

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-514863

(P2012-514863A)

(43) 公表日 平成24年6月28日(2012.6.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 3 1 A	2 H 0 4 3
GO 2 B 7/198 (2006.01)	GO 2 B 7/18 B	5 F 1 4 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2011-544842 (P2011-544842)  
 (86) (22) 出願日 平成22年1月8日 (2010.1.8)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年9月5日 (2011.9.5)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/000044  
 (87) 国際公開番号 W02010/079133  
 (87) 国際公開日 平成22年7月15日 (2010.7.15)  
 (31) 優先権主張番号 102009000099.2  
 (32) 優先日 平成21年1月9日 (2009.1.9)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (31) 優先権主張番号 61/143, 456  
 (32) 優先日 平成21年1月9日 (2009.1.9)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503263355  
 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー  
 エムペーハー  
 ドイツ連邦共和国、73447 オベルコ  
 ッペン、ルドルフ・エーバー・シュトラ  
 セ 2  
 (74) 代理人 100147485  
 弁理士 杉村 憲司  
 (74) 代理人 100147692  
 弁理士 下地 健一  
 (74) 代理人 100132045  
 弁理士 坪内 伸  
 (72) 発明者 アルミン ヴェルベル  
 ドイツ国 79288 ゴッテンハイム  
 ティールシュトラセ 29  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 特にマイクロリソグラフィ用の投影露光システムで用いるファセットミラーを構成する個別ミラ

(57) 【要約】

個別ミラー(112)を用いて、ファセットミラーを構成する。個別ミラー(112)のミラー本体(79)は、剛性のキャリア体(81)に対して傾斜継手(82, 83)の少なくとも一つの傾斜軸( $w_1, w_2$ )を中心に傾斜可能に構成される。傾斜継手(82, 83)は、一体継手として構成される。一体継手は、傾斜軸( $w_1, w_2$ )に対して垂直に継手厚さSと、傾斜軸( $w_1, w_2$ )に沿って継手長さLとを有する。 $L/S > 50$ である。その結果、個別ミラーから、再現可能且つ正確に調整可能であると同時に、個別ミラーにより反射される有効放射線の残留吸収により生じる熱の十分な熱除去をミラー本体による放熱によって確保する、ファセットミラーが構成される。

【選択図】 図10

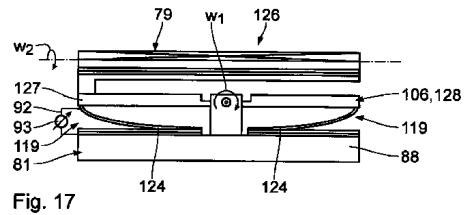


Fig. 17

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ファセットミラー（13, 14; 47; 64; 67; 70）を構成する個別ミラー（139）であって、

該個別ミラー（21; 99; 112; 126; 138）のミラー本体（79）が、剛性のキャリア体（81）に対して少なくとも1つの傾斜軸を中心に傾斜可能に構成される、個別ミラー（139）において、

前記少なくとも1つの傾斜軸を中心とした傾斜制御用のアクチュエータ（119）が、第1の継手本体に可動に接続される移動電極（120）と、

第2の継手本体に剛接続される対向電極（122）と、

を有し、

誘電体層（123）が、前記移動電極（120）と前記対向電極（122）との間に配置され、

前記対向電極（122）は、前記誘電体層（123）を介して前記移動電極（120）の接触面部分（124）に直接当接し、前記アクチュエータ（119）の無力状態では、離間面部分（125）での前記対向電極（122）と前記移動電極（120）との間隔が連続的に拡大し、前記移動電極（120）が前記第1の継手本体に接続される接続領域（121, 129）が、前記離間面部分（125）に位置付けられることを特徴とする、個別ミラー。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の個別ミラーにおいて、移動電極（120）をそれぞれが有する3つ又は4つのアクチュエータ（119）を特徴とする、個別ミラー。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の個別ミラーにおいて、前記移動電極（120）は湾曲していることを特徴とする、個別ミラー。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の個別ミラーにおいて、前記移動電極（120）は矩形の基面を有することを特徴とする、個別ミラー。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の個別ミラーにおいて、前記移動電極（120）は螺旋状の基面を有することを特徴とする、個別ミラー。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の個別ミラーにおいて、前記移動電極（120）と前記対向電極（122）との間隔は、前記離間面部分（125）において徐々に拡大することを特徴とする、個別ミラー。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の個別ミラーにおいて、前記電極アクチュエータ（119）用の電圧入力デバイスが、前記少なくとも1つの移動電極（120）と前記少なくとも1つの対向電極（122）との間の前記電極アクチュエータ（119）の中立位置で、バイアス電圧を印加するよう構成されることを特徴とする、個別ミラー。

## 【請求項 8】

ファセットミラー（13, 14; 47; 64; 67; 70）を構成する個別ミラー（21; 99; 112; 126; 138）であって、

該個別ミラー（21; 99; 112; 126; 138）のミラー本体（79）が、剛性のキャリア体（81）に対して傾斜継手（82, 83）の少なくとも1つの傾斜軸（ $w_1$ ,  $w_2$ ）を中心に傾斜可能に構成される、個別ミラー（21; 99; 112; 126; 138）において、

前記傾斜継手（82, 83）は、一体継手として構成され、該一体継手は、

前記傾斜軸（ $w_1$ ,  $w_2$ ）に対して垂直に継手厚さ  $S$  と、

前記傾斜軸（ $w_1$ ,  $w_2$ ）に沿って継手長さ  $L$  と、

10

20

30

40

50

を有し、 $L/S > 50$ であることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の個別ミラーにおいて、前記ミラー本体 (79) は、前記キャリア体 (81) に対して、2つの傾斜継手 (82, 82) の互いに平行に配置されていない2つの傾斜軸 ( $w_1, w_2$ ) を中心に傾斜可能に構成されることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の個別ミラーにおいて、前記2つの傾斜継手のうち第1の傾斜継手 (83) は、前記ミラー本体 (79) と中間体 (84) との間に配置され、前記2つの傾斜継手のうち第2の傾斜継手 (82) は、前記中間体 (84) と前記キャリア体 (81) との間に配置されることを特徴とする、個別ミラー。

10

【請求項 11】

請求項 8 ~ 10 のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、前記2つの傾斜継手 (82, 83) は、一体継手として構成され、該2つの一体継手は、

前記傾斜軸 ( $w_1, w_2$ ) それぞれに対して垂直に継手厚さ  $S$  を有し、  
前記傾斜軸 ( $w_1, w_2$ ) それぞれに沿って継手長さ  $L$  を有し、  
 $L/S > 50$  であることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項 12】

請求項 8 ~ 11 のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、前記少なくとも1つの傾斜継手 (82, 83) は、前記傾斜軸 ( $w_1, w_2$ ) に沿って複数の別個の一体継手部分 (118) に分割されることを特徴とする、個別ミラー。

20

【請求項 13】

請求項 8 ~ 12 のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、アクチュエータ (89, 90; 119; 131) が、前記少なくとも1つの傾斜軸 ( $w_1, w_2$ ) を中心とした傾斜制御用に、前記傾斜継手 (82, 83) の第1の継手本体 (79; 84) に剛接続される少なくとも1つの電極 (79; 91) と、前記傾斜継手 (82, 83) の第2の継手本体 (84; 81) に剛接続される少なくとも1つの対向電極 (91; 96) と、を有することを特徴とする、個別ミラー。

30

【請求項 14】

請求項 13 に記載の個別ミラーにおいて、関連する前記対向電極 (91; 96) からの前記電極 (79; 91) の無力状態での間隔が、 $100 \mu\text{m}$  であることを特徴とする、請求項 13 に記載の個別ミラー。

【請求項 15】

請求項 13 又は 14 に記載の個別ミラーにおいて、さらなる電極 (134, 135) が、前記電極 (132) と前記傾斜継手 (82, 83) の前記第2の継手本体 (79) に剛接続された前記対向電極 (136) との間に配置されることにより、前記電極 (134, 135) は、前記第2の継手本体 (79) に剛接続された前記対向電極 (136) と共に電極積層体 (133) を形成し、隣接する前記電極 (132, 134 ~ 136) はそれぞれ、互いに対して傾斜継手 (137) を中心に傾斜可能に構成されることを特徴とする、個別ミラー。

40

【請求項 16】

請求項 8 ~ 15 のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、アクチュエータ (119) が、前記少なくとも1つの傾斜軸 ( $w_1$ ) を中心とした傾斜制御用に、前記傾斜継手 (82, 83) の第1の継手本体 (106) に可動に接続される移動電極 (120) と、前記傾斜継手 (82, 83) の第2の継手本体 (88) に剛接続される対向電極 (122) と、

50

を有し、

誘電体層(123)が、前記移動電極(120)と前記対向電極(122)との間に配置され、

前記対向電極(122)は、前記誘電体層(123)を介して前記移動電極(120)の接触面部分(124)に直接当接し、前記アクチュエータ(119)の無力状態では、離間面部分(125)での前記対向電極(122)と前記移動電極(120)との間隔が連続的に拡大し、前記移動電極(120)が前記傾斜継手(82, 83)の前記第1の継手本体(106)に接続される接続領域(121, 129)が、前記離間面部分(125)に位置付けられることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項17】

請求項1～16のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、

前記ミラー本体(79)は、少なくとも1mm×1mmのサイズの反射面(80)を有することを特徴とする、個別ミラー。

【請求項18】

請求項1～17のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、

前記少なくとも1つの傾斜軸( $w_1$ ,  $w_2$ )は、前記反射面(80)の平面内に又は該反射面(80)と平行に延びることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項19】

請求項1～18のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、

前記少なくとも1つの傾斜継手(83)は、前記ミラー本体(79)の反射面(80)の側部に配置されることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項20】

請求項1～18のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、

前記少なくとも1つの傾斜継手(82, 83)は、前記反射面(80)の中央下方に配置されることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項21】

請求項1～20のいずれか1項に記載の個別ミラーにおいて、

前記キャリア体(81, 84)上に互いに離間して配置される少なくとも2つの電極(108, 109; 110, 111; 114～117)を有するアクチュエータを特徴とする、個別ミラー。

【請求項22】

請求項21に記載の個別ミラーにおいて、前記キャリア体(81)上に互いに離間して配置される4つの電極(114～117)を有するアクチュエータを特徴とする、個別ミラー。

【請求項23】

請求項22に記載の個別ミラーにおいて、前記4つの電極(114～117)は象限ごとに配置されることを特徴とする、個別ミラー。

【請求項24】

EUVマイクロリソグラフィ用の投影露光システム(1)における光学コンポーネントとして用いるファセットミラー(13, 14; 47; 64; 67, 70)であって、請求項1～23のいずれか1項に記載の個別ミラー(21, 69)を有する、ファセットミラー。

【請求項25】

請求項24に記載のファセットミラーにおいて、

前記個別ミラー(21; 69)は、照明放射線(10)を前記投影露光システム(1)の物体視野(5)へ誘導する個別ミラー照明チャネル(AK)を提供し、

前記個別ミラー(21; 69)は、前記物体視野(5)内の前記個別ミラー照明チャネル(AK)が前記物体視野(5)よりも小さな物体視野部分(73; 76)を照明するように、ミラー面を有し、

前記個別ミラー(21; 69)は、アクチュエータ(24)により傾斜させることがで

10

20

30

40

50

きることを特徴とする、ファセットミラー。

【請求項 26】

請求項 24 又は 25 に記載の少なくとも 1 つのファセットミラーを備えるマイクロリソグラフィ用の投影露光システム (1) の照明光学系 (4)。

【請求項 27】

請求項 26 に記載の照明光学系において、請求項 24 又は 25 に記載の 2 つのファセットミラー (13, 14) を特徴とする、照明光学系。

【請求項 28】

投影露光システムであって、請求項 26 又は 27 に記載の照明光学系 (4) と、照明結像光 (10) を生成する放射線源 (3) と、該投影露光システムの物体視野 (5) を像視野 (8) に結像させる投影光学系 (7) と、を備える、投影露光システム。

10

【請求項 29】

請求項 28 に記載の投影露光システムにおいて、前記放射線源 (3) は、EUV 放射線源として構成されることを特徴とする、投影露光システム。

【請求項 30】

微細構造又はナノ構造コンポーネントを製造する方法であって、感光材料層が少なくとも部分的に施されるウェーハを準備するステップと、結像させる構造を有するレチクルを準備するステップと、請求項 28 又は 29 に記載の投影露光システム (1) を準備するステップと、前記投影露光システム (1) の投影光学系 (7) を用いて前記層の一領域に前記レチクルの少なくとも一部を投影するステップと、を含む、方法。

20

【請求項 31】

請求項 30 に記載の方法により製造される微細構造コンポーネント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特にマイクロリソグラフィ用の投影露光システムで光束誘導 (bundle-guiding) 光学コンポーネントとして用いるファセットミラーを構成する個別ミラーに関する。

【背景技術】

30

【0002】

この種のファセットミラーは、個別ミラーから構成されるものであり、特許文献 1 及び特許文献 2 から既知である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 6,438,199 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6,658,084 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

本発明の目的は、本発明によるファセットミラーを構成する個別ミラーであって、その反射面を傾斜させる小型機構で十分に高い調整力を確保する、個別ミラーを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この目的は、請求項 1 に開示した特徴を有する個別ミラーにより本発明に従って達成される。

【0006】

本発明によるアクチュエータを有する個別ミラーは、小型機構により mN 範囲の調整力

50

をもたらすことを可能にし、この範囲の調整力は、一体継手の典型的な微小構成で個別ミラーの必要な傾斜をもたらすのに十分であることが認められた。これに対応するアクチュエータは、ジッピングアクチュエータ (zipping actuators) (ムービングウェッジアクチュエータ (moving wedge actuators) 又はローリングクローズアクチュエータ (rolling closure actuators)) としても知られており、例えば、J. Li他著の技術論文、「Deep-Reactive Ion-Etched Compliant Starting Zone Electrostatic Zipping Actuators (D R I E 処理コンプライアント始動領域静電ジッピングアクチュエータ)」、Journal of Micromechanical Systems, VOL. 14, No.6, 2005、及びM. A. Rosa他著の技術論文、「A novel external electrode configuration for the elastostatic actuation of MEMS based devices (MEMS ベースデバイスの静的作動のための新規外部電極構成)」、J. Micromech. Microeng., 14, 2004に記載されている。 10

【0007】

請求項2に記載の複数の移動電極は、十分に多数の運動自由度を確保するのに有利であることが分かっている。反射面の縁部形態は、移動電極の数に適合させることができる。3つの移動電極を用いる場合、個別ミラーの反射面は、例えば三角形とすることができる。ファセットミラーの反射面全体に同一縁部の個別ミラーを隙間なく敷き詰めることができるような、個別ミラーの縁部形態が好ましい。

【0008】

請求項3に記載の移動電極の構成は、移動電極と対向電極との間に電圧を印加したときに接触面部分を連続的に拡大しつつ、離間面部分 (spacing face portion) における移動電極と対向電極との間隔を縮小することを可能にするため、高い電界強度とそれに対応して大きな調整力がそこで得られる。 20

【0009】

請求項4及び5に記載の移動電極の基面設計は、小型調整機構を提供するのに特に適していることが分かっている。請求項5に記載の螺旋状設計は、この場合特に小型である。

【0010】

離間面部分における請求項6に記載の徐々に拡大する電極間隔は、電極間に印加する電圧を増加させてそれぞれ自立的に力を発生させることを可能にする。

【0011】

請求項7に記載の電圧入力、中立位置でも、キャリア体 (carrier body) に対するミラー本体の正確に規定した位置決めを行わせることを可能にする。中立位置は、このとき、少なくとも1つの一体継手の無力状態により既定されない。 30

【0012】

本発明のさらなる目的は、ファセットミラーを構成する個別ミラーであって、再現可能且つ正確に調整可能であると同時に、特に個別ミラーにより反射される有効放射線の残留吸収により生じる熱の十分な熱除去をミラー本体による放熱によって確保する、個別ミラーを提供することである。

【0013】

この目的は、請求項8に開示されている特徴を有する個別ミラーにより本発明に従って達成される。 40

【0014】

本発明による継手長さ、継手厚さとのサイズ比は、特に小さな労力 (outlay) で調整変位を達成するための所与の低剛性で、一体継手によりミラー本体からキャリア体への十分な放熱が確保されることを確実にする。継手厚さとは対照的に継手長さが大きいことにより、この場合、一体継手で十分に大きな伝熱断面が確保される。継手長さに対して継手厚さが小さいことにより、ミラー本体の所与の角度偏向が、小さな個別ミラー調整労力で可能である。これは、ミラー本体を傾斜させるアクチュエータシステムを用いることを可能にし、ミラー本体は、小さな力に対応するため、例えば非常に小型の設計とすることができる。特に、ミラー本体の傾斜に用いることができるアクチュエータは、従来のマイクロミラーアレイの構成で用いるものである。この種のマイクロミラー機構は、「MEMS」 50

(微小電気機械システム)というキーワードで、例えば欧州特許第1289273号明細書から当業者には既知である。長さ/厚さ比が極めてはるかに小さなマイクロミラー(Yeow他著、Sensors and actuators A 117 (2005), 331-340を参照)の既知のねじりサスペンションと比較して、本発明による一体継手を用いた場合の熱伝達は大幅に改善される。これは特に、ミラー本体による著しい残留吸収があるため放熱させなければならない場合に有利であり、これは例えば、EUV放射線を個別ミラーにより反射される有効放射線として用いる場合である。さらに、ミラー本体とキャリア体との間の熱伝達は、例えば、キャリア体においてマイクロチャネルを用いることによりさらに改善することができ、マイクロチャネルは、特に層状貫流冷却液での能動冷却を可能にする。

【0015】

請求項9に記載の2つの傾斜継手は、ミラー本体に衝突する有効放射線の偏向角の可変調整を可能にする。

【0016】

請求項10に記載の関連する個別ミラー本体の機能分離は、その構造的に単純な設計を可能にする。

【0017】

請求項11に記載の2つの一体継手を有する構成は、2つの一体継手による良好な熱伝達を可能にする。特に、ミラー本体から中間体を介してキャリア体への良好な熱伝達が可能である。

【0018】

請求項12に記載の別個の一体継手部分は、一体継手の曲げ剛性の低減につながる。

【0019】

特に、請求項13に記載の容量電極アクチュエータは、小型に且つ微細加工技術を用いて製造することができる。所与の熱伝達において、本発明による継手長さとの比によりそのように小さな曲げ剛性を有する一体継手を実現することができ、それにより、この種の電極アクチュエータが生成できる例えばmN範囲の典型的な力が、必要な傾斜角をもたらすのに十分であるようになる。

【0020】

請求項14に記載の電極間隔は、一方では高い電界強度の生成につながり、他方では一般的に必要な小さな傾斜角をもたらすのに十分である。

【0021】

請求項15に記載の電極積層体を有するアクチュエータは、隣接する電極間の所与の絶対電圧差で全体的に高い調整力を生成することを可能にする。

【0022】

請求項16に記載の個別ミラーのアクチュエータの利点は、請求項1に記載のアクチュエータに関連してすでに上述した利点に対応する。このアクチュエータは、請求項2~7に関連してすでに上述したように開発することができる。

【0023】

請求項17に記載の反射面は、本発明によるファセットミラーの構成に適していることが分かっている。随意に、ミラー面は、より小さく、例えばミラー面全体で数十分の一ミリメートルの範囲の寸法を有することもできる。1mm<sup>2</sup>等のより大きなミラー面も可能である。反射面は、矩形、六角形、又は三角形の縁部形態を有することができる。他の多角形縁部の造形、例えば五角形も可能である。

【0024】

請求項18に記載の傾斜軸経路は、有効放射線の正確な調整を可能にする。傾斜軸がミラー面の平面内に位置付けられる場合、個別ミラーの傾斜は、発生する有効放射線のずれを招くこともなく、ごくわずかなずれを招くことさえもない。

【0025】

請求項9に記載の傾斜継手の側部配置は、全体の奥行きに対して小型の構造を可能にする。

10

20

30

40

50

## 【0026】

請求項20に記載の傾斜継手機構は、ミラー本体の反射面の平面上の空所を回避する。隣接する個別ミラーの反射面は、その場合、密集して事実上隙間なく配置することができる。

## 【0027】

請求項21及び22に記載の互いに離間して配置した電極は、いくつかの自由度でのキャリア体に対するミラー本体の調整を可能にする。

## 【0028】

請求項23に記載の電極の配置は、個別ミラーの電極アクチュエータシステムが例えば個別ミラーによる入射有効放射線の偏向に向けた目標の直線的变化を指定するための、起動動作を単純化する。

10

## 【0029】

請求項24に記載のファセットミラーの利点は、本発明による個別ミラーに関連してすでに上述した利点に対応する。ファセットミラーは、本発明による個別ミラーを1つだけ有していてもよい。ファセットミラーは、本発明による個別ミラーを複数有していてもよい。ファセットミラーは、本発明による個別ミラーを50個よりも多く、100個よりも多く、200個よりも多く、500個よりも多く、又は1000個よりも多く有していてもよい。

## 【0030】

請求項25に記載のファセットミラーを用いる場合、投影露光システムでファセットミラーを用いるときに、露光させる物体視野の様々な照明ジオメトリの調整の変動性が増す。

20

## 【0031】

互いに独立して傾斜させることができる多数の個別ミラーにファセットミラーを細分して、個別ミラー群へのファセットミラーの細分の指定を可变的に行うことが可能である。これを用いて、様々な縁部を有する分類を作ることによって、例えば、照明する物体視野の形状に確実に適合させることができる。個別ミラーの個別起動性により、物体視野の多数の異なる照明が可能であり、それによる遮光損失がないことが確実になる。特に、ファセットミラーを内部で用いることができる照明光学系を、放射線源の光学パラメータに、例えば、ビーム発散又はビーム断面にわたる強度分布に適合させることが可能である。ファセットミラーは、複数の個別ミラー群自体がそれぞれ全物体視野を照明するよう構成することができる。10個よりも多く、50個よりも多く、又は100個よりも多くのこの種の個別ミラーを、本発明によるファセットミラーに設けることができる。個別ミラー照明チャンネルは、ファセットミラーにより誘導される照明放射線の光束のビーム経路のうち、ファセットミラーの個別ミラーの1つのみにより誘導される部分である。本発明によれば、少なくとも2つのこの種の個別ミラー照明チャンネルが、物体視野全体を照明するのに必要である。米国特許第6,438,199号明細書及び米国特許第6,658,084号明細書によるファセットミラーでは、個別ミラー照明チャンネルはそれぞれ、物体視野に対応するサイズの物体視野部分を照明する。

30

## 【0032】

請求項26に記載の照明光学系の利点は、本発明によるファセットミラーに関連してすでに上述した利点に対応する。

40

## 【0033】

本発明に従って個別ミラーに細分した視野ファセットミラーと、本発明に従って個別ミラーに細分した瞳ファセットミラーとの両方を、好ましくは照明光学系内で用いることができる。その場合、特定の照明角度分布、換言すれば照明設定を、視野ファセットミラー及び瞳ファセットミラーにおける個別ミラー群を適宜分類することにより、事実上光の損失なく実現することができる。本発明によれば、例えば米国特許出願公開第2006/0132747号明細書に記載のような鏡面反射板も、個別ミラーに細分することができる。物体視野における強度及び照明角度分布の両方が鏡面反射板で調整されるため、個別ミ

50

ラーへの細分による追加の可変性が、ここでは特に顕在化する。

【0034】

請求項27に記載の照明光学系は、例えば、個別ミラーから構成される視野ファセットミラーの利点と個別ミラーから構成される瞳ファセットミラーの利点とを組み合わせることができる。多種多様な照明設定の調整が、事実上光の損失なく可能である。瞳ファセットミラーは、上流に位置する視野ファセットミラーよりも多数の個別ミラーを有し得る。視野ファセットミラーが上流に位置していると、ファセットを調整のためにアクチュエータにより適宜変位させる、特に傾斜させることができれば、瞳ファセットミラーの様々な照明形態、したがって照明光学系の様々な照明設定を実現することができる。

【0035】

請求項28に記載の投影露光システムの利点は、すでに上述した利点に対応する。

【0036】

請求項29に記載の投影露光システムは、高い構造分解能を可能にする。

【0037】

請求項30に記載の製造方法及び請求項31に記載の微細構造コンポーネントの利点は、請求項1～29に関連してすでに上述した利点に対応する。サブミクロン範囲までの高い集積密度の微細構造コンポーネントを実現することができる。

【0038】

本発明の実施形態を、図面を用いてより詳細に後述する。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】EUV投影リソグラフィ用の投影露光システムの子午線断面を概略的に示す。

【図2】図1に示す投影露光システムで用いる個別ミラーから構成される視野ファセットミラーの平面図を示す。

【図3】図2に示す視野ファセットミラーを構成する個別ミラーの平面図を示す。

【図4】図3の観察方向IVからの個別ミラーの図を示し、個別ミラーの反射面を非傾斜中立位置で示す。

【図5】図4からの細部拡大図を示す。

【図6】図3の観察方向VIからの個別ミラーの図を示す。

【図7】図4と同様の図で、アクチュエータにより傾斜させた傾斜位置の個別ミラーを示す。

【図8】図4と同様の図で、個別ミラーのさらなる構成を示す。

【図9】図6と同様の図で、図8による個別ミラーを示す。

【図10】図2に示すファセットミラーを構成するための個別ミラーのさらなる構成の分解図を示す。

【図11】アクチュエータにより起動することができる2つの傾斜軸の一方を中心にミラープレートをキャリア基板に対して傾斜させた傾斜位置で、図10に示す個別ミラーの構成の斜視図を示す。

【図12】図11と同様の図で、図10及び図11に示す個別ミラーを示し、2つの傾斜軸を中心に面をキャリア基板に対して傾斜させて示す。

【図13】図3～図12に示す構成の1つでの個別ミラーの、一体継手として構成される傾斜継手の細部を示す。

【図14】図3と同様の図で、図2に示すファセットミラーを構成する個別ミラーのさらなる構成を示す。

【図15】図3～図14に示す個別ミラーのミラー本体の傾斜制御用の静電容量ムービングウェッジアクチュエータの構成を、アクチュエータの2つの電極間に電圧を印加しない状態で概略的に示す。

【図16】電極間に電圧を印加した状態の、図15に示すアクチュエータを示す。

【図17】図8と同様の図で、図2に示すファセットミラーを構成する個別ミラーのさらなる構成を、図15及び図16に示すアクチュエータを用いて中立位置で示す。

10

20

30

40

50

【図 18】図 17 に示す個別ミラーを、2つの傾斜軸のうち第 1 の傾斜軸を中心とした第 1 の傾斜位置で示す。

【図 19】図 17 に示す個別ミラーを、図 18 とは逆方向の第 2 の傾斜位置で、図 18 に示す図と同じ傾斜軸を中心に傾斜させて示す。

【図 20】図 17 に示す個別ミラーの構成での傾斜アクチュエータの電極配置の変形形態を示す。

【図 21】図 20 に示す電極配置を有する図 10 と同様の個別ミラーの分解図を示す。

【図 22】図 20 に示す電極配置を有する個別ミラーの側面図を示す。

【図 23】図 20 に示す電極配置を有する個別ミラーの斜視図を示す。

【図 24】図 17 に示す個別ミラーの構成での傾斜アクチュエータの電極配置の変形形態を示す。

【図 25】図 24 に示す電極配置を有する個別ミラーの図 10 と同様の分解図を示す。

【図 26】図 24 に示す電極配置を有する個別ミラーの側面図を示す。

【図 27】図 24 に示す電極配置を有する個別ミラーの斜視図を示す。

【図 28】図 18 と同様の図で、電極積層体を有する傾斜アクチュエータのさらなる構成を有する、図 2 に示すファセットミラーを構成する個別ミラーのさらなる構成を概略的に示す。

【図 29】図 17 と同様の図で、図 28 に対応する傾斜アクチュエータの構成を有する、図 2 に示すファセットミラーを構成する個別ミラーのさらなる構成を示す。

【図 30】図 29 に示す個別ミラーの図 18 と同様の図を示す。

【図 31】アクチュエータにより傾斜させることができる個別ミラーのさらなる構成の斜視図を示す。

【図 32】図 31 に示す個別ミラーの平面図を示す。

【図 33】図 31 に示す個別ミラーの側面図を示す。

【図 34】図 31 に示す個別ミラーの分解図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0040】

図 1 は、マイクロリソグラフィ用の投影露光システム 1 を子午線断面で概略的に示す。投影露光システム 1 の照明システム 2 は、放射線源 3 のほかに、物体平面 6 の物体視野 5 を露光させる照明光学系 4 を有する。図示されていないが物体視野 5 内に配置されるレチクルを、ここで露光させ、同じく図示されていないレチクルホルダにより保持させる。投影光学系 7 を用いて、像平面 9 の像視野 8 に物体視野 5 を結像させる。レチクル上の構造は、ウェーハの感光層上に結像させ、ウェーハは像平面 9 の像視野 8 の領域に配置されるが、図示されておらず、同じく図示されていないウェーハホルダにより保持される。

【0041】

放射線源 3 は、5 nm ~ 30 nm の範囲の有効放射線を放出する EUV 放射線源である。これは、プラズマ源、例えば、GDP 源（ガス放電生成プラズマ）又は LPP 源（レーザー生成プラズマ）とすることができる。シンクロトロンベースの放射線源を、放射線源 3 に用いることもできる。この種の放射線源に関する情報は、当業者が例えば米国特許第 6,859,515 号明細書から得ることができる。放射線源 3 により放出される EUV 放射線 10 は、コレクタ 11 により集束させる。対応するコレクタは、欧州特許第 1,225,481 号明細書から既知である。コレクタ 11 の後、EUV 放射線 10 は、中間焦点平面 12 を通って伝播した後で視野ファセットミラー 13 に衝突する。視野ファセットミラー 13 は、物体平面 6 と光学的に共役な照明光学系 4 の平面内に配置される。

【0042】

EUV 放射線 10 は、以下では照明光又は結像光とも称する。

【0043】

視野ファセットミラー 13 の後、EUV 放射線 10 は、瞳ファセットミラー 14 により反射される。瞳ファセットミラー 14 は、投影光学系 7 の瞳平面と光学的に共役である、照明光学系 4 の瞳平面内に配置される。瞳ファセットミラー 14 と、ビーム経路の順に示

10

20

30

40

50

すミラー 16, 17, 及び 18 を備える伝送光学系 15 の形態の結像光学アセンブリとを用いて、視野ファセットミラー 13 の視野個別ファセット 19 を物体視野 5 に結像させるが、視野個別ファセット 19 は、より詳細に後述し、部分視野又は個別ミラー群とも称する。伝送光学系 15 の最後のミラー 18 は、斜入射ミラーである。

【0044】

図 2 は、視野ファセットミラー 13 の構造の細部の非常に概略的な図を示す。視野ファセットミラー 13 の反射面 20 全体は、行列状に分割されてラスタ状の個別ミラー 21 になる。個別ミラー 21 の個々の反射面は平面である。個別ミラー行 22 は、互いに直接隣接して配置された複数の個別ミラー 21 を有する。数十個～数百個の個別ミラー 21 を一つの個別ミラーの列 23 に設けることができる。図 2 に示す例では、個別ミラー 21 は正方形である。可能な限り隙間なく反射面 20 を占めることを可能にする個別ミラーの他の形態を用いてもよい。この種の代替的な個別ミラー形態は、タイル張りの数学的理論から既知である。これに関して、「Mathematisches Mosaik (数学的モザイク)」、ケルン (1977 年) における Istvan Reimann 著「Parkette, geometrisch betrachtet (タイル張りの幾何学的考察)」、及び Jan Gulberg 著「Mathematics-From the birth of numbers (数学 - 数の誕生から)」、ニューヨーク/ロンドン (1997 年) を参照されたい。

10

【0045】

視野ファセットミラー 13 は、例えば、ドイツ特許第 10 2006 036 064 号明細書に記載のように構成することができる。

【0046】

視野ファセットミラー 13 の構成に応じて、個別ミラー列 23 も複数の個別ミラー 21 を含む。個別ミラー列 23 ごとに、例えば数十個の個別ミラー 21 が設けられる。

20

【0047】

位置関係の説明を容易にするために、直交  $x y z$  座標系を、視野ファセットミラー 13 のローカル座標系として図 2 に示す。ファセットミラー又はその細部を平面図で示す後続の図でも、対応するローカル  $x y z$  座標系が見られる。図 2 では、 $x$  軸は、右方向に水平に延び、個別ミラー行 22 と平行である。 $y$  軸は、図 2 では上向きに延び、個別ミラー列 23 と平行である。 $z$  軸は、図 2 の図平面に対して垂直であり、この平面から出る方向に延びる。

【0048】

投影露光中、レチクルホルダとウェーハホルダは、 $y$  方向に互いに対して同期させて走査される。以下で説明するように、走査方向と  $y$  方向との間に小さな角度を付けることも可能である。

30

【0049】

$x$  方向に、視野ファセットミラー 13 の反射面 20 は  $x_0$  の範囲を有する。 $y$  方向に、視野ファセットミラー 13 の反射面 20 は  $y_0$  の範囲を有する。

【0050】

視野ファセットミラー 13 の構成に応じて、個別ミラー 21 は、例えば  $600 \mu\text{m} \times 600 \mu\text{m}$  ~ 例えば  $2 \text{mm} \times 2 \text{mm}$  程度の  $x / y$  範囲を有する。視野ファセットミラー 13 全体は、構成に応じて例えば  $300 \text{mm} \times 300 \text{mm}$  又は  $600 \text{mm} \times 600 \text{mm}$  である  $x_0 / y_0$  範囲を有する。視野個別ファセット 19 は、 $25 \text{mm} \times 4 \text{mm}$  又は  $104 \text{mm} \times 8 \text{mm}$  の典型的な  $x / y$  範囲を有する。各視野個別ファセット 19 のサイズと、これらの視野個別ファセット 19 を構成する個別ミラー 21 のサイズとの比に応じて、視野個別ファセット 19 のそれぞれが、対応する数の個別ミラー 21 を有する。

40

【0051】

個別ミラー 21 のそれぞれは、衝突する照明光 10 を個別に偏向させるためにアクチュエータ 24 に接続され、アクチュエータ 24 は、反射面 20 の左下隅に配置された 2 つの個別ミラー 21 を用いて図 2 に破線で示し、個別ファセット行 22 の細部を用いて図 3 により詳細に示す。アクチュエータ 24 は、個別ミラー 21 のそれぞれのうち個別ミラー 21 の反射側とは反対側に配置される。アクチュエータ 24 は、例えば、圧電アクチュエー

50

タとして構成することができる。この種のアクチュエータの構成は、マイクロミラーアレイの構造から既知である。

【0052】

個別ミラー行22のアクチュエータ24はそれぞれ、信号線により行信号バス26に接続される。1つの個別ミラー行22は、行信号バス26の1つにそれぞれ割り当てられる。個別ミラー行22の行信号バス26はさらに、主信号バス27に接続される。主信号バス27は、視野ファセットミラー13の制御デバイス28に信号接続される。制御デバイス28は、特に、個別ミラー21を行列方向に、換言すれば行ごと又は列ごとに (row-wise, in other words line-wise or column-wise) 継手起動するよう構成される。

【0053】

個別ミラー21のそれぞれは、互いに対して垂直な2つの傾斜軸を中心に個々に傾斜させることができ、これらの傾斜軸のうちの第1の傾斜軸はx軸と平行に延び、2つの傾斜軸のうちの第2の傾斜軸はy軸と平行に延びる。2つの傾斜軸は、各個別ミラー21の個々の反射面に位置付けられる。

【0054】

個別ミラー21は、例えば、側部に取り付けられたばね継手を用いて個別ミラーを可動に装着して静電作動させることができるマイクロミラーアレイ (MMAアレイ) の様式で実現することができる。この種のマイクロミラー機構は、「MEMS」 (微小電気機械システム) というキーワードで、例えば欧州特許第1289273号明細書から当業者には既知である。

【0055】

上述の実施形態では、個別ミラー21は、投影露光システム1の物体視野5においてEUV放射線10、換言すれば照明放射線を重ね合わせるための照明チャンネルを提供する。個別ミラー21は、これらの個別ミラー照射チャンネルが物体視野5において物体視野5よりも小さな物体部分を照明するような範囲のミラー面を有する。

【0056】

個別ミラー21は、モリブデン及びシリコンの個別層を含む多層コーティングを有することができるため、個別ミラー21の反射率は、用いられるEUV波長に対して最適化される。

【0057】

個別ミラー、例えば、図2に示す視野ファセットミラー13を構成する個別ミラー21の1つの実施形態を、図3~図7を用いてより詳細に後述する。図1及び図2を参照してすでに上述したものに対応するコンポーネントは、同じ参照符号を有し、再度詳述はしない。

【0058】

図3~図7に示す個別ミラー21は、ミラープレートとして構成されるミラー本体79を有する。ミラー本体79はシリコンから成る。ミラー本体79は、EUV放射線10を反射するための矩形の反射面80を有し、図3~図7による実施形態ではほぼ正方形の反射面80を有する。反射面80は、EUV放射線10に対する個別ミラー21の反射率を最適化するための多層反射コーティングを有し得る。

【0059】

個別ミラー21のミラー本体79は、シリコンから成る剛性キャリア体81に対して2つの傾斜軸を中心に傾斜させることができる。これら2つの傾斜軸を、図3~図7では $w_1$ 及び $w_2$ とする。これら2つの傾斜軸 $w_1$ ,  $w_2$ のそれぞれは、一体継手としてそれぞれ構成される傾斜継手82, 83に属する。2つの傾斜軸 $w_1$ ,  $w_2$ は、互いに対して垂直である。この場合、傾斜軸 $w_1$ はx軸と平行に延び、傾斜軸 $w_2$ はy軸と平行に延びる。ミラー本体79及びキャリア体81は、 $FiO_2$ 又は $Fi_3N_4$ で構成することもできる。傾斜軸 $w_2$ は、この場合、ミラー本体79の延長平面内に延びる。ミラー本体79の実際の反射面80のほか、図30で傾斜軸 $w_2$ の上を示す小さな傾斜不可能な空所83aが残っている。2つの傾斜軸 $w_1$ ,  $w_2$ はいずれも、反射面80の平面と平行に延びる

10

20

30

40

50

。代替的に、傾斜継手 8 2 , 8 3 を、2 つの傾斜軸  $w_1$  ,  $w_2$  の少なくとも一方が反射面 8 0 の平面内に延びるように配置することも可能である。

【 0 0 6 0 】

個別ミラー 2 1 を構成するのに適した E U V 適合及び高真空適合材料のさらなる材料例は、C V D ( 化学気相蒸着 ) ダイヤモンド、S i C ( 炭化珪素 )、S i O<sub>2</sub> ( 酸化シリコン )、A l<sub>2</sub> O<sub>3</sub>、銅、ニッケル、アルミニウム合金、及びモリブデンである。

【 0 0 6 1 】

図 5 は、傾斜軸  $w_1$  に属する傾斜継手 8 2 の拡大図を示す。傾斜継手 8 3 は、これに対応した構成である。

【 0 0 6 2 】

傾斜継手 8 2 は、傾斜軸  $w_1$  に対して垂直に、換言すれば図 5 の z 方向に、継手厚さ S を有する。傾斜軸  $w_1$  に沿って、換言すれば図 5 の x 方向に、傾斜継手 8 2 は継手長さ L を有する ( 図 6 を参照 )。継手長さ L のサイズは、ミラー本体 7 9 の横方向範囲と同等である。

【 0 0 6 3 】

図 3 ~ 図 7 に示す個別ミラー 2 1 の継手長さ L は、約 1 m m である。継手厚さ S は、誇張的に図示されているが、1  $\mu$  m である。したがって、図 3 0 ~ 図 3 4 に示す個別ミラー 2 1 では、比率 L / S は約 1 0 0 0 である。

【 0 0 6 4 】

一体傾斜継手 8 2 の継手厚さ S につながり V 字形ノッチとして図 5 に例として示す材料テーパを、例えば異方性 A O H ( 原文ママ ) エッチングにより作ることができる。代替的に、傾斜継手 8 2 の材料アーム全体を、例えばエッチングプロセスにより、継手厚さ S 位対応するサイズにすることが可能である。

【 0 0 6 5 】

ミラー本体 7 9 は、傾斜継手 8 2 の寸法に対応する寸法、特に、継手厚さ S 及び継手長さ L を有する傾斜継手 8 3 を用いて中間キャリア体 8 4 に一体接続される。中間キャリア体 8 4 もシリコンから成る。中間キャリア体 8 4 は、図 6 の断面では L 字形であり、傾斜継手 8 3 に直接隣接して配置される継手部分 8 5 と、ミラー本体 7 9 の下に、換言すればミラー本体 7 9 の反射面 8 0 とは反対側に配置されるプレート部分 8 6 とを有する。傾斜継手 8 3 の幅とも称する間隔 B ( 図 6 を参照 ) が、ミラー本体 7 9 と中間キャリア体 8 4 の継手部分 8 5 との間の傾斜継手 8 3 の領域に存在する。

【 0 0 6 6 】

中間キャリア体 8 4 のプレート部分 8 6 は、傾斜継手 8 2 を介してキャリア体 8 1 の継手部分 8 7 に一体接続される。継手部分 8 7 は、キャリア体 8 1 のプレート部分 8 8 に固定される。キャリア体 8 1 のプレート部分 8 8 は、中間キャリア体 8 4 のプレート部分 8 6 の下方に配置される。図 4 及び図 6 に示す中立位置では、ミラー本体 7 9、中間キャリア体 8 4 のプレート部分 8 6、及びキャリア体 8 1 のプレート部分 8 8 は互いに平行に延びる。

【 0 0 6 7 】

2 つの傾斜軸  $x_1$  ,  $x_2$  を中心としたミラー本体 7 9 の傾斜制御のために、2 つの電極アクチュエータ 8 9 , 9 0 が用いられる ( 図 7 を参照 )。電極アクチュエータ 8 9 は、この場合は傾斜継手 8 2 に割り当てられるため、 $w_1$  アクチュエータ 9 0 とも称する。電極アクチュエータ 9 0 は、この場合は傾斜継手 8 3 に割り当てられるため、 $w_2$  アクチュエータとも称する。 $w_2$  アクチュエータは、第 1 の電極として、導電性のミラー本体 7 9 自体を有する。 $w_2$  アクチュエータ 9 0 の対向電極 9 1 は、中間キャリア体 8 4 のプレート部分 8 6 に施された導電性コーティングとして構成され、このコーティングはミラー本体 7 9 に面する。個別ミラー 2 1 の中立位置では、対向電極 9 1 は、ミラー本体 7 9 から約 1 0 0  $\mu$  m の間隔を有する。

【 0 0 6 8 】

$w_2$  アクチュエータ 9 0 の 2 つの電極 9 0 , 9 1 は、信号線 9 2 により起動可能電圧源

10

20

30

40

50

93に接続される。電圧源93は、制御線94によりアクチュエータ制御デバイス95に接続される。

【0069】

対向電極91は、同時に $w_1$ アクチュエータ89の電極として用いられる。 $w_1$ アクチュエータ89の対向電極96は、キャリア体81のプレート部分88上の導電性コーティングとして構成される。 $w_1$ アクチュエータ89の対向電極96は、キャリア体81のプレート部分88のうち中間キャリア体84のプレート部分86に面する側に配置される。中立位置、換言すれば無力状態では、中間キャリア体84のプレート部分86からの $w_1$ アクチュエータ89の対向電極96の間隔は100 $\mu\text{m}$ である。

【0070】

電極91, 96は、信号線92によりさらなる電圧源97に電氣的に接続される。電圧源97は、さらなる制御線98によりアクチュエータ制御デバイス95に接続される。

【0071】

直流電圧V1及びV2(図7を参照)を印加することにより、一方では中間キャリア体84のプレート部分86を、キャリア体81のプレート部分88に対して傾斜軸 $w_1$ を中心に制御的に傾斜させることができ、他方ではミラー本体79を、中間キャリア体84のプレート部分86に対して傾斜軸 $w_2$ を中心に制御的に傾斜させることができ、これらはそれぞれ所定の傾斜角で行われる。各傾斜軸 $w_1, w_2$ を中心とした傾斜角の大きさは、ここでは特に、傾斜継手82, 83の寸法、電極90, 91, 96の面積、これらの電極同士の間隔、及び当然ながら印加電圧V1, V2の大きさに応じて変わる。2つの傾斜軸 $w_1, w_2$ を中心とした傾斜角の無段階特定が、印加電圧V1, V2を用いて可能である。

【0072】

図7は、電圧V1, V2を印加することにより、一方では中間キャリア体84のプレート部分86を、キャリア体81のプレート部分88に対してこれに向けて傾斜軸 $w_1$ を中心に傾斜させ、他方ではミラー本体79を、中間キャリア体84のプレート部分86に対してこれに向けて傾斜軸 $w_2$ を中心に傾斜させた傾斜位置を示す。図7に示すように、入射EUV放射線10は、それに対応して定められるようにミラー本体79の反射面80により偏向される。

【0073】

図8及び図9を用いて、個別ミラー99のさらなる実施形態を後述するが、これは、上述のファセットミラーを構成する図3~図7に示す個別ミラー21の代わりに用いることができる。図1及び図2を参照して、特に図3~図7を参照してすでに上述したものに対応するコンポーネントは、同じ参照符号を有し、再度詳述はしない。

【0074】

図8及び図9に示す構成では、個別ミラー99の有効反射面80は、ミラー本体79の表面全体を空所なく覆う。プレート形の反射面キャリア100が、y方向に沿って縁部に延びる接続ストリップ101によりミラー本体79の継手部分102に剛接続される。継手部分102もプレート形であり、個別ミラー99の反射面80の面積のほぼ半分を占める。継手部分102は、反射面キャリア100と平行に、反射面80の裏に延びる。ミラー本体79の継手部分102は、 $w_2$ 傾斜継手83により、個別ミラー99の中間キャリア体104の $w_2$ 継手部分103に接続される。中間キャリア体104は、その機能に関して、図3~図7に示す個別ミラー21の中間キャリア体84に相当する。

【0075】

個別ミラー99の傾斜継手83は、反射面80の全幅に沿って、換言すれば図3~図7に示す構成による継手長さLに沿っても延びる。これは、個別ミラー99の傾斜継手82についても同様である。

【0076】

$w_2$ 継手部分103は、中間キャリア体104の同じくプレート形の $w_1$ 継手部分106に接続ストリップ105により剛接続される。継手部分106もまた、個別ミラー99

10

20

30

40

50

の反射面 80 の面積のほぼ半分を占める。継手部分 106 の矩形形状は、この場合、継手部分 102 の矩形形状に対して  $90^\circ$  回転した向きである。 $w_1$  継手部分 106 は、傾斜継手 82 によりキャリア体 81 の継手部分 107 に一体接続される。

【0077】

一方では継手部分 102, 103、他方では継手部分 106, 107 はそれぞれ、傾斜継手 83, 82 の継手長さ L の全長にわたって延びる。

【0078】

ミラー本体 79 と、さらに、互いに電氣的に絶縁され且つ継手部分 103 により互いに分離されている 2 つのコーティングとして中間キャリア体 104 のプレート部分 88 上に配置される 2 つの対向電極 108, 109 とは、さらに、電極として傾斜継手 83 の  $w_2$  アクチュエータに属する。2 つの対向電極 108, 109 はそれぞれ、中間キャリア体 104 のプレート部分 88 のほぼ半分を覆う。

10

【0079】

電極 79, 108 間に傾斜電圧を印加することにより、反射面を、図 9 の傾斜軸  $w_2$  を中心に反時計方向に回転させることができる。電極 79, 109 間に傾斜電圧を印加することにより、図 9 のミラー本体 79 を時計方向に傾斜させることができる。

【0080】

$w_1$  アクチュエータに関しては、対向電極 110, 111 が電極 108, 109 の対向電極として用いられる。対向電極 110, 111 は、電極 108, 109 と同等に、キャリア体 81 のプレート部分 88 上にあり継手部分 107 により互いに分離されるため電氣的に絶縁されているコーティングとして施される。電極 108, 109 と電極 110 との間に傾斜電圧を印加することにより、中間キャリア体 104 の傾斜制御が、図 8 において傾斜軸  $w_1$  を中心に反時計方向に行われる。電極 108 又は 109 と対向電極 111 との間に傾斜電圧を印加することにより、中間キャリア体 104 の傾斜が、図 8 において傾斜軸  $w_1$  を中心に時計方向に行われる。

20

【0081】

このように、図 8 及び図 9 に示す中立位置から始まる個別ミラー 99 の反射面 80 の電圧制御による傾斜が、2 つの傾斜軸  $w_1, w_2$  を中心としてそれぞれ 2 つの傾斜方向で可能である。

【0082】

個別ミラー 112 のさらなる構成を、図 10 ~ 図 12 を用いて後述する。図 1 及び図 2 を参照して、特に図 3 ~ 図 9 を参照してすでに上述したものに対応するコンポーネントは、同じ参照符号を有し、再度詳述はしない。

30

【0083】

反射面キャリア 100 は、個別ミラー 112 において、同時に継手部分 102 でもある接続ストリップ 101 に接続される。

【0084】

反射面キャリア 100 のうち反射面 80 の反対側には、スペーサ 112 a が配置され、これは、傾斜角を大きくしたときに、反射面キャリア 100 がその下に位置付けられたコンポーネントに直接接触しないことを確実にする。スペーサ 112 a は、ディープ反応性イオンエッチング (DRIE) により反射面キャリア 100 の固体材料から加工される。継手部分 102 は、第 1 の  $w_2$  傾斜継手 83 により  $w_2$  継手部分 103 に接続され、 $w_2$  継手部分 103 は、同時に個別ミラー 112 の第 1 の L 字形中間キャリア体でもある。 $w_2$  継手部分 103 は、第 1 の  $w_1$  傾斜継手 82 により第 1 の継手部分 107 に接続され、第 1 の継手部分 107 は、キャリア体 81 のプレート部分に剛接続される。 $w_2$  継手部分 103 の L 字形の一方の脚は、同時に  $w_1$  継手部分 106 でもある。

40

【0085】

個別ミラー 112 は、継手部分 102, 103, 106, 107 と、それに対応して傾斜継手 82, 83 とを有する合計 2 つの L 字形アセンブリを有し、傾斜継手 82, 83 はそれぞれ、この L 字形の脚に収容される。これら 2 つの L 字形アセンブリはそれぞれ、同

50

一構成の継手接続コンポーネントを有する。各L字形構造形状の、互いに離接するL脚により形成されるコーナ領域で、これら2つのアセンブリは、2つの $w_1$ 傾斜継手82及び2つの $w_2$ 傾斜継手83がそれぞれ互いに面一になる全体で十字形の構造になるように(説明はまだだが図21に示す、これに関して構造的に同一の構成も比較されたい)、互いに嵌まり合う。

【0086】

スペーサ112aは、2つの $w_2$ 傾斜継手83の接続ストリップ101にそれぞれ接続される。反射面80の平面と平行であり且つその長手方向範囲を横切る2つの接続ストリップ101は、2つのL字形アセンブリが交差構造であることから互いに対してオフセット配置されているため、スペーサ112も、同じ方向に互いに対してオフセット配置されるスペーサ部分を有する。

10

【0087】

ミラー本体79自体は、一方では傾斜軸 $w_1$ を中心とした反射面80の傾斜制御用の $w_1$ アクチュエータの電極として、他方では傾斜軸 $w_2$ を中心とした反射面80の傾斜制御用の $w_2$ アクチュエータの電極として、それぞれ用いられる。個別ミラー112は、4つの対向電極114, 115, 116, 117を有し、これらはそれぞれ、キャリア体81のプレート部分88の1象限を覆い、プレート部分88上で互いに絶縁される導電性コーティングとして構成される。4つの対向電極114~117のどれとミラー本体79との間に傾斜電圧Vを印加するかに応じて、それに対応した反射面80の傾斜がキャリア体81に対して生じる。これを図11に例として示す。図中では、電圧Vをミラー本体79と2つの対向電極114, 117との間に印加する。これに対応して、傾斜継手82の傾斜軸 $w_1$ を中心としたミラー本体79の傾斜が生じる。

20

【0088】

図12は、さらなる傾斜例で、電圧Vをミラー本体79と対向電極112と間にのみ印加する状況を示す。傾斜は、一方では傾斜継手82の傾斜軸 $w_1$ を中心に、他方では傾斜継手83の傾斜軸 $w_2$ を中心に生じる。

【0089】

図5の代替の図で、図13は、傾斜継手82のさらなる構成での寸法比を示す。この場合も、継手厚さSは約 $1\mu\text{m}$ であり、継手幅Bは約 $20\mu\text{m}$ であり、図13の図平面に対して垂直に伸びる継手長さLは約 $1\text{mm}$ である。

30

【0090】

図14は、継手長さLに沿って一体継手セグメント118に分割されている傾斜継手82又は83の変形形態を示す。図14に示す実施形態の継手長さLは、約25個のこの種の一体継手セグメント118に細分される。隣接する一体継手セグメント118は、非常に小さなものではあるが互いに間隔が空いている。一体継手セグメント118への傾斜継手82又は83の細分は、ディープ反応性イオンエッチング(DRIE)により行うことができる。

【0091】

一体継手セグメント又は部分118への細分の代わりに、又はこれに加えて、マイクロチャンネルをミラー本体79及び/又はキャリア体81に設けることもできる。これらのマイクロチャンネルは、特に層状貫流冷却液での個別ミラーの能動冷却を可能にし得る。

40

【0092】

図15及び図16は、反射面80、例えば個別ミラー21の、少なくとも一方の傾斜軸 $w_1$ ,  $w_2$ を中心とした傾斜制御用のアクチュエータ119のさらなる構成を示す。図3~図14を参照してすでに上述したものに対応するコンポーネントは、同じ参照符号を有し、再度詳述はしない。

【0093】

アクチュエータ119は、移動電極120を有し、図15及び図16では、その自由端121は、アクチュエータ119に割り当てられた傾斜継手の図15及び図16には図示しない継手本体に、可動接続されるよう構成される。移動電極120は、平坦であり、図

50

15及び図16には断面で示す。移動電極120は、図15及び図16の断面では湾曲している。

【0094】

キャリア体81のプレート部分88には、アクチュエータ119の対向電極122が剛接続される。対向電極122は、例えば、キャリア体81のプレート部分88上のコーティングとして構成される。移動電極120と対向電極122の間には、誘電体123の形態の層が配置される。誘電体は、例えば、対向電極122上の平坦なコーティングとして構成することができる。

【0095】

接触面部分124では、対向電極122は誘電体123に直接当接する。移動電極120の離間面部分125は、対向電極122及び誘電体123から離間している。移動電極120の自由端121は、離間面部分125の一部である。

10

【0096】

図15及び図16は、移動電極120の2つの位置を示す。図15は、2つの電極120, 122間に電圧を印加しない中立位置を示す。移動電極120の自由端121は、プレート部分88から最大限まで上昇している。図16は、例えば80Vの傾斜電圧を電極120, 122間に印加した位置を示す。

【0097】

図16に示すこの傾斜位置では、移動電極120は、接触面部分124に隣接する領域にわたって誘電体123にさらに当接するため、キャリア体81のプレート部分88からの自由端121の間隔は、それに対応して小さくなる。

20

【0098】

図15及び図16に示すこの種のアクチュエータ119は、マイクロムービングウェッジドライブ(ジッパアクチュエータ、ジッピングアクチュエータ)とも称する。

【0099】

図17~図19は、個別ミラー126における図15及び図16に示す2つのアクチュエータ119の使用を示し、個別ミラー126は、傾斜継手82, 83の配置に関して、図8及び図9に示す個別ミラー99に従って構成される。

【0100】

$W_1$  継手部分106は、個別ミラー126において、継手部分107上に成形されて傾斜軸 $W_1$ を中心とするロッカとして構成される。縁部において、 $W_1$  継手部分106の2つの揺動アーム127, 128は、接触面部分124に関して互いに背中合わせに配置された2つのアクチュエータ119の自由端121に接続される。

30

【0101】

図17は、 $W_1$  継手部分106がキャリア体81のプレート部分88に対して傾斜していない、2つのアクチュエータ119の中立位置を示す。図17に示すこの中立位置は、電極120, 121の全てを無電圧に切り替えた個別ミラー126の第1の変形形態で達成することができる。

【0102】

図示しないが、アクチュエータ119のための代替的な電圧起動デバイスは、 $W_1$  継手部分106、換言すれば揺動アーム127, 128の中立位置で(図17を参照)、0V以外のバイアス電圧を移動電極120と関連の対向電極122との間に印加するよう構成される。この種の電氣的なバイアス電圧を用いて、傾斜軸 $W_1$ を中心とした揺動アーム127, 128の機械的なバイアス電圧が生成される。このように、ミラー本体79をキャリア体81と正確に平行な向きにする中立位置は、規定の方法で調整することができる。

40

【0103】

図18は、図18の左側に示すアクチュエータ119の電極120, 122に傾斜電圧を印加する状況を示す。したがって、ミラー本体79は、傾斜軸 $W_1$ を中心に反時計方向に傾斜する。

【0104】

50

図 19 は、図 19 の右側に示すアクチュエータ 119 に傾斜電圧を印加した状況を示す。したがって、ミラー本体 79 は、図 19 で傾斜軸  $W_1$  を中心に時計方向に傾斜する。

【0105】

一方では図 20 ~ 図 23、他方では図 24 ~ 図 27 は、移動電極 120 の 2 つの異なる構成及び配置の変形形態を示す。図 1 ~ 図 19 を参照してすでに上述したものに対応するコンポーネントは、同じ参照符号を有し、再度詳述はしない。

【0106】

図 20 ~ 図 27 に示す配置の移動電極 120 に対する対向電極は、図 10 ~ 図 12 に示す構成に従った象限電極 (quadrant electrodes) 114 ~ 117 として設計される。

【0107】

図 20 ~ 図 23 に示すアクチュエータ 119 には、キャリア体 81 のプレート部分 88 の上でプレート部分 88 の象限の 1 つにそれぞれ放射状に配置した 4 つの移動電極 120 がある。図 20 ~ 図 23 に示す移動電極 120 の自由端 121 は、キャリア体 81 の正方形のプレート部分 88 の四隅に近接してそれぞれ配置される。これらの自由端 121 は、接触部分 129 を担持し、接触部分 129 により移動電極 120 が中間キャリア体又はミラー本体 79 に可動接続される。接触部分 129 は、例えば、 $W_1$  継手部分 106、換言すれば継手本体に対する移動電極 120 の接続領域である。自由端 121 の反対側で、図 47 ~ 図 50 に示す構成の移動電極 120 のそれぞれは、接触面部分 124 の領域でプレート部分 88 に剛接続される端を有する。

【0108】

図 24 ~ 図 27 に示す移動電極 120 の構成及び配置例では、移動電極のそれぞれが螺旋面状体 (spiral face body) として存在する。図 24 ~ 図 27 に示す移動電極 120 のうちプレート部分 88 に固定される固定端 130 と、自由端 121 における接触部分 129 との間で、移動電極 120 のそれぞれが螺旋状に約 3 回巻かれる。

【0109】

図 20 ~ 図 23 に示す配置によれば、4 つの移動電極 120 は、図 24 ~ 図 27 に示す配置でも配置され、4 つの移動電極 120 のそれぞれ 1 つがプレート部分 88 の 4 つの象限の 1 つに配置される。

【0110】

各移動電極 120 の固定端 130 は、図 24 ~ 図 27 に示す配置では、プレート部分 88 の各象限の隅に近接して位置付けられる。接触部分 129 は、図 24 ~ 図 27 に示す配置では、プレート部分 88 の各象限の中心領域に位置付けられる。

【0111】

アクチュエータ 119 は、静電ドライブの代わりに電磁ドライブも有することができる。この場合、対向電極 122 及び誘電体 123 の代わりに、電磁抵抗アクチュエータが設けられる。移動電極 120 の代わりに、薄い強磁性金属プレートが設けられる。

【0112】

傾斜軸を中心としたミラー本体 79 の傾斜制御用のアクチュエータ 131 のさらなる構成を、図 28 ~ 図 30 を用いて後述する。図 1 ~ 図 27 を参照して、特に図 3 ~ 図 27 を参照してすでに上述したものに対応するコンポーネントは、同じ参照符号を有し、再度詳述はしない。

【0113】

図 28 ~ 図 30 に示すアクチュエータ 131 では、キャリア体 81 のプレート部分 88 上にある導電性コーティング 132 が、アクチュエータ 131 の電極の 1 つとしてさらに用いられる。対向電極 134, 135, 136 の積層体 133 が、この電極 132 の上方に配置される。隣接する対向電極は、それぞれ図 28 に概略的に示す一体継手 137 を中心に互いに対して傾斜させることができる。一体継手 137 のそれぞれは、ミラー本体 79 の反射面の継手幅に沿って上述の傾斜継手 82, 83 に従って延びる。対向電極 134 ~ 136 はすでに、それぞれ図 28 に破線で示すように、プレート部分 88 上の電極 132 の平面に対して傾斜した無力中立位置にある。図 28 は、隣接する電極 132 と 134

10

20

30

40

50

~ 136 との間に傾斜電圧を追加で印加した状況を実線で示す。これにより、隣接する電極 132 及び 134 ~ 136 は、中立傾斜位置から始めて、一体継手 137 を中心とした偏向により互いに向かってさらに傾斜する。したがって、図 28 の最上部に示す対向電極 136 には、その下に配置された電極対の互いに対する相対傾斜の和に対応する傾斜角が生じる。ミラー本体 79 はさらに、図 28 の最上部に示す対向電極 136 に接続することができ、続いてそれに対応してアクチュエータにより傾斜させる。最上部の対向電極 136 の総傾斜角は、対向電極 134, 135, 及び 136 の個々の傾斜角  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  の和として得られる。

#### 【0114】

図 17 ~ 図 19 の個別ミラー 126 の様式での個別ミラー 138 のアクチュエータ 131 の応用を、図 29 及び図 30 を用いて説明する。対向電極積層体 133 を有するアクチュエータ 131 は、この場合、キャリア体 81 のプレート部分 88 と中間キャリア体 104 の  $w_1$  継手部分 106 の揺動アーム 127, 128 との間に配置される。図 28 に示す構成とは対照的に、図 29 及び図 30 に示す構成のアクチュエータ 131 では、一体継手 157 は、傾斜軸  $w_1$  に隣接して配置される。

10

#### 【0115】

図 29 は、中立位置を示す。図 30 は、図 30 の左側に示すアクチュエータ 131 の電極 132 及び 134, 135, 136 に傾斜電圧を印加した位置を示す。その結果、図 30 の  $w_1$  継手部分 106 が傾斜軸  $w_1$  を中心に反時計方向に傾斜する。

20

#### 【0116】

傾斜継手の他の変形形態では、継手長さ  $L$  と継手厚さ  $S$  とを別の寸法比にすることもできる。 $L/S$  は、50 よりも大きく、100 よりも大きく、250 よりも大きく、又は 500 よりも大きくすることができる。1000 よりも大きな  $L/S$  の比も可能である。

#### 【0117】

ミラー本体 79 の傾斜制御用のアクチュエータ 119 の様式でのアクチュエータを有する個別ミラー 139 のさらなる構成を、図 31 ~ 図 34 を用いて後述する。図 1 ~ 図 30 を参照して、特に図 3 ~ 図 30 を参照してすでに上述したものに対応するコンポーネントは、同じ参照符号を有し、再度詳述はしない。

#### 【0118】

個別ミラー 139 のミラー本体 79 及び同じく反射面 80 の形状は、正三角形である。3 辺のうちの一つの辺長は、約 1 mm である。各アクチュエータ 119 は、それぞれこの三角形の 3 辺のうちの一つと平行に配置される。

30

#### 【0119】

アクチュエータ 119 のそれぞれは、移動電極 120 を有し、移動電極 120 は、接触部分 129 によりミラー本体 79 に接続され、接触面部分 124 によりキャリア体 81 に接続される。3 つのアクチュエータ 119 の作動は、図 15 ~ 図 27 に示すアクチュエータ 119 の説明に関連して上述したものに従って互いに独立して行うことができる。このように、3 つの独立した傾斜自由度によるキャリア体 81 に対する反射面 80 の傾斜が可能である。

40

#### 【0120】

3 つのアクチュエータ 119 の配置は、接触部分 129 が、個別ミラー 139 の平面図で反時計方向に隣接するアクチュエータ 119 の接触面部分 124 の上方にそれぞれ配置されるようになっている。

#### 【0121】

個別ミラー 139 は、傾斜継手 82, 83 のような継手を有さない。

#### 【0122】

ミラー本体 79 を傾斜させるための上述のアクチュエータは、傾斜軸  $w_1, w_2$  を中心とした各傾斜角を測定するための統合センサシステムを有することができる。このセンサシステムは、特に、調整した傾斜角を監視するために用いることができる。

#### 【0123】

50

この種のセンサシステムは、例えば、容量性測定ブリッジにより、特にウィーンブリッジの形態で形成することができる。結果として、ミラー本体 7 9 の反射面と基準体との間のキャパシタンスを、これら 2 つの本体間の距離に応じて、換言すればミラー本体 7 9 の反射面の傾斜角位置に応じて求めることが可能である。この場合、ミラー本体 7 9 の上述のアクチュエータシステムで用いられる直流電圧に、上述の電極間に印加される交流電圧成分を重畳することができる。求めたキャパシタンスのインピーダンス変化を、続いて集積測定ブリッジにより測定することができる。この目的で、既知の可変容量又は既知の可変抵抗をブリッジ回路内で用いるゼロバランス調整が行われる。測定ブリッジ自体は、集積回路に埋め込むことができ、集積回路は、キャリア体 8 1 の直下に、又はキャリア体 8 1 内にさえ位置付けられる。これにより、信号線距離が短いことに起因した寄生キャパシタンスが確実に最小化される。センサシステムの信号増幅及びアナログ/デジタル変換とアクチュエータ起動とは、集積 A S I C ( 特定用途向け集積回路 ) でも行うことができる。

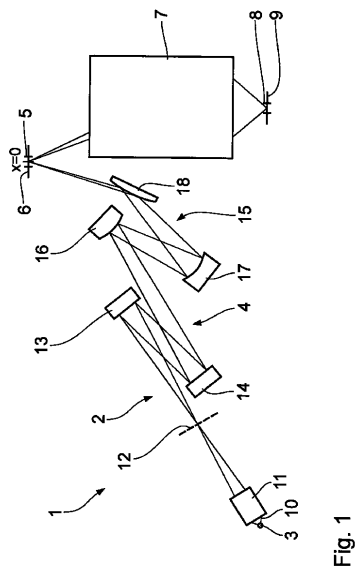
10

【 0 1 2 4 】

投影露光システム 1 を用いて、物体視野 5 内のレチクルの少なくとも一部を像視野 8 内のウェーハ上の感光層の一領域上に結像させて、微細構造又はナノ構造コンポーネント、特に半導体コンポーネント、例えばマイクロチップをリソグラフィにより製造する。スキャナ又はステップとしての投影露光システム 1 の構成に応じて、レチクル及びウェーハは、時間同期方式で y 方向に、スキャナ動作で連続的に、又はステップ動作で段階的に変位させる。

20

【 図 1 】



【 図 3 】

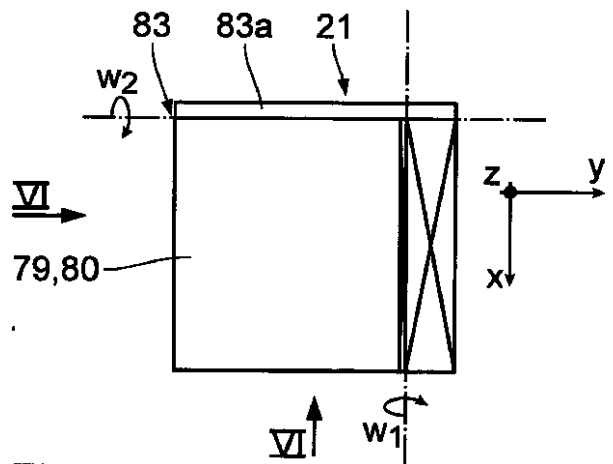


Fig. 3

【 図 2 】

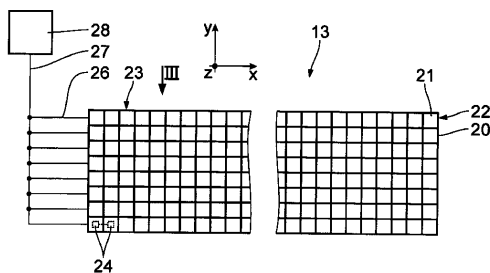


Fig. 2

【 図 4 - 5 】

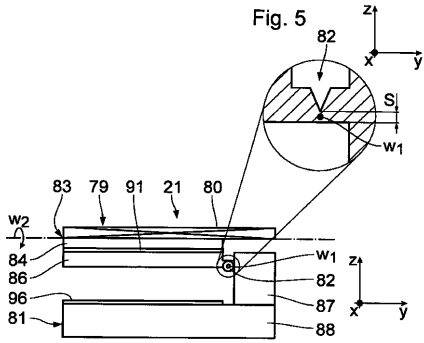


Fig. 4

【 図 6 】

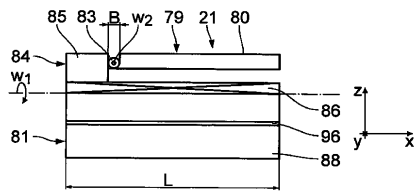


Fig. 6

【 図 7 】

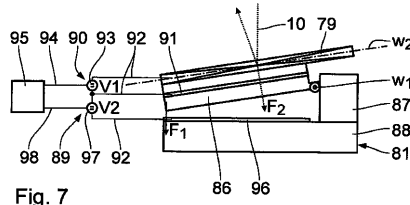


Fig. 7

【 図 8 】

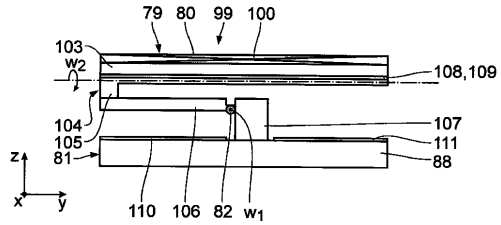


Fig. 8

【 図 9 】

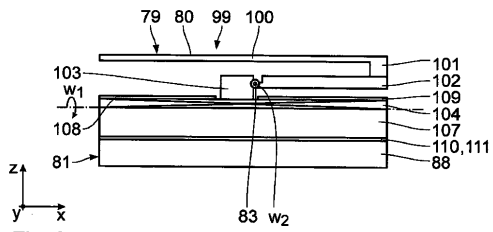


Fig. 9

【 図 1 0 】

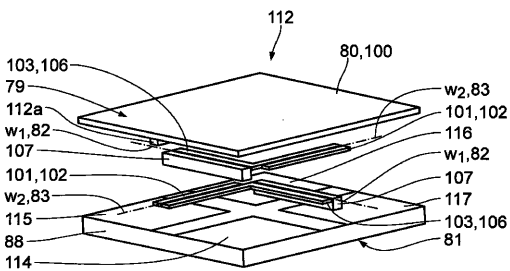


Fig. 10

【 図 1 2 】

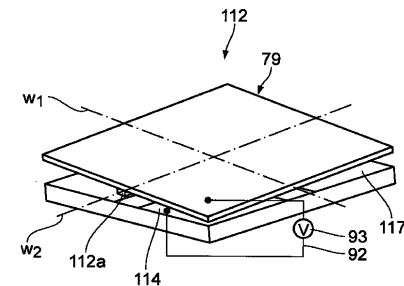


Fig. 12

【 図 1 1 】

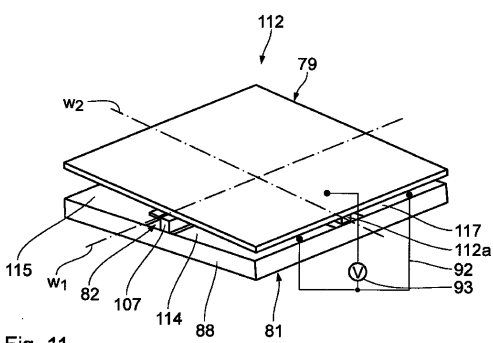


Fig. 11

【 図 1 3 】

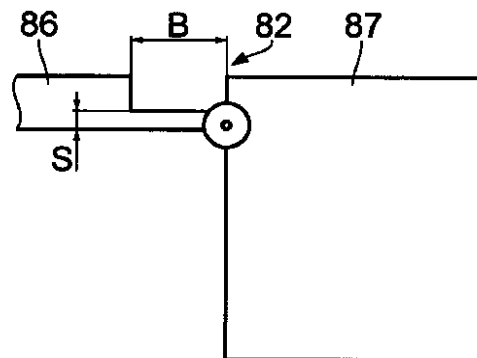


Fig. 13

【 図 1 4 】

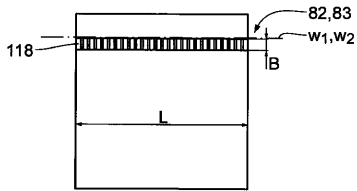


Fig. 14

【 図 1 5 】

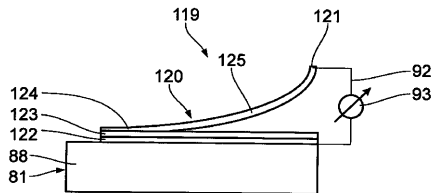


Fig. 15

【 図 1 6 】

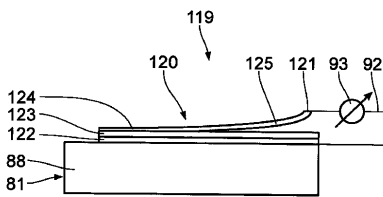


Fig. 16

【 図 2 0 】

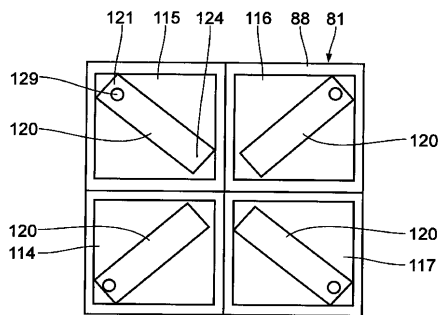


Fig. 20

【 図 2 1 】

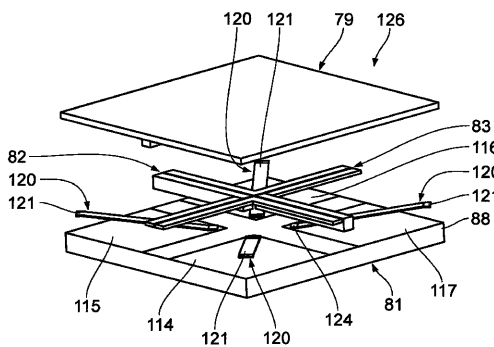


Fig. 21

【 図 1 7 】

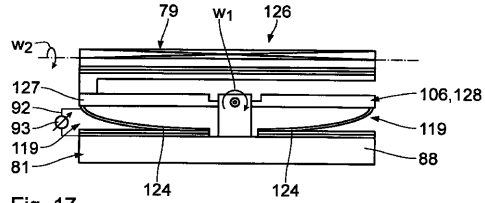


Fig. 17

【 図 1 8 】

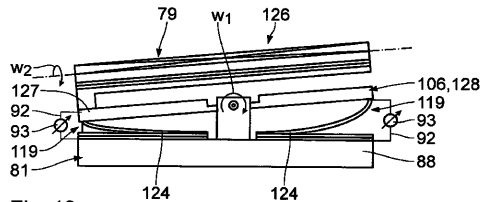


Fig. 18

【 図 1 9 】

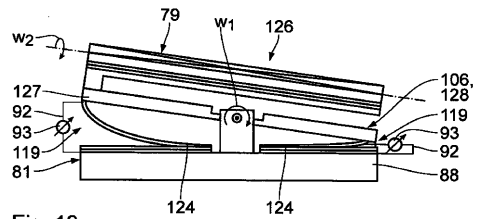


Fig. 19

【 図 2 2 】

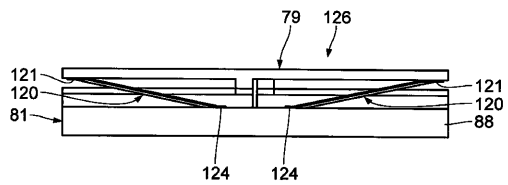


Fig. 22

【 図 2 3 】

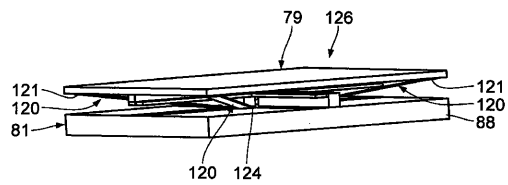


Fig. 23

【 図 2 4 】

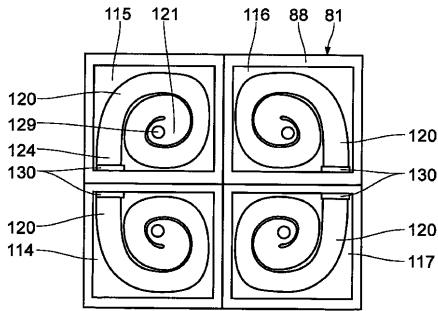


Fig. 24

【 図 2 5 】

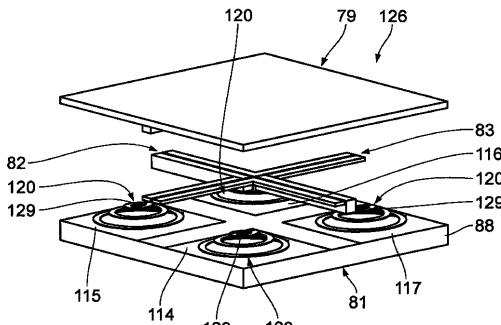


Fig. 25

【 図 2 9 】

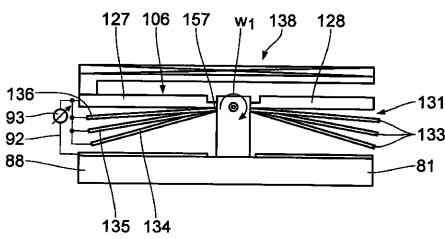


Fig. 29

【 図 3 0 】

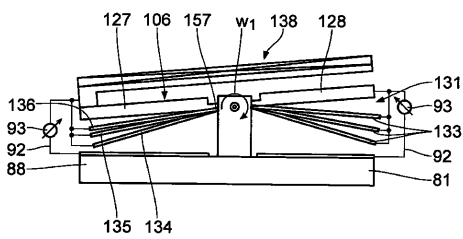


Fig. 30

【 図 2 6 】

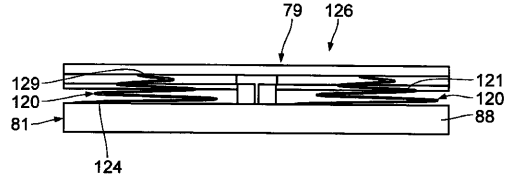


Fig. 26

【 図 2 7 】

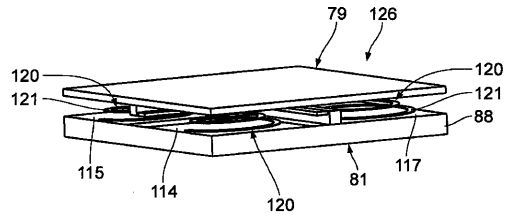


Fig. 27

【 図 2 8 】

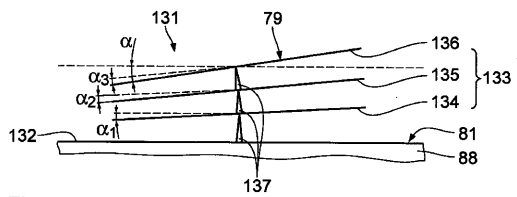


Fig. 28

【 図 3 1 】

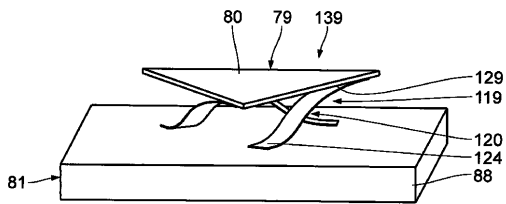


Fig. 31

【 図 3 2 】

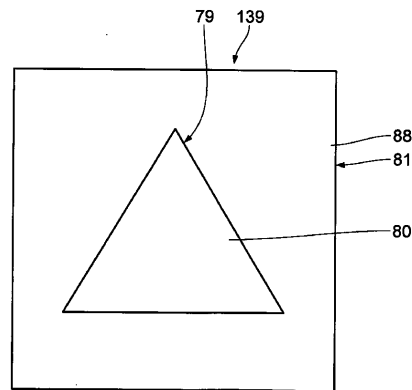


Fig. 32

【 図 3 3 】

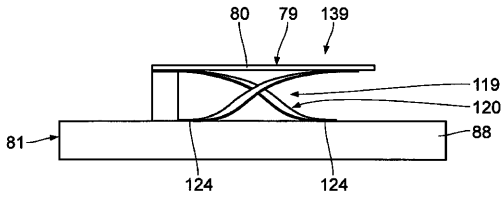


Fig. 33

【 図 3 4 】

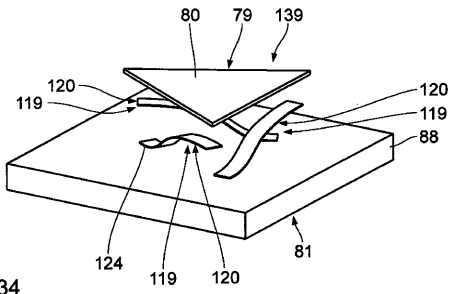


Fig. 34

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/EP2010/000044
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G02B5/09 G03F7/20 G02B26/08		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B G03F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2004/160118 A1 (KNOLLENBERG CLIFFORD F [US] ET AL) 19 August 2004 (2004-08-19) paragraph [0045] - paragraph [0053]; figures 3,5,6,7,9 ----- -/--	1-7, 17-19,21 20,22-31
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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 <b>27 April 2010</b>		Date of mailing of the international search report <b>28/07/2010</b>
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <b>Feeney, Orla</b>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2010/000044
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MICHEL A ROSA ET AL: "A novel external electrode configuration for the electrostatic actuation of MEMS based devices; A novel external electrode configuration for the electrostatic actuation of MEMS based devices" JOURNAL OF MICROMECHANICS & MICROENGINEERING, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB LNKD-DOI:10.1088/0960-1317/14/4/003, vol. 14, no. 4, 1 April 2004 (2004-04-01), pages 446-451, XP020069645 ISSN: 0960-1317 cited in the application the whole document	1-4
Y	US 2007/081225 A1 (AUBUCHON CHRISTOPHER M [US]) 12 April 2007 (2007-04-12) paragraphs [0019], [0080], [0086], [0111] - paragraph [0114]; figures 9A,10G,15A-15F	20,22,23
Y	US 2006/132747 A1 (SINGER WOLFGANG [DE] ET AL) 22 June 2006 (2006-06-22) the whole document	24-31
X	JP 2004 306217 A (SONY CORP) 4 November 2004 (2004-11-04) abstract; figures 4,5	1-4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2010/000044

**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:

**see additional 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.:

**1-7 (in full); 17-31 (in part)**

- 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/EP2010/000044

**The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:**

**1. Claims 1-7 (in full); 17-31 (in part)**

**An arrangement for an actuator of an individual mirror.**

—

**2. Claims 8-16 (in full); 17-31 (in part)**

**A tilt joint that connects a mirror body to a carrier body.**

—

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2010/000044

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004160118	A1	19-08-2004	US 7629725 B1 08-12-2009 US 7699296 B1 20-04-2010 US 7741685 B1 22-06-2010
US 2007081225	A1	12-04-2007	NONE
US 2006132747	A1	22-06-2006	CN 1774675 A 17-05-2006 DE 10317667 A1 18-11-2004 EP 1614008 A2 11-01-2006 WO 2004092844 A2 28-10-2004 JP 2006523944 T 19-10-2006
JP 2004306217	A	04-11-2004	NONE

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

 Internationales Aktenzeichen  
 PCT/EP2010/000044

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. G02B5/09 G03F7/20 G02B26/08		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G02B G03F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X Y	US 2004/160118 A1 (KNOLLENBERG CLIFFORD F [US] ET AL) 19. August 2004 (2004-08-19) Absatz [0045] - Absatz [0053]; Abbildungen 3,5,6,7,9  -----  -/--	1-7, 17-19,21 20,22-31
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden ** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 27. April 2010		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 28/07/2010
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Feeney, Orla

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2010/000044

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MICHEL A ROSA ET AL: "A novel external electrode configuration for the electrostatic actuation of MEMS based devices; A novel external electrode configuration for the electrostatic actuation of MEMS based devices" JOURNAL OF MICROMECHANICS & MICROENGINEERING, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB LNKO- DOI:10.1088/0960-1317/14/4/003, Bd. 14, Nr. 4, 1. April 2004 (2004-04-01), Seiten 446-451, XP020069645 ISSN: 0960-1317 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-4
Y	US 2007/081225 A1 (AUBUCHON CHRISTOPHER M [US]) 12. April 2007 (2007-04-12) Absätze [0019], [0080], [0086], [0111] - Absatz [0114]; Abbildungen 9A,10G,15A-15F	20,22,23
Y	US 2006/132747 A1 (SINGER WOLFGANG [DE] ET AL) 22. Juni 2006 (2006-06-22) das ganze Dokument	24-31
X	JP 2004 306217 A (SONY CORP) 4. November 2004 (2004-11-04) Zusammenfassung; Abbildungen 4,5	1-4

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2010/000044**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich \_\_\_\_\_
  
2.  Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich \_\_\_\_\_
  
3.  Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:  
1-7(vollständig); 17-31(teilweise)

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2010 /000044

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7(vollständig); 17-31(teilweise)

eine Anordnung für ein Aktuator eines Einzelspiegels  
---

2. Ansprüche: 8-16(vollständig); 17-31(teilweise)

einen Kippgelenk das ein Spiegelkörper mit einem  
Trägerkörper verbindet  
---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/000044

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004160118 A1	19-08-2004	US 7629725 B1	08-12-2009
		US 7699296 B1	20-04-2010
		US 7741685 B1	22-06-2010
US 2007081225 A1	12-04-2007	KEINE	
US 2006132747 A1	22-06-2006	CN 1774675 A	17-05-2006
		DE 10317667 A1	18-11-2004
		EP 1614008 A2	11-01-2006
		WO 2004092844 A2	28-10-2004
		JP 2006523944 T	19-10-2006
JP 2004306217 A	04-11-2004	KEINE	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ノルベルト ミュールベルガー

ドイツ国 7 3 4 3 2 アーレン - エーブナート ヴェルテンベルガーシュトラッセ 2 1

(72)発明者 フロリアン パッハ

ドイツ国 7 3 4 4 7 オベルコッヘン イエナ シュトラッセ 3 1

Fターム(参考) 2H043 BB05 CB02 CD03 CD04

5F146 GA21 GA25 GB15