

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-329453

(P2007-329453A)

(43) 公開日 平成19年12月20日(2007.12.20)

(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 1 5 D	2 H O 4 4
GO 2 B 21/00 (2006.01)	GO 2 B 21/00	2 H O 5 2
GO 2 B 7/02 (2006.01)	GO 2 B 7/02 A	5 F O 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 40 O L 外国語出願 (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2007-100007 (P2007-100007)  
 (22) 出願日 平成19年4月6日(2007.4.6)  
 (31) 優先権主張番号 60/790,057  
 (32) 優先日 平成18年4月7日(2006.4.7)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 102006016533.0  
 (32) 優先日 平成18年4月7日(2006.4.7)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 503263355  
 カール・ツァイス・エスエムティー・アー  
 ゲー  
 ドイツ連邦共和国、73447 オベルコ  
 ッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ  
 セ 2  
 (74) 代理人 100075258  
 弁理士 吉田 研二  
 (74) 代理人 100096976  
 弁理士 石田 純  
 (72) 発明者 ティルマン シュヴァートナー  
 ドイツ アーレン エガーラントシュトラ  
 ッセ 88

最終頁に続く

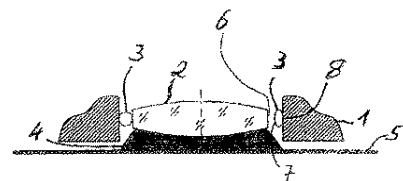
(54) 【発明の名称】 光学エレメントのための保持デバイス

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 保持器またはシーリングに起因する光学特性に対する干渉を回避し、対物部空間の汚染を生じさせない、光学エレメントのシーリング支持のためのデバイスを提供する。

【解決手段】 光学エレメントをマウントするための少なくとも1つの保持エレメント(1)および保持エレメントの少なくとも部分とシーリング接触するためのシーリング・エレメント(3)を伴う、光学エレメントであって、特に光学レンズ(2)の保持、特にシーリング支持のためのデバイスまたはデバイスの動作に関し、それにおいてはシーリング・エレメントまたは少なくともその部分が、シーリング・エレメントが光学エレメントと当接する第1の位置と、シーリング・エレメントが光学エレメントから離隔される第2の位置の間において変位可能であるか、シーリング・エレメントが異なる接触圧または調整可能な接触力を伴って光学エレメントに当接するように切り替え可能である。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

光学エレメント(2, 20, 200)をマウントするための少なくとも1つの保持エレメント(1, 10, 100)、および前記光学エレメントおよび/または前記保持エレメントの少なくとも部分とシーリング接触するための少なくとも1つのシーリング・エレメント(3, 30, 300)を伴う光学エレメント、特に光学レンズの保持および/またはシールのためのデバイスであって、

前記シーリング・エレメント(3, 30, 300)または少なくともその部分(33, 303)が、前記シーリング・エレメントが前記光学エレメントおよび/または前記保持エレメントに当接してシールする第1の位置と、前記シーリング・エレメントが前記光学エレメントおよび/または保持エレメントから離隔される第2の位置の間において変位可能であることを特徴とするデバイス。

**【請求項2】**

光学エレメント(2, 20, 200)をマウントするための少なくとも1つの保持エレメント(1, 10, 100)、および前記光学エレメントおよび/または前記保持エレメントの少なくとも部分とシーリング接触するための少なくとも1つのシーリング・エレメント(3, 30, 300)を伴う光学エレメント、特に光学レンズの保持および/またはシールのためのデバイスであって、

前記シーリング・エレメントまたは少なくともその部分が、異なる接触圧または調整可能な接触力を伴って前記光学エレメントに当接するように切り替え可能であることを特徴とする、請求項1に記載のデバイス。

**【請求項3】**

前記接触圧または前記接触力が、前記シーリング・エレメント(3, 30, 300)または少なくともその部分(33, 303)の、前記光学エレメントおよび/または保持エレメントに関して異なる位置への移動によって調整可能であることを特徴とする、請求項2に記載のデバイス。

**【請求項4】**

前記保持エレメント(1, 10, 100)が、特に液密または気密マウントであるか、またはそれを包含し、好ましくはそれが1つの面、特にラテラル表面を完全に取り囲むことを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

**【請求項5】**

前記シーリング・エレメント(3, 30, 300)が、特に前記保持エレメントとともに前記光学エレメントのための支持またはマウント機能を果たすことを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

**【請求項6】**

前記光学エレメントを、前記保持エレメントに加えて、またはそれに代えて、特に前記シーリング・エレメントが前記離隔される位置にあるときにマウントする1つまたは複数の支持エレメントを備えることができることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

**【請求項7】**

保持エレメント(50, 50)およびシーリング・エレメント(3, 3', 80)が別々に、かつ互いに独立して備えられ、かつ/またはシーリングおよび保持機能が別々に、かつ互いに独立となるように作用することを特徴とする、先行するいずれかの請求項、特に請求項1または2に記載のデバイス。

**【請求項8】**

液体(4)と接触する光学エレメント(70)を保持するため、特に液浸対物鏡の最終光学エレメントを保持するための、前記光学エレメントをマウントするための少なくとも1つの保持エレメント(50, 60)を伴うデバイスであって、

前記保持エレメントが、前記光学エレメントの低応力保持および/または液体に対して

透過性の保持が提供されるように設計されることを特徴とするデバイス。

【請求項9】

前記保持エレメントは、少ない、特に互いに離隔された保持ポイントまたは表面を有し、かつ／または積極的なロックによって前記光学エレメントに適応することを特徴とする、請求項7または8に記載のデバイス。

【請求項10】

前記保持エレメント(50, 60)は、シーリングおよび／または接着コンパウンドをまったく有していないことを特徴とする、請求項7～9のいずれかに記載のデバイス。

【請求項11】

少なくとも1つのシーリング・エレメント(3, 30, 300)または少なくともその部分(33, 303)が、前記シーリング・エレメントが前記光学エレメントおよび／または前記保持エレメントに当接してシールする第1の位置と、前記シーリング・エレメントが前記光学エレメントから離隔される第2の位置の間において変位可能であることを特徴とする、請求項7～10のいずれかに記載のデバイス。

【請求項12】

少なくとも1つのシーリング・エレメントが、異なる接触圧または調整可能な接触力を伴って前記光学エレメントおよび／または保持エレメントに当接するように切り替え可能であることを特徴とする、請求項7～11のいずれかに記載のデバイス。

【請求項13】

前記接触圧または前記接触力が、前記シーリング・エレメント(3, 30, 300)または少なくともその部分(33, 303)の、前記光学エレメントおよび／または保持エレメントに関して異なる位置への移動によって調整可能であることを特徴とする、請求項12に記載のデバイス。

【請求項14】

少なくとも1つのシーリング・エレメント(3, 3', 80)が別々に、かつ互いに独立して備えられ、かつ／またはシーリングおよび保持機能が別々に、かつ互いに独立となるように作用することを特徴とする、請求項8～13のいずれかに記載のデバイス。

【請求項15】

少なくとも1つのシーリング・エレメント(3, 30, 300)または少なくともその部分が、段階的にまたは無段階に複数の位置に、特に前記第1および第2の位置の間において変位可能であることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項16】

少なくとも1つのシーリング・エレメント(3, 30, 300)が、保持エレメント(1, 10, 100)と光学エレメント(2, 20, 200)の間に配置され、前記保持エレメントに関して、および前記光学エレメントに関してシーリング表面(7, 8; 37, 18; 307, 08)を有することを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項17】

少なくとも1つのシーリング・エレメントが、前記光学エレメントおよび／または保持エレメントの少なくとも1つのシーリング表面(51, 71)の反対側に備えられ、前記シーリング表面が基本的に前記光軸に対して横向きに広がることを特徴とする、請求項1～15のいずれかに記載のデバイス。

【請求項18】

少なくとも1つのシーリング・エレメントまたはその部分が、前記光学エレメントの前記光軸と平行に、シーリング位置(81)と非シーリング位置(82)の間において移動可能、特に変位可能であることを特徴とする、請求項1～15のいずれかまたは請求項17に記載のデバイス。

【請求項19】

少なくとも1つのシーリング・エレメントまたはその部分が、1つまたは複数の可動キャリア(80)上に備えられることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載の

デバイス。

【請求項20】

少なくとも1つの可動コンポーネント(33, 303)を伴う少なくとも1つのシーリング・エレメントが、特に折りたたみベローズまたはその類、および/または少なくとも1つの弾性、特にラバー弾性コンポーネント(3)の態様で備えられ、それが前記切り替え可能および/または調整可能なシーリング表面(7, 37, 307)内に好ましく備えられることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項21】

少なくとも1つのシーリング・エレメントが、少なくとも1つのシーリング表面の移動のための少なくとも1つのアクチュエータ(31, 301)を有することを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項22】

アクチュエータと可動シーリング表面の間に、少なくとも1つの補強エレメント(32)が備えられることを特徴とする、請求項21に記載のデバイス。

【請求項23】

少なくとも1つのシーリング・エレメントがシーリング・リングの態様で備えられることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項24】

空気圧的に、液圧的に、または電気的に、特に圧電的に作動可能な少なくとも1つの作動可能なシーリング・エレメントが備えられることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項25】

少なくとも1つのシールディング・エレメント(80)が割り当てられるか、またはこれを包含し、それが特に前記保持エレメントおよび/または潜在的な汚染源、特に浸漬液の正面に広がる少なくとも1つのシーリング・エレメントが備えられることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項26】

少なくとも1つのシーリング・エレメントが備えられ、それがシールされることになるシーリング表面から距離を置いて非接触で保持され、その結果ギャップが形成され、前記ギャップは、表面張力効果のために、ベイに保持されるべき液体が通過することが防止されるに充分であることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項27】

前記保持エレメントが環状の本体(50)を有し、それが前記光学エレメントを取り囲み、かつ好ましくは1つまたはいくつかの保持器(60)を、特に環状の本体と光学エレメントの間において、特に環状の本体と光学エレメントの積極的なロックのために有することを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項28】

コントロールおよび/または調整ユニット(151)および検出ユニット(152, 153, 154, 161)が、前記光学エレメントの状態および/または前記光学エレメントの状態のためおよび/または前記光学エレメントの正面および/または前記保持エレメントの正面の領域の状態のためおよび/または前記保持エレメントの状態のために備えられており、作動可能なシーリング・エレメントの動作がコントロールされるようにコントロールおよび/または調整ユニットおよび検出ユニットが相互作用することを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項29】

前記検出ユニットが、位置センサ、液体センサ、光学センサ、振動センサ、運動センサ、および/または任意のそのほかのセンサを包含できることを特徴とする、請求項28に記載のデバイス。

【請求項30】

前記光学エレメント(2, 20, 200)が光学レンズまたは透明保護エレメントであ

ることを特徴とする、先行するいずれかの請求項に記載のデバイス。

【請求項31】

特にマイクロソグラフィのための先行するいずれかの請求項に記載のデバイスを伴う装置であって、先行するいずれかの請求項に記載のデバイスを伴う、特に投影対物鏡とする装置。

【請求項32】

対物鏡、特に結像プロセスにより照明放射ビームを用いて感光体層上または感光体層内のイメージ・エリア上に物体エリアを結像するためのマイクロソグラフィ投影露光システムの対物鏡であって、それにおいて前記結像プロセスの間において、好ましくは、前記感光体層上または感光体層内側の少なくとも前記イメージ・エリアが液体によって覆われ、それが少なくとも部分的に前記結像プロセスの間に前記照明放射ビームによって浸透され、かつ請求項1～30のいずれかに記載のデバイス内において、前記液体のもっとも近くにある前記対物鏡の光学エレメントおよび／または前記イメージ・エリアの方向においてこのエレメントに続き、かつ少なくとも部分的に前記結像プロセスの間に前記照明放射ビームによって浸透される透明エレメント、および／または任意のそのほかのエレメントであってその隣接エレメントから離隔されて配置され、それ自体とこれの間にギャップを画定するエレメントが保持される対物鏡。

【請求項33】

浸漬液の供給および排出のための液体供給および排出デバイス、および／または前記浸漬液の脱ガスのための脱ガス・デバイス、および／または基板および／またはマスクおよび／または前記対物鏡のそのほかのエレメントの配置および／または整列のための調整デバイスが備えられ、それが動作時に、少なくとも1つの作動可能なシーリング・エレメント、特に請求項1～30のいずれかに記載のデバイスの特徴を有するそのコントロールおよび／または調整のための出力信号を生成することを特徴とする、請求項32に記載の対物鏡。

【請求項34】

前記感光体層またはそのための支持に対して作動可能なシーリング・エレメント(3000)、特に請求項1～30のいずれかに記載のデバイスの特徴を有するそれが割り当てられ、その結果、前記液体のための前記感光体層の濡れ領域が制限されることを特徴とする、請求項32または33に記載の対物鏡。

【請求項35】

前記感光体層に割り当てられる前記作動可能なシーリング・エレメント(3000)が、最終光学エレメントに割り当てられるシーリング・エレメント、そのキャリア、または別体の、特に移動可能なシーリング・ベアリングに配置されることを特徴とする、請求項34に記載の対物鏡。

【請求項36】

前記感光体層に割り当てられる前記作動可能なシーリング・エレメント(3000)および／または前記最終光学エレメントに割り当てられるシーリング・エレメントが、前記感光体層またはそのための支持からの距離が一定に維持可能となるようにコントロール可能および／または調整可能であることを特徴とする、請求項34または35に記載の対物鏡。

【請求項37】

請求項1～30のいずれかに記載のデバイスまたは請求項32～36のいずれかに記載の対物鏡を作動するための方法であって、光学エレメントに割り当てられている少なくとも1つの作動可能な、特に、切り替え可能および／または調整可能なシールが、前記光学エレメントの使用の状態またはそのほかの静的な動作状態において弛緩された状態で保持され、運搬またはそのほかの動的動作状態、またはウェファの交換およびその類等の使用の変化の間はシーリングの状態がオンに切り替えられる方法。

【請求項38】

請求項32～37のいずれかに記載の対物鏡を作動するための方法であって、感光体層

またはそのための支持に割り当てられている少なくとも1つの作動可能な、特に、切り替え可能および／または調整可能なシールが、前記対物鏡の光学使用の状態においてシーリングの状態に保持され、ウェファの交換およびその類等の使用の変化の間はオフに切り替えられる方法。

【請求項39】

照明デバイス、前記照明デバイスを介して照明可能な物体視野、前記物体視野をイメージ視野上に結像し、かつ第1および第2の光学表面を包含する少なくとも1つの第1の光学エレメント、および1つの第2の光学エレメントを伴うマイクロソグラフィ投影露光システムであって、前記物体視野の結像の間に、前記第1の表面の少なくとも部分が第1の動作状態を有する液体と直接接触し、かつ前記第2の表面または前記第2の光学エレメントが、前記液体の前記第1の動作状態において後者から離隔されており、それにおいてコントロールまたは調整デバイスによって、コントロール可能または調整可能なシールが前記第2の表面または前記第2の光学エレメントを、前記第1の動作状態から逸脱する前記液体の第2の状態の場合に前記液体システムとの接触に抗して保護することを特徴とするマイクロソグラフィ投影露光システム。

【請求項40】

前記コントロール可能または調整可能なシールが、前記第1の動作状態において前記第2の光学表面または前記第2の光学エレメントから離隔されており、前記第2の状態において前記第2の表面または前記第2の光学エレメントまたはこれのための保持デバイスと接触することを特徴とする、請求項39に記載のマイクロソグラフィ投影露光システム

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学エレメントの保持、特に光学エレメントのシーリング支持に関する。特に、液体と接触する液浸対物部の最終光学エレメントのシーリング支持、好ましくは光学レンズの支持のためのデバイスに関する。このデバイスは、光学エレメントをマウントするための少なくとも1つの保持エレメント、および光学エレメントおよび／または保持エレメントのうちの少なくとも1つの部分とシーリング接触するための少なくとも1つのシーリング・エレメントを有する。さらに本発明は、その種のデバイスの作動のための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マウント内に保持される光学レンズ等の光学エレメントの対物部内では接着剤およびその類等のシーリング・コンパウンドが使用されることで、通常、たとえば、ゴミまたはそのほかの外来粒子が光学エレメントとマウントの間に侵入することが防止され、そして、対物部内にそれらが侵入することが防止されている。

【0003】

接着剤のようなシーリング・コンパウンド、または光学エレメントとマウントを接続するために使用されるそのほかの接合テクニックは、それらに含まれるコンポーネントの異なる熱膨張のために、また接合プロセスからの応力弛緩のために、また関係するコンポーネントの膨張または収縮のために、また後硬化、脆化等の化学反応のために、特に対物部のサービス寿命にわたって支持やシーリング力等の異なる機械的性質が存在するという欠点を有する。しかしながら、それらはまた、光学エレメントの弾性変形を通じて光学エレメントの光学特性にも変動を生じさせる。これは、マイクロソグラフィにおける投影対物部等の非常に精密な対物部において特に問題となる。

【0004】

たとえば光学レンズまたは透明保護エレメントの形式の最終光学エレメントが浸漬液と接触する液浸対物部の場合においては、特に、その種の望ましくない機械的応力の導入に関係する問題が、光学エレメントと周囲マウント、すなわち対物部内のフランジ・マウントの間におけるシーリングのために使用される接着剤および／またはシーリング・コンパ

ウンドによってもたらされる。それに加えてシーリングおよび／または接着コンパウンドは、経年効果を伴う問題を招くことがあり、それもまた保持およびシールされるレンズ・エレメントに導入される応力を招き得る。さらに、浸漬液とシーリングおよび／または接着コンパウンドの間に有害な化学反応が生じることもある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって本発明は、従来技術の欠点を取り除き、特に、保持器またはシーリングに起因する光学特性に対する干渉を大幅に回避または制限可能であり、しかも同時に、望ましくない物または物質が対物部空間の汚染を生じさせないことを保証する光学エレメントの保持、特にシーリング支持のためのデバイスを作り出すことをその目的とする。特にその種の解決策は、製造および実現が容易であるものとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的は、請求項1、2、7、または8の特徴を有するデバイスをはじめ、請求項31の特徴を有し、このデバイスが使用される対応する装置、請求項32の特徴を有する対物部をはじめ、請求項37または38の特徴を有するその種のデバイスまたは対物部の作動のための方法および請求項39の特徴を有するマイクロソグラフィ投影露光システムを伴って達成される。好適な実施態様は、従属請求項の内容となる。

【0007】

本発明は、保持器またはマウント内において光学エレメントの特定の高い保持力、および／または、シーリング支持を備える光学エレメントのための保持器が常時必要となるわけではなく、特に光学エレメントが実際に光学的に使用されているときには必ずしも必要でないという認識から発している。むしろ高い保持力は、たとえば対物部の運搬またはそのほかの使用の変化の間に必要とされる。それと同じく、光学エレメントがその光学的機能を実行していないとき、シーリング機能が同様に主として必要となるか、またはこの間にわたってほかの適切な手段、たとえばガス・シールによってシーリング機能を実現することができる。特に保持およびシーリング機能は、別々に、互いに独立して実現することが可能である。このことはまた、シーリング機能等の他の対立する機能を考慮することなく、保持機能および関連する応力状態に関して保持器を実際に最適化することが可能となるという事実を導く。

【0008】

したがって発明者らは、実際の必要時にシーリングおよび／または保持機能を提供し、その一方で、その種の機能または作用が障害となる、たとえば光学エレメントの実際の光学的使用時においては、それらをオフに切り替えるか適切に変更できるようにするために、ハウジング、マウント、保持エレメント、またはそのほかのコンポーネントに対して光学エレメントのシーリングおよび／または保持をもたらす、アクチュエイト可能な、特に切り替え可能および／または調整可能なシーリングおよび／または接触エレメントが使用可能であると認識した。

【0009】

概してこれが意味するところは、光学エレメントのためのシーリングおよび／または保持機能が、少なくとも部分的に切り替え可能および／または調整可能に設計されるということであり、それによって、以下においてはシーリング・エレメントのみに言及するときには、常に、その種のシーリング・エレメントが、排他的なシーリング機能とは別に、光学エレメントのための保持機能を追加的に、またはそれに代えて備えられることが理解されるものとする。

【0010】

したがって本発明の第1の態様から、少なくとも部分的に密（隙間のない）の、特に光学エレメントおよび／または保持エレメントの部分、たとえばマウントまたはハウジングにおいて気密のもった接触をもたせるためにシーリング・エレメントが提供される。当該

シーリング・エレメントは、特にシーリング・エレメントと光学エレメントの接触によってシーリング機能が働く第1の位置と、シーリング・エレメントが光学エレメントから距離を置いて離される第2の位置の間において移動可能とする。それに代えて、またはそれに加えて、保持エレメント、たとえばマウントに関するシーリング・エレメントの対応する可動性も考えられる。

【0011】

別の態様では、光学エレメントに対して異なる接触圧または調整可能な接触力となるようにシーリング・エレメントが切り替え可能である。したがって、光学エレメントまたは保持エレメントに関する第1の状態においては、シーリング・エレメントの少なくとも部分が第1の圧力の下に接触し、第2の状態においては、第1の圧力と比較して低減された第2の圧力の下に光学エレメントまたは保持エレメントと接触する。上記の第1および第2の位置は、これらの第1および第2の圧力によって補われるか、または置換され得る。ここで述べたとおり、シーリング・エレメントは、特にそれが弾性的に形成される場合には、上記の位置の間において移動可能である必要がない。

【0012】

接触圧または調整可能な接触力の印加は、シーリング・エレメントまたはその少なくとも一部を、たとえば弾性エレメント、特にラバー弾性シーリング・エレメントの場合であれば、光学エレメントおよび／または保持エレメントに関して異なる位置に移動することによって好適に生じさせることができる。

【0013】

保持エレメントは、アクチュエイト可能なシーリング・エレメントとの相互作用を通じて、たとえば対物部内において全体的に見て気密および／または液密となるように光学エレメントを保持することを容易にできるようにするために、光学エレメントを完全に、そのラテラル表面に沿って取り囲み、特に気密および／または液密となるように形成されたマウントを好適に有する。

【0014】

特に、周囲を取り囲む保持エレメントと保持されることになる光学エレメントの間にシーリング・エレメントが配置される場合には、シーリング・エレメントが、光学エレメントとの対応するシーリング接触を通じ、保持エレメントとともに、その光学エレメントのための支持およびベアリング機能を備えることも可能になる。

【0015】

好ましくは、1つまたは複数の追加の支持エレメントを備えてもよく、それが保持エレメントに加えて、またはそれに代わって光学エレメントを、特に光学エレメントがその光学機能を行っているときにマウントする。

【0016】

特に、シーリング・エレメントと関係するシーリング表面の接触が、弛緩状態においても完全に取り除かれず、保持または押圧する力がわずかにだけ低減されるデバイスを提供することは可能である。この場合においては、光学エレメントに作用する残存力が残るが、光学的使用の間におたる光学エレメントの保持またはマウントに十分な大きさであればよく、たとえばシーリングは確保されなくなる。

【0017】

本発明の追加の態様から、それについても独立に保護が求められているが、それぞれが別々かつ互いに独立して提供されるように、かつ／または、シーリングおよび保持機能が別々かつ独立となるように保持エレメントおよびシーリング・エレメントが形成される。これは、たとえば単純な態様において、シーリング・エレメントを、たとえばマウントの形式の保持エレメントと保持されることになる光学エレメントの間ではなく、むしろ光軸に対して横向きのシーリング表面に備え、光学エレメントおよび／または保持エレメントに関してシールをもたらすことによって達成することが可能である。したがって、保持エレメントを、それが光学エレメントに応力をほとんどまたはまったく導入することがないように最適化することが可能であり、その一方、シーリング機能は、必要なときだけ、特



に光学エレメントが光学的に使用されていないときに使用される。

【0018】

本発明の追加の態様では、光学エレメントの低応力保持を保証する光学エレメントの保持のためのデバイスについて保護が求められる。たとえば、その種の保持デバイスは、浸漬液等の液体について透過性となるように形成することができる。

【0019】

好ましくは、互いに隔離された数少ない保持ポイントまたは表面を有し、そして、特に、積極的な保持を提供する保持エレメントによって達成される。

【0020】

これによって、保持エレメントに関してシーリングおよび/または接着コンパウンドの提供を避けることが可能である。これは、シーラントおよび接着剤からの機械的応力が光学エレメントに導入されることがなく、懸念が必要な浸漬液との反応もないという利点を有する。さらにまた、接着剤および/またはシーリング・コンパウンドの経年効果も生じない。

【0021】

保持機能に限定され、かつそれに関して適切に最適化されることが可能な純粋な保持に関連して、対応するアクチュエイト可能なシーリング・エレメントを備えることが可能であり、それは特に、保持エレメントと独立に光学エレメントおよび/または保持エレメントをシールし、または不純物、浸漬液、およびそれらの類に対して対物部を適応させる機能を提供する。

【0022】

特に、対応するアクチュエイト可能な、すなわち切り替え可能および/または調整可能なシーリング・エレメントは、シーリング位置と非シーリング位置の間において変位可能であるか、または異なる接触圧または調整可能な接触圧の下にそれらのシーリング機能を働かせる用途を提供できる。

【0023】

接触圧または接触力の設定および変更をはじめ、シーリング・エレメントまたはその部分の位置の変更は、複数の設定また配置によって漸進的に、または無段階に生じさせることが可能である。

【0024】

保持エレメントおよび/または光学エレメントに、特に光学エレメントのラテラル表面および光学エレメントの端面の両方に、任意の適切な方法でシーリング・エレメント（1つまたは複数）を備えることが可能である。特にシーリング・エレメントを保持エレメントと同じ側に、特に保持エレメントと光学エレメントの間に備えることが可能であるか、または保持エレメントと1つまたは複数のシーリング・エレメントが光学エレメントの異なる側に備えられる。たとえばシーリング・エレメント（1つまたは複数）を光学エレメントの端面に配置する一方、保持エレメントを光学エレメントのラテラル表面に沿って備えることができる。

【0025】

これにより、シーリング・エレメントまたはその部分の移動は、光学エレメントの平面の方向、すなわち光軸に対して横向きにだけでなく、特に光軸と平行に、またはその組み合わせにおいて好適に行うことができる。

【0026】

対応する移動を行うために、シーリング・エレメントまたはその部分を、1つまたは複数の可動キャリア上に、たとえばカバー・プレートまたはその類の上に備えることができる。

【0027】

シーリング・エレメントは、たとえば折りたたみベローズまたはその類、および/または少なくとも1つの弾性、特にラバー弾性コンポーネントの態様で少なくとも1つの可動コンポーネントを包含し、それによって切り替えまたは調整プロセスが達成可能となるよ

うに好適に設計される。したがって、特に、シーリング表面が可動および／または弾性コンポーネントによって形成されると有利である。

【0028】

好ましくはシーリング・エレメントがアクチュエータを有し、それが調整または切り替えの作用のために使用される。液圧、空気圧、またはそのほかの機械的、または電気機械的なコンポーネント、たとえば圧電エレメントをアクチュエータとして利用することができる。

【0029】

さらに好適には、アクチュエータと作動されるシーリング・エレメントの間に補強エレメントを提供することができる。

【0030】

好適な実施態様においては、シーリング・エレメントをシーリング・リングの態様で備えることが可能であり、その結果、このデバイスが光学エレメントの保持および／またはシールのために使用される一般に回転対称の対物部の場合に、単純かつ容易なシールの配置をもたらすことが可能になる。

【0031】

シーリング・リングを空気圧または液圧的に膨張可能なシーリング・リングとして形成することによってシーリング・エレメントを作動させることも可能である。

【0032】

さらに好適な実施態様においては、シーリング表面を備えるシーリング・エレメント（1つまたは複数）は、シールされることになるそのシーリング表面から離されて非接触で保持されるように形成することができ、その結果ギャップが形成される。この種のシールは、シールされることになるシーリング表面とシーリング・エレメントとの間のギャップが選択可能であり、または、関係するシーリング表面およびベイに保持されるべき液体、たとえば浸漬液が、表面張力効果により液体、特に浸漬液のギャップの通過が防止されるように互いに整合されることにより、特に浸漬液に対するシールのために使用することができる。

【0033】

さらに好ましい実施態様においては、コントロールユニットおよび／または調整ユニットが提供される。適切なセンサおよびその類を用いて、光学エレメントの状態、および／または、光学エレメントの正面および／または保持エレメントの正面のエリアの状態、および／または、保持エレメントの状態、を取り込む検出ユニットとともに作動すると共に、アクチュエイト可能なシーリング・エレメントの作動が、検出されたデータまたは識別された状態に基づく機能としてもたらされるようにする。

【0034】

特に、検出ユニットは、位置センサ、液体センサ、光学センサ、振動センサ、運動センサ、および／またはそれらの組み合わせを包含することができる。これらのセンサを用いることにより、たとえば浸漬液が存在するか否か、またはその上昇がシールの使用を必要としているか否かを決定することが可能になる。たとえば振動に起因するシステムの誤動作が検出されるか、または投影露光システム内におけるウエハの交換が潜在的な不純物を増加させるおそれがあるとき、位置または振動センサはアクチュエイト可能なシールにそのシーリング位置を取らせることができる。

【0035】

光学エレメントは、光学レンズまたは透明保護エレメントとして提供することが可能であり、たとえばそれを液浸対物部の最終光学レンズの正面に備えて、その最終レンズを保護することができる。概して言えば、この出願の目的のために、光学エレメントという用語は非常に広く解釈されるべきであり、対応するコンポーネント、たとえば対物部、特に液浸対物部内の光路の中に配置されるすべてのエレメントを含む。それに加えて、『対物部』という用語は、一般的な光学デバイスとして解釈されるものとする。

【0036】

同様に保持エレメントという表現は、光学エレメントの保持に資するか、または寄与することができるすべてのコンポーネント、たとえば特に対応するマウント、対物部ハウジング、またはそのほかの保持デバイスを包含する。特に、対物部ハウジング内のマウントの構成は、2ピースの保持エレメントとして理解することができる。

【0037】

別の態様から、本発明は、投影露光システム、特に結像プロセスを通じ、照明放射ビームによって感光体層上または感光体層内のイメージ・エリア上に物体エリアを結像する目的に資するマイクロソグラフィ投影露光システムの対物部に関連する。このプロセスにおいては、結像プロセスの間に、好ましくは感光体層上または感光体層内の少なくともイメージ・エリアが液体によって覆われ、照明放射ビームによる結像プロセスの間にそれが少なくとも部分的に透過される。その種の対物部においては、液体のもっとも近くにある対物部の光学エレメント（最終光学エレメント）、または液体との方向においてそのエレメントの前に配置される透明エレメント、または、近隣エレメントから離れて配置され、それ自体とそのエレメントの間にギャップを画定するその他のエレメントが、それが保持される前述した本発明の態様に従ったデバイスを備える。

【0038】

特に、好ましくは、対応するアクチュエイト可能なシーリング・エレメントとともにアクチュエイト可能なシーリング・エレメントおよび／または低応力ホルダを用いることで、同時に対物部空間の信頼できるシーリングを併せ持つ非常に良好な光学的特性を保証する対物部を実現することができる。

【0039】

特に、光学エレメントの保持および／またはシーリングのための本発明のデバイスは、対物部のケース内において、たとえば対物部の光路内において、具体的には空気層を伴うギャップが形成される最終レンズ・エレメントと液浸投影露光対物部の最後のエレメントの間において、使用することもできる。その種のギャップは、必要であれば、たとえばより高いゴミが入り込むおそれがある場合に、ギャップに隣接する光学エレメントをマウントすることによって、アクチュエイト可能なシーリング・エレメントを用いて閉じてよい。

【0040】

特に、前で述べた非接触シーリング・エレメントを、ここで残存ギャップの維持のために使用することができる。これは、対物部のいわゆる最終エレメントが、いわゆるローレンツ・アクチュエータを介して保持される場合に有利である。それにおいては、投影対物部の光学エレメントが無振動でマウントされることが保証され、その結果、たとえばウエハの振動が浸漬液および最終エレメントを経由して投影対物部の光学エレメントに伝達されることがない。

【0041】

好ましくは、シールされることになる表面からシーリング・エレメントまでの距離が一定となるように、割り当てられるアクチュエイト可能なシーリング・エレメントがコントロールまたは調整され得る。

【0042】

概して言えば、その種の対物部においては、異なる状態または処理データに基づいてシーリング・エレメント（1つまたは複数）の作動をもたらすことが可能な、対応するコントロールおよび／または調整ユニットを備えてもよい。

【0043】

特に、浸漬液の供給および排出のために液体の供給および排出デバイス、浸漬液の脱ガスための脱ガス・デバイス、基板および／またはマスクおよび／または対物部のそのほかのエレメントの配置および／または整列のための調整デバイスを備えることが可能である。それらは、少なくとも1つのアクチュエイト可能なシーリング・エレメントのコントロールおよび／または調整のための対応する出力信号を生成する。

【0044】

上記に加えて、これまで述べたデバイスの対応するアクチュエイト可能なシーリング・エレメントの特性を有することができる対応するアクチュエイト可能なシーリング・エレメントが、露光されることになる感光体層またはそのための支持、すなわち、ウエハのための支持にも割り当てられると有利である。すなわち、単純かつ信頼できる態様でウエハ上の浸漬液が存在するべきエリアを制限することが、特に非接触シーリング・エレメントを介して可能になる。特に、感光体層に割り当てられるその種のアクチュエイト可能なシーリング・エレメントは、最終光学エレメントに割り当てられるシーリング・エレメントに備えることができる。特にその最終光学エレメントのキャリアに向かい合わせに、または、特に移動可能な別体のシーリング・ベアリングに備えることができる。

**【0045】**

対応するコントロールおよび／または調整ユニットを用いて、シーリング・エレメントもまた感光体層に関して一定の位置に、特に一定の距離に維持されることが可能であり、特に当該ユニットは、シーリング・エレメント（1つまたは複数）のためのコントロールおよび／または調整ユニットと同一とすること、光学エレメント（1つまたは複数）に割り当てられるもの、またはそれらの組み合わせとすることもできる。

**【0046】**

好ましくは、液浸対物部の最終光学エレメントのためのアクチュエイト可能なシーリング・エレメントがすでに配置されているキャリアまたはシーリング・ベアリングの反対側に、感光体層に割り当てられるアクチュエイト可能なシーリング・エレメントを備えることが可能であり、当該キャリアは、上記に加え、同時にシールディング・エレメントとして形成可能であり、保持エレメントのためのアクチュエイト可能な追加のシーリング・エレメントを付加的に有することができる。その種の実施態様においては、キャリア上に配置されたシーリング・エレメントまたはその部分が、一方において対物部空間がシールできるようにするため、また他方において浸漬液によって濡らされるウエハのエリアが画定できるようにするために、光軸に対して平行に変位または移動することが可能である。

**【0047】**

本発明の別の態様によれば、対応するデバイスの動作、そのデバイスを備える装置、または対応する対物部の動作が保護の下に置かれ、対物部の状態または処理、対応するデバイスの機能としてシーリング位置または非シーリング位置がもたらされるアクチュエイト可能なシーリング・エレメント（1つまたは複数）を備える。

**【0048】**

特に、相応じてプロセスが、光学エレメント（1つまたは複数）のシーリングが、たとえば対物部を用いた結像が行われていない場合に限って生じ、その結果、結像プロセスの間は光学エレメントの無応力または低応力が保証されることによって特徴付けされる。これに対して、たとえばウエハの交換が行われ、振動が対物部空間の汚染を生じさせることが予測される場合にはシールを提供することができる。

**【0049】**

感光体層またはウエハに関連してシーリング・エレメントが使用される場合には、それらが、結像プロセスの間に浸漬液が所望のエリア内のみが存在することが保証されるように逆の態様で使用される。それに対し、たとえば断続的な浸漬液の供給の場合にはシーリング機能が必要ない。

**【0050】**

本発明のこのほかの利点、特徴、および特色は、以下の添付図面を使用した好ましい実施態様の詳細な説明から明らかになる。それらの図面は、純粹に略図形式で示されている。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0051】**

図1は、マウント1を断面図で示しており、光学エレメントとして光学レンズ2が収容されている。光学レンズ2のラテラル表面とマウント1の間には、光学レンズ2の周囲に周縁シール3が備えられており、それがマウント1に関して気密および／または液密とな

るようにシーリング表面8に支えられ、かつラテラル表面に関して光学エレメント2の周囲を取り囲んでいる。したがって、シーリング表面8も同様に環状に形成される。

【0052】

マウント1におけるシール3の気密および/または液密接触に加えて、シール3は、シーリング表面7を有し、それが光学レンズ2のラテラル表面のシーリング表面6と接触することができる。シール3のシーリング表面7が光学レンズ2と接触するシーリング位置が図1の左半分に示され、シーリング表面7が光学レンズのシーリング表面6から間隔が開けられるシール3のシーリング表面7の収縮または弛緩位置が図1の右半分に示されている。

【0053】

したがって、シール3のシーリング表面7と光学レンズ2のシーリング表面6との対応する接触を介して、気密および/または液密シールを光学レンズ2と周囲を囲むマウント1の間に生じさせることが可能になる。引っ込んだ状態(収縮)および/または弛緩状態においては、光学レンズ2が解放され、シール3による力が光学レンズ2にまったく作用しない。この状態においては、光学レンズ2が、たとえば図示されていないマウント1の追加の支持エレメントによって保持される。それに加えて、シール3がこのように光学レンズ2のシーリング表面6とシール3のシーリング表面7の間を開くように収縮せずに、むしろシール3のシーリング表面7がさらに光学レンズのシーリング表面6に当接するが、マウント1内において光学レンズ2を保持するため、または、シールするために、シール3からの干渉を伴うことなく光学レンズ2を介して結像が生じることができるようにならうと十分な力だけを作用させることも考えられる。

【0054】

図1の実施態様に示されている本発明デバイスのシール3は、内側が中空の環状シーリング管によって提供される。空洞内には、流体または気体を導入することが可能であり、それによってラバー弾性シーリング管に、シール3のシーリング表面7が光学レンズ2のシーリング表面6に当接する形状をもたらすことができる。シーリング表面の相互接触およびシーリング力の大きさは、導入される量または印加される圧力を介して広い範囲にわたって調整および変更することが可能である。そのためには、図示されていないがシールまたは環状ラバー弾性シーリング管に対する流体または気体のための供給および排出開口だけが必要となる。これは、たとえばマウント1内に備えることができる。

【0055】

このようにすれば、光学エレメントまたは光学レンズ2の使用の間、言い換えると、たとえばウエハ5上におけるマイクロ構造の結像の間にわたり、光学レンズ2にほとんどまたはまったく力が作用されないようにシール3を弛緩または収縮することが可能となる。この結果は、光学レンズ2に対する潜在的なシーリング力によってレンズ2の光学的特性が影響されないということになる。たとえば、シールの境界をなす空間の間において生じる気体の入れ替わりを伴うガス・シールに必要なシールは影響される。ガス・シールが不十分であったり、実現が困難であったりする運搬またはそのほかの操作、たとえばウエハの交換、の場合には、光学レンズ2の上方および下方においてシール3の境界をなすエリアのシーリングが信頼性をもって保証されるようにシール3をシーリング状態にすることができる。そのためには、ラバー弾性シーリング管3が対応する流体または気体によって満たされることだけが必要である。精巧な供給手段がない場合であっても、シーリング管の供給開口を単純に閉じるだけでシーリング管3の充填を維持できることから、その種の実施態様は、特に、運搬の間のシーリングにも適している。概して言えば、上記のレンズ2は、たとえば平行平面プレートまたはゾーン・プレート、偏光子または複屈折または光学的な能動エレメントとすることができる。

【0056】

図2および3は、本発明デバイスの2つの別の実施態様を図1に類似した例示として示している。図2の実施態様においてもシール30が光学レンズ20と周囲を取り囲むマウント10の間に配置されており、当該シールは、一方においてマウント10のシール表面

18を介して気密および／または液密に配置され、可動ケーシング表面37によって光学レンズ26のシーリング表面26とシーリング接触することができる。

【0057】

しかしながら図2の実施態様のシール30は、図1の実施態様とは対照的に、アクチュエータ31および補強リング32をはじめ可動シーリング膜33から構成される。液圧または空気圧エレメントによって、たとえばピストン、機械的または電気機械的調整デバイス、特に圧電エレメントによって形成することができるアクチュエータ31が、光学レンズ20のシーリング表面26においてシール30のシーリング表面37の接触が生じるような態様で補強リング32の直径を拡張または縮小する機能を提供する。これを目的として、光学レンズ20のシーリング表面26とシーリング接触するために補強リング32の内側の上に可動シーリング膜33が備えられている。

【0058】

補強リング32は、光学エレメントの周縁の弾性的に変形可能なシール3(図1から)によって形成され、シール3の膨張がシーリング膜33と光学エレメントの接触をもたらすようにできる。採用されるシール3の断面に応じて、たとえばシール4がアクチュエータおよび補強リングの両方を同時に形成することで、アクチュエータ31を除くこともできる。

【0059】

図3に類似の構造のデバイスが示されているが、ここでは補強リングが用いられておらず、シール300は、可動シーリング膜303およびアクチュエータ301だけから形成されている。アクチュエータ31と同様にアクチュエータ301は、ほとんどの多様なコンポーネントによって形成することが可能である。この場合においてもアクチュエータ301の作動が、シール300のシーリング表面307と光学レンズ200のシーリング表面206の接触をもたらし、その結果、シール表面108におけるシールをはじめ、シーリング表面206および307におけるシールに起因して、光学レンズ200の上方および下方の空間が互いに気密および／または液密で分離されるようにマウント100と光学レンズ300の間において気密および／または液密シールを調整することが可能となる。図2および図3に関連して述べられている光学レンズもまた、概して、たとえば平行平面プレート等の光学エレメントとすることが可能である。

【0060】

図4は、液浸対物部の断面図であり、マウント50が保持デバイスまたは保持器60を介して光学レンズまたは透明保護エレメントの形式の光学エレメント70を支持する。

【0061】

光学エレメント70の下側表面は、たとえばウエハの感光体層の上に配置される浸漬液4と接触している。光学エレメント70、保持デバイス60、およびマウント50は、一般に光軸72に関して回転対称である。保持デバイス60の対称な形状は、保持デバイス60による光学エレメント70上の非一様な負荷、およびその結果として導入される応力がそれによって回避されることから特に有利である。光学エレメントの形状が回転対称でない場合には、その光学エレメントの形状または対称性に合わせられる。

【0062】

光学エレメント70の下側表面は、光軸72に対して横向きの周縁シーリング表面71を有するショルダ形状の凹部74を有する。

【0063】

凹部74のエリア内には、2つの環状周縁シール3および3'を上面側に有するシーリング・キャリア80が提供される。双方向矢印によって示されているとおりにシーリング・キャリア80を上下に変位させるシーリング・キャリアの作動を介して、シール3および3'と光学エレメントのシーリング表面71またはマウント50のシーリング表面51の接触がもたらされ、それによって浸漬液4に対する対物部空間73のシールをもたらすことができる。同時に、それによってシーリング・キャリア80が浸漬液4に対するシールまたはシールディング・エレメントの部分として作用する。シールディング・エレメン

トまたはシーリング・キャリア80がマウント50を越えて十分に広がっている場合には、シーリング・キャリア80またはシールディング・エレメントの対応する形式を介してシール3'を不要にできる。

【0064】

図4の左および右の部分から容易に理解できるとおり、上部にシール3および3'を備えるシーリング・キャリア80は、非シーリング位置82からシーリング位置81に、およびその逆に移動することができる。これによれば、低応力マウントのための保持デバイス60を用いて光学エレメント70をマウント50内にマウントすることが可能になり、それを気密および/または液密となるように形成すること、特に浸漬液に対するシールのために形成することを必要とせず、浸漬液4に対する対物部空間73の効果的なシーリングが生じるように、浸漬液4の上昇時にシール3および3'を備えるシーリング・キャリア80が光学エレメント70およびマウント50と接触することから、保持デバイス60はむしろ液に対して透過性とすることができる。後述するとおり、シーリング・キャリア80の作動は、対応するコントロールおよび/または調整ユニットを介してコントロールおよび/または調整が可能である。

【0065】

追加の実施態様においては、光学エレメント70のシーリング表面71が追加の周縁シールを包含すること、またはシーリング・キャリア80のシール3を上記に代えて光学エレメント70のシーリング表面71に取り付けることが可能である。さらに光学エレメントのシーリング表面71、またはマウント50のシーリング表面51を光軸に対して横向きに配置する必要はなく、シーリング表面71、51に、シール3の少なくとも一部を収容するプロファイルを持たせることが可能である。

【0066】

図5は、たとえば、純粹に透明な保護エレメントとすることができる光学的な最終エレメント70を備える液浸対物部150の部分を示している。

【0067】

シーリング・キャリア80は、図4に示されているとおり、浸漬液4と接触する側に備えられる。対応するアクチュエータ（図示せず）によってシーリング位置81または非シーリング位置82（図4参照）に移動するために、信号およびデータ・ライン157を介し、コントロールおよび/または調整ユニット151によってそれが作動される。それに加えて追加のセンサが液浸対物部150に割り当てられ、それらの出力信号がコントロールおよび/または調整ユニット151に引き渡されて、それらの信号の関数としてシーリングがもたらされるか、または取り消される。一方においては、発光器154および受光器153を備える光学検出ユニット153、154が設けられ、たとえばそれがウエハ5上の浸漬液4の存在を検出し、データおよび信号ライン158を介してそれをコントロールおよび/または調整ユニット151にレポートすることができる。さらに、ウエハ5に関して支持155の位置を検出するための位置センサ152が備えられ、それもまた、データおよび信号ライン156を介してウエハ5またはウエハステージ155の位置に関する信号をコントロールおよび/または調整ユニット151に引き渡す。これらのデータに基づき、対応するデータ処理プログラムを介してシーリング機能をコントロールまたは調整することが可能になる。

【0068】

図6は、液浸対物部150の別の実施態様を示しており、それにおいては、最終ユニット70と残りの液浸対物部150の間にギャップ90が形成できるように最終ユニット70が液浸対物部150の光学エレメントから距離を置いて備えられている。最終ユニット70は、たとえば支持（ウエハステージ）155を通り、浸漬液4を經由して液浸対物部150に伝達される微震および振動を補償するローレンツ・アクチュエータ160を介して液浸対物部150に配置される。

【0069】

最終ユニット70と残りの液浸対物部150の間には、ギャップ90のシールを目的と

して環状回転シール3が備えられ、当該シールもまたアクチュエイト可能、すなわち切り替え可能または調整可能であり、データおよび信号ライン157を経由し、コントロールおよび/または調整ユニット151を介してアクチュエイト可能である。

【0070】

データ・ラインおよび信号ライン159を介してローレンツ・アクチュエータ160によってコントロールおよび/または調整ユニット151に送信されるデータをシール3のコントロールまたは調整に使用することができる。それに加えて、またはそれに代えて、センサ152の位置データもまた、図5の実施態様に類似の態様で使用することができる。

【0071】

ローレンツ・アクチュエータの状態を基礎としてシーリング機能のコントロールまたは調整を行うことによって、特に、シーリング表面との直接接触を有していない非接触シール3が使用されるとき、シール3とそれに対向する液浸対物部150のシーリング表面の間に一定の距離を保証することが可能となる。その結果、振動の伝達が生じないようにもできる。さらにシール3は、浸漬液のレベルが臨界高になり、ギャップ90内への侵入が切迫したときに限って接続することが可能である。この実施態様においては、正常動作間、すなわち浸漬液がギャップ90より下にあるときはシール3がほとんど、またはまったくアクティブにされない。その種の実施態様は、たとえば照明デバイスを有するマイクロソグラフィ投影露光システムのために使用することが可能である。それにおいては、照明デバイスによって物体視野が変更可能である。通常は、物体視野がほぼ対物平面となり、その中にマスクが配置される。その場合の物体視野は、投影対物部、たとえば液浸対物部150によってイメージ視野上に結像され、それにおいてはイメージ視野がほぼ結像平面となり、その中に、たとえば感光体層を伴うウエハ5が配置される。投影対物部は、第1および第2の光学表面を伴う第1の光学エレメント70を少なくとも包含する。この第1の光学エレメントは、レンズまたは平行平面プレートとすること、またはレンズ群とすることさえも可能である。また、イメージ視野上への物体視野の結像（通常はウエハ8の感光体層上におけるマスク構造）の間に第1の表面が少なくとも部分的に浸漬液4と直接接触する。この点について言えば、浸漬液は、通常、第1の表面だけが浸漬液と接触、またはその中に浸る第1の動作状態を有する。これは、第2の光学表面、たとえば浸漬液4から離れる方向に面する最終ユニット70の上側（図6参照）、または、投影対物部の第2の光学エレメントが浸漬液の第1の動作状態において浸漬液と接触しないことを意味する。すなわち、第2の表面または第2の光学エレメントが浸漬液から離れていることを意味する。さらに、コントロールおよび/または調整デバイスによって調整可能またはコントロール可能なシールが、上記の実施態様に従い必要に応じてアクティブにされる。これに関して言えば、第1の動作状態から逸脱した浸漬液の第2の状態の場合に、浸漬液との接触に対して第2の光学表面または第2の光学エレメントが保護される。この第2の状態は、たとえば、シールがアクティブでないとき、図6における浸漬液4の上昇により、浸漬液4がギャップ90内に侵入し、それにより第2の表面（最終ユニット70の上側）と接触するか、または対物部150内に侵入して対物部150の第2の光学エレメントと接触するおそれがある。第2の光学表面または第2の光学エレメントは、浸漬液との接触に対し、コントロール可能または調整可能なシールによって保護されている。浸漬液の動作状態は、センサ・ユニットによって監視することが可能であり、第1の動作状態からの逸脱があった場合には、所望のシーリング効果を得ることができるようにシールがコントロールされるか調整される。たとえばシールは、第1の動作状態において投影対物部の各光学エレメントから、またたとえば第2の光学表面または第2の光学エレメントから離隔されることが可能である。これは、投影露光装置が浸漬液に関して所望の動作で働いているときにはシールが液浸対物部150の光学エレメント上に干渉力を生じさせないという利点を有する。第1の動作状態から逸脱した浸漬液の第2の状態においては、高い確率を伴って液体4が対物部150内に侵入するリスクが存在する望ましくない状態で投影露光装置が動作しており、その理由から、たとえば第2の光学表面または第2の光学エ



レメント、または保持デバイス上のシールが、このためのシール接触を構成する。

【0072】

図7は、液浸対物部150の別の実施態様を示しており、それにおいてもまた最終エレメント70が浸漬液4と接触している。図5の実施態様のシーリング・キャリア80に代わり、図7の実施態様には、浸漬液4の領域を制限するアクチュエイト可能なシール3000が追加的に下側表面にさらに備えられる点を除いて図4および5のシーリング・キャリア80と同一であるシーリング・ベアリング800が備えられている。特に、シール3000もまた、ウエハ5または感光体層から距離を置いて保持される非接触シールとして実装することが可能である。このため、位置センサ151をシーリング・ベアリング800上に備え、それがデータおよび信号ライン162を介して出力信号をコントロールおよび/または調整ユニット151に送信する。続いてそれがそれらのデータを処理し、シール3000または対応するアクチュエータを、データおよび/または信号ライン157を介して作動し、ウエハ5と液浸対物部150の光学的な最終エレメント70の間の浸漬液が維持されることになっている限り、シール3000とウエハ5の間の距離を一定に維持する。照明が終了し、浸漬液が吸い出されるとシール3000を引き込むことができる。

【0073】

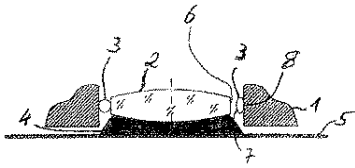
以上の実施態様は、例示の目的のためだけに引用されており、保護範囲の限定を表すものではない。特に、示されている実施態様のすべての組み合わせ、個々の特徴の交換または組み合わせは、保護範囲内において可能であり、かつ包含される。

【図面の簡単な説明】

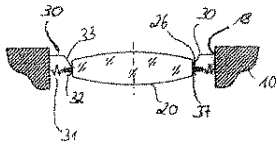
【0074】

- 【図1】 対物部のレンズを通る断面図である。
- 【図2】 本発明の第2の実施態様を示す図1に符合する断面図である。
- 【図3】 本発明の第3の実施態様を示す図1および2に符合する断面図である。
- 【図4】 本発明の第4の実施態様の断面図である。
- 【図5】 本発明の液浸対物部の第1の実施態様の断面図である。
- 【図6】 本発明の液浸対物部の第2の実施態様の断面図である。
- 【図7】 本発明の液浸対物部の第3の実施態様の断面図である。

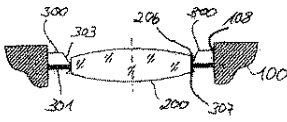
【図1】



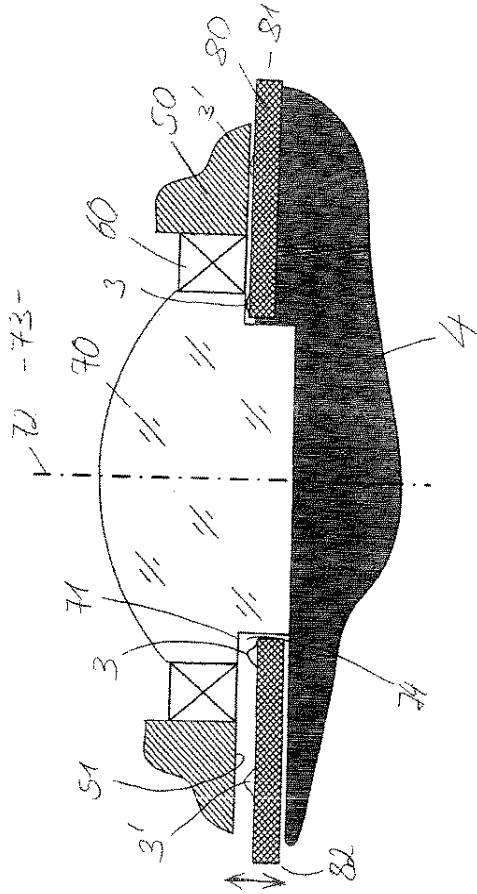
【図2】



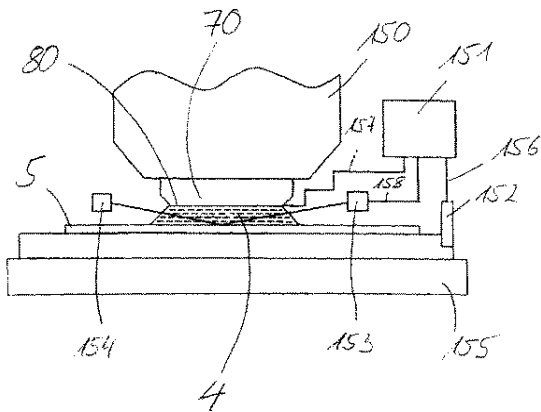
【図3】



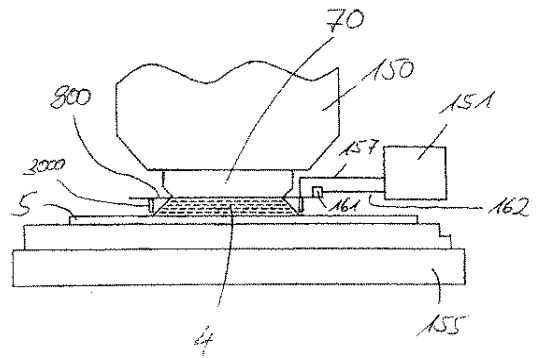
【図4】



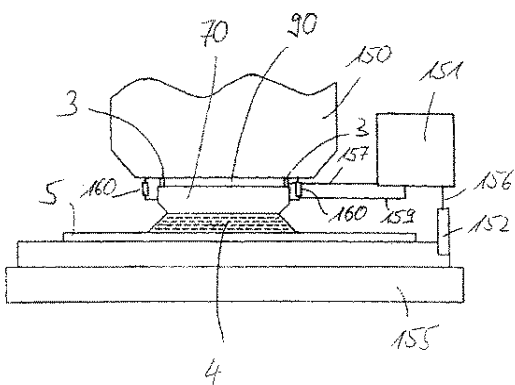
【図5】



【図7】



【図6】



(72)発明者 ステファン ヘンバッハー  
ドイツ ボビンゲン ブッサルトシュトラッセ 7  
Fターム(参考) 2H044 AA15 AA16 AA20  
2H052 AB02 AD27 AD29 AD31  
5F046 BA03 CB01 CB12 CC01

【外国語明細書】

### **Holding Device for Optical Element**

#### FIELD OF THE INVENTION

The present invention refers to a device for holding, especially sealing support of an optical element, especially a last optical element of an immersion objective that comes into contact with a liquid, preferably for holding of an optical lens. The device has at least one holding element for mounting the optical element and at least one sealing element for sealing contact with at least one part of the optical element and/or the holding element. Further, the invention refers to a method for the operation of such a device.

#### PRIOR ART

In objectives, optical elements, like optical lenses, are held in a mount, wherein usually sealing compounds, such as adhesives and the like are used, in order, for example, that dirt or other foreign particles may be prevented from penetrating into the space between optical element and mount and thus into the objective.

Such sealing compounds, like adhesives, but also other joining techniques that are used for connecting optical element and mount possess the disadvantage that through different thermal expansion of the components involved, through relaxation of stresses from the joining process, through swelling or shrinking of participating components, through chemical reactions, such as postcuring, embrittling etc. especially over the service life of the objective, different mechanical properties, such as holding and sealing forces are present. However, these also cause variation in the optical characteristics of the optical element through elastic deformation of the optical element. This is especially troublesome in the case of very precise objectives, for example projection objectives in microlithography .

Especially in the case of immersion objectives, whose last optical element, for example in the form of an optical lens or a transparent protective element, is in contact with an immersion liquid, such problems regarding undesirable introduction of mechanical stresses are caused by adhesive and/or sealing compounds that are used for sealing between the optical element and a surrounding mount, which is flange-mounted in the objective. Additionally, the sealing and/or adhesive compounds can lead to problems with aging effects that, in turn, can lead to

stress being introduced into the held and sealed lens element. Additionally, adverse chemical reactions may occur between the immersion liquid and the sealing and/or adhesive compounds.

#### OBJECT OF THE INVENTION

It is therefore the object of the present invention to eliminate the disadvantages of the prior art and especially to create a device for holding, and especially sealing support, of optical elements, in which interferences due to the holder or seal on the optical characteristics can be largely avoided or limited, while at the same time it is guaranteed that undesirable articles or materials do not cause contamination of the objective space. Especially, such a solution shall be easy to manufacture and realize.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

This object is achieved with a device having the features of claims 1, 2, 7 or 8 as well as a corresponding apparatus in which this device is used, having the features of claim 31, an objective having the features of claim 32 as well as a method for the operation of such a device or objective having the features of claims 37 or 38 and a microlithographic projection exposure system having the features of claim 39. Advantageous embodiments are the subject matter of the dependent claims.

The present invention starts out from the realization that a holder for an optical element with certain, high holding forces and/or sealing support of an optical element in a holder or a mount is not always necessary and especially not always when the optical element is in actual optical use. Rather, high holding forces are needed, for example, only during transport of the objective or other changes of use. In the same way, the sealing function is likewise predominantly necessary in times when the optical element does not exercise its optical function, or the sealing function can be realized during this period by other suitable measures, for example a gas seal. Especially, the holding and sealing functions can be realized separately and independently of each other. This in turn leads to the fact that the holder can actually be optimized as regards the holding function and the associated stress situation, without other opposing functions, such as the sealing function, having to be considered.

Inventors have accordingly recognized that an actuatable, especially a switchable or adjustable, sealing and/or contact element can be used to effect the sealing and/or holding of the optical element against a housing, mount, holding element or other component in order that the sealing and/or holding function may be provided at the specified necessary times, while it is possible at other times, e.g. actual optical use of the optical element when such functions or influences are a hindrance, to switch off or change these appropriately.

What this generally means is that the sealing and/or holding function for an optical element is designed to be at least partly switchable and/or adjustable, whereby, when reference is made in the following only to sealing elements, it is always also to be understood that such a sealing element, aside from the exclusive sealing function, can take on a holding function for the optical element additionally or alternatively.

Accordingly from a first aspect of the present invention, a sealing element is provided for the purpose of at least partially tight, especially gas-tight contact against a part of the optical element and/or the holding element, for example a mount or a housing part, which is movable between a first position in which the sealing function is exercised especially by contact of the sealing element with the optical element and a second position in which the sealing element is spaced at a distance from the optical element. Alternatively or additionally, corresponding mobility of the sealing element relative to the holding element, for example a mount, is also conceivable.

From a further aspect, the sealing element is switchable such that it rests against the optical element with different contact pressure or adjustable contact force. Thus, in a first state relative to the optical element or the holding element, at least a part of the sealing element can, under a first pressure, make contact and, in a second state, under a second pressure reduced in comparison to the first pressure, make contact with the optical element or the holding element. The aforementioned first and second position can be supplemented or replaced by the first and second pressure. As mentioned, the sealing element need not be movable between the aforementioned positions, especially, if it is elastically formed.

Application of the contact pressure or the adjustable contact force can preferably take place by movement of the sealing element or at least a part of it, for example in the case of an

elastic, especially rubber-elastic sealing element, into different positions relative to the optical element and/or holding element.

The holding element preferably has a mount that completely surrounds the optical element along the lateral surface and is especially formed so as to be gas-tight and/or liquid-tight in order that, through interaction with the actuatable sealing element, an altogether gas-tight and/or liquid-tight holding of the optical element, for example in an objective, may be facilitated.

Especially, if the sealing element is arranged between the surrounding holding element and the optical element to be held, the sealing element, through corresponding sealing contact with the optical element in connection with the holding element, can also take on the supporting and bearing function for the optical element.

Preferably, one or more further supporting elements may be provided, which mount the optical element additionally or alternatively to the holding element, especially if the optical element is exercising its optical function.

Especially, it is possible to provide a device in which contact of the sealing element with the participating sealing surfaces is not completely eliminated in the relaxed state either, but the holding or pressing forces are only slightly reduced. In this case, residual forces remain that act on the optical element, but that must only be large enough to hold or mount the optical element during optical use, but, for example, no longer ensure sealing.

From a further aspect of the present invention, for which protection is also sought independently, holding element and sealing element are formed such that they are provided separately and independently from each other and/or act such that the sealing and holding function are separate and independent. This can be effected for example in a simple manner by providing the sealing element not between the holding element, for example, in the form of a mount, and the optical element to be held, but rather effecting a seal relative to the optical element and/or holding element at a sealing surface transverse to the optical axis. Thus it is possible for the holding element to be optimized such that it introduces little or no stress into the optical element, while the sealing function is used only as needed, but especially if the optical element is not in optical use.

Accordingly, from a further aspect of the present invention, protection is sought for a device for the holding of an optical element that ensures a low-stress holding of the optical element. For example, such a holding device may be formed so as to be permeable for liquids, such as immersion liquids.

Preferably, this is achieved by the holding element's having a few holding points or surfaces spaced apart from each other and thus especially providing a positive holding.

Accordingly, the provision of sealing and/or adhesive compounds in connection with the holding element can be eschewed. This has the advantage that neither mechanical stresses from the sealants and adhesives are introduced onto the optical element nor reactions with an immersion liquid need to be feared. Furthermore, no aging effects of the adhesive and/or sealing compounds arise.

In connection with such a pure holding, which can be limited to the holding function and optimized appropriately in that regard, corresponding actuatable sealing elements can then be provided, which especially independently of the holding element serve to seal the optical element and/or the holding element or the accommodating objective against impurities, immersion liquids and the like.

Especially, corresponding actuatable, i.e. switchable and/or adjustable sealing elements can find use that are displaceable between a sealing position and a non-sealing position or exercise their sealing function under different contact pressure or adjustable contact pressure.

The setting and alteration of the contact pressure or the contact force as well as the change in the positions of the sealing element or parts thereof can take place gradually or steplessly in a plurality of settings or positions.

The sealing element(s) can be provided in any suitable way at the holding element and/or optical element, especially both at the lateral surface of the optical element and at the end face of the optical element. Especially, the sealing element can be provided at the same side as the holding element and especially between holding element and optical element, or holding element and sealing element or sealing elements are provided at different sides of the optical



element. For example, the holding element can be provided along the lateral surface of the optical element, while the sealing element(s) are arranged at the end face of the optical element.

Accordingly, the sealing element or parts thereof can preferably also execute not only a movement in the direction of the plane of the optical element, that is, transverse to the optical axis, but especially also parallel to the optical axis or combinations thereof.

For the execution of a corresponding movement, the sealing element or a part thereof can be provided on one or more movable carriers, for example a cover plate or the like.

The sealing element is preferably designed such that it comprises at least one movable component, for example, in the manner of a folding bellows or the like, and/or at least one elastic, especially, rubber-elastic component, by means of which the switching or adjusting processes can be accomplished. It is therefore especially advantageous for the sealing surface to be formed by the movable and/or elastic component.

Preferably, the sealing element has an actuator, which is used for the actuation of the adjustment or switch. Hydraulic, pneumatic or other mechanical or electromechanical components, such as piezo elements, may serve as actuator.

Advantageously, a reinforcing element may be provided between actuator and actuated sealing surface.

In an advantageous embodiment, the sealing element can be provided in the form of a sealing ring such that, in the case of the usually rotationally symmetrical objectives, in which the device is used for the holding and/or sealing of an optical element, simple and easy arrangement of the seal can take place.

Actuation of the sealing element can also be carried out by forming the sealing ring as a pneumatic or hydraulically inflatable sealing ring.

In a further preferred embodiment, the sealing element(s) can be formed such that the sealing element with its sealing surface is held contactlessly at a distance from the sealing surface to

be sealed such that a gap is formed. This kind of seal can be used especially for sealing against immersion liquids, since the gap between the sealing surface to be sealed and the sealing element can be selected or the surfaces of the participating sealing surfaces and the liquid to be held at bay, for example the immersion liquid, are matched to each other such that surface tension effects prevent passage of the liquid, especially immersion liquid, through the gap.

In a further preferred embodiment, a control and/or regulation unit is provided, which acts along with a detection unit which captures the state of the optical element and/or the state of the area in front of the optical element and/or in front of the holding element and/or the state of the holding element by means of suitable sensors and the like in order that actuation of the actuatable sealing element may be effected as a function of the detected data or states identified.

Especially, the detection unit can comprise a position sensor, a liquid sensor, an optical sensor, a vibration sensor, a movement sensor and/or combinations thereof. With the help of these sensors, it is possible for example to determine whether or not the presence of an immersion liquid or a rise in the same necessitates the use of a seal. The positional or vibrational sensors can cause the actuatable seal to take up its sealing position, if, for example, a system malfunction, e.g. due to vibration, is detected or the replacement of the wafer in a projection exposure system can give rise to possible impurities.

The optical element can be provided as an optical lens or a transparent protective element, which, for example, can be provided in front of the last optical lens of an immersion objective to protect the last lens. Generally, for the purposes of the present application, the term optical element is to be interpreted very widely and includes all elements that are arranged in corresponding components, such as objectives, especially immersion objectives, in the optical path. In addition, the term "objective" is to be understood as a general optical device.

In the same way, the expression holding element comprises all components that can serve or contribute to the holding of an optical element, such as especially corresponding mounts, objective housings or other holding devices. Especially, the arrangement of a mount in an objective housing can be understood as a two-piece holding element.

From a further aspect, the present invention also refers to an objective of a projection exposure system, especially a projection exposure system for microlithography, that serves the purpose of imaging an object area on an image area on or in a photosensitive layer by means of an illumination radiation beam through an imaging process, wherein, during the imaging process, preferably at least the image area on or in the photosensitive layer is covered by a liquid, which is at least partly penetrated during the imaging process by the illumination radiation beam. In such an objective, the optical element of the objective lying closest to the liquid (last optical element), or a transparent element in front of this element in the direction of the liquid or any other element separated from its neighbour element and defining a gap between itself and this element has a device in accordance with the previously described aspects of the present invention in which it is held.

Especially, with the actuatable sealing element and/or the low-stress holder, preferably in connection with a corresponding actuatable sealing element, objectives can be advantageously realized that ensure very good optical characteristics combined with simultaneous reliable sealing of the objective space.

Especially, an inventive device for the holding and/or sealing of an optical element may also be used in the case of an objective, in which, for example, in the optical path of the objective, e.g. the last lens element and a final element of an immersion projection exposure objective, a gap with an air layer is formed. Such a gap can be closed with the actuatable sealing element by mounting an optical element adjacent the gap if necessary, for example at times when higher dirt input is possible.

Especially, the previously described contactless sealing element can be used here for maintaining a residual gap. This is especially advantageous if the so-called final element of the objective is held via so-called Lorenz actuators, which ensure that the optical elements of the projection objective are mounted vibration-free such that, for example, no vibrations of the wafer are transferred via the immersion liquid and the final element to the optical elements of the projection objective.

Preferably, the assigned actuatable sealing element can be controlled or regulated in such a manner that the distance of the sealing element from the surface to be sealed is kept constant.

Generally, in the case of such objectives, corresponding control and/or regulation units can be provided that, based on different states or process data, can effect actuation of the sealing element(s).

Especially, liquid feed and discharge devices can be provided for the feeding and discharge of immersion liquids, outgasing devices for degassing the immersion liquids, adjusting devices for arrangement and/or alignment of substrates and/or masks and/or other elements of the objective that generate corresponding output signals for the control and/or regulation of at least one actuatable sealing element.

Additionally, it is also advantageous if a corresponding actuatable sealing element that may have the characteristics of the corresponding sealing elements of the previously described devices is also assigned with reference to the photosensitive layer to be exposed or a support for it, i.e. a support for the wafer. Thus it is possible, especially in turn via a contactless sealing element, to reliably limit in a simple manner the area in which immersion liquid should be present on the wafer. Especially, such an actuatable sealing element assigned to the photosensitive layer can be provided at a sealing element assigned to the last optical element, especially opposingly, at a carrier thereof or at a separate, especially movable, sealing bearing.

With a corresponding control and regulation unit, which may especially also be identical with the control and regulation unit for the sealing element(s), which is/are assigned to the optical element(s), or may be combined with these, the sealing element can then be held in turn relative to the photosensitive layer in a constant position, especially at a constant distance.

Preferably, the actuatable sealing element assigned to the photosensitive layer can be provided on the opposite side of a carrier or sealing bearing on which is already arranged the actuatable sealing element for the last optical element of the immersion objective, with the carrier additionally capable of being formed at the same time as a shielding element and additionally may have a further actuatable sealing element for the holding element. In such an embodiment, the sealing elements or parts thereof arranged on the carrier can be displaced or moved parallel to the optical axis in order that on one hand the objective space may be sealed and, on the other, the area of the wafer that is wetted by the immersion liquid may be defined.

In accordance with a further aspect of the present invention, the operation of a corresponding device, an apparatus that has the device or the operation of a corresponding objective is placed under protection, with the actuatable sealing element(s) brought into sealing position or non-sealing position as a function of the corresponding device, system or objective states or the process steps.

Especially, the process is characterised accordingly by the fact that sealing of the optical element(s) takes place only if, for example, no imaging with the objective takes place, such that during the imaging process a stress-free or low-stress state of the optical elements is ensured. On the other hand, at times in which, for example, a wafer change is made and vibrations might be expected to cause contamination of the objective space, a seal can be provided.

When sealing elements are used with regard to the photosensitive layer or the wafer, they are used in the opposite way, such that, during the imaging process, it is ensured that immersion liquid is present only in the desired area, whereas, for example, in the case of interrupted immersion liquid feed, no sealing function is necessary.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE FIGURES

Further advantages, characteristics and features of the present invention are apparent from the following detailed description of preferred embodiments using the enclosed drawings. The drawings show in purely schematic form:

Fig. 1 a cross-sectional view through a lens of an objective;

Fig. 2 a cross-sectional view in accordance with Fig. 1 with a second embodiment of the present invention;

Fig. 3 a cross-sectional view in accordance with Figs. 1 and 2 with a third embodiment of the present invention;

Fig. 4 a cross-sectional view of a fourth embodiment of the present invention;

Fig. 5 a cross-sectional view of a first embodiment of an inventive immersion objective;

Fig. 6 a cross-sectional view of a second embodiment of an inventive immersion objective;  
and in

Fig. 7 a cross-sectional view of a third embodiment of an inventive immersion objective.

## DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Fig. 1 shows a mount 1 in a cross-sectional view, in which an optical lens 2 is accommodated as an optical element. Between the lateral surface of the optical lens 2 and the mount 1 is provided around the optical lens 2 a peripheral seal 3, which rests against the sealing surface 8 such that it is gas-tight and/or liquid-tight relative to the mount 1, which also peripherally surrounds the optical element 2 about the lateral surface. Accordingly, the sealing surface 8 is likewise annularly formed.

In addition to the gas-tight and/or liquid-tight contact of the seal 3 at the mount 1, the seal 3 has a sealing surface 7, which can come into contact with the sealing surface 6 at the lateral surface of the optical lens 2. The sealing position, in which the sealing surface 7 of the seal 3 is in contact with the optical lens 2, is shown in the left half of Fig. 1, while the retracted or relaxed position of the sealing surface 7 of the seal 3, in which the sealing surface 7 is spaced apart from the sealing surface 6 of the optical lens, is shown in the right half of Fig. 1.

Thus, through corresponding contact of the sealing surface 7 of the seal 3 with the sealing surface 6 of the optical lens 2, it is possible to generate a gas-tight and/or liquid-tight seal between the optical lens 2 and the surrounding mount 1. In the retracted and/or relaxed state, the optical lens 2 is released such that no forces are exerted by the seal 3 on the optical lens 2. In this state, the optical lens 2 is held, e.g., by an additional supporting element, not shown, of the mount 1. Additionally, it is conceivable that the seal 3 is not retracted so far that a distance is created between the sealing surface 6 of the optical lens 2 and the sealing surface 7 of the seal 3, but rather that the seal 3 with the sealing surface 7 rests further against the sealing surface 6 of the optical lens, but exerts only just enough force on the optical lens required for holding the optical lens 2 in the mount 1 or for creating such a seal that imaging can occur through the optical lens 2 without interference from the seal 3.

The seal 3 of the inventive device shown in the embodiment of Fig. 1 is provided by an annular sealing tube that is hollow inside. Into the cavity can be introduced fluids or gases, by means of which the rubber-elastic sealing tube can be brought into a shape in which the

sealing surface 7 of the seal 3 rests against the sealing surface 6 of the optical lens 2. The magnitude of the mutually contacting sealing surfaces and the sealing forces can be adjusted and varied over a wide range via the introduced quantity or applied pressure. To this end, only a feed and discharge opening, not shown, is needed for the fluids or gases to the seal or the annular rubber-elastic sealing tube. This can be provided, for example, in the mount 1.

In this way, it is possible to relax or retract the seal 3 during use of the optical element or the optical lens 2, that is, for example, during imaging of microstructures on the wafer 5, such that little or no force is exerted on the optical lens 2. The outcome of this is that the optical characteristics of the lens 2 are not affected by possible sealing forces on the optical lens 2. A necessary seal can, for example, be effected by a gas seal, with gas exchange occurring between the spaces bordering the seal. In the case of transport or other operations, for example, wafer changes, in which a gas seal is insufficient or can be realized only with difficulty, the seal 3 can be brought into the sealing state, such that sealing of the areas bordering the seal 3 above and below the optical lens 2 is reliably guaranteed. To this end, it is only necessary for the rubber-elastic sealing tube 3 to be filled with corresponding fluids or gases. Since the filling of the sealing tube 3 can be maintained, even without elaborate supply measures, by simply closing the feed opening of the sealing tube, such an embodiment is also especially also suitable for sealing during transport.

Generally, the lens 2 described above can be an optical element, e.g. a plane-parallel plate or a zone plate, a polarizer or a birefringent or optically active element.

Figs. 2 and 3 show two further embodiments of the inventive device in an illustration similar to Fig. 1. In the embodiment of Fig. 2, a seal 30 is again arranged between an optical lens 20 and the surrounding mount 10, said seal being arranged gas-tight and/or liquid-tight on one hand via the sealing surface 18 at the mount 10 and, with the movable sealing surface 37, capable of coming into sealing contact with the sealing surface 26 of the optical lens 26.

However, the seal 30 of the embodiment of Fig. 2, in contrast to the embodiment of Fig. 1, is built up from an actuator 31 and a reinforcing ring 32 as well as a movable sealing membrane 33. The actuator 31, which may be formed by a hydraulic or pneumatic element, for example a piston, a mechanical or electromechanical adjusting device, especially a piezoelectric element, serves to expand or reduce the diameter of the reinforcing ring 32 in such a manner that contact of the sealing surface 37 of the seal 30 occurs at the sealing surface 26 of the

optical lens 20. For this purpose, the movable sealing membrane 33 on the inside of the reinforcing ring 32 is provided in order to come into sealing contact with the sealing surface 26 of the optical lens 20.

The reinforcing ring 32 may be formed by an elastically deformable seal 3 (from Fig. 1) that is peripheral about the optical element, such that inflating the seal 3 causes the sealing membrane 33 to come into contact with the optical element. Depending upon the cross-section of the seal 3 employed, the actuator 31, for example, can be eliminated, such that the seal 4 forms both the actuator and reinforcing ring at the same time.

A similar structure of the device is shown in Fig. 3, with a reinforcing ring being eschewed here and the seal 300 formed only from a movable sealing membrane 303 and an actuator 301. Like the actuator 31, the actuator 301 can be formed by the most diverse components. Here, too, actuation of the actuator 301 causes contact of the sealing surface 307 of the seal 300 with the sealing surface 206 of the optical lens 200, such that, due to the seal at the sealing surface 108 as well as the seal at the sealing surfaces 206 and 307, a gas-tight and/or liquid-tight seal can be adjusted between mount 100 and optical lens 300, such that the spaces above and below the optical lens 200 are separated gas-tight and/or liquid-tight from each other. The optical lenses described in connection with Fig. 2 and Fig. 3, too, can generally be an optical element, e.g. a plane-parallel plate.

Fig. 4 shows the cross-sectional view of an immersion objective, in which a mount 50 supports an optical element 70 in the form of an optical lens or a transparent protective element via a holding device or a holder 60.

The lower surface of the optical element 70 is in contact with an immersion liquid 4 that is arranged, for example, above the photosensitive layer of a wafer. The optical element 70, the holding device 60 and the mount 50 are usually rotationally symmetrical with the optical axis 72. The symmetrical shape of the holding device 60 is especially advantageous, since non-uniform loads on the optical element 70 by the holding device 60 and stresses introduced as a result can thereby be avoided. Where the shape of the optical element is not rotationally symmetrical, the holding device is adapted to the shape or symmetry of the optical element.



The lower surface of the optical element 70 has a shoulder-shaped recess 74 that has a peripheral sealing surface 71 transverse to the optical axis 72.

In the area of the recess 74 is provided a sealing carrier 80 that has two annular peripheral seals 3 and 3' on its top side. Through actuation of the sealing carrier 80, by which the sealing carrier can be displaced up and down as indicated by the double arrow, the seals 3 and 3' can be brought into contact with the sealing surfaces 71 of the optical element or the sealing surface 51 of the mount 50 in order that sealing of the objective space 73 against the immersion liquid 4 may be effected thereby. At the same time, the sealing carrier 80 thereby act as part of the seal or as shielding element against the immersion liquid 4. Through a corresponding form of the sealing carrier 80 or shielding element, the seal 3' can be dispensed with if the shielding element or the sealing carrier 80 extends far enough beyond the mount 50.

As may be readily seen in the left and right parts of Fig. 4, the sealing carrier 80 with the seals 3 and 3' on it can be brought from a non-sealing position 82 into a sealing position 81 and vice versa. In this way, it is possible to mount the optical element 70 with a holding device 60 for low-stress mounting in the mount 50, without this having to be formed so as to be gas-tight and/or liquid-tight, especially for sealing against the immersion liquid. Rather, the holding device 60 may be permeable to liquids, since, in the event of a rise in the immersion liquid 4, the sealing carrier 80 with the seals 3 and 3' can be brought into contact with the optical element 70 and the mount 50, such that effective sealing of the objective space 73 against the immersion liquid 4 occurs. As will be shown later, the actuation of the sealing carrier 80 can be controlled and/or regulated via a corresponding control and/or regulation unit.

On further embodiments, the sealing surface 71 at the optical element 70 can comprise an additional peripheral seal, or the seal 3 of the sealing carrier 80 is alternatively attached at the sealing surface 71 of the optical element 70. Furthermore, the sealing surface 71 of the optical element or the sealing surface 51 of the mount 50 need not be arranged transverse to the optical axis, and the sealing surfaces 71, 51 can have a profile for accommodating at least a part of the seal 3.

Fig. 5 shows a part of an immersion objective 150 with the optical final element 70, which, for example, may be a purely transparent protective element.

The sealing carrier 80 is provided on the side in contact with the immersion liquid 4, as shown in Fig. 4. It is actuated by the control and/or regulation unit 151 via the signal and data line 157 in order to move by means of a corresponding actuator (not shown) into the sealing position 81 or into the non-sealing position 82 (see Fig. 4). Additionally further sensors are assigned to the immersion objective 150 that deliver their output signals to the control and/or regulation unit 151, which effects or cancels sealing as a function of these signals. On one hand, an optical detection unit 153, 154 with light emitter 154 and light receiver 153 is provided that can, for example, detect the presence of an immersion liquid 4 on the wafer 5 and report this to the control and/or regulation unit 151 via the data and signal line 158. Furthermore, a position sensor 152 is provided for detecting the position of the support 155 for the wafer 5 that in turn delivers a signal concerning the position of the wafer 5 or the waferstage 155 to the control and/or regulation unit 151 via the data and signal line 156. On the basis of these data, the sealing function can then be controlled or regulated via a corresponding data processing program.

Fig. 6 shows a further embodiment of an immersion objective 150, in which the final unit 70 is provided at a distance from the optical elements of the immersion objective 150 in order that a gap 90 may be formed between the final unit 70 and the remaining immersion objective 150. The final unit 70 is arranged at the immersion objective 150 via Lorenz actuators 160 that compensate tremors and vibrations, which, for example, would be transferred through the support (waferstage) 155 to the immersion objective 150 via the immersion liquid 4.

Between the final unit 70 and the remaining part of the immersion objective 150 is provided an annularly rotating seal 3 for the purpose of sealing the gap 90, said seal in turn being actuatable, that is, switchable or adjustable, and actuatable via the control and/or regulation unit 151 via the data and signal line 157 .

For the purpose of control or regulation of the seal 3, data may be used that are sent by the Lorenz actuators 160 to the control and/or regulation unit 151 via the data and signal line 159. Additionally or alternatively, the positional data of the sensor 152 may in turn be used, in a manner similar to the embodiment of Fig. 5.

By controlling or regulating the sealing function on the basis of the state of the Lorenz actuators, especially when a contactless seal 3 is used that does not have direct contact with the scaling surface, a constant distance can be ensured between the seal 3 and its opposite sealing surface of the immersion objective 150, such that no transmission of vibrations can take place here, either. Furthermore, the seal 3 can be connected only if the immersion liquid level reaches a critical height and threatens to penetrate into the gap 90. In this embodiment, the seal 3 is barely activated or not at all in normal operation, i.e. when the immersion liquid is below the gap 90. Such an embodiment can be used e.g. for microlithographic projection exposure systems having an illumination device with an object field exchangeable by the illumination device, with the object field usually being almost an object plane in which a mask is arranged. The object field is then imaged by means of a projection objective e.g. an immersion objective 150, onto an image field, with the image field being almost an image plane, in which is arranged, for example, a wafer 5 with a photosensitive layer. The projection objective comprises at least a first optical element 70 with a first and a second optical surface. The first optical element can be a lens, a plane-parallel plate, or even a group of lenses, with the first surface being at least partially in direct contact with the immersion liquid 4 during imaging of the object field onto the image field (usually a mask structure on a photosensitive layer of a wafer 8). In this connection, the immersion liquid usually has a first operating state, in which only the first surface has contact with the immersion liquid, i.e. contacts this or immerses into this. This means that the second optical surface, e.g. the upper side of the final unit 70 facing away from the immersion liquid 4 (see Fig. 6), or a second optical element of the projection objective in the first operating state of the immersion liquid are not touched by the latter, i.e. the second surface or the second optical element is spaced apart from the immersion liquid. Furthermore, by means of a control or regulating device a regulatable or controllable seal is activated according to the above embodiment as required. In this regard, the second optical surface or the second optical element are protected against contact with the immersion liquid in the case of a second state of the immersion liquid deviating from the first operating state. This second state can, for example, be a rise in the immersion liquid 4 in Fig. 6, such that, without activation of the seal, this penetrates into the gap 90 and thus comes into contact with the second surface (top side of the final unit 70), or even penetrates into the objective 150 and comes into contact with a second optical element of the objective 150. The second optical surface or the second optical element are protected by the controllable or regulatable seal against contact with the immersion liquid. The operating state of the immersion liquid can be monitored by means of a sensor unit and, in the case of deviation

from the first operating state, the seal is controlled or regulated in order that the desired sealing effect may be obtained. For example, the seal can in the first operating state be spaced apart from each optical element of the projection objective, also e.g. from the second optical surface or the second optical element. This has the advantage that the seal does not cause interfering forces on the optical elements of the projection objective 150 if the projection exposure installation is working in the desired operation as regards the immersion liquid. In the second state of the immersion liquid deviating from the first operating state, the projection exposure installation works with high probability in an undesirable state in which there is a risk that the liquid 4 will penetrate into the objective 150, which is why the seal, e.g., at the second optical surface or the second optical element, or a holding device for this makes a sealing contact for this.

Fig. 7 shows a further embodiment of an immersion objective 150, in which the final element 70 in turn is in contact with the immersion liquid 4. In an alternative to the sealing carrier 80 of the embodiment of Fig. 5, the embodiment of Fig. 7 is provided with a sealing bearing 800 that is formed identically with the sealing carrier 80 of Figs. 4 and 5, with the exception that a further actuatable seal 3000 is additionally provided on the lower surface that limits the region of the immersion liquid 4. Especially, the seal 3000 can be implemented in turn as a contactless seal that is held at a distance from the wafer 5 or the photosensitive layer. To this end, a positional sensor 151 can be provided on the sealing bearing 800 that sends output signals over the data and/or signal line 162 to the control and/or regulation unit 151. This in turn can process these data and actuate the seal 3000 or corresponding actuators via the data and/or signal line 157 to keep the distance between the seal 3000 and the wafer 5 constant for as long as the immersion liquid between the wafer 5 and the final element 70 of the immersion objective 150 is to be maintained. In the event that illumination is concluded, and the immersion liquid is being suctioned off, the seal 3000 can be retracted.

The preceding embodiments are quoted only for the purpose of illustration and do not represent a restriction on the scope of protection. Especially, all combinations of the embodiments shown, under exchange or aggregation of individual characteristics, are conceivable and comprised by the scope of protection.

**Patent claims**

1. Device for holding and/or sealing an optical element, especially an optical lens, with at least one holding element (1, 10, 100) for mounting the optical element (2, 20, 200) and at least one sealing element (3, 30, 300) for sealing contact at at least a part of the optical element and/or the holding element,  
**characterised by the fact that**  
the sealing element (3, 30, 300) or at least a part (33, 303) thereof is displaceable between a first position, in which the sealing element seals against the optical element and/or the holding element, and a second position, in which the sealing element is spaced apart from the optical element and/or holding element.
2. Device for holding and/or sealing an optical element, especially an optical lens, with at least one holding element (1, 10, 100) for mounting the optical element (2, 20, 200) and at least one sealing element (3, 30, 300) for sealing contact at at least a part of the optical element and/or the holding element, especially in accordance with claim 1,  
**characterised by the fact that**  
the sealing element or at least a part thereof is switchable such that it rests against the optical element with different contact pressure or adjustable contact force.
3. Device in accordance with claim 2,  
**characterised by the fact that**  
the contact pressure or the contact force is adjustable by movement of the sealing element (3, 30, 300) or at least a part (33, 303) of it, into different positions relative to the optical element and/or holding element.
4. Device in accordance with any of the previous claims  
**characterised by the fact that**  
the holding element (1, 10, 100) is or comprises an especially liquid-tight or gas-tight mount, which preferably completely surrounds the optical element on one side, especially the lateral surface.
5. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
the sealing element (3, 30, 300), especially in connection with the holding element, exercises a supporting or mounting function for the optical element.

6. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
one or more supporting elements may be provided, which mount the optical element additionally or alternatively to the holding element, especially if the sealing element is in the spaced position.
7. Device in accordance with any of the previous claims, especially the generic term of claim 1 or 2,  
**characterised by the fact that**  
holding element (50, 50) and sealing element (3, 3', 80) are provided separately and independently of each other and/or act such that sealing and holding function are separate and independent of each other.
8. Device for holding an optical element (70), which is in contact with a liquid (4), especially for holding the last optical element of an immersion objective, with a least one holding element (50, 60) for mounting the optical element,  
**characterised by the fact that**  
the holding element is designed such that low-stress holding of the optical element and/or holding permeable to fluids is provided.
9. Device in accordance with claim 7 or 8,  
**characterised by the fact that**  
the holding element has a few holding points or surfaces especially spaced apart from each other and/or accommodates the optical element by positive locking.
10. Device in accordance with any of claims 7 to 9,  
**characterised by the fact that**  
the holding element (50, 60) has no sealing and/or adhesive compounds.
11. Device in accordance with any of claims 7 to 10,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element (3, 30, 300) or at least a part (33, 303) thereof is displaceable between a first position, in which the sealing element seals against the optical element and/or the holding element, and a second position, in which the sealing element is spaced apart from the optical element.
12. Device in accordance with any of claims 7 to 11,  
**characterised by the fact that**

at least one sealing element is switchable such that it rests against the optical element and/or holding element with different contact pressure or adjustable contact force.

13. Device in accordance with claim 12,  
**characterised by the fact that**  
the contact pressure or the contact force is adjustable by movement of the sealing element (3, 30, 300) or at least a part (33, 303) of it into different positions relative to the optical element and/or holding element.
14. Device in accordance with any of claims 8 to 13,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element (3, 3', 80) is provided separately and independently of a holding element and/or acts such that sealing and holding function are separate and independent of each other.
15. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element (3, 30, 300) or at least a part thereof is displaceable stepwise or steplessly into a multiplicity of positions especially between the first and second positions.
16. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element (3, 30, 300) is arranged between holding element (1, 10, 100) and optical element (2, 20, 200) and has sealing surfaces (7, 8; 37, 18; 307, 08) both relative to the holding element and relative to the optical element.
17. Device in accordance with any of claims 1 to 15,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element is provided opposite at least one sealing surface (51, 71) of the optical element and/or holding element, said sealing surface extending essentially transverse to the optical axis.
18. Device in accordance with any of claims 1 to 15 or 17,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element or a part thereof is movable, especially displaceable, parallel to the optical axis of the optical element between a sealing position (81) and a non-sealing position (82).

19. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element or a part thereof is provided on one or more movable carriers (80).
20. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element with at least one movable component (33, 303) is provided especially in the manner of a folding bellows or the like, and/or at least one elastic, especially, rubber-elastic component (3), which is provided preferably in the region of the switchable and/or adjustable sealing surface (7, 37, 307).
21. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element has at least one actuator (31, 301) for movement of at least one sealing surface.
22. Device in accordance with claim 21,  
**characterised by the fact that**  
between actuator and movable sealing surface is provided at least one reinforcing element (32).
23. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element in the manner of a sealing ring is provided.
24. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one actuatable sealing element is provided, which is pneumatically, hydraulically or electrically, especially piezoelectrically actuatable.
25. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
at least one sealing element is provided, to which is assigned at least one shielding element (80) or comprises this, which extends especially in front of the holding element and/or a possible contamination source, especially an immersion liquid.
26. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**



at least one sealing element is provided, which is held contactlessly at a distance from the sealing surface to be sealed such that a gap is formed which, on account of surface tension effects, is sufficient to prevent a liquid to be held at bay from passing through the gap.

27. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
the holding element has an annular body (50) that surrounds the optical element, and preferably has one or several holders (60) especially between annular body and optical element for especially positive locking of annular body and optical element.
28. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
a control and/or regulation unit (151) and a detection unit (152, 153, 154, 161) for the state of the optical element and/or the state of the optical element and/or for the state of the region in front of the optical element and/or in front of the holding element and/or for the state of the holding element is provided, with control and/or regulation unit and detection unit interacting such that actuation of an actuatable sealing element is controlled.
29. Device in accordance with claim 28,  
**characterised by the fact that**  
the detection unit can comprise a position sensor, a liquid sensor, an optical sensor, a vibration sensor, a movement sensor and/or any other sensor.
30. Device in accordance with any of the previous claims,  
**characterised by the fact that**  
the optical element (2, 20, 200) is an optical lens or a transparent protective element.
31. Apparatus with a device in accordance with any of the aforementioned claims, especially for microlithography, especially projection objective with a device in accordance with any of the aforementioned claims.
32. Objective especially of a microlithography projection exposure system for imaging an object area onto an image area on or within a photosensitive layer by means of an illumination radiation beam by an imaging process, wherein, during the imaging process, preferably at least the image area on or inside the photosensitive is covered by a liquid, which is at least partly penetrated during the imaging process by the illumination radiation beam, and wherein is held in a device in accordance with any of the claims 1 to 30 an optical element of the objective lying closest to the liquid and/or a transparent element which follows this element in the direction of the image area and which is at least partially

penetrated by the illumination radiation beam during the imaging process, and/or any other element which is arranged separately from its adjacent element and defines a gap between itself and this.

33. Objective in accordance with claim 32,

**characterised by the fact that**

a liquid feed and discharge device for the feeding and discharge of immersion liquid, and/or an outgasing device for degassing the immersion liquid, and/or adjusting devices for arrangement and/or alignment of substrates and/or masks and/or other elements of the objective are provided that, in operation, generate output signals for the control and/or regulation of at least one actuatable sealing element, especially having the characteristics of the device in accordance with any of claims 1 to 30.

34. Objective in accordance with claim 32 or 33,

**characterised by the fact that**

to the photosensitive layer or a support for it is assigned an actuatable sealing element (3000) especially having the characteristics of the device in accordance with any of claims 1 to 30, such that a wetting region of the photosensitive layer for the liquid is limited.

35. Objective in accordance with claim 34,

**characterised by the fact that**

the actuatable sealing element (3000) assigned to the photosensitive layer is arranged at a sealing element assigned to the last optical element, at a carrier thereof or at a separate, especially movable, sealing bearing.

36. Objective in accordance with claim 34 or 35,

**characterised by the fact that**

the actuatable sealing element (3000) assigned to the photosensitive layer and/or the sealing element assigned to the last optical element is controllable and/or regulatable such that the distance from the photosensitive layer or a support for it can be kept constant.

37. Method for operating a device in accordance with any of claims 1 to 30 or of an objective in accordance with any of claims 32 to 36 in which at least one actuatable, especially switchable and/or adjustable seal that has been assigned to an optical element is held in a relaxed state in the state of use of the optical element or of any other static operating state and the state of sealing is switched on during transport or any other dynamic operating state or changes of use, such as wafer changes and the like.

38. Method for operating an objective in accordance with any of claims 32 to 37 in which at least one actuatable, especially switchable and/or adjustable seal that has been assigned to a photosensitive layer or a support for it is held in the state of sealing in the state of optical use of the object and is switched off during changes of use, such as wafer changes and the like.
39. Microlithographic projection exposure system with an illumination device, an object field that is illuminable through the illumination device, a projection objective which images the object field onto the image field and which has at least one first optical element comprising a first and a second optical surface and one second optical element, wherein, during imaging of the object field, at least part of the first surface is in direct contact with a liquid having a first operating state, and wherein the second surface or the second optical element in the first operating state of the liquid is spaced apart from the latter,  
**characterised by the fact that**  
by means of a control or regulating device a controllable or regulatable seal, protects the second surface or the second optical element against contact with the liquid system in the case of a second state of the liquid deviating from the first operating state.
40. Microlithographic projection exposure system in accordance with claim 39,  
**characterised by the fact that**  
the controllable or regulatable seal is spaced apart from the second optical surface or the second optical element in the first operating state and, in the second state, comes into contact at the second surface or the second optical element or a holding device for this.

### Abstract

The present invention concerns a device or the operation of a device for the holding, especially sealing support of an optical element, especially an optical lens (2) with at least one holding element (1) for mounting the optical element and preferably at least one sealing element (3) for sealing contact at at least a part of the optical element and/or the holding element, wherein the sealing element or at least a part thereof is displaceable between a first position, in which the sealing element rests against the optical element and a second position, in which the sealing element is spaced apart from the optical element, or wherein the sealing element is switchable such that it rests against the optical element under different contact pressure or adjustable contact force. The holding element can either take on the holding function alone and independently of the sealing element or work together with the sealing element in this regard. The sealing element can also be provided separately and independently of the holding element, such that the holding element is optimizable to the holding function. Especially, the present invention concerns an immersion objective for microlithography in which at least one actuatable sealing element is provided.

(Fig. 1)

