



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 20 729 T2** 2008.02.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 549 961 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 1/073** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 20 729.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB02/04064**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 807 885.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/031782**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.10.2002**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **15.04.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.07.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.06.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.02.2008**

(73) Patentinhaber:

InTest Corp., Cherry Hill, N.J., US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR**

(74) Vertreter:

Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

(72) Erfinder:

MUELLER, Christian, 83026 Rosenheim, DE

(54) Bezeichnung: **TESTKOPFPOSITIONIERUNGSVORRICHTUNG**

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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Positionierungssysteme für Testköpfe zum Testen elektronischer Komponenten und genauer auf Positionierungssysteme, um eine vertikale konforme Bewegung der Testköpfe zum Testen elektronischer Komponenten zu schaffen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Beim automatischen Testen elektronischer Komponenten, wie z. B. integrierter Schaltungen (ICs), ist es üblich, ein System zu verwenden, das eine "Handhabungsvorrichtung" enthält, um das zu testende Element handzuhaben. Die Handhabungsvorrichtung kann eine Handhabungseinrichtung für paketierte Vorrichtungen, eine Wafer-Untersuchungseinrichtung oder eine andere Handhabungsausrüstung sein; der verwendete Typ der Handhabungsvorrichtung kann von der Stufe der Herstellung oder Entwicklung abhängig sein, in der das Testen auftritt. Die Handhabungsvorrichtung bringt jede getestete Vorrichtung (DUT) wiederum an eine enthaltene Teststelle, wo sie mit einem Testsockel, einer Sondenkarte oder dergleichen verbunden wird, wo sie elektronisch getestet werden kann.

[0003] Das elektronische Testen selbst wird durch ein großes und durchdachtes automatisches Testsystem bereitgestellt, das einen Testkopf enthält. Der Testkopf ist oft mittels eines Kabels, das elektrische Leistung, Signale und möglicherweise andere erwünschte Elemente, wie z. B. ein Kühlmittel für den Testkopf, überträgt, mit einem Großrechner verbunden. Der Testkopf stellt der DUT die elektrische Leistung und die Testsignale bereit. Der Testkopf ist oft dicht mit elektronischen Hochgeschwindigkeits-Präzisionsschaltungen gepackt, um das genaue Hochgeschwindigkeitstesten der hochentwickelten Vorrichtungen auszuführen. Folglich ist der Testkopf sehr schwer, in der Größenordnung von 40 bis 1000 Kilogramm oder mehr. In sehr hochentwickelten Testköpfen kann die Schaltungsanordnung erfordern, dass das Kühlmittel durch den Testkopf gepumpt wird, was sowohl zum Gewicht des Testkopfes als auch zum Gewicht und zur Steifigkeit des Kabels signifikant beiträgt.

[0004] Wenn getestet wird, muss sich der Testkopf so nah wie möglich an der Teststelle der Handhabungsvorrichtung befinden, um die Signalverschlechterung zu minimieren. Demzufolge kann es erforderlich sein, dass der Testkopf an die Handhabungsvorrichtung angekoppelt wird. Ein Testkopf-Positionierungssystem kann verwendet werden, um den Testkopf in Bezug auf die Handhabungsvorrichtung zu positionieren, wobei es konstruiert sein kann, um die

flexible Ankopplung und Abkopplung eines Testkopfes an verschiedene Handhabungsvorrichtungen zu unterstützen. Ein Testkopf-Positionierungssystem kann außerdem als eine Testkopf-Positioniereinrichtung oder ein Testkopf-Manipulator bezeichnet werden. Testkopf-Positionierungssysteme sind in zahlreichen Patenten beschrieben worden, wobei bestimmte Patente von Interesse später erwähnt werden.

[0005] Das Ankoppeln ist wohlbekannt und in der Patenliteratur dokumentiert. US-Patent 4.589.815 (an Smith) beschreibt z. B. ein frühes Ankopplungssystem, dessen Prinzipien sich immer noch in allgemeiner Verwendung befinden. Außerdem stellen die internationalen WIPO-Veröffentlichungen WO 02/25292 A2 (Ny u. a.) und WO 01/64389 A2 (Holt u. a.) allgemeinere Erörterungen des heutigen Ankoppeln bereit und enthalten mehrere weitere Literaturhinweise. Einige einschlägige Konzepte sind in den folgenden Erörterungen an geeigneter Stelle zusammengefasst.

[0006] Es ist oft erwünscht, von Zeit zu Zeit einen gegebenen Testkopf an verschiedene Handhabungsvorrichtungen anzukoppeln. Das Testen kann z. B. während einer Zeitdauer mit einer bestimmten Handhabungseinrichtung für paketierte Vorrichtungen ausgeführt werden, wobei es dann erwünscht sein kann, zu einer weiteren Handhabungseinrichtung für paketierte Vorrichtungen zu wechseln. In anderen Situationen kann es erwünscht sein, zwischen einer Wafer-Untersuchungseinrichtung und einer Handhabungseinrichtung für paketierte Vorrichtungen zu wechseln. In derartigen Fällen wird der Testkopf von der ursprünglichen Handhabungsvorrichtung abgekoppelt, die dann aus dem Weg bewegt wird. Die neue Handhabungsvorrichtung wird dann an den Platz bewegt, wobei der Testkopf an sie angekoppelt wird. Außerdem ist es oft erwünscht, den Testkopf weg von der Handhabungsvorrichtung zu bewegen, um die Wartung auszuführen. Folglich kann es erforderlich sein, den Testkopf an verschiedene unterschiedliche Handhabungsvorrichtungen leicht anzukoppeln und abzukoppeln. Der Ort und die Orientierung der Teststellen variieren von einer Handhabungsvorrichtung zur nächsten. Sie kann horizontal nach oben (DUT oben), horizontal nach unten (DUT unten), vertikal oder in einem beliebigen Winkel orientiert sein. Folglich kann es sein, dass der Testkopf in Abhängigkeit von der Vorrichtung, an die er angekoppelt ist, im Allgemeinen nach oben, nach unten, horizontal oder in einem beliebigen Winkel bewegt werden muss. Demzufolge ist in einem Testkopf-Positionierungssystem ein ausgedehnter Bewegungsbereich erwünscht. Ein Bedarf an einen vertikalen Bewegungsbereich von etwa einem Meter oder mehr ist z. B. nicht ungewöhnlich.

[0007] Das Testkopf-Positionierungssystem ist eine

mechanische Vorrichtung, die einer Bedienungsperson erlaubt, einen Testkopf mit einer automatischen Testeinrichtung mit einer Masse von Hunderten von Kilogramm oder mehr in die Nähe einer Handhabungsvorrichtung zu bringen, und die erlaubt, dass der Testkopf an sie angekoppelt wird. Da Halbleiterschips schneller und komplexer geworden sind und weiterhin schneller und komplexer werden, sind die Größe und das Gewicht der Testköpfe kontinuierlich größer geworden. Was noch wichtiger ist, die Größe, das Gewicht und die Steifigkeit des Kabels, das den Testkopf mit dem Gehäuse der automatischen Testausrüstung verbindet, haben sich entsprechend vergrößert. Diese Faktoren haben einen Bedarf an einem Testkopf-Positionierungssystem sowohl mit einer vergrößerten Lastentragfähigkeit als auch mit einem vergrößerten Bewegungsbereich erzeugt. Wenn der Testkopf an die Handhabungsvorrichtung angekoppelt ist, müssen Hunderte oder Tausende empfindlicher elektrischer Kontakte präzise ausgerichtet und angepasst sein, um zu ermöglichen, dass die Testsignale und die Leistung zwischen der DUT und dem Testkopf übertragen werden. Insgesamt ist es sehr herausfordernd, eine Vorrichtung zu konstruieren, die Lasten, die viele Hunderte von Kilogramm erreichen, mit der Präzision frei bewegen kann, die notwendig ist, um Hunderte oder Tausende einzelner empfindlicher elektrischer Kontakte anzupassen.

[0008] Wie in den vorher erwähnten WIPO-Veröffentlichungen ausführlicher erörtert ist, gibt es zwei allgemeine Kategorien des Ankoppelns: durch einen Aktuator angetrieben und durch einen Manipulator angetrieben. Das durch einen Aktuator angetriebene Ankoppeln, das im '815-Patent eingeführt wird, ist bei weitem die am umfassendsten akzeptierte und verwendete Kategorie. Das durch einen Aktuator angetriebene Ankoppeln erfordert, dass komplementäre Ausrichtungsmerkmale, wie z. B. Ausrichtungsstifte und -aufnahmen (aber nicht eingeschränkt auf diese), jeweils am Testkopf und der Handhabungsvorrichtung befestigt sind. Außerdem ist ein Betätigungsmechanismus, wie z. B. durch Hebel angetriebene Nocken (aber nicht eingeschränkt auf diese), die an einem von Testkopf und Handhabungsvorrichtung befestigt sind, die sich mit Betätigungsstrukturen in Eingriff befinden, wie z. B. Nockenstößel (aber nicht eingeschränkt auf diese), die am anderen von Testkopf und Handhabungsvorrichtung befestigt sind, vorgesehen. Kurz, das Ankoppeln erfordert, dass zuerst der Testkopf so positioniert wird, dass er sich in nächster Nähe (z. B. innerhalb etwa eines Zentimeters) zur Handhabungsvorrichtung und in ungefährender Ausrichtung auf die Teststelle befindet. Es wird gesagt, dass sich das System dann in einer Position "bereit zum Ankoppeln" befindet. Der Testkopf wird näher zu seiner angekoppelten Position bewegt, bis der Betätigungsmechanismus in anfänglichen Eingriff mit den Betätigungsstrukturen kommt. Oft sind Merkmale zur Grobausrichtung vorgesehen, um

sicherzustellen, dass diese Bewegung genau und ohne Beschädigung der empfindlichen Kontakte ausgeführt wird. Nun wird gesagt, dass sich das System in einem Zustand "bereit zur Betätigung" befindet. Nun kann der Aktuator betätigt werden, wobei er die weitere Ankopplungsbewegung beeinflusst, wobei er den Testkopf in vollen elektrischen Kontakt mit der Teststelle in einem "völlig angekoppelten" Zustand zieht. Typischerweise sind Merkmale zur Feinausrichtung vorgesehen, um sicherzustellen, dass die Kontakte innerhalb der gewünschten Toleranzen präzise ausgerichtet sind. Der Aktuator entwickelt die notwendige Kraft, um die Systemreibung und die Kontaktkraft zu überwinden. In Abhängigkeit vom System kann der Aktuator entweder angetrieben oder manuell sein. Die relativ kleinen Bewegungen des Testkopfes, wenn er aus einer Position nahe bei bereit zur Betätigung zur völlig angekoppelten Position bewegt wird, können generisch als die "Feinabstimmung" der Position des Testkopfes bezeichnet werden.

[0009] Folglich ist es einleuchtend, dass der Manipulator die Masse des Testkopfes unterstützen muss, während er dem Aktuator erlaubt, den Testkopf in die völlig angekoppelte Position zu ziehen. Während der Feinabstimmung und der Ankopplungsbetätigung hängt die allgemeine Trajektorie des Testkopfes von der Orientierung der Teststelle der Handhabungsvorrichtung ab. Außerdem kann während der Ankopplungsbetätigung die Feinausrichtung des Testkopfes auftreten, die kleine Bewegungen in mehreren Richtungen erfordert. Während das Testkopf-Positionierungssystem die Masse des Testkopfes unterstützt, erlaubt es folglich erwünscht, dass sich der Testkopf konform frei oder in einer im Wesentlichen gewichtslosen Weise in mehreren Freiheitsgraden bewegt. Das heißt, die Kraft, die erforderlich ist, um die Last zu positionieren, ist beträchtlich kleiner als die Kraft, die erforderlich ist, um die Last zu unterstützen. Obwohl die konforme Bewegung in allen sechs Freiheitsgraden oft bevorzugt ist, sind Testkopf-Positionierungssysteme mit weniger Freiheitsgraden bekannt. Außerdem kann die Handhabungsvorrichtung während des Testens mechanische Schwingungen erzeugen, deren Energie durch das System absorbiert werden muss. Demzufolge bevorzugen es die Anwender oft, während des Testens den Testkopf in einem konformen Zustand aufrechtzuerhalten, damit die Schwingungen nicht in einer schädlichen Weise durch die empfindlichen elektrischen Kontakte absorbiert werden.

[0010] Testkopf-Positionierungssysteme, die den Testkopf überall in seinem ganzen Bewegungsbereich in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand aufrechterhalten, sind wohlbekannt. Derartige Systeme erlauben einer Bedienungsperson, den Testkopf (oder an ihm befestigte Griffe) zu ergreifen und ihn manuell durch den Raum zu bewegen. Die

konforme Bewegung für das durch einen Aktuator angetriebene Ankoppeln ist inhärent enthalten. Folglich positioniert für das Ankoppeln eine Bedienungsperson den Testkopf manuell in die Position bereit zur Betätigung, wobei sie dann den Aktuator betätigt. US-Patent 4.529.942 (Smith) offenbart eine Testkopf-Positioniereinrichtung, die eine derartige freie Bewegung in sechs Freiheitsgraden bereitstellt. Um dies zu erreichen, sorgen Gegengewichte für die freie Bewegung in der vertikalen Richtung; verlaufen Drehachsen, die nicht in der horizontalen Ebene liegen können, im Wesentlichen durch den Schwerpunkt des Testkopfes; und werden durchweg reibungsarme Lager verwendet.

[0011] US-Patente 4.589.815, 4.705.447 und 5.149.029 (alle an Smith) offenbaren ein alternatives System, das anstelle der Gegengewichte Druckzylinder und Kolben verwendet, um die im Wesentlichen gewichtslose Bewegung überall im vertikalen Bewegungsbereich zu schaffen. Eine pneumatisch betätigte vertikale Teleskopsäule, bei der der bewegliche Abschnitt effektiv der pneumatische Kolben ist, wird beschrieben. In dieser Anordnung schafft das Aufrechterhalten eines konstanten pneumatischen Druckes eine im Gleichgewicht stehende Kraft zum Gewicht des Testkopfes und des Kabels. Der Testkopf ist durch eine geeignete Unterstützungsstruktur am Kolben befestigt. Wie der Testkopf vertikal bewegt wird, bewegt sich der Kolben entsprechend innerhalb des Zylinders. In den Zylinder wird komprimierte Luft oder ein anderes geeignetes Fluid injiziert, wobei ein Regulierer seinen Druck derart steuert, dass er eine Kraft auf den Kolben aufrechterhält, die dem Gewicht der durch den Kolben getragenen Last entspricht. Der Regulierer erhält diesen konstanten Druck aufrecht, wie die Last des Testkopfes bewegt wird, wobei er folglich einen im Wesentlichen gewichtslosen Zustand schafft. Das System ist ferner so beschaffen, dass der Zylinder und der Kolben eine vertikale Teleskopsäule bilden, deren Höhe der Höhe des Testkopfes entspricht.

[0012] In bestimmten Situationen und insbesondere deshalb, weil die Testköpfe größer und massiver geworden sind, ist es erwünscht geworden, Antriebseinheiten, wie z. B. Motoren, Handkurbeln oder dergleichen, bereitzustellen, um ausgewählte Achsen in Testkopf-Positionierungssystemen anzutreiben. Oft ist vor allen Dingen eine Antriebseinheit für die vertikale Achse erwünscht. Die Antriebseinheit würde in Gebrauch mit dem durch einen Aktuator angetriebenen Ankoppeln die Achse antreiben, bis eine Position bereit zum Ankoppeln oder bereit zum Betätigen erreicht ist. Dann kann der Testkopf konform in Bezug auf die Antriebseinheit bewegt werden, damit er angekoppelt wird. In einem pneumatischen Teleskopsystem, wie es z. B. im '815-Patent beschrieben ist (siehe oben), könnte dies denkbar ausgeführt werden, indem der Luftdruck im Zylinder wie in einem

Wagenheber gesteuert wird; es könnte jedoch schwierig sein, eine angemessene Steuerung auszuführen. Ein praktischerer Zugang ist in der internationalen WIPO-Veröffentlichung mit der Nummer WO 00/41536 (Holt u. a.) offenbart. Diese offenbart eine Technik, um Antriebsmotoreinheiten zu vertikalen und anderen Achsen eines völlig im Gleichgewicht stehenden Manipulators in einer Weise hinzuzufügen, die die Konformität erhält.

[0013] Da ferner die Testköpfe größer und massiver geworden sind, sind ihre Positionierungssysteme entsprechend größer und höher geworden, insbesondere da sich die vertikalen Hubanforderungen vergrößert haben. Folglich sind vertikale Teleskopstrukturen erwünscht geworden, um das Verladen, das Bewegen durch Türöffnungen, die Wartung usw. zu unterstützen. Da die Testköpfe außerdem immer massiver geworden sind, ist es immer weniger erwünscht geworden, Gegengewichte zu verwenden, die ein wenig größer als die kombinierte Masse des Testkopfes, seiner Unterstützungsstruktur und des Kabels, das er unterstützt, sein müssen. Ein vollpneumatisches System, wie es z. B. im '815-Patent beschrieben ist, ist in seinem Hub begrenzt; wobei eine genaue Positionierung schwierig zu erreichen ist, wie vorher erwähnt worden ist. US-Patent 5.931.048 (Slocum u. a.) offenbart einen Teleskop-Testkopf-Manipulator, der durch einen Elektromotor und einen Spindelmechanismus angetrieben ist. Es werden keine Gegengewichte verwendet, wobei der Spindelmechanismus die Last unterstützt. Die vertikale Konformität wird durch einen pneumatischen Mechanismus geschaffen, der zwischen der Basis und der vertikalen Teleskopsäule angeordnet ist. Folglich erfordert der vertikale Konformitätsmechanismus wertvollen Raum unter der Säule, was die vertikale Reichweite begrenzen könnte und/oder im Gesamtkonformitätsbereich begrenzt sein könnte. Federn und dergleichen schaffen die Konformität in anderen Achsen. US-Patent 5.949.002 (Alden) beschreibt den gleichen Manipulator wie im '048-Patent, aber mit einem Druckkraftgeber und einem hochentwickelten elektronischen Steuersystem, das so beschaffen ist, dass es die Konformität schafft und das pneumatische Schema ersetzt. Wie verlautet, macht dies das System an variable oder sich ändernde Lastbedingungen anpassbarer.

[0014] Es ist über noch weiteren Stand der Technik berichtet worden. Die WIPO-Veröffentlichung WO 01/64389 A2 (Holt u. a.) offenbart einen Teleskopmanipulator mit einer durch eine Kugelumlaufspindel angetriebenen vertikalen Achse. Die Last ist durch die angetriebene Spindel unterstützt. Ein vertikaler Konformitätsmechanismus ist vorgesehen, der eine mechanische Kraftverstärkungsrichtung (wie z. B. eine Kugelumlaufspindel) und Gegengewichte, die eine Masse besitzen, die einen Bruchteil der Masse der Last trägt, umfasst. Die WIPO-Veröffentlichung

WO 02/25292 A2 (Ny u. a.) offenbart Techniken, die Kraftsensoren, Kraftgeneratoren und hochentwickelten Steuerungen umfassen, um das Gleichgewicht und die Konformität in verschiedenen möglichen angetriebenen Achsen zu schaffen, um das Ankoppeln zu unterstützen.

[0015] Eine in Beziehung stehende Offenbarung ist das deutsche Patent 44 36 045 A1, in dem eine Hubvorrichtung eine durch einen Elektromotor angetriebene Kugelumlaufspindel-Welle aufweist, die einen Wagen, der ein Werkstück oder eine andere Vorrichtung trägt, in der vertikalen Richtung bewegen kann. Hier arbeitet der Wagen unter Verwendung von Magneten zusammen mit einem Zylinder. Diese Technologie ist nicht in Testkopf-Positionierungssystemen angewendet worden, wobei es nicht den Anschein hat, dass sie Konformität bietet.

[0016] Es ist ein verbessertes Teleskop-Testkopf-Positionierungssystem mit einer angetriebenen vertikalen Achse mit Konformität für das Ankoppeln erwünscht. Für die Einfachheit der Wartung und der Anpassung und die minimalen Kosten sollte es nicht von Druckkraftgebern und anderen Sensoren, die mit hochentwickelten Steuersystemen kombiniert sind, abhängig sein. Um das Gesamtgewicht zu minimieren, sollte es keine Gegengewichte verwenden. Der vertikale Antrieb sollte vorzugsweise für einen gleichmäßigen Betrieb elektrisch gesteuert und entweder an die Drucktastenschalter-Steuerung durch eine Bedienungsperson oder die Computer-Steuerung anpassbar sein. Die Konformitätsmittel sollten einen angenehmen Bereich der konformen Bewegung bieten und leicht einstellbar sein, um einem Bereich von Bedingungen und Anwendungen zu entsprechen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0017] In einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine Positionierungsvorrichtung zum Positionieren eines Testkopfes zum Testen elektronischer Komponenten geschaffen. Die Positionierungsvorrichtung enthält einen Außenzylinder und einen Träger, der an den Außenzylinder gekoppelt ist, um den Testkopf zu tragen. Die Positionierungsvorrichtung enthält außerdem einen Kolben, der in dem Außenzylinder so angeordnet ist, dass der Kolben und der Außenzylinder einen Fluidraum im Außenzylinder definieren. Die Positionierungsvorrichtung enthält außerdem einen Druckregulierer, um einen Druck im Fluidraum aufrechtzuerhalten, derart, dass der Testkopf in einer im Wesentlichen gewichtslosen Position aufgehängt werden kann, wobei die im Wesentlichen gewichtslose Position in einer vertikalen Richtung einstellbar ist. Die Positionierungsvorrichtung enthält außerdem eine Hubvorrichtung zum Anheben und Absenken des Außenzylinders. Die Hubvorrichtung enthält einen Gewindeantriebsmechanismus, der an den Kolben gekoppelt ist. Die Po-

sitionierungsvorrichtung enthält außerdem eine Antriebsvorrichtung zum Betätigen des Getriebeantriebsmechanismus, um den Testkopf in eine vorgegebene Position zu bewegen.

[0018] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird abermals eine Positionierungsvorrichtung zum Positionieren eines Testkopfes zum Testen elektronischer Komponenten geschaffen. Die Positionierungsvorrichtung enthält einen Antriebsmechanismus, um den Testkopf in einer vertikalen Richtung zu bewegen. Die Positionierungsvorrichtung enthält außerdem einen druckluftkonformen Kopplungsmechanismus, der an den Antriebsmechanismus gekoppelt ist. Der druckluftkonforme Kopplungsmechanismus unterstützt den Testkopf in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand und schafft einen Bewegungsbereich für den Testkopf in der vertikalen Richtung. Der druckluftkonforme Kopplungsmechanismus ist über dem Antriebsmechanismus positioniert und an diesem befestigt, derart, dass der Antriebsmechanismus den druckluftkonformen Kopplungsmechanismus bewegt, wenn er den Testkopf in der vertikalen Richtung bewegt.

[0019] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Positionieren eines Testkopfes zum Testen elektronischer Komponenten geschaffen. Das Verfahren enthält das Bereitstellen einer Fluidströmung in einen Fluidraum, der mit dem Testkopf gekoppelt ist. Das Verfahren enthält außerdem das mechanische Bewegen des Testkopfes in eine gewünschte Position in einer vertikalen Richtung unter Verwendung eines Antriebsmechanismus. Das Verfahren enthält außerdem das fluidische Aufhängen des Testkopfes in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand durch Aufrechterhalten eines Fluiddrucks in dem Fluidraum, der zwischen den Testkopf und dem Antriebsmechanismus positioniert ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0020] Die Erfindung wird am besten aus der folgenden ausführlichen Beschreibung verstanden, wenn sie zusammen mit der beigefügten Zeichnung gelesen wird. Es wird betont, dass gemäß der üblichen Praxis die verschiedenen Merkmale der Zeichnung nicht maßstabsgerecht sind. Im Gegenteil, die Abmessungen der verschiedenen Merkmale sind für die Klarheit beliebig erweitert oder verringert worden. In der Zeichnung sind die folgenden Figuren enthalten:

[0021] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Positionierungsvorrichtung, die einen Testkopf trägt, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0022] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht einer

Positionierungsvorrichtung, die einen Testkopf trägt, der an eine Handhabungsvorrichtung angekoppelt ist, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0023] [Fig. 3](#) ist eine Querschnitts-Vorderansicht von zwei Zylindern mit einer Antriebsspindel, die in einer Positionierungsvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind;

[0024] [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) sind Querschnitts-Vorderansichten eines Außenzylinders, der in verschiedene Höhenpositionen in Bezug auf einen Innenzylinder gesetzt ist, der in einer Positionierungsvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist;

[0025] [Fig. 7](#) ist eine graphische Darstellung der pneumatischen Verbindungen einer Druckregulierungsvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0026] [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts einer Positionierungsvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0027] [Fig. 9](#) ist eine ausführliche teilweise perspektivische Ansicht eines Querschnitts von zwei Zylindern und einer Antriebsspindel, die in einer Positionierungsvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind;

[0028] [Fig. 10](#) ist eine teilweise perspektivische Ansicht eines Querschnitts von zwei Zylindern und einer Antriebsspindel, die in einer Positionierungsvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind; und

[0029] [Fig. 11](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Basis zum Unterstützen von zwei Zylindern und einer Antriebsspindel, die in einer Positionierungsvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0030] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) stellen perspektivische Ansichten einer Positionierungsvorrichtung **1** bereit, die eine Trägerarmvorrichtung **2** enthält, um einen Testkopf **3** zum Testen elektronischer Komponenten zu unterstützen.

[0031] Die Positionierungsvorrichtung **1** enthält einen Basisrahmen **4**, der auf dem Boden ruht, von dem sich eine vertikale Säulenordnung **5** nach oben erstreckt. Die Säulenordnung **5** kann über ei-

nen Wagen **6** in der y-Richtung bewegt werden. Die Trägerarmvorrichtung **2** kann in Bezug auf die Säulenordnung **5** in der x-Richtung bewegt werden. Die Säulenordnung **5** enthält einen unteren röhrenförmigen Innenzylinder **7** und einen oberen röhrenförmigen Außenzylinder **8**, der so im Innenzylinder **7** angeordnet ist, dass sich die Zylinder **7** und **8** in Teleskopeingriff miteinander befinden. Durch das Einstellen der Höhe des Außenzylinders **8** in Bezug auf den Innenzylinder **7** kann die Trägerarmvorrichtung **2**, die am Außenzylinder **8** (und am Testkopf **3**) befestigt ist, in der Höhe, d. h. in der z-Richtung, eingestellt werden. Außerdem kann sich die Trägerarmvorrichtung **2** um eine horizontale Achse in der v-Richtung drehen. Der Testkopf **3** kann sich um eine horizontale Achse in der w-Richtung und um eine vertikale Achse in der u-Richtung drehen. Der Testkopf **3** ist am freien Ende der Trägerarmvorrichtung **2** befestigt. Unter Verwendung dieser Anordnung kann der Testkopf **3** in allen Richtungen manipuliert werden; d. h. mit sechs Freiheitsgraden. Der Kabelaufhänger **9**, der die dem Testkopf **3** und/oder der Positionierungsvorrichtung **1** zugeordneten Kabel unterstützt, ist außerdem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt.

[0032] [Fig. 2](#) veranschaulicht abermals die Positionierungsvorrichtung **1**, die die Trägerarmvorrichtung **2** zum Unterstützen des Testkopfes **3** enthält. In [Fig. 2](#) ist der Testkopf **3** an eine Handhabungsvorrichtung **10** angekoppelt. Die elektronischen Komponenten werden über die Handhabungsvorrichtung **10** in einer derartigen Weise zum Testkopf **3** gebracht, dass sie in Bezug auf ihre elektrischen Eigenschaften getestet werden können. Als solche ist die präzise Positionierung des Testkopfes **3** in Bezug auf die Handhabungsvorrichtung **10** erwünscht.

[0033] Die Ausrichtung des Testkopfes **3** in Bezug auf die Handhabungsvorrichtung **10** kann z. B. unter Verwendung der Ausrichtungsmerkmale, wie z. B. eines Zentrierstifts und/oder von Passschrauben, ausgeführt werden, die sich z. B. von einem an der Handhabungsvorrichtung **10** vorgesehenen Rahmen in der Richtung des Testkopfes **3** erstrecken und in entsprechende Öffnungen oder Aufnahmen eingeführt sind, die sich am Testkopf **3** oder an einem am Testkopf **3** befestigten Rahmen befinden.

[0034] Das Ankoppeln wird typischerweise ausgeführt, indem der Testkopf **3** über eine entsprechende Bewegung in den u-, v-, w-, x-, y- und/oder z-Richtungen so genau wie möglich in eine gewünschte Position bereit zum Ankoppeln in der unmittelbaren Nähe der Handhabungsvorrichtung **10** gesteuert wird. Nötigenfalls kann dann die Feinabstimmungsbewegung in die Position bereit zum Betätigen größtenteils manuell ausgeführt werden, bis sich die Ankoppelungs-Betätigungs-komponenten miteinander in Eingriff befinden. Der Ankoppelungs-Aktuator kann verwendet werden, um den Testkopf **3** in eine völlig an-

gekoppelte Position zu ziehen, wie vorher beschriebenen worden ist.

[0035] In diesem Zusammenhang kann die vertikale Feinabstimmungs-Ausrichtung des Testkopfes **3**, d. h. eine Feinabstimmungs-Einstellung in der z-Richtung, in einer sehr einfachen und präzisen Weise unter Verwendung der Positionierungsvorrichtung **1** der vorliegenden Erfindung ausgeführt werden, wie im Folgenden ausführlicher erklärt ist.

[0036] Die vertikale Säulenordnung **5**, die den Innenzylinder **7** und den Außenzylinder **8** enthält, ist in **Fig. 3** ausführlicher veranschaulicht. Der Außenzylinder **8** ist so beschaffen, dass er auf dem Innenzylinder **7** gleiten kann, wobei dadurch eine Teleskop-Ausrichtungskonfiguration geschaffen wird. Um die gewünschten Gleiteigenschaften zu erreichen, sind zwischen den Zylindern **7** und **8** zwei Gleitbuchsen **11** und **12** vorgesehen. Die obere Gleitbuchse **11** befindet sich in der Nähe des oberen Endes des Innenzylinders **7**, während sich die untere Gleitbuchse **12** in der Nähe des unteren Endes des Außenzylinders **8** befindet.

[0037] Der Kolben **13** ist am oberen Endabschnitt des Außenzylinders **8** angeordnet, von dem sich eine mittige Hubstange **14** vertikal nach unten erstreckt. Die Hubstange **14** ist innerhalb der Führungsbuchsen **15** und **16** longitudinal beweglich. Die obere Führungsbuchse **15** wird durch horizontale Haltestege **17** gehalten, die sich von der inneren Begrenzungswand des Außenzylinders **8** radial nach innen erstrecken und an einer Stelle auf der inneren Begrenzungswand befestigt sind. Die Haltestege **17** und folglich die Führungsbuchsen **15** befinden sich in der Nähe des oberen Endbereichs des Außenzylinders **8** in einem Abstand von der oberen Stirnfläche **18** des Zylinders **8**, der in der in **Fig. 3** gezeigten beispielhaften Ausführungsform etwa 11 % der Gesamtlänge des Zylinders **8** entspricht. Selbstverständlich kann sich dieser Abstand in Übereinstimmung mit dem gewünschten Bereich der Kolbenbewegung verändern und z. B. 5 bis 20 % der Länge des Zylinders **8** betragen.

[0038] Die untere Führungsbuchse **16** ist in die Mitte der oberen Stirnseite **19** des Innenzylinders **7** gesetzt. Die Hubstange **14** erstreckt sich folglich nach unten in den Innenzylinder **7**. Außerdem kann der Querschnitt der Hubstange **14** und folglich außerdem der Öffnungen der Führungsbuchsen **15**, **16** quadratisch sein, um ein Drehen der Hubstange **14** innerhalb der Säulenordnung **5** zu verhindern. Am unteren Ende der Hubstange **14**, das sich in der Nähe des unteren Endes des Innenzylinders **7** befindet, ist eine Antriebsspindel Mutter **20** befestigt.

[0039] Damit die Hubstange **14** (und mit ihr der Kolben **13**, der Außenzylinder **8**, die Trägerarmvorrich-

tung **2** und der Testkopf **3**) in der vertikalen Richtung bewegt werden kann, ist eine Antriebsspindel **21** vorgesehen, die sich in den Innenzylinder **7** nach unten erstreckt und sich mit der Antriebsspindel Mutter **20** in Eingriff befindet. Die Hubstange **14** kann eine hohle Konstruktion aufweisen, so dass sich die Antriebsspindel **21** in die Hubstange **14** erstrecken kann. Die Antriebsspindel **21** erstreckt sich über das untere Ende des Innenzylinders **7** nach unten und ist an einen (in **Fig. 3** nicht gezeigten) Antriebsmotor gekoppelt. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, verläuft das Ende **21a** der Antriebsspindel unter dem Innenzylinder **7**. Durch das Drehen der Antriebsspindel **21** (unter Verwendung eines Antriebsmotors) bewegt sich die Antriebsspindel Mutter **20** zusammen mit der Hubstange **14** vertikal längs der stationären Antriebsspindel **21** nach oben oder nach unten. Der Kolben **13**, die Hubstange **14**, die Antriebsspindel Mutter **20** und die Antriebsspindel **21** sind Teil einer Hubvorrichtung **31**.

[0040] Der Kolben besitzt einen radial vorstehenden Dichtungsring **22**, der den Kolben **13** gegen die Innenwand des Außenzylinders **8** abdichtet. Dadurch wird zwischen dem Kolben **13** und der oberen Stirnfläche **18** des Außenzylinders **8** ein abgedichteter Fluidhalteraum **23** geschaffen. Der Fluidhalteraum **23** ist durch eine Öffnung **24**, die sich in der oberen Stirnfläche **18** befindet, mit einer Fluidleitung **25** verbunden, so dass das Fluid (z. B. komprimierte Luft) in den Fluidhalteraum **23** eingeleitet und aus dem Fluidhalteraum **23** abgeleitet werden kann.

[0041] Wenn ein Fluid in den Fluidhalteraum **23** eingespeist wird, dann wird der Außenzylinder **8** nach oben gedrückt, wobei der Kolben **13** stationär bleibt. Die **Fig. 4** bis **Fig. 6** veranschaulichen drei verschiedene Positionen des Außenzylinders **8** in Bezug auf den Kolben **13**. **Fig. 4** veranschaulicht z. B. eine Position, in der der Außenzylinder **8** zu einem maximalen Maß in Bezug auf den Kolben **13** abgesenkt ist, so dass der Kolben **13** auf die obere Stirnfläche **18** stößt. **Fig. 5** veranschaulicht eine angehobene Position des Zylinders **8**. **Fig. 6** veranschaulicht die maximal angehobene Position des Zylinders **8** in Bezug auf den Kolben **13**. Um den Prozess umzukehren und den Zylinder **8** in Bezug auf den Kolben **13** abzusenken, wird das Fluid aus dem Fluidhalteraum **23** freigesetzt, woraufhin der Zylinder **8** in Bezug auf den Kolben **13** infolge des Gewichts der Trägerarmvorrichtung **2**, die am Zylinder **8** befestigt ist, und des Testkopfes **3** fällt.

[0042] Wenn es beim Beginn der Ankopplungsoperation eine unangemessene Zufuhr von Luft in den Fluidhalteraum **23** gibt, kann die Luft als solche in den Fluidhalteraum **23** injiziert werden, um das Gewicht des Testkopfes **3** (und der zugeordneten Systemkomponenten) zu kompensieren und dadurch den Testkopf **3** in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand aufzuhängen. Eine Bedienungsperson

könnte dann den Testkopf **3** in eine mittige Position innerhalb des Bewegungsbereichs des Kolbens **13** (z. B. [Fig. 5](#)) oder irgendeine andere gewünschte Position bewegen.

[0043] Wie im Folgenden ausführlicher erklärt ist, ist es während des Ankoppelns des Testkopfes **3** an die Handhabungsvorrichtung **10** oft erwünscht, den Testkopf **3** in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand aufrechtzuerhalten, der vertikal ohne eine übermäßige Kraft eingestellt werden kann, so dass die Feineinstellungen an der Position des Testkopfes **3** ausgeführt werden können. Dieser im Wesentlichen gewichtslose Zustand kann als das Vorhandensein in einem konformen Zustand bezeichnet werden, in dem der Testkopf längs einer vertikalen Achse in einem bestimmten Bewegungsbereich ohne eine übermäßige äußere Kraft konform bewegt werden kann. Die Position des Außenzylinders **8** in [Fig. 5](#) gibt z. B. an, dass sich der Testkopf **3** in einem konformen Zustand befindet, in dem der Zylinder sich längs eines vertikalen Bewegungsbereichs nach oben und nach unten (zu den in [Fig. 4](#) und [Fig. 6](#) gezeigten Positionen) bewegen kann.

[0044] Um eine Feinabstimmungs-Einstellung der vertikalen Position des Testkopfes **3** in einer einfachen Weise und ohne eine übermäßige Kraft ausführen zu können, wird der Testkopf **3** durch die Positionierungsvorrichtung **1** in etwa der gewünschten Höhe in einem aufgehängten Zustand gehalten, so dass eine relativ kleine Kraft verwendet werden kann, um die Höhe innerhalb bestimmter Grenzen in einer präzisen Weise einzustellen. Für diesen Zweck ist eine Druckregulierungsvorrichtung **26**, die in [Fig. 7](#) veranschaulicht ist, vorgesehen. Die Druckregulierungsvorrichtung **26** reguliert die Fluidströmung und den Druck zwischen einer Druckerzeugungsvorrichtung **27** und dem Fluidhalteraum **23**. Für diesen Zweck ist die Druckerzeugungsvorrichtung **27** mit einem Druckfeinabstimmungsregulierer **28** verbunden, der den Fluiddruck in einer sehr präzisen Weise reguliert, so dass ein spezifischer Zielwert des Drucks aufrechterhalten werden kann. Im Fall eines Abfalls des Drucks in der Fluidleitung **25** kann das Fluid sofort in den Fluidhalteraum **23** eingespeist werden, während im Fall einer Zunahme des Drucks über den Zielwert das Fluid sofort aus dem Fluidhalteraum **23** abgeleitet werden kann.

[0045] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, strömt das durch die Druckerzeugungsvorrichtung **27** gelieferte Fluid zuerst durch ein elektromagnetisch gesteuertes 3/2-Wegeventil **29**, das im aktivierten Zustand für die Durchströmung umgeschaltet ist. Dieses 3/2-Wegeventil **29** besitzt einen Federrücklauf, so dass im Fall eines Leistungsausfalls das Verteilerventil **29** zurück in eine Position gedrückt wird, in der die Rückströmung aus dem Fluidhalteraum **23** blockiert ist.

[0046] Parallel zum 3/2-Wegeventil **29** ist ein Einweg-Restriktor **30** vorgesehen, der außerdem eine Rückströmung des Fluids aus dem Fluidhalteraum **23** verhindert und der darüber hinaus ein leichtes manuelles Anheben des Testkopfes **3** für Positionierungszwecke erlauben kann. Stromabwärts des 3/2-Wegeventils **29** und des Einweg-Restriktors **30** sind zwei Abzweigungen gemeinsam zurückgebracht, wobei sie die Fluidleitung **25** bilden, die sich in den Fluidhalteraum **23** des Außenzylinders **28** aufweitet.

[0047] Wenn der Testkopf **3** für den Zweck der Feinabstimmungs-Einstellung der Höhenposition (wenn sich der Testkopf **3** in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand befindet) ein wenig manuell angehoben wird, dann wird der Druck im Fluidhalteraum **23** in Übereinstimmung mit der Hubkraft verringert. Die Druckregulierungsvorrichtung **26** erkennt diesen Abfall des Drucks und vergrößert den Fluiddruck, indem sie zusätzliches Fluid in den Fluidhalteraum **23** einspeist, bis der ursprüngliche Zieldruck abermals erreicht ist. Bei einem fortgesetzten leichten Heben des Testkopfes **3** können der Außenzylinder **8** und folglich der Testkopf **3** kontinuierlich nach oben und mit wenig Kraft bewegt werden, bis der Außenzylinder **8** die in [Fig. 6](#) gezeigte Position erreicht hat, in der der Kolben **13** gegen die Haltestege **17** oder die Führungsbuchse **15** drückt. Falls alternativ der Testkopf **3** beim Prozess der Feinabstimmungs-Einstellung (wenn sich der Testkopf **3** in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand befindet) nach unten gedrückt wird, nimmt der Druck im Fluidhalteraum **23** zu. Die Drucksteuervorrichtung **26** erkennt diese Druckzunahme und leitet Fluid aus dem Fluidhalteraum **23** ab, bis der ursprüngliche Zielwert abermals erreicht ist. Durch einen kontinuierlichen leichten Abwärtsdruck kann der Testkopf **3** in dieser Weise nach unten bewegt werden, ohne eine übermäßige Kraft auszuüben, bis der Außenzylinder **8** die in [Fig. 4](#) gezeigte Position erreicht hat.

[0048] In dieser Weise kann ein aufgehängtes oder "schwebendes" System für die leichte konforme manuelle Feinabstimmungs-Einstellung der Höhenposition des Testkopfes **3** geschaffen werden.

[0049] [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts der Positionierungsvorrichtung **1**. Wie oben beschrieben worden ist, befinden sich der Außenzylinder **8** und der Innenzylinder **7** miteinander in Teleskopeingriff. Der Innenzylinder **7** ist an einem Wagen **6** angebracht. An dem Wagen **6** können zusätzliche Komponenten angebracht sein, z. B. die Leistungsversorgungseinheiten **32** und **34** und das Gehäuse **33** der Steuerelektronik, wie in [Fig. 8](#) gezeigt ist. [Fig. 8](#) stellt außerdem eine perspektivische Ansicht der Komponenten des Systems bereit, das unter dem Wagen **6** untergebracht ist. Ein (in [Fig. 8](#) nicht sichtbarer) Motor ist auf der Oberseite des Wa-

gens **6** angebracht. Wie in [Fig. 8](#) gezeigt ist, verläuft die Motorwelle **36** unter dem Wagen **6**. Die Motorwelle **36** ist an die Motorriemenscheibe **38** gekoppelt.

[0050] Die Antriebsspindel **21** ist an eine Codiererantriebs-Riemenscheibe **44** gekoppelt. Die Antriebsspindel-Riemenscheibe **42** kann starr an der Antriebsspindel **21** befestigt sein, oder sie kann optional durch die Codiererantriebs-Riemenscheibe **44** (z. B. eine abgestufte Riemenscheibe, die die Antriebsspindel-Riemenscheibe **42** und die Codiererantriebs-Riemenscheibe **44** umfasst) an die Antriebsspindel **21** gekoppelt sein. Die Antriebsspindel-Riemenscheibe **42** ist durch den Antriebsriemen **40** mit der Motorriemenscheibe **38** verbunden. Wenn sich die Motorwelle **36** als solche dreht, dreht sich die Motorriemenscheibe **38** ebenfalls, wodurch der Antriebsriemen **40** angetrieben wird. Der Antriebsriemen **40** dreht die Antriebsspindel-Riemenscheibe **42**, wodurch die Antriebsspindel **21** betätigt wird. Durch das Betreiben des Motors in irgendeiner Richtung kann die Antriebsspindel **21** als solche betätigt werden, um den Kolben **13** anzuheben oder abzusenken, wie oben beschrieben worden ist, wodurch der Testkopf **3** angehoben oder abgesenkt wird.

[0051] Die Codiererantriebs-Riemenscheibe **44** ist durch den Synchronriemen **46** mit der Codierer-Riemenscheibe **48** verbunden. Wenn sich die Codiererantriebs-Riemenscheibe **44** als solche dreht, dreht sich auf diese Weise die Codierer-Riemenscheibe **48**. Der Codierer **50** kann Daten von der Codierer-Riemenscheibe **48** wiedergewinnen, z. B. Synchrondaten, die Anzahl der Drehungen usw. Diese Daten können in Informationen bezüglich des Betriebs der Antriebsspindel **21** und des Testkopf-Positionierungssystems im Allgemeinen, z. B. der vertikalen Position des Testkopfes **3**, umgesetzt werden. Als solcher kann der Codierer **50** Rückkopplungsdaten einem Computer oder einem Steuersystem bereitstellen. Obwohl die Abtastvorrichtung in dieser beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Codierer ist, kann jeder Typ der Abtastvorrichtung verwendet werden, z. B. ein herkömmlicher Positionssensor (z. B. ein Saitenpotentiometer).

[0052] [Fig. 9](#) ist eine ausführliche teilweise perspektivische Ansicht eines Querschnitts der Zylinder **7** und **8**. Verschiedene Elemente der Hubvorrichtung **31** sind außerdem wenigstens teilweise in [Fig. 9](#) sichtbar, einschließlich der Antriebsspindel **21** und der Antriebsspindelmutter **20**. Unter der Antriebsspindelmutter **20** befindet sich der Anschlag **51**. Der Anschlag **51** kann optional enthalten sein, um die mechanische Bewegung der Antriebsspindelmutter **20** unter eine vorgegebene Position zu verhindern. Die Antriebsspindel **21** enthält die Schulter **21b**. Die Schulter **21b** wird durch das Lager **53** gelagert.

[0053] In [Fig. 9](#) ist der Motor **52** außerdem an dem

Wagen **6** angebracht gezeigt. Die Motorwelle **36** verläuft vom Motor **52** unter der Unterseite des Wagens **6**. Der Codierer **50**, die Codierer-Riemenscheibe **48**, der Synchronriemen **46**, die Codiererantriebs-Riemenscheibe **44**, die Antriebsspindel-Riemenscheibe **42**, der Antriebsriemen **40** und die Motorriemenscheibe **38** sind außerdem in der in [Fig. 9](#) veranschaulichten Querschnittsansicht gezeigt. Wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, ist das Ende **21a** der Antriebsspindel an die Codiererantriebs-Riemenscheibe **44** gekoppelt.

[0054] [Fig. 10](#) ist eine teilweise perspektivische Ansicht des Positionierungssystems einschließlich der Zylinder **7** und **8** und der Hubvorrichtung **31**. Wie vorher beschrieben worden ist, enthält die Hubvorrichtung **31** die Antriebsspindel **21** und die Antriebsspindelmutter **20**. Der Motor **52** ist abermals am Wagen **6** angebracht gezeigt, wobei die Motorwelle **36** unter der Unterseite des Wagens **6** verläuft. Wie in [Fig. 9](#) sind außerdem der Codierer **50**, die Codierer-Riemenscheibe **48**, der Synchronriemen **46**, die Codiererantriebs-Riemenscheibe **44**, die Antriebsspindel-Riemenscheibe **42**, der Antriebsriemen **40** und die Motorriemenscheibe **38** in der in [Fig. 10](#) veranschaulichten Querschnittsansicht gezeigt.

[0055] [Fig. 11](#) ist eine perspektivische Ansicht eines oberen Abschnitts des Wagens **6**. Die Zylinder **7** und **8** befinden sich miteinander in Teleskopeingriff, wobei sie am Wagen **6** angebracht sind. Der Motor **52** ist außerdem am Wagen **6** angebracht. Außerdem sind auf jeder Seite des Motors **52** die Leistungsversorgungseinheiten **54** und **56** gezeigt.

[0056] Als solche schafft die vorliegende Erfindung eine Positionierungsvorrichtung **1**, die ein Ankoppeln eines Testkopfes **3** an eine Handhabungsvorrichtung **10** in einer einfachen, sicheren und effektiven Weise erlaubt.

[0057] Wie oben angegeben worden ist, schafft in einer beispielhaften Ausführungsform die vorliegende Erfindung eine Positionierungsvorrichtung, die einen Innenzylinder **7** umfasst, der sich mit einem Außenzylinder **8** in Teleskopeingriff befindet. Eine Hubvorrichtung **31** enthält einen Kolben **13**, der innerhalb des Außenzylinders **8** angeordnet ist, wobei der Außenzylinder **8** in Bezug auf den Kolben **13** beweglich ist. Der Druck im Fluidhalteraum **23** kann so reguliert werden, dass der Außenzylinder **8** zusammen mit der Trägerarmvorrichtung **2** und dem Testkopf **3** in eine aufgehängte Position gebracht werden kann, die in Bezug auf den Kolben **13** in der Höhe einstellbar ist.

[0058] Durch den Betrieb des Positionierungssystems **1** wird der Testkopf **3** in einer bestimmten Höhe in einem aufgehängten oder schwebenden Zustand gehalten. In dieser beispielhaften Ausführungsform wird die Höhenposition des Testkopfes **3** solange aufrechterhalten, wie keine äußere Kraft auf den Test-

kopf **3** oder die Trägerarmvorrichtung **2** ausgeübt wird. Wenn jedoch eine Bedienungsperson oder ein Ankopplungs-Aktuator versucht, den Testkopf **3** nach oben oder nach unten zu bewegen, wenn er angekopfelt wird, um ihn in die gewünschte Position zu bringen, dann bewegt sich der Testkopf **3** ohne die wesentliche Ausübung einer Kraft in die gewünschte vertikale Position. Das Gewicht des Testkopfes **3** und der Trägerarmvorrichtung **2** wird in diesem Zusammenhang durch das Fluid getragen und kompensiert, das im Fluidhalteraum vorhanden ist.

[0059] Wenn z. B. die Bedienungsperson versucht, den Testkopf **3** ein wenig zu heben, dann fällt der Druck im Fluidhalteraum **23** um einen Betrag, der der manuellen Hubkraft entspricht. Die Druckregulierungsvorrichtung **26** erkennt diese Kraft und vergrößert den Druck im Fluidhalteraum **23** entsprechend, so dass der festgelegte Zieldruck abermals erreicht wird. Wenn andererseits der Testkopf **3** abzusenken ist, zieht oder schiebt die Bedienungsperson den Testkopf **3** unter Verwendung einer relativ kleinen Ausübung einer Kraft nach unten, wobei der Druck im Fluidhalteraum **23** vergrößert wird. Die Druckregulierungsvorrichtung **26** erkennt diese Druckzunahme und leitet Fluid aus dem Fluidhalteraum **23** ab, um den ursprünglich festgelegten Zieldruck abermals zu erreichen. Dies senkt den Testkopf **3** ab. Die manuell auszuübende Kraft stellt deshalb ein Steuersignal dar, das die Druckregulierungsvorrichtung **26** veranlasst, Fluid zum Fluidhalteraum **23** hinzuzufügen oder Fluid aus dem Fluidhalteraum **23** abzuleiten, um den festgelegten Wert des Zieldrucks zu reproduzieren. In dieser Weise kann der Testkopf **3** ohne die Anwendung einer beträchtlichen Kraft und in einer sehr präzisen Weise in die genaue vertikale Position gebracht werden, die für das Ankoppeln erforderlich ist.

[0060] In einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Hubvorrichtung **31** die Hubstange **14**, die unter Verwendung der Antriebsspindel **21** (die an die Antriebsspindelmutter **20** gekoppelt ist) vertikal einstellbar ist, wobei als solcher der Kolben **13** in der Höhe einstellbar ist. Die Antriebsspindel **21** kann ein Typ sein, der in einer einfachen und raumsparenden Weise implementiert sein kann, die Antriebsspindel **21** kann z. B. so beschaffen sein, dass sie im Inneren der Kombination aus den Zylindern **7** und **8** positioniert und dadurch geschützt ist. Alternativ sind anstelle einer Antriebsspindel dieses Typs andere Hubvorrichtungen außerdem für die Grobeinstellung der Höhenposition denkbar, z. B. Scherenverbindungen, hydraulische Antriebe oder irgendeinen anderer Typ des Hubmechanismus.

[0061] In einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Hubvorrichtung **31** einen hohlen Hubstab **14**, der mittels einer Antriebsspindel **21** (die an die Antriebsspindelmutter **20** gekoppelt ist) in der Höhe einstellbar ist, wobei die

Antriebsspindel **21** innerhalb des Innenzylinders **7** mittig angeordnet ist, wobei die Antriebsspindel **21** wenigstens teilweise in den hohlen Hubstab **14** eingesetzt sein kann. Eine derartige Ausführungsform kann in einer einfachen und raumsparenden Weise erzeugt werden.

[0062] In einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Fluidhalteraum **23** am oberen Ende durch die obere Stirnfläche **18** des Außenzylinders **8** und am Boden durch den Kolben **13** begrenzt. Dies bedeutet, dass sich der Fluidhalteraum **23** am oberen Ende des Außenzylinders **8** befindet, wobei der Kolben **13** gegen die innere Begrenzungswand des Außenzylinders **8** abgedichtet ist.

[0063] In einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Druckregulierungsvorrichtung **26** einen Druckfeinabstimmungsregulierer **28**, um einen konstanten Druck in der Fluidleitung aufrechtzuerhalten, die zum Fluidhalteraum **23** führt. In dieser Fluidleitung ist ein 3/2-Wegeventil **29** zusammen mit einem Einweg-Restriktor **30** vorgesehen, der zum 3/2-Wegeventil **29** parallelgeschaltet ist. In dieser Weise wird im Fall eines Leistungsausfalls ein unerwünschtes Absenken des Testkopfes **3** verhindert. Außerdem kann während eines Leistungsausfalls der Testkopf **3** außerdem innerhalb eines bestimmten Bewegungsbereichs in einer einfachen Weise manuell angehoben werden, um ein Ankoppeln oder Abkoppeln des Testkopfes **3** zu erlauben.

[0064] Wie oben beschrieben worden ist, kann die Hubvorrichtung **31** verwendet werden, um eine grobe Positionierung des Testkopfes **3** in Bezug auf die Handhabungsvorrichtung **10** zu schaffen. Die Hubvorrichtung **31** kann z. B. verwendet werden, um den Testkopf **3** in eine Position bereit zum Ankoppeln oder möglicherweise in eine Position bereit zum Betätigen zu steuern, wobei beide früher beschrieben worden sind. Ferner kann ein durch die pneumatische Ausrüstung bereitgestellter Konformitätsbewegungsbereich verwendet werden, um einen Bewegungsbereich für die präzise Ausrichtung des Testkopfes **3** in Bezug auf die Handhabungsvorrichtung **10** zu schaffen, wobei sich der Testkopf **3** in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand befindet.

[0065] Obwohl verschiedene beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Verwendung einer Antriebsspindel als Antriebsmechanismus beschrieben worden sind, kann der Antriebsmechanismus irgendein Typ eines Mechanismus sein, der den Außenzylinder und als solchen den Testkopf antreibt. Der Antriebsmechanismus kann z. B. ein Gewindeantriebsmechanismus (z. B. eine Antriebsspindel oder eine Kugelumlaufspindel), ein pneumatischer Antriebsmechanismus oder irgendein anderer Mechanismus, der zum Antreiben einer ver-

tikalen Last nützlich ist, sein.

[0066] Verschiedene beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind hinsichtlich einer vertikalen Achse beschrieben worden. Der Antriebsmechanismus ist z. B. beschrieben worden, um den Testkopf in einer vertikalen Richtung zu bewegen. Ferner schafft der hierin beschriebene druckluftkonforme Kopplungsmechanismus die Konformität in einer vertikalen Richtung; es ist jedoch beabsichtigt, dass diese Merkmale auf andere Bewegungsachsen des Testkopfes angewendet werden können. Der Antriebsmechanismus kann z. B. den Testkopf in jeder Richtung, die von einer vertikalen Richtung verschieden ist (z. B. einer Richtung im Winkel von 45 Grad, einer horizontalen Richtung usw.), antreiben, wobei der Konformitätsmechanismus die Konformität in jeder Richtung bereitstellen kann, die von einer vertikalen Richtung verschieden ist. Ferner wird der hierin beschriebene Begriff der Gewichtslosigkeit so verwendet, dass er bedeutet, dass der Testkopf bezüglich jeder auf den Testkopf ausgeübten äußeren Kraft und nicht nur bezüglich der Gravitationskräfte (z. B. Kabelkräfte, Ankopplungskräfte usw.) gewichtslos ist.

Patentansprüche

1. Positionierungsvorrichtung (1) zum Positionieren eines Testkopfes (3) zum Testen elektronischer Komponenten, wobei die Positionierungsvorrichtung (1) umfasst:

einen Antriebsmechanismus (20, 21) zum Bewegen des Testkopfes (3) in einer vertikalen Richtung; und einen druckluftkonformen Kopplungsmechanismus (23), der mit dem Antriebsmechanismus (20, 21) gekoppelt ist, wobei der druckluftkonforme Kopplungsmechanismus (23) den Testkopf (3) in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand unterstützt und einen Bewegungsbereich für den Testkopf (3) in der vertikalen Richtung schafft,

dadurch gekennzeichnet, dass der druckluftkonforme Kopplungsmechanismus (23) über dem Antriebsmechanismus (20, 21) positioniert und an diesem befestigt ist, derart, dass der Antriebsmechanismus (20, 21) den druckluftkonformen Kopplungsmechanismus (23) bewegt, wenn er den Testkopf (3) in der vertikalen Richtung bewegt.

2. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Antriebsmechanismus (20, 21) mit einem Gewinde versehen ist.

3. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der druckluftkonforme Kopplungsmechanismus (20, 21) einen Fluidraum (23) und einen Druckregulierer, um in dem Fluidraum (23) einen Druck aufrecht zu erhalten, umfasst, derart, dass der Testkopf (3) in dem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand aufgehängt werden kann.

4. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner umfasst:

einen Innenzylinder (7);
einen Außenzylinder (8), der über dem Innenzylinder (7) angeordnet ist, derart, dass er in einer Längsrichtung gleiten kann;
eine Trägerarmvorrichtung (2), die den Testkopf (3) trägt und an dem Außenzylinder (8) befestigt ist;
eine Hubvorrichtung (31) zum Anheben und Absenken des Außenzylinders (8);
einen Fluidhalterraum (23), der ein Teil des druckluftkonformen Kopplungsmechanismus ist, wobei der Fluidhalterraum (23) in dem Außenzylinder (8) vorgesehen ist; und
eine Druckerzeugungsvorrichtung (27), die über eine Fluidleitung (25) mit dem Fluidhalterraum (23) verbunden und so entworfen ist, dass sie eine Fluidruckkraft erzeugt, die entgegengesetzt zu dem Gewicht des Testkopfes (3) und der Trägerarmvorrichtung (2) gerichtet ist, wobei die Hubvorrichtung (31) einen Kolben (13) umfasst, der in dem Außenzylinder (8) angeordnet ist, wobei der Außenzylinder (8) in Bezug auf den Kolben (13) gleiten kann und der Druck in dem Fluidhalterraum (23) über eine Druckregulierungsvorrichtung (26) in der Weise reguliert werden kann, dass der Außenzylinder (8) zusammen mit der Trägerarmvorrichtung (2) und dem Testkopf (3) in eine aufgehängte Position gebracht werden kann, die in Bezug auf den Kolben (13) in der Höhe einstellbar ist.

5. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 4, bei der die Hubvorrichtung (31) eine Hubstange umfasst, die mittels eines Gewindeantriebsmechanismus in der Höhe einstellbar ist und den Kolben (13) am oberen Ende der Hebestange trägt.

6. Positionierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, bei der die Hubvorrichtung (31) eine hohle Hubstange (14) umfasst, die über einen Gewindeantriebsmechanismus in der Höhe einstellbar ist, wobei der Gewindeantriebsmechanismus einen Gewindeantrieb besitzt, der in dem Innenzylinder (7), der in die hohle Hubstange (14) eingeführt ist, mittig angeordnet ist.

7. Positionierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei der der Fluidhalterraum (23) am oberen Ende durch eine obere Stirnfläche des Außenzylinders (8) und am Boden durch den Kolben (13) begrenzt ist.

8. Positionierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei der die Druckregulierungsvorrichtung einen Druckregulierer umfasst, um in der Fluidleitung, die zu dem Fluidhalterraum führt, einen konstanten Druck aufrecht zu erhalten, und bei der in der Fluidleitung ein 3/2-Wegeventil und ein Einweg-Restriktor vorgesehen und zueinander parallel geschaltet sind.

9. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner umfasst:
 einen Außenzylinder (8);
 einen Träger (2), der mit dem Außenzylinder (8) gekoppelt ist, um den Testkopf (3) zu tragen;
 einen Kolben (13), der in dem Außenzylinder (8) angeordnet ist, wobei der Kolben (13) und der Außenzylinder (8) einen Fluidraum (23) definieren, der einen Teil des druckluftkonformen Kopplungsmechanismus in dem Außenzylinder (8) bildet;
 einen Druckregulierer (28), um einen Druck in dem Fluidraum (23) aufrecht zu erhalten, derart, dass der Testkopf (3) in einer im Wesentlichen gewichtslosen Position aufgehängt werden kann, wobei diese Position in einer vertikalen Richtung einstellbar ist;
 eine Hubvorrichtung (31) zum Anheben und Absenken des Außenzylinders (8), wobei die Hubvorrichtung (31) den mit dem Kolben (13) gekoppelten Antriebsmechanismus (20, 21) enthält; und
 eine Antriebsvorrichtung (52), um den Antriebsmechanismus (20, 21) so zu betreiben, dass er den Testkopf (3) in eine vorgegebene Position bewegt.

10. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei der der Antriebsmechanismus (20, 21) ein Gewindeantriebsmechanismus ist.

11. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 10, bei der der Antriebsmechanismus (20, 21) ein Antriebsspindelmechanismus ist.

12. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei der der Fluidraum (23) über dem Antriebsmechanismus (20, 21) positioniert ist, derart, dass der Testkopf (3) dann, wenn der Antriebsmechanismus (20, 21) den Fluidraum (23) in einer vertikalen Richtung antreibt, ebenfalls in der vertikalen Richtung angetrieben wird.

13. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 9, die zusätzlich umfasst:
 einen Positionssensor (50), um eine vertikale Position des Testkopfes (3) zu detektieren.

14. Verfahren zum Positionieren eines Testkopfes (3) zum Testen elektronischer Komponenten, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
 (a) Bereitstellen einer Fluidströmung in einen Fluidraum (23), der mit dem Testkopf (3) gekoppelt ist;
 (b) mechanisches Bewegen des Testkopfes (3) in eine gewünschte Position in einer vertikalen Richtung unter Verwendung eines Antriebsmechanismus (20, 21) nach dem Schritt (a); und
 (c) fluidisches Aufhängen des Testkopfes (3) in einem im Wesentlichen gewichtslosen Zustand durch Aufrechterhalten eines Fluiddrucks in dem Fluidraum (23), der zwischen dem Testkopf (3) und dem Antriebsmechanismus (20, 21) positioniert ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, das ferner den

folgenden Schritt umfasst:
 Expandieren und Kontrahieren des Fluidraums (23) unter Verwendung eines Kolbens (13), der an dem Antriebsmechanismus befestigt ist.

16. Verfahren nach Anspruch 14, das ferner den folgenden Schritt umfasst:
 Ausüben einer äußeren Kraft, um die gewünschte Position des Testkopfes (3) einzustellen.

17. Verfahren nach Anspruch 14, das ferner den folgenden Schritt umfasst:
 Bereitstellen einer Luftströmung in den Fluidraum (23), derart, dass der im Wesentlichen gewichtslose Zustand des Testkopfes (3) aufrechterhalten wird.

18. Verfahren nach Anspruch 14, das ferner den folgenden Schritt umfasst:
 Bereitstellen einer Luftströmung aus dem Fluidraum (23), derart, dass der im Wesentlichen gewichtslose Zustand des Testkopfes (3) aufrechterhalten wird.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

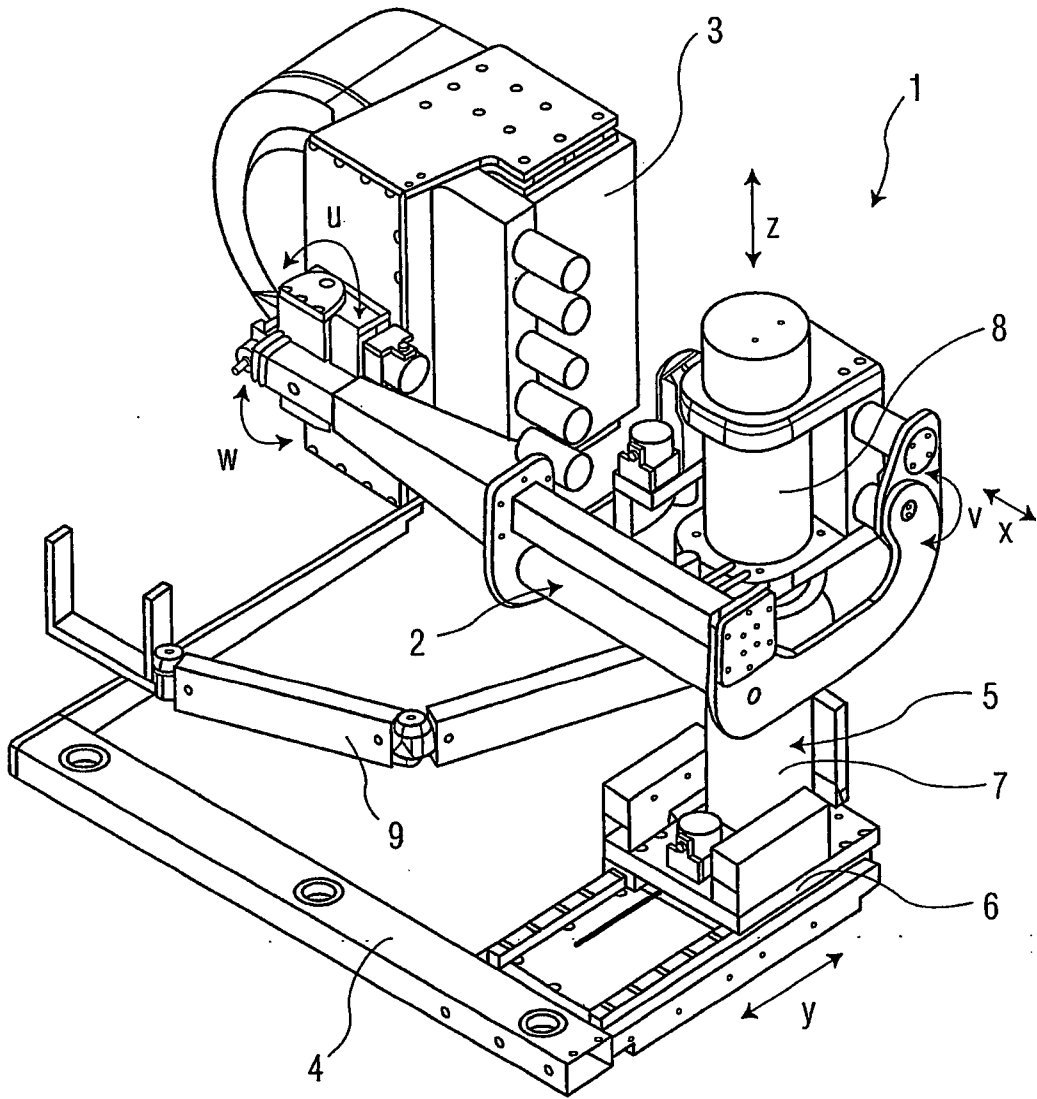


FIG. 1

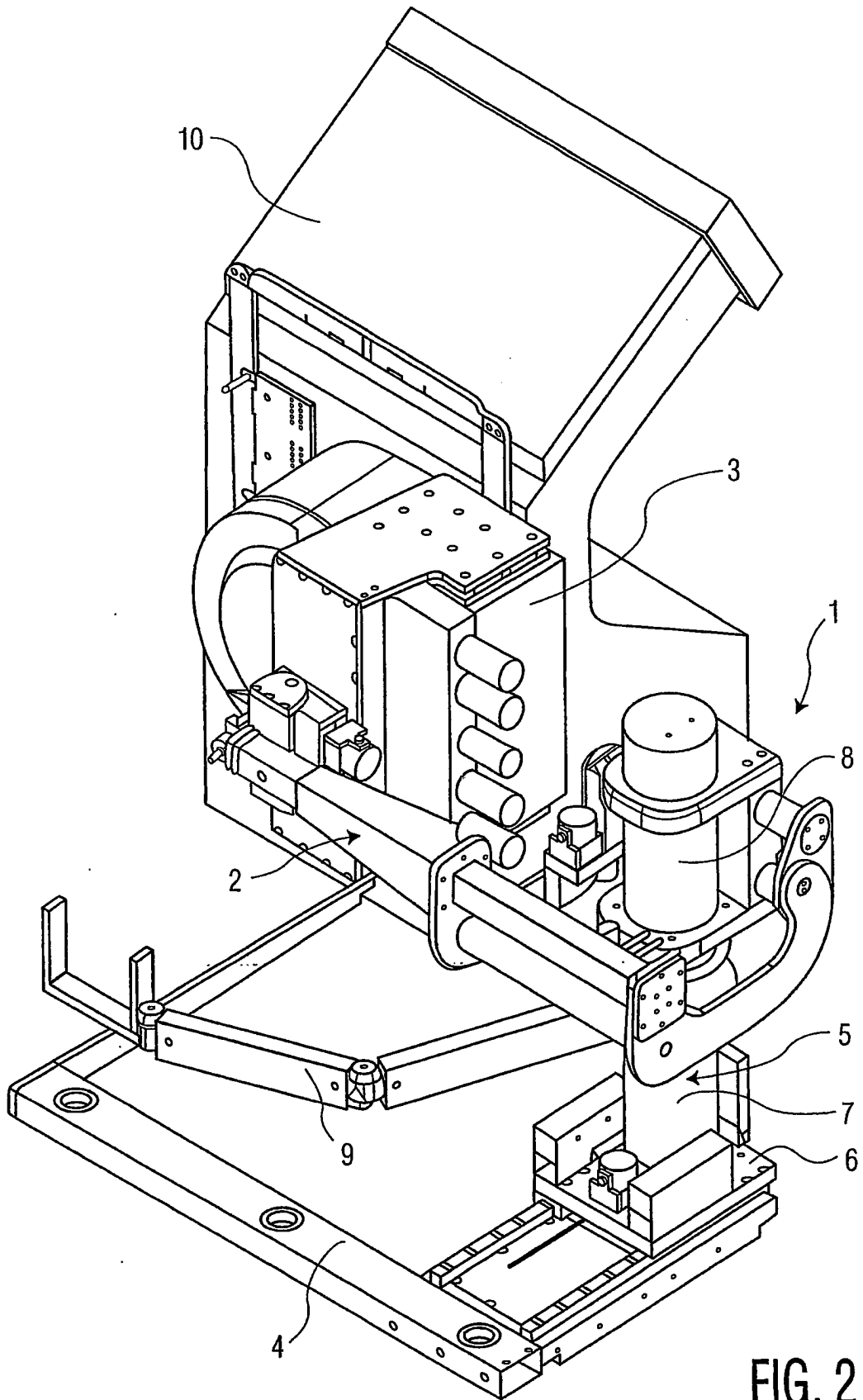


FIG. 2

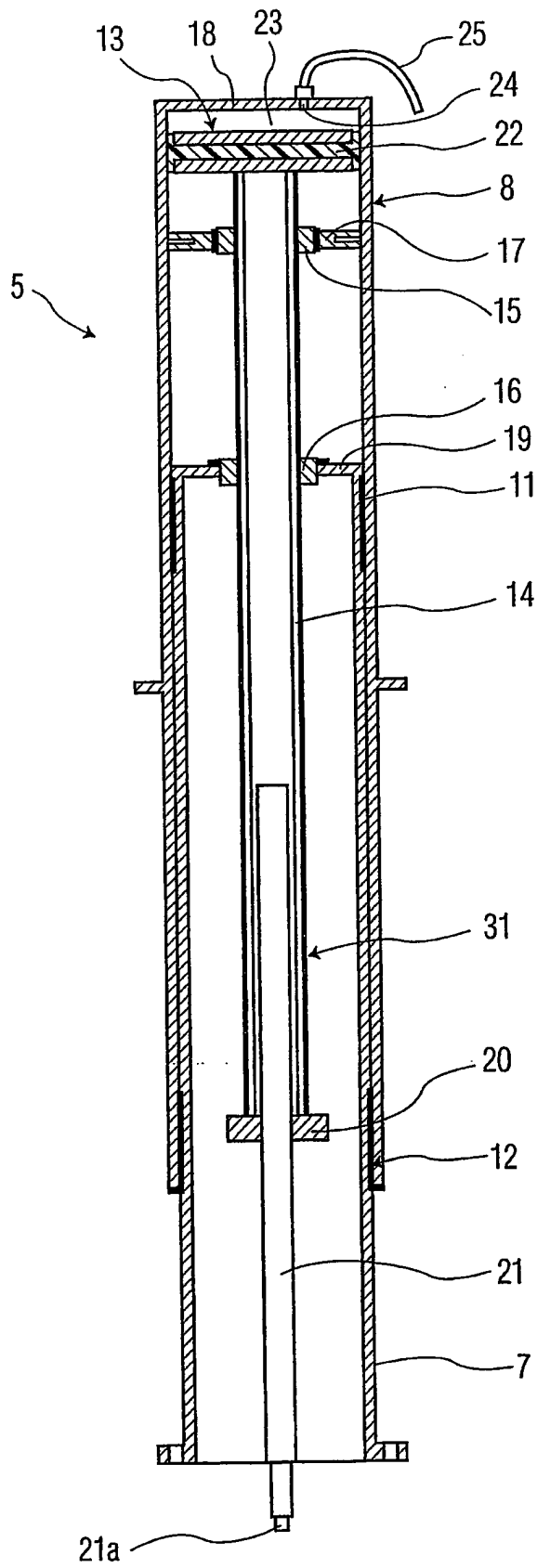


FIG. 3

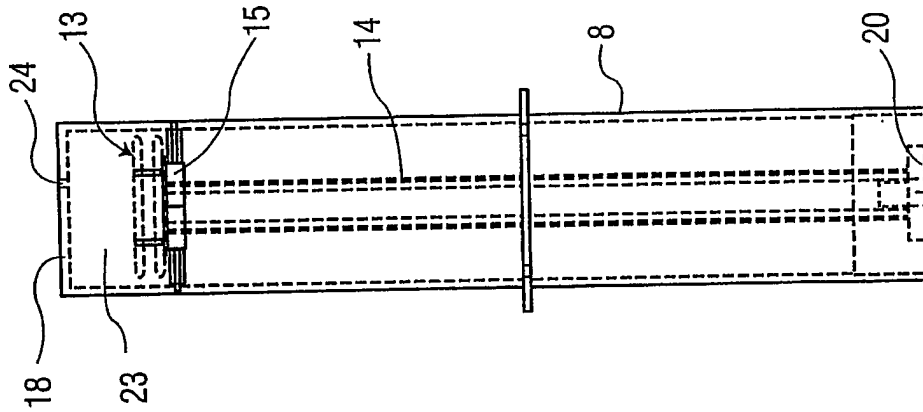


FIG. 6

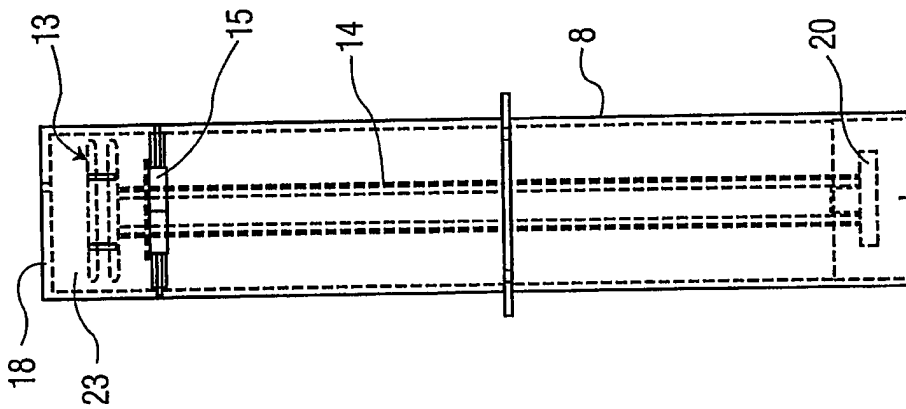


FIG. 5

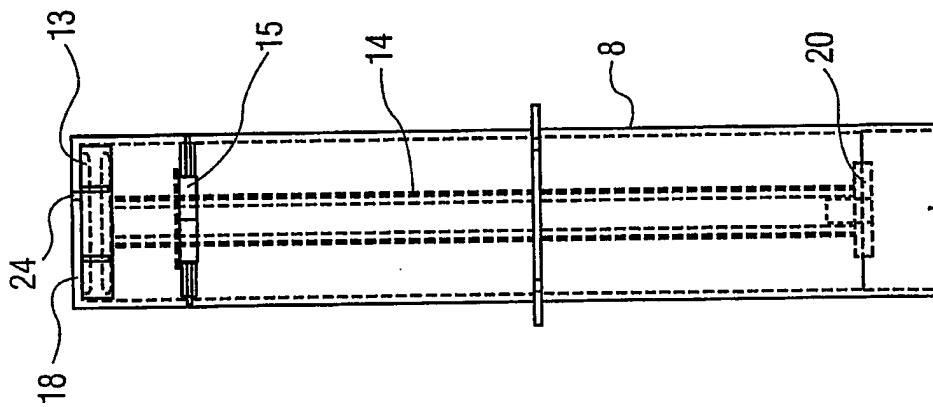


FIG. 4

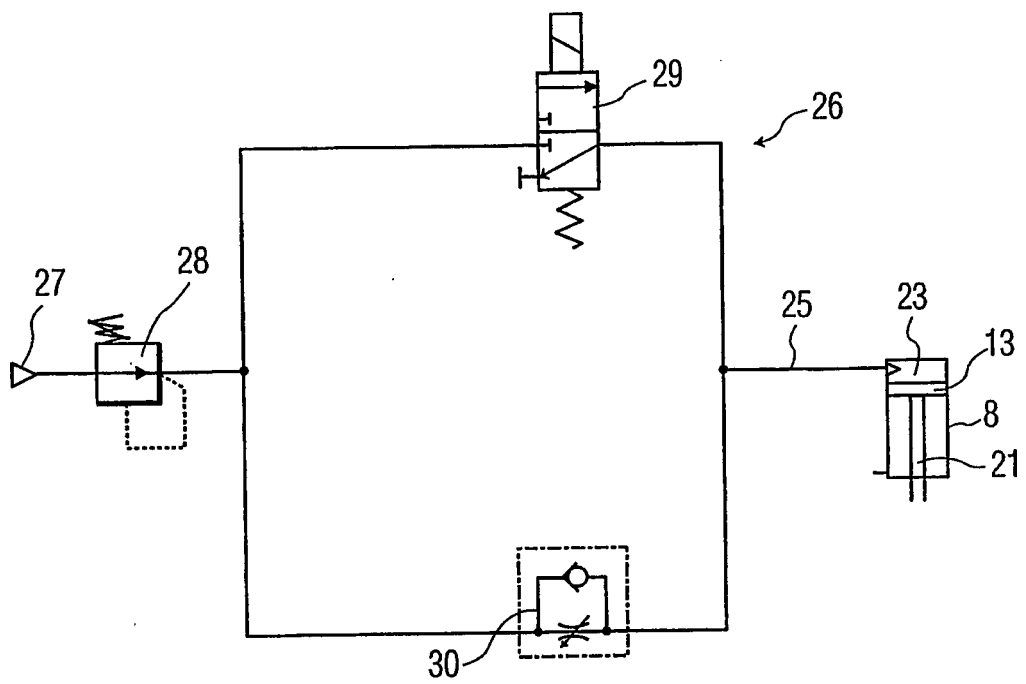


FIG. 7

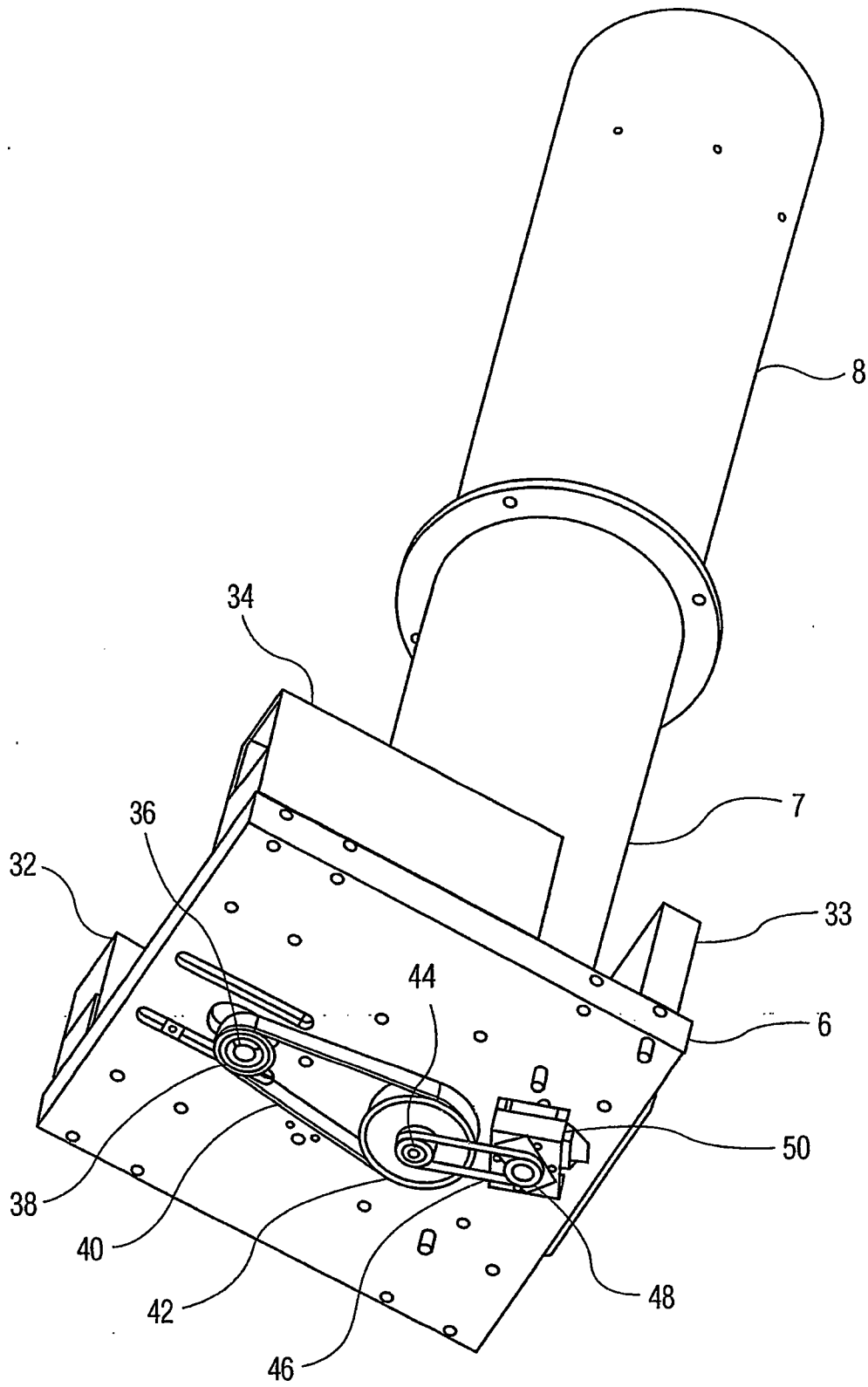


FIG. 8

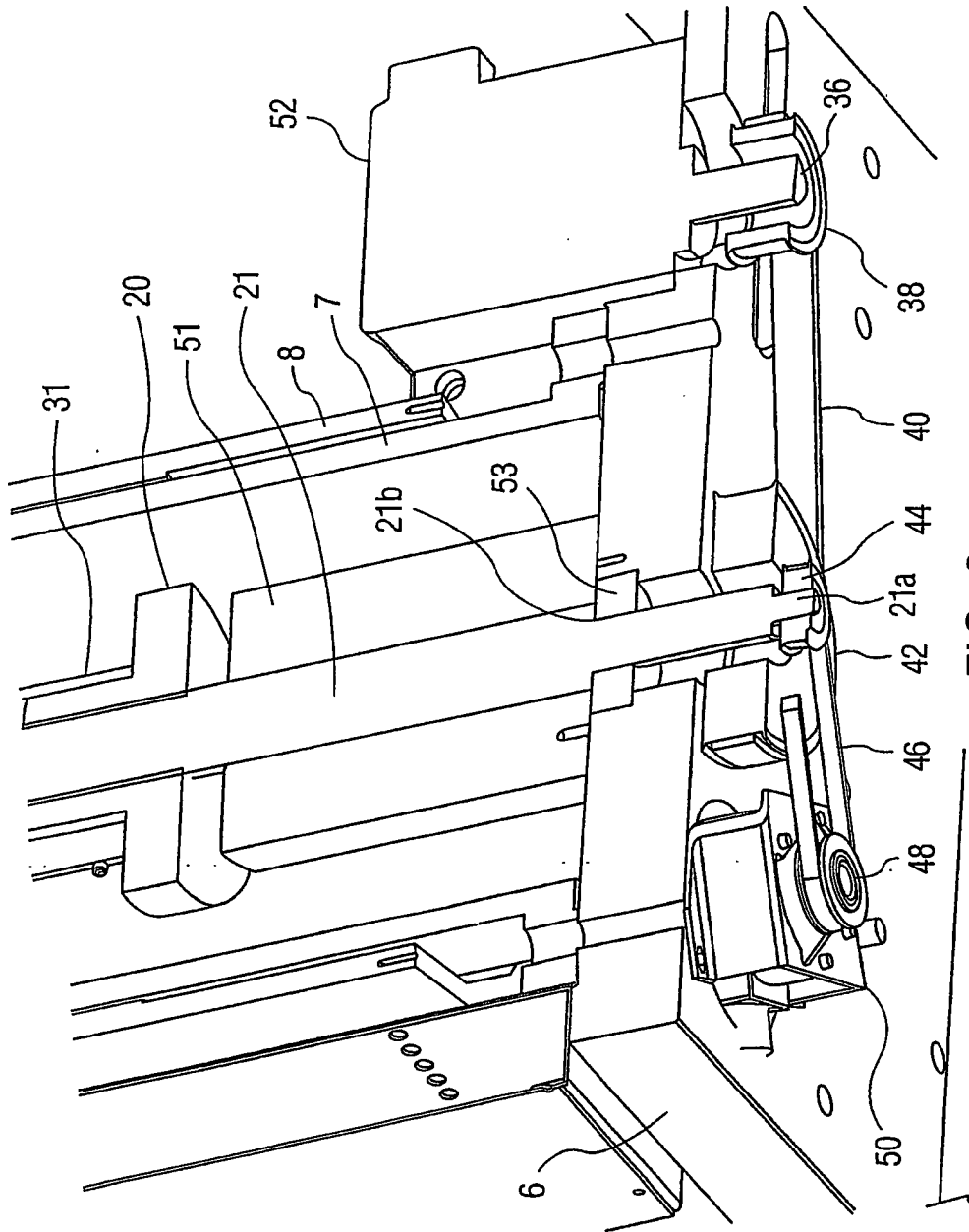


FIG. 9

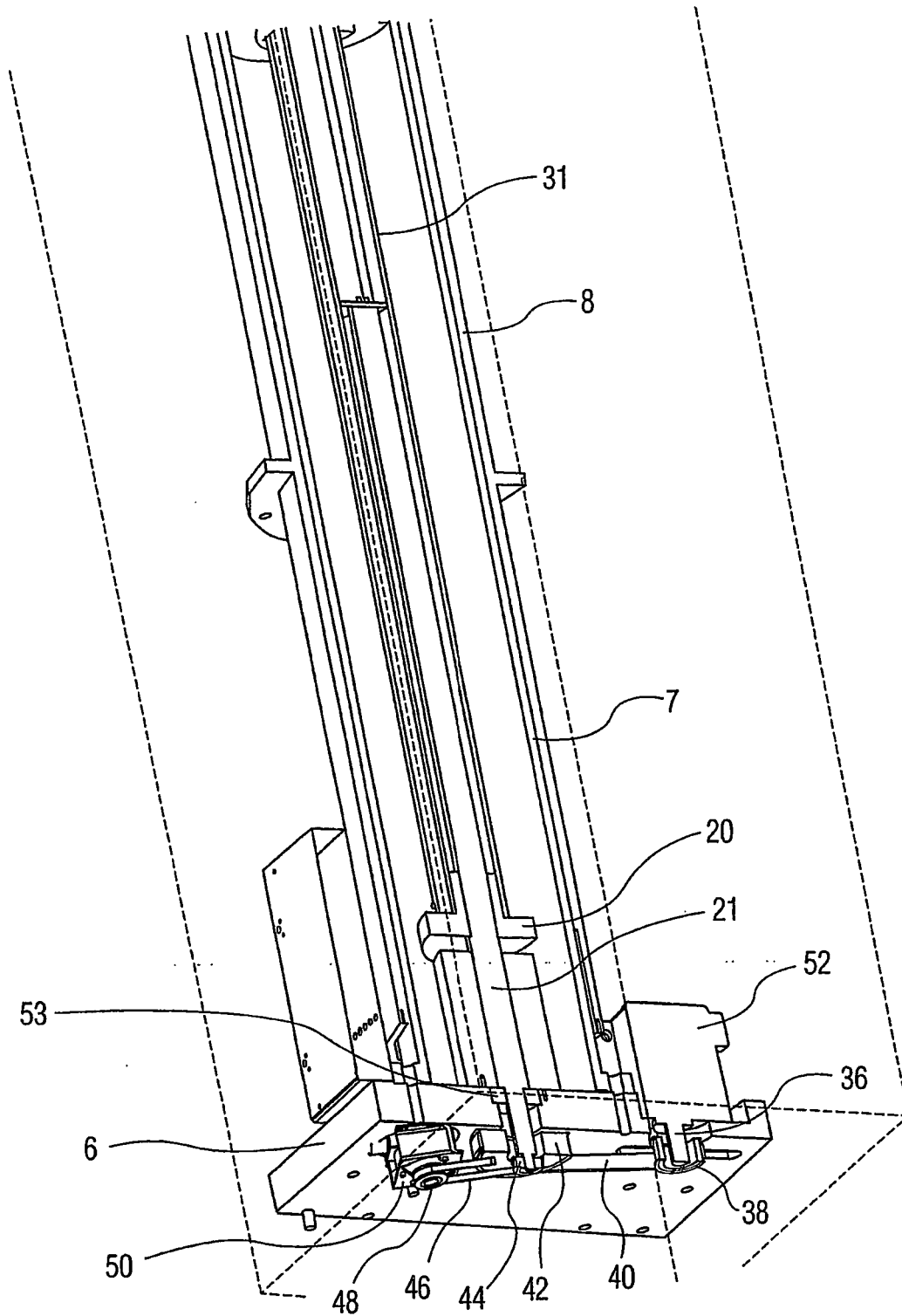


FIG. 10

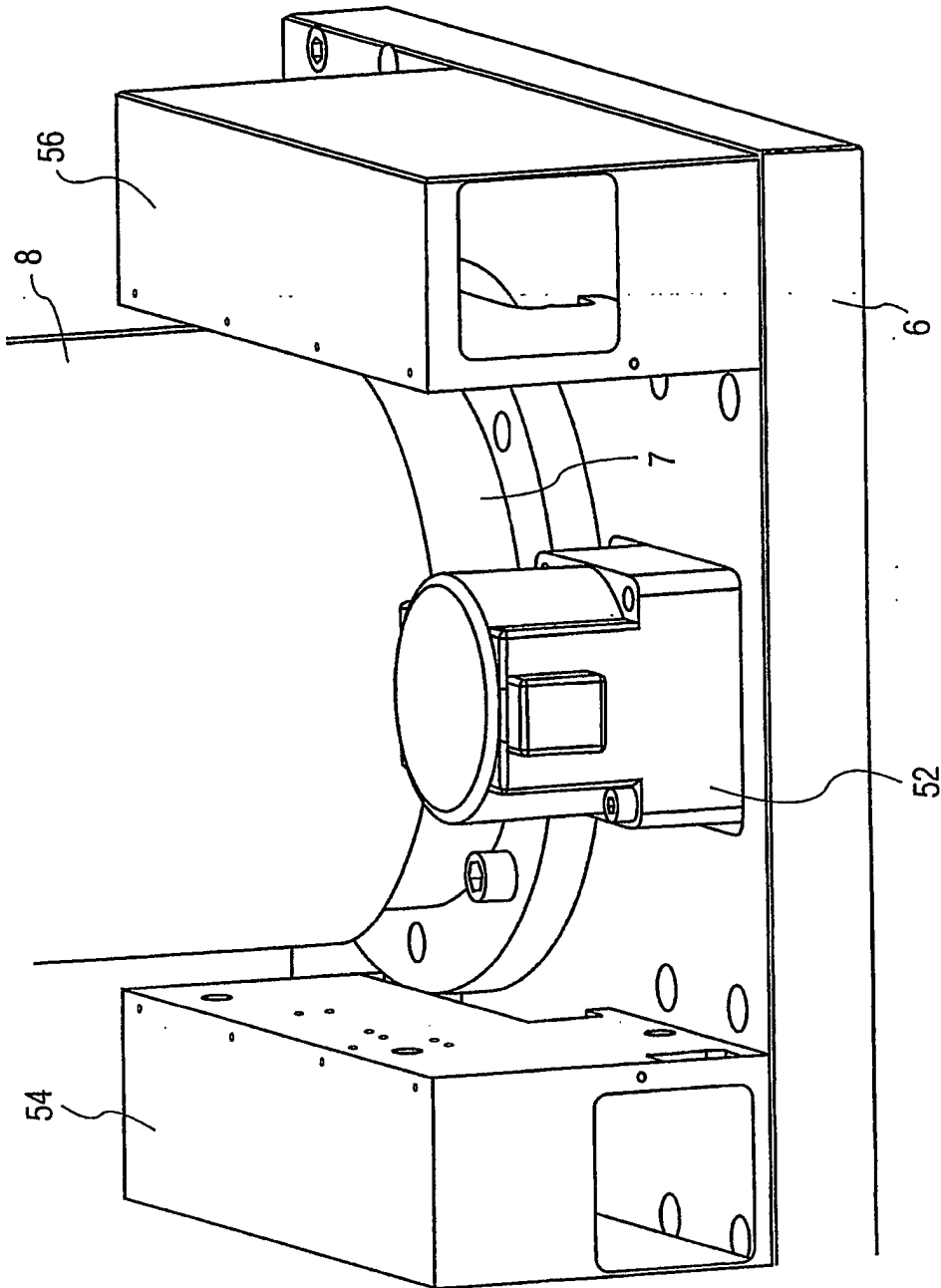


FIG. 11