(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. März 2022 (17.03.2022)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/053327 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G03F 7/20 (2006.01) *C25F 1/00* (2006.01)
H01L 21/687 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/073640

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. August 2021 (26.08.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 123 660.3
10. September 2020 (10.09.2020) DE

(71) Anmelder: **ASML NETHERLANDS B.V.** [NL/NL]; De Run 6501, 5504 DR Veldhoven (NL).

(72) Erfinder: **WEBER, Constans**; c/o Berliner Glas GmbH, Waldkraiburger Straße 5, 12347 Berlin (DE).

(74) Anwalt: **V. BEZOLD & PARTNER PATENTANWÄLTE - PARTG MBB**; Akademiestraße 7, 80799 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

WO 2022/053327 A1

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR MACHINING A WAFER-HOLDING DEVICE FOR A WAFER LITHOGRAPHY PROCESS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEARBEITUNG EINER WAFER-HALTEVORRICHTUNG FÜR EINE WAFER-LITHOGRAPHIE

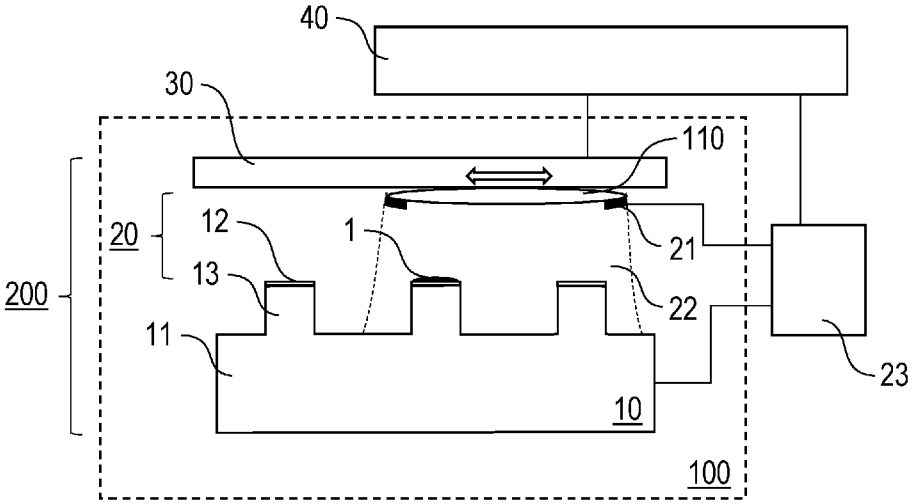


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for machining a wafer-holding device (10) for a wafer lithography process, such as immersion lithography or lithography under vacuum conditions, the wafer-holding device (10) comprising a carrier body (11) having an electrically conductive diamond cover layer (12). An electrochemical cell (20) is formed on the wafer-holding device (10) by the diamond cover layer (12), a counter electrode (21), an electrolyte liquid (22) in a gap between the diamond cover layer (12) and the counter electrode (21), and a voltage source (23) which is electrically connected to the diamond cover layer (12) and the counter electrode (21). Material is removed electrochemically on the wafer-holding device by means of the electrochemical cell (20). The invention also relates to a surface machining device (200) which is designed to machine a wafer-holding device (10) for a wafer lithography process.

(57) **Zusammenfassung:** Ein Verfahren zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung (10) für eine Wafer-Lithographie, wie z. B. die Immersionslithographie oder die Lithographie unter Vakuumbedingungen, wobei die Wafer-Haltevorrichtung (10) einen Trägerkör-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

per (11) mit einer elektrisch leitfähigen Diamant-Deckschicht (12) umfasst. An der Wafer-Haltevorrichtung (10) wird durch die Diamant-Deckschicht (12), eine Gegenelektrode (21), eine Elektrolytflüssigkeit (22) in einem Abstand zwischen der Diamant-Deckschicht (12) und der Gegenelektrode (21), und eine Spannungsquelle (23), die mit der Diamant-Deckschicht (12) und der Gegenelektrode (21) elektrisch verbunden ist, eine elektrochemische Zelle (20) gebildet. An der Wafer-Haltevorrichtung erfolgt mittels der elektrochemischen Zelle (20) ein elektrochemischer Materialabtrag. Es wird auch eine Oberflächenbearbeitungsvorrichtung (200) beschrieben, die zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung (10) für eine Wafer-Lithographie eingerichtet ist.

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEARBEITUNG EINER WAFER-HALTEVORRICHTUNG FÜR EINE WAFER-LITHOGRAPHIE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für eine Wafer-Lithographie, wobei die Wafer-Haltevorrichtung einen Trägerkörper mit einer elektrisch leitfähigen Diamant-Deckschicht umfasst. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Oberflächenbearbeitungsvorrichtung, die zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für eine Wafer-Lithographie eingerichtet ist. Anwendungen der Erfindung sind bei der Herstellung und Bearbeitung, insbesondere Reinigung von Wafer-Haltevorrichtungen für lithographische Verfahren, wie z. B. die Immersionslithographie oder die Lithographie unter Vakuumbedingungen gegeben.

In der vorliegenden Beschreibung wird auf den folgenden Stand der Technik Bezug genommen, der den technischen Hintergrund der Erfindung darstellt:

[1] WO 2018/007498 A1;

[2] WO 2019/0115195 A1;

[3] O. Debus "Auf die harte Tour - Vollständige Oxidation von Abwasserschadstoffen mit Diamantelektroden" in "CHEMIE TECHNIK" Nr. 6 2004 (33. Jahrgang);

[4] A. Kraft "Doped Diamond: A Compact Review on a New, Versatile Electrode Material" in "Int. J. Electrochem. Sci." 2 (2007) 355 – 385; und

[5] B. Marselli et al. "Electrogeneration of Hydroxyl Radicals on Boron-Doped Diamond Electrodes" in "Journal of The Electrochemical Society" 150(3), März 2003.

Die Immersionslithographie ist als lithographische Technik zur Strukturierung von Oberflächen, z. B. bei der Waferstrukturierung, allgemein bekannt. Die Belichtung der Waferoberfläche erfolgt mit einer Belichtungseinrichtung und einer Immersionsflüssigkeit, die bei gegebener Wellenlänge eine vergrößerte numerische Apertur und damit die Herstellung von kleineren Strukturen ermöglicht. Der Wafer wird für die Belichtung auf einer Wafer-Haltevorrichtung angeordnet, die einen Trägerkörper mit Vorsprüngen (Noppen) umfasst, deren Stirnseiten eine Trägerfläche zur Aufnahme des Wafers aufspannen.

Die von den Stirnseiten der Noppen gebildete Trägerfläche einer Wafer-Haltevorrichtung für die Lithographie soll einen möglichst geringen Reibwert und eine möglichst dauerhaft hohe Ebenheit

aufweisen. Beide Anforderungen können durch Hartstoffbeschichtungen, wie z. B. durch eine DLC-(diamond-like carbon)-Schicht oder eine Diamant-Schicht erfüllt werden (siehe z. B. [1] oder[2]). Im Laufe der Betriebszeit kann jedoch abrasiver und/oder korrosiver Verschleiß an der Trägerfläche auftreten. Der abrasive Verschleiß wird durch den mechanischen Kontakt von Trägerfläche und Wafer verursacht, während der korrosive Verschleiß speziell bei der Immersionslithographie durch die Immersionsflüssigkeit bewirkt wird. Durch den Verschleiß können die gewünschten Eigenschaften in Bezug auf Reibung und Ebenheit verloren gehen und Kontaminationen der Oberfläche auftreten. Diese Kontaminationen wirken sich ebenfalls negativ auf die genannten Eigenschaften aus, da durch einen Materialaufbau die Ebenheit verloren geht und die Reibeigenschaften ggf. nur noch durch die Kontamination bestimmt werden.

Es ist aus der Praxis der Nutzung von Wafer-Haltevorrichtungen bekannt, Kontaminationen mechanisch mit einem so genannten Wetzstein zu entfernen. Die Reinigung mit dem Wetzstein hat jedoch Nachteile, da sie Kontaminationen nicht vollständig beseitigt und eine mechanische Beschädigung der Wafer-Haltevorrichtung verursachen kann.

Aus einem anderen technischen Gebiet ist ferner bekannt, Bor-dotierte Diamant-Schichten auf Elektroden (so genannte Diamantelektroden) für eine elektrochemische Wasserreinigung zu verwenden (siehe z. B. [3] bis [5]). Das zu reinigende Wasser wird als Elektrolytflüssigkeit zwischen den Diamantelektroden angeordnet, wodurch eine elektrochemische Zelle gebildet wird. Bei Beaufschlagung der Diamantelektroden mit einer elektrischen Spannung wird das Wasser gespalten, und an den Oberflächen der Diamantelektroden werden OH-Radikale gebildet. Das hohe Oxidationspotential der Radikale sorgt für einen effizienten Abbau insbesondere von organischen Verbindungen im Wasser.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für die Lithographie und eine verbesserte Oberflächenbearbeitungsvorrichtung zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für die Lithographie bereitzustellen, mit denen Nachteile herkömmlicher Techniken vermieden werden. Mit dem Verfahren und der Oberflächenbearbeitungsvorrichtung sollen Kontaminationen, insbesondere Rückstände von Lithographielacken, möglichst einfach, insbesondere innerhalb und/oder außerhalb einer Lithographiemaschine, entfernt werden können. Des Weiteren soll die Beseitigung von Kontaminationen mit verbesserter Zuverlässigkeit und ohne das Risiko einer unerwünschten Beschädigung der Wafer-Haltevorrichtung ermöglicht werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für die Immersionslithographie bzw. durch eine Oberflächenbearbeitungsvorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Gemäß einem ersten allgemeinen Gesichtspunkt der Erfindung wird die obige Aufgabe durch ein Verfahren zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für eine Wafer-Lithographie gelöst, wobei die Wafer-Haltevorrichtung einen Trägerkörper mit einer elektrisch leitfähigen Diamant-Deckschicht umfasst. Gemäß der Erfindung wird an der Wafer-Haltevorrichtung durch die Diamant-Deckschicht, eine Gegenelektrode, eine Elektrolytflüssigkeit in einem Abstand zwischen der Diamant-Deckschicht und der Gegenelektrode, und eine Spannungsquelle, die mit der Diamant-Deckschicht und der Gegenelektrode elektrisch verbunden ist, eine elektrochemische Zelle gebildet. Des Weiteren erfolgt gemäß der Erfindung an der Wafer-Haltevorrichtung mittels der elektrochemischen Zelle ein elektrochemischer Materialabtrag.

Gemäß einem zweiten allgemeinen Gesichtspunkt der Erfindung wird die obige Aufgabe durch eine Oberflächenbearbeitungsvorrichtung gelöst, die zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für eine Wafer-Lithographie eingerichtet ist, und die Wafer-Haltevorrichtung, die einen Trägerkörper mit einer elektrisch leitfähigen Diamant-Deckschicht umfasst, eine Gegenelektrode, die mit einem Abstand von der Wafer-Haltevorrichtung angeordnet ist, der zur Aufnahme einer Elektrolytflüssigkeit gebildet ist, und eine Spannungsquelle umfasst, die zur Beaufschlagung der Diamant-Deckschicht mit einer elektrischen Betriebsspannung relativ zu der Gegenelektrode angeordnet ist. Durch die Diamant-Deckschicht, die Gegenelektrode, die Elektrolytflüssigkeit in dem Abstand zwischen der Diamant-Deckschicht und der Gegenelektrode, und die Spannungsquelle wird eine elektrochemische Zelle gebildet, die für einen elektrochemischen Materialabtrag an der Wafer-Haltevorrichtung eingerichtet ist. Vorzugsweise ist die Oberflächenbearbeitungsvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem ersten allgemeinen Gesichtspunkt der Erfindung oder einer seiner Ausführungsformen konfiguriert. Die Wafer-Haltevorrichtung, insbesondere deren Diamant-Deckschicht, ist Teil der Oberflächenbearbeitungsvorrichtung zur Bearbeitung der Wafer-Haltevorrichtung.

Mit der Erfindung wird die Eignung von dotiertem Diamant, das auf der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung, insbesondere auf den Noppen angeordnet ist, zur Bereitstellung einer Elektrode einer elektrochemischen Zelle ausgenutzt. Die Diamant-Deckschicht wird als Reinigungselektrode verwendet. Die Erfinder haben festgestellt, dass die Erzeugung von Radikalen beim Betrieb der

elektrochemischen Zelle, wie es von der herkömmlichen Wasseraufbereitung bekannt ist, ausgenutzt werden kann, um unter der Wirkung der Radikale Verunreinigungen an der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung abzubauen. Im Unterschied zur Wasseraufbereitung sind bei der erfindungsgemäßen Bearbeitung der Wafer-Haltevorrichtung die Verunreinigungen nicht in der Elektrolytflüssigkeit der elektrochemischen Zelle enthalten, sondern auf der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung vorhanden.

Vorteilhafterweise erfüllt die Beschichtung der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung mit Diamant eine Mehrfachfunktion. Erstens werden durch die Diamant-Deckschicht eine geringe Reibung und eine hohe mechanische Haltbarkeit der Oberfläche bei Betrieb der Wafer-Haltevorrichtung bereitgestellt. Zweitens stellt Diamant ein besonders vorteilhaftes Elektrodenmaterial dar, da Diamant die Beaufschlagung der elektrochemischen Zelle mit einer derart hohen Betriebsspannung ermöglicht, dass das Wasser in der Elektrolytflüssigkeit gespalten und die gewünschten OH-Radikale erzeugt werden.

Die Wafer-Haltevorrichtung kann durch die Erfindung mit einer Selbstreinigungsfunktion ausgestattet werden, die ermöglicht, Kontaminationen aktiv und gezielt zu beseitigen. Eine in-situ-Anwendung der Erfindung ist möglich, so dass vorteilhafterweise Stillstandzeiten einer Lithographiemaschine minimiert werden.

Mit dem Begriff "Wafer-Haltevorrichtung" werden alle Wafer-Halter oder -Träger bezeichnet, die für die Lithographie geeignet sind. Der Trägerkörper der Wafer-Haltevorrichtung ist typischerweise eine ebene Platte mit einer strukturierten Oberfläche, auf der Noppen zur Aufnahme eines Wafers angeordnet sind. Der Trägerkörper kann elektrisch leitfähig oder elektrisch isolierend sein. Im bevorzugten Fall eines elektrisch leitfähigen Trägerkörpers ist es ausreichend, wenn sich die elektrisch leitfähige Diamant-Deckschicht aus einer Vielzahl von getrennten Deckschichtabschnitten zusammensetzt, die jeweils auf den Stirnflächen der Noppen angeordnet sind. Die Gesamtheit der Deckschichtabschnitte bildet die Diamant-Deckschicht. Die Beaufschlagung der Deckschichtabschnitte mit der Betriebsspannung der elektrochemischen Zelle erfolgt über den Trägerkörper. Im alternativen Fall eines elektrisch nicht leitfähigen Trägerkörpers ist die elektrisch leitfähige Diamant-Deckschicht vorzugsweise als freiliegende zusammenhängende Schicht, besonders bevorzugt als lückenlose, geschlossene Schicht auf der strukturierten Oberfläche, soweit diese den Wafer aufnimmt, vorgesehen und elektrisch mit der Spannungsquelle verbunden. Optional kann die elektrisch leitfähige Diamant-Deckschicht mehrere Diamant-Deckschichtabschnitte auf der strukturierten Oberfläche umfassen, die jeweils als freiliegende zusammenhängende Schichten,

besonders bevorzugt als lückenlose, geschlossene Schichten, gebildet und elektrisch miteinander und/oder mit der Spannungsquelle verbunden sind.

Die elektrochemische Zelle (oder: Elektrolysezelle), welche durch die Diamant-Deckschicht und die Gegenelektrode und die Elektrolytflüssigkeit zwischen diesen gebildet wird, ist konfiguriert, bei Beaufschlagung der Diamant-Deckschicht und der Gegenelektrode mit einer elektrischen Spannung, in der Elektrolytflüssigkeit OH-Radikale zu erzeugen. Hierzu enthält die Elektrolytflüssigkeit Wasser. Der Abstand der Gegenelektrode von der Diamant-Deckschicht ist vorzugsweise im Bereich von weniger als 5 mm gewählt.

Vorzugsweise besteht die Elektrolytflüssigkeit aus Reinstwasser (Wasser, das keine oder vernachlässigbar wenig Fremdstoffe enthält). Die Verwendung von Reinstwasser bietet besondere Vorteile als Immersionsflüssigkeit und bei der Minimierung unerwünschter elektrochemischer Reaktionen.

Die OH-Radikale bewirken einen Materialabtrag an den Oberflächen, die an die Elektrolytflüssigkeit angrenzen, d. h. insbesondere an der Diamant-Deckschicht. Die Stärke und Geschwindigkeit des Materialabtrags wird durch Betriebsparameter der elektrochemischen Zelle, insbesondere die angelegte Spannung und die Dauer der Beaufschlagung der Zelle mit der Spannung, bestimmt. Die Betriebsparameter der elektrochemischen Zelle werden vom Fachmann in Abhängigkeit von den konkreten Anwendungsbedingungen, insbesondere unter Verwendung von Tests oder von Referenzwerten, gewählt. Die Spannung zwischen der Diamant-Deckschicht und der Gegenelektrode ist so gewählt, dass in der elektrochemischen Zelle freie OH-Radikale gebildet werden, und sie beträgt vorzugsweise mindestens 2,2 V, besonders bevorzugt mindestens 2,4 V.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Materialabtrag eine elektrochemische Zerlegung von Fremdstoffen an der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung. Die elektrochemische Zelle ist für eine elektrochemische Zerlegung der Fremdstoffe auf der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung eingerichtet. Die Zerlegung von Fremdstoffen an der Oberfläche umfasst eine Ablösung von an der Oberfläche anhaftenden Fremdstoffen und/oder eine chemische Umwandlung der Fremdstoffe durch die Wirkung der OH-Radikale. Vorteilhafterweise können Betriebsparameter der elektrochemischen Zelle, insbesondere die angelegte Spannung und die Dauer der Beaufschlagung der Zelle mit der Spannung, so gewählt werden, dass die Fremdstoffe reaktiv zerlegt werden, jedoch die Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung unverändert bleibt (oder eine nur vernachlässigbar geringe Reaktion mit den OH-Radikalen aufweist).

Die Fremdstoffe umfassen jegliche Substanzen, die nicht Teil des Wafers oder der Wafer-Haltevorrichtung sind. Besonders bevorzugt umfassen die Fremdstoffe Rückstände eines Lithographielacks. Des Weiteren werden bevorzugt die von der Oberfläche abgelösten Fremdstoffe und/oder die Reaktionsprodukte der Zerlegung der Fremdstoffe mit der Elektrolytflüssigkeit von der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung gespült. Die Elektrolytflüssigkeit wird während der Bearbeitung vorteilhafterweise ausgetauscht, so dass Kontaminationen abtransportiert werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Variante der Erfindung umfasst der Materialabtrag eine elektrochemische Zerlegung von Diamant an der Oberfläche der Diamant-Deckschicht. Die elektrochemische Zelle ist bei dieser Ausführungsform für eine elektrochemische Zerlegung von Diamant an der Oberfläche der Diamant-Deckschicht eingerichtet. Die Erfinder haben festgestellt, dass die elektrochemische Reaktion zusätzlich genutzt werden kann, um gezielt Diamant von der Diamant-Deckschicht abzubauen und deren Ebenheit korrigieren. Die Betriebsparameter der elektrochemischen Zelle werden so eingestellt, dass Diamant elektrochemisch zersetzt und Kohlenstoff abgetragen werden kann. Vorteilhafterweise ist ein Abtrag bis zu einige Nanometer möglich. Die elektrochemische Zelle kann vorteilhafterweise derart reproduzierbar betrieben werden, dass eine unkontrollierte Beschädigung der Diamant-Deckschicht ausgeschlossen ist.

Vorteilhafterweise kann die Diamant-Deckschicht durch die elektrochemische Bearbeitung einer Ebenheitskorrektur und/oder einem Aufrauen unterzogen werden. Die elektrochemische Zerlegung von Diamant an der Oberfläche der Diamant-Deckschicht bewirkt eine Korrektur der Dicke der Diamant-Deckschicht und damit der Höhe der Noppen und/oder eine gezielte Einstellung der Rauheit, wie z. B. ein tribologisch nützliches Aufrauen insbesondere der Stirnflächen der Noppen. Mit dieser Ausführungsform der Erfindung wird vorteilhafterweise eine Wafer-Haltevorrichtung für die Immersionslithographie mit einer intrinsischen Reinigungsfunktionalität und mit einer Fähigkeit zur Ebenheitskorrektur der von den Noppen aufgespannten Trägerfläche geschaffen.

Insbesondere für den Materialabtrag von der Diamant-Deckschicht kann es von Vorteil sein, den Materialabtrag lokal selektiv einzustellen. Der Materialabtrag kann in Abhängigkeit von der Position an der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung eingestellt werden. Hierfür wird gemäß einer weiteren Variante der Erfindung die Gegenelektrode so dimensioniert und angeordnet, dass die elektrochemische Zelle mit einem Teilbereich der Diamant-Deckschicht gebildet wird und ein lokal beschränkter Materialabtrag erfolgt. Vorzugsweise erstreckt sich die Gegenelektrode über den

Teilbereich der Diamant-Deckschicht und die elektrochemische Zelle ist für einen lokal beschränkten Materialabtrag eingerichtet. Vorteilhafterweise kann die Anpassung der Größe der Gegenelektrode mit einer kleinräumigen Führung der Elektrolytflüssigkeit kombiniert werden, wodurch die Abgrenzung der elektrochemischen Zelle gegenüber der Umgebung und die Selektivität der lokalen Behandlung verbessert wird. Die lokal selektive Einstellung des Materialabtrags kann insbesondere eine Beschränkung der Erzeugung der OH-Radikale auf eine Gruppe von Noppen oder sogar auf eine einzige Noppe umfassen. Vorteilhafterweise wird dadurch eine lokale Korrektur und/oder eine gezielte lokale Einstellung der Rauheit, wie z. B. ein tribologisch nützliches Aufrauen, ermöglicht.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Variante der Erfindung kann die Gegenelektrode parallel zur Diamant-Deckschicht bewegt werden und der Materialabtrag in verschiedenen Teilbereichen der Diamant-Deckschicht mit verschiedenen Reaktionsbedingungen erfolgen. Vorrichtungsbezogen ist hierfür die Gegenelektrode parallel zur Diamant-Deckschicht beweglich angeordnet und die elektrochemische Zelle, insbesondere eine Steuerung der Spannungsquelle, so eingerichtet, dass der Materialabtrag in verschiedenen Teilbereichen der Diamant-Deckschicht mit verschiedenen Reaktionsbedingungen erfolgt. Beispielsweise kann eine Steuerung der Spannungsquelle derart vorgesehen sein, dass die Betriebsparameter der elektrochemischen Zelle in Abhängigkeit von der gegenseitigen Positionierung der Gegenelektrode und der Diamant-Deckschicht variiert werden, um einen vorbestimmten positionsabhängigen Materialabtrag zu erzielen.

Vorteilhafterweise erhalten Wafer-Haltevorrichtungen mit der erfindungsgemäßen elektrochemischen Bearbeitung eine neue Funktion. Die für den Betrieb der elektrochemischen Zelle erforderliche Elektrolytflüssigkeit wird vorzugsweise durch die Immersionsflüssigkeit beim Betrieb einer Immersions-Lithographiemaschine bereitgestellt. Entsprechend erfolgt die Bearbeitung der Wafer-Haltevorrichtung vorzugsweise in situ in einer Immersionslithographiemaschine. Die Oberflächenbearbeitungsvorrichtung ist bei dieser Variante der Erfindung vorzugsweise ein Teil einer Immersionslithographiemaschine. Alternativ kann die Bearbeitung der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung in einem gesonderten Aufbau außerhalb der Lithographiemaschine erfolgen.

Gemäß weiteren bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung kann die Gegenelektrode mit einer zur Wafer-Haltevorrichtung weisenden Belichtungsoptik der Immersionslithographiemaschine verbunden sein und/oder eine Diamant-Oberfläche aufweisen. Zwischen der Belichtungsoptik und der Diamant-Deckschicht ist die Immersionsflüssigkeit angeordnet, welche die Elektrolytflüssigkeit

bereitstellt. Durch die Kopplung der Gegenelektrode mit der Belichtungsoptik wird vorteilhafterweise insbesondere die lokale Bearbeitung der Wafer-Haltevorrichtung begünstigt. Die Verwendung der Gegenelektrode mit einer Diamant-Oberfläche (Diamant-Elektrode) bietet besondere Vorteile in Bezug auf die an die elektrochemische Zelle anlegbare Spannung und die Vermeidung von Kontaminationen an der Gegenelektrode.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Es zeigt schematisch:

Figur 1: Merkmale von Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Oberflächenbearbeitungsvorrichtung.

Es wird betont, dass Merkmale von Ausführungsformen der Erfindung in Figur 1 schematisch illustriert sind. Aus Übersichtlichkeitsgründen sind die einzelnen Teile nicht maßstabsgerecht dargestellt. Beispielhaft wird auf die Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung für die Immersionslithographie Bezug genommen. Die Erfindung ist nicht auf diese Anwendung beschränkt, sondern entsprechend bei der Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung (EUV-Chuck) für die Lithographie unter Vakuum anwendbar. Einzelheiten des jeweiligen Lithographieverfahrens und der Gestaltung einer Wafer-Haltevorrichtung werden nicht beschrieben, soweit diese an sich aus dem Stand der Technik bekannt sind.

Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden insbesondere unter beispielhaftem Bezug auf die Bereitstellung einer Oberflächenbearbeitungsvorrichtung als Teil einer Lithographiemaschine beschrieben, wobei eine Gegenelektrode einer elektrochemischen Zelle mit einer Belichtungsoptik der Lithographiemaschine gekoppelt ist. Es wird betont, dass die Umsetzung der Erfindung in der Praxis nicht auf diese Variante beschränkt ist. Vielmehr sind Abwandlungen insbesondere dahingehend möglich, dass die Gegenelektrode unabhängig von der Belichtungsoptik bereitgestellt wird und/oder die Oberflächenbearbeitungsvorrichtung außerhalb der Lithographiemaschine angeordnet und betrieben wird.

Figur 1 zeigt schematisch die Lithographiemaschine 100, umfassend eine Wafer-Haltevorrichtung 10, eine Belichtungsoptik 110 und eine Stelleinrichtung 30 zur Einstellung der Belichtungsoptik 110 relativ zu der Wafer-Haltevorrichtung 10. Weitere Teile der Lithographiemaschine 100, wie

zum Beispiel eine Lichtquelle und ein Projektionssystem für die Belichtung, Werkzeuge zur Auflage von Wafern auf der Wafer-Haltevorrichtung 10 und eine Steuereinheit der Lithographiemaschine 100, sind in Figur 1 nicht dargestellt.

Die Wafer-Haltevorrichtung 10 umfasst einen Trägerkörper 11, dessen strukturierte Oberfläche durch eine Vielzahl von vorstehenden Noppen 13 gebildet wird. In der Praxis weist der Trägerkörper 11 zum Beispiel einen Durchmesser von 30 cm und mehreren tausend Noppen 13 jeweils mit einem Durchmesser von weniger als einem mm auf. Der Trägerkörper 11 besteht zum Beispiel aus Silizium-infiltriertem Siliziumkarbid (SiSiC), das eine inhärente elektrische Leitfähigkeit besitzt. Ebenen Stirnflächen der Noppen 13 spannen eine Trägerfläche zur Aufnahme eines Wafers (nicht dargestellt) auf.

Auf der Oberfläche des Trägerkörpers 11 ist eine Diamant-Deckschicht 12 vorgesehen, die eine Vielzahl von Diamant-Deckschichtabschnitten jeweils auf den ebenen Stirnflächen der Noppen 13 umfasst. Die Diamant-Deckschicht 12 weist eine Dicke von 0,5 µm bis 20 µm auf und sie besteht aus Bor-dotiertem Diamant (Bor-Konzentration z. B. 4000 ppm). Die Diamant-Deckschicht 12 wird beispielweise durch Kohlenstoff-Abscheidung mittels CVD unter Verwendung von Methan und Wasserstoff in Anwesenheit von borhaltigem Gas hergestellt.

Die Oberflächenbearbeitungsvorrichtung 200 ist beim gezeigten Beispiel Teil der Lithographiemaschine 100. Die elektrochemische Zelle 20 der Oberflächenbearbeitungsvorrichtung 200 wird durch die Diamant-Deckschicht 12, insbesondere die von der Elektrolytflüssigkeit 22 benetzten Diamant-Deckschichtabschnitte, und die Gegenelektrode 21 gebildet. Einerseits die Diamant-Deckschicht 12 und andererseits die Gegenelektrode 21 sind mit einer Spannungsquelle 23 zur Bereitstellung einer Betriebsspannung der elektrochemischen Zelle 20 elektrisch verbunden. Die Spannungsquelle 23 ist zum Beispiel eine variable Quelle mit einer steuerbaren Ausgangsspannung von bis zu 3 V.

Die Gegenelektrode 21 umfasst zum Beispiel eine ringförmige Elektrodenschicht aus Bor-dotiertem Diamant, die auf der zur Wafer-Haltevorrichtung 10 weisenden Seite der Belichtungsoptik 110 angeordnet ist. Die Dicke der Diamant-Schicht der Gegenelektrode 21 beträgt zum Beispiel 8 µm. Der Abstand der Gegenelektrode von den Stirnflächen der Noppen 13 beträgt z. B. 1 mm.

Die Belichtungsoptik 110 und die Gegenelektrode 21 sind mit der Stelleinrichtung 30 gekoppelt, mit der die Belichtungsoptik 110 und die Gegenelektrode 21 relativ zur Wafer-Haltevorrichtung 10

positionierbar sind. Die Stelleinrichtung 30 umfasst zum Beispiel einen x-y-Translationsantrieb, der für eine Verschiebung parallel zur Oberfläche des Trägerkörpers 11 eingerichtet ist.

Die Stelleinrichtung 30 und die Spannungsquelle 23 sind mit einer Steuereinrichtung 40 gekoppelt. Die Steuereinrichtung 40, die zum Beispiel einen Computer-Schaltkreis umfasst, ist dafür ausgelegt, die Spannungsquelle 23 entsprechend vorbestimmter Betriebsparameter der elektrochemischen Bearbeitung der Oberfläche des Trägerkörpers 11 und die Stelleinrichtung 30 zur Positionierung der Belichtungsoptik 110 und der Gegenelektrode 21 anzusteuern. Beispielsweise kann vorgesehen sein, die Betriebsparameter, insbesondere die Spannung und die Dauer der Beaufschlagung der Gegenelektrode 21 mit der Spannung, in Abhängigkeit von der Position relativ zu der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung 10 einzustellen.

Abweichend von Figur 1 kann die Gegenelektrode 21 an einem von der Belichtungsoptik 110 getrennten Reinigungskopf vorgesehen sein, der mit der Stelleinrichtung 30 oder einem alternativen Antrieb verfahrbar ist. Gemäß einer weiteren Abwandlung kann sich abweichend von Figur 1 die Gegenelektrode 21 flächig parallel zur Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung 10 und die Anordnung aller Noppen abdeckend erstrecken.

Bei Betrieb der Lithographiemaschine 100 wird der an sich bekannte Ablauf der Immersionslithographie, umfassend eine Auflage eines Wafers auf die Noppen 13, eine Belichtung des Wafers durch die Immersionsflüssigkeit und eine nachfolgende Prozessierung des belichteten Wafers, ausgeführt. Aufgrund der Handhabung des Wafers unter praktischen Produktionsbedingungen treten Kontaminationen 1 auf, die zum Beispiel durch Reste von Lithographielacken auf einzelnen oder allen Noppen 13 gebildet werden.

Zur Beseitigung der Kontamination 1 wird die Immersionsflüssigkeit als Elektrolytflüssigkeit 22 zwischen der Oberfläche des Trägerkörpers 11 und der Gegenelektrode 21 bereitgestellt. Durch Beaufschlagung der Diamant-Deckschicht 12 und der Gegenelektrode 21 mit der Spannung der Spannungsquelle 23 werden in der Elektrolytflüssigkeit 22 gemäß

$$H_2O \rightarrow \bullet OH + H^+ + e^-$$

OH-Radikale gebildet, welche eine Ablösung der Kontamination 1 von den Noppen 13 bewirken. Durch Austausch der Elektrolytflüssigkeit 22 werden die abgelösten Kontaminationsreste von der Oberfläche des Trägerkörpers 11 entfernt.

Wird z. B. bei der Wartung der Wafer-Haltevorrichtung 10 mit einem Test-Wafer eine Unebenheit der von den Noppen 13 aufgespannten Trägerfläche festgestellt, kann mit der elektrochemischen Bearbeitung ein Ausgleich der Unebenheit durch einen Abtrag von den Diamant-Deckschichtabschnitten vorgenommen werden. Hierzu wird die Betriebsspannung der Spannungsquelle 23 so eingestellt, dass Diamant elektrochemisch zersetzt wird, was einen Diamant-Materialabtrag erlaubt.

Die elektrochemische Bearbeitung der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung 10 erfolgt an allen Noppen 13 gleichzeitig oder, wie in Figur 1 dargestellt, schrittweise mittels einer Beschränkung auf einen Oberflächenabschnitt des Trägerkörpers 11 mit einer einzigen Noppe oder einer Gruppe von Noppen und einer nachfolgenden Verschiebung der Gegenelektrode 21 und der Elektrolytflüssigkeit 22 zu weiteren Noppen, bis die gesamte Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung 10 oder ein Teil der Oberfläche bearbeitet ist.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in Kombination oder Unterkombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Gestaltungen von Bedeutung sein.

Ansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung (10) für eine Wafer-Lithographie, wobei die Wafer-Haltevorrichtung (10) einen Trägerkörper (11) mit einer elektrisch leitfähigen Diamant-Deckschicht (12) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
- an der Wafer-Haltevorrichtung (10) durch die Diamant-Deckschicht (12), eine Gegenelektrode (21), eine Elektrolytflüssigkeit (22) in einem Abstand zwischen der Diamant-Deckschicht (12) und der Gegenelektrode (21), und eine Spannungsquelle (23), die mit der Diamant-Deckschicht (12) und der Gegenelektrode (21) elektrisch verbunden ist, eine elektrochemische Zelle (20) gebildet wird, und
- an der Wafer-Haltevorrichtung mittels der elektrochemischen Zelle (20) ein elektrochemischer Materialabtrag erfolgt.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem
- der Materialabtrag eine elektrochemische Zerlegung von Fremdstoffen (1) an der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung (10) umfasst.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, bei dem
- Reaktionsprodukte der Zerlegung der Fremdstoffe mit der Elektrolytflüssigkeit von der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung (10) gespült werden, und/oder
- die Fremdstoffe Rückstände eines Lithographielacks umfassen.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- der Materialabtrag eine elektrochemische Zerlegung von Diamant an der Oberfläche der Diamant-Deckschicht (12) umfasst.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, bei dem
- die Diamant-Deckschicht (12) einem Aufrauen und/oder einer Ebenheitskorrektur unterzogen wird.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- die Gegenelektrode (21) so angeordnet wird, dass die elektrochemische Zelle (20) mit einem Teilbereich der Diamant-Deckschicht (12) gebildet wird und ein lokal beschränkter Materialabtrag erfolgt.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem
- die Gegenelektrode (21) parallel zur Diamant-Deckschicht (12) bewegt wird und der Materialabtrag in verschiedenen Teilbereichen der Diamant-Deckschicht (12) mit verschiedenen Reaktionsbedingungen erfolgt.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- die Bearbeitung der Wafer-Haltevorrichtung (10) in situ in einer Immersionslithographiemaschine (100) erfolgt.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem
- die Gegenelektrode (21) mit einer zur Wafer-Haltevorrichtung (10) weisenden Belichtungsoptik (110) der Immersionslithographiemaschine (100) verbunden ist.

10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- die Elektrolytflüssigkeit (22) Reinstwasser umfasst.

11. Oberflächenbearbeitungsvorrichtung (200), die zur Bearbeitung einer Wafer-Haltevorrichtung (10) für eine Wafer- Lithographie eingerichtet ist, umfassend
- die Wafer-Haltevorrichtung (10), die einen Trägerkörper (11) mit einer elektrisch leitfähigen Diamant-Deckschicht (12) umfasst,
- eine Gegenelektrode (21), die mit einem Abstand von der Wafer-Haltevorrichtung (10) angeordnet ist, der zur Aufnahme einer Elektrolytflüssigkeit (22) gebildet ist, und
- eine Spannungsquelle (23), die zur Beaufschlagung der Diamant-Deckschicht (12) mit einer elektrischen Betriebsspannung relativ zu der Gegenelektrode (21) angeordnet ist, wobei
- durch die Diamant-Deckschicht (12), die Gegenelektrode (21), die Elektrolytflüssigkeit (22) in dem Abstand zwischen der Diamant-Deckschicht (12) und der Gegenelektrode (21), und die Spannungsquelle (23) eine elektrochemische Zelle (20) gebildet wird, die für einen elektrochemischen Materialabtrag an der Wafer-Haltevorrichtung (10) eingerichtet ist.

12. Oberflächenbearbeitungsvorrichtung gemäß Anspruch 11, bei der
- die elektrochemische Zelle (20) für eine elektrochemische Zerlegung von Fremdstoffen auf der Oberfläche der Wafer-Haltevorrichtung (10) eingerichtet ist.

13. Oberflächenbearbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 11 bis 12, bei der
- die elektrochemische Zelle (20) für eine elektrochemische Zerlegung von Diamant an der Oberfläche der Diamant-Deckschicht (12) eingerichtet ist.

14. Oberflächenbearbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 11 bis 13, bei der
- die Gegenelektrode (21) sich über einen Teilbereich der Diamant-Deckschicht (12) erstreckt und die elektrochemische Zelle (20) für einen lokal beschränkten Materialabtrag eingerichtet ist.

15. Oberflächenbearbeitungsvorrichtung gemäß Anspruch 14, bei der
- die Gegenelektrode (21) parallel zur Diamant-Deckschicht (12) beweglich angeordnet ist, und
- die elektrochemische Zelle (20) so eingerichtet ist, dass der Materialabtrag in verschiedenen Teilbereichen der Diamant-Deckschicht (12) mit verschiedenen Reaktionsbedingungen erfolgt.

16. Oberflächenbearbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15, die ein Teil einer Immersionslithographiemaschine (100) ist.

17. Oberflächenbearbeitungsvorrichtung gemäß Anspruch 16, bei der
- die Gegenelektrode (21) mit einer zur Wafer-Haltevorrichtung (10) weisenden Belichtungsoptik der Immersionslithographiemaschine (100) verbunden ist, und/oder
- die Gegenelektrode (21) eine Diamant-Oberfläche aufweist.

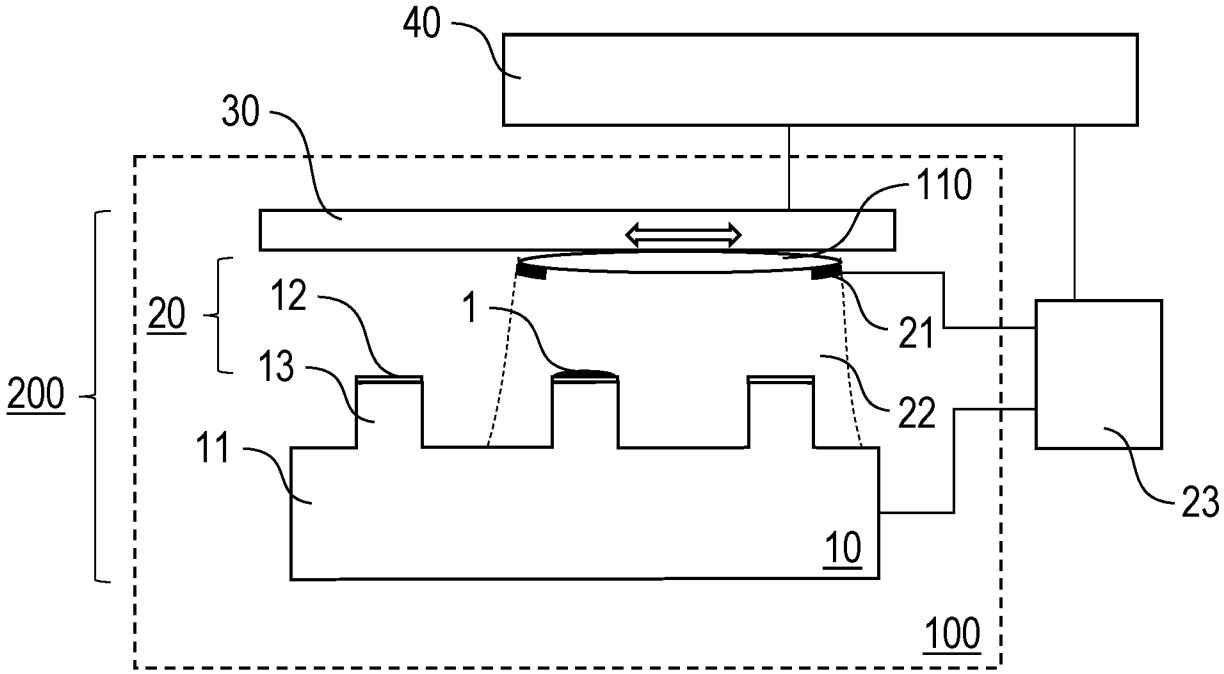


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2021/073640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F 7/20(2006.01)i; ***H01L 21/687***(2006.01)i; ***C25F 1/00***(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F; H01L; C25F

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020150549 A1 (STEVENS LUCAS HENRICUS JOHANNES [NL] ET AL) 14 May 2020 (2020-05-14) paragraphs [0010] - [0012], [0040] - [0043], [0066] - [0076]; figures 1,6,7	1-17
A	DE 102014008031 B4 (BERLINER GLAS KGAA HERBERT KUBATZ GMBH & CO [DE]) 25 June 2020 (2020-06-25) paragraphs [0002], [0021], [0022], [0038], [0039]; figures 1,4	1-17
A	WO 2020135971 A1 (ASML NETHERLANDS BV [NL]) 02 July 2020 (2020-07-02) paragraphs [0009] - [0013], [0020], [0039] - [0046], [0049], [0050], [0062], [0063]; figure 1	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
08 December 2021	**22 December 2021**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Roesch, Guillaume** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2021/073640

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020150549	A1	14 May 2020	CN	110832399	A	21 February 2020
				EP	3646116	A1	06 May 2020
				JP	6917479	B2	11 August 2021
				JP	2020525820	A	27 August 2020
				NL	2021087	A	08 January 2019
				US	2020150549	A1	14 May 2020
				WO	2019001931	A1	03 January 2019
DE	102014008031	B4	25 June 2020	DE	102014008031	A1	03 December 2015
				US	2015349669	A1	03 December 2015
WO	2020135971	A1	02 July 2020	CN	113302556	A	24 August 2021
				EP	3903152	A1	03 November 2021
				WO	2020135971	A1	02 July 2020

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/073640

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G03F7/20 H01L21/687 C25F1/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G03F H01L C25F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2020/150549 A1 (STEVENS LUCAS HENRICUS JOHANNES [NL] ET AL) 14. Mai 2020 (2020-05-14) Absätze [0010] - [0012], [0040] - [0043], [0066] - [0076]; Abbildungen 1,6,7	1-17
A	DE 10 2014 008031 B4 (BERLINER GLAS KGAA HERBERT KUBATZ GMBH & CO [DE]) 25. Juni 2020 (2020-06-25) Absätze [0002], [0021], [0022], [0038], [0039]; Abbildungen 1,4	1-17
A	WO 2020/135971 A1 (ASML NETHERLANDS BV [NL]) 2. Juli 2020 (2020-07-02) Absätze [0009] - [0013], [0020], [0039] - [0046], [0049], [0050], [0062], [0063]; Abbildung 1	1-17

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Dezember 2021	22/12/2021

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Roesch, Guillaume

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/073640

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2020150549 A1	14-05-2020	CN 110832399 A	21-02-2020
		EP 3646116 A1	06-05-2020
		JP 6917479 B2	11-08-2021
		JP 2020525820 A	27-08-2020
		NL 2021087 A	08-01-2019
		US 2020150549 A1	14-05-2020
		WO 2019001931 A1	03-01-2019
DE 102014008031 B4	25-06-2020	DE 102014008031 A1	03-12-2015
		US 2015349669 A1	03-12-2015
WO 2020135971 A1	02-07-2020	CN 113302556 A	24-08-2021
		EP 3903152 A1	03-11-2021
		WO 2020135971 A1	02-07-2020