

(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
23. Mai 2019 (23.05.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/096574 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G03F 1/84 (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/079619

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Oktober 2018 (30.10.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 127 117.1
17. November 2017 (17.11.2017) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CARL ZEISS SMT GMBH** [DE/DE]; Rudolf-Eber-Strasse 2, 73447 Oberkochen (DE).

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder (nur für US): **BLUMRICH, Jörg Frederik** [DE/DE]; Thomas-Mann-Straße 3, 07743 Jena (DE).

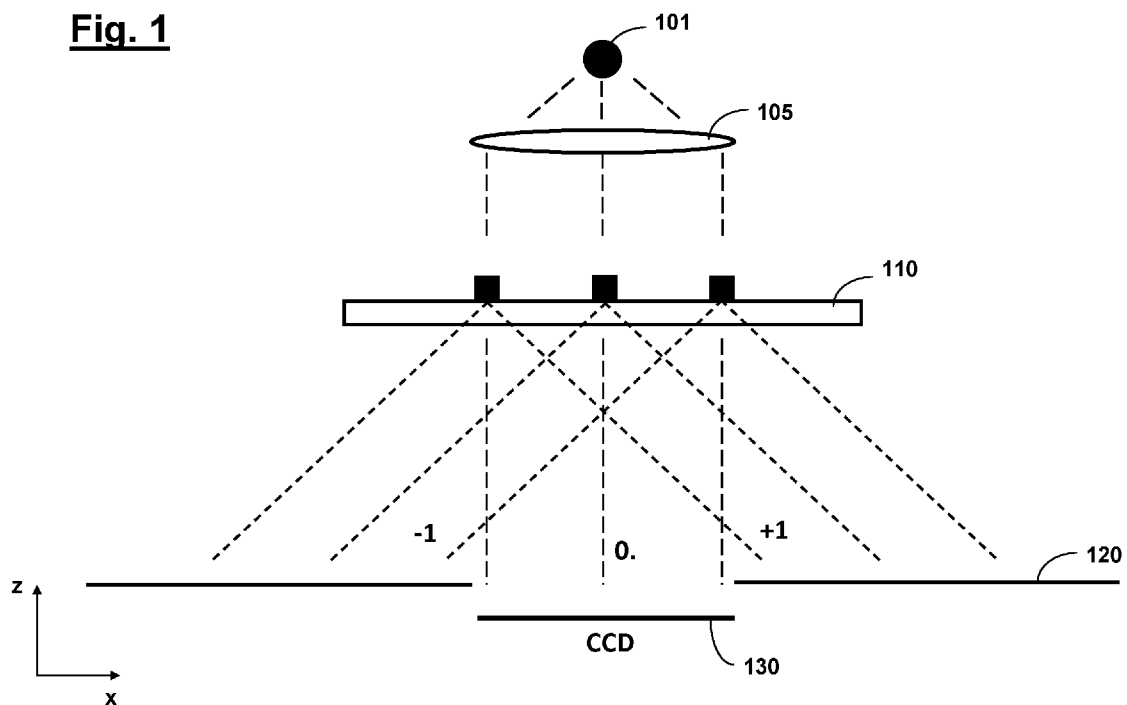
(74) Anwalt: **FRANK, Hartmut**; BONSMANN · BONSMANN · FRANK Patentanwälte, Reichspräsidentenstraße 21-25, 45470 Mülheim a.d. Ruhr (DE).

(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, 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,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MASK INSPECTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR MASKENINSPEKTION

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for mask inspection, for inspecting a mask for use in lithography, the method comprising the following steps: identifying at least one region at which the line width of structures present on the mask (110, 210, 310, 410, 510) deviates from a mean line width according to a qualitative estimation; and quantitatively determining said deviations by measuring the line width in the at least one identified region; wherein the identification of the at least one region is based on measurements of the intensity of electromagnetic radiation after the diffraction of said radiation on the mask, and the mask (110, 210, 310, 410, 510) is illuminated with illumination light in a collimated beam path during these intensity measurements.

WO 2019/096574 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Maskeninspektion, zur Inspektion einer Maske zur Verwendung in der Lithographie, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: Identifizieren wenigstens eines Bereichs, für welchen gemäß qualitativer Abschätzung Abweichungen der Linienbreite von auf der Maske (110, 210, 310, 410, 510) vorhandenen Strukturen von einer mittleren Linienbreite vorliegen, und quantitatives Ermitteln dieser Abweichungen durch Messung der Linienbreite in dem wenigstens einen identifizierten Bereich, wobei das Identifizieren des wenigstens einen Bereichs auf Basis von Messungen der Intensität elektromagnetischer Strahlung nach deren Beugung an der Maske erfolgt, wobei die Maske (110, 210, 310, 410, 510) bei diesen Intensitätsmessungen mit Beleuchtungslicht in einem kollimierten Strahlengang beleuchtet wird.

Verfahren und Vorrichtung zur Maskeninspektion

5

Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der Deutschen Patentanmeldung DE 10 2017 127 117.1, angemeldet am 17. November 2017. Der Inhalt dieser DE-Anmeldung wird durch Bezugnahme („incorporation by reference“) mit in den vorliegenden Anmeldungstext aufgenommen.

10

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Maskeninspektion.

20

Stand der Technik

25

Die Inspektion von Masken zur Verwendung in der Lithographie ist insofern von großer Bedeutung, als etwaige auf der Maske vorhandenen Defekte zur Folge haben können, dass ggf. eine größere Produktion von Bauteilen unbrauchbar ist. Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Maskeninspektion von Masken mit vergleichsweise großen Abmessungen dar, wie sie z.B. bei der Fertigung von Flachbildschirmen bzw. der lithographischen Herstellung der in solchen Flachbildschirmen benötigten Leiterbahnen, Ansteuerungen etc. zum Einsatz kommen. Im Hinblick auf die Dimensionierung solcher Flachbildschirme sowie die zur lithographischen Herstellung üblicherweise eingesetzten „Kopiersysteme“ (mit einem Abbildungsmaßstab 1:1) können die betreffenden Masken z.B. Abmessungen von größenordnungsmäßig einem oder mehreren Quadratmetern aufweisen.

30

Um trotz dieser vergleichsweise großen Abmessungen Maskendefekte insbesondere in Form von Abweichungen der Linienbreite der auf der Maske vorhandenen Strukturen in vertretbarer Zeit zu identifizieren, ist es bekannt, unter
5 Ausnutzung des Umstandes, dass derartige Linienbreitenabweichungen zu für das geübte menschliche Auge auf der Maske sichtbaren Helligkeitsunterschieden führen, eine Vorabinspektion durch eine entsprechend geschulte Person vorzunehmen, wobei die hierbei identifizierten Bereiche dann einer eingehenderen quantitativen (z.B. elektronenmikroskopischen) Vermessung der Linien-
10 breite unterzogen werden.

Hierbei tritt jedoch in der Praxis das Problem auf, dass die durch Mitarbeiter visuell durchgeführten Inspektionen nicht ohne Weiteres reproduzierbar und zudem in Situationen nicht realisierbar sind, in denen geeignetes, zur Durch-
15 führung einer solchen Inspektionen geschultes Personal gerade nicht verfügbar ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

20 Vor dem obigen Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Maskeninspektion bereitzustellen, welche auch bei Masken mit vergleichsweise großen Abmessungen, wie z.B. Masken zur lithographischen Herstellung von Flachbildschirmen, eine zuverlässige und reproduzierbare Inspektion in vertretbarer Zeitdauer ermöglichen.
25

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 bzw. die Vorrichtung gemäß den Merkmalen des nebengeordneten Patentanspruchs 9 gelöst.
30

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Maskeninspektion, zur Inspektion einer Maske zur Verwendung in der Lithographie, weist folgende Schritte auf:

- Identifizieren wenigstens eines Bereichs, für welchen gemäß qualitativer Abschätzung Abweichungen der Linienbreite von auf der Maske vorhandenen Strukturen von einer mittleren Linienbreite vorliegen; und
- Quantitatives Ermitteln dieser Abweichungen durch Messung der Linienbreite in dem wenigstens einen identifizierten Bereich;

wobei das Identifizieren des wenigstens einen Bereichs auf Basis von Messungen der Intensität elektromagnetischer Strahlung nach deren Beugung an der Maske erfolgt, wobei die Maske bei diesen Intensitätsmessungen mit Beleuchtungslicht in einem kollimierten Strahlengang beleuchtet wird.

Der Erfindung liegt insbesondere das Konzept zugrunde, eine Transmissionsmessung an der jeweils zu inspizierenden Maske mit dem Ziel der Identifizierung von Bereichen mit signifikanter Linienbreitenabweichung nicht etwa nur punktuell, sondern unter Beleuchtung der betreffenden Maske mit einem kollimierten Strahlengang durchzuführen, um auf diese Weise für einen vergleichsweise großen Maskenbereich oder sogar für die gesamte Maske parallel und simultan eine Intensitätsmessung unter Verwendung eines flächig messenden Intensitätssensors und damit eine reproduzierbare und großflächige qualitative Beurteilung (im Hinblick darauf, ob und wo überhaupt Abweichungen der Linienbreite bei den auf der Maske vorhandenen Strukturen zu erwarten sind) durchführen zu können.

Unter weiterer Ausnutzung des Umstandes, dass in dem erhaltenen Messergebnis auftretende Intensitätsunterschiede proportional zu Abweichungen der Linienbreite sind, können auf diese Weise automatisch, reproduzierbar und ohne Abhängigkeit von bestimmten geschulten Bedienpersonen Bereiche der Maske identifiziert werden, für welche gemäß einer zunächst qualitativen Abschätzung Abweichungen der Linienbreite von einer mittleren Linienbreite zu erwarten sind. Die auf diese Weise schnell und zuverlässig identifizierten Bereiche können dann in einem anschließenden zweiten Schritt einer quantitativen Messung der Linienbreite unterzogen werden, was in für sich bekannter

Weise z.B. unter Anwendung elektronenmikroskopischer oder scatterometrischer Verfahren erfolgen kann.

5 Gemäß einer Ausführungsform werden die Messungen der Intensität elektromagnetischer Strahlung nach deren Beugung an der Maske derart durchgeführt, dass in höhere Beugungsordnungen als die nullte Beugungsordnung gebeugte elektromagnetische Strahlung wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, aus dem zur Intensitätsmessung beitragenden Anteil eliminiert wird.

10 Gemäß einer Ausführungsform erfolgt dieses Eliminieren unter Verwendung wenigstens einer Blende.

15 Gemäß einer Ausführungsform werden die Intensitätsmessungen mit einem flächig messenden Intensitätssensor durchgeführt.

Gemäß einer Ausführungsform wird die elektromagnetische Strahlung auf den flächig messenden Intensitätssensor über eine Vergrößerungsoptik projiziert.

20 Gemäß einer Ausführungsform wird die elektromagnetische Strahlung auf den flächig messenden Intensitätssensor über eine Verkleinerungsoptik projiziert.

25 Gemäß einer Ausführungsform weist die elektromagnetische Strahlung eine Wellenlänge von wenigstens 13nm (z.B. EUV-Strahlung mit einer Wellenlänge von ca. 13.5nm), insbesondere von wenigstens 190nm (z.B. DUV-Strahlung eines ArF-Lasers mit einer Wellenlänge von ca. 193nm), weiter insbesondere von wenigstens 360nm (z.B. Licht der i-Linie mit einer Wellenlänge von ca. 365nm), auf. Weiter insbesondere kann breitbandige elektromagnetische Strahlung eingesetzt werden, deren Wellenlänge z.B. den sichtbaren Spektralbereich umfassen kann.

30

Gemäß einer Ausführungsform ist die Maske zur Verwendung bei der Herstellung von Flachbildschirmen ausgelegt.

Die Erfindung betrifft weiter eine Vorrichtung zur Maskeninspektion, zur Inspektion einer Maske zur Verwendung in der Lithographie, wobei die Vorrichtung dazu ausgelegt ist, ein Verfahren mit den vorstehend beschriebenen Merkmalen durchzuführen. Zu Vorteilen sowie bevorzugten Ausgestaltungen der Vorrichtung wird auf die Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind der Beschreibung sowie den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Es zeigen:

Figur 1-2 schematische Darstellungen zur Erläuterung des der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Prinzips; und

Fig. 3-5 schematische Darstellungen zur Erläuterung weiterer möglicher Ausführungsformen der Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Im Weiteren wird zunächst unter Bezugnahme auf Fig. 1 und 2 das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip erläutert, woraufhin dann unter Bezugnahme auf Fig. 3-5 weitere mögliche Ausführungsformen der Erfindung beschrieben werden.

Den Ausführungsformen der Erfindung ist gemeinsam, dass eine Maskeninspektion insbesondere zur Untersuchung von Masken mit vergleichsweise großen Abmessungen (wie z.B. zur lithographischen Herstellung von Flachbildschirmen) eine zweistufige Inspektion insofern durchgeführt wird, als in einem ersten Schritt zunächst Bereiche identifiziert werden, für welche Abweichungen der Linienbreite von auf der Maske vorhandenen Strukturen von einer mittleren Linienbreite zu erwarten sind. In einem anschließenden zweiten Schritt wird dann eine quantitative Ermittlung der betreffenden Abweichungen durch tatsächliche Messung der Linienbreite nur noch in den betreffenden, im ersten Schritt identifizierten Bereichen durchgeführt.

Den Ausführungsformen der Erfindung ist weiter gemeinsam, dass zur besagten Identifizierung der Bereiche im ersten Schritt eine Beleuchtung der Maske mit Beleuchtungslicht in einem kollimierten Strahlengang (d.h. mit wenigstens einem Strahlenbündel aus zueinander parallelen Strahlen) durchgeführt wird. Die Intensität der entsprechend an der Maske gebeugten elektromagnetischen Strahlung wird dann mit einem flächig messenden Intensitätssensor gemessen, wobei aus hierbei ermittelten Intensitätsänderungen auf Linienbreitenänderungen der auf der Maske vorhandenen Strukturen gefolgert wird.

Fig. 1 zeigt in lediglich schematischer Darstellung eine zu inspizierende Maske 110 mit auf der Maske befindlichen Strukturen, wobei zur Beleuchtung der Maske 110 die von einer Lichtquelle 101 erzeugte elektromagnetische Strahlung nach entsprechender Umformung durch eine über eine Linse 105 symbolisierte Optik in einem kollimierten Strahlengang auf die Maske 110 auftrifft und an den auf der Maske 110 befindlichen Strukturen in den unterschiedlichen Beugungsordnungen entsprechende Richtungen gebeugt wird.

Wie in Fig. 1 ebenfalls schematisch angedeutet, kann durch eine in Lichtausbreitungsrichtung nach der Maske 110 im Strahlengang angeordnete Blende 120 durch Auskopplung höherer Beugungsordnungen (im Beispiel der ± 1 . Beugungsordnung) erreicht werden, dass nur elektromagnetische Strahlung

der nullten Beugungsordnung auf einen flächig messenden Intensitätssensor 130 (z.B. in Form einer CCD-Kamera) auftrifft.

5 In Fig. 2 ist lediglich schematisch eine Maske 210 angedeutet, welche Bereiche 211, 212 mit unterschiedlichen Werten der Linienbreite aufweist. Entsprechend auf der Maske 210 befindliche Bereiche mit von der mittleren Linienbreite abweichender Linienbreite können nun anhand der vorstehend beschriebenen Intensitätsmessungen dadurch identifiziert werden, dass – wie in Fig. 2 ebenfalls angedeutet - die betreffenden Linienbreitenänderungen proportional zu einer bei den Intensitätsmessungen ermittelten Intensitätsänderung sind.

10 Es ist darauf hinzuweisen, dass die vorstehend beschriebene Identifizierung der betreffenden Bereiche mit Abweichungen der Linienbreite von dem mittleren Wert insofern zunächst qualitativ ist, als der tatsächliche Wert der Linienbreite bei dieser Identifizierung noch nicht bestimmt wird. Vielmehr ist es für die Identifizierung der betreffenden Bereiche in dem besagten ersten Schritt ausreichend, festzulegen, in welchen Bereichen überhaupt Abweichungen von der mittleren Linienbreite auf der Maske und dementsprechende Defekte zu erwarten sind. Eine exakte Messung der tatsächlichen Werte der Linienbreite ist dann im nachfolgenden zweiten Schritt nur noch für die betreffenden, im ersten Schritt identifizierten Bereiche erforderlich, so dass ein mit einer exakten Messung der Linienbreite über die gesamte Maske einhergehender, erheblicher und ggf. je nach Maskenabmessung nicht mehr vertretbarer Zeitaufwand vermieden wird.

25 Vorzugsweise wird die Pixelgröße des flächigen Intensitätssensors 130 derart gewählt, dass deren Projektion auf die Maske 110 um wenigstens einen Faktor 20, weiter insbesondere um wenigstens einen Faktor 100, größer ist als die mittlere Linienbreite der sich wiederholenden Strukturen auf der Maske 110. Hierdurch wird erreicht, dass sich pro Pixel bzw. Intensitätssensorelement auf dem flächig messenden Intensitätssensor 130 ein durchschnittlicher Intensitätswert unabhängig von der Relativposition zwischen Intensitätssensor 130

und Maske 110 ergibt. Bei einem typischen Wert der mittleren Linienbreite der sich wiederholenden Strukturen auf der Maske 110 im Bereich von (1-2) μm kann z.B. die Pixelgröße des flächigen Intensitätssensors 130 einen Wert von wenigstens 100 μm aufweisen, da so erreicht wird, dass pro Pixel eine Vielzahl von Linien zur Intensitätsmessung beitragen und es somit keine signifikanten Auswirkungen auf das Messergebnis hat, ob der betreffende Pixelrand mit der Kante oder der Mitte einer Linie auf der Maske 110 zusammenfällt.

Fig. 3 zeigt eine weitere schematische Darstellung des vorstehend beschriebenen Aufbaus, wobei zugehörige geometrische Parameter insbesondere zur Erläuterung vorteilhafter Ausgestaltungen der zur Eliminierung höherer Beugungsordnungen eingesetzten Blende eingezeichnet sind. Dabei sind zu Fig. 1 analoge bzw. im Wesentlichen funktionsgleiche Komponenten mit um „200“ erhöhten Bezugsziffern bezeichnet.

Bezeichnet man gemäß Fig. 3 die Wellenlänge der von der Lichtquelle erzeugten elektromagnetischen Strahlung mit λ und die Breite der streuenden Struktur auf der Maske 310 mit „d“, so gilt für den Streuwinkel ϕ zwischen 0. Beugungsordnung und 1. Beugungsordnung $\sin\phi = \frac{\lambda}{d}$. Zur Reduzierung bzw. Minimierung des Blendenabstandes b zwischen Blende 320 und Maske 310 bzw. zur Realisierung möglichst großer Streuwinkel ϕ weist somit vorzugsweise die Wellenlänge λ große Werte auf. Für eine Breite der streuenden Struktur auf der Maske 310 von 2 μm und eine Wellenlänge λ von 500nm (entsprechend grünem Licht im sichtbaren Spektralbereich) ergibt sich ein Streuwinkel ϕ von ca. 14.5°. Für breitbandiges Licht wird der minimale Blendenabstand durch die kleinste vorhandene Wellenlänge bestimmt.

In Ausführungsformen der Erfindung kann, wie in Fig. 4 bzw. Fig. 5 schematisch dargestellt, eine Verkleinerungsoptik oder Vergrößerungsoptik zur Projektion der an der Maske gebeugten elektromagnetischen Strahlung auf den flächig messenden Intensitätssensor verwendet werden. Dabei sind in Fig. 4 bzw. Fig. 5 wiederum zu Fig. 1 analoge bzw. im Wesentlichen funktionsgleiche

Komponenten mit um „300“ bzw. in „400“ erhöhten Bezugsziffern bezeichnet. Fig. 4 zeigt hierbei die Ausgestaltung mit einer (durch Linsen 440, 450 gebildeten) Verkleinerungsoptik. Fig. 5 zeigt den Einsatz einer (durch Linsen 540, 550) gebildeten Vergrößerungsoptik. Durch Einsatz einer solchen Verkleinerungsoptik oder Vergrößerungsoptik kann der simultan erfassbare Messbereich flexibel ausgestaltet werden, wobei in einem Extremfall unter Zuhilfenahme einer Vergrößerungsoptik die gesamte Maske in einem einzigen Messschritt erfasst werden kann. Bei Zuhilfenahme einer Verkleinerungsoptik kann dagegen die laterale Auflösung gesteigert werden.

Bei Verwendung einer Vergrößerungs- oder Verkleinerungsoptik gemäß Fig. 4 bzw. Fig. 5 wird eine analog zu den zuvor beschriebenen Ausführungsformen zwecks Eliminierung höherer Beugungsordnungen eingesetzte Blende zwischen der Maske und der in Lichtausbreitungsrichtung ersten Linse der Vergrößerungs- oder Verkleinerungsoptik angeordnet. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass höhere Beugungsordnungen auf den flächig messenden Intensitätssensor 330 abgebildet werden. Um zu erreichen, dass auf dem Intensitätssensor ausschließlich elektromagnetische Strahlung der nullten (0.) Beugungsordnung auftrifft, sind die Abmessungen der betreffenden Blende so zu wählen, dass auf der einen Seite der Blende gerade noch die nullte (0.) Beugungsordnung einer streuenden Struktur der Maske transmittiert wird und zugleich die Blende auf der gegenüberliegenden Seite bereits, die +1-te (bzw. -1-te) Beugungsordnung blockt bzw. eliminiert. Für das Verhältnis von Blendenöffnung s zum Blendenabstand b gilt $\tan\phi = \frac{s}{b}$.

Wenn die Erfindung auch anhand spezieller Ausführungsformen beschrieben wurde, erschließen sich für den Fachmann zahlreiche Variationen und alternative Ausführungsformen, z.B. durch Kombination und/oder Austausch von Merkmalen einzelner Ausführungsformen. Dementsprechend versteht es sich für den Fachmann, dass derartige Variationen und alternative Ausführungsformen von der vorliegenden Erfindung mit umfasst sind und die Reichweite

der Erfindung nur im Sinne der beigefügten Patentansprüche und deren Äquivalente beschränkt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Maskeninspektion, zur Inspektion einer Maske zur Verwendung in der Lithographie, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 - 5 a) Identifizieren wenigstens eines Bereichs, für welchen gemäß qualitativer Abschätzung Abweichungen der Linienbreite von auf der Maske (110, 210, 310, 410, 510) vorhandenen Strukturen von einer mittleren Linienbreite vorliegen; und
 - 10 b) Quantitatives Ermitteln dieser Abweichungen durch Messung der Linienbreite in dem wenigstens einen identifizierten Bereich;wobei im Schritt a) das Identifizieren des wenigstens einen Bereichs auf Basis von Messungen der Intensität elektromagnetischer Strahlung nach deren Beugung an der Maske erfolgt, wobei die Maske (110, 210, 310, 410, 510) bei diesen Intensitätsmessungen mit Beleuchtungslicht in einem kollimierten Strahlengang beleuchtet wird.
 - 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messungen der Intensität elektromagnetischer Strahlung nach deren Beugung an der Maske derart durchgeführt werden, dass in höhere Beugungsordnungen als die nullte Beugungsordnung gebeugte elektromagnetische Strahlung wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, aus dem zur Intensitätsmessung beitragenden Anteil eliminiert wird.
 - 20
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Eliminieren unter Verwendung wenigstens einer Blende (120, 320) erfolgt.
 - 25
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Intensitätsmessungen mit einem flächig messenden Intensitätssensor (130, 330, 430, 530) durchgeführt werden.
 - 30
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Strahlung auf den flächig messenden Intensitätssensor (530)

über eine Vergrößerungsoptik projiziert wird.

- 5
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Strahlung auf den flächig messenden Intensitätssensor (430) über eine Verkleinerungsoptik projiziert wird.
- 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Strahlung eine Wellenlänge von wenigstens 13nm, insbesondere von wenigstens 190nm, weiter insbesondere von wenigstens 360nm, aufweist.
- 15
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Maske (110, 210, 310, 410, 510) zur Verwendung bei der Herstellung von Flachbildschirmen ausgelegt ist.
- 20
9. Vorrichtung zur Maskeninspektion, zur Inspektion einer Maske zur Verwendung in der Lithographie, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

Fig. 1

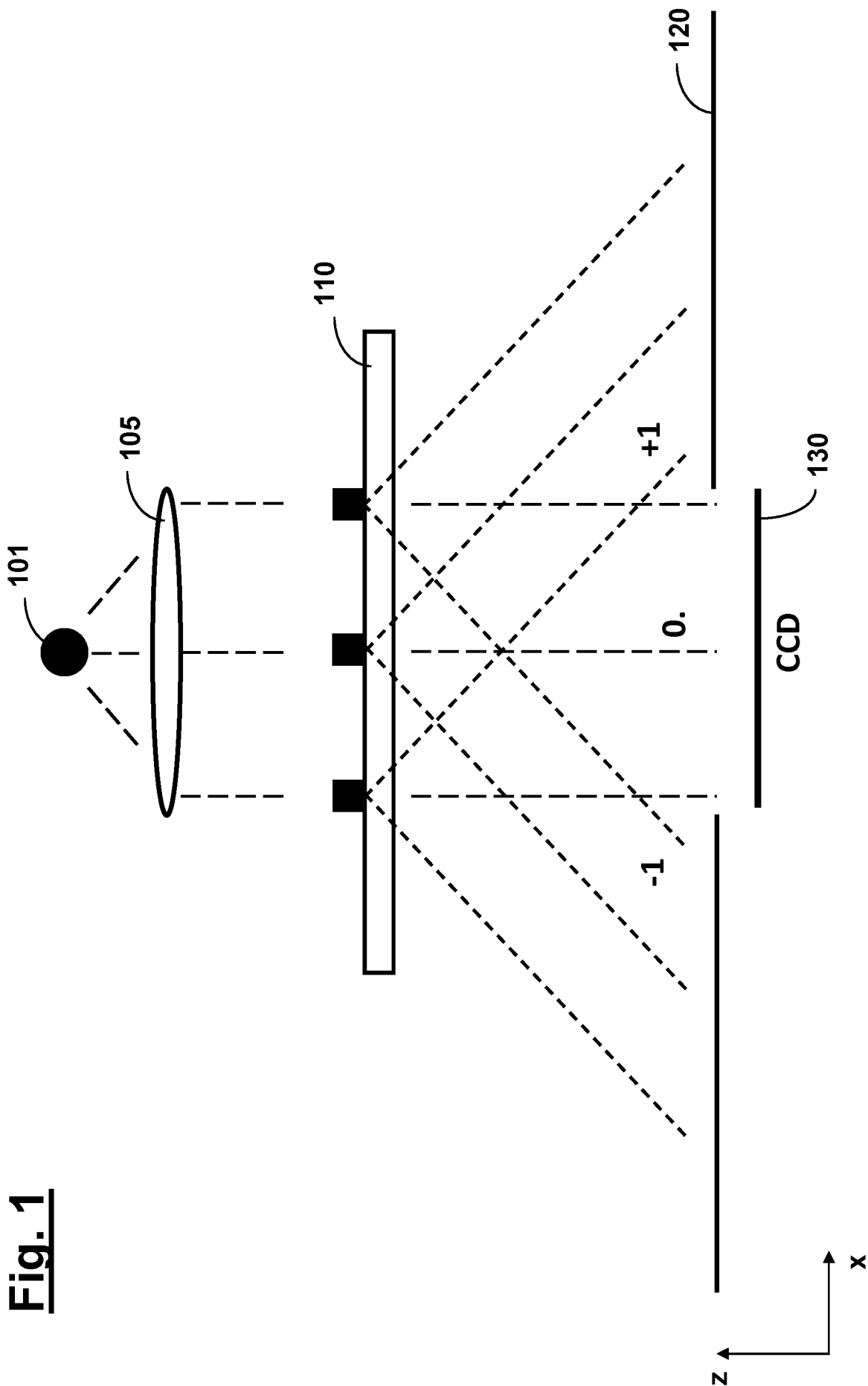


Fig. 2

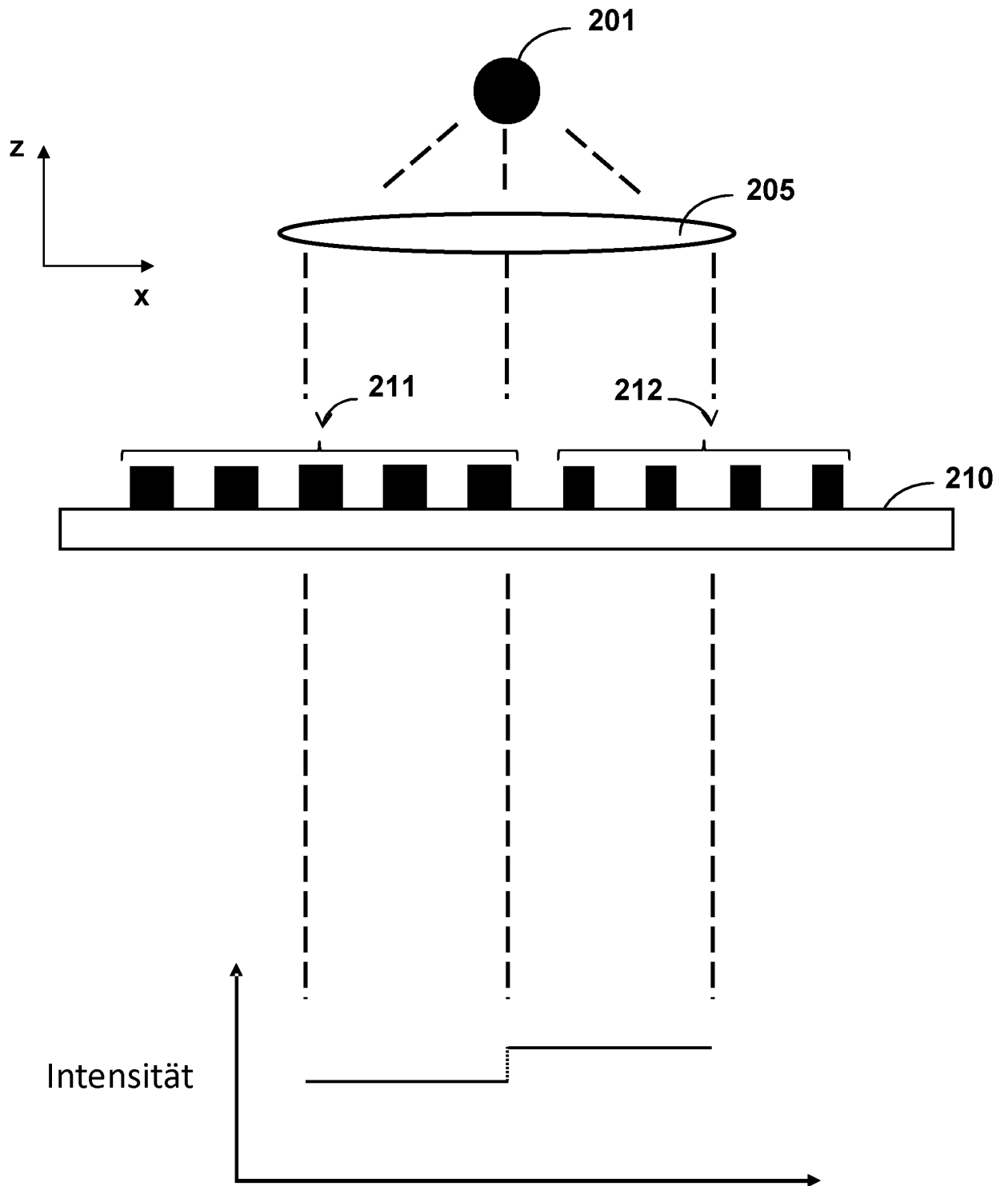


Fig. 3

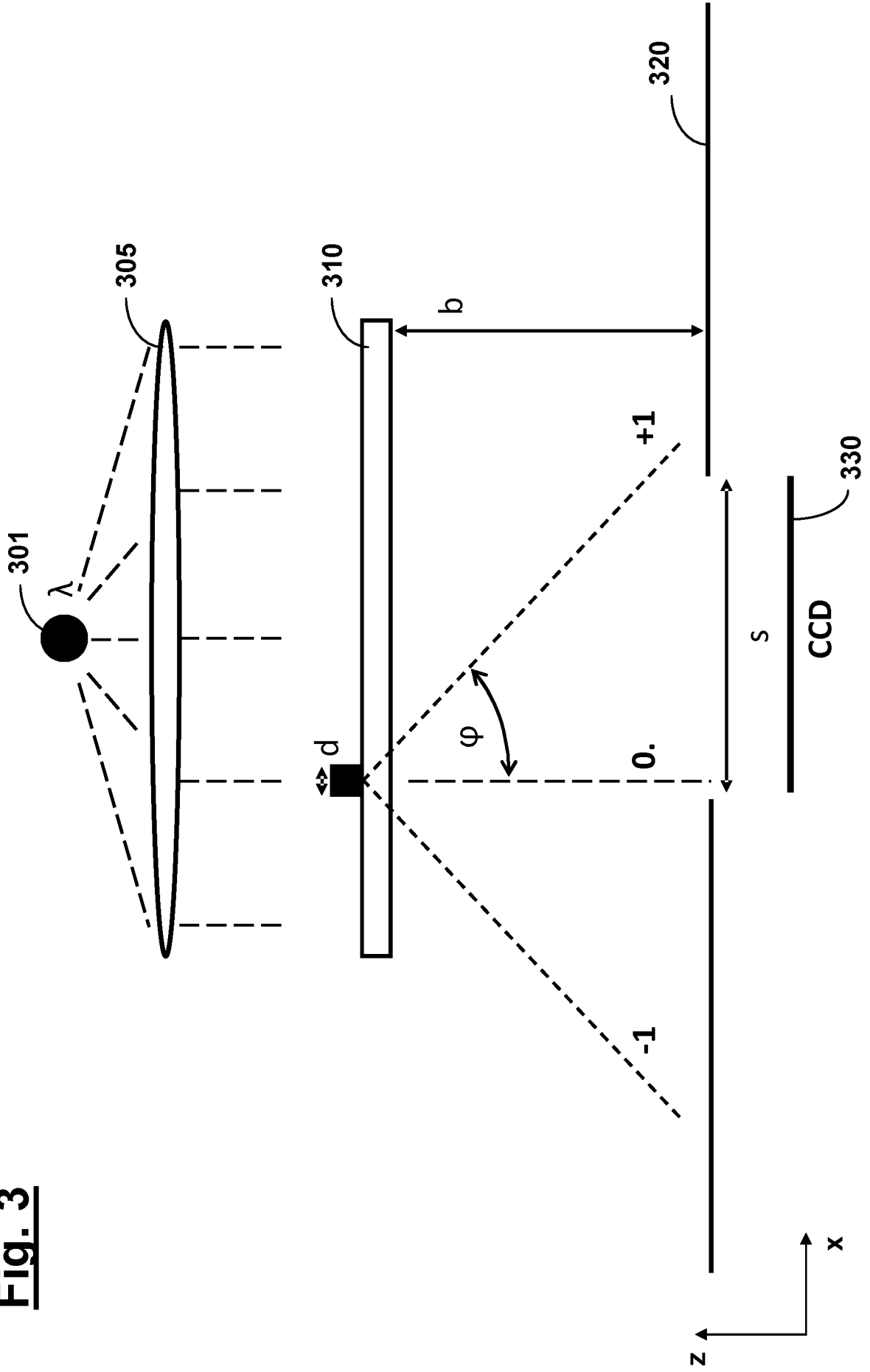


Fig. 4

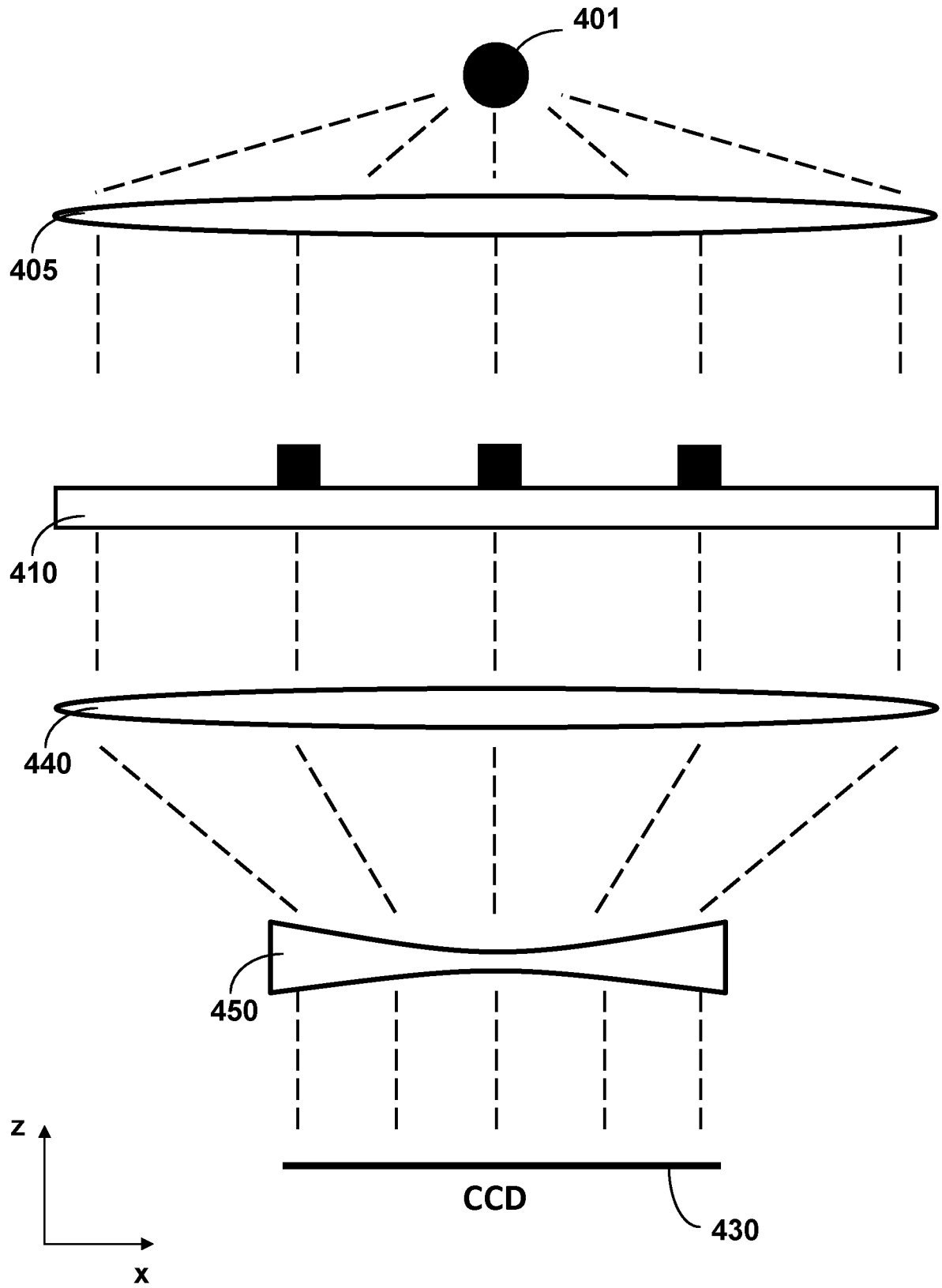
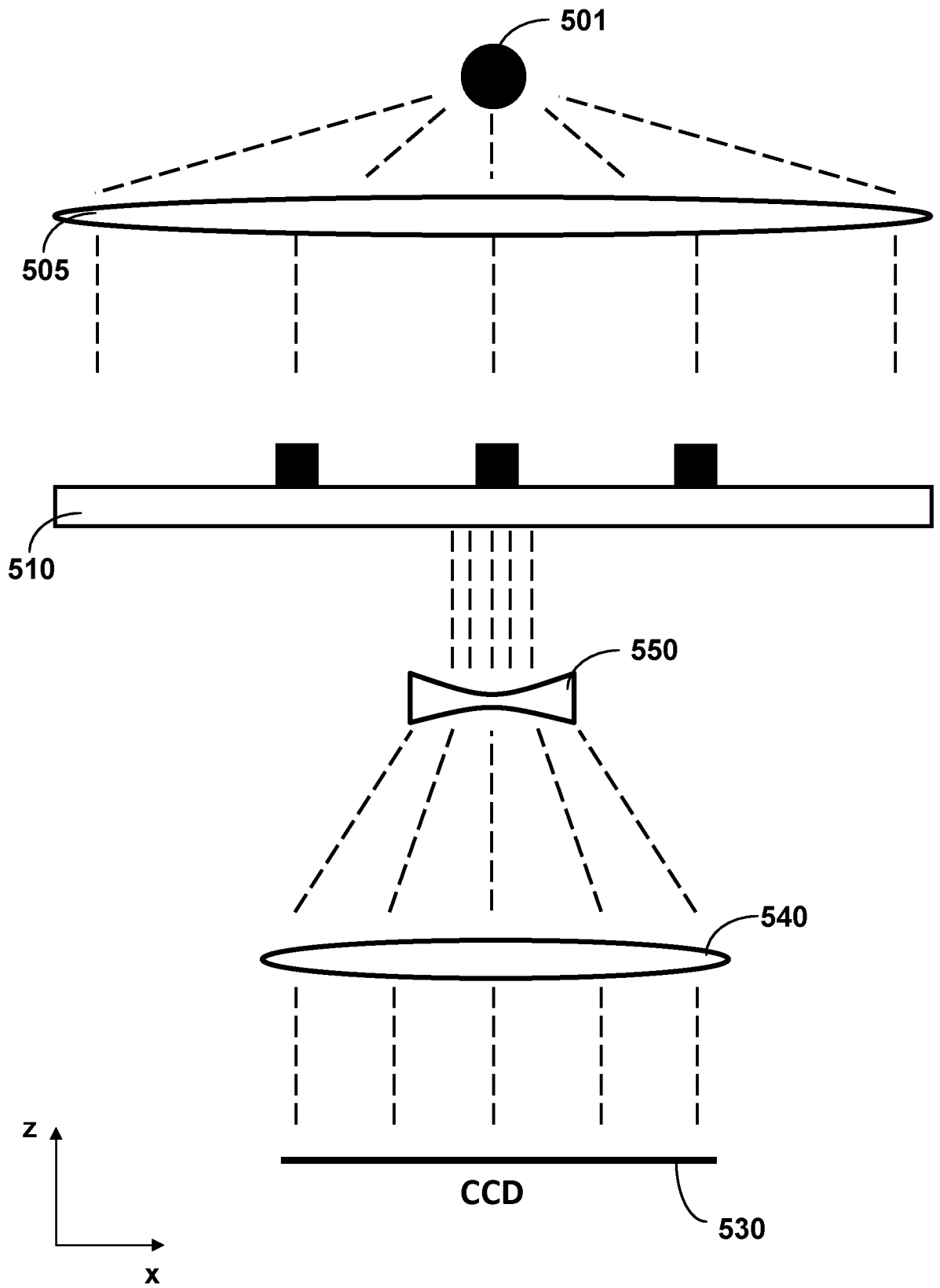


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/079619

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G03F 1/84</i> (2012.01)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 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005195414 A1 (RAU JENSPETER [DE] ET AL) 08 September 2005 (2005-09-08) paragraphs [0035] - [0053]; figures 1-3	1-9
A	US 8421026 B2 (GUY BEN-ZVI, VLADIMIR DMITRIEV, EITAN ZAIT, EREZ GRAITZER) 16 April 2013 (2013-04-16) the whole document	1-9
A	US 2014236516 A1 (PFORR RAINER [DE]) 21 August 2014 (2014-08-21) the whole document	1-9
A	US 5164790 A (MCNEIL JOHN R [US] ET AL) 17 November 1992 (1992-11-17) the whole document	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 12 March 2019		Date of mailing of the international search report 21 March 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Weckesser, Jens Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/079619

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2005195414	A1	08 September 2005	DE	102004010363	A1	22 September 2005
				US	2005195414	A1	08 September 2005
US	8421026	B2	16 April 2013	TW	200935170	A	16 August 2009
				US	2011122395	A1	26 May 2011
				WO	2009083606	A1	09 July 2009
US	2014236516	A1	21 August 2014	KR	20140051317	A	30 April 2014
				US	2014236516	A1	21 August 2014
				WO	2013011112	A1	24 January 2013
US	5164790	A	17 November 1992	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G03F1/84
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G03F

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/195414 A1 (RAU JENSPETER [DE] ET AL) 8. September 2005 (2005-09-08) Absätze [0035] - [0053]; Abbildungen 1-3 -----	1-9
A	US 8 421 026 B2 (GUY BEN-ZVI, VLADIMIR DMITRIEV, EITAN ZAIT, EREZ GRAITZER) 16. April 2013 (2013-04-16) das ganze Dokument -----	1-9
A	US 2014/236516 A1 (PFORR RAINER [DE]) 21. August 2014 (2014-08-21) das ganze Dokument -----	1-9
A	US 5 164 790 A (MCNEIL JOHN R [US] ET AL) 17. November 1992 (1992-11-17) das ganze Dokument -----	1-9



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

12. März 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/03/2019

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Weckesser, Jens

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/079619

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005195414 A1	08-09-2005	DE 102004010363 A1 US 2005195414 A1	22-09-2005 08-09-2005
US 8421026 B2	16-04-2013	TW 200935170 A US 2011122395 A1 WO 2009083606 A1	16-08-2009 26-05-2011 09-07-2009
US 2014236516 A1	21-08-2014	KR 20140051317 A US 2014236516 A1 WO 2013011112 A1	30-04-2014 21-08-2014 24-01-2013
US 5164790 A	17-11-1992	KEINE	