPを主光線の方向に撓ませることによって形成された曲面上に存在する。すなわち

、開口部S H（開口の内周部）の周方向の各部位は、主光線の方向に瞳面P Pから所定の異なる量でオフセットした位置に存在する。また、一例として、本実施形態における第2遮光部材S T 2 1の材料は、ステンレス鋼で構成されている。なお、第2遮光部材S T 2 1の材料としては、熱伝導率の高い金属などが望ましい。

[0097] この実施形態における第2可変遮光部材V R 2 1は、上述した10枚の第1遮光部材S T 1 1にそれぞれ対応して、10枚の第2遮光部材S T 2 1を有しており、これらの第2遮光部材S T 2 1は、外側のものから内側のものに向かって、次第に径が小さくなるように略相似形状となっており、僅かな隙間をもって、大径のものの内側に小径のものが順次遊嵌されるように、それぞれ配置されている。

[0098] 本実施形態の複数の第2遮光部材S T 2 1は、それぞれ不図示の支持部材を介して光軸A Xに略平行な方向（第2進退方向）または半円筒状の第2遮光部材S T 2 1が延在する方向にスライド可能に支持されており、第2遮光部材S T 2 1のそれぞれは、第2遮光部材S T 2 1を光軸A Xに略平行な方向にスライド駆動、すなわち押し引き駆動させるための駆動装置（駆動部）D R 2と連結されている。

[0099] 複数の第2遮光部材S T 2 1は、それぞれの先端縁（下端縁）が、第1ミラーP M 1と第2ミラーP M 2との間の光路の上方の外側に位置する待機位置に設定されており、その何れかが、第1ミラーP M 1と第2ミラーP M 2との間の光路に対して、図16で上方の待機位置から下方に（第2遮光部材S T 2 1の下端縁が瞳面P Pの近傍に至る位置まで）駆動装置D R 2によってスライド駆動されることによって、投影光学系P Lの開口絞りSの開口部S Hの形状のうち、複数の第1遮光部材S T 1 1が規定する部分以外の開口部S Hの形状を段階的に変えることができるようになっている。

[0100] 具体的には、各第1遮光部材S T 1 1及び各第2遮光部材S T 2 1の内径は、例えば、投影光学系P Lの開口数N Aの可変範囲（例えば、0.1～0.5や0.15～0.35）に従って、10mm～200mm程度の範囲内

で設定される。また、第1遮光部材ST11及び第2遮光部材ST21の枚数は、ここではそれぞれ10枚を例示したが、開口数NAのステップ数（例えば、0.01や0.005）に応じた段数に従って、それぞれ20～40枚程度に設定される。各第1遮光部材ST11間の間隔、各第2遮光部材ST21間の間隔は、その板厚（例えば、0.2mm程度）との関係において、例えば2～3mm程度に設定される。

[0101] 本実施形態においては、複数の第1遮光部材ST11と複数の第2遮光部材ST21とのそれぞれは、互いに対をなしており、瞳面PP又はその近傍面において第1遮光部材ST11の上端縁とこれに対応する第2遮光部材ST21の下端縁とで開口形状を規定するように、瞳面PP又はその近傍面を挟んで互いに相対的に配置されており、各駆動装置DR1、DR2によってそれぞれ相対的に進退（互いに逆向きに移動）されるようになっている。

[0102] このように、本実施形態における開口絞りSは、その開口形状が、第1進退方向（この実施形態では、光軸AXの方向）に沿ってスライド（進退）される複数の第1遮光部材ST11、及び第2進退方向（この実施形態では、光軸AXの方向）に沿ってスライド（進退）される複数の第2遮光部材ST21によって形成できるように構成されており、選択的に設定される開口数NAに応じて、これを段階的に可変とできる開口絞りを構成することができる。

[0103] なお、本実施形態においては、第1遮光部材ST11のスライド方向（第1進退方向）及び第2遮光部材ST21のスライド方向（第2進退方向）は、投影光学系PLの光軸AXの方向であるとした。ただし、第1進退方向及び第2進退方向は、前記所定面に交差する方向、すなわち前記所定面に平行する方向以外（光軸AXに直交する方向以外）の方向であればよく、これらの第1及び第2進退方向は、光学系を構成するミラー等、及びそれらの保持部材との機械的な干渉を避けるのに適した方向に設定すればよい。

[0104] また、複数の第1遮光部材ST11をそれぞれスライドさせる上述の駆動装置DR1（駆動部）としては、ステッピングモータ及びラックアンドピニ

オンなどを有する機構によって複数の第1遮光部材ST11をそれぞれスライドさせるようにしたものを用いることができる。また、該駆動装置DR1としては、ステッピングモータ及びラックアンドピニオンなどからなる機構の代わりに、複数の第1遮光部材ST11のそれぞれに連結される、リニアモータからなるアクチュエータを有し、そのアクチュエータからの動力によって複数の第1遮光部材をそれぞれスライドさせるように構成したものを採用してもよい。

[0105] なお、上述の駆動装置DR1の一例として、第1遮光部材ST11をスライドさせるものを例として説明したが、第2遮光部材ST21の駆動装置DR2（第2駆動部）においても、上述の第1遮光部材ST11をスライドさせるものと同様な構成をとることができる。

[0106] また、上述の駆動装置DR1は、複数の第1遮光部材ST11が開口絞りSの開口形状の輪郭の少なくとも一部（第1部分）を形成できるように、不図示の制御部からの制御信号に基づいて所定量を駆動するように構成される。さらに、上述の駆動装置DR2は、複数の第2遮光部材ST21が開口絞りSの開口形状の輪郭の少なくとも一部（第2部分）を形成できるように、不図示の制御部からの制御信号に基づいて所定量を駆動するように構成される。

[0107] このように、本実施形態に係る開口絞りSにおいては、瞳面PP又はその近傍面において開口絞りSの開口形状が複数の第1遮光部材ST11及び複数の第2遮光部材ST21によって形成できるように構成されるとともに、駆動装置DR1によって複数の第1遮光部材ST11のそれぞれが独立してスライドされるように構成されること及び駆動装置DR2によって複数の第2遮光部材ST21のそれぞれが独立してスライドされるように構成されることによって、投影光学系PLの開口数NAを段階的に変更することができる。

[0108] 次に、本実施形態における開口絞りSの動作について、図17～図23を参照して説明する。ここでは、説明を簡単にするため、第1遮光部材ST1

1として最大NAを規定する第1遮光部材ST11-1から最小NAを規定する第1遮光部材ST11-5までの5枚が、第2遮光部材ST21として最大NAを規定する第2遮光部材ST21-1から最小NAを規定する第2遮光部材ST21-5までの5枚が設けられているものとして説明する。また、各第1遮光部材ST11-1~ST11-5の上端縁及び各第2遮光部材ST21-1~ST21-5の下端縁は、上述した通り、三次元形状に係る開口形状を規定するように形成されているので、それぞれの上端縁、下端縁は、光路への挿入時に必ずしも瞳面PP上に位置するものではないが、これらの図17~図23においては、動作を説明するものであるため、便宜的に瞳面PP上に位置するように表示されている。

[0109] なお、例えば、第1遮光部材ST11-3は第1遮光部材ST11-1と第1遮光部材ST11-5との中間のNAを規定するものであり、第1遮光部材ST11-2は第1遮光部材ST11-1と第1遮光部材ST11-3との中間のNAを規定するものであり、第1遮光部材ST11-4は第1遮光部材ST11-5と第1遮光部材ST11-3との中間のNAを規定するものである。また、例えば、第2遮光部材ST21-3は第2遮光部材ST21-1と第2遮光部材ST21-5との中間のNAを規定するものであり、第2遮光部材ST21-2は第2遮光部材ST21-1と第2遮光部材ST21-3との中間のNAを規定するものであり、第2遮光部材ST21-4は第2遮光部材ST21-5と第2遮光部材ST21-3との中間のNAを規定するものである。

[0110] 全ての第1遮光部材ST11-1~ST11-5及び全ての第2遮光部材ST21-1~ST21-5が待機位置に設定された状態が図17に示されている。この待機位置にある状態では、最大NAを規定する第1遮光部材ST11-1及び第2遮光部材ST21-1が、その先端（第1遮光部材にあつては上端縁、第2遮光部材にあつては下端縁）が瞳面PP又はその近傍の所定の位置に設定されており、その他の第1遮光部材ST11-2~ST11-5及び第2遮光部材ST21-2~ST21-5の先端は、これらの第

1 遮光部材 S T 1 1 - 1 及び第 2 遮光部材 S T 2 1 - 1 により規定される光路の外側に設定されている。これにより、最大 N A に対応する開口部 S H が形成されている。

[0111] なお、最大 N A を規定する第 1 遮光部材 S T 1 1 - 1 及び第 2 遮光部材 S T 2 1 - 1 は、この実施形態では、図 1 7 ~ 図 2 1 に示した位置で、固定されているものとする。但し、最大 N A を規定する第 1 遮光部材 S T 1 1 - 1 及び第 2 遮光部材 S T 2 1 - 1 は、その他の第 1 遮光部材 S T 1 1 - 2 ~ S T 1 1 - 5 及び第 2 遮光部材 S T 2 1 - 2 ~ S T 2 1 - 5 と同様にスライドできるように設けられていてもよい。

[0112] 最大 N A よりも 1 段小さい N A を規定する場合には、図 1 8 に示されるように、第 1 遮光部材 S T 1 1 - 2 及びこれに対応する第 2 遮光部材 S T 2 1 - 2 を、それぞれの先端が瞳面 P P 又はその近傍の所定位置に位置するように、瞳面 P P に向けてスライドさせる。これにより、最大 N A よりも 1 段小さい N A に対応する開口部 S H が形成される。最大 N A よりも 2 段小さい N A を規定する場合には、図 1 9 に示されるように、第 1 遮光部材 S T 1 1 - 3 及びこれに対応する第 2 遮光部材 S T 2 1 - 3 を、それぞれの先端が瞳面 P P 又はその近傍の所定位置に位置するように、瞳面 P P に向けてスライドさせる。これにより、最大 N A よりも 2 段小さい N A に対応する開口部 S H が形成される。

[0113] 最小 N A よりも 1 段大きい N A を規定する場合には、図 2 0 に示されるように、第 1 遮光部材 S T 1 1 - 4 及びこれに対応する第 2 遮光部材 S T 2 1 - 4 を、それぞれの先端が瞳面 P P 又はその近傍の所定位置に位置するように、瞳面 P P に向けてスライドさせる。これにより、最小 N A よりも 1 段大きい N A に対応する開口部 S H が形成される。最小 N A を規定する場合には、図 2 1 に示されるように、第 1 遮光部材 S T 1 1 - 5 及びこれに対応する第 2 遮光部材 S T 2 1 - 5 を、それぞれの先端が瞳面 P P 又はその近傍の所定位置に位置するように、瞳面 P P に向けてスライドさせる。これにより、最小 N A に対応する開口部 S H が形成される。

- [0114] なお、例えば、図 2 2 に示されるように、より小さい NA を規定する場合（同図では最小 NA の場合を表示）には、それよりも大きい NA を規定する第 1 遮光部材（同図では $ST11-2 \sim ST11-4$ 及び第 2 遮光部材（同図では $ST21-2 \sim ST21-4$ ）の全部又は何れかは待機位置に待機させたままであってもよい。
- [0115] このように、対をなす第 1 遮光部材 $ST11$ と第 2 遮光部材 $ST21$ とを互いに相対するように逆方向にスライドさせることにより、開口絞り S の形成すべき三次元形状に係る開口形状を最大 NA に対応するものから最小 NA に対応するものまでの間で段階的に変更することができる。
- [0116] なお、開口数 NA の変更に伴い、開口を形成すべき位置が瞳面 PP の位置よりも光軸方向又は主光線の方向にシフトする場合には、図 2 3 に示す如く、瞳面 PP から符号 $PP1$ を付した位置に該シフト量に相当する量 d だけずらした位置に、相対する第 1 遮光部材 $ST1$ 及び第 2 遮光部材 $ST2$ を位置決めする。一例として最小 NA を規定するものとして、第 1 遮光部材 $ST11-5$ 及び第 2 遮光部材 $ST21-5$ を、それぞれの先端が符号 $PP1$ を付した位置に設定されるように位置決めする。
- [0117] 上述したように、第 1 遮光部材 $ST11$ の先端縁（上端縁）及び第 2 遮光部材 $ST21$ の先端面（下端縁）は、その形状が平面で切断されている形状ではなく、 X 軸方向から見ると NA に応じて最適な開口形状を規定するように所定の三次元曲線に沿った形状に切断されている。従って、対をなす第 1 遮光部材 $ST11$ と第 2 遮光部材 $ST21$ とが全体として形成する開口の輪郭も、そのような三次元曲線に沿って形成される。この開口の輪郭は、予め、 NA 値に応じて光線追跡により算出した各方位における最適瞳高さをつなげて得られた三次元曲線である。
- [0118] なお、異なる NA 値に対しては異なる最適瞳高さとなるので、形成すべき開口形状は各 NA 間で単に相似形状であるわけではなく、僅かに異なる形状となる場合がある。従って、それぞれ対をなす第 1 遮光部材 $ST11$ 及び第 2 遮光部材 $ST21$ の先端縁は、必ずしも相似形状とはなっておらず、これ

と異なる形状とされる。但し、顕著に異なった形状となるわけではないので、近似的に互いに相似形状となるようにしたものを用いてもよい。

[0119] 上述のように、本実施形態によれば、段階的に設定された任意のNA値に対して、互いに対をなす第1遮光部材ST11及び第2遮光部材ST21により、三次元形状に係る開口の輪郭が形成されるので、どの方位についても最適な瞳を得ることができ、良好な光学性能を得ることができる。

[0120] 次に、第1遮光部材ST11及び第2遮光部材ST21からなる開口絞りSの配置について説明する。図24は、本実施形態の投影光学系PLにおける第1遮光部材ST11及び第2遮光部材ST21の配置を説明するための概略図である。上述したように、本例の開口絞りSは、第1ミラーPM1と第2ミラーPM2との光路中に形成される投影光学系PLの瞳面PP又はその近傍に三次元形状に係る開口を形成するものである。そして、複数の第1遮光部材ST11は、瞳面PP又はその近傍において光束を規定する開口絞りSの開口形状の少なくとも一部（第1部分）を形成するようにそれぞれ配置される。さらに、複数の第2遮光部材ST21は、瞳面PP又はその近傍において光束を規定する開口絞りSの開口形状の少なくとも一部（第2部分）を形成するようにそれぞれ配置される。

[0121] ここで、本実施形態における投影光学系PLにおいては、図24に示す如く、マスクMを介して第1ミラーPM1へ入射する光束は瞳面PPに対して-Y方向に近接した部分P1を通過し、第2ミラーPM2を介して第3ミラーPM3へ入射する光束は、瞳面PPに対して+Y方向に近接した部分P2を通過することとなる。

[0122] このように、本実施形態における投影光学系PLは共軸な反射光学系であるために、開口絞りSを配置すべき瞳面の近傍においては、Y方向に沿って複数の光路が近接しており、その間の部分（空間）Sp3、Sp4の部分は一般に小さい。しかし、図24から理解できるように、瞳面PPに対して交差する方向に沿っては、他の光路が近接して配置されない部分がある。すなわち、第1ミラーPM1と第2ミラーPM2との間の光路の下側であって、

第1ミラーPM1と第3ミラーPM3との間の部分Sp1、及び第1ミラーPM1と第2ミラーPM2との間の光路の上側であって、マスクMと第2ミラーPM2との間の部分Sp2には、他の光路が配置されない十分に大きな空間が存在している。

[0123] 従って、各ミラーで反射された各光束が、瞳面PPに近接して配置される場合、瞳面PPの周囲を取り囲むように配置する必要のある従来の開口絞りでは、それらの光束を遮蔽してしまうために、配置することが困難である。しかし、本例の開口絞りSであれば、図24に示す如く、複数の第1遮光部材ST11は、そのスライド方向が光軸AXに略平行な方向に設定されて空間Sp1に配置されているので、近接する他の光束を遮蔽することなく配置することができる。同様に、図24に示す如く、複数の第2遮光部材ST21は、そのスライド方向が光軸AXに略平行な方向に設定されて空間Sp2に配置されているので、近接する他の光束を遮蔽することなく配置することができる。

[0124] このように、例えば投影光学系PLの光路が各ミラーPM1～PM6で折り返されることによって、投影光学系PLの瞳面PPの近傍において投影光学系PLの光路が近接するような構成であっても、本実施形態における開口絞りSは、投影光学系PLの光路を遮蔽することなく、投影光学系PLの開口数NAを段階的に変えることができる。従って、投影光学系PLの設計上の自由度を高くすることができるとともに、投影光学系PLの小型化を図ることができる。

[0125] また、上述した実施形態では、複数の第1遮光部材ST11及び複数の第2遮光部材ST21は、選択的に設定される開口数NAに応じて、各駆動装置DR1、DR2によってスライド駆動されるようにして、開口数NAを自動的に変更し得るようにしたが、何れか一方又は双方を、手動によってスライドできるように構成してもよい。

[0126] さらに、上述した実施形態では、形成すべき開口形状を2分割して、それぞれを半筒状の第1遮光部材ST11及び第2遮光部材ST21によって規

定するようにしたが、形成すべき開口形状を3分割以上に分割して、それぞれを部分筒状の複数の遮光部材によって規定するようにしてもよい。例えば、4分割する場合には、図25に示す如く、形成すべき開口形状の 90° に相当する円弧状断面を有する部分筒状の複数の遮光部材ST3を4組設けて、各開口数NAに応じて4組の遮光部材ST3により開口形状を規定するようにしてもよい。

[0127] なお、上述した実施形態においては、第1可変遮光部材VR11を構成する複数の第1遮光部材ST11及び第2可変遮光部材VR21を構成する複数の第2遮光部材ST21は、それぞれをスライド可能に構成したが、第2可変遮光部材VR21に代えて、開口形状の第2部分を規定する複数の固定遮光部材を準備し、これらの何れかを前記所定面に交換して固定し得るように構成してもよい。この場合、固定遮光部材としては、投影光学系PLの開口数NAの範囲（例えば0.15～0.35）で平均的で且つ最適な開口絞りSの開口形状の少なくとも一部（第2部分）を形成するように構成する。そして、開口数NAの段数に応じてその形状の異なるものを複数準備し、開口数NAを変更する際には、該当する形状を有する固定遮光部材を交換して取り付けるようにする。

[0128] なお、上述した複数の第2遮光部材ST21と同じ部材を、固定遮光部材として、投影光学系PLのフレーム等に交換可能に固定してするようにしてもよい。このような場合においても、本実施形態における開口絞りSは、その開口形状が複数の第1遮光部材ST11及び上記の固定遮光部材によって形成できるように構成されるので、投影光学系PLの瞳面PPの周囲に渡って機械的な機構を配置することなく、投影光学系PLの開口数NAを段階的に変えることができる。

[0129] [第4実施形態]

図26は本発明の第4実施形態に係る開口絞り（NA絞り）の構成を示す斜視図、図27は同じく上面図である。この実施形態の開口絞りSは、瞳を通過する主光線411を含む光束41について、±Z方向からそれぞれ複数

の第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41を挿入して、開口の輪郭を形成するタイプの可変開口絞りとしたものである。

[0130] この実施形態の開口絞りSは、図26及び図27に示す如く、開口絞りSの瞳面PP又はその近傍を指向して、第3可変遮光部材VR31を構成する第3短冊部材ST31（第1遮光部材の一例）と、第4可変遮光部材VR41を構成する第4短冊部材ST41（第2遮光部材の一例）とが、それぞれ複数本（図26及び図27では、それぞれ12本）配置されたものである。ここで、第3可変遮光部材VR31は、複数の第3短冊部材ST31を有し、その複数の第3短冊部材ST31によって開口絞りSの開口形状の輪郭の少なくとも一部（第1部分）を規定するものである。同様に、第4可変遮光部材VR41は、複数の第4短冊部材ST41を有し、その複数の第4短冊部材ST41によって開口絞りSの開口形状の輪郭の少なくとも一部（第2部分）を規定するものである。

[0131] これらの第3短冊部材ST31は、上述した第3実施形態の図16に示す半円筒状の第1短冊部材ST11をZ方向に多数に分割した長尺形の部分円筒状の部材であって、第3短冊部材ST31の長手方向端（図26において、上端）が瞳面PP又はその近傍に向けて配置され、その長手方向端が、開口絞りSの開口形状の輪郭の少なくとも一部（第1部分）を形成するように構成されている。そして、複数の第3短冊部材ST31は、その長手方向がZ方向とほぼ平行であり、且つ、その短手方向に沿って近接して配置されている。なお、これらの第3短冊部材ST31は、長尺形の平板であってもよい。

[0132] 同様に、上述の第4短冊部材ST41も、上述した第3実施形態の図16に示す第2短冊部材ST21をZ方向に多数に分割した長尺形の部分円筒状の部材であって、第3短冊部材ST31とは異なる位置に且つ第4短冊部材ST41の長手方向端（図26において、下端）が瞳面PP又はその近傍に向けて配置され、その長手方向端が、開口絞りSの開口形状の輪郭の少なくとも一部（第2部分）を形成するように構成されている。そして、複数の第

4短冊部材ST41は、その長手方向がZ方向とほぼ平行であり、且つ、その短手方向に沿って近接して配置されている。なお、これらの第4短冊部材ST41は、長尺形の平板であってもよい。このように、本実施形態の開口絞りSでは、第3短冊部材ST31の長手方向端と第4短冊部材ST41の長手方向端とが協働して開口絞りSの開口形状の輪郭または開口部SH（または開口の内周部）の画成している。開口部SHは、瞳面PP内に存在しておらず、瞳面PPを主光線11の方向に撓ませた面内に存在している。

[0133] これらの第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41は、図27に示されるように、それぞれ保持部42、43にZ方向（この場合、第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41の長手方向）に沿って進退（スライド）可能に保持されており、この保持部42、43の保持面は、Z方向から見ると所定の三次元曲線を瞳面PP（X-Y平面）に投影して得られる二次元曲線に概略沿って湾曲されている。従って、第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41の内面によって、所定の三次元曲線を瞳面PPに投影して得られる二次元曲線に概略沿った開口の輪郭が得られる。この所定の三次元曲線は、予め、NA値に応じて光線追跡により算出した各方位における最適瞳高さをつなげて得られたものである。この三次元曲線を、瞳面PPに投影して得られる二次元曲線に沿って第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41が配列されるように、保持部42、43が構成されている。

[0134] さらに、第3短冊部材ST31のそれぞれには、第3短冊部材ST31をその長手方向（Z方向）にスライド駆動、すなわち押し引き駆動させるための駆動装置（駆動部）44が連結されている。なお、ここでは、この駆動装置44は、保持部42に組み込まれているものとして、図27では、保持部42と同一の部分として表示している。従って、本実施形態における投影光学系PLは、駆動装置44を介して第3短冊部材ST31をその長手方向にスライド駆動することによって、上述した所定の三次元曲線に係る開口の形状の一部（図26及び図27において左側の半分）を変えることができる。

[0135] 同じく、図26及び図27に示す如く、第4短冊部材ST41のそれぞれ

には、第4短冊部材ST41をその長手方向（Z方向）にスライド駆動、すなわち押し引き駆動させるための駆動装置45が連結されている。なお、ここでは、この駆動装置45は、保持部43に組み込まれているものとして、図17では、保持部43と同一の部分として表示している。従って、本実施形態における投影光学系PLは、駆動装置45を介して第4短冊部材ST41をその長手方向にスライド駆動することによって、投影光学系PLの開口絞りSの開口の形状のうち、複数の第3短冊部材ST31が規定する部分以外の部分（図26及び図27において右側の半分）の形状を変えることができる。

[0136] このように、それぞれ複数の第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41を光束41に対してそれぞれ進退移動させることにより、該第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41の相対する先端縁によって、規定するNAに対応した三次元曲線に係る開口形状を形成することができる。

[0137] なお、図26及び図27においては、図示の関係上、第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41は、それぞれ12本を表示しているが、第3短冊部材ST31のそれぞれは、具体的には、例えば、上述した第3実施形態の図16に示す略半円筒状の第1短冊部材ST11を、中心角 10° 刻みで縦（Z方向）に18分割となるように切断した部分円筒とすることができる。また、同様に、第4短冊部材ST41のそれぞれも、具体的には、例えば、上述した第3実施形態の図16に示す略半円筒状の第2短冊部材ST21を、中心角 10° 刻みで縦（Z方向）に18分割となるように切断した部分円筒とすることができる。従って、この場合には、それぞれ18枚の第3短冊部材ST41及び第4短冊部材ST41、すなわち合計36枚の短冊部材を1セットとして、1つのNAを規定する1組の開口絞りが構成される。

[0138] なお、本実施形態においては、第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41のスライド方向は、図26においてZ方向であるとした。ただし、このスライド方向は必ずしもZ方向である必要はなく、Z方向に斜交（直交を除く）していてもよい。また、第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST

4 1 のスライド方向は、互いに同一方向（Z方向）としたが、必ずしも同一方向である必要もなく、光学系を構成するミラー（やレンズを含む場合はレンズ）、及びそれらの保持部材等との機械的な干渉を避けるのに適した方向に設定すればよい。

[0139] このように、本実施形態における開口絞り S は、その開口形状を、保持部 4 2、4 3 によって規定される形状に沿って Z 方向に進退する複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 及び複数の第 4 短冊部材 S T 4 1 によって規定できるように構成されているので、所定の NA について、開口の形状を三次元的に任意又は段階的に変更することができる。

[0140] また、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 をそれぞれスライドさせる駆動装置 4 4 としては、上述した第 2 実施形態の図 8 に示したような駆動装置と同様に、ラックアンドピニオンなどからなる機構 R P 1 によって複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 をそれぞれスライドさせるようにしたものを用いることができる。この場合においても、駆動装置 4 4 は、ラックアンドピニオンなどからなる機構 R P 1 の代わりに、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 にそれぞれ連結される、リニアモータからなるアクチュエータを有し、そのアクチュエータからの動力によって複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 をそれぞれスライドさせるように構成してもよい。

[0141] なお、複数の第 4 短冊部材 S T 4 1 をそれぞれスライドさせる駆動装置 4 5 についても、この第 3 短冊部材 S T 3 1 と同様な構成とすることができる。

[0142] また、駆動装置 4 4 は、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 が三次元形状に係る開口形状の輪郭の少なくとも一部（第 1 部分）を形成できるように、不図示の制御部からの制御信号に基づいて所定量を駆動するように構成される。さらに、駆動装置 4 5 は、複数の第 4 短冊部材 S T 4 1 が三次元形状に係る開口形状の輪郭の少なくとも一部（第 2 部分）を形成できるように、不図示の制御部からの制御信号に基づいて所定量を駆動するように構成される。

[0143] このように、本実施形態における開口絞り S においては、その三次元形状

に係る開口形状が複数の第3短冊部材ST31及び複数の第4短冊部材ST41によって形成できるように構成されるとともに、駆動装置44によって複数の第3短冊部材ST31のそれぞれが独立してスライドさせるように構成されること及び駆動装置45によって複数の第4短冊部材ST41のそれぞれが独立してスライドさせるように構成されることによって、形成すべき開口形状の三次元的な微調整を容易に行うことができる。

[0144] なお、開口絞りSによって形成する開口の形状は、光学系の結像性能の観点から、滑らかな形状であることが望ましい。そこで、本実施形態における第3短冊部材ST31の先端縁（図26で上端縁）の形状を、上述した第2実施形態において図9を参照して説明した趣旨に従って、光学系の最適な瞳形状に係る三次元形状に沿うように、斜線又は曲線形状とすることが望ましい。

[0145] また、開口の形状を滑らかとするため、上述した第2実施形態において図11又は図12を参照して説明した趣旨に従って、形状規定部材61又は62等により、光学系の最適な瞳形状に係る三次元形状に沿うように構成するとよい。なお、第4短冊部材ST41についても同様である。これにより、複数の第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41によって開口の形状を、より滑らかな三次元形状に形成させることができるので、開口絞りSにより規定される投影光学系PLにおける開口数NAの設定誤差を低減できる。

[0146] ところで、本実施形態における開口絞りSの開口形状を、最適な瞳形状に係る三次元形状にある程度近づけるという観点からは、第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41の短手方向の幅は、製造可能な範囲で且つできる限り狭い方が望ましい。第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41の短手方向の幅をより細くして、その数を多くすることで、複数の第3短冊部材ST31は、開口絞りSの開口形状の少なくとも一部をより高精度に形成することが可能となる。但し、第3短冊部材ST31の数を多くすると、それぞれをスライドさせるための駆動装置44、45の機械的構成が複雑とな

り（駆動装置を構成するラックアンドピニオンなどからなる機構 R P 1 の数が多数となり）、また、スライド駆動により生じる粉塵や化学的な汚染物質の発生が増大する場合があるという新たな問題を生じることがあるため、これらの両方の観点から適宜な数とすることが望ましい。

[0147] 次に、第 3 短冊部材 S T 3 1 及び第 4 短冊部材 S T 4 1 の変形例について説明する。なお、この変形例においても、第 3 短冊部材 S T 3 1 及び第 4 短冊部材 S T 4 1 が配置される光学系及び露光装置の構成については、上記の実施形態と同様である。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同じ符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0148] 図 2 8 は、本変形例における第 3 短冊部材 S T 3 1 b の形状を示す図である。図 2 8 に示す如く、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 b は、その一方の側面（隣接する第 3 短冊部材に対面する面）に凹状部 O L 2 を、これと反対側の他方の側面（隣接する第 3 短冊部材に対面する面）に凸状部 O L 3 を有している。これらの凹状部 O L 2 及び凸状部 O L 3 は長手方向に沿ってそれぞれ形成されている。なお、凸状部 O L 3 は、隣接する第 3 短冊部材 S T 3 1 の凹状部 O L 2 に僅かな隙間をもって遊嵌するように構成されている。

[0149] そして、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 b は、互いに相対する凹状部 O L 3 に凸状部 O L 2 を遊嵌させて、互いに略平行にそれぞれ配置されている。このような構成によって、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 b の互いの隙間から露光光が漏れることを低減できる。なお、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 b の形状は、上記の構造に限らず、複数の第 3 短冊部材 S T 3 1 b の互いの隙間から露光光が漏れることを低減できる構成であれば、他の構造であってもよい。なお、図 2 8 における説明において、第 3 短冊部材 S T 3 1 b を例として説明したが、第 4 短冊部材 S T 4 1 b においても、第 3 短冊部材 S T 3 1 b と同様である。

[0150] ところで、フィールド内のパターン分布（マスク M に形成されたパターンの分布）に従って、最適な瞳形状に係る三次元形状が部分的に又は全体的に

僅かに変化する場合があることは、上述した第3実施形態において説明した。この第4実施形態に係る開口絞りSは、複数の第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41をZ方向にスライドさせることができるため、このようなパターン分布に従って、最適な瞳形状に係る三次元形状の開口形状が変化する場合に、より適切に対応することができる。マスクMのパターン分布の計測装置や計測方法は、上述した第2実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

[0151] なお、第3短冊部材ST31、第4短冊部材ST41、保持部42、43、及び駆動装置44、45などを備える上述した1セットの開口絞りのみでは、開口の大きさは変更することができないため、NAを変更する必要がある場合には、対応することができない。この場合には、上述した1セットの開口絞りと同様の構成を有するとともに、段階的に設定される複数のNAに応じて、それぞれ異なる大きさの開口を規定するように構成された複数セットの開口絞りを設ける。

[0152] 各1セットの開口絞りは、大きな開口を規定するものから小さな開口を規定するものに従って、順次内側に配置する。そして、選択されたNAに対応する開口を規定する開口絞りの第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41をスライド駆動して光路中の所定位置に挿入し、その他の開口絞りの第3短冊部材ST31及び第4短冊部材ST41を該光路中から待避させる。このように開口絞りSを複数セットの上述した開口絞りから構成することにより、NAの変更に応じて、最適な瞳形状に係る三次元形状の開口を適宜に形成することが可能となる。

[0153] なお、本実施形態における投影光学系PLは、上述の6枚の非球面の各ミラーPM1～PM6で構成される光学系に限られるものではなく、8枚のミラーや10枚のミラーなど、他の枚数のミラーからなる反射光学系を用いることもできる。さらに、本発明は、反射光学素子としてのミラーからなる反射光学系に用いて好適であるが、これに限定されず、反射光学素子としてのミラーと屈折光学素子としてのレンズを組み合わせる構成される反射屈折光

学系、屈折光学素子としてのレンズを組み合わせる構成される屈折光学系にも、適用することができる。

[0154] また、本実施形態の光源装置 1 から射出される EUV 光（露光光）の波長は、高解像度を達成するために 50 nm 以下とすることが望ましく、一例としては 11.8 nm 又は 13.5 nm を使用することが望ましい。

[0155] なお、上述した各実施形態に係る開口絞り S は、照明光学系に対しても適用することができる。すなわち、図 1 において、上記の開口絞り S を、照明光学系 ILS の瞳面又は瞳面近傍に適用することもできる。この場合、開口絞り S は照明光学系 ILS の瞳面又はその近傍に配置する。

[0156] また、本実施形態における照明光学系 ILS は、マスク M のパターン面上の露光視野内を照明する構成であればよく、具体的な構成は特に制限されない。

[0157] 上記実施形態で説明した開口絞り S は、露光装置の光学系以外にも適用することが可能である。特に光軸に対して回転非対称である反射光学系などの光学系に有効に使用することができる。

[0158] 第 1 実施形態で説明した開口絞り板 12、13 を駆動する駆動装置 14、第 2 及び第 4 実施形態の開口絞り S の開口形状を規定する第 1～第 4 短冊部材 ST1、ST2、ST31、ST41 を駆動する駆動装置 21、22、44、45、並びに第 3 実施形態の開口絞り S の開口形状を規定する第 1 及び第 2 遮光部材 ST11、ST21 を移動する駆動装置 DR1、DR2 などの制御は、露光装置 EX を制御する制御部により行なうことができる。この場合、露光装置 EX の制御部は、用いる投影光学系 PL の NA に応じてそれらの駆動装置を制御して開口絞り S の開口を所望の 3 次元形状に調整することができる。

[0159] 上記実施形態において短冊部材や遮光部材には、長尺の平板状部材を用いたが、開口絞り S の開口形状を規定する端部及びその近傍が照明光を遮光する形状であれば任意の形状よく、また、端部とそれ以外の部分の形状が異なっても良い。例えば、端部のみが平板状であり、残部が棒状でも構わない。

それに応じて短冊部材や遮光部材を保持する保持部及び駆動する駆動部との係合形態を適宜変更することができる。

[0160] なお、以上の説明においては、露光対象となる基板として半導体ウエハWを想定したが、露光対象となる基板は半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスク又はレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）、又はフィルム部材などであってもよい。

[0161] また、その基板は、その形状が円形に限られるものではなく、矩形など他の形状でもよい。また、本実施形態の光学系を適用する露光装置の形態は、上述したマスクMとウエハWとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキニングステッパ）に限らず、マスクMとウエハWとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、ウエハWを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）であってもよい。

[0162] また、本実施形態の走査型露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることは言うまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が完了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

[0163] 次に、本実施形態における露光装置を用いた電子デバイスの製造方法につ

いて説明する。

[0164] 上記の実施形態の露光装置を用いて半導体デバイス等の電子デバイス（マイクロデバイス）を製造する場合、電子デバイスは、図29に示す如く、電子デバイスの機能・性能設計を行うステップ111、この設計ステップ111に基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ112、デバイスの基材である基板（ウエハ）を製造するステップ113、前述した実施形態の露光装置によりマスクのパターンを基板へ露光する工程、露光した基板を現像する工程、現像した基板の加熱（キュア）及びエッチング工程などを含む基板処理ステップ114、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージング工程などの加エプロセスを含む）115、並びに検査ステップ116等を経て製造される。言い換えると、このデバイスの製造方法は、リソグラフィ工程を含み、そのリソグラフィ工程で上記の実施形態の露光装置を用いて感光性基板を露光している。

[0165] なお、本発明は上述した全ての構成要素を適宜組み合わせて用いる事が可能であり、また、一部の構成要素を用いない場合もある。また、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

実施例 1

[0166] [最適な瞳形状のシミュレーション]

以下の条件に基づいて、最適な瞳形状のシミュレーションを実施した。NA0.25、レチクル面132mm~140mm、ウエハ面33mm~35mmである。表1は面データ、表2は波面収差、表3は非球面データである。この条件で、光線追跡（幾何学的演算）を実施し、フィールド内の9点（R1~R9）について、最小錯乱円の位置を求めた。なお、R1は主光線である。その結果を表4に示す。表4中のZ座標が瞳高さである。なお、この場合の光線追跡図を図31に示す。

[表1]

面番号	r	d
マスク面		734.1885292
M1	-720.3874193	-217.5955792
絞り	∞	-112.5233792
M2	-1050.949872	322.6738112
M3	888.4397399	-210.050432
M4	582.3726141	826.8495883
M5	305.7931258	-366.3138463
M6	445.1455501	416.1472924
ウェハ面		

[表2]

X 方向(mm)	Y 方向 (mm)	波面収差(m λ rms)
0	33	19.1
0	34	8.2
0	35	16.6

[表3]

非球面データ	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
コーニック定数(K)	0	0	0	0	0	0
4 次の係数(A)	1.340058E-09	-3.360456E-09	-1.215467E-09	3.378127E-10	8.791129E-10	9.592647E-11
6 次の係数(B)	-1.924849E-14	8.434585E-14	-2.468357E-15	-1.005523E-14	1.646777E-12	5.197436E-16
8 次の係数(C)	4.067775E-19	-9.499991E-18	4.266577E-19	1.591787E-19	-5.963808E-17	7.741593E-21
10 次の係数(D)	2.403474E-23	-3.987856E-22	-9.808037E-24	-1.501604E-24	-9.567914E-20	-6.486157E-25
12 次の係数(E)	-6.243282E-27	2.446681E-24	-3.033823E-28	7.854905E-30	1.063594E-22	5.458118E-29
14 次の係数(F)	5.967375E-31	-1.087847E-27	2.251650E-32	-2.131010E-35	-5.508497E-26	-2.606073E-33
16 次の係数(G)	-2.84E-35	2.07E-31	-4.82E-37	5.27E-41	1.45E-29	6.71E-38
18 次の係数(H)	5.47E-40	-1.52E-35	3.65E-42	-2.01E-46	-1.55E-33	-7.18E-43

[表4]

絞り中心座標 (0,0,0)	X 座標	Y 座標	Z 座標
R1	0	0	0
R2	0	-33.6662374	2
R3	0	33.70243986	-6
R4	-33.8191831	-0.58571655	-3
R5	33.81918317	-0.58571653	-3
R6	-23.9327	-24.1021	0
R7	-23.9206	23.9947	-5
R8	23.9327	-24.1021	0
R9	23.9362	23.9947	-5

符号の説明

[0167] 1…光源装置、I L S…照明光学系、P L…投影光学系、P M 1～P M 6…ミラー、M…マスク、W…ウエハ、I L…照明光、A X…光軸、S…開口絞り、1 2, 1 3…開口絞り板、1 4…駆動装置、V R 1…第1可変遮光部材、V R 2…第2可変遮光部材、S T 1…第1短冊部材、S T 2…第2短冊部材、2 1, 2 2…駆動装置、2 3…保持部、8 1, 8 2…駆動装置、V R 1 1…第1可変遮光部材、V R 2 1…第2可変遮光部材、S T 1 1…第1遮光部材、S T 2 1…第2遮光部材、D R 1, D R 2…駆動装置、P P…瞳面、S H…開口部、V R 3 1…第1可変遮光部材、V R 4 1…第2可変遮光部材、S T 3 1…第1短冊部材、S T 4 1…第2短冊部材、4 2, 4 3…保持部、4 4, 4 5…駆動装置。

請求の範囲

- [請求項1] 所定面において光束を規定する開口絞りを有する光学系において、前記開口絞りの開口形状の輪郭が三次元形状であることを特徴とする光学系。
- [請求項2] 少なくとも2つの材料が互いに積層された多層膜を有する反射型光学素子を備えることを特徴とする請求項1に記載の光学系。
- [請求項3] 前記所定面は、前記光学系の瞳面又はその近傍面であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光学系。
- [請求項4] 前記光学系の開口数に応じて前記開口絞りの開口形状を可変としたことを特徴とする請求項1から請求項3の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項5] 開口形状の輪郭が三次元形状である開口絞り板を備えることを特徴とする請求項1から請求項3の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項6] 開口形状の輪郭が互いに異なる三次元形状である複数の開口絞り板を備え、
前記複数の開口絞り板は、前記光束の光路に対して選択的に交換可能なように配置されることを特徴とする請求項1から請求項4の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項7] 前記複数の開口絞り板は、前記光学系の開口数に対応した開口部をそれぞれ有していることを特徴とする請求項6に記載の光学系。
- [請求項8] 前記光束の光路に対して選択的に進退可能なように、前記開口絞り板を進退させる駆動部を備えることを特徴とする請求項5から請求項7の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項9] 複数の第1遮光部材を有し、前記開口絞りの開口形状の第1部分を規定する第1可変遮光部材を備えることを特徴とする請求項4に記載の光学系。
- [請求項10] 前記複数の第1遮光部材を前記光束に対してそれぞれ移動させることにより、該第1遮光部材の先端縁によって任意の三次元曲面上にあ

る任意の開口形状を形成することを特徴とする請求項 9 に記載の光学系。

[請求項11] 前記複数の第 1 遮光部材は、それぞれ短冊状の第 1 板状部材であって、その長手方向が所定の第 1 方向と平行で、且つ、短手方向に近接してそれぞれ配置されることを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 の何れか一項に記載の光学系。

[請求項12] 前記複数の第 1 遮光部材を前記第 1 方向にそれぞれ押し引きする第 1 駆動部を備えることを特徴とする請求項 11 に記載の光学系。

[請求項13] 前記複数の第 1 遮光部材を前記光学系の光軸方向又は前記所定面と交差する方向に移動させる第 2 駆動部を備えることを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 に記載の光学系。

[請求項14] 前記第 1 遮光部材は、その断面形状が円弧形状、楕円弧形状又はこれらに類する曲線形状である半筒状又は部分筒状の部材であって、且つ、一方の先端縁が三次元形状であることを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の光学系。

[請求項15] 前記複数の第 1 遮光部材を前記光学系の光軸方向又は前記所定面と交差する方向である第 1 進退方向にそれぞれ進退させる駆動部を備えることを特徴とする請求項 14 に記載の光学系。

[請求項16] 前記複数の第 1 遮光部材は、前記第 1 進退方向と略垂直な方向にそれぞれ配置され、且つ、前記一方の先端縁を前記所定面に向けてそれぞれ配置されることを特徴とする請求項 15 に記載の光学系。

[請求項17] 前記第 1 遮光部材は、短冊状の板状部材であって、
前記第 1 可変遮光部材は、その断面形状が円弧形状、楕円弧形状又はこれらに類する曲線形状である半筒状又は部分筒状であることを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の光学系。

[請求項18] 前記複数の第 1 遮光部材は、その短手方向に近接してそれぞれ配置されることを特徴とする請求項 17 に記載の光学系。

[請求項19] 前記複数の第 1 遮光部材を長手方向にそれぞれ押し引きさせる駆動

部を備えることを特徴とする請求項 17 又は請求項 18 に記載の光学系。

[請求項20] 複数の第 2 遮光部材を有し、前記開口絞りの開口形状の第 1 部分とは異なる第 2 部分を規定する第 2 可変遮光部材を備えることを特徴とする請求項 9 から請求項 19 の何れか一項に記載の光学系。

[請求項21] 前記複数の第 2 遮光部材を前記光束に対してそれぞれ移動させることにより、該第 2 遮光部材の先端縁によって任意の三次元曲面上にある任意の開口形状を形成することを特徴とする請求項 20 に記載の光学系。

[請求項22] 前記複数の第 2 遮光部材は、それぞれ短冊状の第 2 板状部材であって、その長手方向が所定の第 2 方向と平行で、且つ、短手方向に近接してそれぞれ配置されることを特徴とする請求項 20 又は請求項 21 に記載の光学系。

[請求項23] 前記第 1 方向と前記第 2 方向とは、互いに略平行であることを特徴とする請求項 22 に記載の光学系。

[請求項24] 前記複数の第 2 遮光部材を前記第 2 方向にそれぞれ押し引きする第 3 駆動部を備えることを特徴とする請求項 22 又は請求項 23 に記載の光学系。

[請求項25] 前記複数の第 2 遮光部材を前記光学系の光軸方向又は前記所定面と交差する方向に移動させる第 4 駆動部を備えることを特徴とする請求項 22 から請求項 24 の何れか一項に記載の光学系。

[請求項26] 前記第 2 遮光部材は、その断面形状が円弧形状、楕円弧形状又はこれらに類する曲線形状である半筒状又は部分筒状の部材であって、且つ、一方の先端縁が三次元形状であることを特徴とする請求項 20 又は請求項 21 に記載の光学系。

[請求項27] 前記複数の第 2 遮光部材を前記光学系の光軸方向又は前記所定面と交差する方向である第 2 進退方向にそれぞれ進退させる駆動部を備えることを特徴とする請求項 26 に記載の光学系。

- [請求項28] 前記複数の第2遮光部材は、前記第2進退方向と略垂直な方向にそれぞれ配置され、且つ、前記一方の先端縁を前記所定面に向けてそれぞれ配置されることを特徴とする請求項27に記載の光学系。
- [請求項29] 前記第1可変遮光部材と前記第2可変遮光部材とは、前記所定面を挟んで互いに相対的に配置されることを特徴とする請求項26から請求項28の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項30] 前記第1遮光部材と前記第2遮光部材とは、互いに相対的に進退されることを特徴とする請求項26から請求項29の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項31] 前記第1進退方向と前記第2進退方向とは、互いに略平行であることを特徴とする請求項26から請求項30の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項32] 前記第2遮光部材は、短冊状の板状部材であって、
前記第2可変遮光部材は、その断面形状が円弧形状、楕円弧形状又はこれらに類する曲線形状である半筒状又は部分筒状であることを特徴とする請求項20又は請求項21に記載の光学系。
- [請求項33] 前記複数の第2遮光部材は、その短手方向に近接してそれぞれ配置されることを特徴とする請求項32に記載の光学系。
- [請求項34] 前記複数の第2遮光部材を長手方向にそれぞれ押し引きさせる駆動部を備えることを特徴とする請求項32又は請求項33に記載の光学系。
- [請求項35] 前記第1遮光部材を前記駆動部により押し引きさせる方向と、前記第2遮光部材を前記駆動部により押し引きさせる方向とは、互いに略平行であることを特徴とする請求項34に記載の光学系。
- [請求項36] 前記光学系の所定の視野領域は、該光学系の光軸に対して第3方向に偏心した位置にあって、
前記第1方向は、該第3方向と略直交する方向であることを特徴とする請求項11から請求項13の何れか一項に記載の光学系。

- [請求項37] 前記光学系は、物体面上の所定の視野領域を像面上に結像する結像光学系であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 5 の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項38] 前記光学系は、前記所定の視野領域が、前記光学系の光軸に対して第 3 方向に偏心した位置であることを特徴とする請求項 3 7 に記載の光学系。
- [請求項39] 前記光束は、EUV 光であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 8 の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項40] 少なくとも 2 つの反射光学素子を備えた光学系であって、前記 2 つの反射光学素子の間の光路中に前記光学系の瞳面を有し、前記瞳面の輪郭は三次元形状であることを特徴とする光学系。
- [請求項41] 前記瞳面は、前記光学系を通過する各光線の最小錯乱円が形成される領域、又はその領域に接する面であることを特徴とする請求項 4 0 に記載の光学系。
- [請求項42] 前記瞳面又はその近傍面に配置される開口絞りを備えることを特徴とする請求項 4 0 又は請求項 4 1 に記載の光学系。
- [請求項43] 前記光学系は、物体面上の所定の視野領域を像面上に結像する結像光学系であることを特徴とする請求項 4 0 から請求項 4 2 の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項44] 前記光学系は、前記所定の視野領域が、前記光学系の光軸に対して所定方向に偏心した位置であることを特徴とする請求項 4 3 に記載の光学系。
- [請求項45] 第 1 面の像を第 2 面上に投影露光する露光装置であって、請求項 1 から請求項 4 4 の何れか一項に記載の光学系を備えることを特徴とする露光装置。
- [請求項46] 第 1 面の像を第 2 面上に投影する投影光学系を備える露光装置であって、
前記投影光学系は、請求項 1 から請求項 4 4 の何れか一項に記載の

光学系であることを特徴とする露光装置。

[請求項47] 前記光束を供給するEUV光源装置をさらに備えることを特徴とする請求項45又は請求項46に記載の露光装置。

[請求項48] リソグラフィ工程を含む電子デバイスの製造方法であって、前記リソグラフィ工程は、請求項45から請求項47の何れか一項に記載の露光装置を用いることを特徴とする電子デバイスの製造方法。

[請求項49] 光学系に入射又は光学系から射出する光束を制限する開口絞りであって、

開口を規定する内周部を有する部材を備え、

前記部材の内周部は、前記光束の主光線と交差する平面が主光線の方向に部分的に撓むことによって形成された曲面上に存在していることを特徴とする開口絞り。

[請求項50] 前記部材が、前記主光線と交差する方向に延在する複数の長尺部材で形成され、

前記開口は、前記複数の長尺部材の端部の配列により画成されることを特徴とする請求項49に記載の開口絞り。

[請求項51] 前記部材は、開口絞り板であることを特徴とする請求項49又は請求項50に記載の開口絞り。

[請求項52] 前記長尺部材が、その長手方向に移動可能であり、長尺部材の端部の位置を調節することにより前記曲面の形状を変更することを特徴とする請求項51に記載の開口絞り。

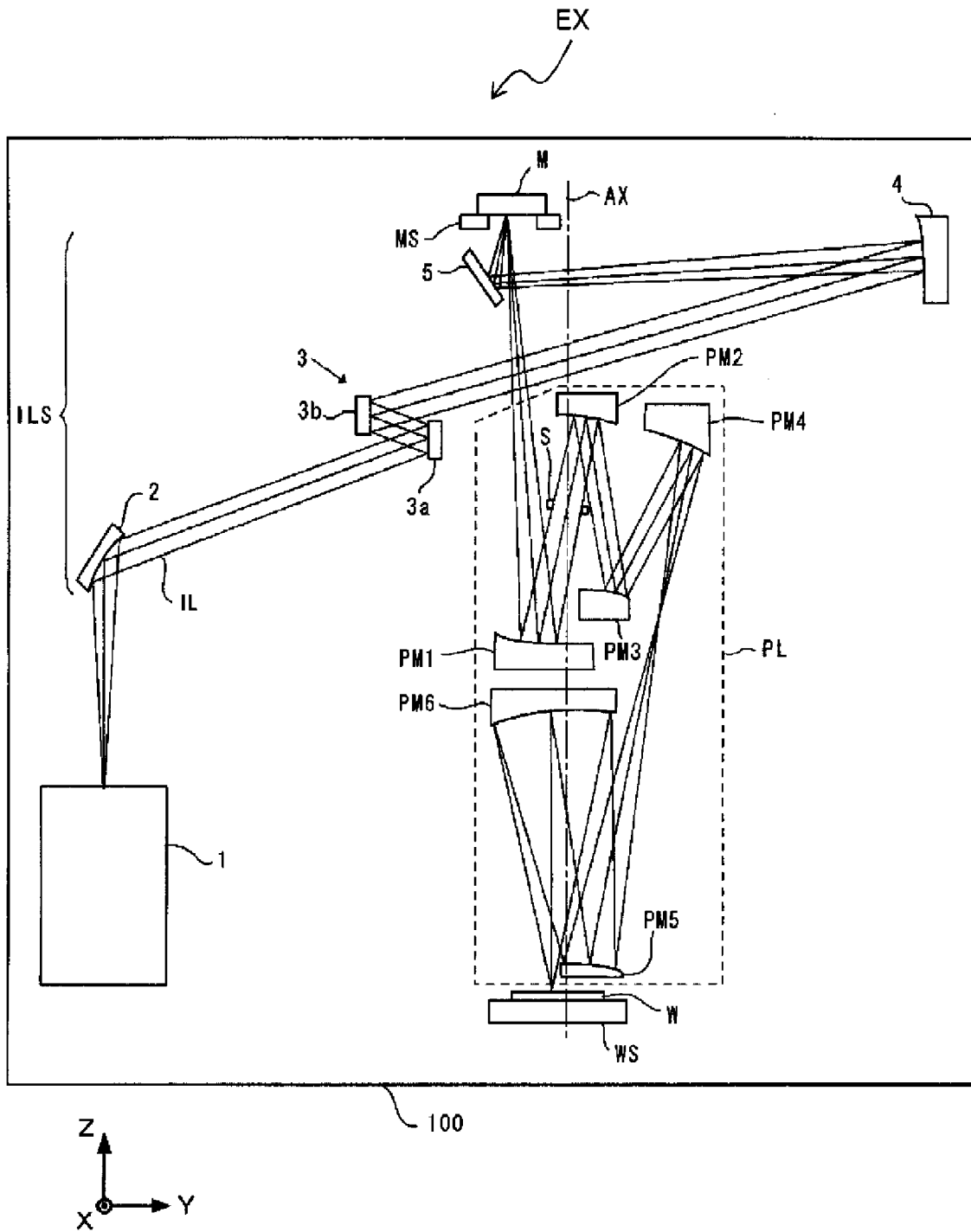
[請求項53] 前記部材が、前記主光線と交差する方向に延在する一对の半円筒状部材で形成され、

前記開口は、前記一对の半円筒状部材の端部により画成されることを特徴とする請求項50に記載の開口絞り。

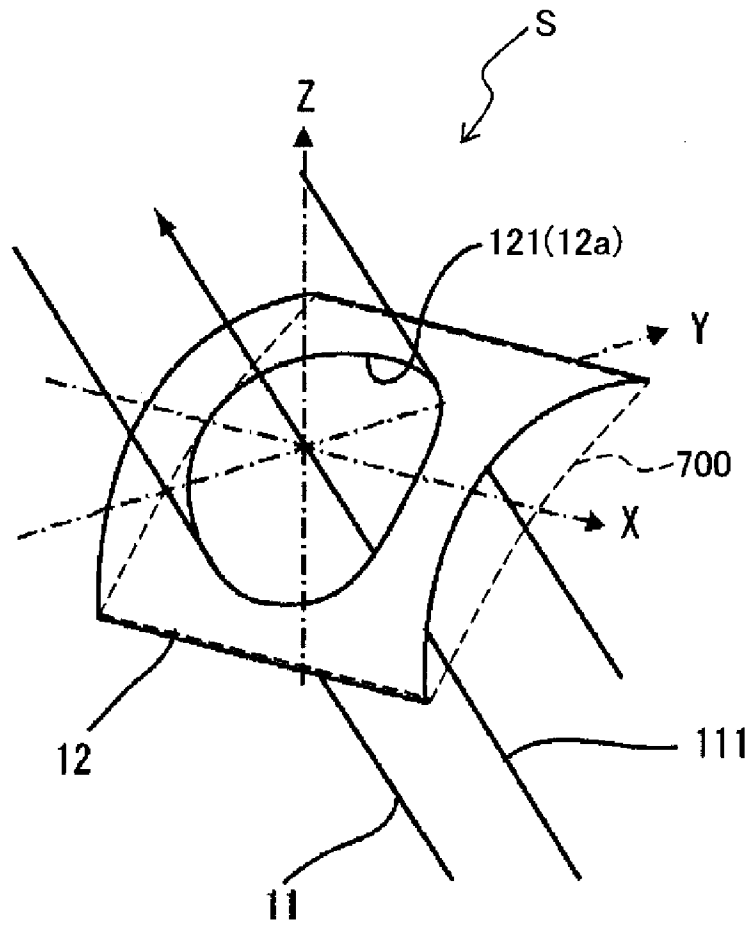
[請求項54] 前記一对の半円筒状部材を、その延在方向に移動する駆動装置を備えることを特徴とする請求項53に記載の開口絞り。

- [請求項55] 前記一对の半円筒状部材が、それぞれ、曲率の異なる複数の半円筒の対を有し、前記光学系のNAに応じて、複数の半円筒の対から選ばれた一对の半円筒の端部により前記曲面の形状が画成されることを特徴とする請求項53又は請求項54に記載の開口絞り。
- [請求項56] 複数の反射光学素子を備えた光学系において、
瞳面は又はその近傍面に配置される請求項50から請求項55の何れか一項に記載の開口絞りを備えることを特徴とする光学系。
- [請求項57] 投影光学系と、
前記投影光学系の瞳面またはその近傍に設けられる請求項50から請求項56の何れか一項に記載の開口絞りとを備える露光装置。
- [請求項58] 前記主光線と交差する平面が投影光学系の光軸と直交する請求項57に記載の露光装置。
- [請求項59] さらに、前記投影光学系の物体側に第1～第4の反射鏡を備え、前記投影光学系に第1～第4の反射鏡を経て照明光が入射され、前記投影光学系の瞳が第2及び第3反射鏡の間の光路に位置し、前記部材の前記内周部が、前記主光線と交差する方向に延在する複数の長尺部材の端部の配列または一对の半円筒状部材により画成され、前記複数の長尺部材の一部又は半円筒状部材の一方が第1反射鏡と第3反射鏡の間に設けられ、前記複数の長尺部材の残部又は半円筒状部材の他方が第2反射鏡と第4反射鏡の間に設けられている請求項57又は請求項58に記載の露光装置。

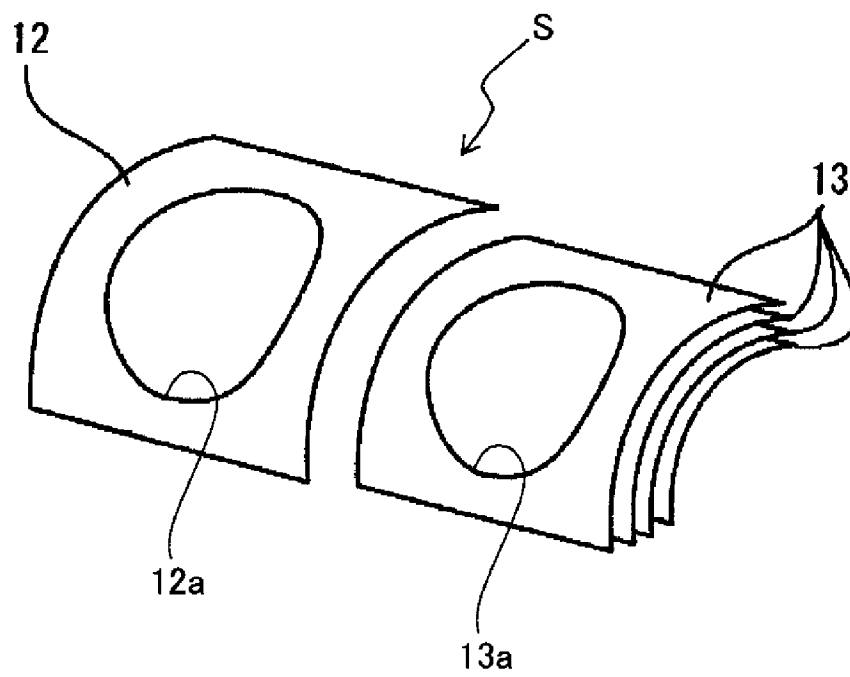
[図1]



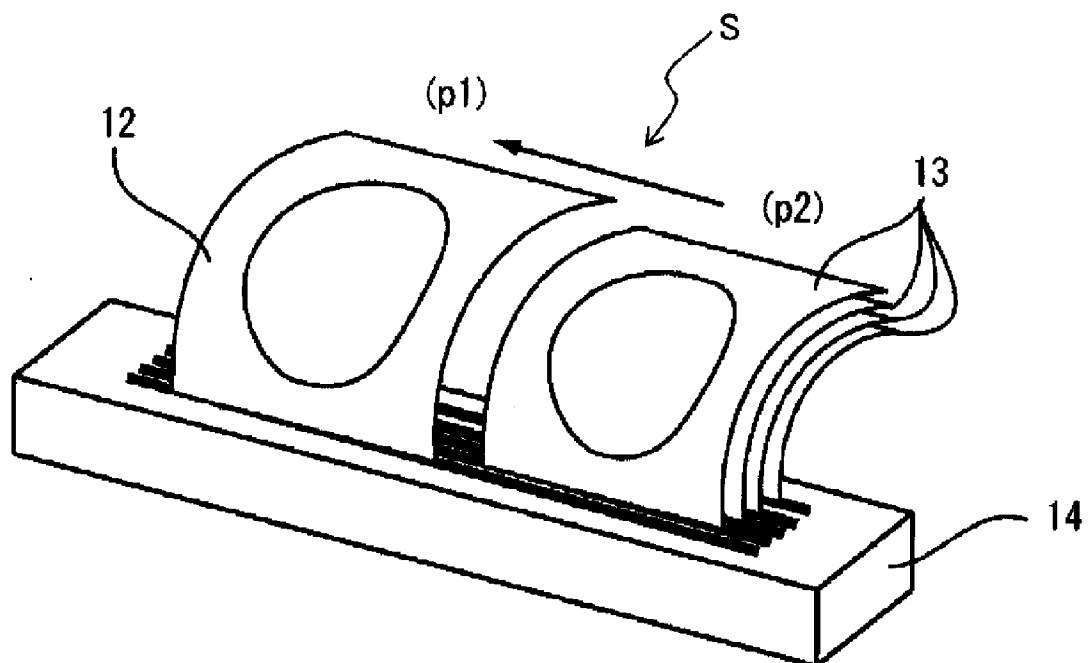
[図2]



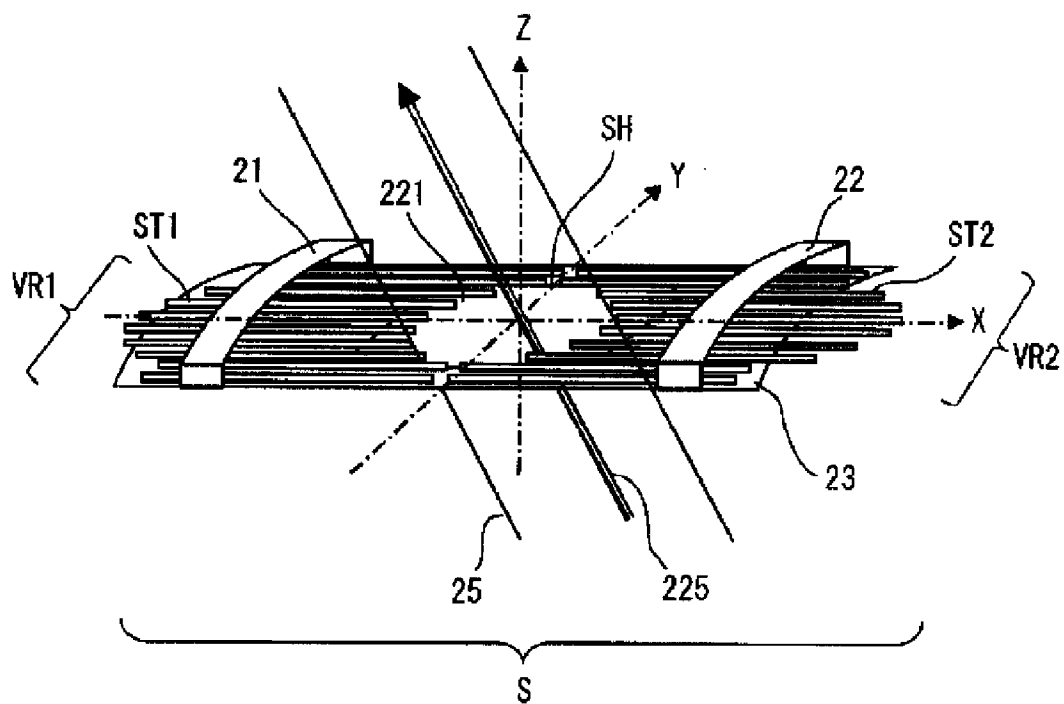
[図3]



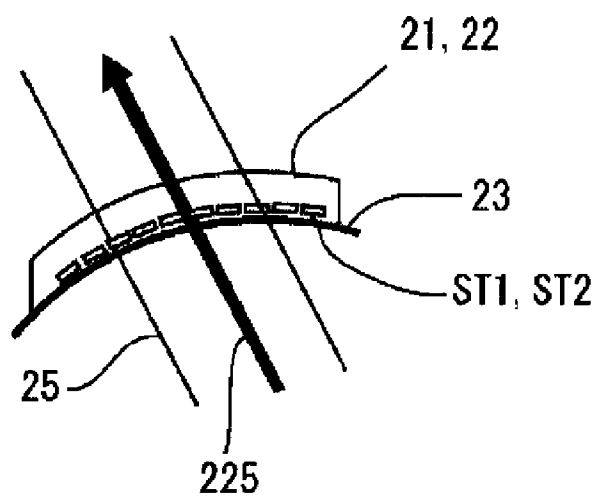
[図4]



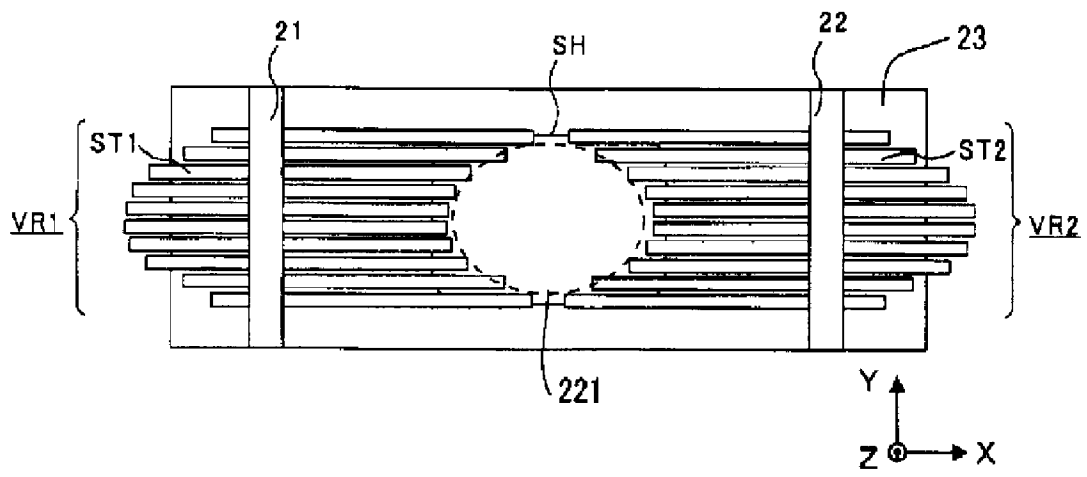
[図5]



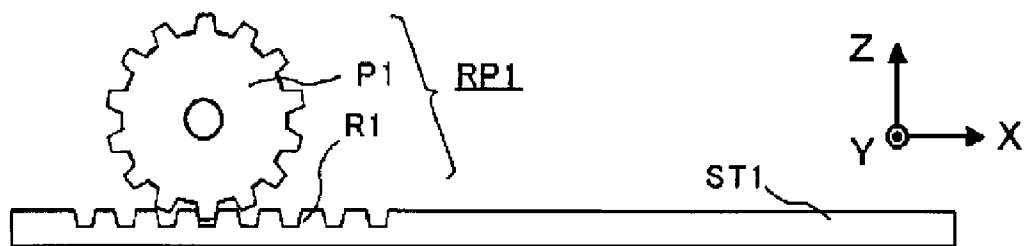
[図6]



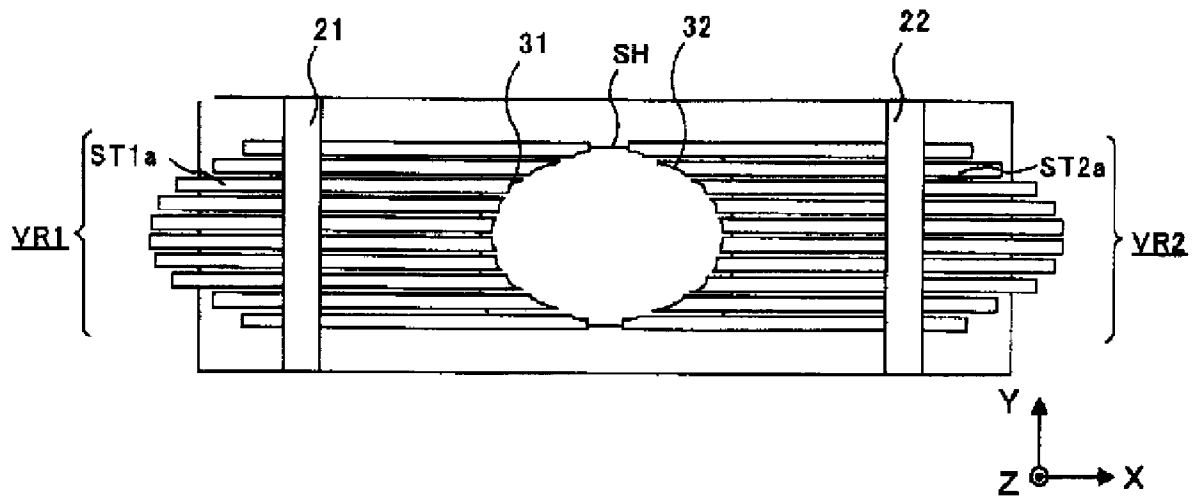
[図7]



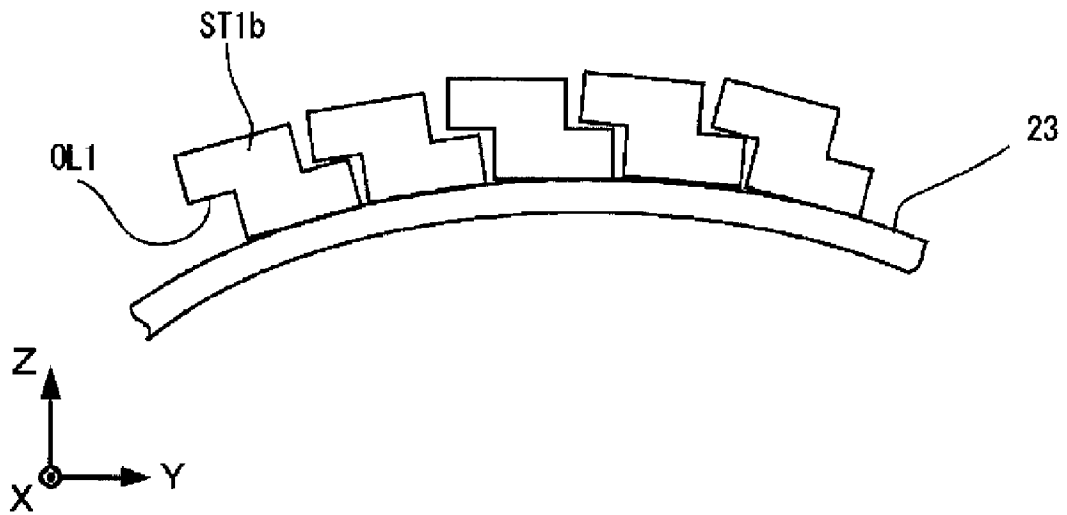
[図8]



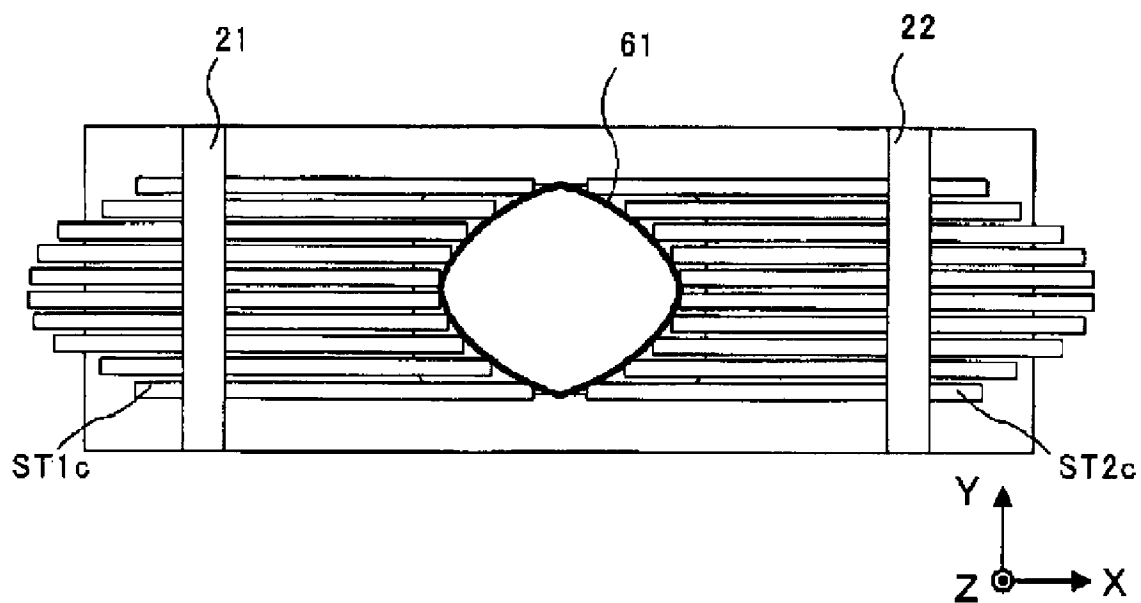
[図9]



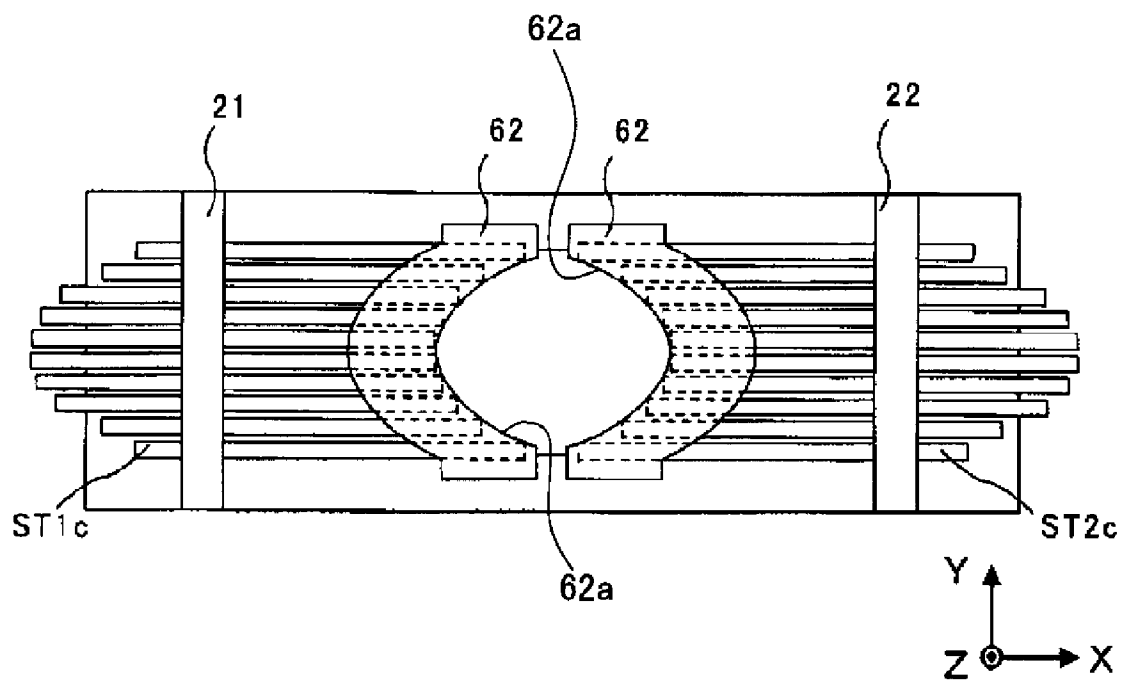
[図10]



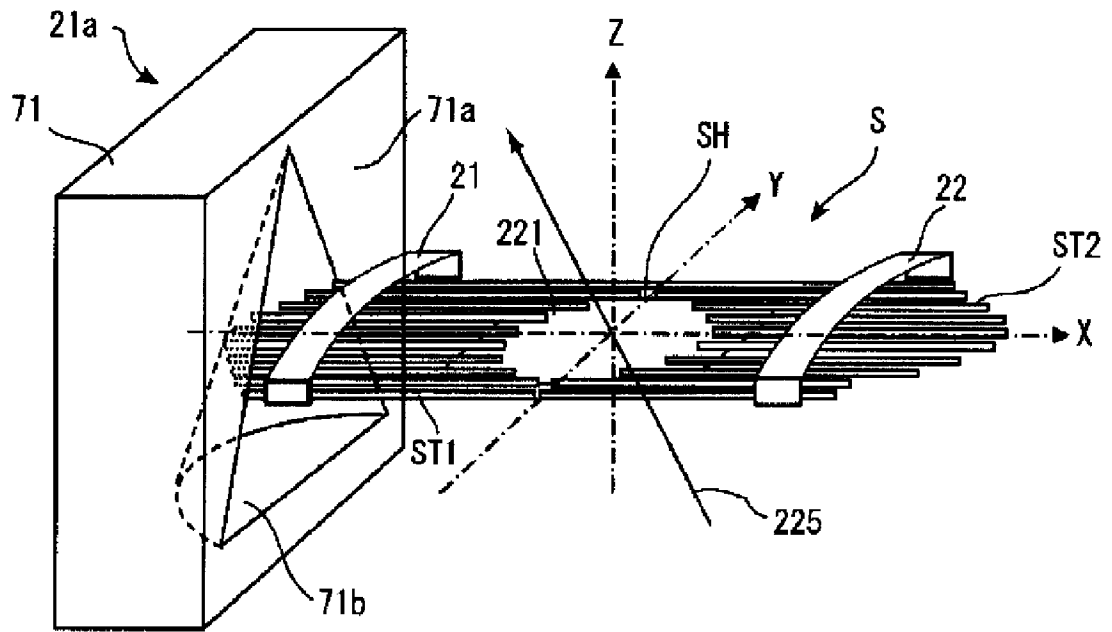
[図11]



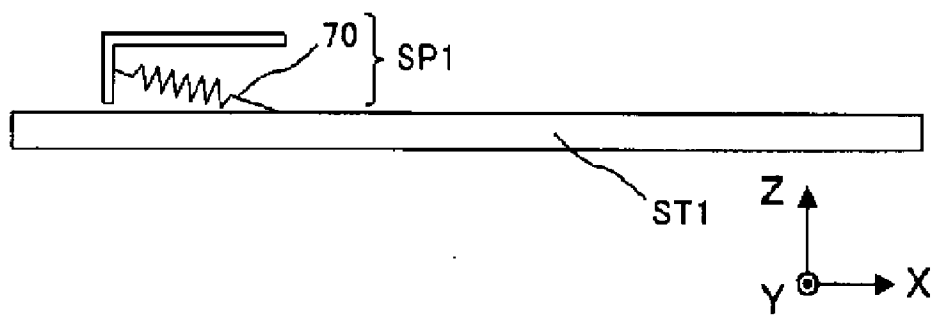
[図12]



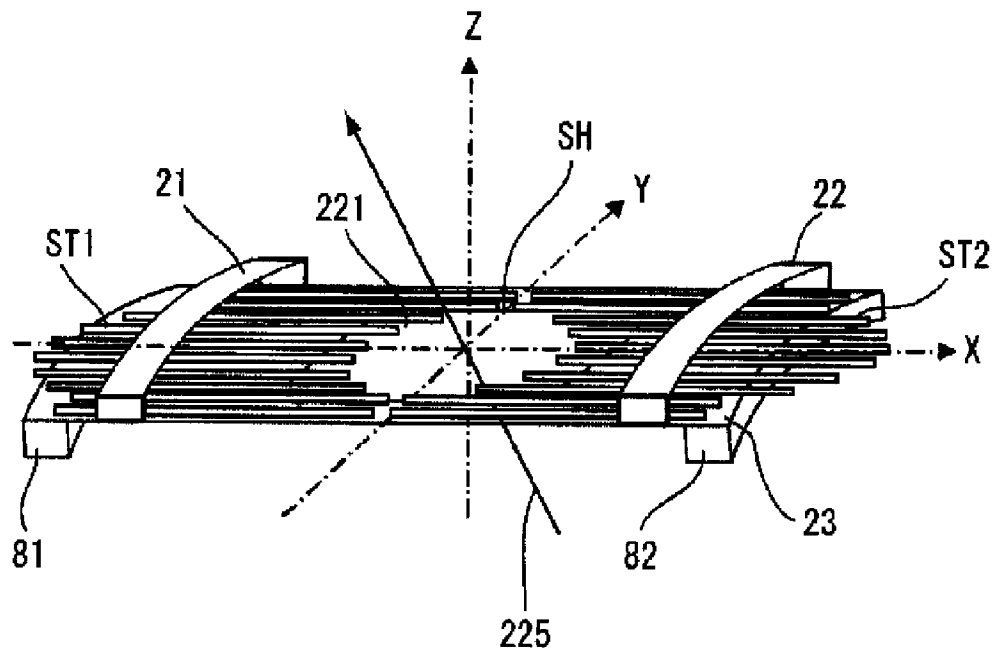
[図13]



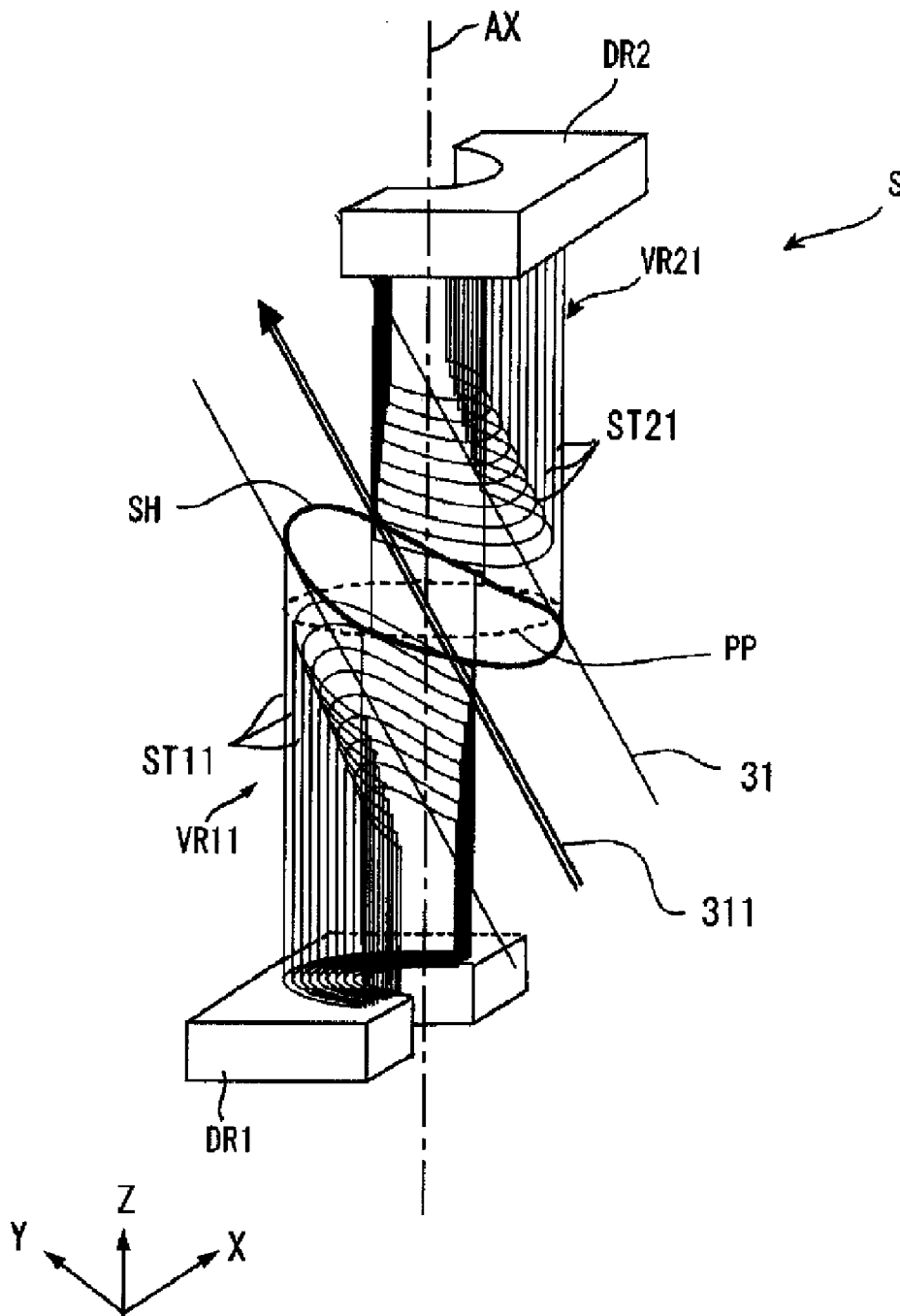
[図14]



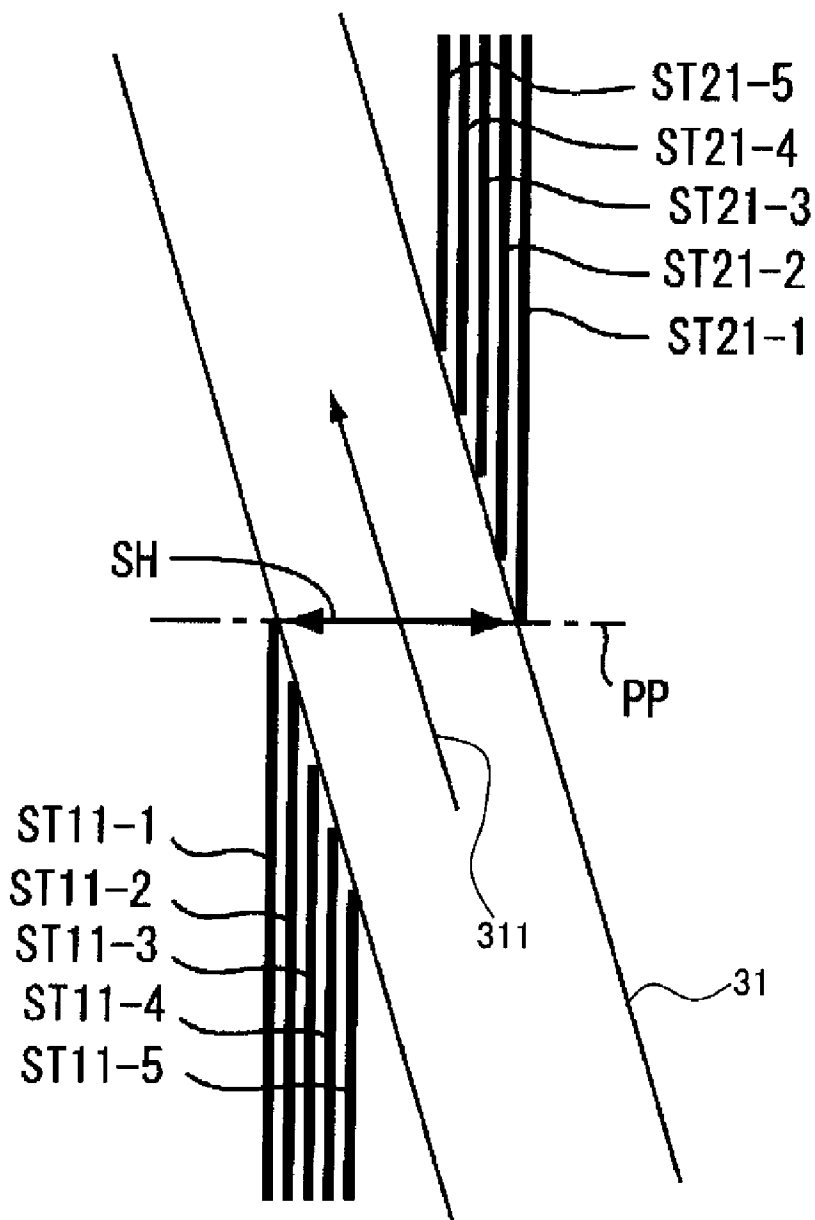
[図15]



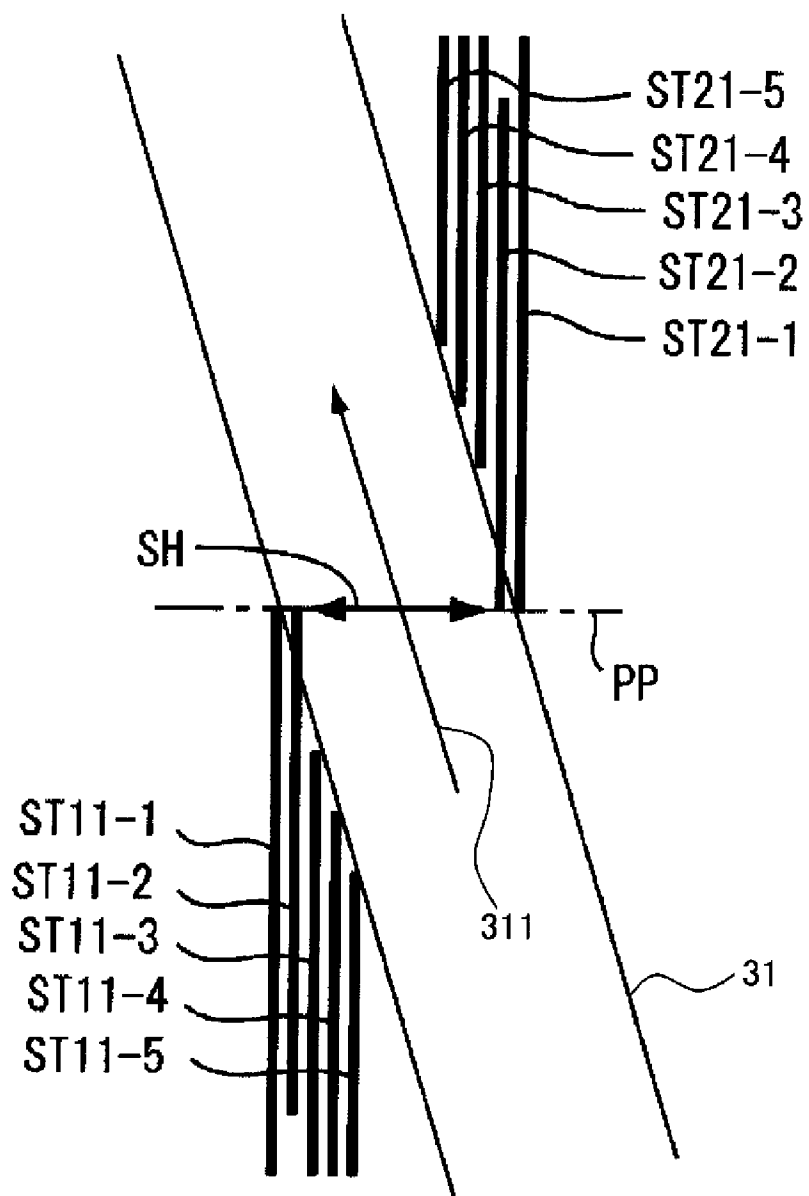
[図16]



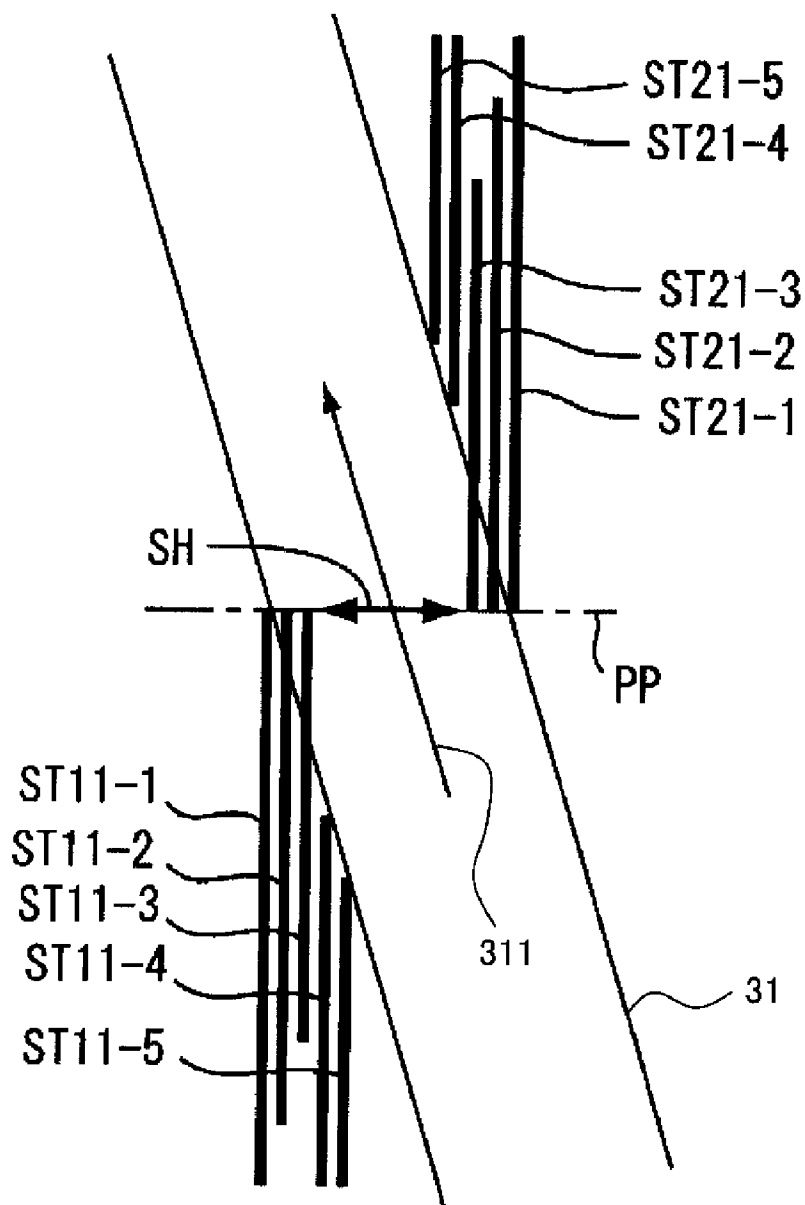
[図17]



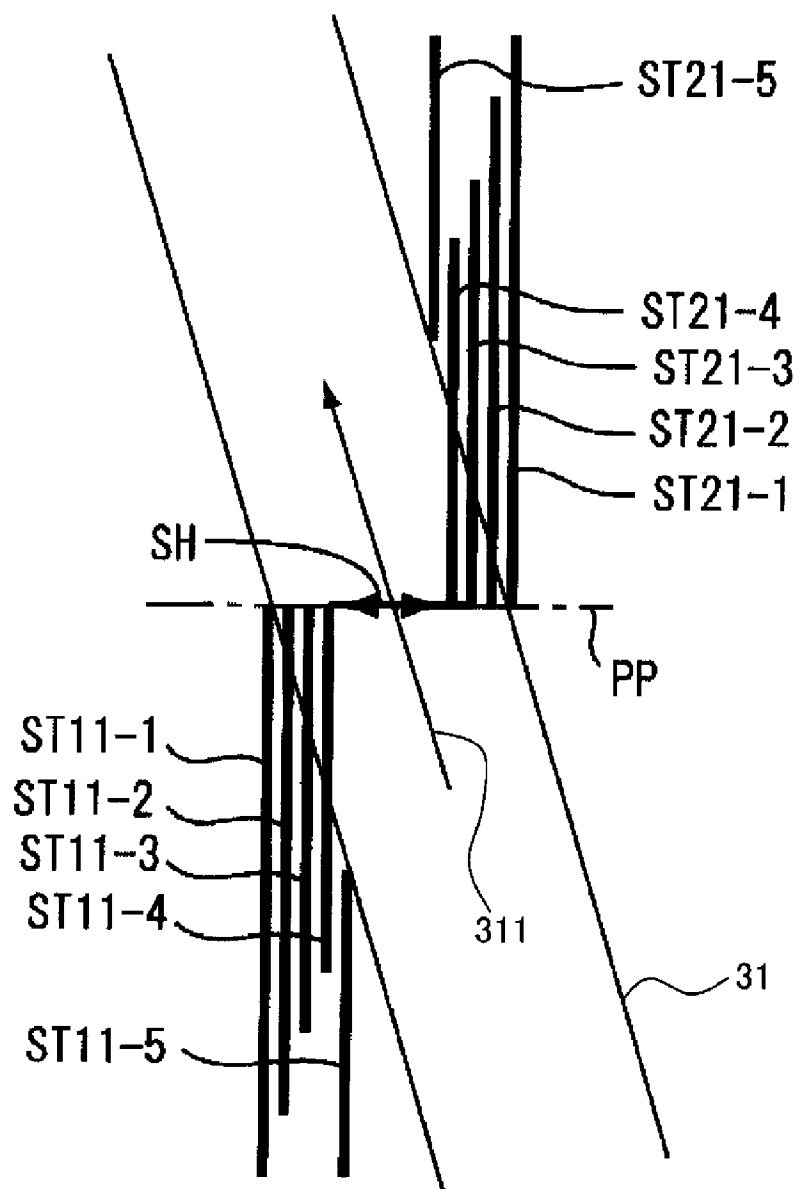
[図18]



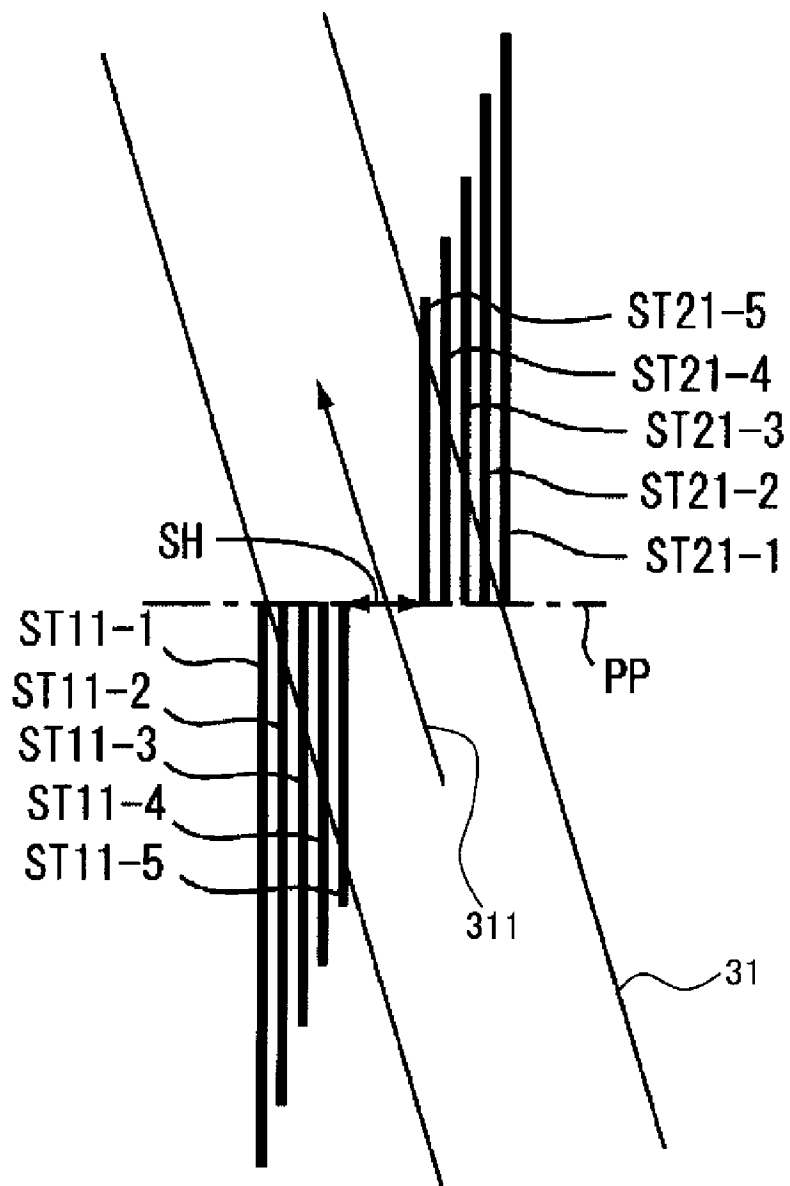
[図19]



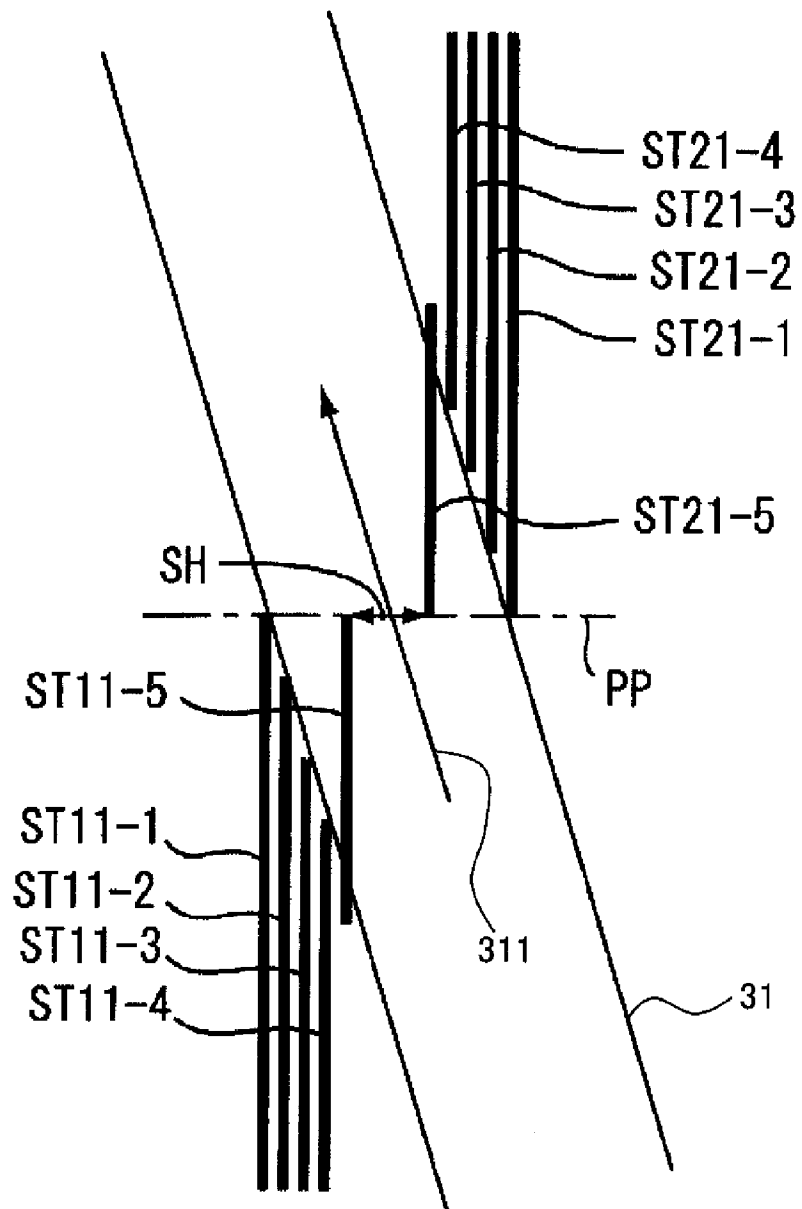
[図20]



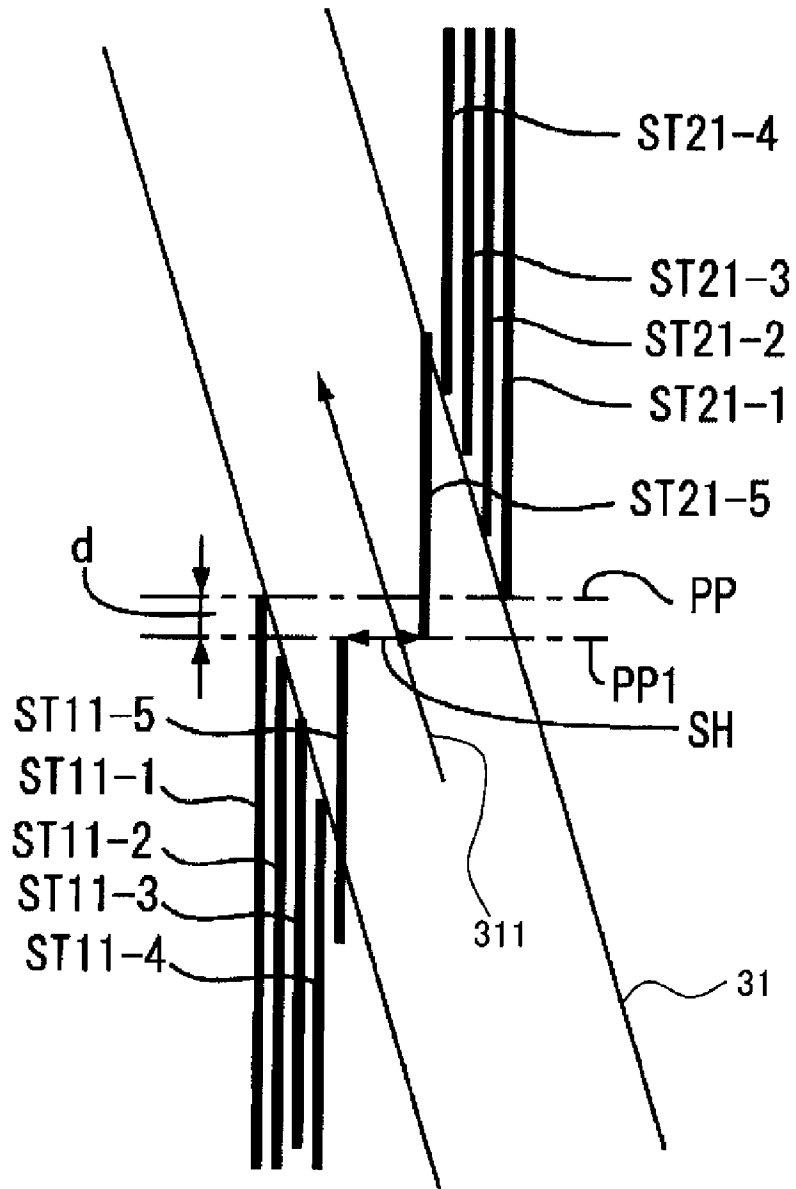
[図21]



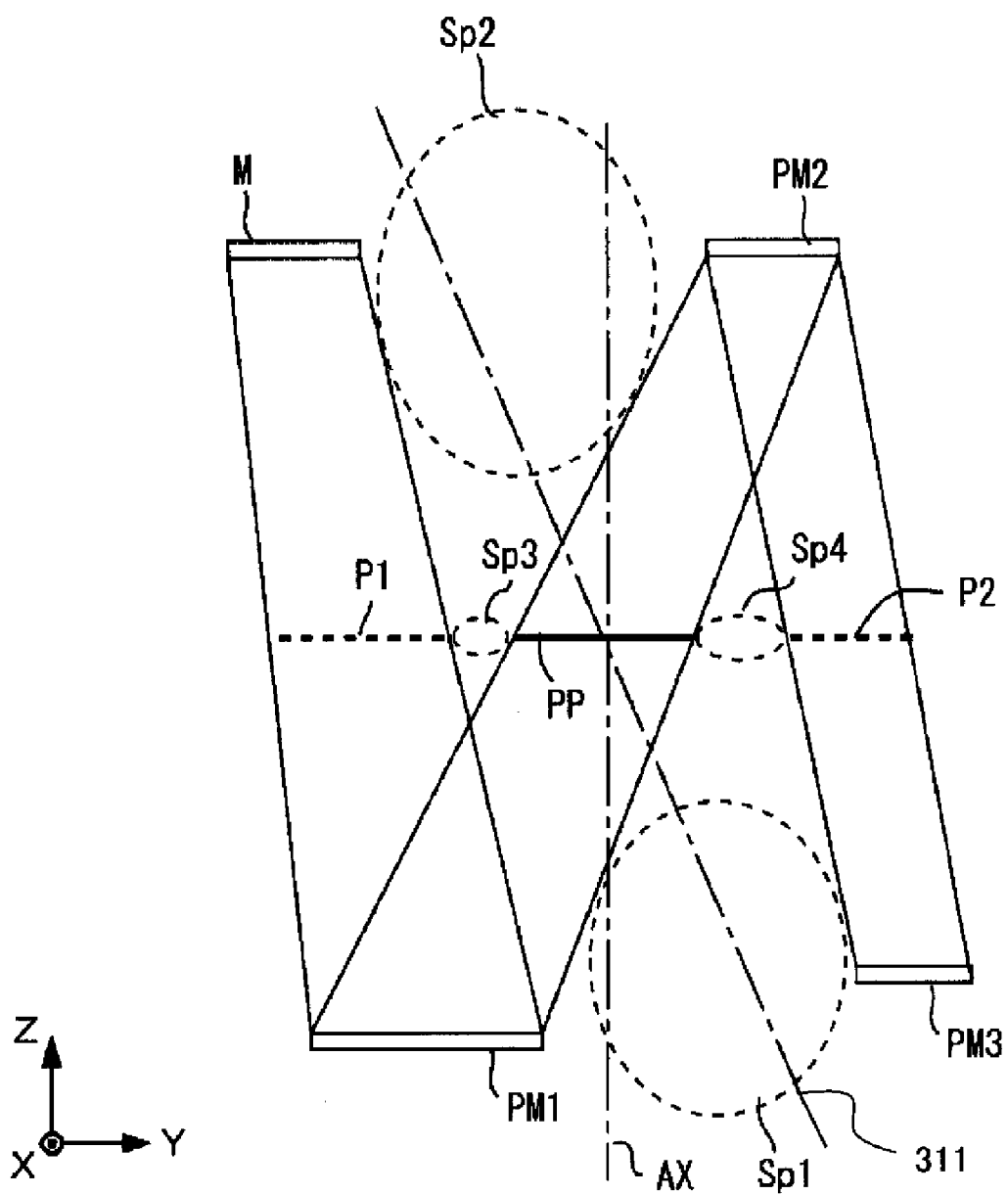
[図22]



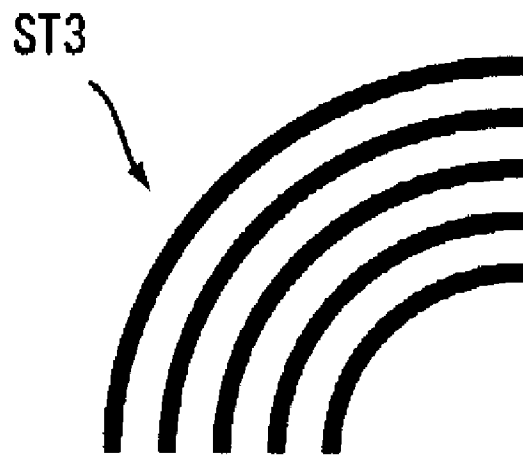
[図23]



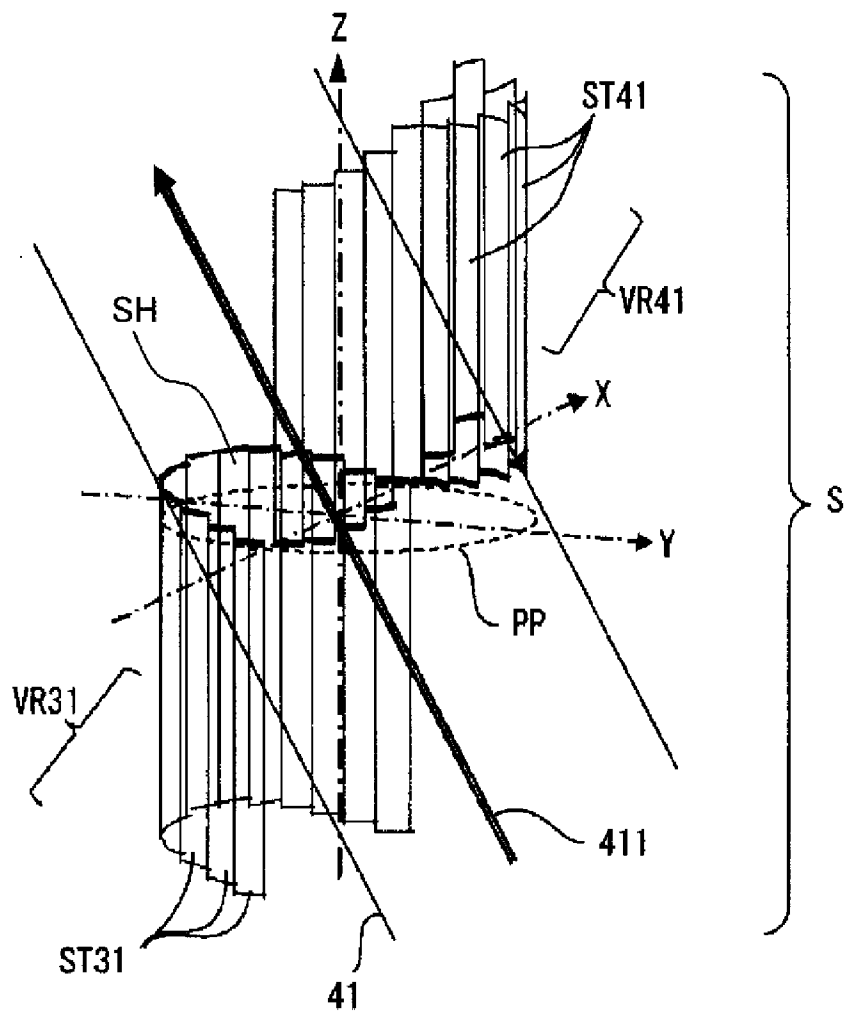
[図24]



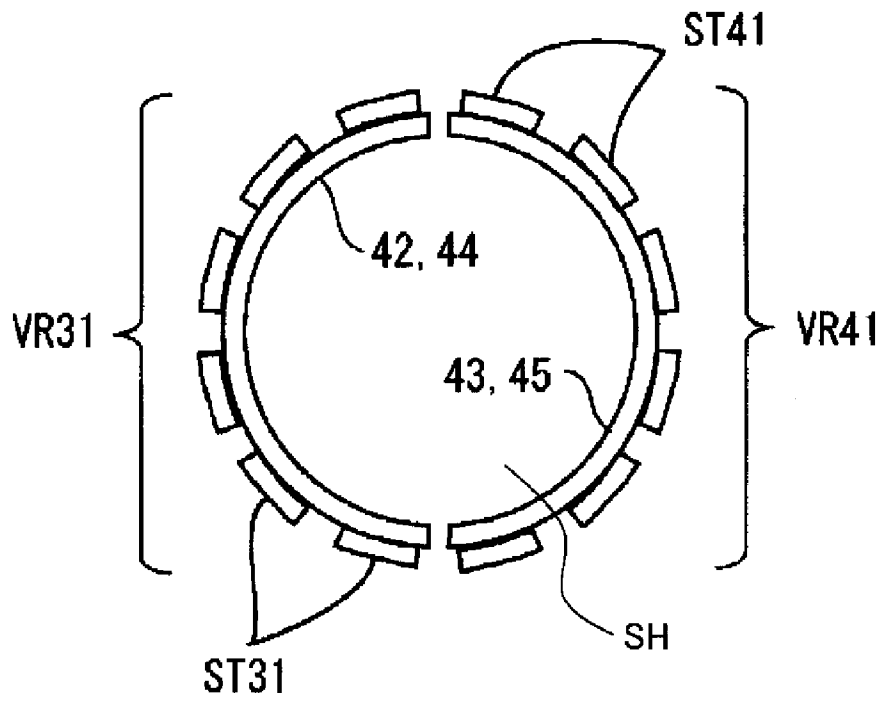
[図25]



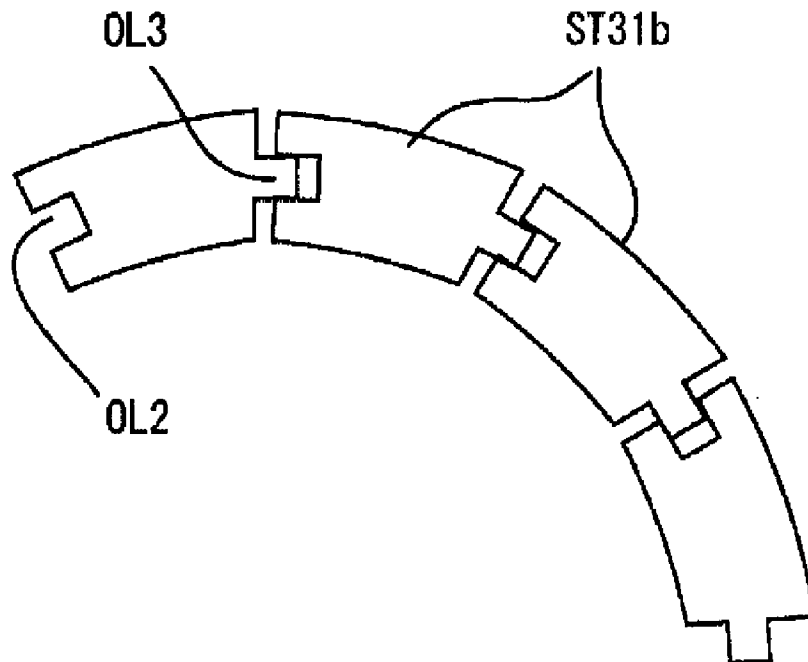
[図26]



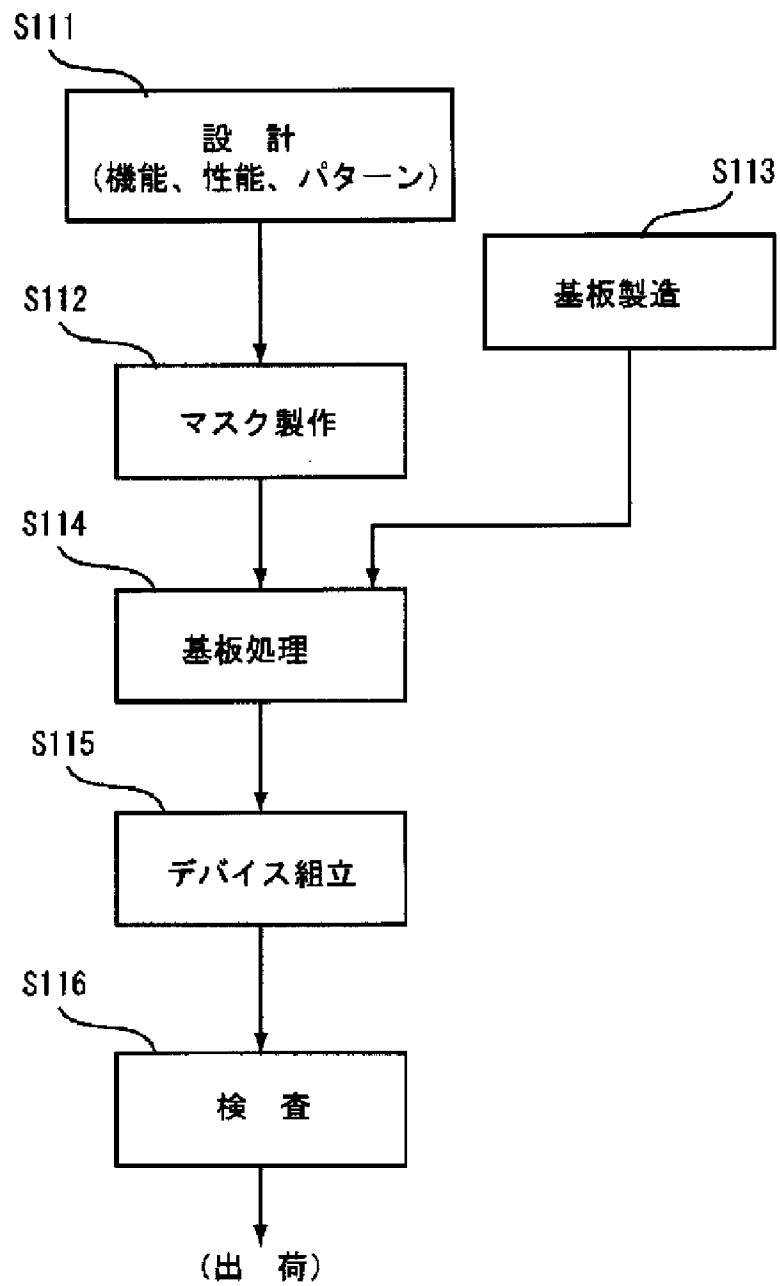
[図27]



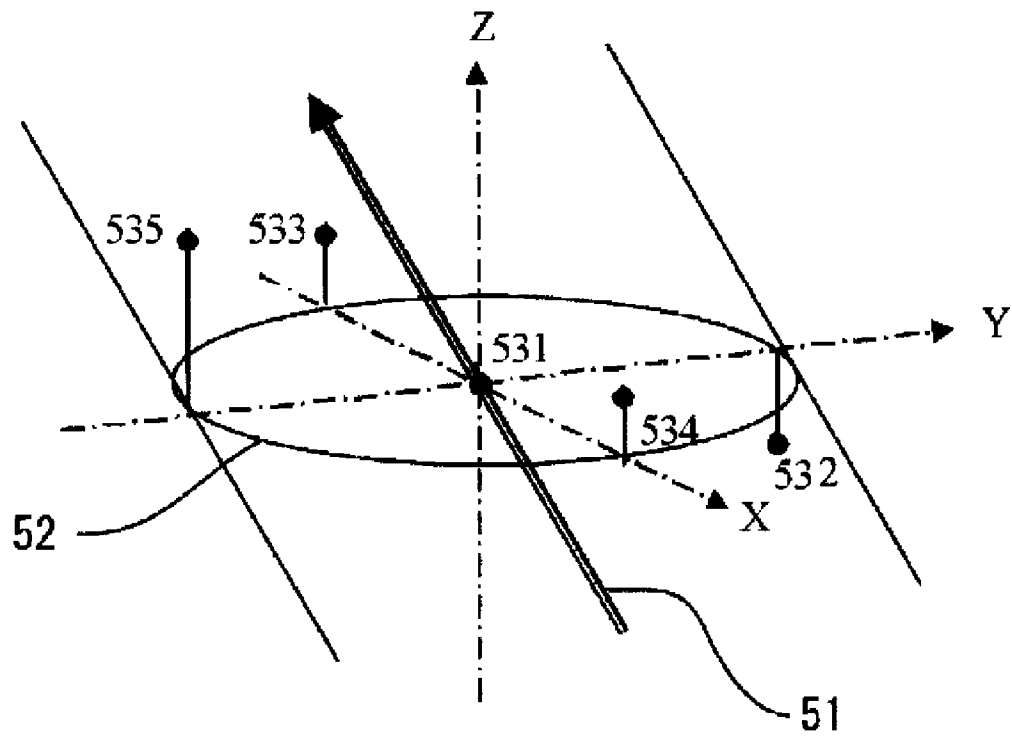
[図28]



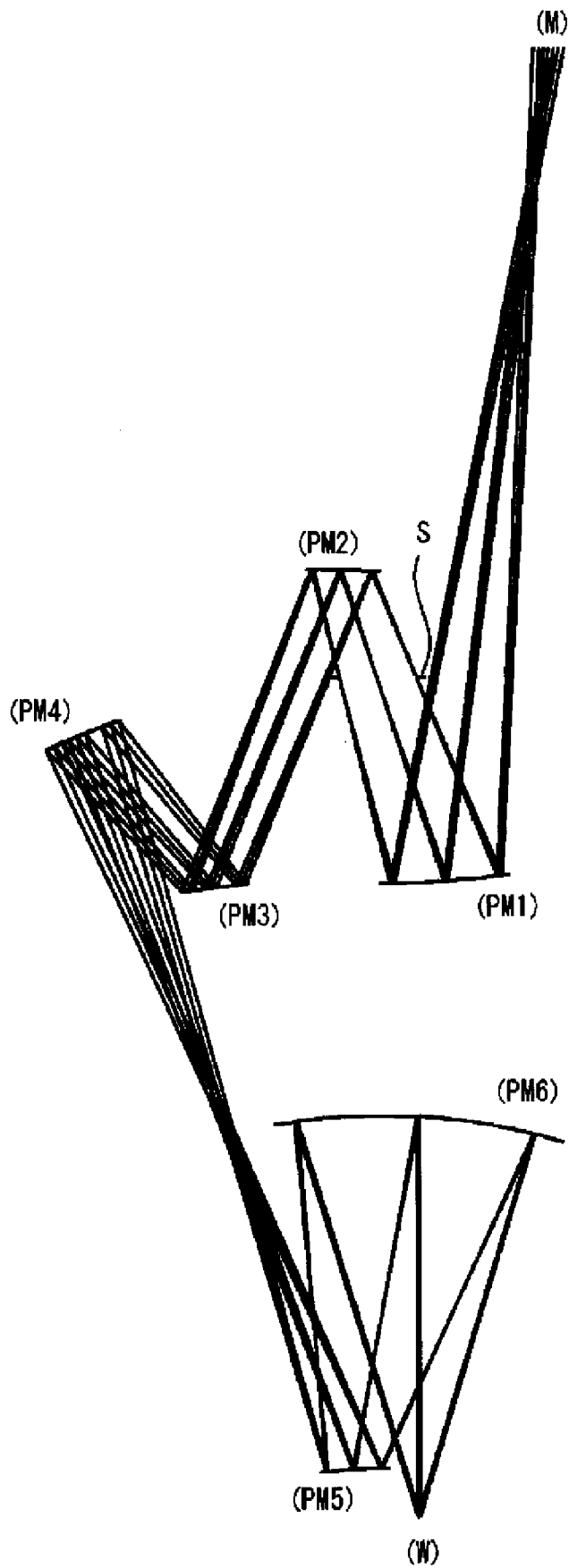
[図29]



[図30]



[図31]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/066168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B17/00(2006.01)i, G02B13/14(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G02B13/24(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B17/00, G02B13/14, G02B13/18, G02B13/24, G03F7/20, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-246343 A (Nikon Corp.), 02 September 2004 (02.09.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1, 3, 5-7, 37, 38, 40-46, 48-51, 53, 55-59
Y		2, 4, 8, 9, 14, 20, 26, 29-31, 36, 39, 47
A		10-13, 15-19, 21-25, 27, 28, 32-35, 52, 54

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 November, 2009 (06.11.09)

Date of mailing of the international search report
17 November, 2009 (17.11.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/066168

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-519332 A (Carl-Zeiss SMT AG.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraph [0012] & US 2005/0231813 A1 & US 2004/0120051 A1	1, 3, 5-7, 37, 38, 45, 46, 48-51, 53, 55-59
Y	& US 2005/0111108 A1 & US 2007/0019301 A1 & US 2007/0247722 A1 & EP 1483626 A & EP 1481286 A & WO 2003/075096 A2 & WO 2003/075049 A2 & WO 2003/075097 A2	2, 4, 8, 9, 14, 20, 26, 29-31, 36, 39, 40-44, 47
A	& DE 10229249 A	10-13, 15-19, 21-25, 27, 28, 32-35, 52, 54
Y	JP 2007-027226 A (Nikon Corp.), 01 February 2007 (01.02.2007), paragraph [0017] (Family: none)	2, 39, 40-44, 47
Y	JP 2002-015987 A (Nikon Corp.), 18 January 2002 (18.01.2002), paragraphs [0042], [0133] & US 2002/0054283 A1	4, 8, 9, 14, 20, 26, 29-31, 36

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/066168

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The common feature of the inventions in claim 1, claim 40 and claim 49 is not novel, since it is disclosed in document JP 2004-246343 A (see [fig. 2] and the like).

Since there is no special technical feature common to the invention in claim 1, the invention in claim 40 and the invention in claim 49, there is no special technical feature among the inventions in claims 1-39 and 45-48, claims 40-44 and claims 49-59, involving one or more of the same or corresponding special technical features. (Continued to extra sheet.)

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/066168

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Consequently, the inventions in claims 1-39 and 45-48, the inventions in claims 40-44 and the inventions in claims 49-59 cannot be a group of inventions so linked as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B17/00(2006.01)i, G02B13/14(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G02B13/24(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B17/00, G02B13/14, G02B13/18, G02B13/24, G03F7/20, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-246343 A (株式会社ニコン) 2004.09.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 3, 5-7, 37, 38, 40-46, 48-51, 53, 55-59
Y		2, 4, 8, 9, 14, 20, 26, 29-31, 36, 39, 47
A		10-13, 15-19, 21-25, 27, 28, 32-35, 52, 54

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.11.2009

国際調査報告の発送日

17.11.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

下村 一石

2V

3810

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2005-519332 A (カール・ツアイス・エスエムテイ・アーゲー) 2005.06.30, 【0012】 & US 2005/0231813 A1 & US 2004/0120051 A1 & US 2005/0111108 A1 & US 2007/0019301 A1 & US 2007/0247722	1, 3, 5-7, 37, 3 8, 45, 46, 48-5 1, 53, 55-59
Y	A1 & EP 1483626 A & EP 1481286 A & WO 2003/075096 A2 & WO 2003/075049 A2 & WO 2003/075097 A2 & DE 10229249 A	2, 4, 8, 9, 14, 2 0, 26, 29-31, 3 6, 39, 40-44, 4 7
A		10-13, 15-19, 21-25, 27, 28, 32-35, 52, 54
Y	JP 2007-027226 A (株式会社ニコン) 2007.02.01, 【0017】 (フ ァミリーなし)	2, 39, 40-44, 4 7
Y	JP 2002-015987 A (株式会社ニコン) 2002.01.18, 【0042】、【0 133】 & US 2002/0054283 A1	4, 8, 9, 14, 20, 26, 29-31, 36

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1、請求項40、請求項49に係る発明に共通する発明特定事項は、文献 JP 2004-246343 A（【図2】等を参照）等が開示されており、新規ではない。

したがって、請求項1に係る発明、請求項40に係る発明、請求項49に係る発明に共通する特別な技術的特徴は存在しないので、請求項1-39,45-48に係る発明、請求項40-44に係る発明、請求項49-59に係る発明の間には、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

よって、請求項1-39,45-48に係る発明、請求項40-44に係る発明、請求項49-59に係る発明は、単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明であるとはいえない。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。