



(10) **DE 10 2009 015 717 B4** 2012.12.13

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 015 717.4**  
(22) Anmeldetag: **31.03.2009**  
(43) Offenlegungstag: **14.10.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **13.12.2012**

(51) Int Cl.: **G03F 7/20 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**GLOBALFOUNDRIES Dresden Module One  
Limited Liability Company & Co. KG, 01109,  
Dresden, DE; GLOBALFOUNDRIES Inc., Grand  
Cayman, KY**

(72) Erfinder:  
**Seltmann, Rolf, 01069, Dresden, DE; Wirtz, Rene,  
70190, Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:  
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80802, München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US 2008 / 0 309 892 A1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zum Erkennen einer Teilchenkontamination in einer  
Immersionslithographieanlage**

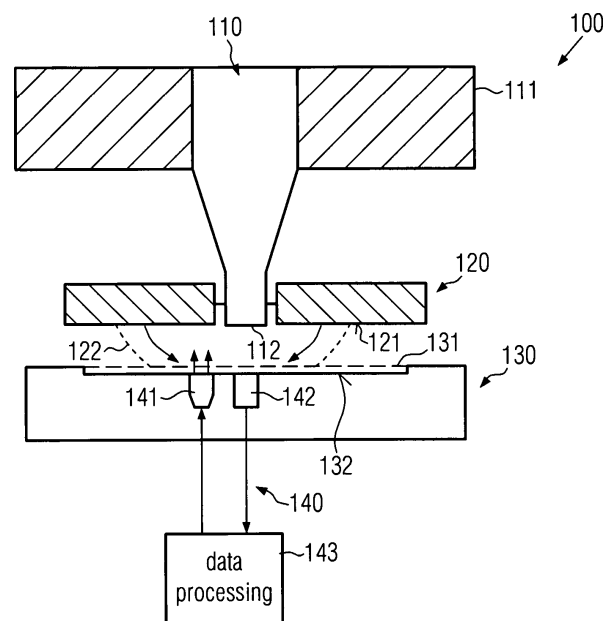
(57) Hauptanspruch: Immersionslithographiesystem (100, 200) mit:

einem Abbildungssystem (110, 210) mit einem Strahlungsausgang, der ausgebildet ist, ein definiertes Feld auf einer Oberfläche eines Substrats (131, 231) mit einem Strahlungsmuster zu belichten;

einer Substrathalterung (130, 230), die ausgebildet ist, das Substrat (131, 231) aufzunehmen und das Substrat (131, 231) in Bezug auf den Strahlungsausgang zu justieren;

einer Immersionshaube (120, 220), die ausgebildet ist, ein Immersionsmedium in Kontakt mit zumindest einem Teil der Oberfläche bereitzustellen, wobei die Immersionshaube (120, 220) eine Haubenoberfläche aufweist, die dem Substrat (131, 231) zugewandt ist; und

einem optischen Erkennungssystem (140), das ausgebildet ist, optische Messdaten zumindest von einem Bereich der Haubenoberfläche zu erzeugen; und  
wobei das optische Erkennungssystem (140) so positioniert ist, dass die optischen Messdaten durch Reflexion eines Lichtstrahls von der Oberfläche des Substrats (131, 231) erzeugt werden.



## Beschreibung

### Gebiet der vorliegenden Offenbarung

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft das Gebiet der Herstellung von Mikrostrukturen, etwa von integrierten Schaltungen, und betrifft insbesondere Immersions- bzw. Tauchlithographie-Prozesse und Anlagen.

### Beschreibung des Stands der Technik

**[0002]** Die Herstellung von Mikrostrukturen, etwa von integrierten Schaltungen, erfordert, dass kleinste Gebiete mit genau gesteuerter Größe in einer Materialschicht eines geeigneten Substrats hergestellt werden, etwa auf einem Siliziumsubstrat, einem SOI-(Silizium-auf-Isolator-)Substrat, oder auf anderen geeigneten Trägermaterialien. Diese kleinsten Gebiete mit genau gesteuerter Größe werden erzeugt, indem die Materialschicht durch Ausführen von Lithographie-, Ätz-, Implantations-, Abscheide-, Oxidationsprozessen und dergleichen strukturiert wird, wobei typischerweise zumindest in einer gewissen Phase des Strukturierungsprozesses eine Maskenschicht über der zu behandelnden Materialschicht hergestellt wird, um diese kleinsten Gebiete zu definieren. Im Allgemeinen besteht eine Maskenschicht aus einer Schicht aus Photolackmaterial oder kann aus dieser hergestellt werden, die durch einen lithographischen Prozess, typischerweise einen Photolithographieprozess, strukturiert wird. Während des photolithographischen Prozesses wird der Lack auf die Substratoberfläche aufgeschleudert und anschließend selektiv mit Ultraviolettstrahlung durch eine geeignete Lithographiemaske, etwa ein Retikel, belichtet, wodurch das Retikel Strukturmuster in die Lackschicht gebildet wird, um darin ein latentes Bild zu erzeugen. Nach dem Entwickeln des Photolacks werden abhängig von der Art des Lacks, d. h. Positivlack oder Negativlack, die belichteten Bereiche oder die nicht belichteten Bereiche entfernt, um das erforderliche Strukturmuster in der Schicht des Photolacks zu bilden. Auf der Grundlage dieses Lackstrukturmusters werden dann die eigentlichen Bauteilstrukturmuster durch weitere Fertigungsprozesse hergestellt, etwa durch Ätzen, Implantieren, durch Ausheizprozesse und dergleichen. Da die Abmessungen der Strukturmuster in komplexen integrierten Mikrostrukturbauelementen ständig verkleinert werden, müssen die Anlagen zum Strukturieren dieser Bauteilstrukturelemente sehr strenge Erfordernisse im Hinblick auf das Auflösungsvermögen und die Überlagerungsgenauigkeit der beteiligten Fertigungsprozesse aufweisen. In dieser Hinsicht ist das Auflösungsvermögen als ein Maß zu betrachten, das die konsistente Fähigkeit angibt, minimale Größen und Bedingungen vordefinierter Fertigungsschwankungen abzubilden. Ein wichtiger Faktor bei der Verbesserung des Auflösungsvermögens ist der Lithographieprozess, in welchem die

Strukturmuster, die in der Photomaske oder dem Retikel enthalten sind, optisch mittels eines optischen Abbildungssystems auf das Substrat übertragen werden. Es werden daher große Anstrengungen unternommen, um die optischen Eigenschaften des lithographischen Systems zu verbessern, etwa die numerische Apertur, die Fokustiefe und die Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle.

**[0003]** Auf Grund der fortwährenden Forderung für geringere Strukturgrößen von Mikrostrukturbauelementen zur Erhöhung der Dichte der einzelnen Elemente muss das Auflösungsvermögen von Lithographiesystemen ständig verbessert werden, da die Auflösung eines Lithographiesystems durch die Wellenlänge der Belichtungsstrahlung und die numerische Apertur begrenzt ist. Daher wurde die Wellenlänge der Belichtungsstrahlung ständig in dem Versuch reduziert, das Auflösungsvermögen aufwendiger Lithographiesysteme zu verbessern. Folglich wurden sehr komplexe optische Systeme mit brechenden und/oder reflektierenden optischen Komponenten für geeignete Strahlungswellenlängen, beispielsweise für 193 nm und darunter entwickelt. Da die numerische Apertur eines Abbildungssystems vom Brechungsindex eines Mediums abhängt, das zwischen der letzten optischen Komponente des Abbildungssystems und der zu belichtenden Oberfläche angeordnet ist, wurden in jüngerer Zeit Immersionslithographiesysteme bzw. Tauchlithographiesysteme vorgeschlagen, in denen die belichtende Bestrahlung nicht durch Luft oder Vakuum von dem Abbildungssystem zu der zu belichtenden Oberfläche transportiert wird, sondern es wird ein Immersionslithographiemedium oder Eintauchlithographiemedium mit einem deutlich größeren Brechungsindex vorgesehen. Beispielsweise ist ein geeignetes Immersionsmedium deionisiertes Reinstwasser zur Verwendung mit einer Lichtquelle mit einer Länge von 193 nm, etwa mit einem Argonfluorid-(ArF)Laser. Für andere Belichtungswellenlängen können andere geeignete Immersionsmedien verwendet werden. Folglich ist die Immersionslithographie eine sehr vielversprechende Vorgehensweise zur Verbesserung des Auflösungsvermögens auf der Grundlage aktuell verfügbarer optischer Komponenten und Belichtungswellenlängen. Andererseits ist das Vorsehen eines geeigneten Immersionsmediums in dem Strahl zwischen der letzten optischen Komponente des Abbildungssystems und der zu belichtenden Substratoberfläche mit weiteren Problemen verknüpft, die es zu handhaben gilt. Beispielsweise können kleine Änderungen oder Ungleichmäßigkeiten im Brechungsindex des Immersionsmediums die Qualität des Belichtungsmusters nachteilig beeinflussen, das auf die Substratoberfläche abgebildet wird. Beispielsweise wird eine Änderung des Brechungsindex des Immersionsmediums durch einen ungleichmäßigen Fluss des Immersionsmediums, durch Änderungen in der Dichte des Immersionsmediums, durch Temperaturänderungen

des Immersionsmediums und dergleichen hervorgehoben. Ferner ist eine aufwendige Temperatursteuerung des Immersionsmediums auf Grund der Tatsache erforderlich, dass Strahlung in dem Medium absorbiert wird, woraus sich eine geeignete Temperaturänderung einstellt, die wiederum den Brechungsindex des Mediums beeinflusst. Da das Immersionsmedium ferner zumindest mit der Substratoberfläche in Kontakt ist, die das strahlungsempfindliche Lackmaterial enthält, kann eine Teilchenkontamination des Mediums ebenfalls das Gesamtverhalten der Immersionslithographieanlage wesentlich beeinflussen. Beispielsweise können derartige kontaminierende Teilchen auf dem Oberflächenbereich von beispielsweise anderen Substraten oder Oberflächenbereichen der Immersionslithographieanlage anhaften, wodurch zu einer Beeinträchtigung der Prozessbedingungen während der weiteren Bearbeitung einer Vielzahl von Substraten beigetragen wird. Beispielsweise ist in einer Immersionsanlage typischerweise ein Mechanismus eingerichtet, der das Immersionsmedium bereitstellt und innerhalb des Spalts zwischen dem abbildenden System und der Substratoberfläche einschließt, oder zumindest einem Teil der Substratfläche, wobei auch für die erforderliche Temperatursteuerung des Immersionsmediums gesorgt wird. Eine entsprechende Komponente wird häufig als eine Immersionshaube bezeichnet und umfasst damit einen Oberflächenbereich, der mit dem Immersionsmedium in Kontakt ist, wobei die entsprechende Haubenoberfläche als eine wesentliche Quelle der Kontamination von Substraten erkannt wurde. D. h., während der Bearbeitung einer Vielzahl von Substraten haften zunehmend Teilchen an der Haubenoberfläche und werden auch in das Immersionsmedium abgegeben, das dann auf empfindlichen Substratbereichen des Substrats und/oder im empfindlichen Bereichen des Abbildungssystems abgeschieden wird. Folglich müssen geeignete Reinigungsprozesse regelmäßig ausgeführt werden, wodurch das Öffnen der Immersionslithographieanlage und die Einwirkung der Umgebungsluft erforderlich werden, was wiederum zu einer deutlichen Gefahr einer weiteren Kontamination der Komponenten der Lithographieanlage mit sich bringt. Die entsprechenden Reinigungsprozesse tragen wesentlich zur gesamten Stillstandszeit der Lithographieanlage bei, was zu erhöhten Produktionskosten führt, ein Photolithographieprozess ein entscheidender Kosten bestimmender Prozess während der Herstellung aufwendiger Halbleiterbauelemente ist.

**[0004]** In der US 2008/0309892 A1 wird ein Immersionslithographiesystem mit einem Schmutzteilchendetektionssystem beschrieben, das eine Lichtquelle und einen Detektor umfasst, wobei der Detektor in der Oberfläche einer Waferhalterung eingelassen ist und dazu ausgebildet ist, Kontaminationsdaten durch Detektion von zu einer Immersionshaube des Sys-

tems ausgestrahlten und von dieser reflektierten Licht zu gewinnen.

**[0005]** Angesichts der zuvor beschriebenen Situation betrifft die vorliegende Offenbarung Immersionslithographiesysteme und Techniken zum Betreiben dieser Systeme, wobei eines oder mehrere der oben erkannten Probleme vermieden oder zumindest in der Auswirkung reduziert, werden.

#### Überblick über die Offenbarung

**[0006]** Im Allgemeinen stellt die vorliegende Offenbarung Immersionslithographieanlagen und Techniken bereit, um diese zu betreiben, wobei bessere Teilchenerkennungseigenschaften vorgesehen werden, um in geeigneter Weise den Zustand zumindest einer Haubenoberfläche des Lithographiesystems zu bestimmen. Zu diesem Zweck wird ein optisches Erkennungssystem bereitgestellt in Verbindung mit dem Lithographiesystem, um damit die Fähigkeit vorzusehen, den Oberflächenzustand der Haubenoberfläche „zu inspizieren“ oder um den Status auf der Grundlage optischer Messdaten zu bestimmen, die somit erhalten werden, ohne dass das Innere des Lithographiesystems der Einwirkung der Umgebungsluft ausgesetzt wird. Folglich können die optischen Messdaten während einer geeigneten Zeit, beispielsweise zwischen der Bearbeitung von Substraten, oder in anderen hierin offenbarten anschaulichen Ausführungsformen in Anwesenheit eines Substrats, beispielsweise in Anwesenheit eines entsprechenden Testsubstrats, Produktssubstrats und dergleichen, erhalten werden, wobei auch auf Grundlage der optischen Messdaten ein Reinigungsprozess abhängig von dem tatsächlichen Zustand der Haubenoberfläche initiiert werden kann. Folglich können die Reinigungsprozesse „nach Bedarf“ anstatt in regelmäßigen Abständen ausgeführt werden, was konventioneller Weise zu ausgeprägten Stillstandszeiten komplexer Immersionslithographiesysteme beiträgt.

**[0007]** Ein anschauliches hierin offenbartes Immersionslithographiesystem umfasst ein Abbildungssystem mit einem Strahlungs Ausgang, der ausgebildet ist, ein definiertes Feld auf einer Oberfläche eines Substrats mit einem Strahlungsmuster zu belichten; eine Substrathalterung, die ausgebildet ist, das Substrat aufzunehmen und das Substrat in Bezug auf den Strahlungs Ausgang zu justieren; eine Immersionshaube, die ausgebildet ist, ein Immersionsmedium in Kontakt mit zumindest einem Teil der Oberfläche bereitzustellen, wobei die Immersionshaube eine Haubenoberfläche aufweist, die dem Substrat zugewandt ist und ein optisches Erkennungssystem, das ausgebildet ist, optische Messdaten zumindest von einem Bereich der Haubenoberfläche zu erzeugen und wobei das optische Erkennungssystem so positioniert ist, dass die optischen Messdaten durch

Reflexion von der Oberfläche des Substrats erzeugt werden.

**[0008]** Ein anschauliches hierin offenbartes Verfahren betrifft das Betreiben eines Immersionslithographiesystems. Das Verfahren umfasst das Erhalten von optischen Messdaten von einer Oberfläche einer Immersionshaube; Bestimmen eines Oberflächenzustands der Oberfläche auf der Grundlage der optischen Messdaten und Steuern des Betriebs des Immersionslithographiesystems auf der Grundlage des Oberflächenzustands und wobei Erhalten der optischen Messdaten umfasst: Erhalten eines optischen Signals von der Oberfläche durch Reflexion an einer Substratoberfläche, die auf einer Substrataufnahmefläche einer Substrathalterung des Immersionslithographiesystems angeordnet ist.

**[0009]** Ein noch weiteres anschauliches hierin offenbartes Verfahren umfasst Belichten eines reflektierenden Testbereichs eines Testsubstrats in einem Immersionslithographiesystem, um einen Teil einer Belichtungsstrahlung an einer Immersionshaubenoberfläche zu reflektieren, wobei das Testsubstrat ferner einen Detektionsbereich mit einem strahlungsempfindlichen Material aufweist und Bestimmen eines Status der Haubenoberfläche auf der Grundlage eines latenten Bildes, das in dem strahlungsempfindlichen Material gebildet ist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0010]** Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind in den angefügten Patentansprüchen definiert und gehen deutlicher aus der folgenden detaillierten Beschreibung hervor, wenn diese mit Bezug zu den begleitenden Zeichnungen studiert wird, in denen:

**[0011]** [Fig. 1a](#) schematisch ein Immersionslithographiesystem zeigt mit einem optischen Erkennungssystem, beispielsweise in Form eines Bildaufnahmesystems in Verbindung mit einer Bildverarbeitungseinheit gemäß anschaulicher Ausführungsformen;

**[0012]** [Fig. 1b](#) schematisch das Immersionslithographiesystem gemäß noch weiterer anschaulicher Ausführungsformen zeigt, in denen ein optisches Erkennungssystem, etwa ein Bildaufnahmesystem, ein Fourier-transformiertes Infrarotspektroskopiesystem (FTIR) oder ein anderes optisches System, in geeigneter Weise außerhalb einer Substrathalterung positioniert ist, um zumindest einen Teil der Haubenoberfläche zu „Sondieren“;

**[0013]** [Fig. 2a](#) schematisch einen Teil des Immersionslithographiesystems zeigt, wenn ein Testsubstrat zum Gewinnen optischer Messdaten von einer Haubenoberfläche gemäß noch weiterer anschaulicher Ausführungsformen bearbeitet wird; und

**[0014]** [Fig. 2b](#) schematisch eine Draufsicht des Testsubstrats nach dem Belichten mittels der Immersionslithographieanlage aus [Fig. 2a](#) zeigt.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0015]** Im Allgemeinen stellt die vorliegende Offenbarung Systeme und Techniken zum Bestimmen des Status zumindest eines Teils einer Haubenoberfläche eines komplexen Immersionslithographiesystems bereit, in dem optische Messdaten, etwa Bilddaten, Infrarotspektren und dergleichen gewonnen werden, die in geeigneter Weise bearbeitet und analysiert werden, um damit den Status der Haubenoberfläche zu bestimmen. Zu diesem Zweck wird ein optisches Erkennungssystem, etwa ein Bildaufnahmesystem, ein FTIR-System und dergleichen in geeigneter Weise innerhalb der Immersionslithographieanlage positioniert, um damit optische Messdaten „vor Ort“ zu erhalten, die in geeigneter Weise verarbeitet werden, ohne dass die Einwirkung von Umgebungsluft auf empfindliche Komponenten des Lithographiesystems erforderlich ist. Folglich kann der Status der Haubenoberfläche mit einer gewünschten Zeitauflösung überwacht werden, so dass ein unzulässiger Status effizient erkannt werden kann, um damit geeignete Gegenmaßnahmen zu initiieren, etwa einen Reinigungsprozess, einen Alarm, und dergleichen, um somit den weiteren Betrieb des Lithographiesystems in geeigneter Weise zu steuern. Die automatisierte Bewertung des Kontaminationsstatus der Haubenoberfläche bietet eine höhere Effizienz bei der Disponierung, da die „Rate“ der Änderung der Kontamination bestimmt und geeignete Gegenmaßnahmen im Voraus disponiert werden können, so dass geplante Wartungsaktivitäten, die mit dem Immersionslithographiesystem im Zusammenhang stehen, in ein entsprechendes Disponiersystem eingespeist werden können, wodurch ein höherer Grad an Vorhersagbarkeit des gesamten Fertigungsablaufs innerhalb komplexer Fertigungsumgebungen möglich ist.

**[0016]** In einigen anschaulichen hierin offenbarten Ausführungsformen wird das optische Erkennungssystem innerhalb der Substrathalterung der Lithographieanlage vorgesehen, beispielsweise in Form einer Lichtquelle in Verbindung mit einem Bildaufnahmeelement, etwa einer Kamera und dergleichen, um damit gleichzeitig optische Messdaten eines mehr oder minder großen Oberflächenbereichs der Immersionshaubenoberfläche zu ermitteln. In diesem Falle werden geeignete optische Messdaten vor oder nach dem Verarbeiten von Substraten gewonnen, während in anderen Fällen sogar spezielle Substrate verwendet werden, die für den interessierenden Wellenlängenbereich des optischen Messerkennungssystems durchlässig sind. In anderen anschaulichen hierin offenbarten Ausführungsformen wird das optische Erkennungssystem separat zu der Substrat-

halterung und der Immersionshaube, etwa auf der Grundlage einer speziellen Auflage, positioniert, die eine stationäre Komponente sein kann oder die eine Abtastbewegung für eine oder mehrere der Komponenten des optischen Erkennungssystems ausführen kann. Beispielsweise wird das optische Erkennungssystem so positioniert, dass die Immersionshaubenoberfläche über die reflektierende Oberfläche des Testsubstrats „sondiert“ wird, wodurch das optische Erkennungssystem mit hoher Flexibilität positioniert werden kann. Gleichzeitig können Messdaten während „des Betriebs“ der Lithographieanlage gewonnen werden, falls dies gewünscht ist.

**[0017]** In einigen anschaulichen Ausführungsformen wird der Oberflächenzustand der Immersionshaube auf der Grundlage chemischer Eigenschaften von Substanzen bewertet, die auf der Oberfläche der Immersionshaube und/oder innerhalb des Spalts zwischen der Immersionshaubenoberfläche und der Substrathalterung vorhanden sind, indem sensitive Messtechniken eingesetzt werden, etwa die Fouriertransformierte Infrarotspektroskopie, während welcher ein mit Interferenz modulierter Sondierungsinfrarotstrahl angewendet wird, um eine Wechselwirkung zumindest mit einem Oberflächenbereich der Haubenoberfläche einzugehen und der nachfolgend detektiert und in geeigneter Weise analysiert wird. Folglich kann auf diese Weise eine Änderung des Status durch eine Änderung der zugehörigen Infrarotspektren erkannt werden, wodurch eine effiziente Bestimmung gewisser Arten an Materialien, deren Mengen und dergleichen möglich ist. Es ist gut bekannt, dass durch FTIR-Techniken ein Interferenzmodulierter Infrarotstrahl mit einer Vielzahl von Wellenlängen durch ein interessierendes Medium geleitet oder von einer Oberfläche reflektiert wird, die eine interessierende Materialprobe enthält, wobei die Infrarotwellenlängen zu einer Anregung von Schwingungen und Oszillationen der jeweiligen Moleküle führen. Auf Grund der Interferenzmodulation des anfänglichen Sondierungsstrahles, der auch als ein Interferogramm bezeichnet werden kann, kann die Antwort des Materials auf den sondierenden Strahl effizient in ein eigentliches Spektrum mittels Fourier-Transformation umgewandelt werden, so dass die Absorption bei speziellen Wellenlängen oder Wellenlängenbereichen erkannt und im Hinblick auf die chemischen Eigenschaften des Probenmaterials analysiert werden kann. Folglich repräsentiert die FTIR-Technik ein effizientes Werkzeug, um die Anwesenheit und die Menge gewisser Sorten bei einer moderat geringen Messzeit zu bestimmen, da ein entsprechendes Medium mit einer Vielzahl von Wellenlängen gleichzeitig innerhalb einer kurzen Zeitdauer sondiert wird, woraus sich ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis ergibt. Somit kann die Anwesenheit unerwünschter Sorten auf der Oberfläche der Immersionseinheit und, abhängig von dem Aufbau des Erkennungssystems, innerhalb des Spalts zwischen der Immersi-

onshaube und der Substrathalterung effizient erfasst werden und kann zur Bewertung des Status der Lithographieanlage herangezogen werden.

**[0018]** In noch anderen anschaulichen hierin offenbarten Ausführungsformen werden spezielle Testsubstrate als ein „Detektionssystem“ eingesetzt, in dem Licht direkt auf die Haubenoberfläche gelenkt wird und schließlich in einem strahlungsempfindlichen Material des Testsubstrats absorbiert wird. Beispielsweise wird in einigen anschaulichen Ausführungsformen das Abbildungssystem der Lithographieanlage selbst als eine effiziente Lichtquelle verwendet, die einen oder mehrere speziell gestaltete Bereiche auf dem speziellen Testsubstrat belichtet, um damit den Oberflächenbereich der Immersionshaube effizient zu bestrahlen, was wiederum zu reflektiertem Licht führt, das in dem strahlungsempfindlichen Material absorbiert wird. Folglich kann nach dem Belichten des speziellen Testsubstrates eine effiziente Bewertung des Status der Haubenoberfläche auf der Grundlage des latenten Bildes erreicht werden, das in dem strahlungsempfindlichen Material des Testsubstrats gebildet ist.

**[0019]** Mit Bezug zu den begleitenden Zeichnungen werden nunmehr weitere anschauliche Ausführungsformen detaillierter beschrieben.

**[0020]** [Fig. 1a](#) zeigt schematisch ein Immersionslithographiesystem **100** mit einer Substrathalterung **130**, die geeignet ausgebildet ist, ein Substrat **131** aufzunehmen, wie dies durch die gestrichelte Linie gezeigt ist. Zu diesem Zweck umfasst die Substrathalterung **130** eine Substrataufnahmeoberfläche **132**, beispielsweise in Form eines Vakuumhalters und dergleichen. Die Substrathalterung **130** ist ferner ausgebildet, beliebige Ressourcen für das Bewegen oder das Drehen der Substrataufnahmeoberfläche **132** bereitzustellen, wie dies für das geeignete Justieren des Substrats **131** in Bezug auf ein Abbildungssystem **110** erforderlich ist. Das Abbildungssystem **110** umfasst mehrere optische Komponenten, etwa Linsen, Spiegel und dergleichen, um ein Muster einer Photomaske, etwa eines Retikels, auf eine Oberfläche des Substrats **131** während des Betriebs des Systems **100** abzubilden. Der Einfachheit halber sind derartige komplexe optische Komponenten in [Fig. 1a](#) nicht gezeigt. Des Weiteren umfasst das Abbildungssystem **110** einen Ausgang **112**, der etwa durch eine abschließende Linsenkomponente repräsentiert ist, um damit ein Strahlungsmuster entsprechend der Lithographiemaske bereitzustellen, um damit einen Bereich des Substrats **131** mit dem Strahlungsmuster zu belichten. Es sollte beachtet werden, dass das Abbildungssystem **110** in Form eines Projektionssystems bereitgestellt werden kann, in welchem das Strahlungsmuster der Lithographiemaske in der Größe entsprechend einem geeigneten Skalierungsfaktor verringert wird. Das Abbildungssystem **110** ist mit einer beliebigen

gen geeigneten Struktur **111** verbunden, die die mechanische Stabilität und dergleichen sicherstellt, wie dies im Stand der Technik bekannt ist. Üblicherweise umfasst das System **100** eine Immersionshaube **120**, die als ein geeignetes System verstanden werden kann, um ein Immersionsmedium **122**, das durch die gestrichelten Linien dargestellt ist, bereitzustellen und das Immersionsmedium **122** so einzuschließen, dass beispielsweise ein spezieller Bereich auf dem Substrat **131** damit in Kontakt ist, wobei zu beachten ist, dass typischerweise eine Abtastbewegung des Substrats **131** während des Betriebs des Systems **100** ausgeführt wird. Die Immersionshaube **120** umfasst geeignete Ressourcen, etwa Fluidleitungen und dergleichen, um damit das Immersionsmedium **122** möglicherweise in Verbindung mit zusätzlichen Fluiden für das geeignete Einstellen von Eigenschaften und dergleichen und der Größe und der Form des Immersionsmediums **122** bereitzustellen. Der Einfachheit halber sind derartige Mechanismen und Ressourcen in [Fig. 1a](#) nicht gezeigt, da diese Komponenten ausreichend bekannt sind. Ferner umfasst, wie zuvor erläutert ist, die Immersionshaube **120** eine Oberfläche **121**, die mit dem Immersionsmedium **122** in Kontakt ist, und die eine Teilchenkontamination erleidet und somit eine Quelle für andere Anlagenkomponenten und für die Oberfläche des Substrats **131** repräsentiert. Des weiteren umfasst das Lithographiesystem **100** ein optisches Erkennungssystem **140**, das ausgebildet ist, optische Messdaten von der Oberfläche **121** zu erhalten. In der gezeigten Ausführungsform umfasst das Erkennungssystem **140** eine Strahlungsquelle **141**, einen Strahlungsdetektor **142** und eine Datenverarbeitungseinheit **143**. Die Strahlungsquelle **141** und der Detektor **142** können in der Substrathalterung **130** gebildet sein und können in der gezeigten Ausführungsform so angeordnet sein, dass die mit einem Oberflächenbereich der Substrataufnahmeoberfläche **132** verbunden sind. Bei Bewegungen des Substrats **130** erhält somit das Erkennungssystem **140** Messdaten von einem beliebigen Oberflächenbereich der Oberfläche **121**. In anderen anschaulichen Ausführungsformen (nicht gezeigt) sind die Strahlungsquelle **141** und der Detektor **142** an einer anderen Position oder Stelle der Substrataufnahmeoberfläche **132** angeordnet. Die Strahlungsquelle **141** stellt einen geeigneten optischen Strahl bereit, etwa Ultraviolettstrahlung, die zumindest von einem Teil der Oberfläche **121** reflektiert wird und schließlich von dem Detektor **142** umfasst wird. Beispielsweise wird in einer anschaulichen Ausführungsform der Detektor **142** in Form eines Bildaufnahmegeräts, etwa einer Kamera, etwa einer CCD-Kamera und dergleichen, vorgesehen, um damit digitale Bilddaten für die Datenverarbeitung **143** zu erzeugen. In diesem Falle kann der Detektor **142** beliebige optische Komponenten aufweisen, die für das Erzeugen optischer Information aus einem ausgedehnten Bereich der Oberfläche **121** erforderlich sind. Folglich kann ein ausgedehnter Bereich der Oberfläche **121** gleichzeitig

sondiert und dann auf der Grundlage einer geeigneten Bildverarbeitungsfunktion analysiert werden, die in der Datenverarbeitungseinheit **143** implementiert ist. Beispielsweise beinhaltet die Bildverarbeitung Bilderkennungssysteme, die gut bekannt sind, in denen spezielle Eigenschaften der Bilddaten erkannt und mit einer oder mehreren Eigenschaften der Oberfläche **121** korreliert werden. Zu diesem Zweck werden etwa geeignete Referenzdaten ermittelt, beispielsweise das Bild der Oberfläche **121** in einem im Wesentlichen nicht kontaminierten Zustand und dergleichen, wobei diese Daten zum Bewerten entsprechender Bilddaten verwendet werden, die nach einer gewissen Betriebszeit des Systems **100** gewonnen werden. Zu diesem Zweck sind eine Vielzahl von gut etablierten Bildverarbeitungsmitteln verfügbar und können in der Datenverarbeitungseinheit **143** eingesetzt werden.

**[0021]** In anderen anschaulichen Ausführungsformen ist die Strahlungsquelle **141** so aufgebaut, dass diese einen interferenzmodulierten Infrarotstrahl liefert, der von der Oberfläche **121** reflektiert wird und mit Substanzen in Wechselwirkung tritt, die darauf ausgebildet sind, zumindest in dem Oberflächenbereich, der von dem entsprechenden interferenzmodulierten Strahl abgetastet wird. Folglich empfängt der Detektor **142** den interferenzmodulierten Infrarotstrahl, der dann von der Einheit **143** verarbeitet wird, so dass optische Messspektren gewonnen werden. Wie zuvor erläutert ist, bietet die Interferenzmodulation die Möglichkeit, eine Vielzahl von Wellenlängen gleichzeitig effizient anzuwenden, die dann in geeigneter Weise in Spektren auf der Grundlage einer Fourier-Transformation umgewandelt werden können, wobei diese Spektren Information im Hinblick auf die auf der Oberfläche **121** vorhandenen Substanzen enthalten. Auf Grund des guten Signal/Rausch-Verhältnisses der FTIR-Technik können die Art der Molekülsorten, die auf der Oberfläche **121** vorhanden sind, zu deren Mengen bestimmt werden und können als eine Bewertung des Oberflächenstatus der Immersionshaube **120** verwendet werden. Auch in diesem Falle können geeignete Referenzdaten ermittelt werden, indem beispielsweise die Oberfläche **121** in einem im Wesentlichen nicht terminierten Zustand sondiert wird oder indem zuvor gewonnene Messdaten als Referenz für nachfolgend erhaltene Messspektren verwendet werden, wodurch ebenfalls eine Überwachung einer Änderung einer Kontaminationszustands möglich ist.

**[0022]** Das Immersionslithographiesystem **100**, wie es in [Fig. 1a](#) gezeigt ist, kann auf der Grundlage gut etablierter Prozessrezepte betrieben werden, wobei beispielsweise Material der Bearbeitung einer gewissen Anzahl an Substraten oder zu einer beliebigen anderen Zeit das Erkennungssystem **140** aktiviert wird, etwa vor dem Bearbeiten eines ersten Substrates, um zumindest einen Teil der Oberfläche **121**

zu sondieren, so dass eine entsprechende Bewertung des Oberflächenstatus erreicht wird. Zu diesem Zweck wird in einigen anschaulichen Ausführungsformen ein gewünschter Abtastvorgang der Substrathalterung **130** initiiert, um einen gewünschten Oberflächenbereich der Immersionshaube **120** abhängig von dem Aufbau und den Eigenschaften der Strahlungsquelle **141** und des Detektors **142** „abzutasten“. Beispielsweise kann unter Anwendung eines geeigneten Bildaufnahmeegerätes, ein moderat großer Bereich der Oberfläche **121** gleichzeitig sondiert werden. In anderen Fällen wird ein beschränkter Bereich der Oberfläche **121** als ein Monitor verwendet, der den Status der gesamten Oberfläche **121** repräsentiert. Nach dem Ermitteln der optischen Messdaten, etwa in Form von Bilddaten, Spektren und dergleichen, kann somit eine geeignete Datenbearbeitung ausgeführt werden, beispielsweise ein Vergleich mit entsprechenden Referenzdaten, und der Status der Oberfläche **121** wird auf der Grundlage dieses Vergleichs bewertet. Wenn beispielsweise ein quantitatives Maß des Status außerhalb eines gut definierten Bereichs liegt, wenn etwa eine vordefinierte Anzahl an Teilchen überschritten wird, oder wenn eine vordefinierte Größe einzelner Teilchen überschritten wird und dergleichen, können entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden. Z. B. kann das System **140** einen Reinigungsprozess auslösen oder kann zumindest eine Angabe über den aktuellen Status der Oberfläche **121** bereitstellen, der dann für weitere Aktivitäten verwendet wird. Wie zuvor angegeben ist, kann beispielsweise eine mehr oder minder „kontinuierliche“ Überwachung der Statusoberfläche **121** eine entsprechende Vorhersage eines Zeitpunktes für eine Wartungsaktivität ermöglichen, die an dem System **100** auszuführen ist, so dass dieser in geeigneter Weise in einen entsprechenden Prozessablauf eingerichtet werden kann.

**[0023]** [Fig. 1b](#) zeigt schematisch das Lithographiesystem **100** gemäß weiterer anschaulicher Ausführungsformen. Wie gezeigt, ist das optische Erkennungssystem **140** so ausgebildet, dass eine oder beide Komponenten **141**, **142** außerhalb der Substrathalterung **130** angeordnet sind. In der gezeigten Ausführungsform ist der Detektor **142**, der etwa in Form eines Infrarotdetektors, eines Bildaufnahmeegerätes und dergleichen vorgesehen ist, so positioniert, dass die Oberfläche **121** mittels einer Reflexion einer Oberfläche **131s** eines Substrats **131**, das sich auf der Substrathalterung **130** befindet, „beobachtet“ werden kann. Des Weiteren ist die Strahlungsquelle **141** geeignet positioniert, um die Oberfläche **121** auf der Grundlage einer geeigneten Strahlung auszuleuchten. Beispielsweise werden FTIR-Techniken in Verbindung mit dem System **140** eingesetzt, oder in anderen Fällen wird eine Digitalkamera verwendet, um digitale Bilddaten zu erhalten, wie dies zuvor erläutert ist. In der gezeigten Ausführungsform ist ferner ein Abtastsystem **144** vorgesehen, so dass ei-

ne Änderung der Lage zumindest einer Komponente des Erkennungssystems **140** möglich ist. In der gezeigten Ausführungsform ist zumindest der Detektor **142** bewegbar, so dass seine Lage zum Gewinnen von Messdaten von unterschiedlichen Oberflächenbereichen der Immersionshaube **120** geeignet angepasst werden. In anderen anschaulichen Ausführungsformen ist der Detektor **142** geeignet so positioniert, dass auch optische Messdaten von dem Raumbereich zwischen der Oberfläche **121** und dem Substrat **131** erhalten werden können, wenn dieser beispielsweise zumindest teilweise mit dem Immersionsmedium gefüllt ist, oder auch in Abwesenheit des Immersionsmediums, und dergleichen.

**[0024]** In einigen anschaulichen Ausführungsformen wird das System **100** auf der Grundlage eines speziell gestalteten Testsubstrats betrieben, wobei die Oberfläche **131s** für eine gute Reflektivität von Strahlung sorgt, die von der Strahlungsquelle **141** ausgesendet wird. Z. B. kann unter Anwendung von UV-Strahlung das Substrat **131** als ein Siliziumsubstrat verwendet werden, oder es kann eine oder mehrere zusätzliche Materialsichten aufweisen, um damit die gesamte Reflektivität für die einfallende Strahlung zu erhöhen. Z. B. empfängt der Detektor **142**, wenn dieser als ein Bildaufnahmeegerät vorgesehen ist, ein oder mehrere Digitalbilder von der Oberfläche **121** über die Fläche **131s**, die als ein Spiegel dient. In anderen anschaulichen Ausführungsformen kann eine Abschätzung des Oberflächenstatus der Immersionshaube **120** erreicht werden, ohne dass das Substrat **131** vorgesehen wird, indem beispielsweise FTIR-Techniken angewendet werden, in denen zumindest ein Teil des einfallenden Sondierungsstrahles mit der Oberfläche **121** und damit mit Probenmaterialien, die darauf ausgebildet sind, in Wechselwirkung tritt, wie dies auch zuvor erläutert ist. In dieser Konfiguration kann auch die Substrataufnahmefläche **132** im Hinblick auf die Oberflächenkontamination bewertet werden, indem beispielsweise die Strahlungsquelle **141** und der Detektor **142** geeignet positioniert werden. In noch anderen anschaulichen Ausführungsformen ist das Erkennungssystem **140** in Funktion, während das Substrat **131** bearbeitet wird, um damit optische Messdaten zu erhalten, die auch Information im Hinblick auf das Immersionsmedium, die Oberfläche **121** und die Oberfläche **131s** enthalten. Es sollte beachtet werden, dass in diesem Falle es vorteilhaft sein kann, eine spezielle Testoberfläche **131s** bereitzustellen, um damit das Signal-Rausch-Verhältnis im Hinblick auf Materialproben, die auf der Oberfläche **131** gebildet sind und die möglicherweise innerhalb des Immersionsmediums vorhanden sind, verbessert wird, so dass die Oberfläche **131s** als eine im Wesentlichen neutrale Spiegelfläche dient. In anderen Fällen repräsentiert das Substrat **131** ein Produksubstrat mit einem darauf ausgebildeten strahlungsempfindlichen Material.

[0025] Folglich ermöglicht der Aufbau des Erkennungssystems **140** des Systems **100** aus [Fig. 1b](#) einen hohen Grad an Flexibilität, um optische Messdaten zu erhalten, wobei selbst das dynamische Verhalten in dem Spalt zwischen der Oberfläche **121** und dem Substrat **131** möglicherweise in Anwesenheit des Immersionsmediums bewertet werden kann.

[0026] [Fig. 2a](#) zeigt schematisch ein Immersionslithographiesystem **200** mit einer Substrathalterung **230**, einer Immersionshaube **220** und einem Abbildungssystem **210**. Im Hinblick auf diese Komponenten gelten die gleichen Kriterien, wie sie zuvor mit Bezug zu dem Lithographiesystem **100** beschrieben sind. Des Weiteren ist in der in [Fig. 2a](#) gezeigten Betriebsphase ein spezielles Testsubstrat **231** auf der Substrathalterung **230** angeordnet. Das Testsubstrat **231** enthält einen Bereich **231T**, der eine gewünschte Reflektivität besitzt. Das Testsubstrat **231** umfasst eine Materialschicht **233** mit einem strahlungsempfindlichen Material, etwa Photolack und dergleichen. Das Testsubstrat **231** kann auf der Grundlage gut etablierter Fertigungstechniken hergestellt werden, beispielsweise durch Ausbilden geeigneter Strukturen im Bereich **231T** unter Anwendung von Lithographie- und Strukturierungstechniken, wie sie im Stand der Technik gut bekannt sind. Beispielsweise enthält der Bereich **231T** geeignet gestaltete Gitter oder andere Muster, die die gewünschte Reflektivität für eine gegebene Wellenlänge oder Wellenlängenbereich sorgen. Auf der Grundlage der Struktur **231T** wird die Materialschicht **233** gebildet, beispielsweise durch Aufschleudern eines Polymermaterials oder Lackmaterials, das eine gewünschte Empfindlichkeit für die Belichtungswellenlänge besitzt. Bei Bedarf kann Material über der Struktur **231T** entfernt werden, etwa durch geeignete Ätztechniken, während in anderen Fällen bei Bedarf ein „sanfter“ CMP-(chemisch-mechanischer Polier-)Prozess ausgeführt wird. Es sollte beachtet werden, dass der Bereich **231T** im Vergleich zu kritischen Abmessungen von Strukturelementen, die darin enthalten sind, sehr groß ist, so dass beispielsweise ein selektives Entfernen von Material der Schicht **233** an dem Bereich **231T** weniger kritisch ist und auf der Grundlage eines beliebigen räumlich selektiven Prozesses ausgeführt werden kann, wobei die Wechselwirkung mit Material in unmittelbarer Nähe zu dem Bereich **231T** die Funktion des Testsubstrats **231** nicht negativ beeinflusst.

[0027] Während des Betriebs des Systems **200** wird das Substrat **231** auf der Substrathalterung **230** angebracht und wird in Bezug auf das Abbildungssystem **210** justiert, das einen Strahlungsausgang **232** aufweist, wie dies auch zuvor mit Bezug zu dem System **100** erläutert ist. Daraufhin wird der Bereich **231T** mittels einer geeigneten Strahlung **245** belichtet, die von einer geeigneten Strahlungsquelle (nicht gezeigt), etwa eine UV-Strahlungsquelle und dergleichen, bereitgestellt wird. In der gezeigten Ausführungsform wird die Strahlung **245** von dem Ausgang **212** so bereitgestellt, dass das Abbildungssystem und die entsprechende Strahlungsquelle der Lithographieanlage **200** als eine Quelle zum Bereitstellen eines sondierenden optischen Strahls zum Sondieren der Oberfläche **221** verwendet werden. Beispielsweise wird die Lithographieanlage **200** ohne eine Photomaske betrieben und es wird eine geeignete Belichtungs-dosis eingestellt, um die Strahlung **245** mit einer gewünschten Intensität zu erhalten, wobei die Wellenlänge der Belichtungs-wellenlänge der Anlage **200** entsprechen kann. Bei Wechselwirkung mit dem Bereich **231T** wird ein großer Teil der ein-treffenden Strahlung **245** reflektiert und wird auf die Oberfläche **221** in Form eines reflektierten Teils **245A** gelenkt. Nach der Wechselwirkung mit der Oberfläche **221**, beispielsweise nach Streuung von darauf ausgebildeten Teilchen, wird ein Strahl **245B** zum Substrat **231** gelenkt und in der Schicht **233** absorbiert, wodurch ein latentes Bild **233L** in dem Material **233** erzeugt wird. Nach dem Belichten des Substrats **231**, d. h. nach dem Belichten des Bereichs **231T** mit dem Strahl **245** und Empfangen des reflektierten und gestreuten Strahls **245B** wird das Substrat **231** einer weiteren Analyse unterzogen, etwa geeigneten Inspektionsverfahren, die in einer Fertigungsumgebung zur Herstellung von Mikrostrukturelementen verfügbar sind.

[0028] Es sollte beachtet werden, dass die Lithographieanlage **200** in einigen anschaulichen Ausführungsformen ohne das Immersionsmedium während des Erzeugens des Strahls **245** beschrieben wird, wenn die Anwesenheit des Immersionsmediums als ungeeignet erachtet wird, um ein gewünschtes latentes Bild **233L** zu erhalten. In anderen anschaulichen Ausführungsformen wird ein im Wesentlichen „regulärer“ Belichtungsprozess an dem spezifizierten Bereich **231T** ausgeführt, beispielsweise unter Anwendung des Immersionsmediums (nicht gezeigt), wenn dies gewünscht ist. Es sollte weiter beachtet werden, dass bei Bedarf die Belichtung auf der Grundlage eines speziell gestalteten Testretikels mit einem speziellen Muster ausgeführt werden kann, das somit auf die Oberfläche **221** projiziert wird und damit auch in dem latenten Bild **233L** vorhanden ist, wodurch beispielsweise die nachfolgende Analyse des latenten Bildes **233L** vereinfacht wird.

[0029] [Fig. 2b](#) zeigt schematisch eine Draufsicht des Testsubstrats **231** mit dem Testbereich **231T** und dem latenten Bild **233L** oder einer modifizierten Version davon. D. h., nach der Belichtung in der Anlage **200**, wie dies zuvor mit Bezug zu [Fig. 2a](#) erläutert ist, wird das latente Bild **233L** weiter bearbeitet, etwa mittels eines Entwicklungsprozesses und dergleichen, wodurch ein „Bild“ zumindest eines Teils der Oberfläche **211** abhängig von den optischen Eigenschaften des Testbereichs **231T**, der Belichtungs-wellenlänge, eines möglichen Lichtmusters, das darin ent-



halten ist, und dergleichen erhalten wird. Beispielsweise wird nach dem Verarbeiten des latenten Bildes **233L** entsprechende Bereiche **233P** darin erkannt, etwa durch optische Inspektion und dergleichen, die eine Angabe über den Status der Oberfläche **221** repräsentieren oder zumindest über den Status eines Teils davon. Auf der Grundlage der Kenntnis über die Eigenschaften des Gebiets **231T** und der Strahlung **235** (siehe [Fig. 2a](#)) und möglicherweise auf der Grundlage der Kenntnis eines entsprechenden Testmusters eines Testsretikels werden somit quantitative Werte, etwa im Hinblick auf die Teilchengröße, die Lage, die Teilchenanzahl und dergleichen, auf der Grundlage des latenten Bildes **233L** erhalten werden. Somit kann eine effiziente Bewertung des Status der Oberfläche **221** unter Anwendung des Testsubstrats **221** in Verbindung mit einer geeigneten Strahlungsquelle erreicht werden, wobei in einigen anschaulichen Ausführungsformen sogar das Lithographiesystem **200** selbst als eine Strahlungsquelle verwendet wird.

**[0030]** Es gilt also: Die vorliegende Offenbarung stellt Lithographiesysteme und Techniken zum Betreiben dieser Systeme bereit, wobei der Status zumindest eines Teils der Immersionshaubenoberfläche im Hinblick auf Teilchen und andere Kontaminationsstoffe unter Anwendung optischer Erkennungssysteme, etwa eines Bildaufnahmesystems, eines FTIR-Systems, und dergleichen, überwacht werden kann. Somit können „vor Ort“-Messdaten ermittelt werden, ohne dass die Einwirkung von Umgebungsluft auf das Innere des Lithographiesystems erforderlich ist. Beim Bestimmen des Status der Haubenoberfläche können geeignete Aktionen in Gang gesetzt werden, etwa ein Reinigungsprozess, während in anderen Fällen eine mehr oder weniger ausgeprägte kontinuierliche Überwachung des Kontaminationszustands erfolgen kann. Der Oberflächenzustand kann mittels eines geeigneten Maßes charakterisiert werden, um damit einen unzulässigen Zustand der Immersionshaube anzugeben. Des Weiteren kann das Maß auch zum Disponieren des gesamten Prozessablaufs in einer komplexen Fertigungsumgebung verwendet werden, beispielsweise im Hinblick auf geplante Wartungsereignisse für die Immersionslithographieanlage. In noch anderen anschaulichen Ausführungsformen wird eine effiziente Bewertung auf Grundlage spezieller Testsubstrate möglicherweise in Verbindung mit einem anlageninternen Abbildungssystem erreicht.

### Patentansprüche

1. Immersionslithographiesystem (**100, 200**) mit: einem Abbildungssystem (**110, 210**) mit einem Strahlungsausgang, der ausgebildet ist, ein definiertes Feld auf einer Oberfläche eines Substrats (**131, 231**) mit einem Strahlungsmuster zu belichten;

einer Substrathalterung (**130, 230**), die ausgebildet ist, das Substrat (**131, 231**) aufzunehmen und das Substrat (**131, 231**) in Bezug auf den Strahlungsausgang zu justieren;

einer Immersionshaube (**120, 220**), die ausgebildet ist, ein Immersionsmedium in Kontakt mit zumindest einem Teil der Oberfläche bereitzustellen, wobei die Immersionshaube (**120, 220**) eine Haubenoberfläche aufweist, die dem Substrat (**131, 231**) zugewandt ist; und

einem optischen Erkennungssystem (**140**), das ausgebildet ist, optische Messdaten zumindest von einem Bereich der Haubenoberfläche zu erzeugen; und

wobei das optische Erkennungssystem (**140**) so positioniert ist, dass die optischen Messdaten durch Reflexion eines Lichtstrahls von der Oberfläche des Substrats (**131, 231**) erzeugt werden.

2. Immersionslithographiesystem (**100, 200**) nach Anspruch 1, wobei das optische Erkennungssystem (**140**) so positioniert ist, dass die optischen Messdaten erzeugt werden, wenn das Substrat (**131, 231**) auf der Substrathalterung (**130, 230**) angeordnet ist.

3. Immersionslithographiesystem (**100, 200**) nach Anspruch 1, wobei das optische Erkennungssystem (**140**) eine Bildaufnahmeeinheit aufweist.

4. Immersionslithographiesystem (**100, 200**) nach Anspruch 3, das ferner ein Bildverarbeitungssystem aufweist, das mit der Bildaufnahmeeinheit verbunden ist.

5. Immersionslithographiesystem (**100, 200**) nach Anspruch 1, wobei das optische Erkennungssystem (**140**) eine Lichtquelle aufweist, die ausgebildet ist, einen Interferenzmodulierten sondierenden Infrarotstrahl bereitzustellen, und wobei das optische Erkennungssystem (**140**) einen Lichtdetektor aufweist, der ausgebildet ist, einen Teil des Interferenzmodulierten sondierenden Infrarotstrahls nach Wechselwirkung mit zumindest einem Bereich der Haubenoberfläche zu empfangen.

6. Immersionslithographiesystem (**100, 200**) nach Anspruch 1, das ferner ein Abtastsystem, das mit dem optischen Erkennungssystem (**140**) gekoppelt ist, aufweist.

7. Immersionslithographiesystem (**100, 200**) nach Anspruch 6, wobei das Abtastsystem ausgebildet ist, das optische Erkennungssystem (**140**) so zu positionieren, dass die optischen Messdaten während des Betriebs des Immersionslithographiesystems (**100, 200**) erzeugt werden.

8. Verfahren zum Betreiben eines Immersionslithographiesystems (**100, 200**), wobei das Verfahren umfasst:

Erhalten von optischen Messdaten von einer Oberfläche einer Immersionshaube;

Bestimmen eines Oberflächenzustands der Oberfläche auf der Grundlage der optischen Messdaten; und Steuern des Betriebs des Immersionslithographiesystems (**100, 200**) auf der Grundlage des Oberflächenzustands;

wobei Erhalten der optischen Messdaten umfasst: Erhalten eines optischen Signals von der Oberfläche durch Reflexion eines Lichtstrahls an einer Substratoberfläche, die auf einer Substrataufnahmeffläche einer Substrathalterung (**130, 230**) des Immersionslithographiesystems (**100, 200**) angeordnet ist.

der Haubenoberfläche außerhalb eines vordefinierten Bereichs liegt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei Erhalten der optischen Messdaten umfasst: Erhalten von Bilddaten von zumindest einem Teil der Oberfläche.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei Erhalten der optischen Messdaten umfasst: Belichten der Oberfläche mit einem Interferenz-modulierten Infrarotstrahl, Erfassen eines Teils des Interferenz-modulierten Infrarotstrahls und Ausführen einer Fourier-Transformation, um ein Spektrum zu erzeugen.

11. Verfahren nach Anspruch 8, das ferner umfasst: Initiieren eines Reinigungsprozesses der Oberfläche, wenn der Oberflächenzustand außerhalb eines vordefinierten zulässigen Bereichs ist.

12. Verfahren mit:

Belichten eines reflektierenden Testbereichs (**231T**) eines Testsubstrats (**131, 231**) in einem Immersionslithographiesystem (**100, 200**), um einen Teil einer Belichtungsstrahlung an einer Immersionshaubenoberfläche (**121, 221**) zu reflektieren, wobei das Testsubstrat (**131, 231**) ferner einen Detektionsbereich mit einem strahlungsempfindlichen Material aufweist; und

Bestimmen eines Status der Haubenoberfläche auf der Grundlage eines latenten Bildes (**233L**), das in dem strahlungsempfindlichen Material gebildet ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei Belichten des reflektierenden Testbereichs des Testsubstrats (**131, 231**) umfasst: Bereitstellen eines Immersionsfluids zumindest auf dem Testbereich.

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei Bestimmen eines Status der Haubenoberfläche umfasst: Bestimmen einer Größe und/oder einer Anzahl und/oder einer Lage von Teilchen auf der Grundlage des latenten Bildes.

15. Verfahren nach Anspruch 12, das ferner umfasst: Ausführen eines Reinigungsprozesses an der Haubenoberfläche, wenn der bestimmte Status

Anhängende Zeichnungen

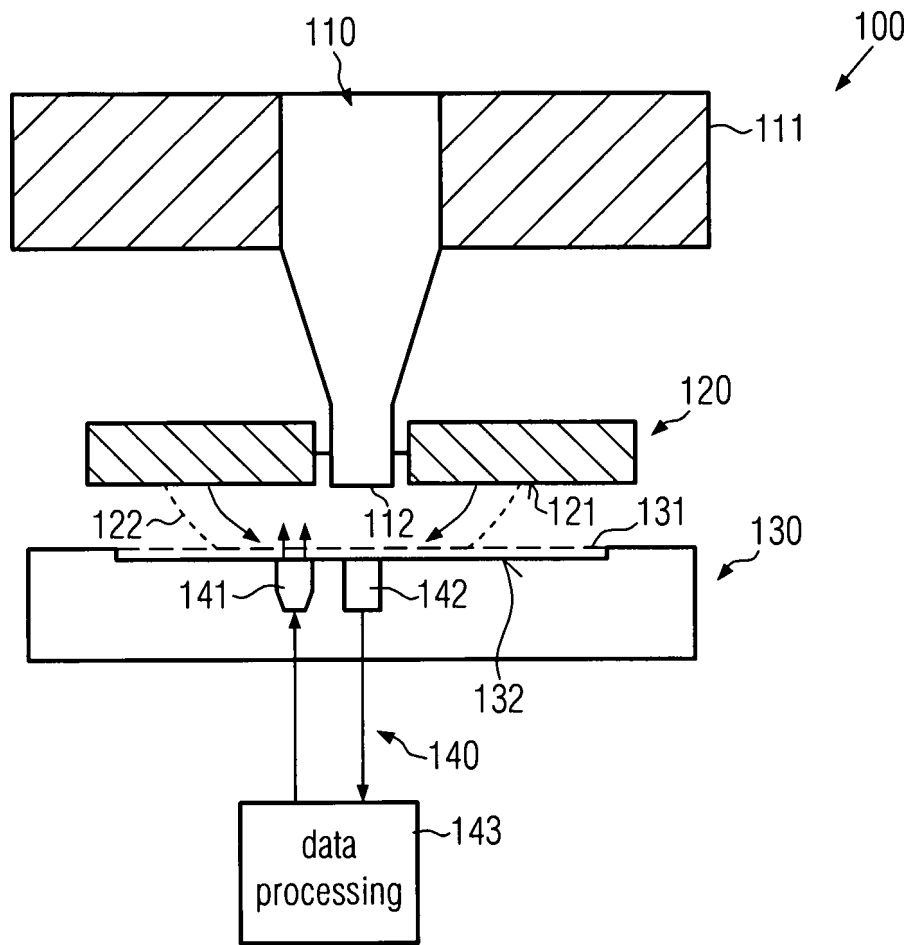


FIG. 1a

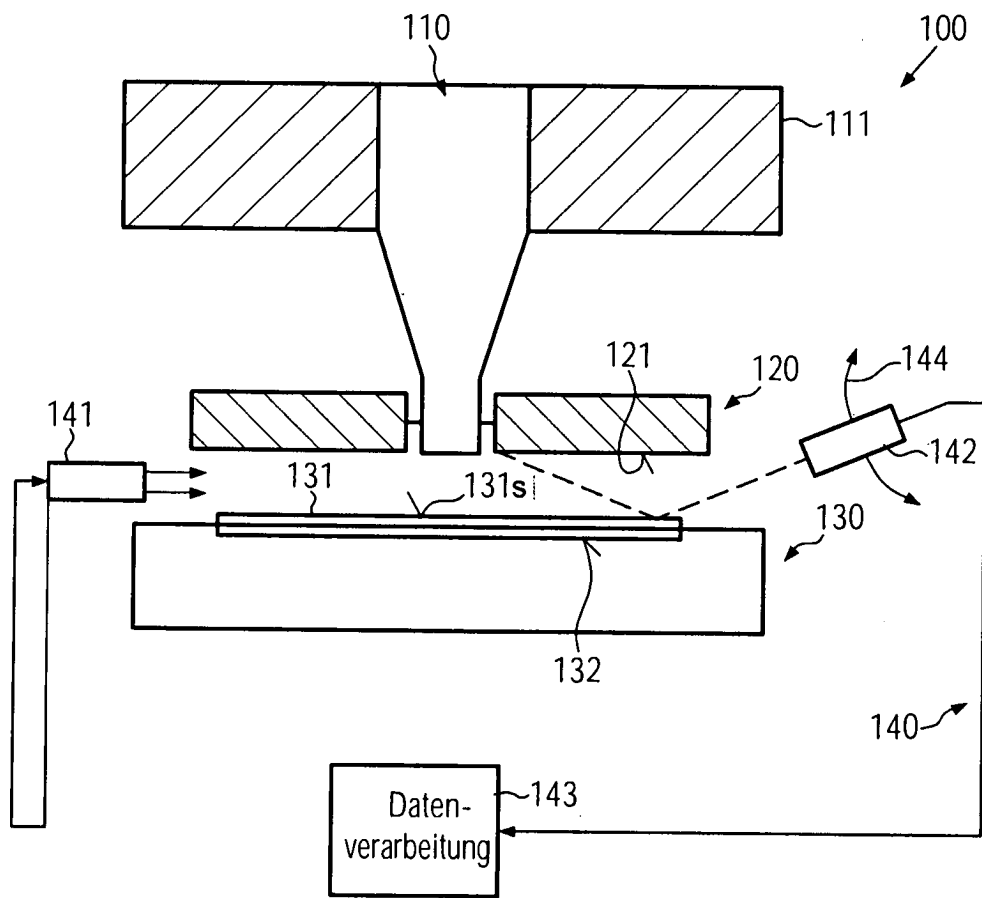


FIG. 1b

