

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50558/2016
(22) Anmeldetag: 20.06.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2018

(51) Int. Cl.: **H01L 21/68** (2006.01)
G03F 9/00 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)

(30) Priorität:
15.07.2015 NL 2015170 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 2008188069 A1
US 5882468 A
WO 2008048215 A2
US 2007210261 A1

(73) Patentinhaber:
SUSS MICROTEC LITHOGRAPHY GMBH
85748 Garching (DE)

(74) Vertreter:
Sonn & Partner Patentanwälte
Wien (AT)

(54) **Abstandshalter-Verstellvorrichtung für eine Wafer-Belichtungseinheit sowie Wafer-Belichtungseinheit**

(57) Die Erfindung betrifft eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung (30) für eine Wafer-Belichtungseinheit (10), mit einem Aktor (34), einem Abstandshalter (32), der vom Aktor (34) zwischen einer aktiven und einer inaktiven Position verstellt werden kann, und einem Kraftübertragungselement (48), das mit dem Aktor (34) gekoppelt ist, wobei das Kraftübertragungselement (48) aus Draht besteht. Die Erfindung betrifft auch eine Wafer-Belichtungseinheit (10) mit einer solchen Abstandshalter-Verstellvorrichtung.

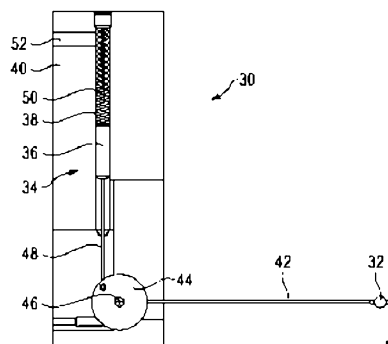


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung für eine Wafer-Belichtungseinheit, mit einem Aktor, einem Abstandshalter, der vom Aktor zwischen einer aktiven und einer inaktiven Position verstellt werden kann, und einem Kraftübertragungselement, das mit dem Aktor gekoppelt ist. Die Erfindung betrifft auch eine Wafer-Belichtungseinheit mit einer solchen Abstandshalter-Verstellvorrichtung.

[0002] Eine Wafer-Belichtungseinheit kann in einem Fotolithografieprozess dafür verwendet werden, einen auf den Wafer aufgetragenen Fotolack zu belichten. Die Belichtung erfolgt dabei durch eine Maske hindurch, so dass entsprechend des Schattenwurfs der Maske bestimmte Bereiche des Fotolacks nicht belichtet werden. Abhängig von der Belichtung ändern sich physikalische Eigenschaften des Fotolacks, so dass dieser in einem nachfolgenden Schritt partiell entfernt werden kann, wodurch auf der Oberfläche des Wafers ein (positives oder negatives) Fotolack-Abbild der Maske verbleibt.

[0003] Die US 2008/0188069 A1 offenbart ein Verfahren zum Halbleiter-Wafer-Bumping mithilfe des Spritzguss-Lötverfahrens und eine Vorrichtung zum Anbringen von Lötbumps auf Halbleiterstrukturen. Dabei weist die Vorrichtung eine Vorrichtung zum Füllen von strukturierten Gushohlräumen auf einer ersten Oberfläche einer Gussstruktur mit dem Lötmedium, eine Vorrichtung zum Positionieren und Ausrichten einer ersten Strukturoberfläche einer Halbleiter-Wafer-Struktur auf der gegenüberliegenden Seite des Gushohlraumes auf der Gussstruktur, eine Fixiervorrichtung um die Gussstruktur und die Halbleiter-Wafer-Struktur zusammenzuhalten und eine Vorrichtung zum Aufnehmen der Fixiervorrichtung und zum Übertragen des Lötmittels vom Gushohlraum zur ersten Strukturoberfläche der Halbleiter-Wafer-Struktur auf.

[0004] Die US 5,882,468 A beschreibt eine Vorrichtung zum Formen definierter Profile in Halbleiterbauteilen, das einen mit einer Feder gespannten, versetzbaren Substratmechanismus zum Halten eines Substrats aufweist, wobei der Substratmechanismus unter einer Maske, die eine Öffnung aufweist, angeordnet ist. Dabei ist der Substratmechanismus unter der Öffnung der Maske vorwärts und rückwärts versetzbar.

[0005] In der WO 2008/048215 A2 ist eine Vorrichtung, ein System und ein Verfahren zur Kontaktlithographie offenbart. Die Vorrichtung und das System weisen einen Abstandshalter auf, der eine durch Abstände voneinander getrennte, parallele und proximale Ausrichtung von lithografischen Elementen, wie Masken und Substraten, ermöglicht. Die Maske, das Substrat und/oder der Abstandshalter sind verformbar, um eine Strukturübertragung zu ermöglichen.

[0006] Die US 2007/0210261 A1 beschreibt einen Probenhalter, der bevorzugt zum Halten von Wafern ist und ein Ladungsteilchenstrahlgerät in einem Rasterelektronenmikroskop. Dabei weist der Probenhalter eine Halterung für die Probe und eine Elektrode zum Anlegen einer negativen Spannung auf, wobei die Elektrode eine Seite der Probe umgibt.

[0007] Der Wafer kann dann in nachfolgenden Schritten bearbeitet werden, um dreidimensionale Strukturen zu erzeugen. Auf diese Weise können beispielsweise Halbleiterchips oder MEMS (microelectromechanical systems) erzeugt werden.

[0008] Für eine korrekte Belichtung des Fotolacks ist es wichtig, dass die Maske in einem präzise definierten Abstand vom Wafer positioniert wird. Hierfür können mehrere der Abstandshalter verwendet werden, die dann, wenn sie benötigt werden, von der Abstandshalter-Verstellvorrichtung aus der inaktiven in die aktive Position verstellt werden, um die Maske zu positionieren.

[0009] Eine bekannte Wafer-Belichtungseinheit 10 mit den dabei verwendeten Abstandshalter-Verstellvorrichtungen ist in den Figuren 1 und 2 gezeigt. An einem Grundkörper 11 der Wafer-Belichtungseinheit sind insgesamt drei aus dem Stand der Technik bekannte Abstandshalter-Verstellvorrichtungen 12 angebracht. Diese enthalten jeweils einen aus dem Stand der Technik bekannten Aktor 18, dem ein Schwenkarm 20 zugeordnet ist. Am freien, von der Schwenkachse abgewandten Ende des Schwenkarms 20 ist jeweils ein (hier nicht gezeigter) Abstandshalter

angebracht, beispielsweise eine Abstandshalterkugel („Proximity-Kugel“) oder eine Scheibe, eine Walze, etc.

[0010] Um die Schwenkarme 20 aus der in Figur 1 gezeigten inaktiven Position in die in Figur 2 gezeigte aktive Position zu verstellen, weist jeder aus dem Stand der Technik bekannte Aktor 18 eine Zahnstange auf, die an einem Zahnradsegment 22 angreift, das an jedem Schwenkarm 20 konzentrisch zu dessen Schwenkachse angebracht ist. Wenn die Zahnstange innerhalb des aus dem Stand der Technik bekannten Aktors 18 translatorisch verstellt wird, führt dies zu einer Schwenkbewegung des Schwenkarms 20.

[0011] Die bekannte Konstruktion ist vergleichsweise aufwendig.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung zu schaffen, die einfacher aufgebaut ist und zuverlässiger arbeitet.

[0013] Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß bei einer Abstandshalter-Verstellvorrichtung der eingangs genannten Art vorgesehen, dass das Kraftübertragungselement aus Draht besteht. Ein solches Kraftübertragungselement ermöglicht es, eine Verstellbewegung des Aktors unmittelbar auf den Abstandshalter zu übertragen, ohne dass komplizierte und aufwendige Getriebe notwendig sind. Durch den Verzicht auf die Zahnstange entfällt das Risiko, dass die Zahnstange durch Materialien, die beim Fotolithografieprozess oder bei der Herstellung der Abstandshalter-Verstelleinheit verwendet werden, verklebt.

[0014] Vorzugsweise ist der Draht gerichteter Draht, also Draht, der im unbelasteten Zustand keinerlei Biegung hat und sich gerade erstreckt. Hierdurch lässt sich eine hohe Präzision erreichen.

[0015] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Abstandshalter an einem Schwenkelement angebracht ist. Dies ermöglicht es, einen vergleichsweise kleinen Hub des Aktors in einen vergleichsweise großen Verstellweg des Abstandshalters zu übersetzen, wenn dieser in einem entsprechend großen Abstand von der Schwenkachse des Schwenkelements angebracht ist.

[0016] Vorzugsweise ist dabei das Schwenkelement mit dem Draht gekoppelt, um ohne Zwischenelemente den Hub des Aktors in eine Schwenkbewegung des Schwenkelements umzusetzen.

[0017] Der Draht kann dabei in eine Öffnung des Schwenkelements eingehängt sein, sodass bei geringem Montageaufwand eine zuverlässige Kopplung erhalten wird.

[0018] Vorzugsweise ist der Abstandshalter an einem Haltearm angebracht, der mit dem Schwenkelement verbunden ist. Hierdurch ist ein modularer Aufbau geschaffen, sodass an ein und demselben Schwenkelement unterschiedliche Haltearme angebracht werden können.

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Haltearm aus Draht besteht. Hierdurch ergibt sich ein kostengünstiger Aufbau.

[0020] Der Abstandshalter kann unmittelbar am Draht angebracht sein. Auch dies führt zu geringen Herstellungskosten. Insbesondere kann der Abstandshalter auf den Draht „aufgefädelt“ und dort verklebt werden. Hierdurch ergibt sich eine kleine Angriffsfläche für aggressive Chemikalien, die bei Fotolithographieprozessen verwendet werden, an der Klebestelle.

[0021] Um die Abstandshalter-Verstellvorrichtung mit geringem Aufwand an unterschiedlichen Anwendungen anpassen zu können, ist der Haltearm vorzugsweise höhenverstellbar am Schwenkelement angebracht.

[0022] Hierfür können gemäß einer Ausgestaltung im Schwenkelement mehrere Öffnungen auf unterschiedlichen Höhen vorgesehen sein, in denen der Haltearm angeordnet werden kann. Die Öffnungen gewährleisten eine zuverlässige Führung des Haltearms in jeder Position.

[0023] Alternativ kann das Schwenkelement mit einem Einschnitt versehen sein, in dem der Haltearm auf unterschiedlichen Höhen fixiert werden kann. Hierdurch kann der Haltearm (fast)

stufenlos in der Höhe verstellt werden.

[0024] Um den Haltearm zuverlässig im Schwenkelement fixieren zu können, ihn jedoch bei Bedarf mit geringem Aufwand lösen und in einer anderen Position wieder neu montieren zu können, ist vorzugsweise eine Fixierschraube vorgesehen ist, mit der der Haltearm im Schwenkelement festgeklemt werden kann.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Justierelement vorgesehen, das mit dem Schwenkelement zusammenwirkt. Dies ermöglicht es, die Stellung des Abstandshalters in der aktiven Position unmittelbar und direkt zu justieren.

[0026] Dabei kann vorgesehen sein, dass das Justierelement mit einer Anschlagfläche zusammenwirkt. Hierdurch ergeben sich ein geringer Montageaufwand und eine hohe Genauigkeit, da keine zwischengeschalteten Bauteile notwendig sind.

[0027] Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist eine Umlenkvorrichtung vorgesehen, die zwischen dem Aktor und dem Abstandshalter angeordnet ist und am Draht angreift. Bei dieser Ausgestaltung wird der Hub des Aktors unmittelbar in einen entsprechenden Hub des Abstandshalters umgesetzt, ohne dass zwischengeschaltete Koppellemente notwendig sind.

[0028] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Umlenkvorrichtung mehrere Umlenkrollen aufweist. Dies ermöglicht es, den Draht reibungsarm umzulenken.

[0029] Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Umlenkvorrichtung einen Führungskanal aufweist. Diese Variante zeichnet sich durch einen geringen Montageaufwand aus.

[0030] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung weist der Aktor einen Kolben auf, mit dem der Draht gekoppelt ist. Hierdurch wird ein Hub des Kolbens unmittelbar in einen Hub des Drahts umgesetzt.

[0031] Der Kolben kann einen Druckraum abgrenzen, der mit einem Druckmittel beaufschlagbar ist. Hierdurch kann der Kolben mit geringem Aufwand verstellt werden, indem an den Druckraum beispielsweise ein Vakuum oder Druckluft angelegt wird.

[0032] Grundsätzlich ist auch denkbar, dass der Kolben elektromagnetisch verstellt wird.

[0033] Vorzugsweise ist ein den Druckraum abgrenzendes Verstellelement vorgesehen ist, mit dem die Ausgangsstellung des Kolbens justiert werden kann. Hierdurch kann die Stellung des Abstandshalters in der inaktiven Position präzise justiert werden.

[0034] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Rückstellfeder vorgesehen. Diese gewährleistet, dass der Abstandshalter, wenn der Aktor nicht weiter aktiviert wird, automatisch in die Ausgangsstellung zurückgestellt wird.

[0035] Die Rückstellfeder kann insbesondere auf den Kolben einwirken. Hierdurch ergibt sich ein kompakter Aufbau mit geringer Reibung.

[0036] Die Erfindung betrifft auch eine Wafer-Belichtungseinheit mit einer solchen Abstandshalter-Verstellvorrichtung. Hinsichtlich der sich daraus ergebenden Vorteile wird auf die obigen Erläuterungen verwiesen.

[0037] Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier Ausführungsformen beschrieben, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

[0038] - Figur 1 eine Wafer-Belichtungseinheit mit Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß dem Stand der Technik, wobei sich der Abstandshalter in einer inaktiven Position befindet;

[0039] - Figur 2 die Wafer-Belichtungseinheit von Figur 1, wobei sich der Abstandshalter in einer aktiven Position befindet;

[0040] - Figur 3 eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung in einer teilgeschnittenen Ansicht, wobei sich der Abstandshalter in einer inaktiven Position befindet;

- [0041]** - Figur 4 die Abstandshalter-Verstellvorrichtung von Figur 3, wobei sich der Abstandshalter in einer aktiven Position befindet;
- [0042]** - Figur 5 eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß einer Variante der ersten Ausführungsform in einer teilgeschnittenen Draufsicht, wobei sich der Abstandshalter in einer inaktiven Position befindet;
- [0043]** - Figur 6 die Abstandshalter-Verstellvorrichtung von Figur 5 mit dem Abstandshalter in einer aktiven Position;
- [0044]** - Figur 7 die Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß Figur 5 in einer anderen Schnittebene;
- [0045]** - Figur 8 die Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß Figur 6 in der Schnittebene von Figur 7;
- [0046]** - Figur 9 die Abstandshalter-Verstellvorrichtung der Figuren 7 und 8 in einem anderen Justagezustand;
- [0047]** - Figur 10 in einer geschnittenen Seitenansicht die Abstandshalter-Verstellvorrichtung der Figuren 5 bis 9;
- [0048]** - Figur 11 eine Variante zur in Figur 5 gezeigten Abstandshalter-Verstellvorrichtung, wobei sich der Abstandshalter in einer inaktiven Position befindet;
- [0049]** - Figur 12 in einer perspektivischen Ansicht ein Verstellelement für eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach den Figuren 5 bis 11 mit einem Haltearm für den Abstandshalter, der sich in einer mittleren Position befindet;
- [0050]** - Figur 13 das Verstellelement von Figur 12 in einem Schnitt;
- [0051]** - Figur 14 in einer perspektivischen Ansicht das Verstellelement von Figur 12, wobei sich der Haltearm in einer unteren Position befindet;
- [0052]** - Figur 15 das Verstellelement von Figur 14 in einem Schnitt;
- [0053]** - Figur 16 in einer perspektivischen Ansicht ein Verstellelement in einer alternativen Ausführungsvariante, wobei der Haltearm in einer unteren Position angebracht ist;
- [0054]** - Figur 17 das Verstellelement von Figur 16 in einem Schnitt;
- [0055]** - Figur 18 in einer perspektivischen Ansicht das Verstellelement von Figur 16, wobei sich der Haltearm in einer mittleren Position befindet;
- [0056]** - Figur 19 das Verstellelement von Figur 18 in einem Schnitt;
- [0057]** - Figur 20 in einer perspektivischen, stark vergrößerten Ansicht ein bei der Konfiguration der Figuren 18 und 19 verwendetes Höheneinstellteil;
- [0058]** - Figur 21 eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht;
- [0059]** - Figur 22 die Abstandshalter-Verstellvorrichtung von Figur 21 in einer geschnittenen Ansicht;
- [0060]** - Figur 23 eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß einer Variante der zweiten Ausführungsform.
- [0061]** In Figur 3 ist eine Abstandshalter-Verstellvorrichtung 30 gezeigt, mit der ein Abstandshalter 32 aus einer inaktiven Position, die in Figur 3 gezeigt ist, in eine aktive Position verstellt werden kann, die in Figur 4 gezeigt ist.
- [0062]** Beim Abstandshalter 32 handelt es sich hier um eine Kugel, die dazu verwendet werden kann, in einer Wafer-Belichtungseinheit, wie sie in Fotolithografie-Prozessen verwendet wird, eine Maske in einem vordefinierten Abstand relativ zu einem Wafer anzuordnen.

[0063] Die Abstandshalter-Verstellvorrichtung 30 weist einen Aktor 34 auf, mit dem der Abstandshalter 32 verstellt werden kann.

[0064] Bei der in den Figuren 3 und 4 gezeigten Ausführungsform enthält der Aktor 34 einen Kolben 36, der verstellbar in einem Zylinder 38 angeordnet ist. Der Zylinder 38 ist in einem Grundkörper 40 des Aktors 34 vorgesehen.

[0065] Der Abstandshalter 32 ist an einem Haltearm 42 angebracht, der wiederum an einem Schwenkelement 44 angebracht ist. Das Schwenkelement 44 ist im Grundkörper 40 um eine Achse 46 schwenkbar angebracht.

[0066] Der Haltearm 42 ist hier als langer, gerader Stab ausgeführt, der beispielsweise aus Metall bestehen kann, insbesondere aus Draht. Er ist mit dem Schwenkelement 44 so verbunden, dass er verstellt wird, wenn das Schwenkelement 44 gedreht wird. Der Haltearm 42 kann beispielsweise in eine Aufnahme des Schwenkelements 44 eingeklipst sein.

[0067] Das Schwenkelement 44 ist mit dem Kolben 36 mittels eines Kraftübertragungselements 48 verbunden, das aus Draht besteht. Bei der gezeigten Ausführungsform wird gerichteter Draht verwendet, der sich geradlinig erstreckt.

[0068] Das Kraftübertragungselement 48 ist mit dem Schwenkelement 44 schwenkbar verbunden. Bei der gezeigten Ausführungsform ist ein abgebogener Endabschnitt des Kraftübertragungselements 48 in eine Öffnung des Schwenkelements 44 eingehängt. Die Verbindung ist somit ähnlich wie die Verbindung zwischen einer Fahrradspeiche und einer Nabe, bei der ein abgekröpftes Ende der Speiche in eine Öffnung der Nabe eingehängt ist.

[0069] Das vom Schwenkelement 44 abgewandte Ende des Kraftübertragungselements 48 ist zug- und druckfest mit dem Kolben 36 verbunden. Der Kolben 36 kann beispielsweise eine mittige Öffnung aufweisen, in die das Kraftübertragungselement 48 eingesetzt ist.

[0070] Im Zylinder 38 ist auf der vom Schwenkelement 44 abgewandten Seite des Kolbens 36 eine Rückstellfeder 50 angeordnet, die den Kolben 36 in die in Figur 3 gezeigte Ausgangsstellung beaufschlagt, in der sich der Abstandshalter 32 in der inaktiven Position befindet.

[0071] Der Zylinder 38 steht mit einem Druckmittelanschluss 52 in Verbindung, sodass ein im Zylinder 38 gebildeter Druckraum, der an einem Ende vom Kolben 36 verschlossen wird, gesteuert mit einem Druck beaufschlagt werden kann.

[0072] Um den Abstandshalter 32 aus der in Figur 3 gezeigten inaktiven Stellung in die in Figur 4 gezeigte aktive Stellung zu verstellen, wird der Druckraum im Zylinder 38 über den Druckmittelanschluss 52 mit einem Vakuum verbunden. Hierdurch wird der Kolben 36 entgegen der Wirkung der Rückstellfeder 50 bezogen auf die Figuren 3 und 4 nach oben verstellt. Dieser Hub wird über das Kraftübertragungselement 48 auf das Schwenkelement 44 übertragen, welches entsprechend (zusammen mit dem Abstandshalter 32) eine Schwenkbewegung im Uhrzeigersinn ausführt.

[0073] Um den Abstandshalter 32 wieder in die inaktive Position zurückzustellen, wird der Druckraum innerhalb des Zylinders 38 über den Druckmittelanschluss 52 belüftet. Dies hat zur Folge, dass der Kolben 36 unter der Wirkung der Rückstellfeder 50 wieder in die Ausgangsposition gelangt und dabei das Schwenkelement 44 entgegen dem Uhrzeigersinn verschwenkt.

[0074] Mit dem Kraftübertragungselement 48 wird der Hub des Kolbens 36 unmittelbar und nahezu reibungsfrei auf das Schwenkelement 44 übertragen. Die geringe seitliche Auslenkung, die der Verbindungspunkt zwischen Schwenkelement 44 und Kraftübertragungselement 48 beim Verstellen des Schwenkelements 44 zwischen der inaktiven und der aktiven Position erfährt, kann das Kraftübertragungselement 48 aufgrund seiner Eigenelastizität aufnehmen, ohne dass der Kolben 36 mit einem störenden Kippmoment beaufschlagt wird.

[0075] In den Figuren 5 bis 10 ist eine Variante der ersten Ausführungsform der Abstandshalter-Verstellvorrichtung gezeigt. Für die von der ersten Ausführungsform bekannten Bauteile werden dieselben Bezugszeichen verwendet, und es wird insoweit auf die obigen Erläuterungen

verwiesen.

[0076] Der wesentliche Unterschied zwischen der ersten Ausführungsform und der Ausführungsvariante der Figuren 5 bis 10 besteht darin, dass bei der Ausführungsvariante der Kolben 36 nicht mittels eines Vakuums verstellt wird, sondern mit Druckluft (oder alternativ einem unter Druck stehenden Gas).

[0077] Wie in den Figuren 5 und 6 zu sehen ist, sind im Zylinder 38 der Kolben 36 und ein Verschlusselement 39 angeordnet. Die Rückstellfeder 50 ist auf der vom Druckanschluss 52 angewandten Seite des Kolbens 36 angeordnet, also zwischen dem Kolben 36 und dem Schwenkelement 44.

[0078] Wenn dem Druckanschluss 52 Druckluft zugeführt wird, wird der Kolben aus der in Figur 5 gezeigten Ausgangsstellung in die in Figur 6 gezeigte, aktivierte Stellung überführt, so dass der Abstandshalter 32 aus der inaktiven Position in die aktive Position überführt wird.

[0079] Die Stellung des Abstandshalters 32 in der inaktiven Position kann dadurch justiert werden, dass das Verschlusselement 39 mehr oder weniger weit in den Zylinder 38 eingreift. Hierfür kann das Verschlusselement 39 mit einem Außengewinde versehen sein, das in ein Innengewinde im Zylinder 38 im Grundkörper 40 eingreift.

[0080] Die Stellung des Abstandshalters 32 in der aktiven Position kann mit einem Justierelement 54 (siehe die Figuren 7 und 8) justiert werden, dass mit dem Schwenkelement 44 zusammenwirken kann.

[0081] Bei der gezeigten Ausführungsform ist am Schwenkelement 44 eine Anschlagfläche 56 vorgesehen, die am Justierelement 54 anschlägt, wenn sich der Abstandshalter 32 und damit das Schwenkelement 44 in der aktiven Position befinden (siehe Figur 8).

[0082] Das Justierelement 54 kann in ähnlicher Weise wie das Verschlusselement 39 mit einem Außengewinde versehen sein, das in ein Innengewinde im Grundkörper 40 eingreift.

[0083] Wie in Figur 9 zu sehen ist, kann mittels des Justierelements 54 nicht nur gewährleistet werden, dass der Abstandshalter 32 um exakt 90° zwischen der inaktiven und der aktiven Position verstellt wird, sondern es können auch andere Schwenkwinkel eingestellt werden. Hier ist das Justierelement 54 weiter in den Grundkörper 40 eingeschraubt, so dass der Schwenkwinkel des Abstandshalters 32 geringer ist als bei der in den Figuren 7 und 8 gezeigten Variante.

[0084] In Figur 10 ist zu sehen, dass das Schwenkelement 44 zylindrisch ausgeführt ist und mit seiner Umfangsfläche in eine zylindrische Aufnahme 57 im Grundkörper 40 eingesetzt ist. Die Anschlagfläche 56 ist als Boden einer Nut 58 ausgeführt, die sich über eine bestimmte Tiefe in das Schwenkelement hinein erstreckt. Der Haltearm 42 ist in eine Aufnahme 59 eingeklippt, die am Schwenkelement 44 vorgesehen ist.

[0085] In Figur 11 ist eine weitere Variante der Abstandshalter-Verstellvorrichtung gezeigt. Der Unterschied zur in den Figuren 5 bis 10 gezeigten Variante besteht darin, dass an den Grundkörper 40 ein Abdeckelement 41 angesetzt ist, das mit einer Ausnehmung 43 versehen ist.

[0086] Das Abdeckelement 41 stellt eine Verlängerung des Grundkörpers 40 dergestalt dar, dass der Abstandshalter, wenn er an einem sehr langen Haltearm 42 angebracht ist, nicht frei aus der Abstandshalter-Verstellvorrichtung 30 herausragt und ungeschützt ist, sondern im Abdeckelement 41 „geparkt“ ist. Hier sind der Haltearm 42 und der Abstandshalter 32 sehr gut vor mechanischen Belastungen und eventuellen Verschmutzungen geschützt.

[0087] Das Abdeckelement 41 ist mittels einer Schraube 45 lösbar am Grundkörper 40 befestigt. Somit kann die Verstellvorrichtung modular an konstruktive Gegebenheiten angepasst werden.

[0088] Im Hinblick auf unterschiedliche Konfigurationen und Anwendungsgebiete ist es wünschenswert, den Haltearm 42 und damit den Abstandshalter 32 einstellbar in unterschiedlichen Höhen anzuordnen. Hierfür kann mit geringem Aufwand das Schwenkelement 44 verwendet werden.

[0089] In den Figuren 12 und 13 ist eine Ausgestaltung des Schwenkelements 44 gezeigt, die sich zur Höheneinstellung des Haltearms 42 eignet. Das Schwenkelement 44 ist mit mehreren Öffnungen 80 versehen, die sich ausgehend von der zylindrischen Mantelfläche des Schwenkelements 44 nach innen erstrecken.

[0090] Bei der gezeigten Ausführungsform erstrecken sich die Öffnungen 80 in radialer Richtung. Es ist aber auch möglich, dass sich die Öffnungen 80 schräg zu einer radialen Ausrichtung erstrecken.

[0091] Es werden hier insgesamt vier Öffnungen 80 verwendet, die alle übereinander angeordnet sind. Hierdurch ist es möglich, den Haltearm 42 (und damit den Abstandshalter 32) in einer jeweils gewünschten Höhe anzuordnen (vergleiche die Figuren 12 und 13 einerseits, in denen der Haltearm 42 in einer von zwei mittleren Positionen angeordnet ist, mit den Figuren 14 und 15 andererseits, in denen der Haltearm sich in einer unteren Position befindet).

[0092] Zum Fixieren des Haltearms 42 in der jeweils gewählten Öffnung 80 kann eine Fixierschraube 82 verwendet werden, die in eine Klemmbohrung 84 so weit eingeschraubt wird, dass der Haltearm zuverlässig festgelegt ist. Falls gewünscht, kann in den Fällen, in denen sich der Haltearm 42 nicht in der untersten Position befindet, ein Abstandshalter 86 (siehe Figur 13) untergelegt werden.

[0093] In den Figuren 12 und 14 ist auch ein Einschnitt 90 zu erkennen, in dem zwei Durchgänge 92 münden. Dort wird das Kraftübertragungselement 48 mit dem Schwenkelement 44 gekoppelt, beispielsweise indem ein Kugelpfopf des Kraftübertragungselements in die Vertiefungen eingeklippt wird, die am Schnittpunkt der Durchgänge 92 mit dem Einschnitt 90 vorhanden sind.

[0094] In den Figuren 16 und 17 ist eine Variante des Schwenkelements 44 gezeigt, bei der der Haltearm nicht stufenweise in der Höhe verstellt werden kann, wie dies bei der Ausführungsform der Figuren 12 bis 15 der Fall ist, sondern (nahezu) stufenlos.

[0095] Hierfür ist im Schwenkelement ein Aufnahmekanal 94 vorgesehen, der sich in derselben Ausrichtung wie die Gesamtheit der Öffnungen 80 durch das Schwenkelement 44 erstreckt. Bei der gezeigten Ausführungsform ist der Aufnahmekanal als sich diametral von der Oberseite durch das Schwenkelement erstreckender Einschnitt ausgeführt, der knapp oberhalb der Bodenfläche des Schwenkelements endet.

[0096] Der Haltearm 42 wird in den Aufnahmekanal 94 eingeschoben und dort mit einer Fixierschraube 82 fixiert. Diese greift in ein Gewinde ein, das in einer Klemmbohrung 84 vorgesehen ist, die den Aufnahmekanal 94 schneidet.

[0097] Wenn der Haltearm 42 in seiner untersten Position fixiert wird, klemmt die Fixierschraube 82 den Haltearm gegen den Boden des Aufnahmekanals 94 (siehe die Figuren 16 und 17).

[0098] Wenn der Haltearm in einer höheren Position fixiert werden soll (siehe die Figuren 18 und 19), wird in den Klemmkanal und/oder die Klemmbohrung 84 ein Höheneinstellteil 96 eingelegt, das sich am Boden des Klemmkannels abstützt und auf dem dann der Haltearm 42 zu liegen kommt. Die Fixierschraube 82 klemmt dann den Haltearm gegen die Oberseite des Höheneinstellteils.

[0099] In Figur 20 ist eine Ausgestaltung eines Höheneinstellteils 96 gezeigt. Es handelt sich hier um einen Zylinder, dessen Außendurchmesser etwa dem Innendurchmesser der Klemmbohrung 84 entspricht. Auf seiner Oberseite ist das Höheneinstellteil mit einer halbzyklindrischen Aufnahme 98 versehen, so dass dort der Haltearm 42 flächig aufgenommen ist.

[00100] Das Höheneinstellteil 96 kann in einer Vielzahl von unterschiedlichen Höhen vorgehalten werden, so dass der Haltearm sehr feinstufig in der jeweils gewünschten Höhe montiert werden kann.

[00101] In den Figuren 21 und 22 ist eine zweite Ausführungsform gezeigt. Für die von der ersten Ausführungsform bekannten Bauteile werden dieselben Bezugszeichen verwendet, und

es wird insoweit auf die obigen Erläuterungen verwiesen.

[00102] Der Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Ausführungsform besteht darin, dass bei der zweiten Ausführungsform der Abstandshalter 32 nicht rotatorisch verstellt wird, sondern translatorisch.

[00103] Bei der zweiten Ausführungsform ist der Abstandshalter 32 am Kraftübertragungselement 48 angebracht. Auch hier ist das Kraftübertragungselement 48 durch einen gerichteten Draht gebildet. Dieser wird ausgehend vom Kolben 36 des Aktors 34 über eine Umlenkvorrichtung 60 geführt. Die Umlenkvorrichtung 60 ermöglicht es, den Abstandshalter 32 zwischen der inaktiven und der aktiven Position in einer Richtung zu verstellen, die von der Richtung des Hubs des Kolbens 36 abweicht. Dies kann im Hinblick auf Beschränkungen des zur Verfügung stehenden Bauraums sinnvoll sein.

[00104] Bei der gezeigten Ausführungsform besteht die Umlenkvorrichtung 60 aus mehreren Umlenkrollen 62, welche die Kraftübertragungsvorrichtung 48 um 90° umlenken. Die Umlenkrollen 62 sind dabei so angeordnet, dass das Kraftübertragungselement 48 auf einem ausreichend großen Biegeradius geführt wird, der zu keinerlei plastischer Verformung führt.

[00105] Zwischen der Umlenkvorrichtung 60 und dem Abstandshalter 32 ist noch eine Drahtführung 64 vorgesehen, die das Kraftübertragungselement 48 am Ausgang der Abstandshalter-Verstellvorrichtung 30 zusätzlich stabilisiert.

[00106] Anstelle von Umlenkrollen 62 kann auch eine Drahtführung ähnlich eines Bowdenzugs verwendet werden, um den Draht in der gewünschten Weise zu führen und umzulenken. Wenn ein Widerlager des Bowden-Mantels verstellbar ist, kann mit geringem Aufwand die Position des Abstandshalters 32 in Verstellrichtung justiert werden.

[00107] In Figur 23 ist eine Variante zur zweiten Ausführungsform beschrieben. Für die von der zweiten Ausführungsform bekannten Bauteile werden dieselben Bezugszeichen verwendet, und es wird insoweit auf die obigen Erläuterungen verwiesen.

[00108] Der wesentlichen Unterschied zwischen der in Figur 23 gezeigten Variante und der Ausführungsform der Figuren 21 und 22 besteht darin, dass bei Figur 23 die Umlenkvorrichtung 60 keine Umlenkrollen aufweist, sondern durch einen gekrümmten Kanal 70 gebildet ist, der im Grundkörper 40 vorgesehen ist. Hierdurch wird das Kraftübertragungselement 48 aus der Verstellrichtung des Kolbens 36 in die gewünschte Verstellrichtung für den Abstandshalter 32 umgelenkt.

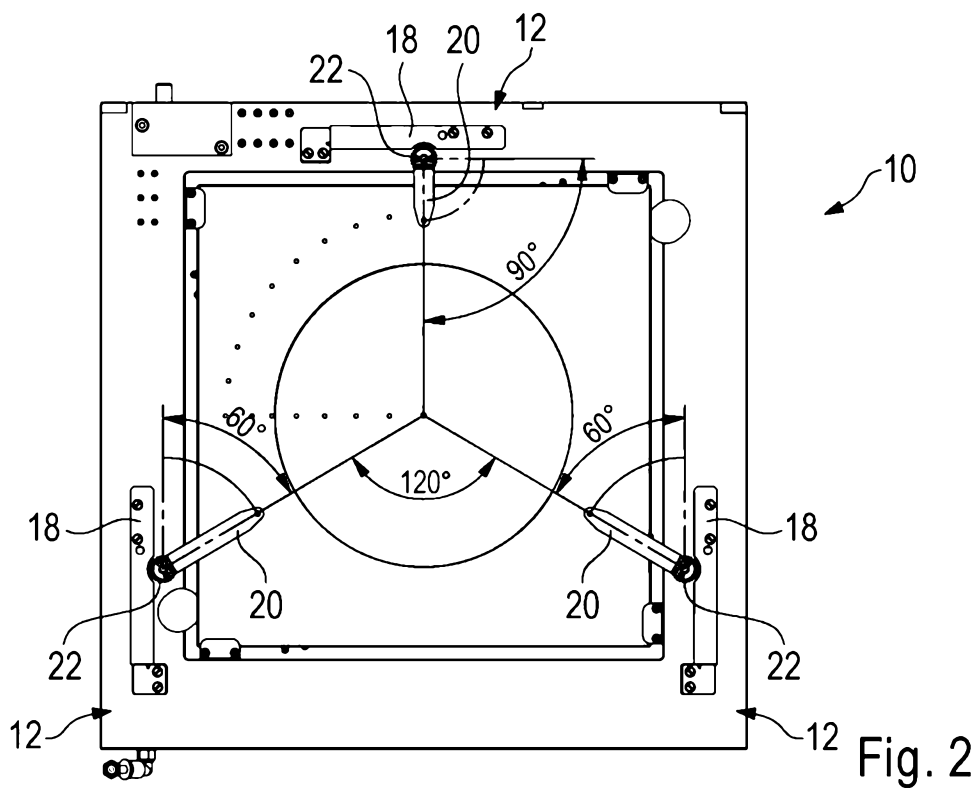
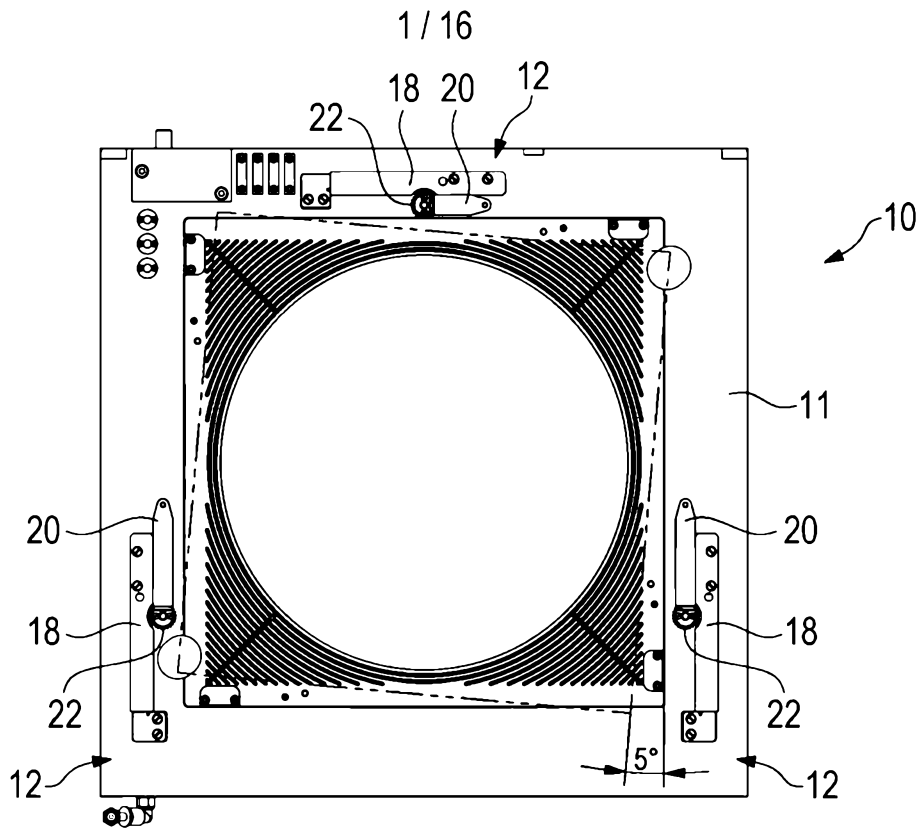
[00109] Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass bei der Abstandshalter-Verstellvorrichtung gemäß Figur 23 das Kraftübertragungselement so kurz ausgeführt ist, dass der Abstandshalter 32 in der inaktiven Stellung in einer Ausnehmung 72 im Grundkörper 40 „geparkt“ ist. Dies ist grundsätzlich auch bei der in den Figuren 21 und 22 gezeigten Ausführungsform möglich, wenn das Kraftübertragungselement 48 entsprechend kürzer ausgeführt und auf die Drahtführung 64 verzichtet wird.

Patentansprüche

1. Abstandshalter-Verstellvorrichtung (30) für eine Wafer-Belichtungseinheit (10), mit einem Aktor (34), einem Abstandshalter (32), der vom Aktor (34) zwischen einer aktiven und einer inaktiven Position verstellt werden kann, und einem Kraftübertragungselement (48), das mit dem Aktor (34) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftübertragungselement (48) aus Draht besteht.
2. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Draht (48) gerichteter Draht ist.
3. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstandshalter (32) an einem Schwenkelement (44) angebracht ist.
4. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwenkelement (44) mit dem Draht (48) gekoppelt ist.
5. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Draht (48) in eine Öffnung des Schwenkelements (44) eingehängt ist.
6. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstandshalter (32) an einem Haltearm (42) angebracht ist, der mit dem Schwenkelement (44) verbunden ist.
7. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Haltearm (42) aus Draht besteht.
8. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstandshalter (32) am Draht (42) angebracht ist.
9. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Haltearm (32) höhenverstellbar am Schwenkelement (42) anbringbar ist.
10. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwenkelement (42) mit mehreren Öffnungen (80) auf unterschiedlichen Höhen versehen ist, in denen der Haltearm (42) angeordnet werden kann.
11. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwenkelement (42) mit einem Einschnitt (90) versehen ist, in dem der Haltearm (42) auf unterschiedlichen Höhen fixierbar ist.
12. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Fixierschraube (82) vorgesehen ist, mit der der Haltearm (42) im Schwenkelement (42) festklemmbar ist.
13. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Justierelement (54) vorgesehen ist, das mit dem Schwenkelement (44) zusammenwirkt.
14. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Justierelement (54) eine Anschlagfläche (56) zugeordnet ist.
15. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Umlenkvorrichtung (60) vorgesehen ist, die zwischen dem Aktor (34) und dem Abstandshalter (32) angeordnet ist und am Draht (48) angreift.
16. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umlenkvorrichtung (60) mehrere Umlenkrollen (62) aufweist.
17. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umlenkvorrichtung einen Draht-Führungsmantel aufweist.

18. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umlenkvorrichtung einen Führungskanal (70) aufweist.
19. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (34) einen Kolben (36) aufweist, mit dem der Draht (48) gekoppelt ist.
20. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (36) einen Druckraum abgrenzt, der mit einem Druckmittel beaufschlagbar ist.
21. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 19 oder Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein den Druckraum abgrenzendes Verstellelement (39) vorgesehen ist, mit dem die Ausgangsstellung des Kolbens (36) justierbar ist.
22. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Rückstellfeder (50) vorgesehen ist.
23. Abstandshalter-Verstellvorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückstellfeder (50) auf den Kolben (36) wirkt.
24. Wafer-Belichtungseinheit (10) mit einer Abstandshalter-Verstellvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Hierzu 16 Blatt Zeichnungen



2 / 16

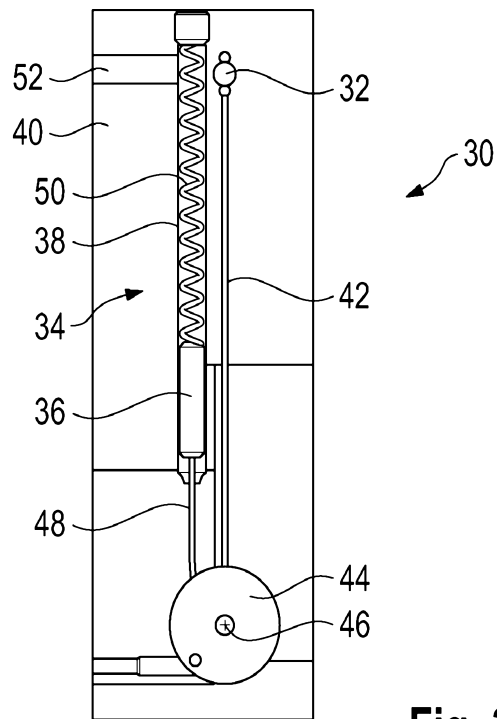


Fig. 3

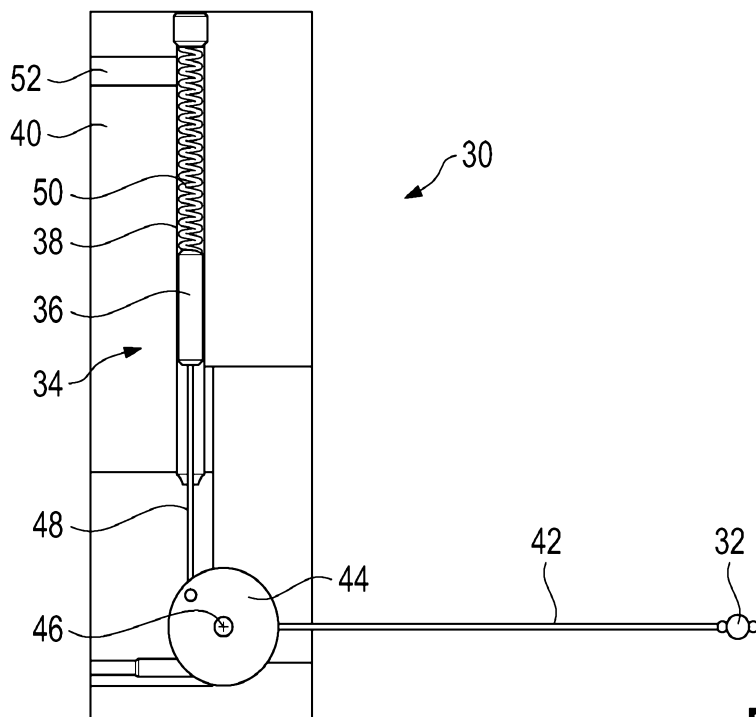


Fig. 4

3 / 16

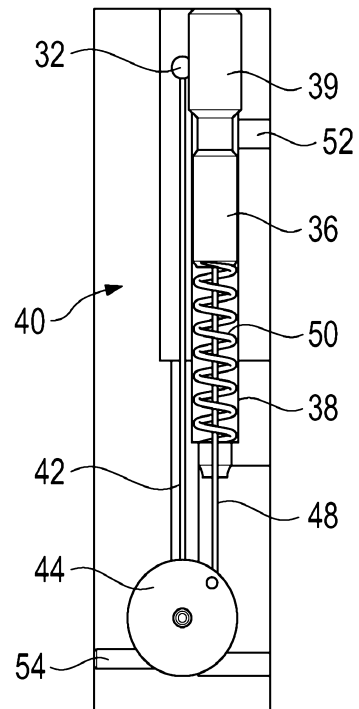


Fig. 5

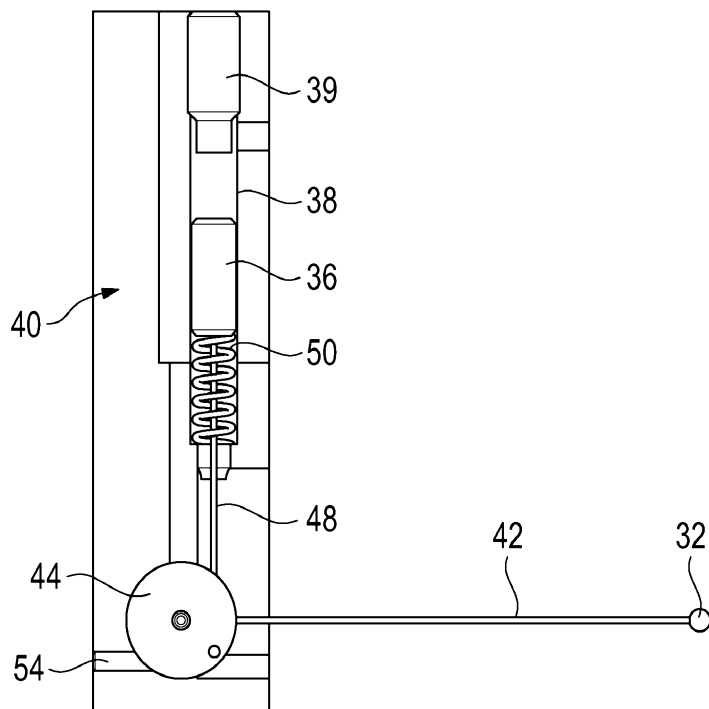


Fig. 6

4 / 16

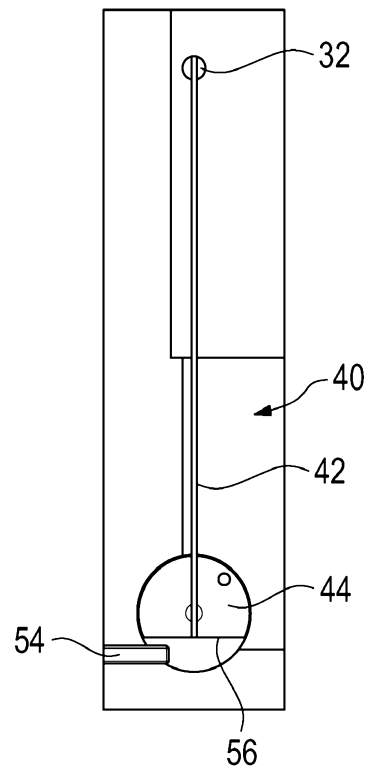


Fig. 7

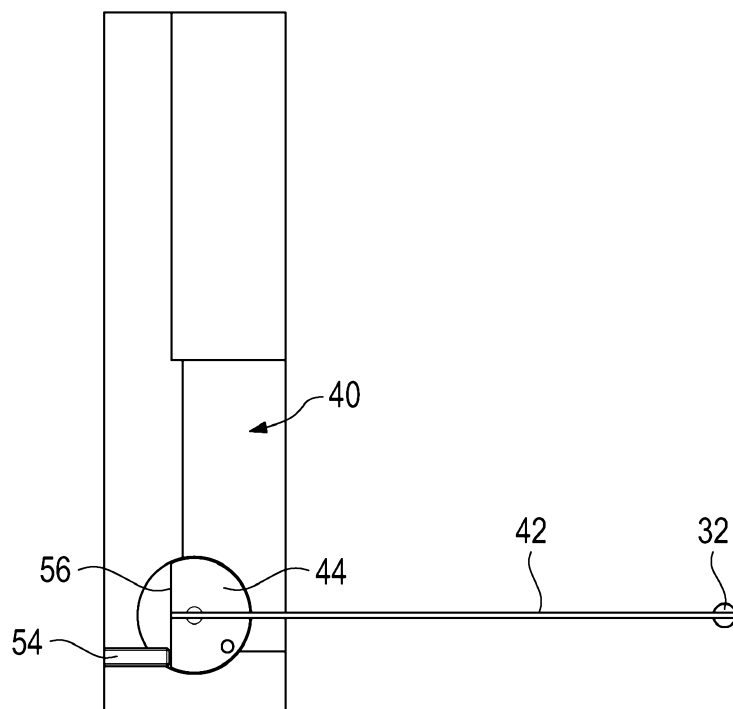


Fig. 8

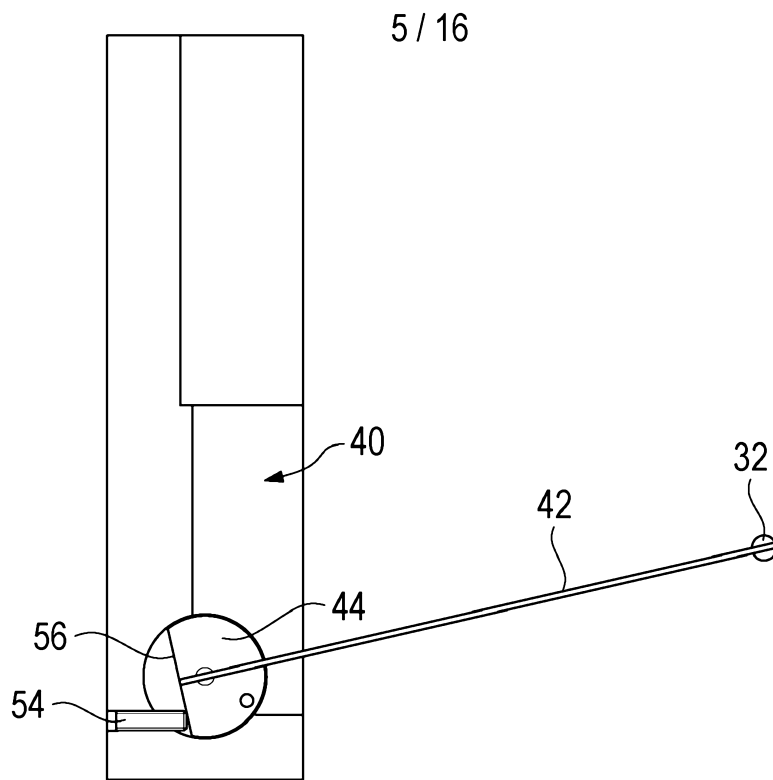


Fig. 9

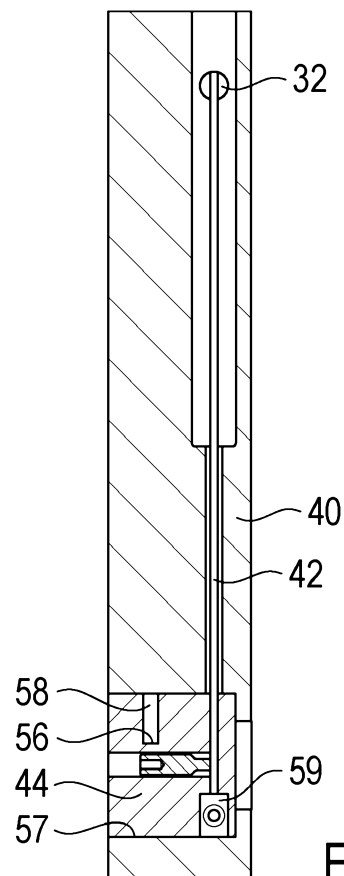


Fig. 10

6 / 16

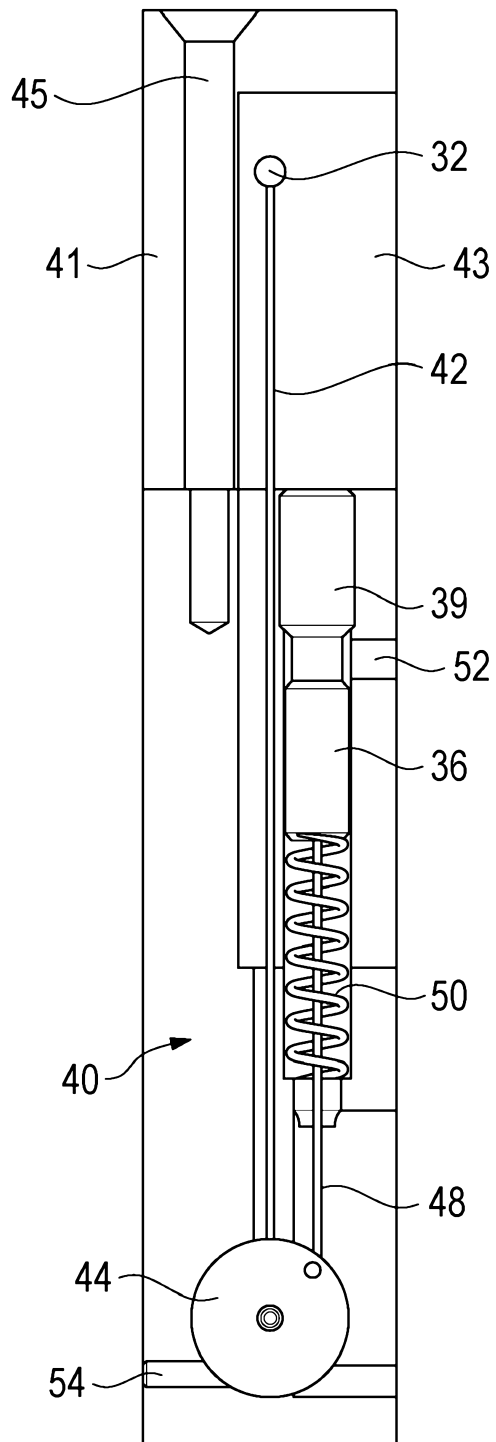


Fig. 11

7 / 16

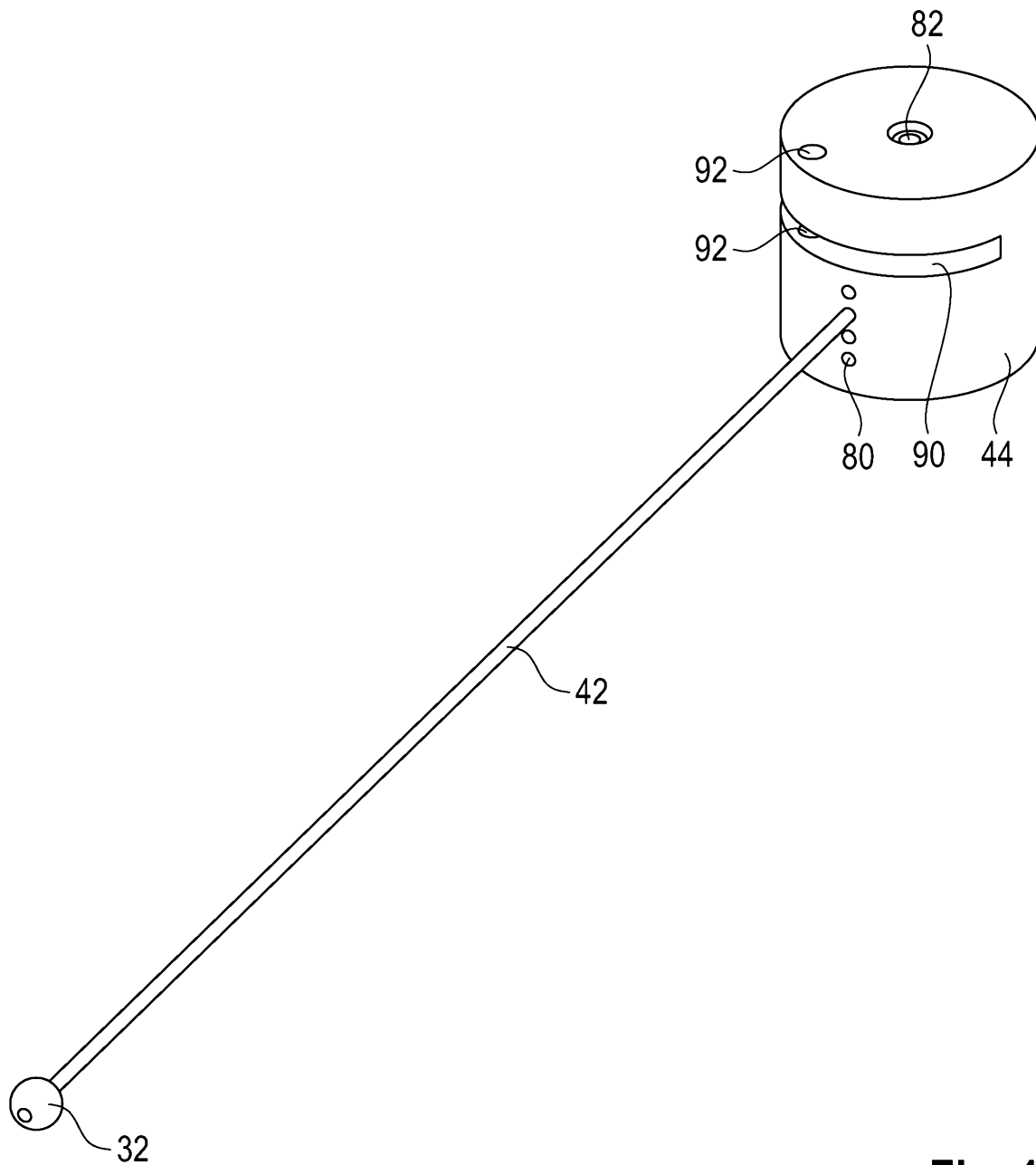


Fig. 12

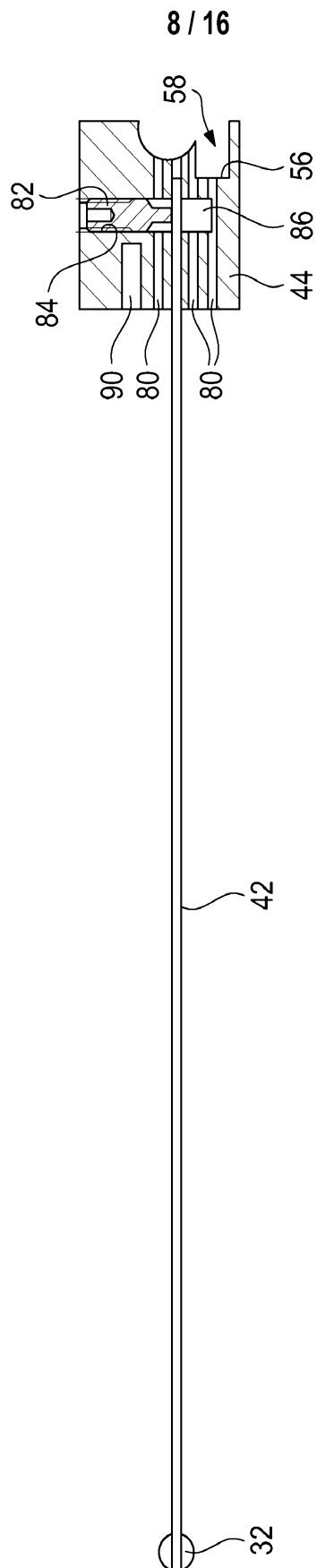


Fig. 13

9 / 16

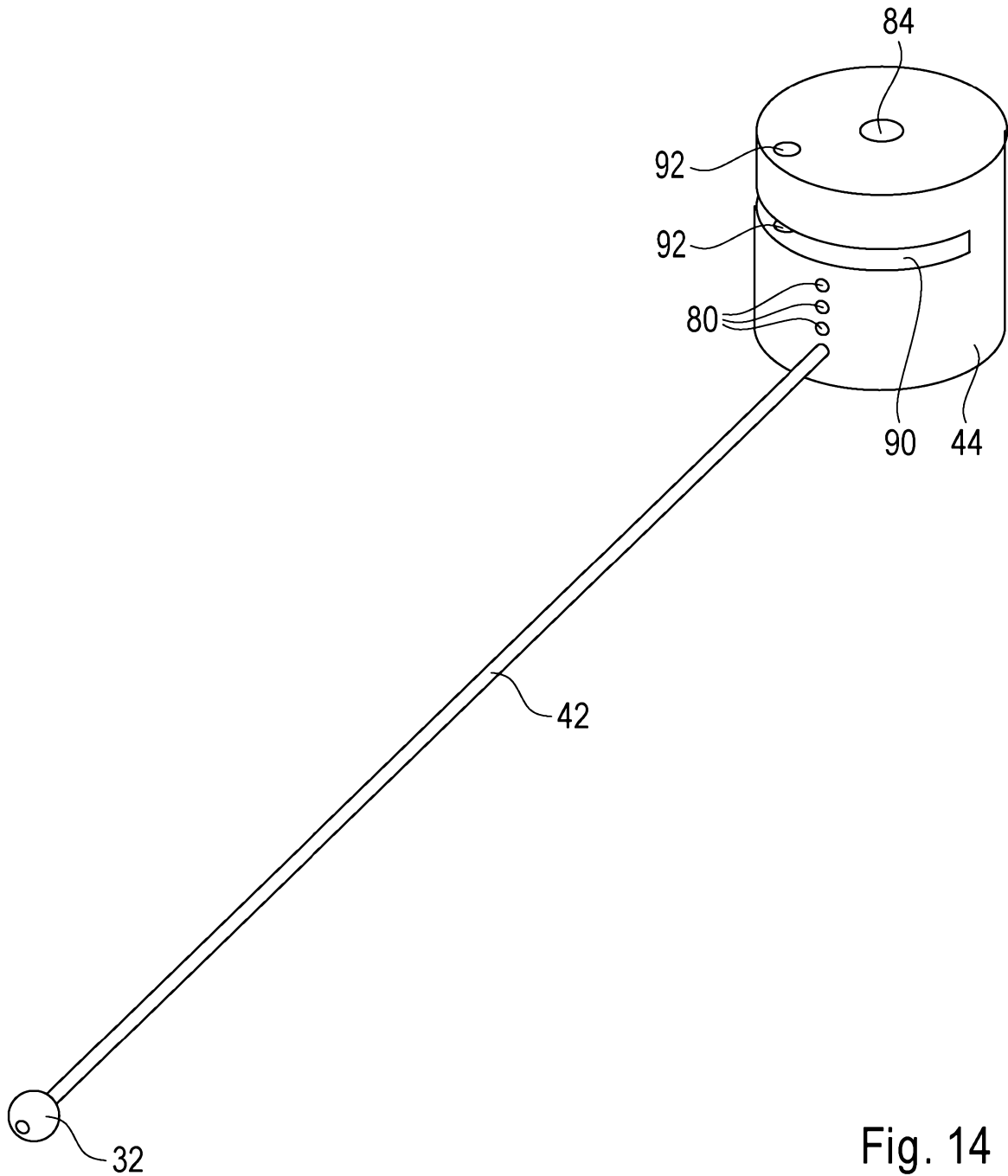


Fig. 14

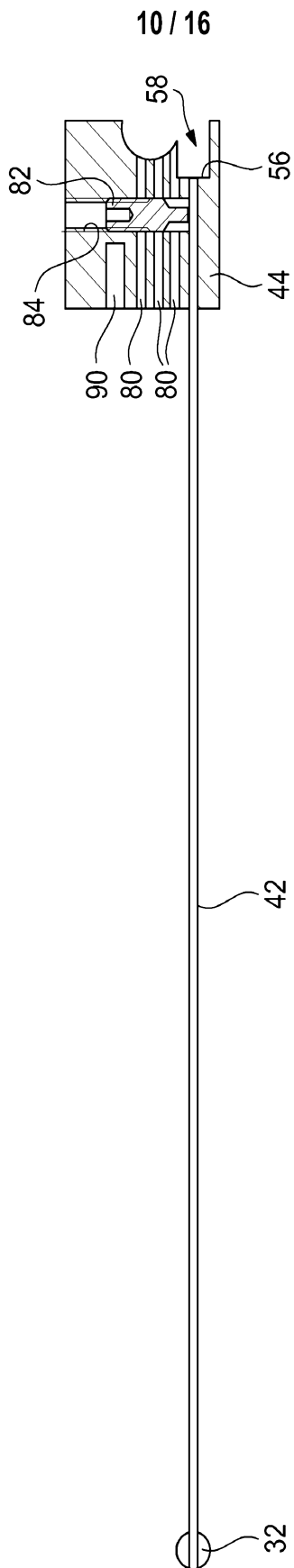


Fig. 15

11 / 16

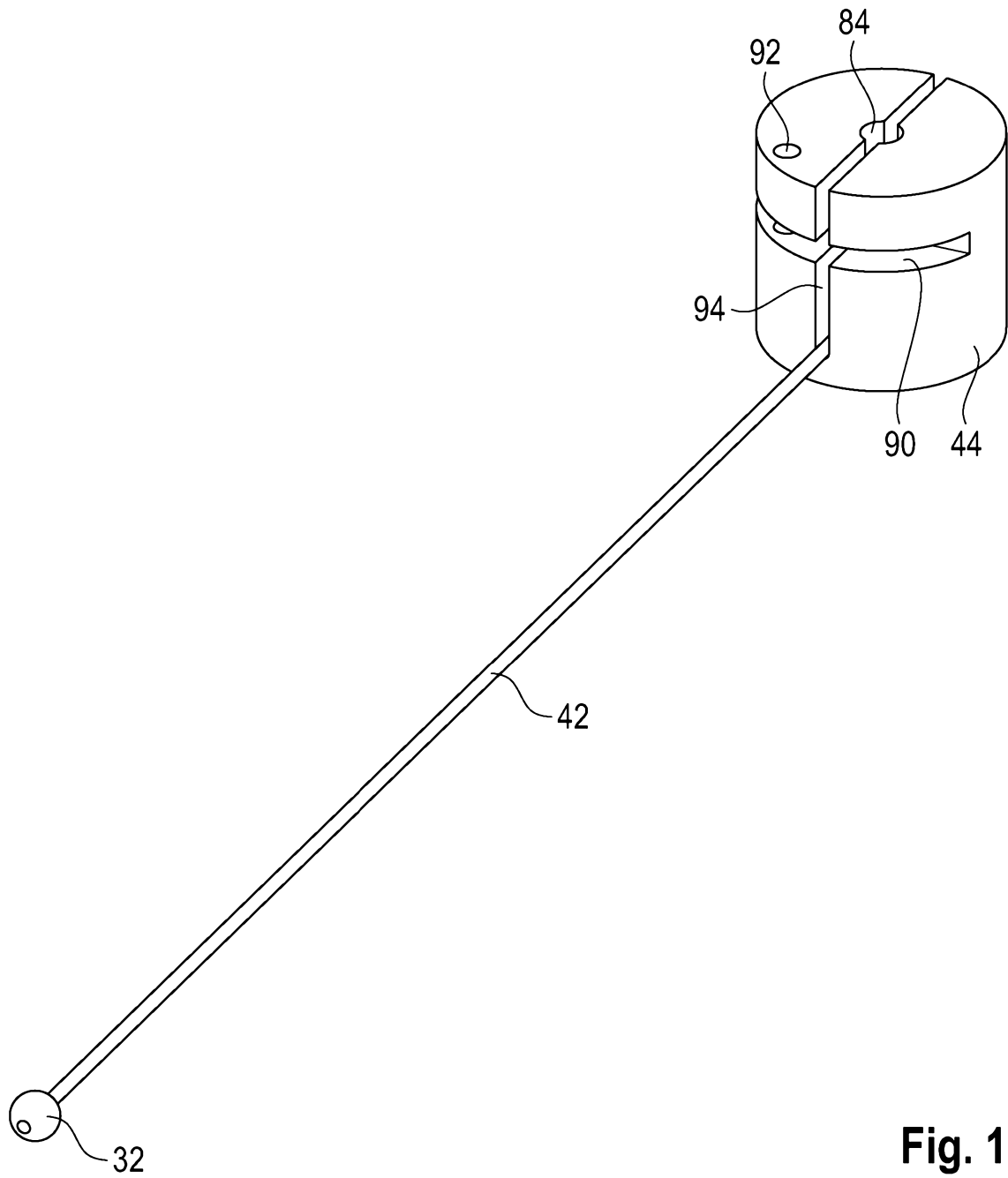
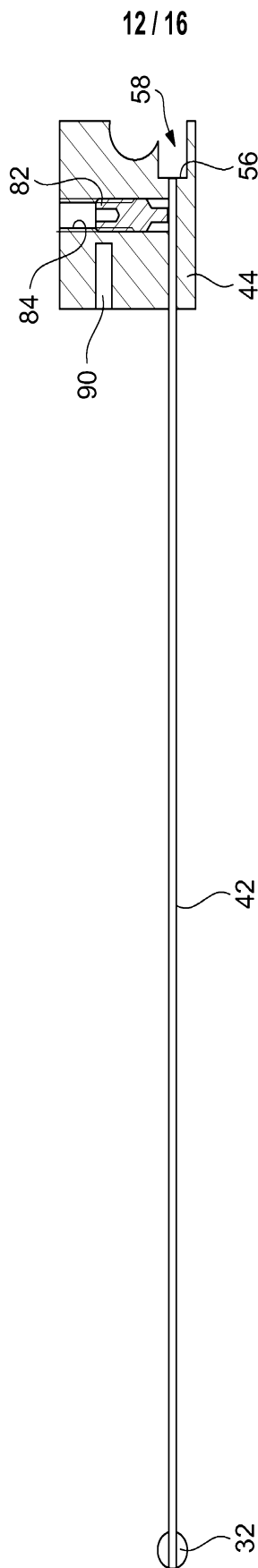


Fig. 16



13 / 16

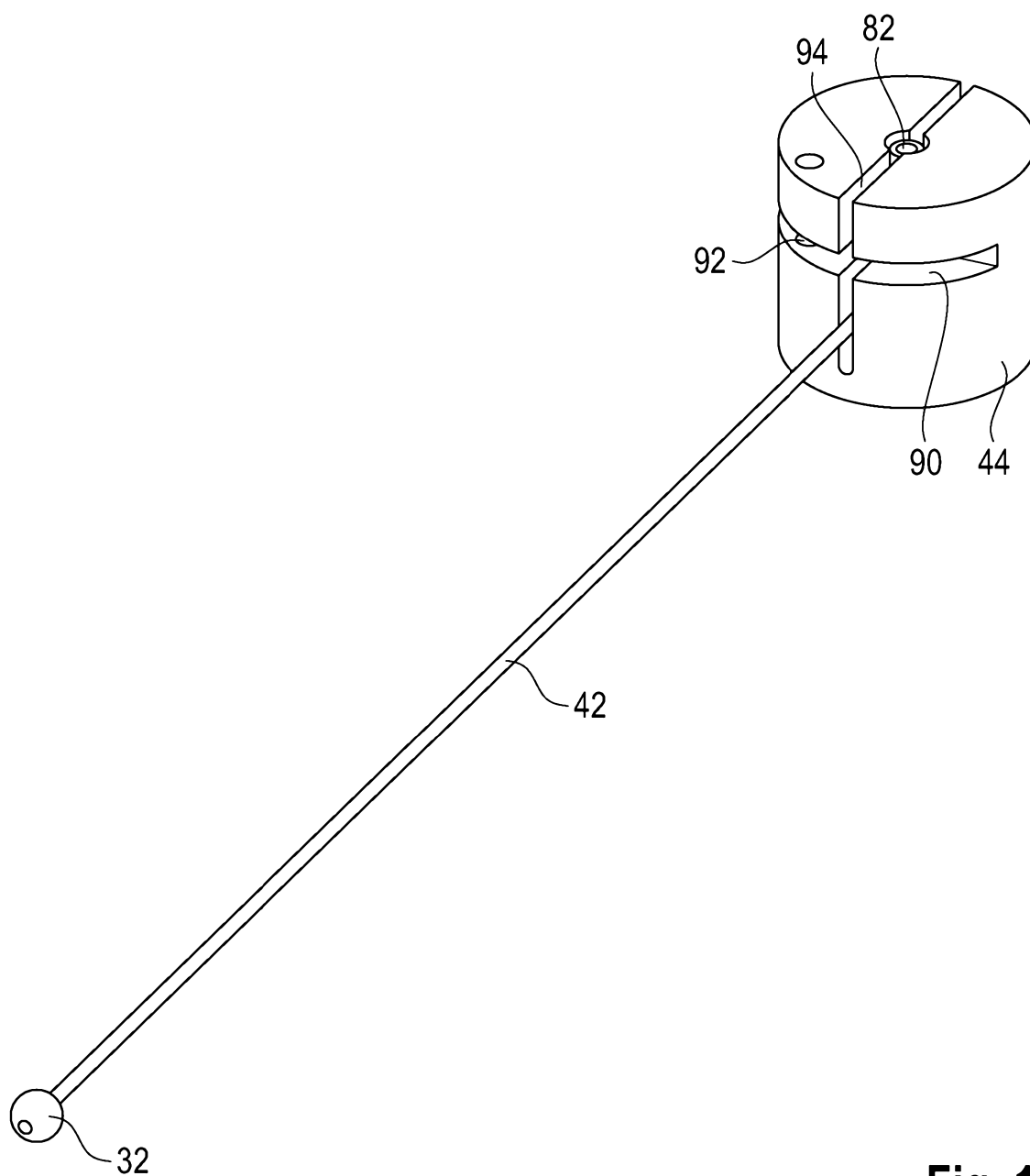


Fig. 18

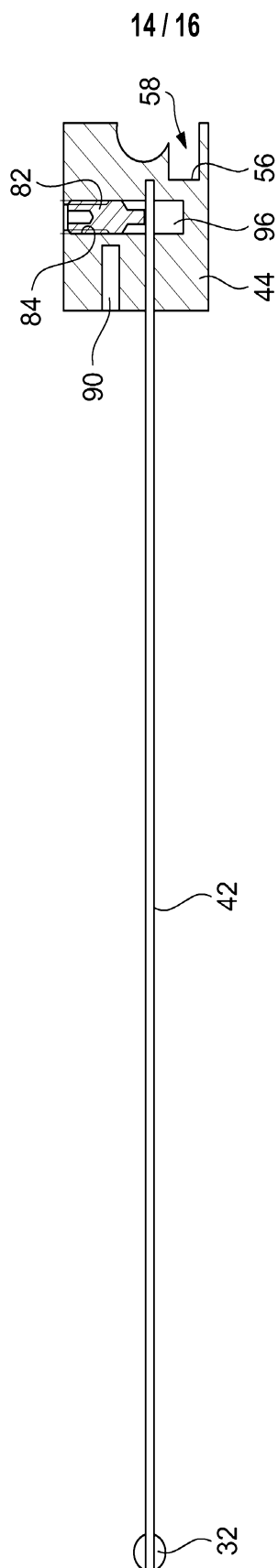


Fig. 19

15 / 16

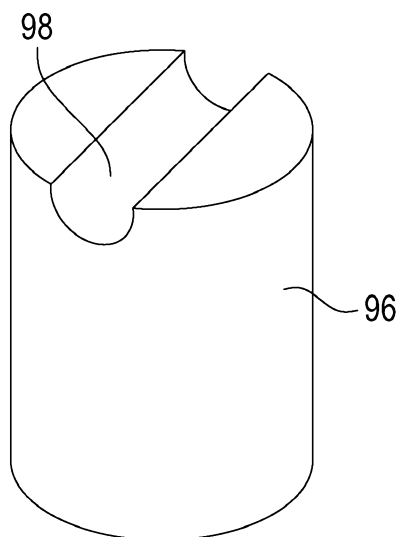


Fig. 20

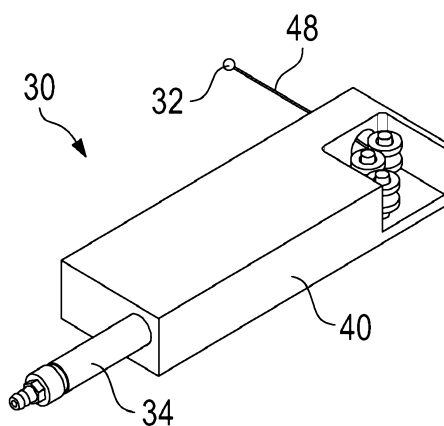


Fig. 21

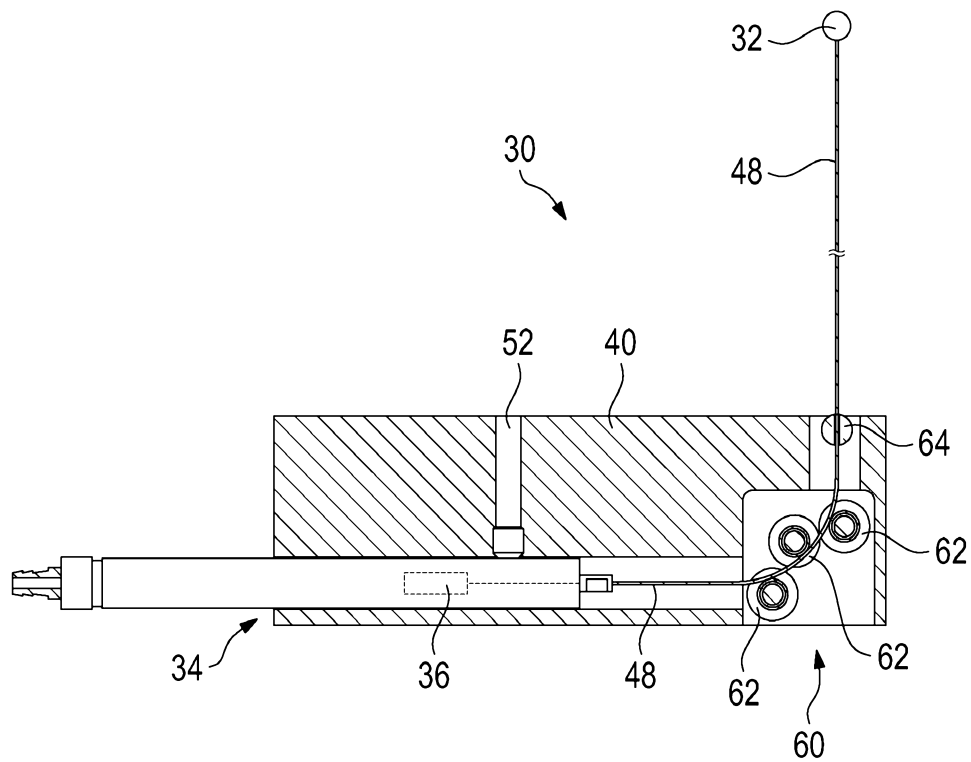


Fig. 22

16 / 16

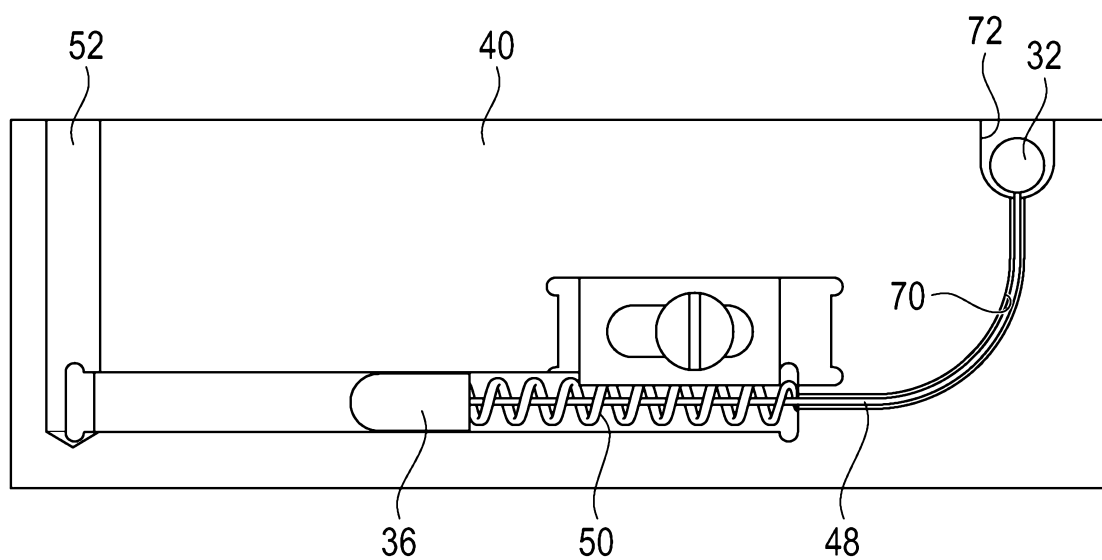


Fig. 23