



(10) **DE 10 2024 200 329 A1** 2024.05.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2024 200 329.8**

(22) Anmeldetag: **15.01.2024**

(43) Offenlegungstag: **08.05.2024**

(51) Int Cl.: **C10M 175/00** (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

G02B 5/09 (2006.01)

(71) Anmelder:
Carl Zeiss SMT GmbH, 73447 Oberkochen, DE

(72) Erfinder:
Wiesinger, Michael, 73447 Oberkochen, DE;
Schluesener, Carsten, 73447 Oberkochen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2008 017 888	A1
DE	10 2021 200 130	A1

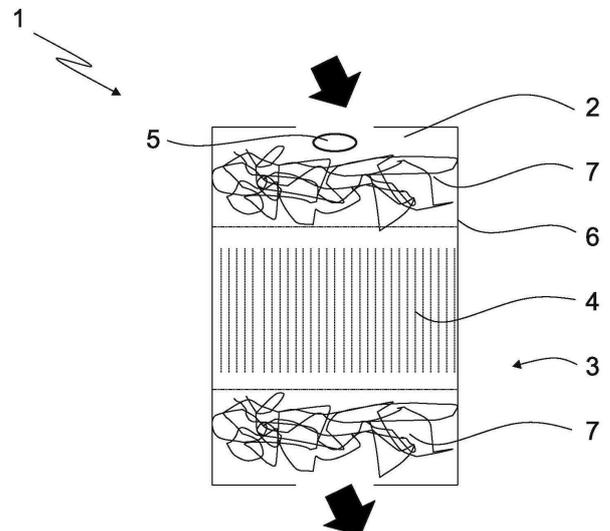
Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Filtration eines Kühlschmiermittels, Bearbeitungseinrichtung sowie Lithografiesystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Filtration eines Kühlschmiermittels (2), aufweisend eine Filtereinrichtung (3) mit einem Filtermaterial (4). Es ist vorgesehen, dass das Filtermaterial (4) zur gezielten Entnahme durch Bindung wenigstens einer Kontamination (5) aus dem Kühlschmiermittel (2) eingerichtet ist, welche eine Neigung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Filtration eines Kühlschmiermittels, aufweisend eine Filtereinrichtung mit einem Filtermaterial.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Filtration eines Kühlschmiermittels mittels einer Filtereinrichtung mit einem Filtermaterial.

[0003] Die Erfindung betrifft außerdem eine Bearbeitungseinrichtung zur kontaminationsarmen Herstellung eines, vorzugsweise mechanischen, Bauteils.

[0004] Die Erfindung betrifft zudem ein Lithografiesystem, insbesondere eine Projektionsbelichtungsanlage zur Herstellung eines Halbleiterbauteils, mit einer Mehrzahl von Bauteilen, insbesondere einem Beleuchtungssystem mit einer Strahlungsquelle sowie einer Optik, welche wenigstens ein optisches Element aufweist.

[0005] An mechanische Bauteile von Lithografiesystemen, insbesondere von EUV (extreme-ultra-violet)-Projektionsbelichtungsanlagen werden üblicherweise strenge Sauberheitskriterien angelegt.

[0006] Zur Erreichung derartiger strenger Sauberheitskriterien ist es aus dem Stand der Technik bekannt, bereits bei der Herstellung der vorgenannten mechanischen Bauteile, insbesondere bei der Herstellung von EUV-konformen mechanischen Bauteilen, strenge Sauberheitskriterien der Materialoberflächen der Bauteile einzuhalten.

[0007] Um die vorgenannten Sauberheitskriterien zu erreichen, werden gemäß dem allgemeinen Stand der Technik Betriebsmittel eingesetzt, welche keine oder nur wenige Kontaminationen enthalten.

[0008] Aus der DE 10 2005 021 057 A1 ist ein Verfahren zur Aufarbeitung von Kühlschmierstoffen bekannt.

[0009] Aus der EP 2 283 908 B1 ist eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Kühlschmierstoffen bekannt.

[0010] Aus dem Stand der Technik sind Ionentauscherpatronen zur Entnahme von Kontaminationen zum Zwecke der Herstellung von Reinstwasser bekannt. Insbesondere sind Ionentauscherpatronen zur Entfernung von Magnesium und seiner Verbindungen und Ionen aus einem Kühlschmierstoff bekannt. Darüber hinaus sind aus dem allgemeinen Stand der Technik Filtersysteme für Lösungsmittel und auch Reinigungsanlagen für Flüssigkeiten bekannt.

[0011] Nachteilig an den aus dem Stand der Technik bekannten Strategien zur Kontaminationsvermeidung ist jedoch, dass trotz eines Einsatzes der vorgenannten kontaminationsfreien Betriebsmittel ein konstanter Eintrag verschiedener unerwünschter Kontaminationen aus unbekanntem Quellen in einen Betriebsmittelkreislauf von Bearbeitungseinrichtungen oder -zentren zu einer irreversiblen Kontamination der herzustellenden Bauteile führt.

[0012] Aus dem Stand der Technik bekannte konventionelle Filtereinheiten und/oder Ionentauscherpatronen, die die störenden Kontaminationen kontinuierlich filtern könnten, können unter Umständen die eingesetzten Betriebsmittel nachteilig beeinflussen.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Filtration eines Kühlschmiermittels zu schaffen, welche die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere eine Fertigung von kontaminationsarmen Bauteilen ermöglicht.

[0014] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst.

[0015] Der vorliegenden Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Filtration eines Kühlschmiermittels zu schaffen, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere eine Fertigung von kontaminationsarmen Bauteilen ermöglicht.

[0016] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den in Anspruch 8 genannten Merkmalen gelöst.

[0017] Der vorliegenden Erfindung liegt darüber hinaus die Aufgabe zugrunde, eine Bearbeitungseinrichtung zur kontaminationsarmen Herstellung eines, vorzugsweise mechanischen, Bauteils zu schaffen, welche die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere eine Fertigung von kontaminationsarmen Bauteilen ermöglicht.

[0018] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Bearbeitungseinrichtung mit den in Anspruch 12 genannten Merkmalen gelöst.

[0019] Der vorliegenden Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Lithografiesystem zu schaffen, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere einen ungestörten Betrieb über lange Zeiträume ermöglicht.

[0020] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Lithografiesystem mit den in Anspruch 13 genannten Merkmalen gelöst.

[0021] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Filtration eines Kühlschmiermittels umfasst eine Filtereinrichtung mit einem Filtermaterial. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Filtermaterial zur gezielten Entnahme durch gezielte Bindung wenigstens einer Kontamination aus dem Kühlschmiermittel eingerichtet ist, welche eine Neigung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung aufweist.

[0022] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial zur gezielten Entnahme durch gezielte Bindung wenigstens annähernd ausschließlich der wenigstens einen Kontamination aus dem Kühlschmiermittel eingerichtet ist. Eine Entnahme anderer Bestandteile des Kühlschmiermittels ist vorzugsweise zu vermeiden.

[0023] Zur Erzielung der, insbesondere bei Bauteilen für EUV-Projektionsbelichtungsanlagen geltenden, strengen Sauberheitskriterien, ist es durch die erfindungsgemäße Vorrichtung möglich, sogenannte HiO-Kontaminationen zu vermeiden.

[0024] HiO-Kontaminationen neigen hierbei zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung („hydrogen-induced outgassing“, kurz HiO).

[0025] HiO-Kontaminationen werden unter Bedingungen, wie sie insbesondere in EUV-Projektionsbelichtungsanlagen vorherrschen, beispielsweise durch freie Wasserstoffradikale, Wasserstoffionen, Plasmabedingungen und Bedingungen mit reduziertem Druck, insbesondere Ultrahochvakuum-Bedingungen, in eine Gasphase überführt und können somit zu einer Verschlechterung einer Systemperformance beitragen. Insbesondere können schädliche Ablagerungen auf den Bauteilen von EUV-Projektionsbelichtungsanlagen gebildet werden, welche eine Lebensdauer der Anlage verringern können.

[0026] Die Erfinder haben erkannt, dass trotz eines Einsatzes von HiO-freien Betriebsmitteln, ein konstanter Eintrag verschiedener unerwünschter HiO-Kontaminationen aus unbekanntem Quellen in das Kühlschmiermittel erfolgen kann.

[0027] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung können die kritischen HiO-Kontaminationen in einer EUV-Prozesskette und somit irreversible Kontaminationen auf Bauteilen vermieden werden.

[0028] Hierdurch kann vorteilhafterweise eine Lebensdauer eines photolithographischen Gesamtsystems verbessert werden.

[0029] Insbesondere kann durch die erfindungsgemäße Vorrichtung eine gesamte Fertigung mechanischer Bauteile zur Verwendung in Lithographiesystemen kontaminationsarm gestaltet werden.

[0030] Bei dem Kühlschmiermittel kann es sich insbesondere um ein Kühlschmiermittel einer Bearbeitungseinrichtung zur Herstellung eines Bauteils, insbesondere eines mechanischen Bauteils handeln.

[0031] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial ganz oder teilweise aus wenigstens einem Metall, insbesondere einem Reinstmetall, und/oder wenigstens einer Legierung von Metallen, insbesondere Reinstmetallen, und/oder wenigstens einer Metallverbindung und/oder einer Metall-Nichtmetall-Verbindung besteht und/oder ausgebildet ist.

[0032] Wird als Filtermaterial wenigstens ein Metall und/oder eine Metalllegierung, insbesondere in Reinstform, verwendet, so zeigen die HiO-Kontaminationen eine vorteilhafte spezifische Affinität für eine Bindung an das Filtermaterial.

[0033] Insbesondere kann die gezielte Bindung der Kontamination an das Filtermaterial durch eine Chemisorption und/oder Physisorption bedingt sein.

[0034] Somit ermöglicht die Verwendung der vorgenannten Filtermaterialien eine vorteilhafte spezifisch bzw. gezielte Entnahme der Kontaminationen aus dem Kühlschmiermittel, ohne dabei das eingesetzte Kühlschmiermittel negativ zu beeinflussen.

[0035] Insbesondere kann hierdurch vermieden werden, dass ein Schmierstoff aus einem wasserbasierten Kühlschmiermittel bei der Filtration entnommen wird. Eine derartige Entnahme des Schmierstoffes kann bei aus dem Stand der Technik bekannten Filterstrategien zu einem nachteiligen Verlust einer Schmierwirkung des Kühlschmiermittels führen.

[0036] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial als Pulver, als Granulat und/oder als Folie ausgebildet ist.

[0037] Besonders vorteilhaft ist der Einsatz bzw. die Verwendung von pulverförmigen und/oder granularen und/oder folienartigen Filtermaterialien.

[0038] Durch die vorgenannten Ausprägungsformen des Filtermaterials kann eine Vergrößerung einer spezifischen Oberfläche des Filtermaterials erzielt werden. Hierdurch ergibt sich ein großer Interaktionsbereich zwischen dem Filtermaterial und dem Kühlschmiermittel und somit auch ein großer Bereich, an den die Kontaminationen spezifisch binden können.

[0039] Alternativ oder zusätzlich zu den vorgenannten Ausprägungsformen des Filtermaterials als Pulver, als Granulat und/oder als Folie kann das Filter-

material in Form von Spänen, Blechen und/oder Drähten ausgebildet sein. Im Allgemeinen kann Filtermaterial vorteilhafterweise mit einem großen Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis ausgebildet sein.

[0040] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial ganz oder teilweise aus wenigstens einem Übergangsmetall und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung besteht und/oder ein mit wenigstens einem Übergangsmetall und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung beschichtetes Pulver, Granulat und/oder Folie aufweist.

[0041] Die Erfinder haben erkannt, dass auch Übergangsmetalle und/oder mit Übergangsmetallen und/oder Metall-Nichtmetall-Verbindungen beschichtete Partikel bzw. Pulver, Granulate und/oder Folien als Filtermaterial bzw. Filtermedien für Betriebsmittel, insbesondere Kühlschmiermittel verwendet werden können.

[0042] Insbesondere haben die Erfinder erkannt, dass Metalle und/oder Verbindungen, als Filtermaterial bzw. Filtermedien für Betriebsmittel, insbesondere Kühlschmiermittel verwendet werden können, welche zum „Einfangen“ von HiO-Kontamination geeignet sind, das heißt, eine sogenannte „Getterwirkung“ aufweisen und zugleich nicht selbst Quelle einer HiO-Kontamination sind oder sein können.

[0043] Es kann als Übergangsmetall Nickel vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann als Übergangsmetall auch Eisen und/oder Kobalt vorgesehen sein.

[0044] Als Metall-Nichtmetall-Verbindung kann insbesondere Nickelposphat (NiP) vorgesehen sein.

[0045] Insbesondere können auch Mischungen zwischen Metallen und Übergangsmetallen als Filtermaterial verwendet werden. Beispielsweise kann eine Aluminium-Nickel-Legierung als Filtermaterial vorgesehen sein.

[0046] Die chemischen Elemente mit den Ordnungszahlen von 21 bis 30, 39 bis 48, 57 bis 80 und 89 bis 112 werden im Rahmen der Erfindung als Übergangsmetalle bezeichnet.

[0047] Als Metalle werden im Rahmen der Erfindung alle chemischen Elemente, die sich im Periodensystem der Elemente links und unterhalb einer Trennungslinie von Bor bis Polonium befinden, bezeichnet.

[0048] Somit gelten im Rahmen der Erfindung auch die Übergangsmetalle als Metalle. Jedoch ist nicht

jedes Metall auch ein Übergangsmetall. Insbesondere ist Aluminium kein Übergangsmetall.

[0049] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial ganz oder teilweise aus dem Übergangsmetall Nickel bestehen.

[0050] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Filtermaterial eine Aluminiumfolie und eine Nickelfolie aufweist.

[0051] Es kann vorgesehen sein, dass ein mit Metallen, insbesondere Reinstmetallen beschichtetes Pulver, Granulat oder Folie ganz oder teilweise als Filtermaterial verwendet wird.

[0052] Bei einer Beschichtung eines Pulvers, Granulats oder einer Folie mit einem Übergangsmetall und/oder einem Metall, insbesondere einem Reinstmetall, und/oder deren Legierungen ergibt sich eine größere Auswahl an Ausgangsmaterialien zur Herstellung des Pulvers, Granulats und/oder der Folie. Beispielsweise können mineralische Pulver, Granulate oder Folien, insbesondere aus Keramik, mit Metallen, Metalllegierungen, Reinstmetallen, Reinstmetallegerungen, Metallverbindungen und/oder Übergangsmetallen oder Übergangsmetallegerungen und/oder Metall-Nichtmetall-Verbindungen beschichtet werden.

[0053] Es kann ferner vorgesehen sein, dass das Filtermaterial, insbesondere auch im Fall von Übergangsmetallen und/oder Übergangsmetallverbindungen und/oder Übergangsmetallegerungen und/oder Metall-Nichtmetall-Verbindungen in Form von Pulver, Granulat oder Folien vorliegt.

[0054] Es kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial metallbeschichtete Partikel, metallbeschichtete Granulate und/oder metallbeschichtete Folien aufweist und/oder aus diesen besteht.

[0055] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial ganz oder teilweise aus Aluminium und/oder einer oder mehreren Arten von Aluminiumverbindungen, insbesondere einem Aluminiumoxid, besteht.

[0056] Die Erfinder haben erkannt, dass Aluminium, Aluminiumlegierungen und/oder Aluminiumoxid, insbesondere in Pulverform, in Granulatform und oder in Folienform, ein weiteres geeignetes Filtermedium bzw. Filtermaterial darstellt. Durch den Einsatz von Aluminium oder Aluminiumoxid kann das Kühlschmiermittel, aber auch andere Betriebsmittel, kontinuierlich von kritischen Kontaminationen befreit werden.

[0057] Die Erfinder haben erkannt, dass beispielsweise Silikate, welche zu den HiO-Kontaminationen zählen, mit Aluminium und/oder Aluminiumverbindungen reagieren und eine Oberfläche des Filtermaterials passivieren.

[0058] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass die Kontamination Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Silizium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei aufweist.

[0059] Als besonders bedeutende Bestandteile der HiO-Kontaminationen gelten Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Silizium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei. Die vorgenannten Elemente können hierbei als Reinstoff bzw. elementar, als Ionen und/oder als Verbindungen mit anderen Elementen bzw. untereinander vorliegen.

[0060] Das Merkmal, wonach die Kontamination Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Silizium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei aufweist, ist im Rahmen der Erfindung derart zu verstehen, dass die zu entnehmende Kontamination einzelne, mehrere oder alle der folgenden Elemente in Form von Ionen, als Teil von Verbindungen und/oder in elementarer Form enthalten kann: Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Silizium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei.

[0061] Die vorgenannten Elemente bzw. HiO-Elemente können sowohl in Form von Ionen, als Teil von Verbindungen und/oder in elementarer Form in der zu entnehmenden HiO-Kontamination enthalten sein.

[0062] Es ist daher von besonderem Vorteil, wenn insbesondere, aber nicht ausschließlich die vorgenannten HiO-Elemente aus dem Kühlschmiermittel entnommen werden.

[0063] Hierdurch können die vorgenannten HiO-Elemente als Kontamination an den herzustellenden Bauteilen vermieden werden.

[0064] Es hat sich gezeigt, dass die vorgenannten Filtermaterialien in ihren vorgenannten Ausbildungsformen besonders geeignet zur spezifischen bzw. gezielten Bindung und damit zur gezielten Entnahme der vorgenannten HiO-Elemente sind.

[0065] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass die Filtereinrichtung einen Behälter und/oder eine Kartusche aufweist, in welchem das Filtermaterial angeordnet ist, und/oder dass ein Packmaterial zur Fixierung des Filtermaterials vorhanden ist.

[0066] Es kann vorgesehen sein, dass die vorgenannten Filtermaterialien in einem Behälter und/oder einer Kartusche in einen Kreislauf des Kühlschmiermittels eingebracht werden. Insbesondere kann dieser Kreislauf des Kühlschmiermittels ein Teil einer Bearbeitungseinrichtung zur Bearbeitung eines Bauteils für ein Lithografiesystem sein.

[0067] Es kann ferner vorgesehen sein, dass das Filtermaterial direkt in eine Kühlschmiermittelversorgung der Bearbeitungseinrichtung auch ohne Behälter eingebracht ist.

[0068] Das Vorhandensein eines Packmaterials bzw. Packmediums zur Fixierung des Filtermaterials hat den Vorteil, dass eine Passage des Kühlschmiermittels durch das Filtermaterial und/oder an dem Filtermaterial entlang besonders präzise gesteuert werden kann.

[0069] Es können als Packmaterial Zellulose und/oder Nanofasern, insbesondere Kohlenstoffnanofasern, vorgesehen sein.

[0070] Insbesondere bei der Verwendung von Behältern und/oder Kartuschen kann die Filtration in der Art einer Dead-End-Filtration erfolgen.

[0071] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Filtration eines Kühlschmiermittels mit den in Anspruch 8 genannten Merkmalen.

[0072] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Filtration eines Kühlschmiermittels mittels einer Filtereinrichtung mit einem Filtermaterial wird wenigstens eine Kontamination, die eine Neigung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung aufweist, gezielt aus dem Kühlschmiermittel durch Bindung an das Filtermaterial entnommen.

[0073] Durch das erfindungsgemäße Verfahren können HiO-Kontaminationen auf Bauteilen, insbesondere mechanischen Bauteilen in EUV-Projektionsbelichtungsanlagen, vermieden werden.

[0074] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens können diese Kontaminationen bereits in den Vorprozessen, insbesondere bei einer mechanischen Bearbeitung der herzustellenden Bauteile unterbunden bzw. minimiert werden.

[0075] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann eine vorteilhafte Verarmung von HiO-Kontaminationen in dem Kühlschmiermittel erreicht werden.

[0076] Es kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial aus einem Aluminium und/oder einem Aluminiumoxid in verschiedenen Ausführungsformen, insbesondere einem Pulver, Granulat oder einer Folie ausgebildet wird.

[0077] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial in einem Behälter und/oder einer Kartusche in einen Kreislauf des Kühlschmiermittels einer Bearbeitungseinrichtung derart eingebracht wird, dass wenigstens ein Teil eines Volumens des Kühlschmiermittels kontinuierlich durch das Filtermaterial strömt, vorzugsweise ein gesamtes Volumen des Kühlschmiermittels kontinuierlich durch das Filtermaterial strömt.

[0078] Ist vorgesehen, dass das Filtermaterial in einem Behälter und/oder einer Kartusche in einen Kreislauf des Kühlschmiermittels eingebracht wird, so ist es von Vorteil, wenn eine gesamte Kühlschmiermittelversorgung und/oder ein Teil der Kühlschmiermittelversorgung kontinuierlich durch das Filtermaterial laufen.

[0079] Hierdurch kann das Kühlschmiermittel kontinuierlich von kritischen HiO-Kontaminationen, insbesondere kritischen HiO-Elementen befreit werden. Besonders kritische HiO-Kontaminationen können einzelne, mehrere oder alle der folgenden Elemente in Form von Ionen, als Teil von Verbindungen und/oder in elementarer Form enthalten: Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Silizium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei..

[0080] Die vorgenannten Elemente bzw. HiO-Elemente können sowohl in Form von Ionen, als Teil von Verbindungen und/oder in elementarer Form in der zu entnehmenden HiO-Kontamination enthalten sein. Derartige HiO-Kontaminationen sind besonders kritisch.

[0081] Durch die vorgeschriebenen Maßnahmen kann ein kontinuierlicher Austrag von Kontaminationen aus dem Kühlschmiermittelkreislauf gewährleistet werden. Hierdurch kann ein Kontaminationsrisiko für die herzustellenden Bauteile, insbesondere für EUV-Bauteile reduziert werden.

[0082] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial direkt in eine Kühlschmiermittelversorgung, insbesondere ein Maschinenbett, einer Bearbeitungseinrichtung eingebracht wird.

[0083] Wird das Filtermaterial direkt in die Kühlschmiermittelversorgung ohne ein gesondertes Behältnis eingebracht, so kann die Filtration vorzugsweise in der Art einer Tangentialflussfiltration erfolgen.

[0084] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Kühlschmiermittel während einer Herstellung eines Bauteils, insbesondere eines optischen Elements, eines Lithografiesystems filtriert wird.

[0085] Bei dem Bauteil kann es sich insbesondere um eine mechanische Komponente eines Lithografiesystems handeln, die ein optisches Element hält. Beispielsweise kann es sich um einen Halter, Rahmen und/oder Aktuator handeln.

[0086] Bei dem Bauteil kann es sich aber auch um eine mechanische Komponente handeln, welche allgemein zu einer Funktion des gesamten Lithografiesystems beiträgt.

[0087] Im Allgemeinen kann es sich bei dem Bauteil insbesondere um ein mechanisches Bauteil handeln, welches für die Funktion eines Lithografiesystems essentiell ist.

[0088] Das optische Element kann insbesondere als Linse und/oder als Spiegel ausgebildet sein. Allerdings kann das optische Element auch zugeordnete und/oder mechanisch verbundene Teile umfassen.

[0089] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders zur Anwendung bei der Herstellung eines optischen Elements eines Lithografiesystems.

[0090] Besonders wenn das herzustellende Bauteil, insbesondere ein optisches Element, unter den speziellen Bedingungen in EUV-Projektionsbelichtungsanlagen eingesetzt wird, ist eine Fertigung unter HiO-kontaminationsarmen Bedingungen gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren von besonderem Vorteil.

[0091] Kontaminationen, die zur wasserstoffinduzierten Ausgasung neigen, zeigen diese Ausgasungen besonders unter den Bedingungen in EUV-Projektionsbelichtungsanlagen, die ein hohes Vorkommen von Radikalen, insbesondere freien Wasserstoffradikalen, Ionen, insbesondere Wasserstoffionen, sowie Hochvakuumbedingungen aufweisen.

[0092] Die Erfindung betrifft ferner eine Bearbeitungseinrichtung mit den in Anspruch 12 genannten Merkmalen.

[0093] Die erfindungsgemäße Bearbeitungseinrichtung dient zur kontaminationsarmen Herstellung eines, vorzugsweise mechanischen, Bauteils. Insbesondere dient die erfindungsgemäße Bearbeitungseinrichtung zur kontaminationsarmen Herstellung eines Bauteils eines Lithografiesystems. Bei der Bearbeitungseinrichtung ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich ist die erfindungsgemäße Bearbeitungseinrichtung zur Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet.

[0094] Die erfindungsgemäße Bearbeitungseinrichtung hat durch die Verwendung der erfindungsgemä-

ßen Vorrichtung und/oder die Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens den Vorteil, dass durch sie Bauteile für Lithographiesysteme hergestellt werden können, die besonders kontaminationsarm, insbesondere besonders arm an HiO-Kontaminationen sind. Dadurch sind die Bauteile besonders vorteilhaft in den Bedingungen einsetzbar, welche in Lithographiesystemen herrschen.

[0095] Die Erfindung betrifft ferner ein Lithographiesystem mit den in Anspruch 13 genannten Merkmalen.

[0096] Das erfindungsgemäße Lithographiesystem, welches insbesondere eine Projektionsbelichtungsanlage zur Herstellung eines Halbleiterbauteils sein kann, umfasst eine Mehrzahl von Bauteilen. Insbesondere umfasst das erfindungsgemäße Lithographiesystem ein Beleuchtungssystem mit einer Strahlungsquelle sowie eine Optik, welche wenigstens ein optisches Element aufweist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass wenigstens eines der Bauteile, insbesondere wenigstens eines der optischen Elemente, teilweise oder vollständig unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellt ist.

[0097] Das erfindungsgemäße Lithographiesystem hat eine vorteilhaft lange Lebensdauer, da die in dem erfindungsgemäßen Lithographiesystem verbauten Bauteile keine Kontamination aufweisen, welche eine Neigung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung aufweisen. Hierdurch können schädliche wasserstoffinduzierte Ausgasungen, welche einen negativen Einfluss auf eine Lebensdauer des photolithografischen Gesamtsystems haben, vermieden werden.

[0098] Die insbesondere in EUV-Projektionsbelichtungsanlagen vorherrschenden Wasserstoffradikale und Ionen brechen auch anorganische Verbindungen, so dass beispielsweise Siliciumoxid zu Silanen umgewandelt werden kann. Diese können wiederum in eine Gasphase übergehen.

[0099] Merkmale, die im Zusammenhang mit einem der Gegenstände der Erfindung, namentlich gegeben durch die erfindungsgemäße Vorrichtung, das erfindungsgemäße Verfahren, die erfindungsgemäße Bearbeitungseinrichtung oder die erfindungsgemäße EUV-Projektionsbelichtungsanlage, beschrieben wurden, sind auch für die anderen Gegenstände der Erfindung vorteilhaft umsetzbar. Ebenso können Vorteile, die im Zusammenhang mit einem der Gegenstände der Erfindung genannt wurden, auch auf die anderen Gegenstände der Erfindung bezogen verstanden werden.

[0100] Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass Begriffe wie „umfassend“, „aufweisend“ oder „mit“ keine anderen Merkmale oder Schritte ausschließen. Ferner schließen Begriffe wie „ein“ oder „das“, die auf eine Einzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Merkmalen oder Schritten aus - und umgekehrt.

[0101] In einer puristischen Ausführungsform der Erfindung kann allerdings auch vorgesehen sein, dass die in der Erfindung mit den Begriffen „umfassend“, „aufweisend“ oder „mit“ eingeführten Merkmale abschließend aufgezählt sind. Dementsprechend kann eine oder können mehrere Aufzählungen von Merkmalen im Rahmen der Erfindung als abgeschlossen betrachtet werden, beispielsweise jeweils für jeden Anspruch betrachtet. Die Erfindung kann beispielsweise ausschließlich aus den in Anspruch 1 genannten Merkmalen bestehen.

[0102] Es sei erwähnt, dass Bezeichnungen wie „erstes“ oder „zweites“ etc. vornehmlich aus Gründen der Unterscheidbarkeit von jeweiligen Vorrichtungs- oder Verfahrensmerkmalen verwendet werden und nicht unbedingt andeuten sollen, dass sich Merkmale gegenseitig bedingen oder miteinander in Beziehung stehen.

[0103] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

[0104] Die Figuren zeigen jeweils bevorzugte Ausführungsbeispiele, in denen einzelne Merkmale der vorliegenden Erfindung in Kombination miteinander dargestellt sind. Merkmale eines Ausführungsbeispiels sind auch losgelöst von den anderen Merkmalen des gleichen Ausführungsbeispiels umsetzbar und können dementsprechend von einem Fachmann ohne Weiteres zu weiteren sinnvollen Kombinationen und Unterkombinationen mit Merkmalen anderer Ausführungsbeispiele verbunden werden.

[0105] In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0106] Es zeigen:

Fig. 1 eine EUV-Projektionsbelichtungsanlage im Meridionalschnitt;

Fig. 2 eine DUV-Projektionsbelichtungsanlage;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 6 eine blockdiagrammartige Darstellung einer möglichen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bearbeitungseinrichtung; und

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bearbeitungseinrichtung.

[0107] Im Folgenden werden zunächst unter Bezugnahme auf **Fig. 1** exemplarisch die wesentlichen Bestandteile einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 für die Mikrolithografie als Beispiel für ein Lithographiesystem beschrieben. Die Beschreibung des grundsätzlichen Aufbaus der EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 sowie deren Bestandteile sei hierbei nicht einschränkend verstanden.

[0108] Ein Beleuchtungssystem 101 der EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 weist neben einer Strahlungsquelle 102 eine Beleuchtungsoptik 103 zur Beleuchtung eines Objektfeldes 104 in einer Objektebene 105 auf. Belichtet wird hierbei ein im Objektfeld 104 angeordnetes Retikel 106. Das Retikel 106 ist von einem Retikelhalter 107 gehalten. Der Retikelhalter 107 ist über einen Retikelverlagerungsantrieb 108 insbesondere in einer Scanrichtung verlagerbar.

[0109] In **Fig. 1** ist zur Erläuterung ein kartesisches xyz-Koordinatensystem eingezeichnet. Die x-Richtung verläuft senkrecht in die Zeichenebene hinein. Die y-Richtung verläuft horizontal und die z-Richtung verläuft vertikal. Die Scanrichtung verläuft in **Fig. 1** längs der y-Richtung. Die z-Richtung verläuft senkrecht zur Objektebene 105.

[0110] Die EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 umfasst eine Projektionsoptik 109. Die Projektionsoptik 109 dient zur Abbildung des Objektfeldes 104 in ein Bildfeld 110 in einer Bildebene 111. Die Bildebene 111 verläuft parallel zur Objektebene 105.

[0111] Alternativ ist auch ein von 0° verschiedener Winkel zwischen der Objektebene 105 und der Bildebene 111 möglich.

[0112] Abgebildet wird eine Struktur auf dem Retikel 106 auf eine lichtempfindliche Schicht eines im Bereich des Bildfeldes 110 in der Bildebene 111 angeordneten Wafers 112. Der Wafer 112 wird von einem Waferhalter 113 gehalten. Der Waferhalter 113 ist über einen Waferverlagerungsantrieb 114 insbesondere längs der y-Richtung verlagerbar. Die Verlagerung einerseits des Retikels 106 über den

Retikelverlagerungsantrieb 108 und andererseits des Wafers 112 über den Waferverlagerungsantrieb 114 kann synchronisiert zueinander erfolgen.

[0113] Bei der Strahlungsquelle 102 handelt es sich um eine EUV-Strahlungsquelle. Die Strahlungsquelle 102 emittiert insbesondere EUV-Strahlung 115, welche im Folgenden auch als Nutzstrahlung oder Beleuchtungsstrahlung bezeichnet wird. Die Nutzstrahlung 115 hat insbesondere eine Wellenlänge im Bereich zwischen 5 nm und 30 nm. Bei der Strahlungsquelle 102 kann es sich um eine Plasmaquelle handeln, zum Beispiel um eine LPP-Quelle („Laser Produced Plasma“, mithilfe eines Lasers erzeugtes Plasma) oder um eine DPP-Quelle („Gas Discharged Produced Plasma“, mittels Gasentladung erzeugtes Plasma). Es kann sich auch um eine synchrotronbasierte Strahlungsquelle handeln. Bei der Strahlungsquelle 102 kann es sich um einen Freie-Elektronen-Laser („Free-Electron-Laser“, FEL) handeln.

[0114] Die Beleuchtungsstrahlung 115, die von der Strahlungsquelle 102 ausgeht, wird von einem Kollektor 116 gebündelt. Bei dem Kollektor 116 kann es sich um einen Kollektor mit einer oder mit mehreren ellipsoidalen und/oder hyperboloiden Reflexionsflächen handeln. Die mindestens eine Reflexionsfläche des Kollektors 116 kann im streifenden Einfall („Grazing Incidence“, GI), also mit Einfallswinkeln größer als 45° , oder im normalen Einfall („Normal Incidence“, NI), also mit Einfallswinkeln kleiner als 45° , mit der Beleuchtungsstrahlung 115 beaufschlagt werden. Der Kollektor 116 kann einerseits zur Optimierung seiner Reflektivität für die Nutzstrahlung 115 und andererseits zur Unterdrückung von Falschlicht strukturiert und/oder beschichtet sein.

[0115] Nach dem Kollektor 116 propagiert die Beleuchtungsstrahlung 115 durch einen Zwischenfokus in einer Zwischenfokusebene 117. Die Zwischenfokusebene 117 kann eine Trennung zwischen einem Strahlungsquellenmodul, aufweisend die Strahlungsquelle 102 und den Kollektor 116, und der Beleuchtungsoptik 103 darstellen.

[0116] Die Beleuchtungsoptik 103 umfasst einen Umlenkspiegel 118 und diesem im Strahlengang nachgeordnet einen ersten Facettenspiegel 119. Bei dem Umlenkspiegel 118 kann es sich um einen planen Umlenkspiegel oder alternativ um einen Spiegel mit einer über die reine Umlenkungswirkung hinaus bündelbeeinflussenden Wirkung handeln. Alternativ oder zusätzlich kann der Umlenkspiegel 118 als Spektralfilter ausgeführt sein, der eine Nutzwellenlänge der Beleuchtungsstrahlung 115 von Falschlicht einer hiervon abweichenden Wellenlänge trennt. Sofern der erste Facettenspiegel 119 in einer Ebene der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet ist, die zur Objektebene 105 als Feldebene optisch konjugiert ist, wird dieser auch als Feldfacettenspiegel

bezeichnet. Der erste Facettenspiegel 119 umfasst eine Vielzahl von einzelnen ersten Facetten 120, welche im Folgenden auch als Feldfacetten bezeichnet werden. Von diesen Facetten 120 sind in der **Fig. 1** nur beispielhaft einige dargestellt.

[0117] Die ersten Facetten 120 können als makroskopische Facetten ausgeführt sein, insbesondere als rechteckige Facetten oder als Facetten mit bogenförmiger oder teilkreisförmiger Randkontur. Die ersten Facetten 120 können als plane Facetten oder alternativ als konvex oder konkav gekrümmte Facetten ausgeführt sein.

[0118] Wie beispielsweise aus der DE 10 2008 009 600 A1 bekannt ist, können die ersten Facetten 120 selbst jeweils auch aus einer Vielzahl von Einzelspiegeln, insbesondere einer Vielzahl von Mikrosiegeln, zusammengesetzt sein. Der erste Facettenspiegel 119 kann insbesondere als mikroelektromechanisches System (MEMS-System) ausgebildet sein. Für Details wird auf die DE 10 2008 009 600 A1 verwiesen.

[0119] Zwischen dem Kollektor 116 und dem Umlenkspiegel 118 verläuft die Beleuchtungsstrahlung 115 horizontal, also längs der y-Richtung.

[0120] Im Strahlengang der Beleuchtungsoptik 103 ist dem ersten Facettenspiegel 119 nachgeordnet ein zweiter Facettenspiegel 121. Sofern der zweite Facettenspiegel 121 in einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet ist, wird dieser auch als Pupillenfacettenspiegel bezeichnet. Der zweite Facettenspiegel 121 kann auch beabstandet zu einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet sein. In diesem Fall wird die Kombination aus dem ersten Facettenspiegel 119 und dem zweiten Facettenspiegel 121 auch als spekulärer Reflektor bezeichnet. Spekulare Reflektoren sind bekannt aus der US 2006/0132747 A1, der EP 1 614 008 B1 und der US 6,573,978.

[0121] Der zweite Facettenspiegel 121 umfasst eine Mehrzahl von zweiten Facetten 122. Die zweiten Facetten 122 werden im Falle eines Pupillenfacettenspiegels auch als Pupillenfacetten bezeichnet.

[0122] Bei den zweiten Facetten 122 kann es sich ebenfalls um makroskopische Facetten, die beispielsweise rund, rechteckig oder auch hexagonal berandet sein können, oder alternativ um aus Mikrosiegeln zusammengesetzte Facetten handeln. Diesbezüglich wird ebenfalls auf die DE 10 2008 009 600 A1 verwiesen.

[0123] Die zweiten Facetten 122 können plane oder alternativ konvex oder konkav gekrümmte Reflexionsflächen aufweisen.

[0124] Die Beleuchtungsoptik 103 bildet somit ein doppelt facettiertes System. Dieses grundlegende Prinzip wird auch als Fliegenaugeintegrator („Fly's Eye Integrator“) bezeichnet.

[0125] Es kann vorteilhaft sein, den zweiten Facettenspiegel 121 nicht exakt in einer Ebene, welche zu einer Pupillenebene der Projektionsoptik 109 optisch konjugiert ist, anzuordnen.

[0126] Mit Hilfe des zweiten Facettenspiegels 121 werden die einzelnen ersten Facetten 120 in das Objektfeld 104 abgebildet. Der zweite Facettenspiegel 121 ist der letzte bündelformende oder auch tatsächlich der letzte Spiegel für die Beleuchtungsstrahlung 115 im Strahlengang vor dem Objektfeld 104.

[0127] Bei einer weiteren, nicht dargestellten Ausführung der Beleuchtungsoptik 103 kann im Strahlengang zwischen dem zweiten Facettenspiegel 121 und dem Objektfeld 104 eine Übertragungsoptik angeordnet sein, die insbesondere zur Abbildung der ersten Facetten 120 in das Objektfeld 104 beiträgt. Die Übertragungsoptik kann genau einen Spiegel, alternativ aber auch zwei oder mehr Spiegel aufweisen, welche hintereinander im Strahlengang der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet sind. Die Übertragungsoptik kann insbesondere einen oder zwei Spiegel für senkrechten Einfall (NI-Spiegel, „Normal Incidence“-Spiegel) und/oder einen oder zwei Spiegel für streifenden Einfall (GI-Spiegel, „Gracing Incidence“-Spiegel) umfassen.

[0128] Die Beleuchtungsoptik 103 hat bei der Ausführung, die in der **Fig. 1** gezeigt ist, nach dem Kollektor 116 genau drei Spiegel, nämlich den Umlenkspiegel 118, den Feldfacettenspiegel 119 und den Pupillenfacettenspiegel 121.

[0129] Bei einer weiteren Ausführung der Beleuchtungsoptik 103 kann der Umlenkspiegel 118 auch entfallen, so dass die Beleuchtungsoptik 103 nach dem Kollektor 116 dann genau zwei Spiegel aufweisen kann, nämlich den ersten Facettenspiegel 119 und den zweiten Facettenspiegel 121.

[0130] Die Abbildung der ersten Facetten 120 mittels der zweiten Facetten 122 beziehungsweise mit den zweiten Facetten 122 und einer Übertragungsoptik in die Objektebene 105 ist regelmäßig nur eine näherungsweise Abbildung.

[0131] Die Projektionsoptik 109 umfasst eine Mehrzahl von Spiegeln M_i , welche gemäß ihrer Anordnung im Strahlengang der EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 durchnummeriert sind.

[0132] Bei dem in der **Fig. 1** dargestellten Beispiel umfasst die Projektionsoptik 109 sechs Spiegel M_1

bis M6. Alternativen mit vier, acht, zehn, zwölf oder einer anderen Anzahl an Spiegeln Mi sind ebenso möglich. Der vorletzte Spiegel M5 und der letzte Spiegel M6 haben jeweils eine Durchtrittsöffnung für die Beleuchtungsstrahlung 115. Bei der Projektionsoptik 109 handelt es sich um eine doppelt obskurierte Optik. Die Projektionsoptik 109 hat eine bildseitige numerische Apertur, die größer ist als 0,5 und die auch größer sein kann als 0,6 und die beispielsweise 0,7 oder 0,75 betragen kann.

[0133] Reflexionsflächen der Spiegel Mi können als Freiformflächen ohne Rotationssymmetrieachse ausgeführt sein. Alternativ können die Reflexionsflächen der Spiegel Mi als asphärische Flächen mit genau einer Rotationssymmetrieachse der Reflexionsflächenform gestaltet sein. Die Spiegel Mi können, genauso wie die Spiegel der Beleuchtungsoptik 103, hoch reflektierende Beschichtungen für die Beleuchtungsstrahlung 115 aufweisen. Diese Beschichtungen können als Multilayer-Beschichtungen, insbesondere mit alternierenden Lagen aus Molybdän und Silizium, gestaltet sein.

[0134] Die Projektionsoptik 109 hat einen großen Objekt-Bildversatz in der y-Richtung zwischen einer y-Koordinate eines Zentrums des Objektfeldes 104 und einer y-Koordinate des Zentrums des Bildfeldes 110. Dieser Objekt-Bild-Versatz in der y-Richtung kann in etwa so groß sein wie ein z-Abstand zwischen der Objektebene 105 und der Bildebene 111.

[0135] Die Anzahl von Zwischenbildebenen in der x- und in der y-Richtung im Strahlengang zwischen dem Objektfeld 104 und dem Bildfeld 110 kann gleich sein oder kann, je nach Ausführung der Projektionsoptik 109, unterschiedlich sein. Beispiele für Projektionsoptiken mit unterschiedlichen Anzahlen derartiger Zwischenbilder in x- und y-Richtung sind bekannt aus der US 2018/0074303 A1.

[0136] Jeweils eine der Pupillenfacetten 122 ist genau einer der Feldfacetten 120 zur Ausbildung jeweils eines Beleuchtungskanals zur Ausleuchtung des Objektfeldes 104 zugeordnet. Es kann sich hierdurch insbesondere eine Beleuchtung nach dem Köhlerschen Prinzip ergeben. Das Fernfeld wird mit Hilfe der Feldfacetten 120 in eine Vielzahl an Objektfeldern 104 zerlegt. Die Feldfacetten 120 erzeugen eine Mehrzahl von Bildern des Zwischenfokus auf den diesen jeweils zugeordneten Pupillenfacetten 122.

[0137] Die Feldfacetten 120 werden jeweils von einer zugeordneten Pupillenfacette 122 einander überlagernd zur Ausleuchtung des Objektfeldes 104 auf das Retikel 106 abgebildet. Die Ausleuchtung des Objektfeldes 104 ist insbesondere möglichst homogen. Sie weist vorzugsweise einen Uniformitätsfehler von weniger als 2% auf. Die Felduniformi-

tät kann über die Überlagerung unterschiedlicher Beleuchtungskanäle erreicht werden.

[0138] Durch eine Anordnung der Pupillenfacetten kann geometrisch die Ausleuchtung der Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 definiert werden. Durch Auswahl der Beleuchtungskanäle, insbesondere der Teilmenge der Pupillenfacetten, die Licht führen, kann die Intensitätsverteilung in der Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 eingestellt werden. Diese Intensitätsverteilung wird auch als Beleuchtungssetting bezeichnet.

[0139] Eine ebenfalls bevorzugte Pupillenuniformität im Bereich definiert ausgeleuchteter Abschnitte einer Beleuchtungspupille der Beleuchtungsoptik 103 kann durch eine Umverteilung der Beleuchtungskanäle erreicht werden.

[0140] Im Folgenden werden weitere Aspekte und Details der Ausleuchtung des Objektfeldes 104 sowie insbesondere der Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 beschrieben.

[0141] Die Projektionsoptik 109 kann insbesondere eine homozentrische Eintrittspupille aufweisen. Diese kann zugänglich sein. Sie kann auch unzugänglich sein.

[0142] Die Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 lässt sich regelmäßig mit dem Pupillenfacettenspiegel 121 nicht exakt ausleuchten. Bei einer Abbildung der Projektionsoptik 109, welche das Zentrum des Pupillenfacettenspiegels 121 telezentrisch auf den Wafer 112 abbildet, schneiden sich die Aperturstrahlen oftmals nicht in einem einzigen Punkt. Es lässt sich jedoch eine Fläche finden, in welcher der paarweise bestimmte Abstand der Aperturstrahlen minimal wird. Diese Fläche stellt die Eintrittspupille oder eine zu ihr konjugierte Fläche im Ortsraum dar. Insbesondere zeigt diese Fläche eine endliche Krümmung.

[0143] Es kann sein, dass die Projektionsoptik 109 unterschiedliche Lagen der Eintrittspupille für den tangentialen und für den sagittalen Strahlengang aufweist. In diesem Fall sollte ein abbildendes Element, insbesondere ein optisches Bauelement der Übertragungsoptik, zwischen dem zweiten Facettenspiegel 121 und dem Retikel 106 bereitgestellt werden. Mit Hilfe dieses optischen Bauelements kann die unterschiedliche Lage der tangentialen Eintrittspupille und der sagittalen Eintrittspupille berücksichtigt werden.

[0144] Bei der in der Fig. 1 dargestellten Anordnung der Komponenten der Beleuchtungsoptik 103 ist der Pupillenfacettenspiegel 121 in einer zur Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 konjugierten Fläche angeordnet. Der erste Feldfacettenspiegel 119 ist

verkippt zur Objektebene 105 angeordnet. Der erste Facettenspiegel 119 ist verkippt zu einer Anordnungsebene angeordnet, die vom Umlenkspiegel 118 definiert ist.

[0145] Der erste Facettenspiegel 119 ist verkippt zu einer Anordnungsebene angeordnet, die vom zweiten Facettenspiegel 121 definiert ist.

[0146] In **Fig. 2** ist eine beispielhafte DUV-Projektionsbelichtungsanlage 200 dargestellt. Die DUV-Projektionsbelichtungsanlage 200 weist ein Beleuchtungssystem 201, eine Retikelstage 202 genannten Einrichtung zur Aufnahme und exakten Positionierung eines Retikels 203, durch welches die späteren Strukturen auf einem Wafer 204 bestimmt werden, einen Waferhalter 205 zur Halterung, Bewegung und exakten Positionierung des Wafers 204 und eine Abbildungseinrichtung, nämlich eine Projektionsoptik 206, mit mehreren optischen Elementen, insbesondere Linsen 207, die über Fassungen 208 in einem Objektivgehäuse 209 der Projektionsoptik 206 gehalten sind, auf.

[0147] Alternativ oder ergänzend zu den dargestellten Linsen 207 können diverse refraktive, diffraktive und/oder reflexive optische Elemente, unter anderem auch Spiegel, Prismen, Abschlussplatten und dergleichen, vorgesehen sein.

[0148] Das grundsätzliche Funktionsprinzip der DUV-Projektionsbelichtungsanlage 200 sieht vor, dass die in das Retikel 203 eingebrachten Strukturen auf den Wafer 204 abgebildet werden.

[0149] Das Beleuchtungssystem 201 stellt einen für die Abbildung des Retikels 203 auf den Wafer 204 benötigten Projektionsstrahl 210 in Form elektromagnetischer Strahlung bereit. Als Quelle für diese Strahlung kann ein Laser, eine Plasmaquelle oder dergleichen Verwendung finden. Die Strahlung wird in dem Beleuchtungssystem 201 über optische Elemente so geformt, dass der Projektionsstrahl 210 beim Auftreffen auf das Retikel 203 die gewünschten Eigenschaften hinsichtlich Durchmesser, Polarisation, Form der Wellenfront und dergleichen aufweist.

[0150] Mittels des Projektionsstrahls 210 wird ein Bild des Retikels 203 erzeugt und von der Projektionsoptik 206 entsprechend verkleinert auf den Wafer 204 übertragen. Dabei können das Retikel 203 und der Wafer 204 synchron verfahren werden, sodass praktisch kontinuierlich während eines sogenannten Scanvorganges Bereiche des Retikels 203 auf entsprechende Bereiche des Wafers 204 abgebildet werden.

[0151] Optional kann ein Luftspalt zwischen der letzten Linse 207 und dem Wafer 204 durch ein flüssiges Medium ersetzt sein, welches einen Brechungsindex

größer 1,0 aufweist. Das flüssige Medium kann beispielsweise hochreines Wasser sein. Ein solcher Aufbau wird auch als Immersionslithographie bezeichnet und weist eine erhöhte photolithographische Auflösung auf.

[0152] Die Verwendung der Erfindung ist nicht auf den Einsatz in Projektionsbelichtungsanlagen 100, 200, insbesondere auch nicht mit dem beschriebenen Aufbau, beschränkt. Die Erfindung eignet sich für beliebige Lithographiesysteme bzw. Mikrolithographiesysteme, insbesondere jedoch für Projektionsbelichtungsanlagen, mit dem beschriebenen Aufbau. Die Erfindung eignet sich auch für EUV-Projektionsbelichtungsanlagen, welche eine geringere bildseitige numerische Apertur als jene, die im Zusammenhang mit **Fig. 1** beschrieben ist, sowie keinen obskurierten Spiegel M5 und/oder M6 aufweisen. Insbesondere eignet sich die Erfindung auch für EUV-Projektionsbelichtungsanlagen, welche eine bildseitige numerische Apertur von 0,25 bis 0,6, vorzugsweise 0,3 bis 0,4, besonders bevorzugt 0,33, aufweisen. Die Erfindung sowie die nachfolgenden Ausführungsbeispiele sind ferner nicht auf eine spezifische Bauform beschränkt zu verstehen.

[0153] Die nachfolgenden Figuren stellen die Erfindung lediglich beispielhaft und stark schematisiert dar.

[0154] **Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform einer Vorrichtung 1 zur Filtration eines Kühlschmiermittels 2. Die Vorrichtung 1 weist eine Filtereinrichtung 3 mit einem Filtermaterial 4 auf. Das Filtermaterial 4 ist hierbei zur gezielten Bindung und damit zur gezielten Entnahme wenigstens einer Kontamination 5 aus dem Kühlschmiermittel 2 eingerichtet. Die Kontamination 5 weist hierbei eine Neigung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung auf.

[0155] In dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 weist die Filtereinrichtung 3 einen Behälter 6 auf, in welchem das Filtermaterial 4 angeordnet ist.

[0156] Ferner ist in dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 ein Packmaterial 7 zur Fixierung des Filtermaterials 2 vorhanden.

[0157] In dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel sowie in allen weiteren Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial 4 ganz oder teilweise aus wenigstens einem Metall, insbesondere einem Reinstmetall, und/oder wenigstens einer Legierung von Metallen, insbesondere Reinstmetallen, und/oder wenigstens einer Metallverbindung und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetallverbindung besteht und/oder ausgebildet ist.

[0158] Alternativ oder zusätzlich kann das Filtermaterial 4 auch ganz oder teilweise aus einem beschichteten Material ausgebildet sein.

[0159] Vorzugsweise besteht das Filtermaterial 2 ganz oder teilweise aus Aluminium und/oder einer oder mehreren Arten von Aluminiumverbindungen, insbesondere einem Aluminiumoxid.

[0160] In dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Packmaterial 7 bzw. das Packmedium vorzugsweise teilweise oder ganz aus Zellulose und/oder Nanofasern ausgebildet.

[0161] Ein möglicher Einlass und ein Auslass des Kühlschmiermittels in den Behälter 6 bzw. ein Kühlmittelstrom durch den Behälter 6 ist in **Fig. 3** durch Pfeildarstellungen symbolisiert.

[0162] **Fig. 4** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform der Vorrichtung.

[0163] In dem in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 weist die Filtereinrichtung 3 eine Kartusche 8 auf. Das Kühlschmiermittel 2 wird über einen Einlasskanal 9 in die Filtereinrichtung 3 eingebracht und zur Passage des Filtermaterials 4 gezwungen.

[0164] Mit dem in **Fig. 4** dargestellten Aufbau der Vorrichtung 1 können sich ein Einlass, in **Fig. 4** bereitgestellt durch den Einlasskanal 9 und ein Auslass für das Kühlschmiermittel 2 auf derselben Seite der Filtereinrichtung 3 befinden. Hierzu sei auf die Pfeildarstellungen in **Fig. 4** verwiesen.

[0165] **Fig. 5** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform der Vorrichtung 1.

[0166] Es kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass das Filtermaterial 4 eine Mehrzahl von unterschiedlichen Filtermedien 4a, 4b aufweist.

[0167] Bei dem in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Filtermaterial 4 genau zwei Filtermedien 4a und 4b auf.

[0168] Die Konfiguration der in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsform der Vorrichtung 1 entspricht ansonsten der in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsform der Vorrichtung 1.

[0169] In dem in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein erstes Filtermedium 4a mit senkrechten gestrichelten Linien dargestellt, während ein zweites Filtermedium 4b mit diagonalen Linien dargestellt ist.

[0170] Es kann vorgesehen sein, dass die Filtermedien 4a, 4b aus unterschiedlichen Materialien ausgebildet sind. Hierbei können die Filtermedien 4a, 4b insbesondere aus den für die Ausbildung des Filtermaterials 4 geschilderten Stoffen, insbesondere den Metallen und/oder Metalllegierungen und/oder Metallverbindungen ausgewählt sein.

[0171] So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das erste Filtermedium 4a ein Aluminium und/oder eine oder mehrere Arten von Aluminiumverbindungen, insbesondere ein Aluminiumoxid aufweist und/oder daraus besteht.

[0172] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das zweite Filtermedium 4b ganz oder teilweise aus wenigstens einem Übergangsmetall und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung besteht.

[0173] In anderen Worten kann das Filtermaterial 4 in den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen verschiedene Typen und Klassen von Stoffen enthalten oder auch aus nur einem Stoff ausgebildet sein.

[0174] In den in den **Fig. 3 bis 5** dargestellten Ausführungsbeispielen ist das Filtermaterial 4 vorzugsweise als Pulver, Granulat und/oder als Folie ausgebildet.

[0175] Der Einfachheit halber ist jedoch das Filtermaterial 4 in den Figuren in Strichform dargestellt.

[0176] Insbesondere kann bei den in den **Fig. 3 bis 5** dargestellten Ausführungsbeispielen das Filtermaterial 4 auch ganz oder teilweise aus wenigstens einem Übergangsmetall und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung bestehen.

[0177] Alternativ oder zusätzlich kann das Filtermaterial 4 ein mit wenigstens einem Übergangsmetall und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung beschichtetes Pulver, Granulat oder Folie aufweisen.

[0178] Ebenso kann bei den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen vorzugsweise vorgesehen sein, dass das Filtermaterial 4 wenigstens ein Metall, insbesondere ein Reinstmetall, und/oder wenigstens eine Legierung von Metallen, insbesondere Reinstmetallen, und/oder wenigstens eine Metallverbindung aufweist und/oder ausschließlich aus diesen besteht.

[0179] Bei der in den **Fig. 3 bis 5** dargestellten Ausführungsformen der Vorrichtung 1 sowie in den in den **Fig. 7 und 8** an späterer Stelle erläuterten Ausführungsbeispielen, weist die wenigstens eine Kontamination 5 Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Sili-

zium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei auf. Das Vorhandensein der vorgenannten Elemente ist in **Fig. 7** und **8** durch die entsprechenden Elementkürzel der Elemente Calcium, Silizium, Phosphor, Fluor, Chlor und/oder Zink in **Fig. 7** beispielhaft versinnbildlicht. Die **Fig. 7** ist aber dahingehend zu verstehen, dass alle der vorgenannten Elemente durch die Elementkürzel der Elemente Calcium, Silizium, Phosphor, Fluor, Chlor und/oder Zink repräsentiert werden. Dies gilt auch analog für die **Fig. 8**.

[0180] In der **Fig. 5** sind eine Einlassrichtung und eine Auslassrichtung der Filtereinrichtung 3 durch Pfeile symbolisiert.

[0181] **Fig. 6** zeigt eine blockdiagrammartige Darstellung einer möglichen Ausführungsform eines Verfahrens zur Filtration des Kühlschmiermittels 2.

[0182] In einem Zuführungsblock 30 wird das Kühlschmiermittel 2 der Filtereinrichtung 3 zugeführt.

[0183] In einem Filterblock 31 wird die wenigstens eine Kontamination 5, die eine Neigung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung aufweist, gezielt aus dem Kühlschmiermittel 2 durch Bindung an das Filtermaterial 4 entnommen. In einem Rückführungsblock 32 wird das filtrierte Kühlschmiermittel 2 der Filtereinrichtung 3 entzogen.

[0184] Das Filtermaterial 4 wird vorzugsweise in dem Behälter 6 oder der Kartusche 8 in einen Kreislauf des Kühlschmiermittels 2 einer Bearbeitungseinrichtung 10 (siehe **Fig. 7**) derart eingebracht, dass wenigstens ein Teil eines Volumens des Kühlschmiermittels 2 kontinuierlich durch das Filtermaterial 4 strömt. Besonders bevorzugt strömt ein gesamtes Volumen des Kühlschmiermittels 2 kontinuierlich durch das Filtermaterial 4.

[0185] Alternativ oder zusätzlich kann im Rahmen des in **Fig. 7** dargestellten Verfahrens das Filtermaterial 4 vorzugsweise direkt in eine Kühlschmiermittelversorgung 11, insbesondere ein Maschinenbett 12 (siehe **Fig. 8**) der Bearbeitungseinrichtung 10 eingebracht werden.

[0186] Vorzugsweise wird das Kühlschmiermittel 2 bei dem in **Fig. 7** dargestellten Verfahren während einer Herstellung eines Bauteils 13 (siehe **Fig. 7**), insbesondere einer mechanischen Komponente und/oder eines optischen Elements 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, 207 eines Lithografie-systems filtri-ert.

[0187] **Fig. 7** zeigt eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform einer Bearbeitungseinrichtung 10 zur kontaminationsarmen Herstellung des, vorzugsweise mechanischen, Bauteils

13, insbesondere eines Bauteils 13 eines Lithografie-systems. Hierbei ist bei der Bearbeitungseinrichtung 10 die Vorrichtung 1, wie sie in den **Fig. 3, 4** und **5** beschrieben wurde, vorhanden. Alternativ oder zusätzlich ist die Bearbeitungseinrichtung 10 zur Ausführung des im Zusammenhang mit **Fig. 6** beschriebenen Verfahrens eingerichtet.

[0188] Hinsichtlich der die Vorrichtung 1 betreffenden Bezugszeichen sei auf die **Fig. 3, 4** und **5** verwiesen.

[0189] Bei dem in **Fig. 7** dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorzugsweise eine Vorfiltereinrichtung 14 zur Vorfiltration von Partikeln aus dem Kühlschmiermittel 2 vorgesehen.

[0190] Bei dem in **Fig. 7** dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Kreislauf des Kühlschmiermittels 2 in der Bearbeitungseinrichtung 10 ersichtlich.

[0191] Die Bearbeitungseinrichtung 10 weist eine Pumpeneinrichtung 15 auf, um das Kühlschmiermittel 2 zu zirkulieren.

[0192] Das Kühlschmiermittel 2 wird durch die Pumpeneinrichtung 15 einem Bearbeitungszentrum 16 der Bearbeitungseinrichtung 10 zugeführt.

[0193] Zu diesem Zeitpunkt ist das Kühlschmiermittel 2 unkontaminiert bzw. kontaminationsreduziert, was in **Fig. 7** durch leere, eng gestrichelte Ovale versinnbildlicht ist.

[0194] Im Verlaufe einer Bearbeitung des Bauteils 13, insbesondere einer spanabhebenden Bearbeitung des Bauteils 13, reichern sich in dem Kühlschmiermittel 2 Kontaminationen 5 an. Die Kontaminationen 5 können hierbei auch aus der Bearbeitungseinrichtung 10 selbst stammen, insbesondere können verzinkte Maschinenbestandteile und/oder Messing Quellen für Kontaminationen darstellen.

[0195] Es kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass die Bearbeitungseinrichtung 10 eine Fräse aufweist.

[0196] In **Fig. 7** sind die angereicherten Kontaminationen 5 als weit gestrichelte Ovale dargestellt.

[0197] Im Verlaufe des Bearbeitungsprozesses können die Kontaminationen 5 Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Silizium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei aufweisen. Dies ist durch die entsprechenden Elementkürzel der Elemente Calcium, Silizium, Phosphor, Fluor, Chlor und/oder Zink in **Fig. 7** beispielhaft versinnbildlicht. Die **Fig. 7** ist aber dahingehend zu verstehen, dass alle der vorgenannten Elemente durch die Element-

kürzel der Elemente Calcium, Silizium, Phosphor, Fluor, Chlor und/oder Zink repräsentiert werden. Dies gilt auch analog für die Fig. 8.

[0198] Der Bearbeitungsprozess läuft in dem in Fig. 7 dargestellten Beispiel in einem Maschinenraum 17 ab, welcher durch die Kühlschmiermittelversorgung 11 mit dem Kühlschmiermittel 2 versorgt wird.

[0199] Das kontaminierte Kühlschmiermittel 2 verlässt den Maschinenraum 17 und wird der Vorfiltereinrichtung 14 zugeführt. In der Vorfiltereinrichtung 14 werden Kontaminationen 5 und/oder Bearbeitungsrückstände und/oder in Partikelform von hinreichender Größe, beispielsweise in einer Größe von wenigstens 20 µm, entnommen und/oder Späne zurückgehalten. Die derartige Entnahme ist in Fig. 7 der Einfachheit halber nicht dargestellt.

[0200] Die Vorrichtung 1 weist in der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform die Kartusche 8 auf und entspricht damit dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1.

[0201] Die Filtereinrichtung 3 wirkt hierbei, insbesondere im Gegensatz zu der Vorfiltereinrichtung 14, als chemische Filtrationseinheit, welche die Kontaminationen 5 aufgrund spezifischer Bindung an das Filtermaterial 4 gezielt entnimmt.

[0202] Der kontaminierte Kühlschmierstoff 2 bzw. das kontaminierte Kühlschmiermittel 2 werden über den Einlasskanal 9 in die Filtereinrichtung 3 eingebracht und passieren das Packmaterial 7 sowie das Filtermaterial 4.

[0203] Hierbei werden die Kontaminationen 5 aus dem Kühlschmiermittel 2 durch gezielte bzw. spezifische Bindung gezielt entnommen und das Kühlschmiermittel 2 verlässt die Vorrichtung 1 als Kühlschmiermittel 2 mit reduziertem Anteil an kritischen Elementen. Dies ist wiederum durch die dicht gestrichelten Ovale versinnbildlicht.

[0204] In einer breiteren Offenbarung kann sich die Erfindung statt auf das Kühlschmiermittel auch auf beliebige Betriebsmittel und/oder Prozesshilfsstoffe beziehen.

[0205] Somit kann bei der in Fig. 7 dargestellten Bearbeitungseinrichtung 10 eine kontinuierliche Dekontamination eines Prozesshilfsstoffes für die Bearbeitungseinrichtung 10 erreicht werden. Bei dem Prozesshilfsstoff handelt es sich hierbei insbesondere um das Kühlschmiermittel 2.

[0206] In dem Filtermaterial 4 verbleiben bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel abgeschiedene kritische Kontaminationen 18. Der Kreislauf

des Kühlschmiermittels 2 bzw. eine Flussrichtung des Kühlschmiermittels 2 ist in Fig. 7 durch breite Pfeile in nicht näher bezeichneten Kühlschmiermitteleleitungen versinnbildlicht.

[0207] Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform der Bearbeitungseinrichtung 10.

[0208] Bei dem in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Filtermaterial 4 direkt in dem Maschinenraum 17 des Bearbeitungszentrums 16 verwendet. Insbesondere ist das Filtermaterial 4 direkt in die Kühlschmiermittelversorgung 11, in dem in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel vorzugsweise direkt in das Maschinenbett 12, der Bearbeitungseinrichtung 10 eingebracht.

[0209] Hierdurch wird eine Dekontamination des Kühlschmiermittels 2 in der Maschine bzw. der Bearbeitungseinrichtung 10 und/oder dem Maschinenbett 12 durch das Filtermaterial 4 bewirkt. Während einer Zirkulation des Kühlschmiermittels 2 wird für die Bearbeitung des Bauteils 3 wieder dekontaminiertes Betriebsmittel, insbesondere ein dekontaminiertes Kühlschmiermittel 2 zur Verfügung gestellt. Das dekontaminierte Kühlschmiermittel 2 ist in Fig. 8 durch dicht gestrichelte Ovale versinnbildlicht. Kontaminationen 5 bzw. kontaminiertes Kühlschmiermittel 2 ist durch eine weite Strichelung versinnbildlicht.

[0210] Ferner weist in dem in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel das Filtermaterial 4 wiederum zwei Filtermedien 4a und 4b auf.

[0211] In den Fig. 3, 4, 5, 7 und 8 kann das Filtermaterial 5 ein reines Metall und/oder ein Metalloxid und/oder anderen Metallverbindungen und/oder Legierungen und/oder Mischungen verschiedener Metallkomponenten zur Abscheidung der Kontaminationen 5 aufweisen.

[0212] Das Filtermaterial 4 kann hierbei mehrere Filtermedien, d.h. mehrere der vorgenannten Stoffe aufweisen.

[0213] Es kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial 4 aus reinem Metall und/oder Reinstmetall und/oder Metalloxid und/oder Legierungen und/oder Mischungen verschiedener Metallkomponenten zur Abscheidung der Kontaminationen 5 besteht. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Filtermaterial 4 aus einer Mischung der vorgenannten Stoffe besteht.

[0214] Vorzugsweise besteht das Filtermaterial in den in den Fig. 3, 4, 5, 7 und 8 dargestellten Ausführungsbeispielen aus einem Aluminiumpulver und/oder einem Aluminiumgranulat und/oder einer Aluminiumfolie.

[0215] Vorzugsweise kann auch vorgesehen sein, dass das Filtermaterial 4 ganz oder teilweise aus Übergangsmetallen und/oder Übergangsmetallverbindungen und/oder Metall-Nichtmetall-Verbindungen besteht.

[0216] Das in den **Fig. 1** und **2** erläuterte Lithografiesystem, insbesondere die Projektionsbelichtungsanlage 100, 200 zur Herstellung eines Halbleiterbauteils, weist im Allgemeinen eine Mehrzahl von Bauteilen 13 auf. Insbesondere weist das Lithografiesystem das Beleuchtungssystem 101, 201 mit der Strahlungsquelle 102 sowie der Optik 103, 109, 206 auf, welche ihrerseits wiederum wenigstens ein optisches Element 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, 207 umfasst. Bei dem in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Lithografiesystem ist wenigstens eines der Bauteile 13, insbesondere wenigstens eines der optischen Elemente 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, 207 wenigstens teilweise unter Verwendung der Vorrichtung 1, wie sie im Zusammenhang mit den **Fig. 3, 4, 5, 7, 8** erläutert wurde und/oder unter Verwendung der Bearbeitungseinrichtung 10, wie sie in den **Fig. 7** und **8** erläutert wurde, hergestellt. Alternativ oder zusätzlich ist wenigstens eines der Bauteile 13, insbesondere wenigstens eines der optischen Elemente 106, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, 207 wenigstens teilweise unter Verwendung des im Zusammenhang mit den Figuren, insbesondere der **Fig. 6** erläuterten Verfahrens hergestellt.

[0217] Im Rahmen der Erfindung kann das Bauteil 13 ein einzelnes technisches Element der Projektionsbelichtungsanlage 100, 200, zum Beispiel eine tragende Struktur, eine Funktionsstruktur und/oder einen Spiegel Mi, oder auch eine Gruppe aus mehreren solchen Elementen, zum Beispiel das Beleuchtungssystem 101, 201, bezeichnen.

[0218] Die in den **Fig. 1** und **2** dargestellte Projektionsbelichtungsanlagen 100, 200 aus einem Bereich der EUV (extreme-ultra-violet)-Lithografie und der DUV (deep-ultra-violet)-Lithografie profitieren beide von der Verwendung der Vorrichtung 1, der Bearbeitungseinrichtung 10 und des erläuterten Verfahrens.

Bezugszeichenliste

	7	Packmaterial
	8	Kartusche
	9	Einlasskanal
	10	Bearbeitungseinrichtung
	11	Kühlschmiermittelversorgung
	12	Maschinenbett
	13	Bauteil
	14	Vorfiltereinrichtung
	15	Pumpeneinrichtung
	16	Bearbeitungszentrum
	17	Maschinenraum
	18	abgeschiedene Kontamination
	30	Zuführungsblock
	31	Filterblock
	32	Rückführungsblock
	100	EUV-Projektionsbelichtungsanlage
	101	Beleuchtungssystem
	102	Strahlungsquelle
	103	Beleuchtungsoptik
	104	Objektfeld
	105	Objektebene
	106	Retikel
	107	Retikelhalter
	108	Retikelverlagerungsantrieb
	109	Projektionsoptik
	110	Bildfeld
	111	Bildebene
	112	Wafer
	113	Waferhalter
	114	Waferverlagerungsantrieb
	115	EUV- / Nutz- / Beleuchtungsstrahlung
	116	Kollektor
	117	Zwischenfokusebene
	118	Umlenkspiegel
	119	erster Facettenspiegel / Feldfacettenspiegel
	120	erste Facetten / Feldfacetten
	121	zweiter Facettenspiegel / Pupillenfacettenspiegel
	122	zweite Facetten / Pupillenfacetten
	200	DUV-Projektionsbelichtungsanlage
1		Vorrichtung
2		Kühlschmiermittel
3		Filtereinrichtung
4		Filtermaterial
4a		erstes Filtermedium
4b		zweites Filtermedium
5		Kontamination
6		Behälter

201	Beleuchtungssystem
202	Retikelstage
203	Retikel
204	Wafer
205	Waferhalter
206	Projektionsoptik
207	Linse
208	Fassung
209	Objektivgehäuse
210	Projektionsstrahl
Mi	Spiegel

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005021057 A1 [0008]
- EP 2283908 B1 [0009]
- DE 102008009600 A1 [0118, 0122]
- US 2006/0132747 A1 [0120]
- EP 1614008 B1 [0120]
- US 6573978 [0120]
- US 2018/0074303 A1 [0135]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Filtration eines Kühlschmiermittels (2), aufweisend eine Filtereinrichtung (3) mit einem Filtermaterial (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filtermaterial (4) zur gezielten Entnahme durch Bindung wenigstens einer Kontamination (5) aus dem Kühlschmiermittel (2) eingerichtet ist, welche eine Neigung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung aufweist.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filtermaterial (4) ganz oder teilweise aus wenigstens einem Metall, insbesondere einem Reinstmetall, und/oder wenigstens einer Legierung von Metallen, insbesondere Reinstmetallen, und/oder wenigstens einer Metallverbindung und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung besteht.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filtermaterial (4) als Pulver, als Granulat und/oder als Folie ausgebildet ist.

4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filtermaterial (4) ganz oder teilweise aus wenigstens einem Übergangsmetall und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung besteht und/oder ein mit wenigstens einem Übergangsmetall und/oder wenigstens einer Metall-Nichtmetall-Verbindung beschichtetes Pulver, Granulat und/oder Folie aufweist.

5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filtermaterial (4) ganz oder teilweise aus Aluminium und/oder einer oder mehreren Arten von Aluminiumverbindungen, insbesondere einem Aluminiumoxid, besteht.

6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontamination (5) Fluor, Chlor, Schwefel, Phosphor, Silizium, Natrium, Magnesium, Calcium, Mangan, Zinn, Zink, Indium und/oder Blei aufweist.

7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Filtereinrichtung (3) einen Behälter (6) und/oder eine Kartusche (8) aufweist, in welchem das Filtermaterial (4) angeordnet ist, und/oder
- ein Packmaterial (7) zur Fixierung des Filtermaterials (2) vorhanden ist.

8. Verfahren zur Filtration eines Kühlschmiermittels (2) mittels einer Filtereinrichtung (3) mit einem Filtermaterial (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Kontamination (5), die eine Nei-

gung zu einer wasserstoffinduzierten Ausgasung aufweist, gezielt aus dem Kühlschmiermittel (2) durch Bindung an das Filtermaterial (4) entnommen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filtermaterial (4) in einem Behälter (6) und/oder einer Kartusche (8) in einen Kreislauf des Kühlschmiermittels (2) einer Bearbeitungseinrichtung (10) derart eingebracht wird, dass wenigstens ein Teil eines Volumens des Kühlschmiermittels (2) kontinuierlich durch das Filtermaterial (4) strömt, vorzugsweise ein gesamtes Volumen des Kühlschmiermittels (2) kontinuierlich durch das Filtermaterial (4) strömt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filtermaterial (4) direkt in eine Kühlschmiermittelversorgung (11), insbesondere ein Maschinenbett (12), einer Bearbeitungseinrichtung (10) eingebracht wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlschmiermittel (2) während einer Herstellung eines Bauteils (13), insbesondere eines optischen Elements (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, 207), eines Lithografiesystems filtriert wird.

12. Bearbeitungseinrichtung (10) zur kontaminationsarmen Herstellung eines, vorzugsweise mechanischen, Bauteils (13), insbesondere eines Bauteils (13) eines Lithografiesystems, wobei eine Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 vorgesehen, und/oder die Bearbeitungseinrichtung (10) zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 11 eingerichtet ist.

13. Lithografiesystem, insbesondere Projektionsbelichtungsanlage (100, 200) zur Herstellung eines Halbleiterbauteils, mit einer Mehrzahl von Bauteilen (13), insbesondere einem Beleuchtungssystem (101, 201) mit einer Strahlungsquelle (102) sowie einer Optik (103, 109, 206), welche wenigstens ein optisches Element (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, 207) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eines der Bauteile (13), insbesondere wenigstens eines der optischen Elemente (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, 207), wenigstens teilweise unter Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder unter Verwendung einer Bearbeitungseinrichtung (10) nach Anspruch 12 und/oder unter Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 11 hergestellt ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

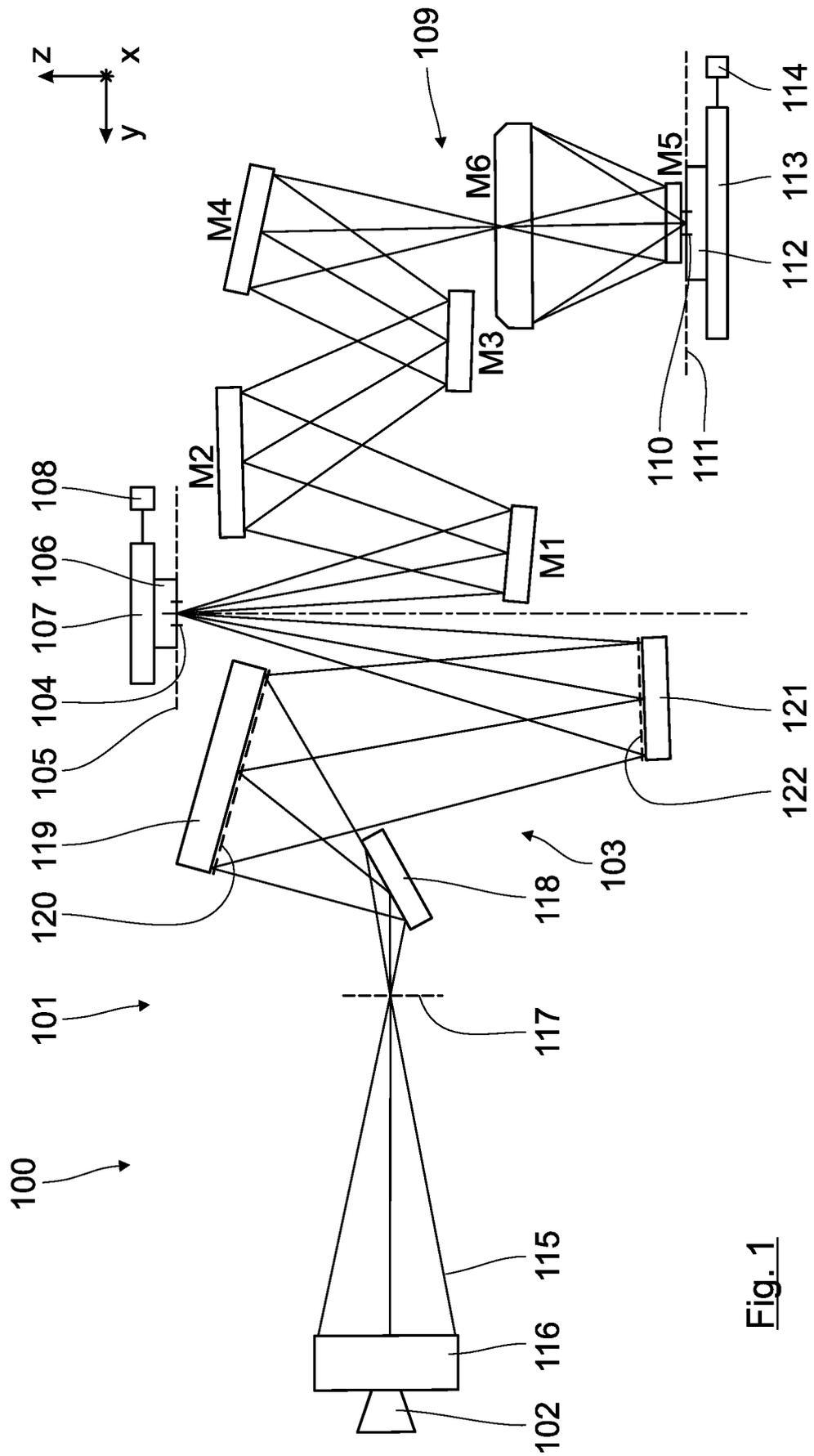


Fig. 1

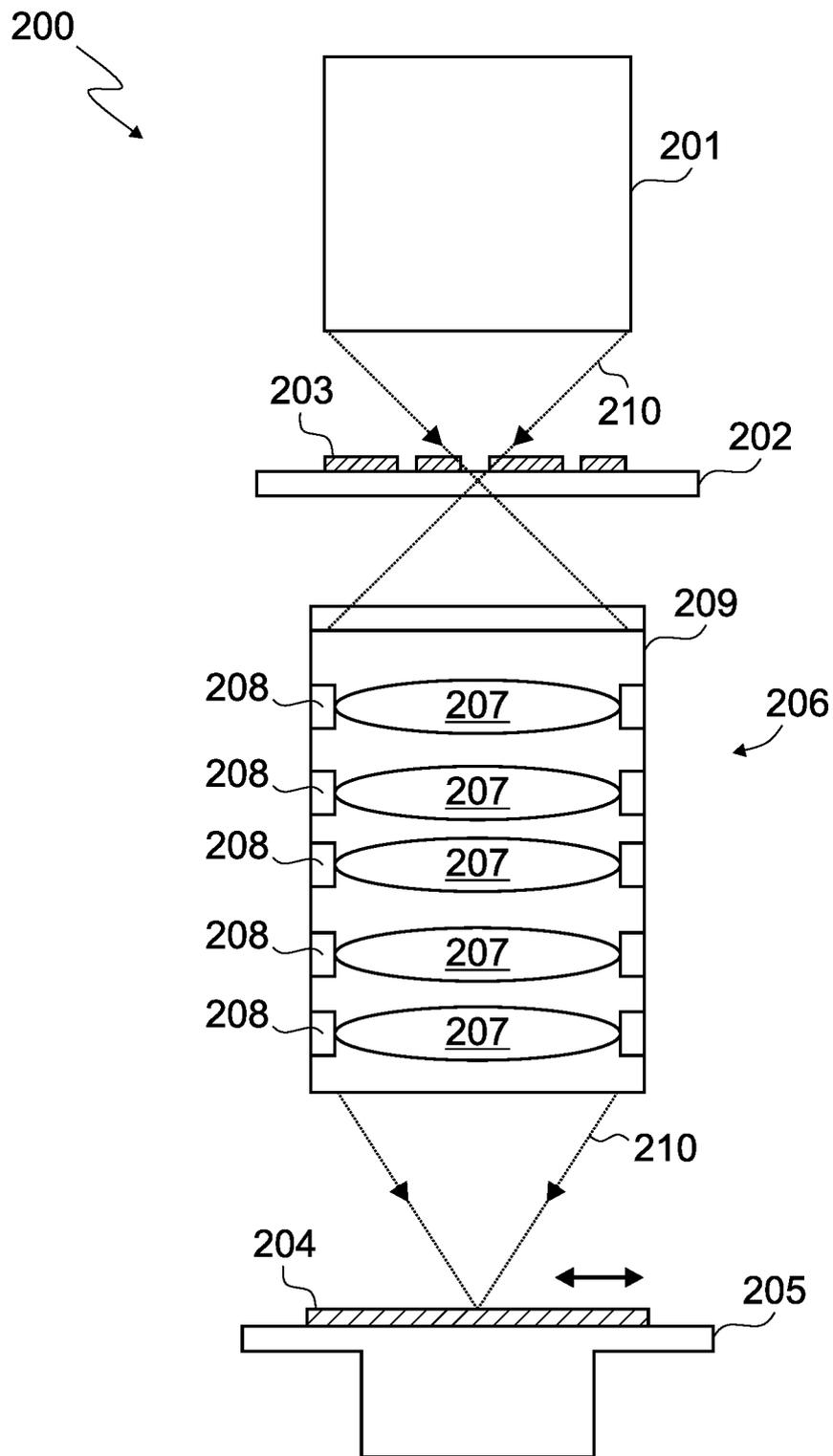


Fig. 2

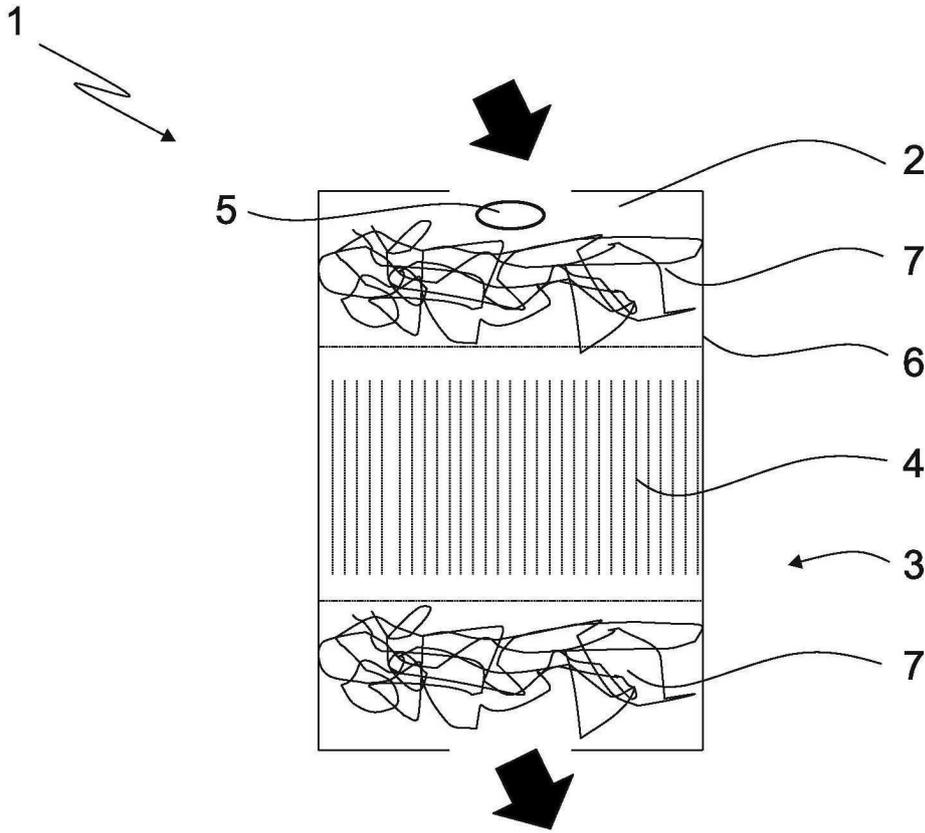


Fig. 3

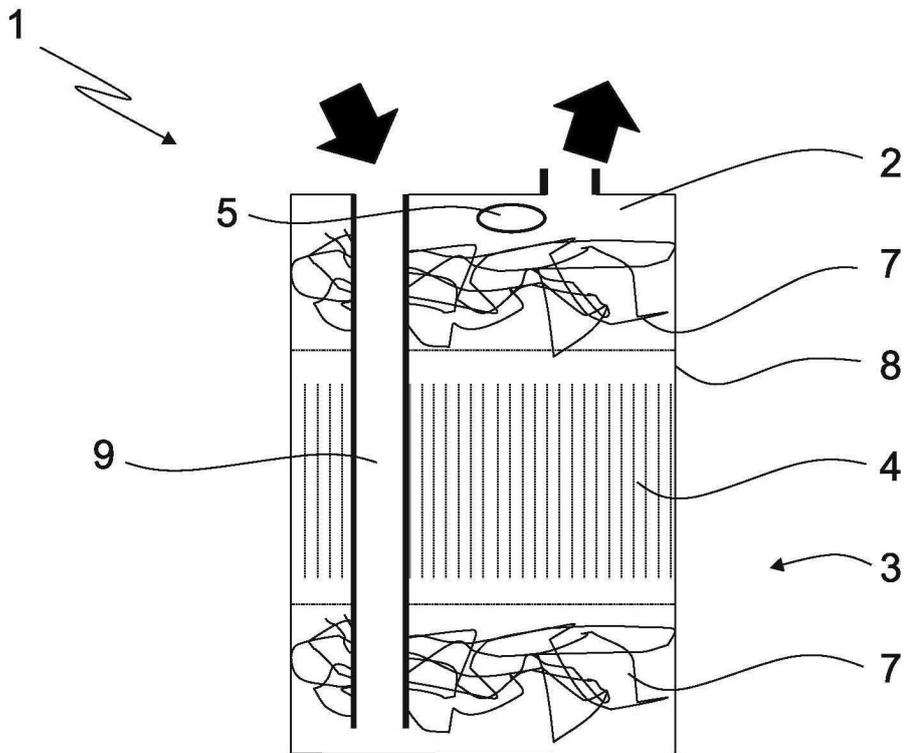


Fig. 4

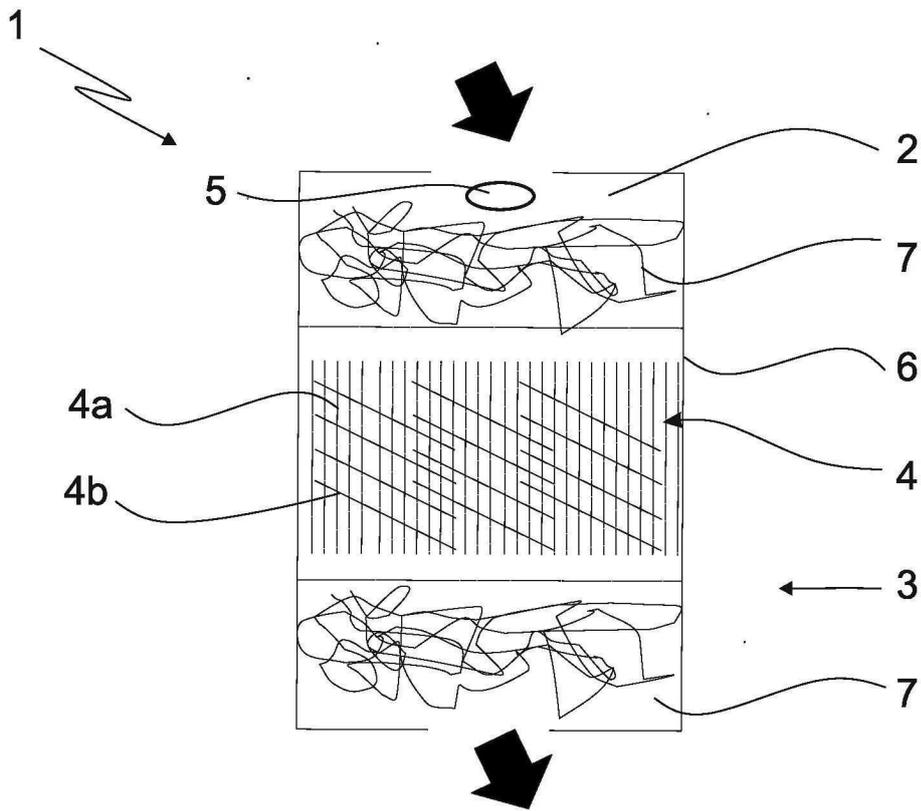


Fig. 5

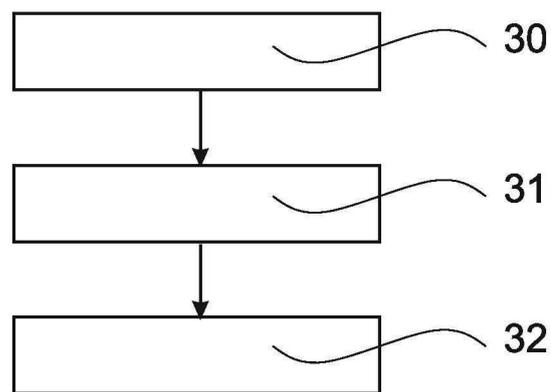


Fig. 6

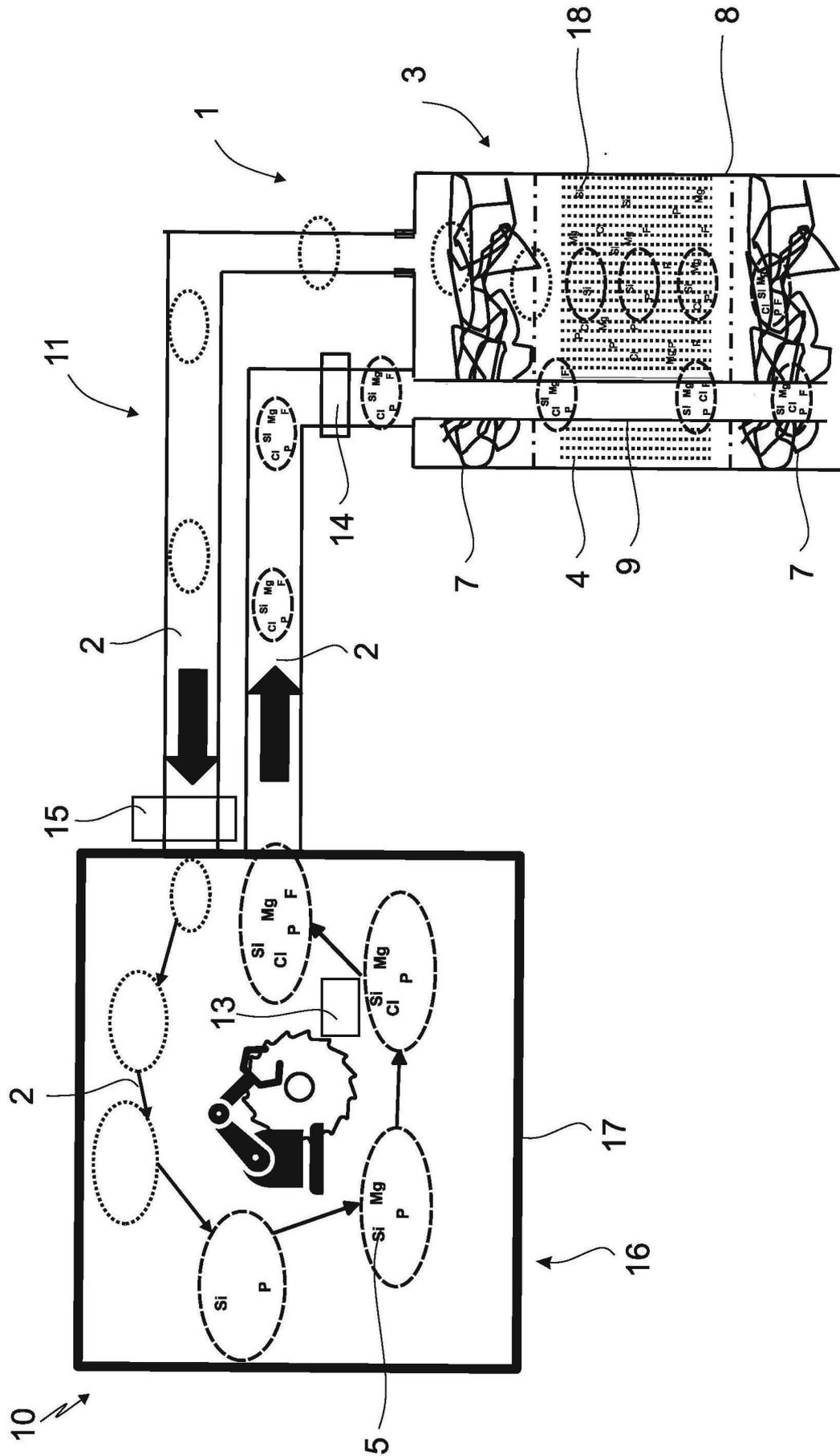


Fig. 7

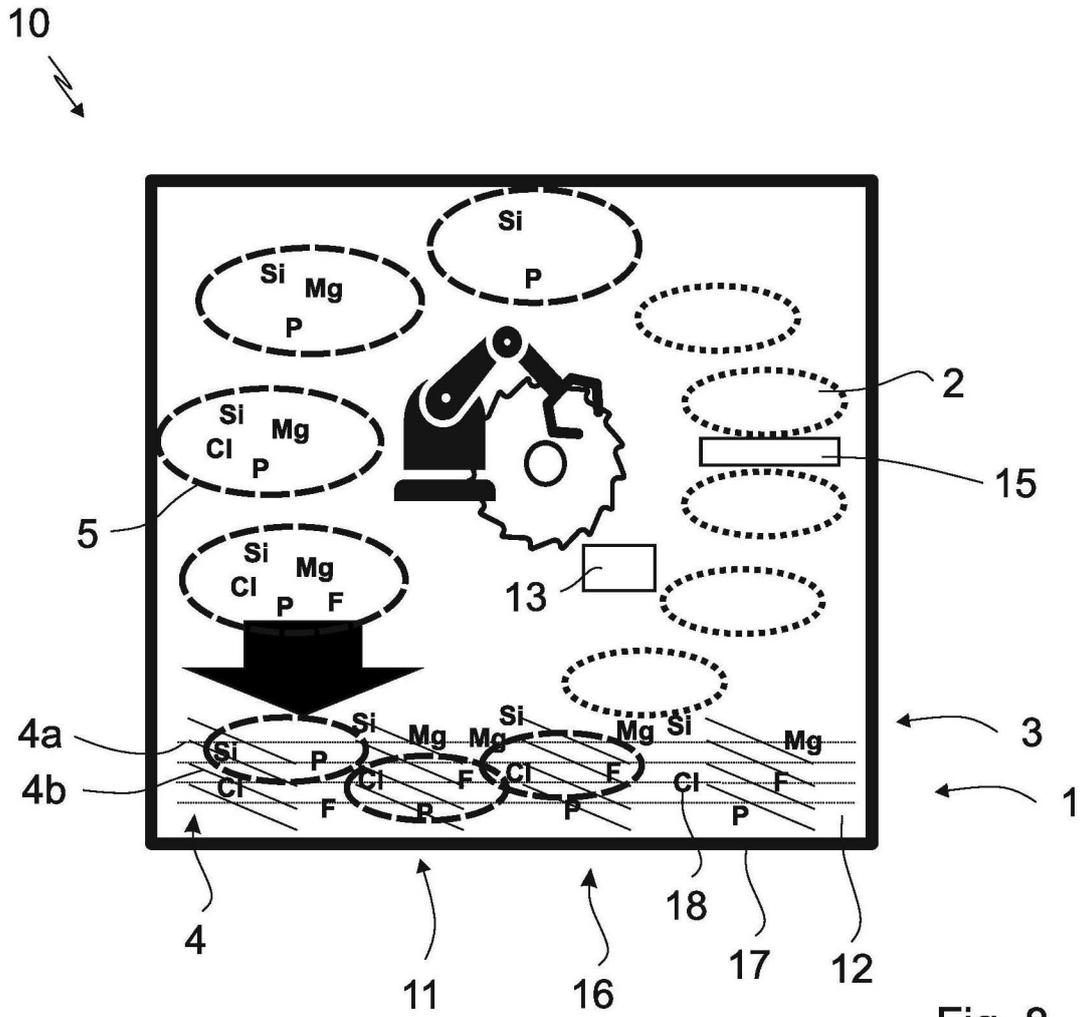


Fig. 8