



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 17 748 T2** 2008.11.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 406 107 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 17 748.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 020 613.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.04.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.11.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 7/182** (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2002266094 **11.09.2002** **JP**

(73) Patentinhaber:
Canon K.K., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, NL

(72) Erfinder:
**Miyachi, Takeshi, Ohta-ku, Tokyo, JP; Miyake,
Akira, Ohta-ku, Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Halten eines Spiegels und Spiegelaustauschverfahren**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich generell auf optische Systeme und Belichtungsgeräte, und genauer gesagt auf einen Mechanismus und ein Verfahren zum Halten eines Spiegels, der in einem Belichtungsgerät verwendet wird. Die vorliegende Erfindung ist beispielsweise für ein optisches Beleuchtungssystem und ein Projektionsbelichtungsgerät geeignet, das einen Extrem-Ultraviolett-Bereich „EUV“ mit einer Wellenlänge von 200 nm bis 10 nm oder einen Röntgenstrahlenbereich verwendet.

[0002] Verkleinerungsprojektionsbelichtungen, die Ultraviolett verwenden, wurden herkömmlicherweise angewendet, um eine so feine Halbleitervorrichtung herzustellen, wie z. B. einen Halbleiterspeicher und einen logischen Schaltkreis in fotolithographischer Technologie. Die Grenzdimension, die durch die Verkleinerungsprojektionsbelichtung übertragen werden soll, ist proportional zu einer Wellenlänge des für die Übertragung verwendeten Lichts, und umgekehrt proportional zu der numerischen Apertur („NA“) eines optischen Projektionssystems. Um ein feineres Schaltkreismuster zu übertragen, wurde eine kürzere Wellenlänge von verwendetem ultraviolettem Licht „UV“ von einer Ultrahochdruck-Quecksilberlampe I-Line mit einer Wellenlänge von ungefähr 365 nm zu einem Kryptonfluorid-Excimer-Laser mit einer Wellenlänge von ungefähr 248 nm und einem Argonfluorid-Excimer-Laser mit einer Wellenlänge von ungefähr 193 nm vorangebracht.

[0003] Die das UV-Licht verwendende Lithographie weist jedoch die Grenze auf, einem schnellen Voranbringen einer Feinbearbeitung einer Halbleitervorrichtung zu genügen, und ein Verkleinerungsprojektionsbelichtungsgerät, das EUV-Licht mit einer Wellenlänge von ungefähr 10–15 nm verwendet, die viel kürzer als die des ultravioletten Lichts ist, wurde entwickelt, um effizient ein sehr feines Schaltkreismuster von 0,1 µm oder weniger zu übertragen.

[0004] Die EUV-Lichtquelle verwendet beispielsweise eine Laser-Plasmalichtquelle. Die Laser-Plasmalichtquelle strahlt einen hochverstärkten Puls laserstrahl auf ein Ziel in einer Vakuumkammer aus und erzeugt Hochtemperaturplasma, wobei EUV-Licht mit einer Wellenlänge von ungefähr 13 nm abgegeben wird. Das Target benutzt eine dünne Metallfolie, ein inertes Gas, Tröpfchen usw. und wird mittels Einrichtungen, wie beispielsweise einen Gasstrahl zu der Vakuumkammer zugeführt. Um eine mittlere Stärke des abgegebenen EUV-Lichts zu erreichen, weist der Puls laser vorzugsweise eine höhere Wiederholungsfrequenz auf und wird üblicherweise durch die Wiederholungsfrequenz von mehreren kHz betrieben.

[0005] Eine Absorption in einem Objekt im EUV-Lichtbereich ist so groß, dass ein optisches Bre-

chungssystem, das eine Linse verwendet, einen Durchgang herabsetzen kann, obwohl es üblicherweise für sichtbares Licht und UV-Licht verwendet wird. Deshalb weisen Belichtungsgeräte, die EUV-Licht verwenden, üblicherweise ein optisches Spiegelsystem auf. Zum Beispiel wird dann isotropisch abgegebenes EUV-Licht von dem Laserplasma durch einen ersten Kondensorm Spiegel in einem optischen Beleuchtungssystem verdichtet und zu dem nächsten Spiegel abgegeben, um eine Maske zu beleuchten.

[0006] Die Laserplasmalichtquelle erzeugt nicht nur EUV-Licht, sondern auch Schmutz genannte fliegende Partikel, die Verunreinigungen, Schäden und einen herabgesetzten Reflektionsgrad eines optischen Elements verursachen. Während einige Verfahren offenbart wurden, z. B. in Dokument JP-A-2000-349009, die verhindern, dass Schmutz von dem Target ein optisches System erreicht, wurde kein Verfahren vorgeschlagen, um effektiv zu verhindern, dass Schmutz den Erststufenspiegel in dem optischen Beleuchtungssystem erreicht, der sich besonders nahe an dem Target befindet. Als ein Ergebnis haftet der Schmutz an einer Oberfläche des ersten Spiegels an und senkt dessen Reflektionsgrad über die Belichtungszeit. Der erste Spiegel sollte somit regelmäßig ersetzt werden, wenn der Reflektionsgrad auf ein bestimmtes Niveau sinkt. Ein Verfahren zum Erleichtern eines Auswechselns und einer Wartung des Spiegels wurde z. B. in Dokumenten JP-A-5-100096 und JP-A-7-174896 vorgeschlagen (entsprechen den Dokumenten US-A-5448612 und US-A-5572563).

[0007] Eine Beschreibung eines herkömmlichen Spiegelauswechselverfahrens, das in Dokument JP-A-5-100096 vorgeschlagen wurde, ist mit Bezug auf [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) nachfolgend gegeben. [Fig. 9](#) ist hier ein schematischer Teilbereich einer Vakuumkammer, die ein Beleuchtungssystem eines Belichtungsgeräts aufnimmt. [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm zum Erklären eines herkömmlichen Spiegelauswechselverfahrens. Ein erster Spiegel **4** wird durch einen Spiegelhalter **2** gehalten, der in einer Vakuumkammer **1** befestigt ist, die ein Beleuchtungssystem eines Belichtungsgeräts aufnimmt. Die Vakuumkammer **1** weist eine zu öffnende Tür **6** auf. Ein Wasserkühlungsschlauch **8** ist mit dem Spiegelhalter **2** verbunden und kühlt diesen. Der Wasserkühlungsschlauch **8** ist mit der Tür **6** verbunden und empfängt Kühlwasser von der Außenseite der Tür **6**.

[0008] Bei Auswechseln des Spiegels **4** wird die Vakuumkammer **1** auf atmosphärischen Druck zurückgesetzt (Schritt S1002), die Tür **6** wird geöffnet (Schritt S1004), und der Wasserkühlungsschlauch **8** wird von der Tür **6** abmontiert (Schritt S1006). Anschließend wird eine Hand durch die Tür **6** eingebracht und der Spiegel **4** wird von dem Spiegelhalter

2 abmontiert (Schritt S1008), ein neuer Spiegel **4** wird auf den Spiegelhalter **2** montiert und dessen reflektierende Oberfläche wird optisch und mechanisch positioniert (Schritt S1010). Anschließend wird der Wasserkühlungsschlauch **8** an der Tür **6** angebracht (Schritt S1012) und die Tür **6** wird geschlossen (Schritt S1014), gefolgt von dem Schritt des Saugens eines Vakuums (Schritt S1016). Somit erfordert die herkömmliche Auswechslung des Spiegels **4** einen großen Wartungsraum in dem Belichtungsgerät und eine lange Wartezeit, wobei der Belichtungsdurchsatz nachteilig gesenkt und Spiegel, wie z. B. ein optisches Beleuchtungssystem, und die Kammer **1** aufgrund einer langen Öffnungszeit der Vakuumkammer **1** kontaminiert werden.

[0009] Dokument JP-A-7-174896 offenbart ein Spiegelhalteverfahren, das einen Teil eines Spiegels zu einer Aufteilung der Vakuumkammer verwendet. Dieses Verfahren kann eine Auswechselzeit verkürzen, da, wenn der Spiegel an der Vakuumkammer angebracht wird, der Spiegel selbst zeitgleich positioniert wird. Tatsächlich ist es jedoch wahrscheinlich, dass sich die Vakuumkammer verformt und dass sich der Spiegel einher mit einer Verformung einer Wandfläche einer Vakuumkammer ebenfalls unerwünschterweise verformt, nachdem der Spiegel durch Anbringen in der Kammer positioniert wird.

[0010] Ein Mechanismus zum Halten und Positionieren eines Spiegels in einer Vakuumkammer, die eine Wand mit einer Öffnung aufweist, wobei der Mechanismus die in dem Oberbegriff von Anspruch 1 zusammengefassten Merkmale aufweist, ist aus dem Dokument DE-A-4007622 bekannt. Dieses Dokument beschreibt nicht explizit, dass die Kammer, die die Wand aufweist, eine Vakuumkammer ist. Die Kammer, die in diesem Dokument offenbart ist, kann jedoch als evakuiert angenommen werden.

[0011] Bei dem bekannten Mechanismus weist die Verbindungseinrichtung zum elastischen Verbinden des Spiegels an dem Deckel einen elastischen Ring auf, der sich entlang dem Rand des Spiegels erstreckt, und der sich direkt zwischen dem Spiegel und dem Deckel befindet. Die Verbindungseinrichtung weist des Weiteren einen O-Ring zum Halten des Spiegels an dem Deckel auf. Die Halterung des bekannten Mechanismus ist ein ringartiger Aufbau, der eine Stützfläche aufweist, gegen die eine reflektierende Fläche des Spiegels durch die elastischen Kräfte gedrückt wird, die durch den elastischen Ring ausgeübt werden.

[0012] Aufgrund der Gestaltung des bekannten Mechanismus kann der Spiegel verformt werden, wenn er gegen die Stützfläche der Halterung gedrückt wird, so dass die Positioniergenauigkeit des Spiegels beeinträchtigt wird. Wenn der Spiegel ausgewechselt werden soll, können zudem Fremdpartikel auf der

Stützfläche die Positioniergenauigkeit weiter beeinträchtigen.

[0013] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Mechanismus zum Halten und Positionieren eines Spiegels bereitzustellen, der eine Auswechslung des Spiegels vereinfacht und eine hohe Positioniergenauigkeit des Spiegels in der Vakuumkammer erzielt. Des Weiteren ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Halten und Positionieren eines Spiegels, ein Verfahren zum Auswechseln eines Spiegels und ein Beleuchtungsgerät, ein Belichtungsgerät und ein Vorrichtungsherstellungsverfahren bereitzustellen, das jeweils den verbesserten Mechanismus aufweist und verwendet.

[0014] Erfindungsgemäß wird die zuvor genannte Aufgabe durch den Mechanismus gelöst, der in Anspruch 1 festgelegt ist. Die weitere Aufgabe wird durch die Gegenstände der Ansprüche 6 bis 8, 10 und 11 gelöst.

[0015] Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen festgelegt.

[0016] Die Vorrichtungen, die durch das Vorrichtungsherstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, umfassen Vorrichtungen als Zwischen- und Endprodukte. Derartige Vorrichtungen umfassen Halbleiterchips wie einen LSI und VLSI, CCDs, LCDs, Magnetsensoren, Dünnfilmmagnetcöpfe und dergleichen.

[0017] Die Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind leicht aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele mit Bezug auf angefügte Zeichnungen ersichtlich.

[0018] [Fig. 1](#) ist eine schematische Schnittansicht, die einen Mechanismus zum Halten und Auswechseln eines Spiegels eines ersten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0019] [Fig. 2](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht des Mechanismus, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

[0020] [Fig. 3](#) ist eine schematische Schnittansicht, die einen Mechanismus zum Halten und Auswechseln eines Spiegels eines zweiten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0021] [Fig. 4](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht des Mechanismus, der in [Fig. 3](#) gezeigt ist.

[0022] [Fig. 5](#) ist eine schematische Draufsicht eines Belichtungsgeräts gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0023] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Auswechseln eines

Spiegels zeigt.

[0024] [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm zum Erklären, wie Vorrichtungen (wie z. B. Halbleiterchips wie beispielsweise ICs und LSIs, LCDs, CCDs, und dergleichen) hergestellt werden.

[0025] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm für Schritt 4, der ein in [Fig. 7](#) gezeigter Wafervorgang ist.

[0026] [Fig. 9](#) ist eine schematische Schnittansicht zum Erklären eines herkömmlichen Spiegelhaltemechanismus.

[0027] [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm, das ein herkömmliches Verfahren zum Auswechseln eines Spiegels zeigt, das in [Fig. 9](#) gezeigt ist.

[0028] Nachfolgend ist eine Beschreibung eines beispielhaften Belichtungsgeräts **100** eines Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf angefügte Zeichnungen gegeben. In jeder Figur bezeichnen dieselben Bezugszeichen dasselbe Element. [Fig. 5](#) ist eine schematische Draufsicht des Belichtungsgeräts **100**. Das Belichtungsgerät **100** ist ein Belichtungsgerät, das EUV-Licht (d. h. mit einer Wellenlänge von 13,4 nm) als Belichtungslicht für eine Step- and Scan-Belichtung verwendet.

[0029] Mit Bezug auf [Fig. 5](#) weist das Belichtungsgerät eine Vakuumkammer **110**, ein optisches Beleuchtungssystem **120**, eine katoptrische Zwischenschablone oder Maske **150**, ein optisches Ausrichtungssystem **160**, ein optisches Projektionssystem **170**, eine Zwischenschablonenstufe **154**, eine Waferstufe **184**, eine EUV-Lichtquelle **200** auf und nimmt das optische Beleuchtungssystem **120**, **184** und die Elemente und Systeme mit der Waferstufe dazwischen in der Vakuumkammer **110** auf.

[0030] Die EUV-Lichtquelle **200** verwendet beispielsweise eine Laser-Plasmalichtquelle. Die Laser-Plasmalichtquelle strahlt einen hochverstärkten Puls laserstrahl von einem gepulsten Laser **204** durch eine Kondensatorlinse **205** zu einem Target **203** aus, das durch eine in der Vakuumkammer **110** untergebrachte Targetzufuhreinheit **202** zugeführt wird, wodurch ein Hochtemperaturplasma **206** zur Verwendung als EUV-Licht mit einer Wellenlänge von ungefähr 13 nm erzeugt wird, das davon abgegeben wird. Das Target **203** verwendet eine dünne Metallfolie, inertes Gas, Tröpfchen usw. und wird durch die Targetzufuhreinheit **202**, wie z. B. einen Gasstrahl, zu der Vakuumkammer **210** zugeführt. Um eine mittlere Stärke des abgegebenen EUV-Lichts zu erzielen, weist der gepulste Laser **204** vorzugsweise eine höhere Wiederholfrequenz auf, und wird üblicherweise mit der Wiederholfrequenz von mehreren kHz betrieben.

[0031] Alternativ wird eine Plasmalichtabgabequelle verwendet, die Gas um eine in der Vakuumkammer **110** angeordnete Elektrode abgibt, eine gepulste Spannung an der Elektrode aufbringt, um eine Abgabe zu erzeugen und die Hochtemperaturplasma **206** erzeugt, von dem das EUV-Licht abgegeben wird, beispielsweise mit einer Wellenlänge von ungefähr 13 nm.

[0032] Das optische Beleuchtungssystem **120** verbreitet das EUV-Licht und beleuchtet die Maske (Zwischenschablone) **150**. Das optische Beleuchtungssystem **120** hat erste bis dritte Spiegel **122**, **126** und **128**, einen optischen Integrator **124** und eine Blende **127**. Der erste Spiegel **122** sammelt annähernd isotropisch abgesondertes EUV-Licht. Eine Mehrschichtfolie ist aus abwechselnd geschichteten zwei Arten von Materialien mit verschiedenen optischen Konstanten hergestellt, wie z. B. Molybdän (Mo) und Silizium (Si). Eine Mo-Schicht weist z. B. eine Dicke von ungefähr 2 nm auf, und eine Si-Schicht weist eine Dicke von ungefähr 5 nm auf. Die Anzahl von Schichten entspricht ungefähr 20 Paare. Eine Zugabe von zwei Dicken von zwei Arten von Materialien wird als Folienperiode bezeichnet. Bei dem vorhergehenden Beispiel ist die Folienperiode 2 nm + 5 nm = 7 nm. Die Mehrschichtfolie, die geschichtete 20 Paare aufweist, zeigt einen Reflexionsgrad von annähernd 70% in dem EUV-Bereich, wobei jedes Paar eine Foliendicke von ungefähr 7 nm aufweist. Ein Verfahren zum Halten und Auswechseln dieses Spiegels wird auf eine Auswechslung dieses Spiegels angewendet. Der optische Integrator **24** dient dazu, gleichmäßig die Zwischenschablone **150** mit einer vorbestimmten NA zu beleuchten. Die Blende **127** ist in einer Position vorgesehen, die mit der Zwischenschablone **150** in dem optischen Beleuchtungssystem **120** ein Paar bildet, und begrenzt einen Bereich zum Beleuchten der Zwischenschablone **150** auf eine Bogenform.

[0033] Ein Beibehaltungs- und Auswechselmechanismus des Spiegels **122** hat, wie es in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, einen Flansch **114**, der an einer Wand **112** der Vakuumkammer **110** so vorgesehen ist, dass der Flansch **114** geöffnet und geschlossen werden kann, einen Kühlmechanismus **130** für den Spiegel **122**, elastische Stützen (elastische Elemente) **140**, Befestigungswellen **142** und eine kinematische Halterung **146**. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) sind hier eine schematische Schnittansicht und eine schematische perspektivische Ansicht zum Erklären des Beibehaltungs- und Auswechselmechanismus für den Spiegel **122**.

[0034] Der Flansch **114** dient als ein Deckel, der an der Wand **112** der Vakuumkammer **110** vorgesehen ist, und wird durch einen O-Ring **118** abgedichtet, wenn er geschlossen ist. Der O-Ring **118** kann die Atmosphäre in der Vakuumkammer **110** luftdicht auf-

rechterhalten. Ein Metallring oder eine -verbindung würde für ein höheres Vakuum verwendet werden.

[0035] Der Kühlmechanismus **130** hat eine Kühlplatte **132**, ein Paar von Wasserkühlschläuchen **134**, ein Paar von Wasserkühlschläuchen **136** und eine Dichtung **138**. Die Kühlplatte **132** haftet an dem Spiegel **122** und kühlt den Spiegel **122** unter Verwendung einer Wärmeableitung. Kühlmittel, d. h. Kühlwasser wird zu der Kühlplatte **132** durch die Wasserkühlschläuche **134** und **136** zugeführt. Die Wasserkühlschläuche **134** und **136** sind mit einem Kanal **115** in dem Flansch **114** verbunden. Kaltes Wasser wird von einem der Wasserkühlschläuche **134** und **136** zugeführt und von dem anderen durch die Kühlplatte **132** abgeleitet. Zum Beispiel wird kaltes Wasser von den oberen Wasserkühlschläuchen **134** und **136** zugeführt und von den unteren Wasserkühlschläuchen **134** und **136** abgeleitet. Jeder Wasserkühlschlauch **134** ist aus einem flexiblen Schlauch ausgebildet, der hochvakuumkompatibel ist, um für Bewegungen in gewissem Maße flexibel zu sein. Ein in der Kühlplatte **132** ausgebildeter Kanal für Kühlmittel kann jede bekannte Form aufweisen, und daher wird eine ausführliche Beschreibung ausgelassen.

[0036] Die Kühlplatte **132** und die Wasserkühlschläuche **134** sind zwischen dem Spiegel **122** und dem Flansch **114** vorgesehen und können mit dem Spiegel **122** in die Vakuumkammer **110** eingebracht und aus dieser herausgenommen werden, wenn der Flansch **114** geöffnet und geschlossen wird. Es ist zweckdienlich, dass der Spiegel **122** auswechselbar gemacht wird, ohne die Wasserkühlschläuche **134** abzunehmen.

[0037] Der Flansch **114** ist durch Vorsprünge **116** mit drei elastischen Stützen **140** verbunden. Jede elastische Stütze **140** stützt den Spiegel **122** über eine der Befestigungswellen **142** elastisch. Jede elastische Stütze **140** ist in dem derzeitigen Ausführungsbeispiel aus einer Spiralfeder hergestellt, die Gewichte des Spiegels **122** und der Kühlplatte **132** stützt, und diese in Richtung einer Lichtquellenrichtung zwingt. Alternativ kann die elastische Stütze **140** eine Feder, die von einer Druckkraft in der Lichtquellenrichtung aufbringenden Spiralfeder verschieden ist, und einen vakuumkompatiblen direktwirkenden Zylinder verwenden. Obwohl in dem derzeitigen Ausführungsbeispiel die elastischen Stützen **140** über die mit dem Spiegel **122** verbundene Kühlplatte **132** an den Spiegel **122** gekuppelt sind, können die elastischen Stützen **140** direkt mit dem Spiegel **122** verbunden sein, wie in einem anderen Ausführungsbeispiel, das später mit Bezug auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschrieben ist.

[0038] Da die elastischen Stützen **140** den Flansch **114** mit dem Spiegel **122** verbinden, wird der Spiegel **122** aus der Vakuumkammer **110** herausgenommen,

wenn der Flansch **114** geöffnet wird, und wird in die Vakuumkammer **110** eingebracht, wenn der Flansch **114** geschlossen wird. Vorteilhafterweise dient eine Handlung als mehrere Tätigkeiten und verkürzt eine Auswechselzeit. Zudem ermöglichen die elastischen Stützen **140**, dass der Spiegel **122** sanft positioniert wird.

[0039] Drei Befestigungswellen **142**, die jeweils eine halbkugelförmige Spitze **144** aufweisen, sind über drei Verbindungsteile **143** an der Kühlplatte **132** befestigt. Die drei Befestigungswellen **142** weisen dieselbe Form auf und sind mit einem Abstand von 120° um die Kühlplatte **132** angeordnet. Ungeachtet dieser selben Form sind die Spitzenformen der Elemente **146a** bis **146c**, die mit diesen in Eingriff gehen, verschieden, wie in [Fig. 2](#) klar erkennbar ist. Die Befestigungswellen **142** sind relativ zu dem Spiegel **122** positioniert, um Verbindungen bereitzustellen, die Abstände von den halbkugelförmigen Spitzen **144** zu der Spiegelfläche **122** und eine relative Anordnung zwischen ihnen beibehalten. Während diese die Abstände und eine Anordnung beibehaltende Verbindungen eine spezielle Haltevorrichtung erfordern, reproduzieren diese Verbindungen Positionen, ohne bestimmte optische Einstellungen beim Auswechseln eines Spiegels zu erfordern, und erhöhen eine Durchführbarkeit.

[0040] Die kinematische Halterung **146** hat drei zylindrische Elemente (Halterungselemente) **146a** bis **146c**, die verschieden geformte Spitzen aufweisen. Mit Bezug auf [Fig. 2](#) weist das Element **146a** eine Kegelnutspitze auf, das Element **146b** weist eine im Schnitt V-förmige Spitze auf, und das Element **146c** weist eine eben geformte Spitze auf. Die Elemente **146a** bis **146c** beschränken die Befestigungswellen **142**, so dass das Element **146a** drei Achsen beschränkt, das Element **146b** zwei Achsen beschränkt und das Element **146c** eine Achse beschränkt. Somit beschränken die Elemente **146a** bis **146c** die Befestigungswellen **142**, die halbkugelförmige Spitzen **144** aufweisen, mit Bezug auf sechs Achsen und positionieren die Befestigungswellen **142**. Wenn die Befestigungswellen **142** in Berührung mit der kinematischen Halterung **146** gebracht werden, wird der Spiegel **122** einfacher und schneller befestigt als er durch andere Befestigungseinrichtungen befestigt wird, wie z. B. einem Bolzen.

[0041] Falls notwendig, kann eine bekannte Schmutzentfernungseinrichtung zwischen dem Hochtemperaturplasma **206** und dem Spiegel **122** vorgesehen sein. Ein Laserplasmaverfahren kann verwendet werden, das ein metallenes Target verwendet, wie z. B. Cu, das in einer Streifenform ausgebildet ist, und das den Streifen durch eine Spule zuführt, um eine neue Fläche zu verwenden. Die Lichtquelle **200** kann ein Abgabeverfahren verwenden, wie z. B. ein Z-Pinch-Verfahren, einen Plasma-

fokus, eine Kapillarabgabe und einen hohlkathodengestützten Z-Pinch.

[0042] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen eine Abwandlung von Fig. 1 und Fig. 2. Hier sind Fig. 3 und Fig. 4 eine schematische Schnittansicht und eine schematische perspektivische Ansicht zum Erklären eines weiteren Beibehaltungs- und Auswechselmechanismus des Spiegels 122. Gemäß diesem Beibehaltungs- und Auswechselmechanismus des derzeitigen Ausführungsbeispiels werden die Verbindungsteile 143 mit Verbindungsteilen 148 ersetzt, die mit dem Spiegel 122 verbunden sind. Befestigungswellen 147 entsprechen den Befestigungswellen 142, und Spitzen 149 entsprechen den Spitzen 144. Diese Gestaltung kann relativ einfache Abstände und eine Anordnung von den halbkugelförmigen Spitzen 149 der drei Wellen 147 zu der Spiegelfläche 122 beibehalten, und verbessert eine Genauigkeit, indem die Kühlplatte 132 überflüssig gemacht wird. Obwohl Fig. 3 und Fig. 4 die Kühlplatte 132 zeigen, kann die Kühlplatte 132 weggelassen werden, wenn ein Erwärmungsproblem gelöst ist. Somit können die erfindungsgemäßen Wirkungen des Vereinfachens eines Auswechsels und einer Beibehaltung des Spiegels 122 aufrechterhalten werden, auch wenn die Verbindungsteile 148 mit dem Spiegel 122 verbunden sind.

[0043] Das optische Projektionssystem 170 umfasst einen ersten Projektionssystemspiegel 172, einen zweiten Projektionssystemspiegel 174, einen dritten Projektionssystemspiegel 176 und einen vierten Projektionssystemspiegel 178 und bildet ein Muster auf einer Waferoberfläche ab. Während sich die Verwendungseffizienz des EUV-Lichts erhöht, während sich die Anzahl von Spiegeln verringert, wird eine Abweichungskorrektur schwierig. Die Anzahl von Spiegeln, die notwendig ist, um eine Abweichung zu korrigieren, ist von ca. vier bis ca. sechs. Die Spiegel weisen eine konvexe oder konkave kugelförmige oder asphärische reflektierende Fläche auf. NA ist ungefähr 0,1 bis ungefähr 0,2. Die Spiegel werden durch Polieren und Schleifen einer Platte, die aus einem Material hergestellt ist, das eine hohe Steifigkeit und Härte und einen kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, wie z. B. Glas mit niedriger thermischer Ausdehnung und Siliziumcarbid, und durch Erzeugen einer vorbestimmten reflektierenden Form und Ausbilden einer mehrlagigen Schicht, wie z. B. Molybdän/Silizium, an seiner reflektierenden Fläche ausgebildet.

[0044] Die Zwischenschablonenstufe 154 und die Waferstufe 184 weisen jeweils einen Mechanismus zum zeitgleichen Abtasten auf, bei einem Geschwindigkeitsverhältnis im Verhältnis zu einem Verkleinerungsverhältnis. Hier ist „X“ eine Abtastrichtung in der Zwischenschablonenfläche 154 oder der Waferoberfläche 180, „Y“ ist eine Richtung senkrecht zu „X“, und „Z“ ist eine Richtung senkrecht zu der Zwischen-

schablonenfläche 150 oder der Waferoberfläche 180.

[0045] Die Zwischenschablone 150 bildet ein gewünschtes Muster aus, und wird auf einer Zwischenschabloneneinspannvorrichtung 152 an der Zwischenschablonenstufe 154 gehalten. Die Zwischenschablonenstufe 154 weist einen Mechanismus zum Bewegen in der X-Richtung und einen Feineinstellmechanismus in der X-, Y- und Z-Richtung sowie Drehrichtungen um jede Achse auf, um die Zwischenschablone 150 zu positionieren. Eine Position und eine Orientierung der Zwischenschablonenstufe 154 werden durch ein Laserinterferometer gemessen und basierend auf den Messergebnissen gesteuert.

[0046] Der Wafer 180 wird auf der Waferstufe 184 durch die Wafereinspannvorrichtung 182 gehalten. Ähnlich zu der Zwischenschablonenstufe 154 weist die Waferstufe 184 einen Mechanismus zum Bewegen in der X-Richtung, und einen Feineinstellmechanismus in der X-, Y-, Z-Richtung und Drehrichtungen um jede Achse auf, um den Wafer 180 zu positionieren. Die Position und Orientierung der Waferstufe 184 werden durch ein Laserinterferometer gemessen und basierend auf den Messergebnissen gesteuert.

[0047] Das optische Ausrichtungserfassungssystem 160 misst eine Positionsbeziehung zwischen der Position der Zwischenschablone 150 und der optischen Achse des optischen Projektionssystems 170, und eine Positionsbeziehung zwischen der Position des Wafers 180 und der optischen Achse des optischen Projektionssystems 170, und setzt Positionen und Winkel der Zwischenschablonenstufe 154 und der Waferstufe 184 derart fest, dass ein projiziertes Bild der Zwischenschablone 150 an der Stelle an dem Wafer 180 positioniert werden kann. Ein optisches Brennpunkterfassungssystem 165 misst eine Brennpunktposition in der Z-Richtung an der Waferoberfläche 180 und eine Steuerung einer Position eines Winkels der Waferstufe 184 kann die Waferoberfläche 180 während einer Belichtung immer in einer Abbildungsposition des optischen Projektionssystems 170 halten.

[0048] Wenn erst einmal eine Abtastbelichtung auf dem Wafer 180 beendet ist, bewegt sich die Waferstufe 184 schrittweise in der X-Richtung und Y-Richtung in die nächste Startposition für eine Abtastbelichtung und die Zwischenschablonenstufe 154 und die Waferstufe 184 tasten zeitgleich in der X-Richtung bei einem Geschwindigkeitsverhältnis im Verhältnis zu dem Verringerungsverhältnis des optischen Projektionssystems ab.

[0049] Während das verringerte projizierte Bild der Zwischenschablone 150 somit auf dem Wafer 180 ausgebildet wird, wird eine zeitgleiche Abtastung zwischen diesen wiederholt (Schritt-und-Abtast-Methode). Als ein Ergebnis wird ein übertragenes Muster

auf der Zwischenschablone **150** auf den gesamten Bereich des Wafers **180** übertragen.

[0050] Um zu verhindern, dass Gas das EUV-Licht absorbiert, und um diejenigen Kohlenstoff-enthaltenden Moleküle zu verhindern, die in dem Raum verbleiben, der ein optisches Element aufnimmt, auf das EUV-Licht gestrahlt wird, sollte der Raum, in dem sich das EUV-Licht verbreitet und der das optische Element aufnimmt, auf einem bestimmten verringerten Druck gehalten werden. Anders gesagt werden die Lichtquelle, optische Elemente des optischen Beleuchtungssystems **120** und eines optischen Projektionssystems **170**, die Zwischenschablone **150** und der Wafer **180** in der Vakuumkammer **110** aufgenommen, die ausgepumpt ist, um einen vorbestimmten Grad von Vakuum zu erreichen.

[0051] Nachfolgend ist eine Beschreibung eines erfindungsgemäßen Spiegelauswechselverfahrens gegeben. **Fig. 6** ist hier ein Flussdiagramm zum Erklären des erfindungsgemäßen Spiegelauswechselverfahrens. Zuerst wird die Vakuumkammer **110** zu dem atmosphärischen Druck geöffnet (Schritt **502**) und der Spiegel **122** wird aus der Kammer **110** zeitgleich mit dem Öffnen des Flansches **114** herausgenommen (Schritt **504**). Anschließend wird der Spiegel **122** ausgewechselt (Schritt **506**). Als nächstes folgt ein Schließen des Flansches **114** zeitgleich mit Einbringen des Spiegels **122** in die Vakuumkammer **110** und ein Positionieren und Verwendung des vorhergehend genannten Positioniermechanismus (**144** und **146** usw.) (Schritt **508**). In dem letzten Schritt wird ein Vakuum in der Vakuumkammer **110** gesaugt (Schritt **510**). Gemäß diesem Verfahren dienen die Schritte **504** und **508** als zwei oder mehr Handlungen, und ermöglichen, dass eine Auswechslung des Spiegels **122** in einer kürzeren Zeit als bei der herkömmlichen Gestaltung beendet wird, die diese Handlungen einzeln durchführt. Während **Fig. 1** und **Fig. 2** einen senkrechten Aufbau zeigen, kann die vorliegende Erfindung dieselben Wirkungen auch in einer horizontalen Anordnung erreichen.

[0052] Mit Bezug auf **Fig. 7** und **Fig. 8** ist jetzt eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauteils unter Verwendung des vorhergehend genannten Belichtungsgeräts gegeben. **Fig. 7** ist ein Flussdiagramm zum Erklären einer Herstellung von Vorrichtungen (d. h. Halbleiterchips wie z. B. IC und LSI, LCDs, CCDs, usw.). Hier wird eine Beschreibung einer Herstellung eines Halbleiterchips als ein Beispiel gegeben. Schritt 1 (Schaltkreisgestaltung) gestaltet einen Halbleitervorrichtungsschaltkreis. Schritt 2 (Maskenherstellung) bildet eine Maske mit einem gestalteten Schaltkreismuster aus. Schritt 3 (Wafervorbereitung) erzeugt einen Wafer unter Verwendung von Materialien wie z. B. Silizium. Schritt 4 (Waferbearbeitung), der als Vorbehandlung bezeichnet wird, bildet durch

Fotolithographie unter Verwendung der Maske und des Wafers den eigentlichen Schaltkreis auf dem Wafer aus. Schritt 5 (Zusammenbau), der auch als eine Nachbehandlung bezeichnet wird, formt aus dem in Schritt 4 ausgebildeten Wafer einen Halbleiterchip und umfasst einen Umsetzungsschritt (d. h. in Würfel schneiden, Bonden), einen Verpackungsschritt (Chipversiegeln) und dergleichen auf. Schritt 6 (Prüfung) führt verschiedene Tests für die in Schritt 5 hergestellte Halbleitervorrichtung aus, wie z. B. einen Validitätstest und einen Haltbarkeitstest. Durch diese Schritte wird eine Halbleitervorrichtung fertig bearbeitet und verschickt (Schritt 7).

[0053] **Fig. 8** ist ein ausführliches Flussdiagramm der Waferbearbeitung in Schritt 4 in **Fig. 7**. Schritt 11 (Oxidation) oxidiert die Waferoberfläche. Schritt 12 (CVD) bildet eine Isolierschicht auf der Waferoberfläche aus. Schritt 13 (Elektrodenausbildung) bildet Elektroden auf dem Wafer durch Gasphasenabscheidung und dergleichen aus. Schritt 14 (Ionenimplantation) implantiert Ionen in dem Wafer. Schritt 15 (Fotolackbearbeitung) bringt ein fotoempfindliches Material auf den Wafer auf. Schritt 16 (Belichtung) verwendet das Belichtungsgerät zum Belichten eines Schaltkreismusters auf der Maske auf den Wafer. Schritt 17 (Entwicklung) entwickelt den belichteten Wafer. Schritt 18 (Ätzen) ätzt Teile, die von einem entwickelten Fotolackbild verschieden sind. Schritt 19 (Fotolackabziehen) entfernt nicht mehr genutzten Fotolack nach dem Nutzen. Diese Schritte werden wiederholt, und Mehrschichtschaltkreismuster werden auf dem Wafer ausgebildet. Das Verfahren zur Herstellung eines Bauteils dieses Ausführungsbeispiels braucht weder eine lange Zeit zum Auswechseln noch setzt es die Innenseite der Vakuumkammer **110** dem atmosphärischen Druck für eine lange Zeit aus. Daher kann das Verfahren zur Herstellung eines Bauteils dieses Ausführungsbeispiels ein Bauteil mit einer höheren Qualität als mit einem herkömmlichen Verfahren bei einem gewünschten Durchsatz herstellen.

[0054] Ferner ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese bevorzugten Ausführungsbeispiele begrenzt, und verschiedene Variationen und Abwandlungen können gemacht werden, ohne von dem Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel ist der erste Spiegel **122** nicht auf ein Spiegelsystem begrenzt, sondern kann auf mehrere Spiegel angewendet werden, um ein Konzentrationsverhältnis von Belichtungslicht zu erhöhen. Die vorliegende Erfindung kann ähnliche Wirkungen mit einem ähnlichen Aufbau mit den vielen Spiegel aufweisen.

[0055] Wie vorhergehend beschrieben ist, vereinfacht ein Belichtungsgerät, das eine Plasmalichtquelle gemäß dem augenblicklichen Ausführungsbeispiel verwendet, ein schnelles Auswechseln eines ersten Spiegels in einem kleinen Raum und verhindert eine Verformung des Spiegels beim Positionieren des

Spiegels, indem drei Paare von zusammenwirkenden Befestigungswellen und Halterungselementen mit V-förmigen, ebenen und konischen Spitzen der kinematischen Halterung auf einem Beleuchtungssystemrahmen vorgesehen sind, und indem übermäßigen Beschränkungen für den Spiegel vermieden werden. Ein stabiles Positionieren des Spiegels in derselben Position in dem optischen Beleuchtungssystem kann in einem kleinen Raum beschleunigt werden, indem die Beziehung der Spiegelfläche und der drei Spitzen der drei Befestigungswellen beibehalten wird. Eine verbesserte Durchführbarkeit verkürzt eine Auswechselzeit des Spiegels und verbessert einen Durchsatz als ein ganzes.

[0056] Jeder Wasserkühlschlauch zum Zuführen von Kühlmittel zwischen dem Flansch und der Kühlplatte ist als ein flexibler Schlauch ausgebildet. Diese Gestaltung kann die Rückhaltekraft, die durch einen Schlauch auf den Spiegel ausgeübt wird, verringern, kann eine arbeitsaufwändige Verschlauchung in der Vakuumkammer ersparen und verbessert eine Ausführbarkeit. Das verkürzt zudem bemerkenswert eine Wartungszeit, verbessert einen Durchsatz als ein ganzes und verkleinert das Belichtungsgerät aufgrund des kleinen Wartungsraums. Eine Gestaltung, bei der die drei Befestigungswellen von der Kühlplatte direkt auf dem Spiegel angeordnet werden, würde zudem ähnliche Wirkungen erreichen und ein genaueres Positionieren ermöglichen.

[0057] Die vorliegende Erfindung kann einen Spiegelhalter, ein Spiegelhalteverfahren und ein Spiegelauswechselverfahren bereitstellen, die ein Auswechseln eines Spiegels in einem optischen Beleuchtungssystem vereinfacht, eine Anfangspositionierungsgenauigkeit beibehält und eine Auswechselzeit verkürzt.

Patentansprüche

1. Mechanismus zum Halten und Positionieren eines Spiegels (122) in einer Vakuumkammer (110), die eine Wand (112) mit einer Öffnung aufweist, wobei der Mechanismus Folgendes aufweist: einen Deckel (114) an der Vakuumkammer (110) zum Öffnen und Schließen der Öffnung, eine Verbindungseinrichtung (140), die den Spiegel elastisch (122) mit dem Deckel (114) verbindet, und eine Halterung (146), die in der Vakuumkammer (110) vorgesehen ist, wobei die Verbindungseinrichtung (140) Kräfte in Richtung der Halterung (146) ausübt, wobei der Mechanismus **dadurch gekennzeichnet** ist, dass drei Fixierwellen (142, 147) vorgesehen sind, mit denen der Spiegel (122) verbunden ist, dass die Verbindungseinrichtung drei elastische Bauteile (140) aufweist, die an ihren einen Enden an dem Deckel (114) und an ihren anderen Enden an einer je-

weiligen Fixierwelle (142, 147) befestigt sind, und dass die Halterung (146) drei Halterungselemente (146a, 146b, 146c) aufweist, wobei jede der Fixierwellen (142, 147) mit einem der Halterungselemente (146a, 146b, 146c) durch die von den elastischen Bauteilen (140) ausgeübten Kräfte in Kontakt gehalten wird, und wobei entweder die drei Fixierwellen (142, 147) oder die drei Halterungselemente (146a, 146b, 146c) eine kugelförmige Spitze (149) haben, und die anderen von den drei Fixierwellen (142, 147) und den drei Halterungselementen (146a, 146b, 146c) eine Nutspitze oder eine ebene Spitze haben, die mit einer der kugelförmigen Spitzen (149) derart in Kontakt sind, dass die Fixierwellen (142, 147) und dadurch der Spiegel (122) bezüglich sechs Achsen beschränkt sind.

2. Mechanismus nach Anspruch 1, der ferner eine Kühlplatte (132) aufweist, die mit dem Spiegel (122) zum Kühlen des Spiegels (122) verbunden ist, und die zwischen dem Deckel (114) und dem Spiegel (122) angeordnet ist.

3. Mechanismus nach Anspruch 2, der ferner einen Kühlschlauch (134) aufweist, der sich zwischen dem Deckel (114) und dem Spiegel (122) befindet, um ein Kühlmittel über den Deckel (114) zu der Kühlplatte (132) zu liefern.

4. Mechanismus nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Fixierwellen (142) mit der Kühlplatte (132) verbunden sind und über die Kühlplatte (132) mit dem Spiegel (122) verbunden sind.

5. Mechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die anderen der drei Fixierwellen (142, 147) und der drei Halterungselemente (146a, 146b, 146c) eine V-förmige Nutspitze, eine Kegelnutspitze und eine ebene Spitze aufweisen.

6. Verfahren zum Halten und Positionieren eines Spiegels (122) in einer Vakuumkammer (110), die eine Wand (112) mit einer Öffnung aufweist, unter Verwendung des Mechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Verbinden des Spiegels (122) mit den drei Fixierwellen (142, 147), und Positionieren des Spiegels (122) indem die drei Fixierwellen (142, 147) mit den drei Halterungselementen (146a, 146b, 146c) in Kontakt gehalten werden.

7. Verfahren zum Auswechseln eines Spiegels (122), der in einer Vakuumkammer (110) untergebracht ist, die eine Wand (112) mit einer Öffnung aufweist, unter Verwendung des Mechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Öffnen der Vakuumkammer (110) für atmosphärischen Druck;
Nehmen des Spiegels (122) aus der Vakuumkammer (110) zeitgleich mit einem Öffnen des Deckels (114) der Vakuumkammer (110);
Auswechseln des Spiegels (122);
Einbringen des Spiegels (122) in die Vakuumkammer (110) und Positionieren des Spiegels (122) unter Verwendung der Halterungselemente (146a, 146b, 146c) zeitgleich mit einem Schließen des Deckels (114) der Vakuumkammer (110); und
Saugen eines Vakuums in der Vakuumkammer (110).

8. Beleuchtungsgerät zum Beleuchten einer ein Muster ausbildenden Maske, mit:
einer Lichtquelle (200) zum Erzeugen von Licht von einem Plasma, und
dem Mechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei der Spiegel (122) nahe eines Emissionspunkts der Lichtquelle (200) zum Ausrichten des Lichts vorgesehen ist.

9. Beleuchtungsgerät nach Anspruch 8, wobei das Licht EUV-Licht oder Röntgenstrahlung ist.

10. Belichtungsgerät (100), mit:
dem Beleuchtungsgerät nach Anspruch 8 oder 9, und
einem optischen Projektionssystem (170) zum Projizieren des Musters auf ein zu belichtendes Objekt.

11. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, das die folgenden Schritte aufweist:
Belichtung eines zu belichtenden Objekts unter Verwendung des Belichtungsgeräts (100) nach Anspruch 10; und
Ausführen eines vorbestimmten Vorgangs für das belichtete Objekt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

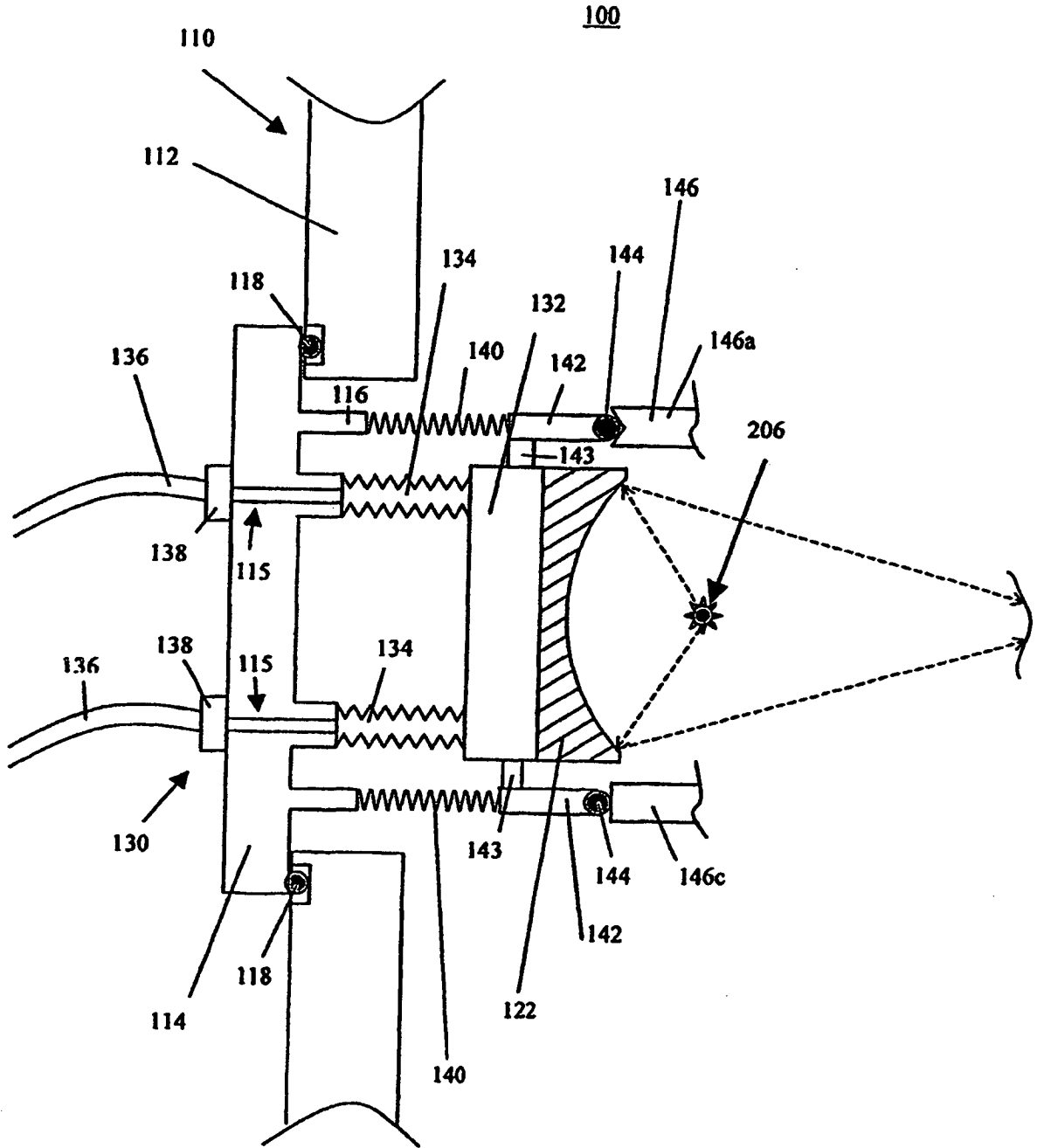


FIG. 1

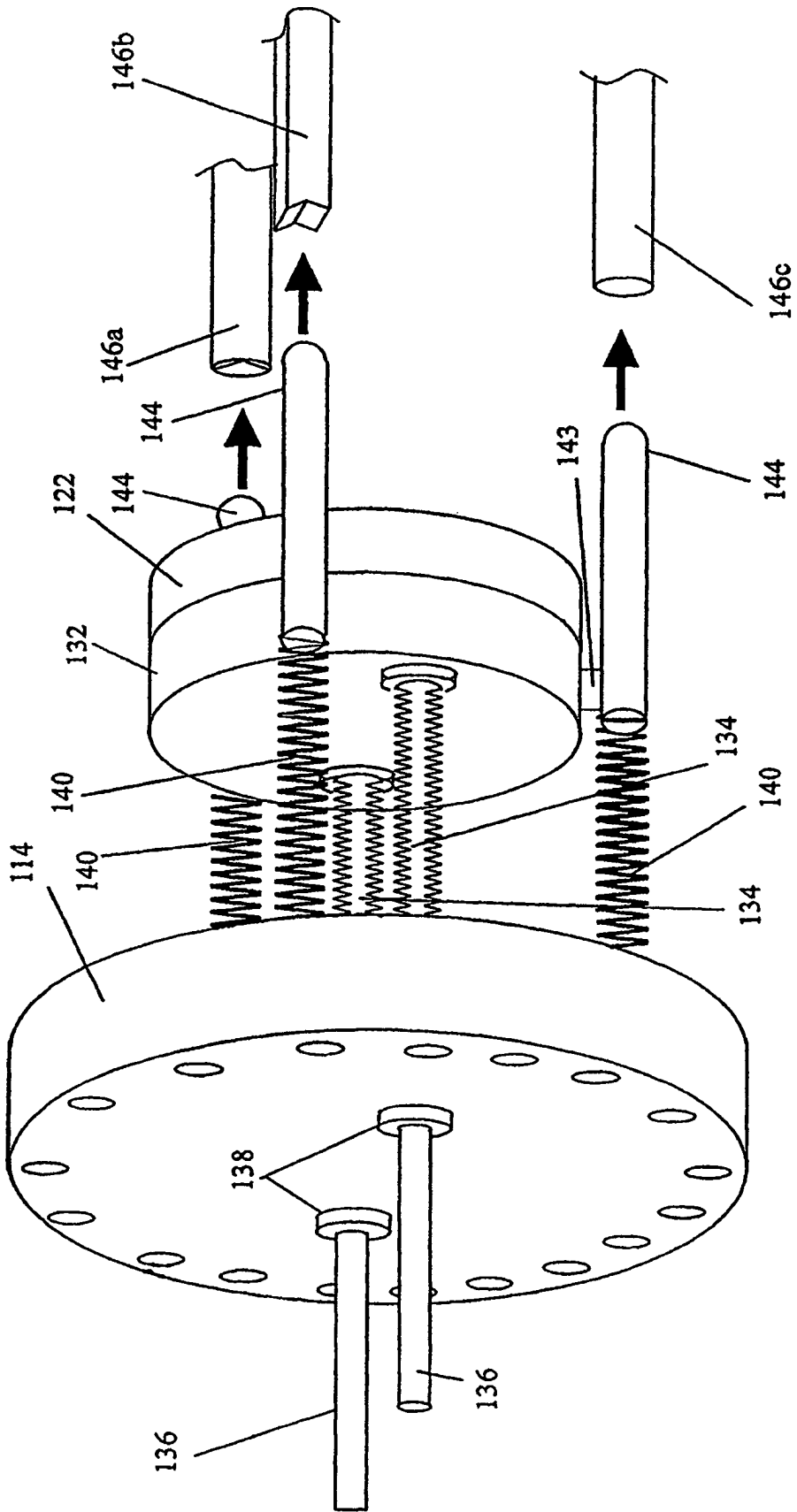


FIG. 2

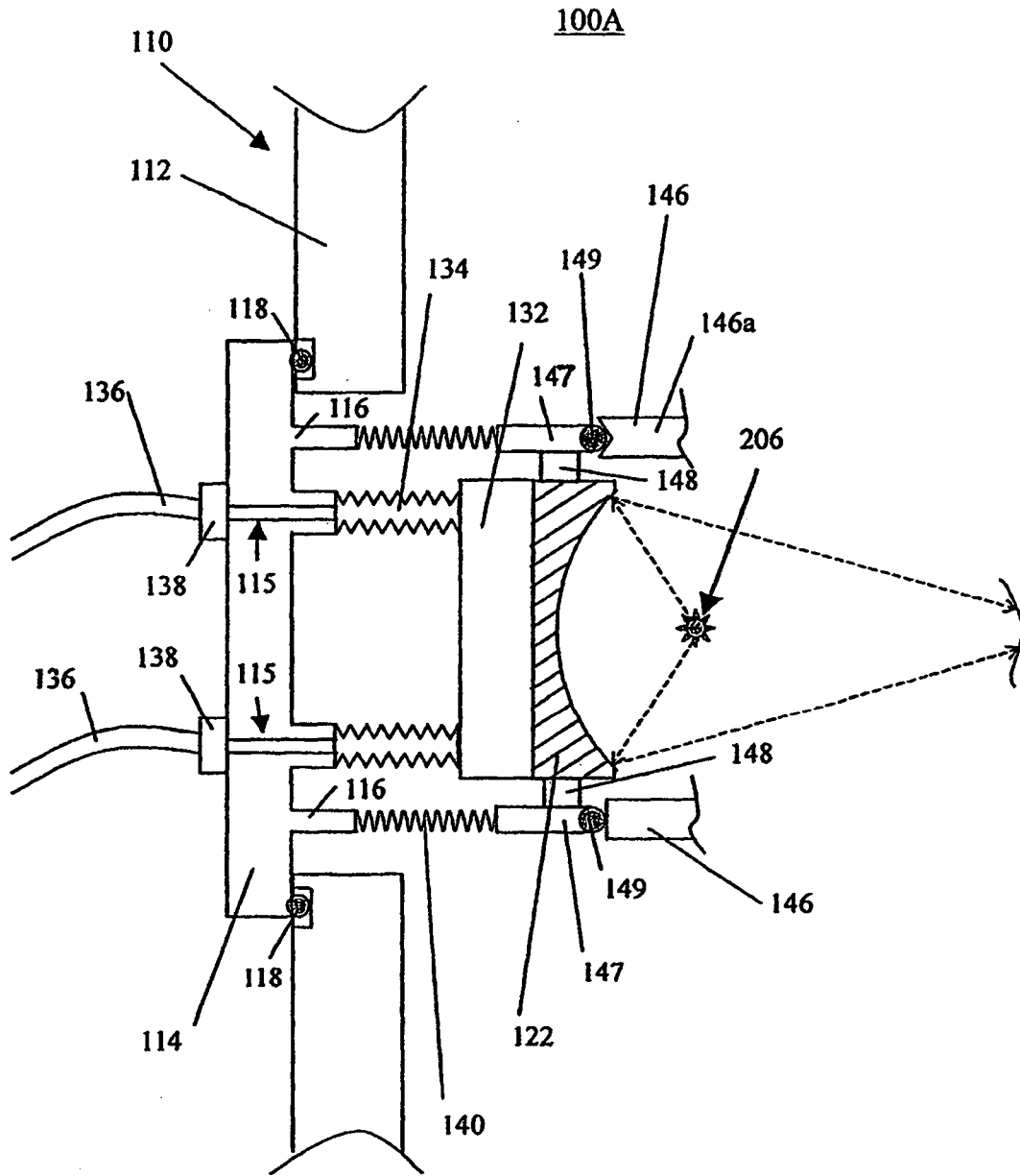


FIG. 3

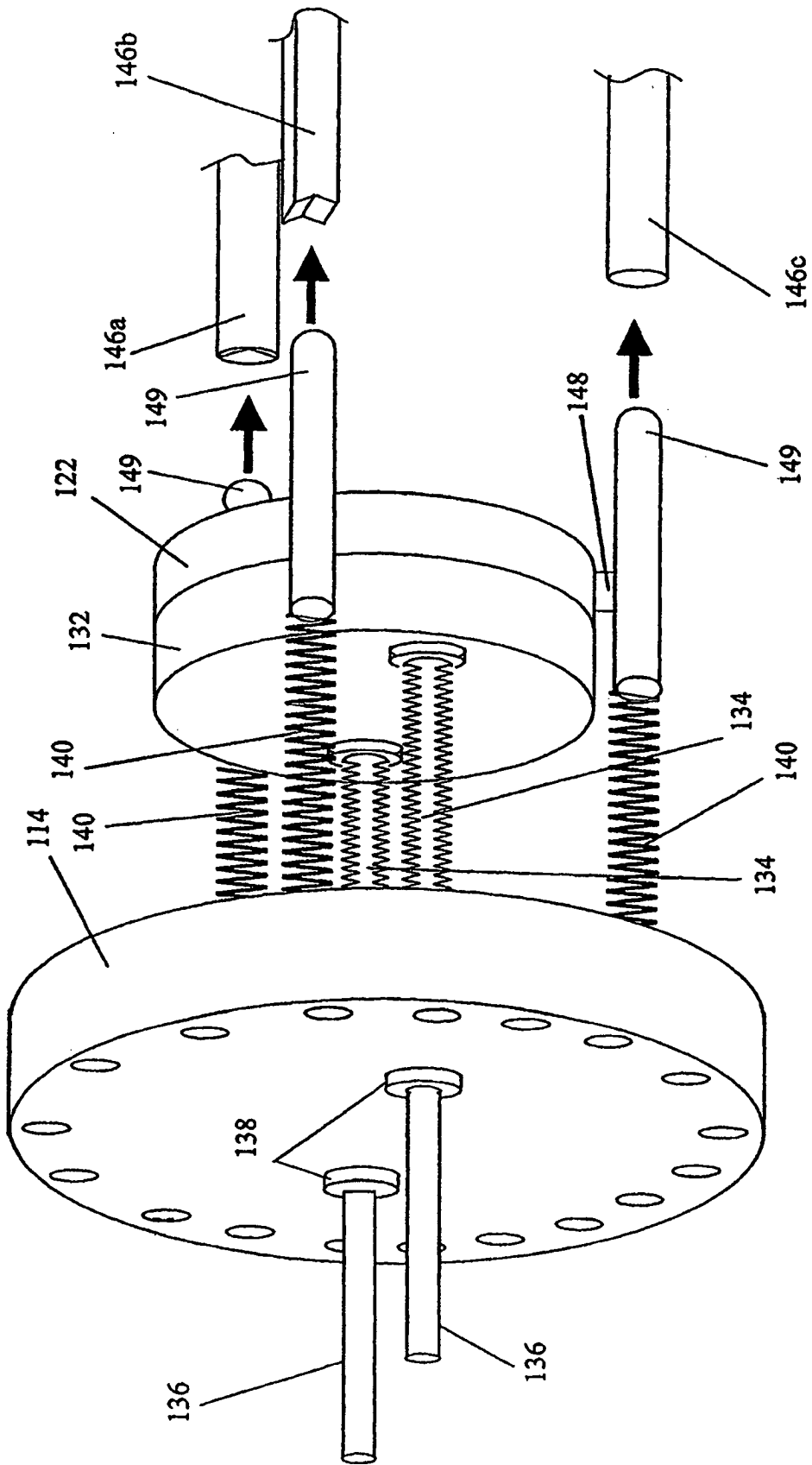


FIG. 4

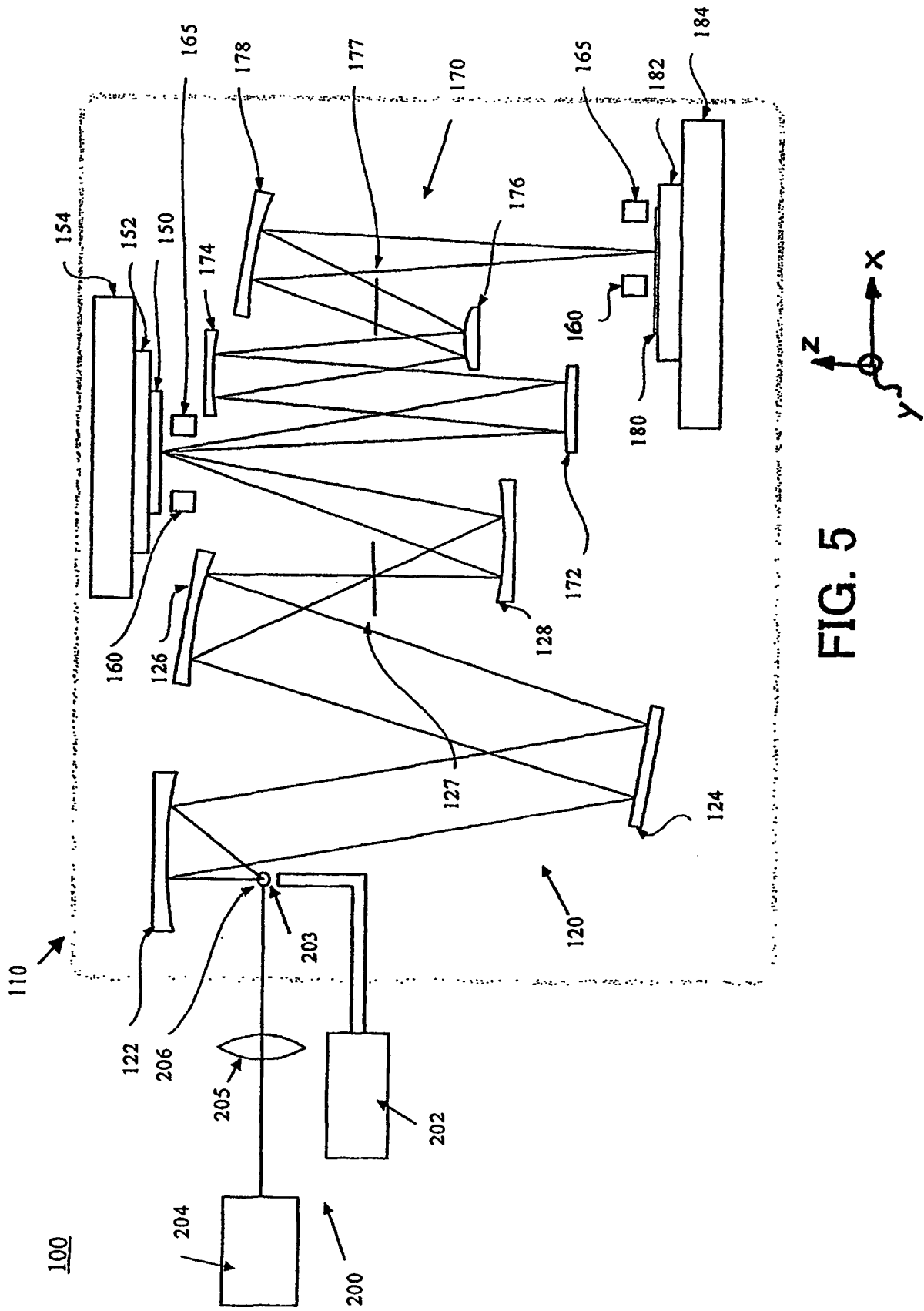


FIG. 5

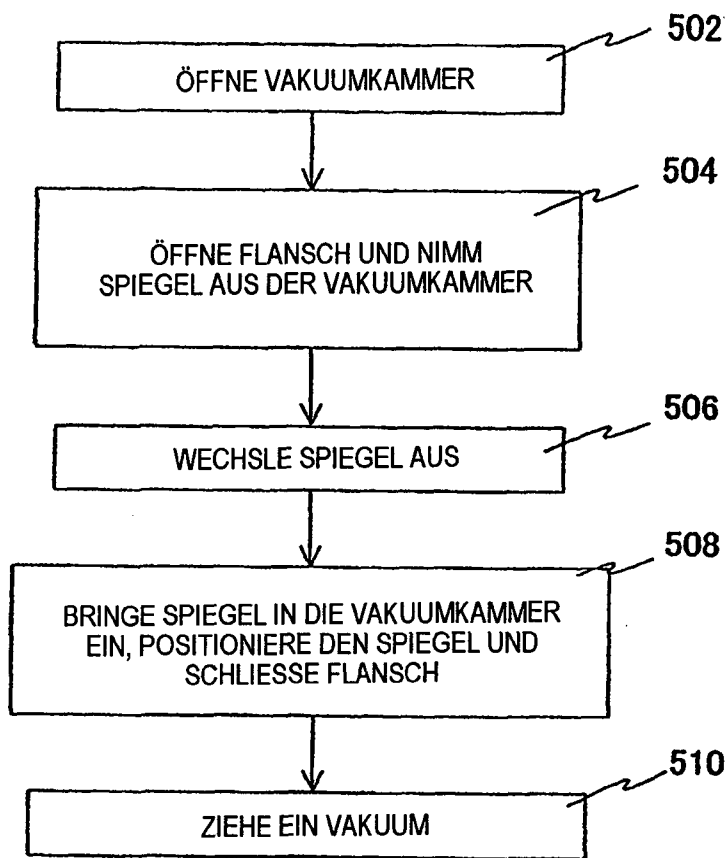


FIG. 6

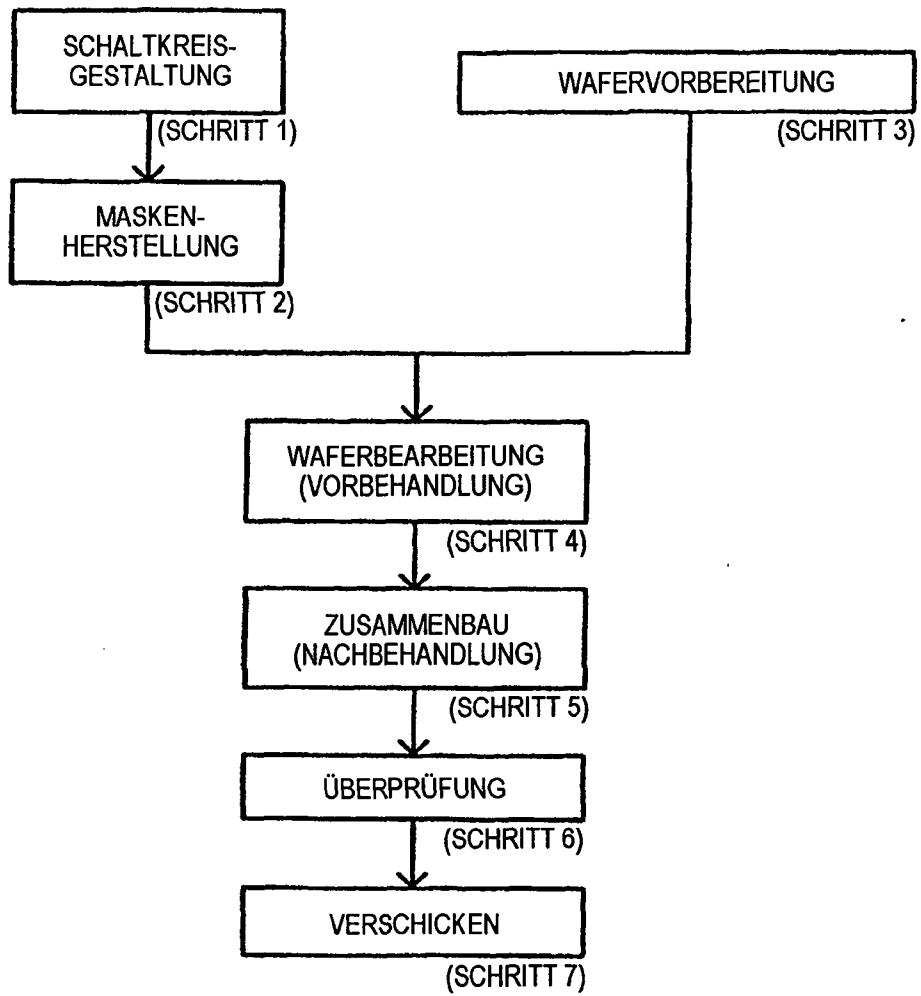


FIG. 7

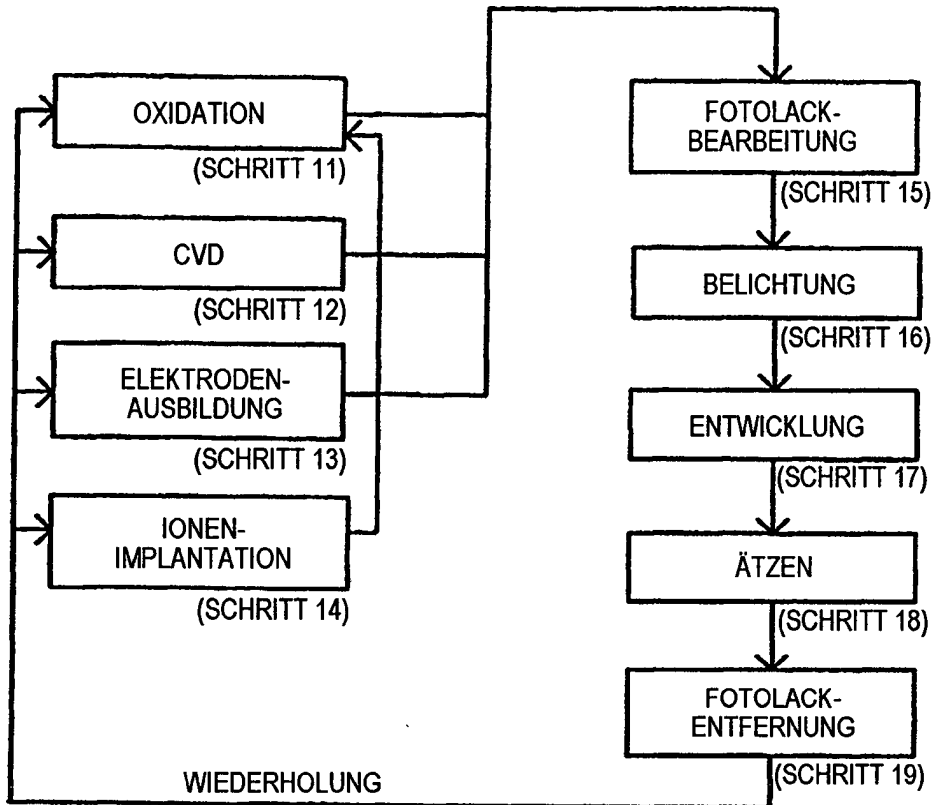


FIG. 8

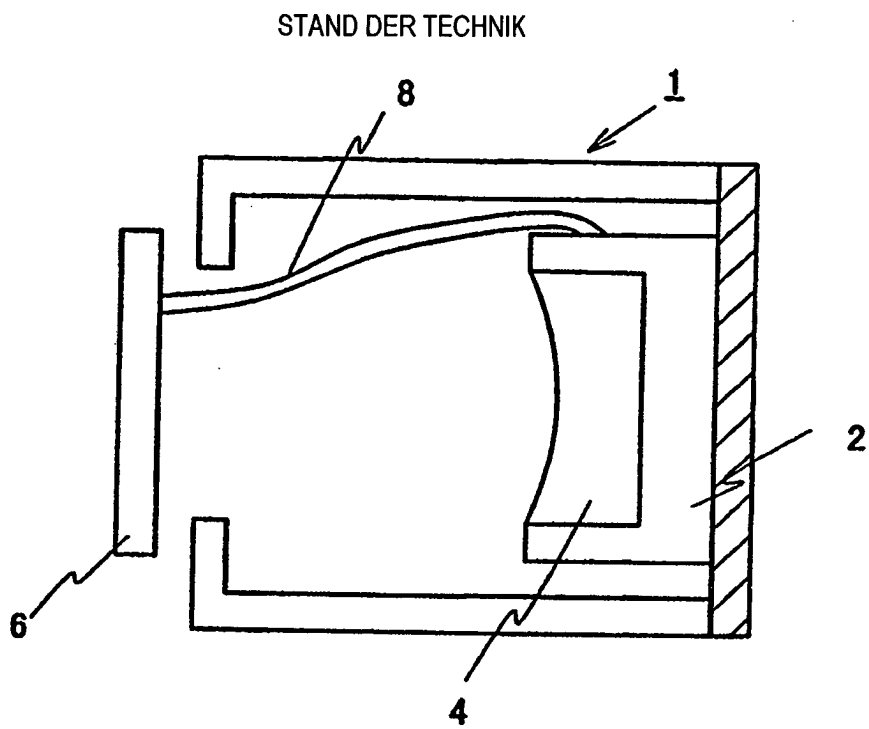


FIG. 9

STAND DER TECHNIK

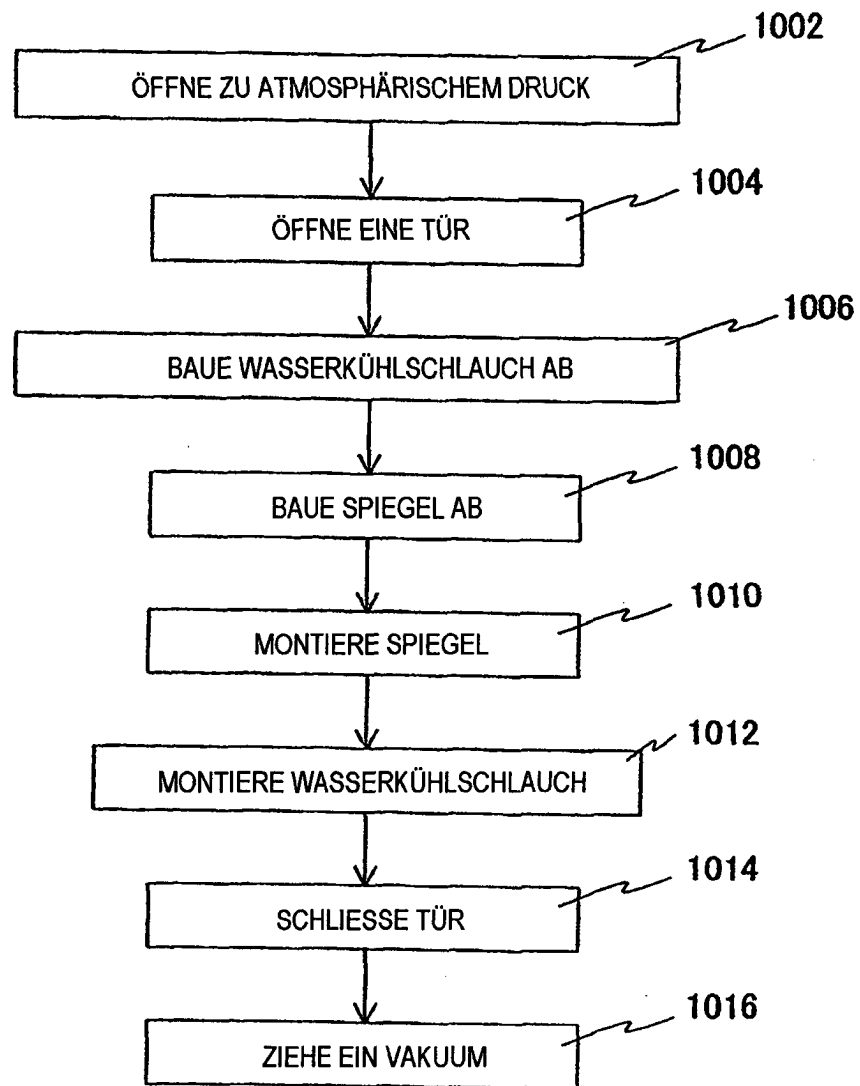


FIG. 10