



(10) **DE 10 2008 051 111 B4** 2013.01.24

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 051 111.0**  
(22) Anmeldetag: **09.10.2008**  
(43) Offenlegungstag: **29.04.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **24.01.2013**

(51) Int Cl.: **A61B 17/00** (2006.01)  
**A61B 17/94** (2006.01)  
**A61B 17/34** (2006.01)  
**A61B 1/00** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Kunz, Reiner, Prof.Dr.med., 14532, Kleinmachnow,  
DE**

(74) Vertreter:  
**König, Beate, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 80539,  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

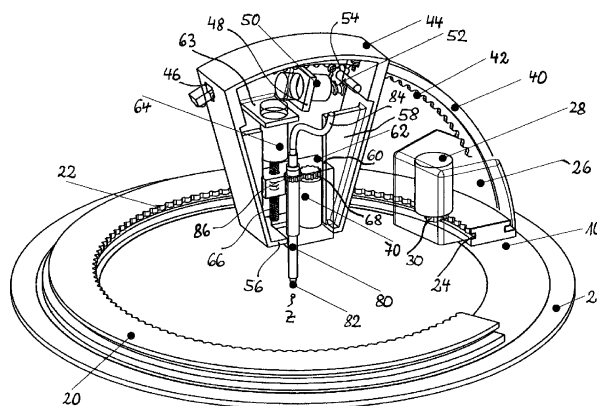
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| DE | 199 02 036       | C1 |
| DE | 100 55 293       | A1 |
| DE | 94 14 957        | U1 |
| US | 2008 / 0 058 603 | A1 |
| US | 2008 / 0 167 663 | A1 |
| EP | 1 723 918        | A1 |
| JP | 2004 129 956     | A  |

n.n.: "Neue Freiräume Roboter - Kinematik mit  
direkter Antriebstechnik". In: **HANDLING 01-02/  
2008, S.24** , ISBN-13: 9770936736007

(54) Bezeichnung: **Halterungs- und Führungseinrichtung für ein endoskopisches Instrument**

(57) Hauptanspruch: Halterungs- und Führungsvorrichtung für ein endoskopisches Instrument (82), umfassend eine erste, sich in einer ersten Ebene erstreckende, eine Fläche umgrenzende Führungseinrichtung (20), einen ersten, entlang der ersten Führungseinrichtung (20) verfahrbaren Schlitten (26), eine zweite, mit dem ersten Schlitten (26) verbundene, in einer zu dieser ersten Ebene senkrechten zweiten Ebene sich erstreckende Führungseinrichtung (40), einen zweiten, entlang der zweiten Führungseinrichtung (40) verfahrbaren Schlitten (44), eine mit dem zweiten Schlitten (44) verbundene, um ihre Längsachse drehbare und in axialer Richtung bewegbare Aufnahme (80) für das endoskopische Instrument (82), Antriebseinheiten (28, 50, 64, 70) für den ersten und den zweiten Schlitten (26, 44) sowie für die Aufnahme (80) für das endoskopische Instrument (82) und eine den Antriebseinheiten zugeordnete Steuerung, dadurch gekennzeichnet, dass zur Befestigung der ersten Führungseinrichtung (20) auf der Bauchdecke und zum individuellen Ausgleich von Höhenunterschieden als Adapter ein oder mehrere Klebeadapterteile...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Halterungs- und Führungsvorrichtung für ein endoskopisches Instrument.

**[0002]** Bei Einsatz der laparoskopischen Operationstechnik wird mindestens ein Endoskop mit beispielsweise einer Kamera zur Erfassung und Sichtkontrolle verwendet, das während des Eingriffs gehalten und nachgeführt werden muss. Das Endoskop muss somit in verschiedene Schwenkstellungen gebracht werden, damit der Operateur stets das gewünschte Bild, den geeigneten Bildausschnitt und die geforderte Blickrichtung geliefert bekommt. Die Bedienung des Endoskops wird üblicherweise von einem Assistenzarzt nach Anweisung des Operators übernommen, wobei hierfür hohe Konzentration und sehr gute Kommunikation erforderlich sind und der Assistenzarzt ausschließlich hiermit beschäftigt ist.

**[0003]** Daher hat das Bedürfnis bestanden, die Positionierung und Halterung des Endoskops zu automatisieren. Hierzu sind bereits Lösungen vorgeschlagen worden, bei denen das Endoskop oder ein anderes laparoskopisches Instrument an einer seitlich vom Operationstisch oder darüber angeordneten Halterungseinrichtung befestigt ist. Nachteilig bei solchen Anordnungen sind deren Raumbedarf, Kosten, aufwendige Sterilisierung sowie die Tatsache, dass der Arbeitsbereich des Chirurgen eingeschränkt wird.

**[0004]** Die JP 2004129956 A, auf die sich der Oberbegriff des Anspruchs 1 bezieht, offenbart eine Endoskophalterung, die seitlich vom Operationstisch in der Position frei verstellbar angeordnet ist. Die Endoskophalterung umfasst einen an einem Stativ **26** montierten Arm **24** und drei an diesem angebrachte Halte-  
teile **34**, **36** und **38**, die in seitlicher, vertikaler und in Längsrichtung bewegbar sind. Dies wird in den Figuren mit den griechischen Buchstaben  $\Phi$ ,  $\theta$  und  $\gamma$  gekennzeichnet. Gehalten wird das Endoskop am dritten Halteteil. Eine Drehung des Endoskops ist durch einen Doppelpfeil angedeutet. Für den Antrieb sind drei Motoren **54**, **70** und **78** vorgesehen. Der Motor **54** beispielsweise ist mit einem Zahnstangentrieb **48**, **56** gekoppelt.

**[0005]** Nachteilig bei einer Stativhalterung ist deren Raumbedarf am Operationstisch. Muss während einer Operation ein anderer Trokarzugang gewählt werden, muss ein zusätzliches steriles Stativ vorgesehen und die Endoskophalterung samt Endoskop dort angebracht werden. Wird ein dritter oder vierter Trokarzugang benötigt, wiederholt sich diese Prozedur. Die zugehörigen Maßnahmen beanspruchen Assistenzpersonal und kosten Zeit.

**[0006]** In der DE 199 02 036 C1 ist eine Vorrichtung zum Halten einer Trokarröhre in unterschiedlichen

räumlichen Ausrichtungen beschrieben. Die Vorrichtung umfasst ein relativ zu dem Patienten positionierbares Basisteil mit einem Verbindungsglied veränderbarer Steifigkeit. Das Basisteil umschließt ein Halteteil für die Trokarröhre und kann so die Trokarröhre in einer gewünschten Orientierung fixieren. Eine Anordnung ausschließlich an dem Körper des Patienten, d. h. auf die Bauchdecke aufgesetzt, kann allein durch das Gewicht der Vorrichtung oder unter Einsatz eines wieder lösbaren Klebstoffs vorgesehen werden.

**[0007]** Eine in der DE 100 55 293 A1 beschriebene Vorrichtung zum Positionieren und Halten eines endoskopischen Instruments umfasst einen Halter mit zwei bügelförmigen Elementen, die kreuzweise angeordnet sind und deren Enden jeweils der Körperoberfläche des Patienten zugewandt sind. Die bügelförmigen Elemente sind jeweils um eine durch ihre Enden verlaufende Achse schwenkbar. Das endoskopische Instrument ist in einem Einsatz im Überlappungsbereich der beiden bügelförmigen Elemente angeordnet, geführt und gegebenenfalls fixierbar.

**[0008]** Für Pick & Place-Anwendungen wurde ein z. B. in Handling/01-02-2008, unter Kennziffer 219, 220 veröffentlichter sogenannter Galileo-Sphere-Roboter mit einem Greifer mit mechanischem Handgelenk entwickelt, der sich besonders für den Einsatz in großen Arbeitsräumen eignet. Der Roboter mit Greifer umfasst einen unteren ersten bogenförmigen, in einer Ebene vorgesehenen Linearantrieb, der eine volle Umdrehung des Greiferarms ermöglicht, und einen entlang dieser Bogenbahn, in einer dazu senkrechten Ebene verfahrbaren zweiten bogenförmigen Antrieb für eine Schwenkbewegung des Greiferarms. Eine mit einem Schlitten versehene Diagonalführung in der Ebene des ersten Linearantriebs, durch die sich eine kardanische Aufhängung des Greiferarms ergibt, ermöglicht eine Verschwenkung um mehr als  $68^\circ$ . Aufgrund direkter Antriebstechnik können Lasten bis 4 kg innerhalb eines Aktionsradius von 500 mm hochgenau und dynamisch bewegt werden.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Halterungs- und Führungsvorrichtung mit geringem Raum- und Gerätebedarf zu schaffen, die ein insbesondere automatisches Positionieren und Nachführen einer Optik oder eines anderen endoskopischen Instruments während eines chirurgischen Eingriffs ermöglicht sowie wenig personellen Bedienungsaufwand und -zeit erfordert.

**[0010]** Diese Aufgabe ist durch die Erfindung bei einer Halterungs- und Führungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Halterungsvorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0011]** Eine erfindungsgemäße Halterungs- und Führungsvorrichtung umfasst somit eine erste, sich im wesentlichen in einer Ebene erstreckende, eine Fläche umgrenzende Führungseinrichtung, einen ersten, entlang der ersten Führungseinrichtung verfahrbaren Schlitten, eine zweite, mit dem ersten Schlitten verbundene, sich in einer zu dieser senkrechten Ebene erstreckende Führungseinrichtung, einen zweiten, entlang der zweiten Führungseinrichtung verfahrbaren Schlitten, eine mit dem zweiten Schlitten verbundene, um ihre Längsachse drehbare und in axialer Richtung bewegbare Aufnahme für das endoskopische Instrument, Antriebseinheiten für den ersten und den zweiten Schlitten sowie für die Aufnahme für das endoskopische Instrument und eine den Antriebseinheiten zugeordnete Steuerung. Zur Befestigung der ersten Führungseinrichtung auf der Bauchdecke und zum individuellen Ausgleich von Höhenunterschieden als Adapter sind ein oder mehrere Klebeadapterteile für einen Höhen- und/oder Seitenausgleich vorgesehen.

**[0012]** Für Anwendungsfälle mit laparoskopischen Instrumenten, die nur statisch fixiert werden müssen, kann grundsätzlich der oben beschriebene Aufbau der Halterungs- und Führungseinrichtung benutzt werden. Da die Halterungs- und Führungseinrichtung keine Antriebe braucht, wenn die Instrumente nicht bewegt werden müssen, sind dementsprechend die Antriebseinheiten und die diesen zugeordnete Steuerung durch eine Haltevorrichtung mit lösbarer Bremse ersetzt.

**[0013]** Die erfindungsgemäße Halterungs- und Führungsvorrichtung umfasst eine integrierte Anordnung des Endoskopantriebs dadurch, dass der zweite Schlitten mit dem ersten Schlitten bewegungsmäßig gekoppelt ist. Dies ermöglicht einen kompakten Aufbau und damit dessen unmittelbare Zuordnung zum Patienten, so dass umfangreiche Stütz- und Haltevorrichtungen neben oder über dem Operationstisch entbehrlich sind. Zugleich ist der motorische Antrieb für die notwendigen x-y-z-Bewegungen bzw. Rotationen und damit die automatische Nachführung des Endoskops gewährleistet. Des weiteren können die Bewegungswege auf das Erforderliche beschränkt werden und so die Bauteile kleinstmöglich verwendet werden. Dem Operateur steht auf diese Weise ein großer Handlungsfreiraum zur Verfügung. Für die Steuerung kann z. B. eine Sprachsteuerung oder auch eine Sensorsteuerung vorgesehen werden. So kann eine sich an der Instrumentenspitze orientierende Sensorik mit dem Antrieb gekoppelt sein.

**[0014]** Für die erste Führungseinrichtung ist ein Adapter vorgesehen. Dieser wird nach Druckbeaufschlagung der Bauchdecke von innen her direkt auf die Bauchdecke aufgebracht und die erste Führungseinrichtung dann darauf befestigt. Gemäß der Erfindung sind für einen Höhen- und/oder Seitenausgleich

sind als Adapter ein oder mehrere Klebeadapterteile vorgesehen. Diese Adapterteile ermöglichen eine Anpassung an die individuelle Gestalt der Bauchdecke bzw. Anatomie des Patienten. Ihr entsprechend werden unterschiedliche Abmessungen der Adapterteile gewählt und die erste Führungseinrichtung selbst, deren Aufbau im Vergleich dazu komplex ist, braucht dann nicht angepasst zu werden.

**[0015]** Besonders zweckmäßig ist die erste Führungseinrichtung kreisförmig ausgebildet. Sie kann eine geschlossene Fläche umgrenzen, aber auch als Teilring ( $< 360^\circ$ ) ausgebildet sein, abhängig von den Gegebenheiten des geplanten Eingriffs. Durch die Kreisgestalt ergibt sich eine besonders einfache räumlich Bewegungsbahn des Endoskops. Andere Ausgestaltungen des Verlaufs der ersten Führungsbahn (z. B. oval, elliptisch) sind, soweit es die Steuerung des Antriebs erlaubt, auch möglich, wobei abhängig z. B. von der Geometrie der Führung die Antriebswege berechnet werden können und so die Gestaltungsmöglichkeiten der Führungseinrichtungen vergrößert sind.

**[0016]** Die zweite Führungseinrichtung ist vorzugsweise kreisförmig, was den Endoskopantrieb vereinfacht. Jedoch kann wie bei der ersten Führungseinrichtung auch eine andere Bogenform oder sogar gegebenenfalls lineare Gestalt gewählt werden, wenn dies der geplante Eingriff, die räumlichen Bedingungen bzw. die Antriebssteuerung erlauben.

**[0017]** Vorzugsweise überspannt die zweite Führungseinrichtung einen Kreisbogen von  $90^\circ \pm X^\circ$ , wobei X und damit die Endoskopbewegungswege an die gewählte Operationstechnik angepasst sind.

**[0018]** Vorzugsweise ist der Adapter in der Höhenabmessung flexibel ausgestaltet, so dass die Anatomie des Patienten in Einem ausgeglichen werden kann. Zugleich werden zweckmäßig in der Horizontalen in Abständen Adapterpunkte für die erste Führungseinrichtung vorgesehen. Der Adapter kann des weiteren eine insbesondere verfestigbare Gelfüllung enthalten. Auf diese Weise lässt sich zunächst die Anordnung der ersten Führungseinrichtung optimal ausrichten und kann dann in dieser Position fixiert werden. Je nach den Erfordernissen kann die Verfestigung reversibel oder nicht reversibel sein. Alternativ können auch andere physikalische (z. B. magnetische) oder chemische Mechanismen zur Fixierung genutzt werden. Es kann auch eine magnetische Befestigung der ersten Führungseinrichtung am Adapter vorgesehen werden. Zusätzlich können Führungsbolzen vorgesehen sein.

**[0019]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die erste und/oder zweite Führungseinrichtung als Hohlkörper ausgebildet, wodurch das Gewicht der Halterungs- und Führungsvorrichtung

verringert ist und die Bauchdecke des Patienten weniger belastet wird. Als Material für die so ausgestalteten Führungseinrichtungen kann z. B. Aluminium- oder Magnesiumguss verwendet werden. Es kann auch Kunststoff insbesondere als Vollmaterial, d. h. für Massivausführungen, vorgesehen werden, der sich leichter sterilisieren lässt.

**[0020]** Für den Antrieb des ersten und/oder zweiten Schlittens kann ein Linearmotorantrieb, des weiteren eine mechanische oder magnetische Verzahnung vorgesehen sein, die im letzteren Fall mit einem entsprechend magnetischen Ritzel kämmt. Alternativ kann für den ersten und/oder zweiten Schlitten ein Reibradantrieb vorgesehen sein. Das Vorsehen der Magnetverzahnung oder des Reibradantriebs ermöglichen glattflächige Führungsprofile, die günstig für die Reinigung und Gewährleistung der Sterilität sind.

**[0021]** Die Erfindung wird im folgenden weiter anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung beschrieben. Diese Darstellung dient lediglich zur Veranschaulichungszwecken und soll die Erfindung nicht auf die konkret angegebenen Merkmalskombinationen einschränken. Es zeigen

**[0022]** [Fig. 1](#) eine perspektivische schematische Darstellung des Aufbaus einer Halterungs- und Führungsvorrichtung ohne Klebeadapterteil(e) für einen Höhen- und/oder Seitenausgleich gemäß der Erfindung,

**[0023]** [Fig. 2](#) eine Frontalansicht der Halterungs- und Führungsvorrichtung von [Fig. 1](#) und

**[0024]** [Fig. 3](#) eine Draufsicht der Halterungs- und Führungsvorrichtung von [Fig. 1](#).

**[0025]** Im folgenden wird die in [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigte Halterungs- und Führungsvorrichtung für ein endoskopisches Instrument erläutert. Die Vorrichtung umfasst als erste Führungseinrichtung einen als Basis dienenden Führungskreisring **20** mit einer Horizontalverzahnung **22** und einer Führungsnut **24** am Innen- und Außenumfang. Auf dem Führungskreisring horizontal verfahrbar angeordnet ist ein erster bzw. Horizontalschlitten oder Wagen **26** mit einem Getriebemotor **28** mit Ritzel **30**. Alternativ zu der Verzahnung und dem Ritzel könnten auch beispielsweise eine Reibradfläche und eine Rolle vorgesehen sein, da die Positionierung nicht auf ein genau definiertes Maß abgestimmt sein muss, sondern nur entsprechend der Vorgabe des Operators erfolgen und nachgefahren werden muss.

**[0026]** Lediglich schematisch angedeutet ist die Anordnung des Führungskreisrings **20** auf der Bauchdecke **2** eines Patienten. Zur Fixierung des gesamten Aufbaus dient ein Adapter, hier in der Form eines sterilen Doppelklebebands **10**. Nicht dargestellt sind

Adapter zum Ausgleich von Höhenunterschieden, die nach den Erfordernissen zur Lagestabilisierung des Führungskreisrings **20** vorgesehen werden.

**[0027]** Am Horizontalschlitten **26** sitzt als zweite Führungseinrichtung ein vertikaler Armbogen **40** mit einer Vertikalverzahnung **42**, dessen Bogenmittelpunkt Z im Zentrum unterhalb der Auflageebene des Führungskreisrings **20** des Führungskreisrings **20** liegt. Auf dem Armbogen **40** verfahrbar angeordnet ist ein zweiter bzw. Vertikalschlitten oder Wagen **44** mit Führungsausnehmungen **46**. Für den Antrieb des Vertikalschlittens **44** ist ein an einer Halterungsaufnahme **48** angebrachter Getriebemotor **50** mit Schnecke **52** und Ritzel **54** vorgesehen. Wie im Fall des Führungskreisrings **20** kann statt einer Getriebeverzahnung auch ein Reibrad-Rollenantrieb vorgesehen sein.

**[0028]** Durch den Boden **56** des Vertikalschlittens **44** erstreckt sich eine Trokaraufnahme **80** bzw. Führung für die Videooptik, durch die ein zu führendes Endoskop **82** geführt ist und dessen weiterer Anschluss bei **84** lediglich angedeutet ist. An einer inneren Führungswand **58** des Vertikalschlittens **44** mittels Führungsausnehmungen **60** geführt angeordnet ist ein Linearschlitten **62**. Der Linearschlitten **62** ist über einen an einer Halterungsaufnahme **63** angebrachten Spindelgetriebemotor **64** und eine mit ihm in Eingriff stehende Spindel **66** auf und ab verfahrbar, um das Rein- und Rausfahren des Endoskops zu ermöglichen. Die Trokaraufnahme **80** ist mit einem Zahnkranz **86** ausgestattet, der mit einem Ritzel **68** eines Getriebemotors **70** für die Trokarrotation in Eingriff steht.

**[0029]** Die beschriebene Halterungs- und Führungsvorrichtung erlaubt es, ein Endoskop **82** zu halten und gesteuert zu bewegen. Die Notwendigkeit, die Trokaraufnahme **80** in ihrer x-y-Position des Hautdurchstiches positioniert zu fixieren und nur in dieser Position vertikal oder horizontal zu verschwenken oder zu drehen oder um die eigene Achse zu rotieren ist eingehalten. Insbesondere ist auch gewährleistet, dass der Schwenk- und Drehpunkt Z knapp unter der Bauchdecke **2** liegt, um hier nur eine äußerst geringe Horizontalbewegung gegen das umliegende Gewebe zu verursachen.

## Patentansprüche

1. Halterungs- und Führungsvorrichtung für ein endoskopisches Instrument (**82**), umfassend eine erste, sich in einer ersten Ebene erstreckende, eine Fläche umgrenzende Führungseinrichtung (**20**), einen ersten, entlang der ersten Führungseinrichtung (**20**) verfahrbaren Schlitten (**26**), eine zweite, mit dem ersten Schlitten (**26**) verbundene, in einer zu dieser ersten Ebene senkrechten

zweiten Ebene sich erstreckende Führungseinrichtung (40),  
 einen zweiten, entlang der zweiten Führungseinrichtung (40) verfahrbaren Schlitten (44),  
 eine mit dem zweiten Schlitten (44) verbundene, um ihre Längsachse drehbare und in axialer Richtung bewegbare Aufnahme (80) für das endoskopische Instrument (82),  
 Antriebseinheiten (28, 50, 64, 70) für den ersten und den zweiten Schlitten (26, 44) sowie für die Aufnahme (80) für das endoskopische Instrument (82) und  
 eine den Antriebseinheiten zugeordnete Steuerung, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
 zur Befestigung der ersten Führungseinrichtung (20) auf der Bauchdecke und zum individuellen Ausgleich von Höhenunterschieden als Adapter ein oder mehrere Klebeadapterteile für einen Höhen- und/oder Seitenausgleich vorgesehen sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Führungseinrichtung (20) kreisförmig ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Führungseinrichtung (20) eine geschlossene Fläche umgrenzt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Führungseinrichtung als Teilring ( $< 360^\circ$ ) ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Führungseinrichtung (40) kreisförmig ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Führungseinrichtung (40) ca.  $90^\circ$  eines Kreisbogens überspannt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Adapter für die Anpassung an die Patientenanatomie flexibel in der Höhenabmessung ausgestaltet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Adapter eine Gelfüllung enthält.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelfüllung verfestigbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine magnetische Befestigung der ersten Führungseinrichtung am Adapter vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder zweite Führungseinrichtung als Hohlkörper ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass für den Antrieb des ersten und/oder zweiten Schlittens (26, 44) eine mechanische oder magnetische Verzahnung (22, 30; 42, 54) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass für den Antrieb des ersten und/oder zweiten Schlittens (26, 44) ein Linearmotorantrieb vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass für den ersten und/oder zweiten Schlitten ein Reibradantrieb vorgesehen ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

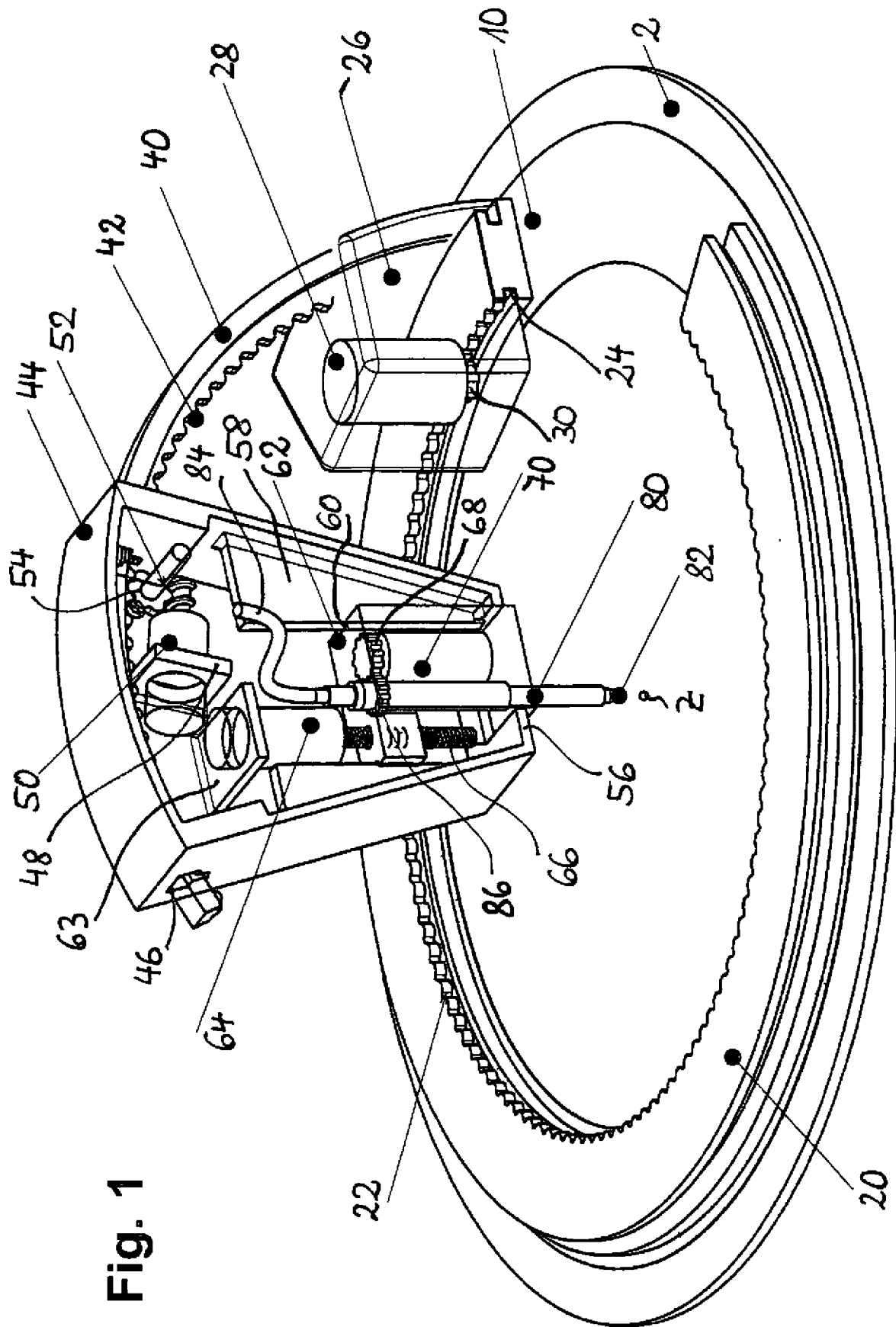


Fig. 1

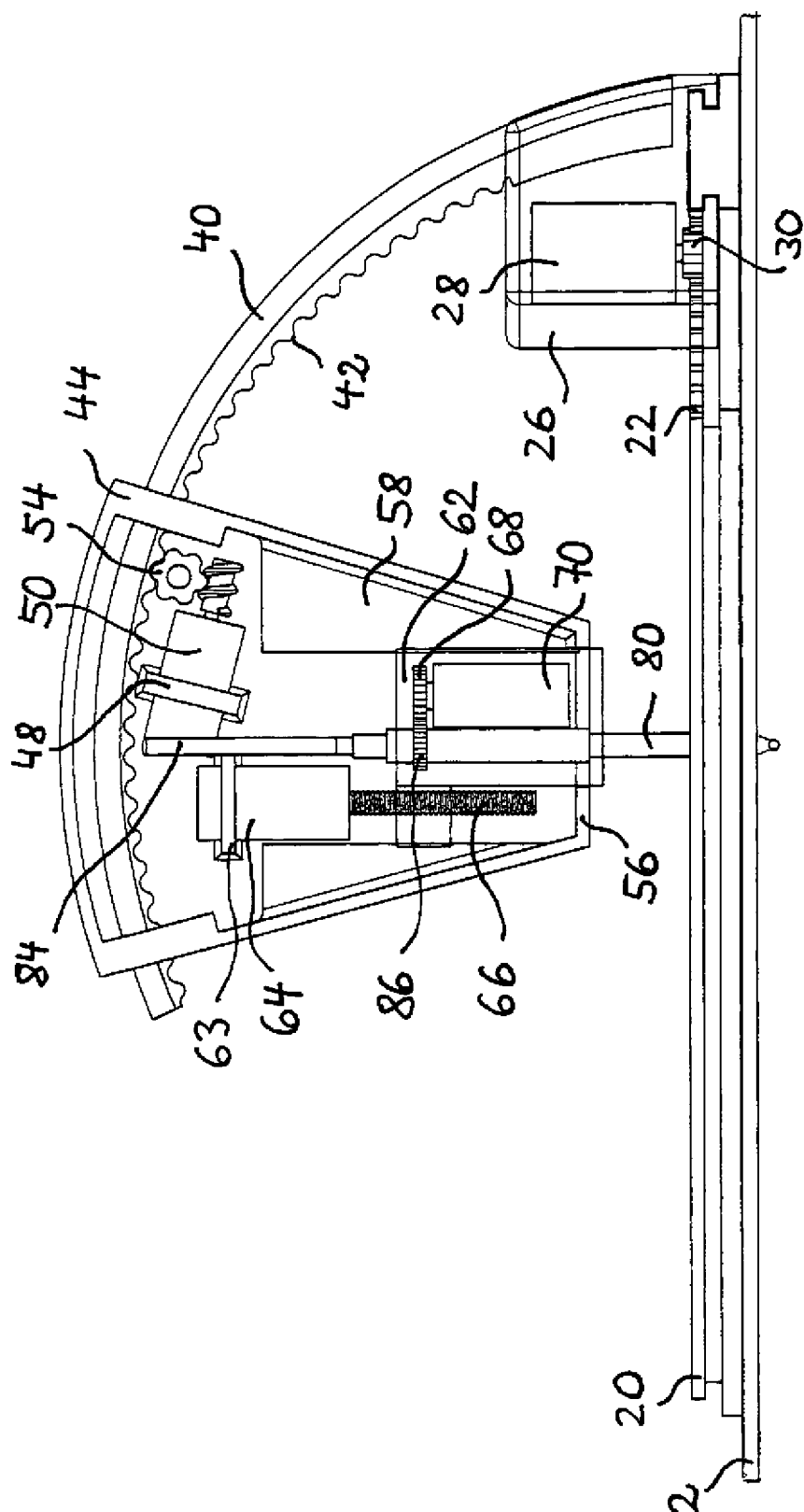


Fig. 2

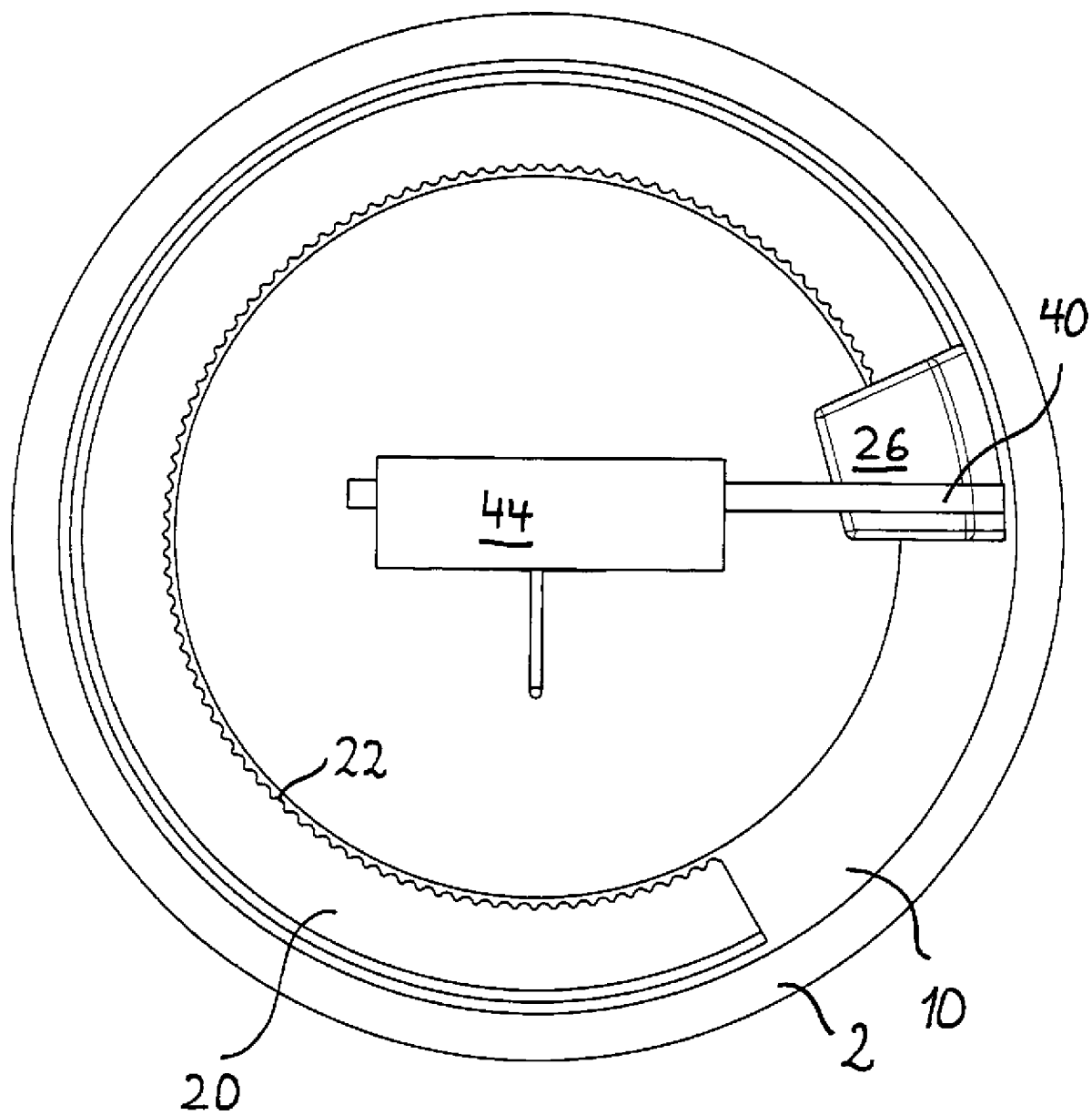


**Fig. 3**