



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **231 149 A1**

4(51) G 03 F 9/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 03 F / 268 047 3

(22) 05.10.84

(44) 18.12.85

(71) VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD

(72) Gärtner, Walter; Hübner, Gerd, Dipl.-Ing.; Retschke, Wolfgang, Dipl.-Phys., DD

(54) **Einrichtung zur Positionierung der Oberfläche eines Werkstückes**

(57) Einrichtung zur Positionierung der Oberfläche eines Werkstückes, insbesondere zur Positionierung von Wafern in lithografischen Projektionssystemen, welche die Gutaussbeute bei der Bearbeitung oder Inspektion eines Werkstückes steigern soll, wobei die Positionierung mit geringem Aufwand schnell und hochgenau erfolgen soll. Die Positionierung soll dabei mit gleichen funktionellen Mitteln erfolgen, ohne dabei die zu bearbeitende Oberfläche des Werkstückes zu berühren. Die Lösung besteht in der Anordnung von Meßsystemen mit pneumatischen Längenaufnehmern, die zur Vor- und zur Feinpositionierung paarweise umschaltbar sind und mit der selben Vergleichseinrichtung in einem Positionierregelkreis die Oberfläche des Werkstückes geregelt bezüglich einer Referenzebene einstellen. Fig. 1

Titel der Erfindung

Einrichtung zur Positionierung der Oberfläche
eines Werkstückes

Anwendungsgebiet der Erfindung

- 5 Einrichtung zur Positionierung der Oberfläche eines
Werkstückes, insbesondere zur Positionierung von
Wafern in lithografischen Projektionssystemen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

- 10 Bei der optischen Bildübertragung auf nominell ebene
Werkstücke, die im Herstellungsprozeß von Halbleiter-
bauelementen angewendet wird, um auf Substraten auf-
gebrachte lichtempfindliche Schichten zu strukturieren,
erfolgt die Bildübertragung entweder simultan, wobei
das gesamte zu strukturierende Substrat gleichzeitig
15 oder in einem kontinuierlichen Prozeß (Scanning-Ver-
fahren) strukturiert wird oder sie erfolgt schrittwei-
se, wobei das Substrat in zeitlich aufeinander folgen-
den Teilschritten strukturiert wird. Bei der simulta-
nen Bildübertragung erfolgt die Strukturierung des
20 Substrates durch Schattenprojektion oder optische Ab-
bildung des Bildmusters einer Vorlage (Schablone) im
Maßstab 1 : 1. Bei der schrittweisen Bildübertragung

- (step and repeat) erfolgt die Strukturierung des Substrates durch optische Abbildung des Bildmusters einer Vorlage (Zwischenschablone) im Maßstab 1 : x, wobei x vorzugsweise 10 oder 5 ist. Sowohl für die
- 5 simultane als auch für die schrittweise Bildübertragung ist es erforderlich, die zu bearbeitende nominell ebene Oberfläche des Substrates parallel und in einem bestimmten Abstand zu einer Bezugsebene, die bei der Schattenprojektion der strukturierten Seite
- 10 der Vorlage und bei optischer Abbildung der Fokusebene des Projektionsobjektivs entspricht, vor- und/oder feinzupositionieren. Diese Vor- und Feinpositionierung erfolgt bei simultaner Bildübertragung vorzugsweise berührend mit mechanischen Mitteln, wie
- 15 z. B. Anschlägen (Justier- und Belichtungseinrichtung Projektion Mikrostrukturen JuBPM 50 und JuBPM 80 (KCZ), Druckschriften Nr. 23-004-1 bzw. 23-008-1) oder berührungslos mit optisch-elektronischen Mitteln (wie in US 4.326.805).
- 20 Hierbei wird die zu strukturierende Oberfläche des Substrates an drei Punkten, die im Peripheriebereich des Substrates liegen, so zu einer Bezugsebene positioniert, daß die Abstände dieser drei Punkte zur Bezugsebene gleich sind. Bei der schrittweisen Bild-
- 25 Übertragung im step-and-repeat-Verfahren erfolgt die Vorpositionierung des Substrates ebenfalls berührend mit mechanischen Mitteln ("Die hochproduktive schrittweise Projektionslithografie - Automatischer Projektions-Überdeckungsrepeater AÜR", R. Dastis,
- 30 R. Hesse, Jenaer Rundschau, Heft 2/1982, S. 68) in analoger Weise wie bei der simultanen Bildübertragung. Die Feinpositionierung erfolgt nach berührungslos gemessenen Signalen, wobei jeweils der zu bearbeitende

Teil der Substratoberfläche durch reglungstechnische Mittel innerhalb des Schärfentiefenbereiches des verwendeten Projektionsobjektivs gehalten wird.

- Die Abstandsmessung kann dabei direkt, durch das Projektionsobjektiv hindurch (TTL = through the lens) z. B. nach auf dem Substrat aufgebrachten speziellen Marken (Series 6000 DSW Waferstepper, GCA Corporation, Burlington Division, USA; "Characterization data and cross matching of a high performance step-and-repeat aligner", H.E. Meyer und E.W. Loebach, Censor, Liechtenstein, SPIE Proceedings Vol. 334 (1982), S. 90) erfolgen, oder sie wird indirekt mit optisch-elektronischen Mitteln ("Die hochproduktive schrittweise Projektionslithografie - Automatischer Projektions-Überdeckungsrepeater AÜR", R. Dastis und R. Hesse, Jenaer Rundschau, Heft 2/1982, S. 68) oder pneumatisch-elektronischen Mitteln ("Der automatische Einfachrepeater AER - ein neues Präzisionsgerät aus Jena für die Maskenproduktion in der LSI-Fertigung", W. Gärtner, K.-W. Gommel und K.-H. Kliem, Jenaer Rundschau, Heft 5/1981, S. 180) durchgeführt.

- Neben Systemen zur Positionierung des Substrates, die nach der Vorpositionierung nur eine einfache Feinpositionierung der gesamten Substratoberfläche in Richtung der optischen Achse gestatten ("Der automatische Einfachrepeater AER - ein neues Präzisionsgerät aus Jena für die Maskenproduktion in der LSI-Fertigung", W. Gärtner, K.-W. Gommel und K.-H. Kliem, Jenaer Rundschau, Heft 5/1981, S. 180; "Die hochproduktive schrittweise Projektionslithografie - Automatischer Projektions-Überdeckungsrepeater AÜR", R. Dastis und R. Hesse, Jenaer Rundschau, Heft 2/1982, S. 68) sind Systeme bekannt, die nach erfolgter mechanischer Vorpositionierung für jeden Belichtungsschritt eine Nivellierung desjenigen Teilgebietes der Substrat-

oberfläche, das gerade belichtet wird, vornehmen, um partielle Unebenheiten des Substrates auszugleichen (EUROSTEP 2000: "new steps in wafersteppers", P. Tigrèat, Euromask, France, SPIE Proceedings Vol. 334 (1982) S. 90).

- 5 Systeme, die zur Vor- und/oder Feinpositionierung der Substratoberfläche mechanische Mittel (Anschläge oder dergl.) verwenden, haben den prinzipiellen Nachteil, daß durch den mechanischen Kontakt der Oberfläche des
- 10 Substrates mit den Anschlägen Partikel unterschiedlicher Größe aus der auf dem Substrat aufgetragenen lichtempfindlichen Schicht z. B. dem Fotoresist herausgerissen werden, die entweder auf den Anschlägen sedimentieren und damit deren Justierzustand regellos
- 15 verändern oder die als unkontrollierbarer Staub in unmittelbarer Nähe des zu strukturierenden Substrates wirken, bei der Bildübertragung zu Abschattungen oder Aufhellungen führen und damit die Gutaschneide verringern. Ein weiterer Nachteil dieser Systeme besteht
- 20 darin, daß partielle Unebenheiten der Substratoberfläche und Kippungen des Arbeitstisches, die beim step-and-repeat-Verfahren auftreten können, nicht erfaßt und daher auch nicht kompensiert werden können, da die Berührung nur innerhalb der Randzone der Sub-
- 25 stratfläche erfolgen darf, um Beschädigungen der zu strukturierenden Oberfläche des Substrates zu vermeiden. Dieser Nachteil besteht auch bei berührungslos arbeitenden Feinpositioniersystemen für die schrittweise Bildübertragung, wenn nur eine einfache
- 30 Feinpositionierung in Richtung der optischen Achse ohne Nivellierung des jeweils zu bearbeitenden Teilgebietes der Substratoberfläche erfolgt.
- 35 Systemen mit berührungsloser optisch-elektronischer Abstandsmessungen haften die weiteren folgenden Nachteile ganz oder teilweise an:

Die Notwendigkeit der Verwendung von Licht einer Wellenlänge, für die die strahlungsempfindliche Schicht auf dem Substrat unempfindlich ist,
die Beeinträchtigung der Empfindlichkeit des Meßsystems
5 durch die technologisch bedingten starken Unterschiede des Reflexionsgrades der Substratoberfläche,
die Beeinträchtigung der Empfindlichkeit des Meßsystems durch diffuse Reflexion und Beugung am Oberflächenrelief bei Substraten mit bereits strukturierten Oberflächen (60 % bis 90 % aller Anwendungsfälle) und die
10 Beeinträchtigung der Funktion bei beschädigten Marken.
Es ist ein Nachteil aller angeführten Verfahren, daß die Vor- und die Feinpositionierung mit getrennten Mitteln, z. B. mechanische Vorpositionierung und optisch-electronische Feinpositionierung, erfolgen.
15

Ziel der Erfindung

Die Erfindung bezweckt die Steigerung der Gutausbeute bei der Bearbeitung oder Inspektion der Oberfläche eines Werkstückes, wobei die Positionierung der Oberfläche des
20 Werkstückes mit geringem Aufwand schnell und hochgenau erfolgen soll.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zur Positionierung der Oberfläche eines Werkstückes zu schaffen,
25 die mit gleichen funktionellen Mitteln eine nominell ebene Oberfläche eines Werkstückes in ihrer Gesamtheit in eine Ebene vorpositioniert und partiell in die gleiche Ebene oder in eine dazu parallele Ebene, die der Arbeitsebene entspricht, feinpositioniert, ohne dabei die zu bearbeitende Oberfläche des Werkstückes zu berühren.
30

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Einrichtung zur Positionierung der Oberfläche eines Werkstückes, insbesondere zur Positionierung von Wafern in lithografischen

Projektionssystemen, mit gleichartigen geschlossenen Meßsystemen zur berührungslosen Vorpositionierung bezüglich mindestens einer Referenzebene und zur berührungslosen Feinpositionierung von Teilgebieten der Werkstückoberfläche bezüglich einer weiteren Referenzebene, die parallel zu den Referenzebenen zur Vorpositionierung liegt, desweiteren mit Stellsystemen zur Bewegung des Werkstückes relativ zu den Referenzebenen, wobei die Stellsysteme kardanisch an einem Werkstückträger angekoppelt sind und diese selbst mittels eines Kreuztisches translatorisch in einer Ebene senkrecht zur Achse des Projektionssystems bewegbar sind, weiterhin mit einem Positionsregler je Stellsystem, welcher die Positionsmeßwerte der Meßsysteme verarbeitet und über Signalwandler mittels Korrektursignalen die Stellsysteme ansteuert, dadurch gelöst, daß die Meßsysteme pneumatische Längenaufnehmer mit Meßdüsen und Vordüsen enthalten, mit mindestens drei Meßdüsen je Referenzebene, die zur Vorpositionierung an der Peripherie der Werkstückoberfläche angeordnet sind und die zur Feinpositionierung in der Umgebung der Teilgebiete der Werkstückoberfläche angeordnet sind und deren Meßdüsenachsen senkrecht zur Referenzebene liegen, daß die Meßdüsen zur Vorpositionierung und die Meßdüsen zur Feinpositionierung paarweise mit pneumatischen Umschaltern in Verbindung stehen, daß genau eine Referenzdüse zur Erzeugung eines Vergleichsdruckes vorgesehen ist, und daß ein Vergleicher vorgesehen ist, der die Druckdifferenz aus dem Meßdruck der eingeschalteten Meßdüsen und dem Vergleichsdruck in ein elektrisches Signal verwandelt und der mit dem Positionsregler verbunden ist.

Die Meßsysteme mit den pneumatischen Längenaufnehmern arbeiten nach dem Rückstauprinzip, wobei die min-

destens drei getrennten Meßzweige sowohl für die Vor- als auch für die Feinpositionierung der Werkstückoberfläche die erforderlichen Rückstaudrücke, die den Abständen der Werkstückoberfläche von der Referenzebene proportional sind, liefern. Diese Rückstaudrücke werden mit dem Vergleichsdruck in nur einem Referenz-
5 zweig verglichen.

Der Druckvergleich erfolgt in jedem Meßzweig zugeordneten Vergleichen, die die Abweichungen der Meßdrücke
10 vom Vergleichsdruck betrags- und richtungsmäßig in elektrische Signale umwandeln, die auf drei dem Positionsregler zugeordneten Stellsysteme einwirken und somit die Werkstückoberfläche gegenüber der Referenzebene so positionieren, daß Differenzen zwischen den
15 Meßdrücken und dem Vergleichsdruck elektrische Ausgangssignale in den als Druck/Spannungswandler arbeitenden Vergleichen liefern, die gleich Null sind. In diesem Fall ist gewährleistet, daß die Werkstückoberfläche oder deren jeweils zu bearbeitendes Teilge-
20 biet mit der Referenzebene übereinstimmt und parallel zu ihr liegt. Die Meßsysteme mit pneumatischen Meßwandlern einschließlich der Vergleiche sind wie die zugeordneten Stellsysteme Teile von Positionierregelkreisen.

25 Die Bestandteile der Meßzweige und des Vergleichszweiges sind mittels Rohrleitungen miteinander verbunden, die die Zweige gegeneinander und gegen die Außenatmosphäre dicht abschließen.

Es ist ausreichend, wenn nur die Düsen für die Vor- und Feinpositionierung in geeigneter Weise fest mit-
30 einander und dem Projektionssystem verbunden und so angeordnet sind, daß der Luftaustritt nominell parallel zur Achse des Projektionssystems und in Richtung des Lichtaustrittes aus dem Projektionssystem, d. h. in

Richtung auf die zu positionierende Werkstückoberfläche erfolgt.

- Es ist weiterhin ausreichend, daß die Meßdüsen der Vor- und der Feinpositionierung so angeordnet werden,
- 5 daß der zwischen jeder der Düsen und der Werkstückoberfläche entstehende Luftspalt über die Durchflußmenge einen solchen Rückstaudruck in den Meßzweigen erzeugt, daß im Arbeitsbereich für den gewünschten
- 10 Arbeitspunkt die Ausgangsspannungen der als Druck/Spannungswandler arbeitenden Vergleicher gleich Null sind, d. h. die gesamte Werkstückoberfläche bei der Vorpositionierung oder ein Teil der Werkstückoberfläche bei der Feinpositionierung in der Referenzebene oder in einer zu ihr parallelen Ebene liegen.
- 15 Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß durch eine Kalibrierung der Ausströmdüsen und der Vordüsen die Durchflußcharakteristiken für den Arbeitsbereich gleich gemacht werden und daß die durch die Stirnflächen der Meßdüsen für die Vorpositionierung aufgespannte
- 20 Ebenen sowie die durch die Stirnflächen der Meßdüsen für die Feinpositionierung aufgespannte Ebene zueinander und zur Referenzebene parallel ausgerichtet werden.
- Für den Arbeitspunkt, d. h. den Punkt der optimalen
- 25 Position, kann auf eine individuelle Kalibrierung der Düsen verzichtet werden, wenn die Meßdüsen mit Korrekturdrosseln versehen werden oder wenn sie in Richtung ihrer Längsachsen verstellbar angeordnet werden.
- Eine Beschädigung der Düsen durch Kontakt mit der Werkstückoberfläche in Havariefällen wird dadurch verhin-
- 30 dert, daß sie durch Formschluß in ihrer Arbeitsstellung gehalten werden und entgegen der Ausströmrichtung einen Freihub besitzen, der es gestattet, daß sie in Schutzvorrichtungen eintauchen können. Eine andere Möglichkeit ist die Anbringung mechanischer Schutzmittel,
- 35 hinter denen die fest angeordneten Düsen um einen ge-

ringen Betrag zurückstehen, so daß in Havariefällen der Kontakt der Werkstückoberfläche mit den Schutzmitteln erfolgt und die Düsen unversehrt bleiben. Das Umrüsten von Funktionsgruppen, das Auswechseln
5 von Bauteilen oder Justieraufwendungen beim Wechseln der Werkstückformate werden erfindungsgemäß dadurch vermieden, daß formatbezogen mindestens drei Meßdüsen je Werkstückformat für die Vorpositionierung angeordnet werden, die wahlweise formatbezogen an die Meß-
10 zweige angeschaltet werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand der schematischen Zeichnungen nachstehend näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Die Anwendung der Erfindung auf ein fotolitho-
15 grafisches Gerät zur schrittweisen Bildübertragung, wobei zur Vereinfachung der Darstellung nur zwei Positionierkreise eingezeichnet sind.

Fig. 2: Das Blockschaltbild der Anordnung für die Fein-
20 positionierung und die Vorpositionierung für zwei verschiedene Substratformate und mit in Richtung ihrer Längsachse verstellbaren Meßdüsen.

Fig. 3: Ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel für
25 einen Meßkopf zur Vor- und Feinpositionierung bei schrittweiser Bildübertragung mit einzelnen einstellbaren und versenkbaren Ausströmdüsen.

In Fig. 1 ist auf einer Basis 1 ein Kreuzschlittensystem 2 rechtwinklig und parallel zur Zeichenebene bewegbar, mit dem ein kardanisch gelagerter Substratträger
30 3, der mit drei unabhängig voneinander arbeitenden Stellsystemen 4 in Richtung der optischen Achse 5 des Projektionsobjektivs 6 bewegt werden kann, über die drei Stellsysteme 4 mit dem Kreuzschlittensystem 2 verbunden ist.
35

- Auf dem Substratträger 3 ist ein Substrat 7 befestigt, dessen zu bearbeitende, mit einer lichtempfindlichen Schicht versehene Oberfläche 8 dem Projektionsobjektiv 6 zugewendet ist. Das Projektionsobjektiv 6 ist in
- 5 einem starren Tubus 9 gehalten, der eine Vorlage 10 trägt, deren auf ihrer Unterseite befindliches Bildmuster durch optische Abbildung mit dem Projektionsobjektiv 6 auf die lichtempfindliche Schicht der Oberfläche 8 des Substrates 7 übertragen werden soll.
- 10 Um die Oberfläche 8 des Substrates 7 in die Fokusebene 11 des Projektionsobjektives 6 berührungslos vorzupositionieren, sind in einem Grundkörper 12 drei Meßdüsen 13 angeordnet, deren Austrittsöffnungen der Oberfläche 8 des Substrates 7 zugewendet sind. Der
- 15 Grundkörper 12 trägt drei weitere Meßdüsen 14 für die Feinpositionierung jeweils desjenigen Teilgebietes der Oberfläche 8, das gerade belichtet wird. Der Grundkörper 12 ist über Distanzscheiben 15, die in ihrer Dicke so abgestimmt sind, daß die durch die drei
- 20 Meßdüsen 13 und die drei Meßdüsen 14 aufgespannten Ebenen parallel zur Fokusebene 11 des Projektionsobjektives 6 sind. Jeder der drei Meßdüsen 13 ist eine der drei Meßdüsen 14 zugeordnet und sie sind paarweise über Rohrleitungen 16 an Umschaltern 17 angeschlossen,
- 25 die das wahlweise Einschalten der Meßdüsen 13 oder der Meßdüsen 14 gestatten.
- Parallel zu jeder der Meßdüsen 13 und 14 ist jeweils eine einstellbare Korrekturdrossel 18 geschaltet, die es gestattet, die Ausströmcharakteristiken der Meß-
- 30 düsen 13 und 14 einander anzugleichen. Die Umschalter 16 sind über Rohrleitungen 19 mit je einer Vordüse 20 sowie dem Meßdruckeingang je eines Druck/Spannungswandlers 21 verbunden. Durch diese Anordnung werden drei Meßzweige gebildet. Eine Referenzdüse 22, deren
- 35 Ausströmquerschnitt durch eine in Richtung der Düsenlängsachse feinfühlig verstellbare Platte 23 verän-

5 dert werden kann, wird über eine Rohrleitung 24 von der Vordüse 25 gespeist und ist mit den Referenzeingängen aller drei Druck/Spannungswandler 21 verbunden. Die drei Vordüsen 20 der Meßzweige und die Vordüse 25 des Referenzzweiges werden über einen gemeinsamen Druckregler 26 und einen Einschalter 27 mit Druckgas (z. B. Stickstoff, Luft) aus einer Gaszentrale 28 versorgt. Die Signalausgänge der Druck/Spannungswandler 21 sind unter Zwischenschaltung von Mitteln 50 zur Signalverarbeitung und -verstärkung über die Leitungen 29 mit 10 den Stellsystemen 4 verbunden. Die gesamte Anordnung bildet somit drei Regelkreise. Zu Beginn eines Bearbeitungszyklus befindet sich das Substrat 7 auf dem Substrathalter 3, der sich in seiner unteren Endlage befindet. Durch einen Steuerbefehl wird der Einschalter 15 27 in die dargestellte Position geschaltet, wodurch das Druckgas aus der Gaszentrale 28 über den Druckregler 26 sowie über die Vordüsen 20 und die Vordüse 25 in die Meßzweige und in den Referenzzweig gelangt. 20 Gleichzeitig werden die Umschalter 17 entgegengesetzt zur dargestellten Position geschaltet. Zwischen Vordüse 25 und Meßdüse 22 baut sich ein Rückstaudruck auf, der dem Abstand zwischen Meßdüse 22 und Platte 23 entspricht und der gleichzeitig in gleicher Weise auf die Referenzeingänge der drei Druck/Spannungswandler 21 wirkt. 25 Der für eine optimale Fokusslage der Substratoberfläche 8 erforderliche Abstand zwischen Meßdüse 22 und Platte 23 wird in einem einmaligen, vorhergegangenen Justierprozeß bestimmt. In den drei Meßzweigen bauen sich zwischen 30 den Vordüsen 20 und den Meßdüsen 13 ebenfalls gleichzeitig Rückstaudrücke auf, die niedriger sind als der Referenzdruck, da der Substrathalter 3 sich in seiner unteren Endlage befindet. Diese Rückstaudrücke werden den Meßeingängen der Druck/Spannungswandler 21 zugeführt, in 35 denen die Differenzen zwischen dem Referenzdruck und den Meßdrücken nach Betrag und Richtung in elektrische Signale umgewandelt werden, die nach entsprechender

Verarbeitung zugeordnet auf die Stellsysteme 4 wirken, wodurch der Substrathalter 3 solange nach oben bewegt wird, bis die Abstände 41 zwischen Meßdüsen 13 und Substratoberfläche 8 solche Größen erreicht haben, daß die Druckdifferenzen und damit die elektrischen Ausgangssignale der Druck/Spannungswandler den Wert Null erreicht haben, bei dem keine Bewegung des Substrathalters 3 mehr erfolgt. In dieser Lage wird die Substratoberfläche geregelt gehalten. Anschließend werden die Umschalter 17 in die dargestellte Position geschaltet, so daß die Meßdüsen 14 für die Feinpositionierung in Funktion treten. Entsprechend den partiellen Bedingungen der Substratoberfläche 8 wird nun ihr Abstand gegenüber den Meßdüsen 14 feinpositioniert und geregelt aufrechterhalten.

Die schrittweise Bildübertragung erfolgt nun in der bekannten Weise programmgesteuert, wobei das Kreuzschlittensystem 2 das Substrat 7 nacheinander in die programmierten Sollpositionen parallel und senkrecht zur Zeichenebene relativ zur optischen Achse 5 bewegt, bei Erreichen der Sollposition geregelt stehen bleibt, während die Belichtung des Substrates 7 erfolgt. So wird ein Teilstück nach dem anderen belichtet. Während des gesamten Belichtungsprozesses wird das jeweils zu belichtende Teilstück der Substratoberfläche 8 geregelt in die Fokusebene 11 positioniert und parallel zu ihr ausgerichtet. Nach Beendigung des Belichtungsprozesses werden das Substrat 7 programmgesteuert in die untere Endlage abgesenkt und der Einschalter 27 sowie die Umschalter 17 in die Ausgangsstellung zurückgeschaltet.

Fig. 2 stellt das Blockschaltbild der Anordnung in Anwendung für zwei Substratformate und mit in Richtung ihrer Längsachsen einstellbaren Meßdüsen 13 und 14 dar.

Die drei Meßzweige 30, 31 und 32 und der Referenzzweig 33 werden über den Druckregler 26 gemeinsam aus einer Gaszentrale mit Druckgas versorgt. Jeder der Meßzweige 30, 31 und 32 wird aus einer Vordüse 20, einer Meßdüse 14 für die Feinpositionierung einer Meßdüse 13 für die Vorpositionierung des Substratformaten B, einer Meßdüse 34 für die Vorpositionierung des Substratformaten A, einem Umschalter 17, einem Formatumschalter 35 und einem Druck/Spannungswandler 21 gebildet. Der Umschalter 17 und die Formatumschalter 35 sind jeweils gemeinsam durch Steuereinheiten 36 programmgesteuert schaltbar. Der Referenzzweig 33 enthält eine Vordüse 25, eine Ausströmdüse 22 und eine in Richtung der Längsachse der Ausströmdüse 22 verstellbare Platte 23. Der Referenzzweig 33 ist an die Referenzeingänge der Druck/Spannungswandler 21 in den Meßzweigen 30, 31 und 32 angeschlossen. An den Ausgängen der Druck/Spannungswandler 21 werden die elektrischen Signale für die Ansteuerung von drei den Meßkreisen 30, 31 und 32 zugeordneten Stellsystemen 37, 38 und 39, die eine Verschiebung des Substrates 7 in Richtung der Längsachsen der Meßdüsen 13, 14 und 34 gestatten, entnommen.

In den Druck/Spannungswandlern 21 werden die Differenzen zwischen den Rückstaudrücken in den Meßzweigen 30, 31 und 32 und dem Rückstaudruck im Referenzzweig 33 nach Betrag und Richtung in elektrische Steuersignale zur Signalverarbeitung in dem Positionsregler 50 für die Ansteuerung der Stellsysteme 37, 38 und 39 umgewandelt. Eine Verstellung des Substrates 7 erfolgt dabei solange, bis die Steuersignale Null werden. Durch Veränderung des Spaltes 40 zwischen Ausströmdüse 22 und Platte 23 kann der Referenzdruck geändert und damit der Arbeitspunkt, der der optimalen Fokusslage entspricht, eingestellt werden.

Durch Verschieben der Meßdüsen 13, 14 und 34 mit Hilfe der Stelleinrichtungen 42 in Richtung der Düsenlängs-

achse können in einem einmaligen Justierprozeß die Rückstaudrücke in den Meßzweigen 30, 31 und 32 so eingestellt werden, daß im gewählten Arbeitspunkt die Rückstaudrücke für die Meßdüsen 13, 14 und 34 dem Referenzdruck gleich sind und somit das Substrat 7 sich in der Fokusebene und parallel zu ihr befindet.

Fig. 3 zeigt in zwei Ansichten eine spezielle Ausführung des pneumatischen Meßkopfes.

Eine Grundplatte 12 ist über drei Distanzscheiben 15 fest mit dem Projektionsobjektiv 6 verbunden. Die Distanzscheiben 15 gestatten sowohl eine Justierung des Abstandes der Meßdüsen 13 und 14 zur Fokusebene 11, als auch eine Grobeinstellung der Parallelität zwischen der durch die Düsenstirnflächen aufgespannten Ebene 43 und der Fokusebene 11. Die Meßdüsen 13 für die Vorpositionierung sind so angeordnet, daß sie im Randgebiet des Substrates wirken, während die Meßdüsen 14 für die Feinpositionierung in unmittelbarer Nähe des Bildfeldes 44 des Projektionsobjektives 6 und damit des jeweils zu belichtenden Teils der Substratoberfläche liegen. Die Meßdüsen 13 und 14 sind dabei über Blattfederparallelogramme 45, die eine Bewegung in Richtung der optischen Achse 5 des Projektionsobjektives 6 gestatten, mit der Grundplatte 12 verbunden und werden über flexible Zuleitungen 46, die an die Anschlüsse 47 führen, gespeist. Die die Meßdüsen 13 und 14 tragende Seite der Blattfederparallelogramme 45 stützt sich durch die Kraft von Federn 48 oder durch Vorspannung der Blattfedern auf den einstellbaren Anschlägen 49 ab. Die Einstellung der Anschläge 49 erfolgt in einem einmaligen Justierprozeß so, daß die durch die Meßdüsen 13 und 14 erzeugten Rückstaudrücke für den Arbeitspunkt gleich dem Referenzdruck sind.

Die Luftspalte zwischen den einzelnen Meßdüsen 13 und 14 und der Substratfläche brauchen dabei nicht gleich zu sein, was dann der Fall ist, wenn die Ausströmcharakteristiken der Meßdüsen 13 und 14 unterschiedlich sind. Durch den Freihub der Meßdüsen 13 und 14 wird verhindert, daß sie im Havariefall durch Berührung mit dem Substrat beschädigt werden.

Patentanspruch

1. Einrichtung zur Positionierung der Oberfläche
eines Werkstückes, insbesondere zur Positionierung
von Wafern in lithografischen Projektionssystemen,
5 mit gleichartigen, geschlossenen Meßsystemen zur
berührungslosen Vorpositionierung bezüglich min-
destens einer Referenzebene und zur berührungslo-
sen Feinpositionierung von Teilgebieten der Werk-
stückoberfläche bezüglich einer weiteren Referenz-
10 ebene, die parallel zu den Referenzebenen zur Vor-
positionierung liegen, desweiteren mit Stellsys-
temen zur Bewegung des Werkstückes relativ zu den
Referenzebenen,
wobei die Stellssysteme kardanisch an einen Werkstück-
15 träger angekoppelt sind und diese selbst mittels
eines Kreuztisches translatorisch in einer Ebene
senkrecht zur Achse des Projektionssystems beweg-
bar sind,
weiterhin mit einem Positionsregler je Stellsystem,
20 welcher die Positionsmeßwerte der Meßsysteme verar-
beitet und über Signalwandler mittels Korrektur-
signalen die Stellssysteme ansteuert,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Meßsysteme pneumatische Längenaufnehmer mit
25 Meßdüsen (13, 14) und Vordüsen (20) enthalten,
mit mindestens drei Meßdüsen (13, 14) je Referenz-
ebene (11), die zur Vorpositionierung an der Peri-
pherie der Werkstückoberfläche (8) angeordnet sind,
und die zur Feinpositionierung in der Umgebung der
30 Teilgebiete der Werkstückoberfläche (8) angeord-
net sind und deren Meßdüsenachsen senkrecht zur
Referenzebene (11) liegen,

daß die Meßdüsen (13) zur Vorpositionierung und die Meßdüsen (14) zur Feinpositionierung jeweils paarweise mit pneumatischen Umschaltern (17) in Verbindung stehen,

- 5 daß genau eine Referenzdüse (22) zur Erzeugung eines Vergleichsdruckes vorgesehen ist,

und daß ein Vergleicher (21) vorgesehen ist, der die Druckdifferenz aus dem Meßdruck der eingeschalteten Meßdüsen (13; 14) und Vergleichsdruck in ein elek-

- 10 trisches Signal umwandelt und der mit dem Positionsregler (50) verbunden ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen jeder Meßdüse (13; 14) und dem Umschalter (17) einstellbare Korrekturdrosseln (18)
- 15 vorgesehen sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßdüsen (13; 14) in Achsrichtung verstellbar angeordnet sind.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßdüsen (13; 14) in Richtung ihrer Achse
- 20 mittels Federn (48) auf verstellbaren Anschlägen (49) aufliegen und entgegengesetzt zur Ausströmrichtung verschiebbar angeordnet sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen.

Pud/Ba 9/84

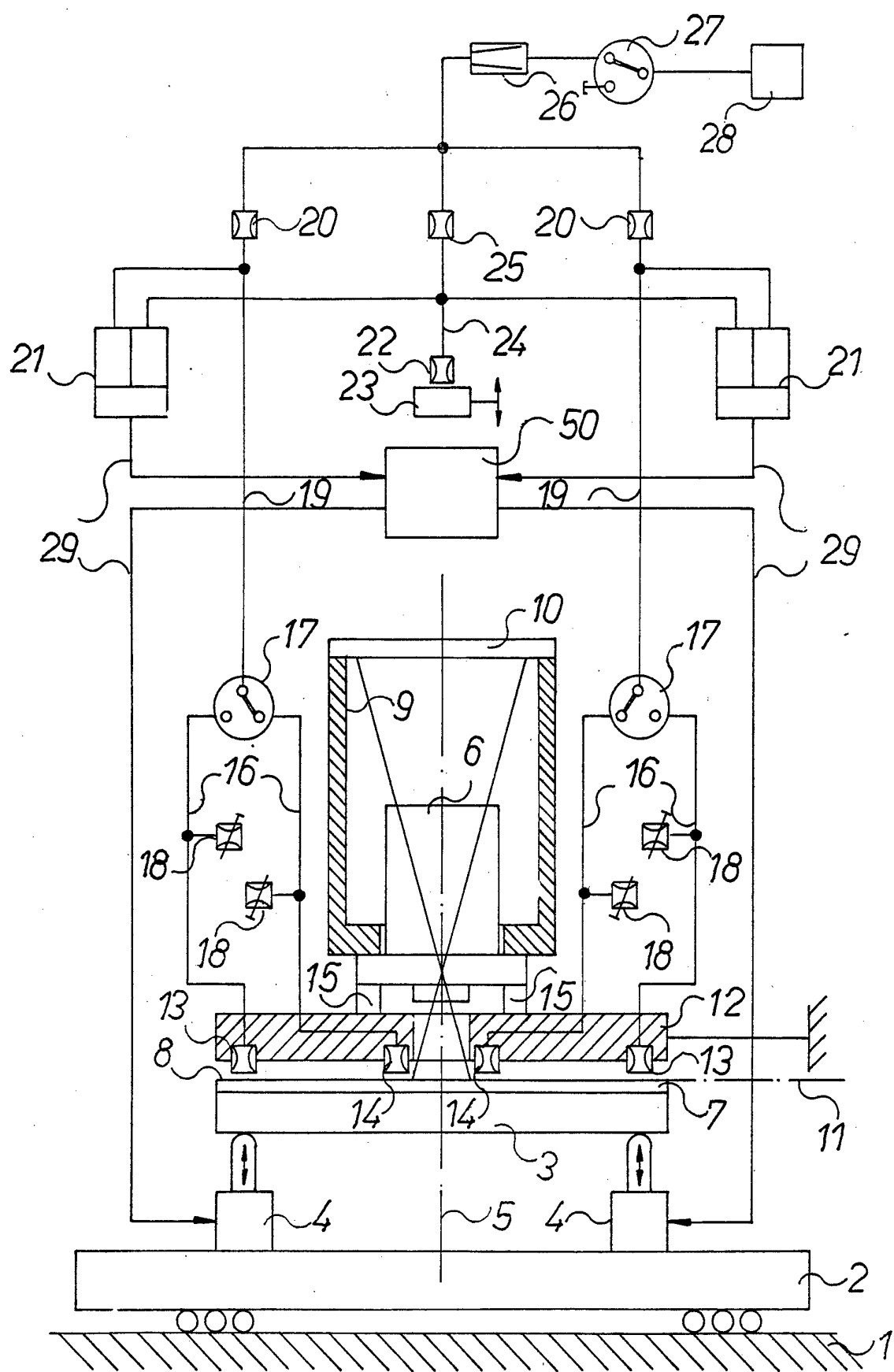


Fig. 1

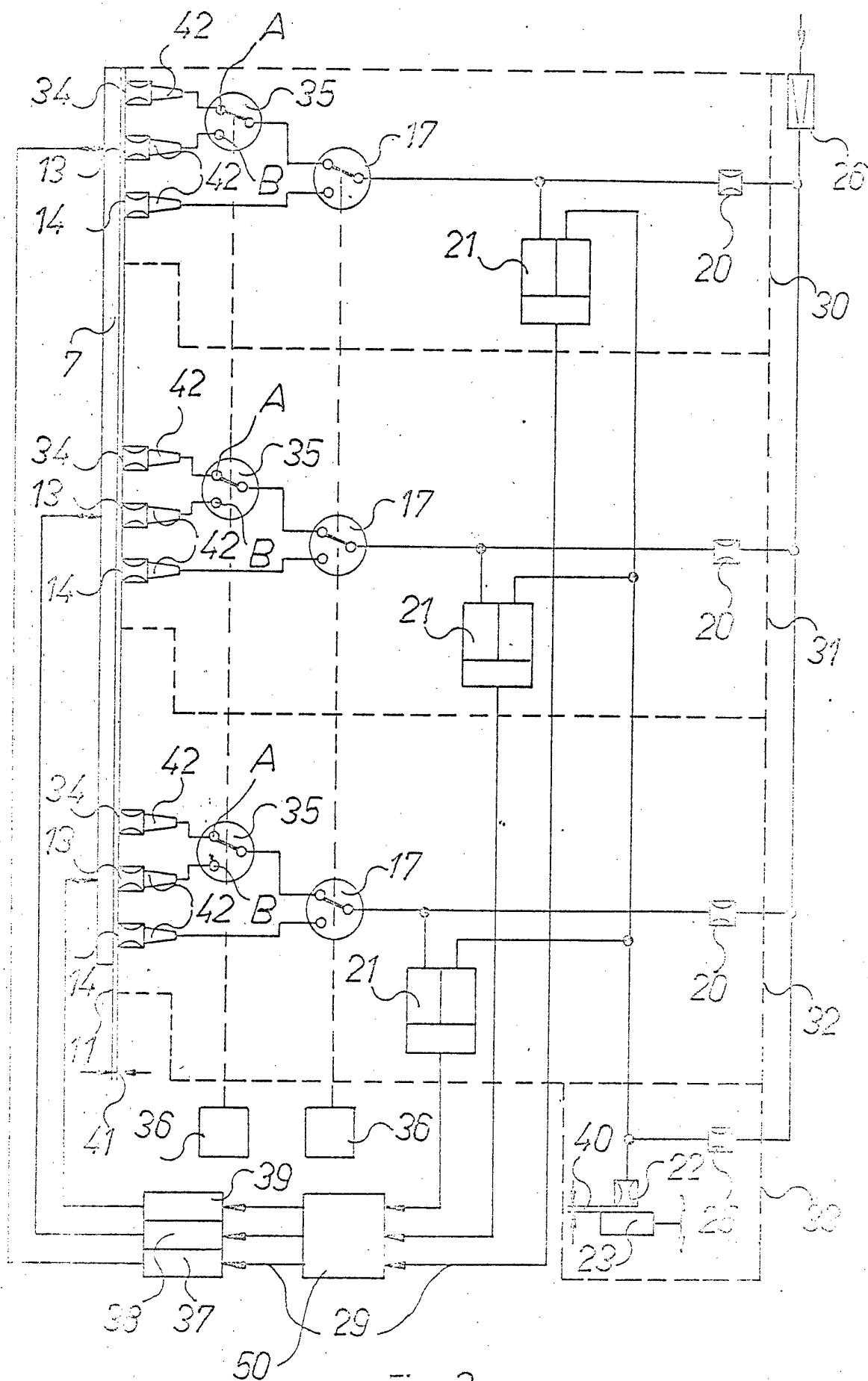


Fig. 2

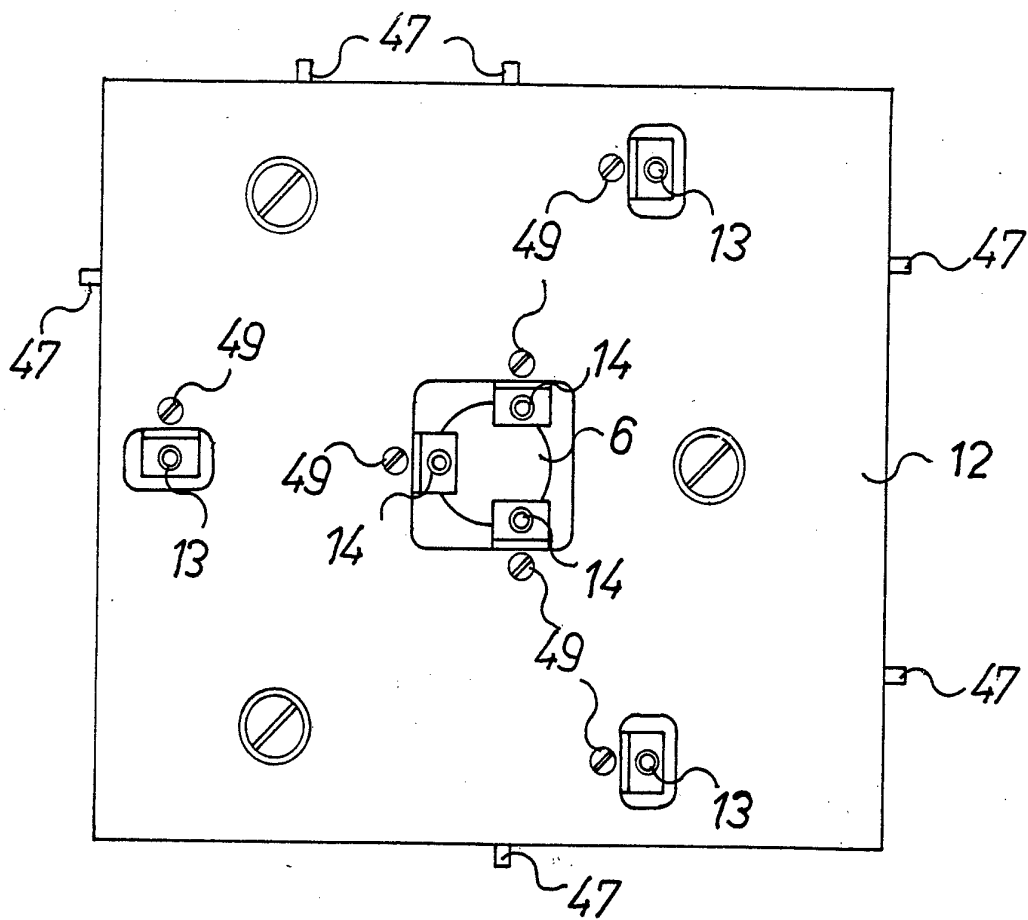


Fig. 2

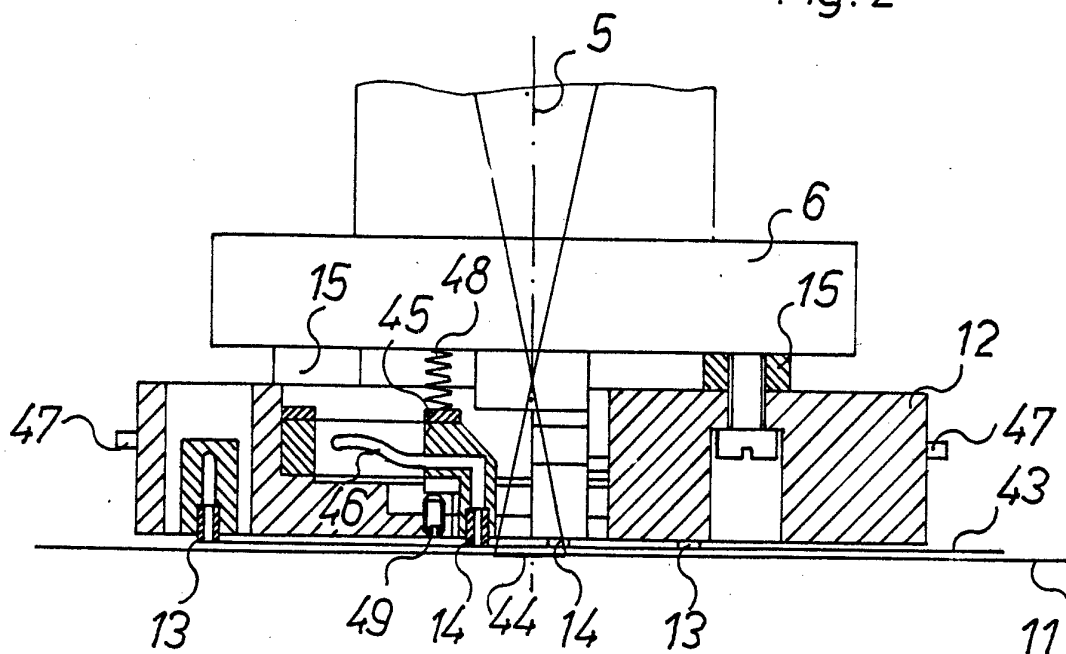


Fig. 3