



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 018 606 B3** 2008.10.30

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 018 606.3**  
(22) Anmeldetag: **18.04.2007**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **30.10.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01B 11/00** (2006.01)  
**G09B 23/28** (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:  
**Zeitler, Frank, 75015 Bretten, DE**

(74) Vertreter:  
**Zürn & Thämer, Patentanwälte, 76571 Gaggenau**

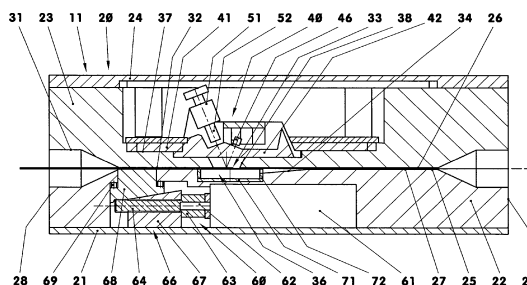
(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US2005/02 58 345 A1**  
**US2003/02 08 103 A1**  
**US 61 06 301 A**  
**US 54 37 290 A**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Ermittlung relativer Orts- und Lageveränderungen eines Prüfgegenstandes**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung relativer Orts- und Lageveränderungen eines Prüfgegenstandes, die eine zumindest bereichsweise zylindrisch ausgebildete Prüfgegenstandsführung aufweist sowie ein Vorrichtungssystem. Dazu umfasst die Vorrichtung eine Vielzahl von optischen Sensorelementen, die direkt oder indirekt in den von der Prüfgegenstandsführung begrenzten Raum gerichtet sind.

Mit der vorliegenden Erfindung wird eine kompakte Vorrichtung entwickelt, die eine genaue Ermittlung der Bewegung eines Prüfgegenstandes ermöglicht. Außerdem wird ein Vorrichtungssystem mit mehreren derartigen Vorrichtungen entwickelt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung relativer Orts- und Lageveränderungen eines Prüfgegenstandes, die eine zumindest bereichsweise zylindrisch ausgebildete Prüfgegenstandsführung aufweist sowie ein Vorrichtungssystem.

**[0002]** Bei medizinischen Eingriffen am menschlichen oder tierischen Körpern werden häufig Gegenstände in den Körper eingeführt. So werden beispielsweise durch die Arterien hindurch Katheter zum Herz geleitet. Diese Katheter dienen u. a. als Führungshülsen für Werkzeuge und Instrumente, die bei Untersuchungen oder Eingriffen benötigt werden. Die Werkzeuge und Instrumente sind beispielsweise Drähte oder Ballons, die z. B. an einer Herzklappe zu positionieren sind.

**[0003]** Das Einführen der einzelnen Teile erfolgt meist von Hand, so dass die erreichte Positioniergenauigkeit von der Routine und der Ruhe des Kardiologen abhängig ist. Damit der Kardiologe ein Gefühl für das Positionieren bekommt, werden Übungsvorrichtungen zur Simulation des medizinischen Eingriffs eingesetzt.

**[0004]** Eine Übungsvorrichtung ist beispielsweise aus der DE 689 20 327 T2 bekannt. In dieser Vorrichtung sind auf der Außenfläche eines Arterienmodells einzelne Sensoren angeordnet, um grob die Eindringtiefe eines Katheters zu ermitteln. Der Kardiologe kann hiermit jedoch kein Feingefühl für die Bewegungen des Katheters entwickeln.

**[0005]** Aus der US 6,106,301 A ist eine Messvorrichtung mit einem Messgegenstand bekannt. Der Messgegenstand trägt optische Sensoren. Eine Lichtquelle ist entweder auf dem Messgegenstand oder neben einem auf Papier aufgetragenen Gittermuster angeordnet. Das von der Lichtquelle ausgesandte Licht wird an dem Gittermuster reflektiert und von den optischen Sensoren aufgenommen. Diese Vorrichtung erfordert einen speziell präparierten Messgegenstand.

**[0006]** Auch die in der US 2003/0208103 A1 beschriebene Messvorrichtung erfordert einen speziell ausgebildeten Messgegenstand. Dieser weist konstant beabstandete Markierungen auf, die von einem optischen Sensorsystem erfasst werden. Eine technische Lösung ist nur für die Erfassung einer translatorischen Bewegung des Messgegenstandes angeben.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Problemstellung zugrunde, eine kompakte Vorrichtung zu entwickeln, die eine möglichst genaue Ermittlung der Bewegung eines Prüfgegenstandes ermöglicht. Außerdem soll ein Vorrichtungssystem mit meh-

ren derartigen Vorrichtungen entwickelt werden.

**[0008]** Diese Problemstellung wird mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Dazu umfasst die Vorrichtung eine Vielzahl von optischen Sensorelementen, die in einem Prüfbereich der Prüfgegenstandsführung direkt oder indirekt in den von der Prüfgegenstandsführung begrenzten Raum gerichtet sind. Die Prüfgegenstandsführung ist im Prüfbereich zu einem Hohlraum aufgeweitet ist. Im Hohlraum ist ein strukturiertes Element angeordnet.

**[0009]** Das Vorrichtungssystem umfasst mindestens zwei derartige Vorrichtungen. Die zylindrischen Bereiche der Prüfgegenstandsführungen haben unterschiedliche Durchmesser. Das Vorrichtungssystem umfasst mindestens zwei Prüfgegenstände. Die Vorrichtungen sind derart gekoppelt, dass der Prüfgegenstand der Vorrichtung mit der Prüfgegenstandsführung kleinsten Durchmessers zumindest den Prüfgegenstand der Vorrichtung mit der Prüfgegenstandsführung nächstgrößeren Durchmessers durchdringt.

**[0010]** Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung schematisch dargestellter Ausführungsformen.

**[0011]** [Fig. 1](#): Längsschnitt einer Vorrichtung;

**[0012]** [Fig. 2](#): Detail aus [Fig. 1](#);

**[0013]** [Fig. 3](#): Detail eines optischen Sensormoduls;

**[0014]** [Fig. 4](#): Vorrichtungssystem;

**[0015]** [Fig. 5](#): Detail aus [Fig. 4](#).

**[0016]** Die [Fig. 1](#) zeigt einen Längsschnitt einer Vorrichtung (**11**) zur Ermittlung relativer Orts- und Lageveränderungen eines Prüfgegenstandes (**90**). Eine derartige Vorrichtung (**11**) wird beispielsweise als Übungsvorrichtung für Kardiologen bei der Vorbereitung einer Herzoperation eingesetzt.

**[0017]** Die Vorrichtung (**11**) umfasst ein z. B. quaderförmiges Gehäuse (**20**), das in diesem Ausführungsbeispiel aus einer Bodenplatte (**21**), einem Gehäuseunterteil (**22**), einem Gehäusemittelteil (**23**) und einem Deckelteil (**24**) besteht. Die einzelnen Gehäuseteile (**21–24**) sind miteinander z. B. verschraubt oder verklebt. Das Gehäuseunterteil (**22**) und das Gehäusemittelteil (**23**) haben einander zugewandte Nuten (**25, 26**). Diese beiden Nuten (**25, 26**) bilden einen Gehäuselängsdurchbruch (**27**) des Gehäuses (**20**). Im Ausführungsbeispiel ist im Gehäusemittelteil (**23**) eine Sensorvorrichtung (**40**) und im Gehäuseunterteil (**22**) eine Bremsvorrichtung (**60**) angeordnet. Gegebenenfalls kann im Gehäuse (**20**) auch eine

Auswerteelektronik angeordnet sein, die eine Schnittstelle zu einem übergeordneten Rechnersystem aufweist. Diese Schnittstelle kann z. B. ein CAN-Bus, ein Ethernet-Bus, ein RS422-Protokoll, etc. sein. Die Vorrichtung (11) kann ohne Bremsvorrichtung (60) ausgebildet sein. Das Gehäuse (20) kann dann ohne Bodenplatte (21) ausgeführt sein und das Gehäuseunterteil (22) und das Gehäusemitteileil (23) können ein Bauteil bilden.

**[0018]** Der Gehäuselängsdurchbruch (27) hat in der Darstellung der [Fig. 1](#) mehrere Abschnitte (31–34) unterschiedlichen Querschnitts. An der linken (28) und an der rechten Gehäusesseite (29) hat sie einen zylinderförmigen Einführbereich (31), der sich kegelförmig in Richtung der Gehäusemitte verjüngt. In diesem Ausführungsbeispiel beträgt der Durchmesser des Einführbereichs (31) das Zwanzigfache des kleineren Kegeldurchmessers. Der letztgenannte Durchmesser ist der Durchmesser eines zylindrischen Führungsbereiches (32), der im Ausführungsbeispiel 0,5 Millimeter beträgt. In dem an den zylindrischen Führungsbereich (32) angrenzenden Prüfbereich (33), vgl. [Fig. 2](#), ist der Gehäuselängsdurchbruch (27) zu einem Hohlraum (36) aufgeweitet. Im Gehäuseunterteil (22) ist der Hohlraum (36) z. B. quaderförmig ausgebildet und hat eine Tiefe von 2,5 Millimetern. Das Gehäuseunterteil (22) kann gegebenenfalls ohne einen Teil des Hohlraums (36) ausgebildet sein. In den Darstellungen der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) schließt sich an den Hohlraum (36) rechts ein Bereich (34) mit einer im Gehäuseunterteil (22) ausgebildeten Einführnut an. Letztere ist schräg ausgebildet und hat beispielsweise eine Breite von 0,5 Millimetern normal zur Schnittebene der Darstellungen und eine Tiefe von 0,5 Millimetern.

**[0019]** Auf einer Montagefläche (37) des Gehäusemitteileils (23) ist die Sensorvorrichtung (40) befestigt, z. B. mittels Schrauben oder mittels einer Fügeverbindung. Die Montagefläche (37) und der Gehäuselängsdurchbruch (27) sind mittels eines normal zur Montagefläche (37) liegenden Durchbruchs (38) verbunden. Der Abstand zwischen der Montagefläche (37) und dem Gehäuselängsdurchbruch (27) beträgt im Ausführungsbeispiel 2,5 Millimeter, er kann jedoch zwischen zwei und sechs Millimeter betragen. In dem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Durchbruch (38) prismenartig ausgebildet, wobei im dargestellten Längsschnitt seine Länge von der Montagefläche (38) zum Gehäuselängsdurchbruch (27) hin abnimmt. Die kürzere Länge beträgt hier etwa das vierzehnfache des Durchmessers des zylindrischen Bereichs (32) des Gehäuselängsdurchbruchs (27).

**[0020]** Die Sensorvorrichtung (40) umfasst in diesem Ausführungsbeispiel ein optisches Sensormodul (46) und eine Lichtquelle (51). Sie ist z. B. eine kompakte Baugruppe, die beispielsweise eine gemeinsa-

me Grundplatte (41) und ein gemeinsames Linsenbauteil (42) für das optische Sensormodul (46) und die Lichtquelle (51) aufweist. Gegebenenfalls kann die Sensorvorrichtung (40) auch ohne Lichtquelle (51) ausgeführt sein.

**[0021]** Das optische Sensormodul (46) umfasst eine Vielzahl von optischen Sensorelementen (47), vgl. [Fig. 3](#). Eine Vielzahl bedeutet hier eine Anzahl größer oder gleich 400. Im Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung (11) z. B. 900 Sensorelemente (47), die beispielsweise aneinander angrenzend in 30 Zeilen und in 30 Reihen angeordnet sind. Eine der Haupttrichtungen dieses Sensorfelds liegt z. B. parallel zur Richtung des Gehäuselängsdurchbruchs (27), die andere Haupttrichtung ist normal zur erstgenannten Richtung angeordnet. Das einzelne Sensorelement (47) ist beispielsweise quadratisch und hat eine Kantenlänge von 0,032 Millimetern. Anstatt eines Sensormoduls (46) können auch einzelne Sensorelemente (47) eingesetzt werden, die einander angrenzend angeordnet sind. Die Sensorelemente (47) können Hell-Dunkel-Informationen oder Farbinformationen aufnehmen.

**[0022]** Die Sensorelemente (47) sind so ausgerichtet, dass sie Bilder aus dem Innenraum (35) des Gehäuselängsdurchbruchs (27) durch den Durchbruch (38) hindurch aufnehmen. In der Darstellung der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist die Mittellinie (48) des Sensormoduls (46) um 21,5 Grad zur Vertikalen geneigt. Gegebenenfalls können die Sensorelemente (47) auch indirekt – z. B. über Reflexion an einem Spiegel – durch den Durchbruch (38) hindurch Bilder aus dem Innenraum (35) des Gehäuselängsdurchbruchs (27) aufnehmen. Auch kann gegebenenfalls die optische Linse (49) zwischen dem Durchbruch (38) und den Sensorelementen (47), die hier Teil des Linsenbauteils (42) ist, entfallen.

**[0023]** Die Lichtquelle (51) umfasst in diesem Ausführungsbeispiel eine Laserdiode (52), die im Betrieb z. B. kohärentes Licht hoher Energie durch den Durchbruch (38) hindurch in den Innenraum (35) des Gehäuselängsdurchbruchs (27) abstrahlt. Die Laserdiode (52), die hier beispielsweise um einen Winkel von 21,5 Grad zur Vertikalen geneigt ist, strahlt z. B. weitgehend monochromatisches Licht ab. Die optische Linse (53) zwischen der Laserdiode (52) und dem Durchbruch (38), die in diesem Ausführungsbeispiel Teil des Linsenbauteils (42) ist, kann gegebenenfalls entfallen. Anstatt einer Laserdiode kann die Lichtquelle (51) eine Leuchtdiode oder eine andere Leuchte umfassen.

**[0024]** In dem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsbeispiel schneiden sich die Mittellinie (54) der Laserdiode (52) und die Mittellinie (48) des Sensormoduls (46) z. B. 2,6 Millimeter unterhalb der Montagefläche (37).

**[0025]** Die Bremsvorrichtung (60) umfasst einen elektrischen Motor (61), z. B. einen Schrittmotor (61), und ein vom Motor (61) angetriebenes Keilgetriebe (66). Sie wird beispielsweise vom zentralen Rechnersystem aus gesteuert.

**[0026]** Auf der Motorwelle (62) ist z. B. ein Aufsatzstück (63) befestigt. Dieses umfasst eine Gewindestindel (64) mit einem Außengewinde, die den Stößel (67) des Keilgetriebes (66) antreibt. Der Stößel (67) gleitet hierbei beispielsweise entlang der Bodenplatte (21). Er treibt einen Keil (68), der in radialer Richtung zum Gehäuselängsdurchbruch (27) steht. Zwischen dem Keil (68) und dem Gehäuse (20) sind beispielsweise vier Rückstellfedern (69), z. B. Kunststofffedern angeordnet. Statt dieser Federanordnung kann die Rückstellung des Keils (68) auch mittels eines einzigen Federelementes erfolgen.

**[0027]** Zum Betrieb der Vorrichtung (11) wird in dem in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) dargestellten Ausführungsbeispiel als Prüfgegenstand (90) ein Draht (91) in den Gehäuselängsdurchbruch (27) eingeführt. Der gesamte Gehäuselängsdurchbruch (27) bildet eine Prüfgegenstandsführung (27). Der Draht (91) hat beispielsweise einen Durchmesser von 0,3 Millimetern und wird im zylindrischen Bereich (32) der Prüfgegenstandsführung (27) mit geringem Spiel geführt.

**[0028]** Bei einer z. B. von Hand betätigten translatorischen Bewegung des Drahtes (91) nehmen die optischen Sensorelemente (47) das während der Bewegung veränderte Bild der Oberfläche (92) des Drahtes (91) auf. Die den Sensorelementen (47) nachgeschaltete Auswerteeinheit interpretiert diese Bewegung als Längsverschiebung des Drahtes (91). Beispielsweise auf einem Bildschirm wird vergrößert die relative Lageänderung dargestellt. Die Lichtquelle (51) erhöht hierbei z. B. den Kontrast des Oberflächenbildes. Bei einer Ausführung der Vorrichtung (11) ohne integrierte Lichtquelle (51) kann auch das Umgebungslicht für ein für die Auswertung ausreichendes Oberflächenbild des Prüfgegenstandes (90) genügen.

**[0029]** Soll beispielsweise die Drahtspitze (93) an einer Stelle positioniert werden, so wird der Draht (91) z. B. von Hand so weit geschoben, bis die Drahtspitze (93) von den Sensorelementen (47) erfasst wird. Sollte die Hand des Bedieners zittern, sieht der Bediener am Bildschirm die Auslenkungen der Drahtspitze (93). Die Vorrichtung (11) hat keinen Anschlag, um den Weg des Drahtes (91) in translatorischer Richtung zu begrenzen, so dass die erreichte Positioniergenauigkeit nur abhängig ist von der Routine und der Geschicklichkeit des Bedieners.

**[0030]** Auch bei einer rotatorischen Bewegung des Drahtes (91) nehmen die optischen Sensorelemente (47) das während der Bewegung veränderte Bild der

Oberfläche (92) des Drahtes (91) auf. Für die Auswertung werden beispielsweise die Bilder verglichen, die jeweils von zwei nebeneinander quer zur Längsrichtung des Drahtes (91) liegenden Sensorelementen (47) aufgenommen werden.

**[0031]** Um z. B. Stenosen, das sind beispielsweise Verschlüsse der Arterien, zu simulieren, wird die Bremsvorrichtung (60) betätigt. Mittels des Elektromotors (61) wird in der Darstellung der [Fig. 1](#) der Stößel (67) nach links verschoben. Der Stößel (67) schiebt den Keil (68) in radialer Richtung in den Gehäuselängsdurchbruch (27). Der Keil (68) legt sich an den Draht (91) an und erhöht den Anfangswiderstand einer Bewegung und den Reibungswiderstand während einer Bewegung. Hierbei kann – je nach gewähltem Stößelhub – der Keil (68) den Draht (91) in der Prüfgegenstandsführung (27) klemmen.

**[0032]** Um den Reibungswiderstand des Drahtes (91) wieder zu verringern, wird der Schrittmotor (61) in die entgegengesetzte Richtung gedreht. Der Stößel (67) wird in der Darstellung der [Fig. 1](#) nach rechts gezogen. Die Rückstellfedern (69) drücken den Keil (68) in die Ausgangsposition.

**[0033]** Im Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist im Hohlraum (36) unterhalb des Drahtes (91) ein strukturiertes Element (71), z. B. eine Scheibe (71) mit Pyramidenstruktur, angeordnet. Diese wird von einem Rahmen (72) gehalten. Der Abstand der Scheibe (71) zum Draht (91) beträgt beispielsweise 2,5 Millimeter. Mittels dieses strukturierten Elements (71) kann selbst eine Lageveränderung eines Drahtes (91) ermittelt werden, der eine neutrale, ungemusterte Oberfläche und eine geringe Oberflächenrauigkeit aufweist.

**[0034]** Die Prüfgegenstände (90) können nicht-transparent oder transparent sein. So kann ein Prüfgegenstand (90) ein transparenter Ballon sein, der z. B. entlang eines Drahtes (91) verschoben wird.

**[0035]** Mit der beschriebenen berührungsfreien, kompakten Vorrichtung (11) kann als kleinster Prüfgegenstand (90) ein Gegenstand von der Größe von acht Sensorelementen (47), hier also etwa 0,26 Millimeter, erkannt werden. Der Durchmesser des zylindrischen Bereichs (32) der Prüfgegenstandsführung (90) kann damit kleiner als das Zwanzigfache der kürzesten Sensorelementlänge ausgeführt sein.

**[0036]** Um die Auflösung der Sensorelemente (47) zu verändern, kann beispielsweise der Abstand der Sensorelemente (47) zum Prüfgegenstand (91) und gegebenenfalls zur optischen Linse (49) vergrößert werden. Beim Einsatz einer in die Vorrichtung (11) integrierten Lichtquelle (51) kann diese geschwenkt und/oder verschoben werden, um eine ausreichend kontrastreiche Oberfläche des Prüfgegenstandes

(90) zu erhalten. Auch kann der Anschlussstrom der Lichtquelle (51) vergrößert werden.

**[0037]** Die [Fig. 4](#) zeigt ein Vorrichtungssystem (10) mit beispielsweise drei Vorrichtungen (11, 111, 211) zur Ermittlung relativer Orts- und Lageveränderungen von Prüfgegenständen (90). Die Vorrichtungen (11, 111, 211) sind im Wesentlichen so aufgebaut wie die Vorrichtung (11), die im Zusammenhang mit den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschrieben ist. Die einzelnen Vorrichtungen (11; 111; 211) unterscheiden sich im Querschnitt der zylindrischen Bereiche (32; 132; 232) ihrer Prüfgegenstandsführungen (27; 127; 227), vgl. die Detaildarstellung in [Fig. 5](#). Hierbei hat die hier links dargestellte Vorrichtung (111) den Gehäuselängsdurchbruch (127) mit dem größten Durchmesser und die rechts dargestellte Vorrichtung (11) den Gehäuselängsdurchbruch (27) mit dem kleinsten Durchmesser.

**[0038]** In der links dargestellten Vorrichtung (111) mit der Prüfgegenstandsführung (127) größten Durchmessers ist der Prüfgegenstand (94), z. B. ein Katheter (94) geführt. Dieser Katheter (94) wird durchdrungen von dem Prüfgegenstand (95) der Vorrichtung (211) mit der Prüfgegenstandsführung (227) nächstkleineren Durchmessers, z. B. einem Ballon (95). Außerdem wird der Ballon (95) in den beiden vorgeschalteten Vorrichtungen (111, 211) durchdrungen vom Prüfgegenstand (91) der Vorrichtung (11) mit der Prüfgegenstandsführung (27) kleinsten Durchmessers, z. B. einem Draht (91).

**[0039]** Alle drei Vorrichtungen (11, 111, 211) sind in diesem Ausführungsbeispiel so angeordnet, dass die Mittellinien (39, 139, 239) ihrer Prüfgegenstandsführungen (27, 127, 227) miteinander fluchten. Sie können aber auch derart angeordnet sein, dass beispielsweise die erste Vorrichtung (111) versetzt zu den anderen beiden Vorrichtungen (211, 11) ist. Auch können alle Vorrichtungen (11, 111, 211) versetzt zueinander angeordnet sein. Auch eine Ausführung mit nur zwei Vorrichtungen (11, 111; 11, 211; 111, 211) ist denkbar.

**[0040]** Mit einem derartigen Vorrichtungssystem (10) können z. B. verkettete Einführaufgaben simuliert werden. So wird beispielsweise in der links dargestellten Vorrichtung (111) ein Katheter (94) geführt. Durch diesen hindurch wird der in der mittleren Vorrichtung (211) geführte Ballon (95) und der in der rechts dargestellten Vorrichtung (11) geführte Draht (91) bewegt. Alle drei Vorrichtungen (11; 111; 211) verfügen über z. B. individuell ansteuerbare Bremsvorrichtungen (60; 160; 260), so dass verschiedene Widerstände simuliert werden können. Beispielsweise kann die Bewegung des Ballons (95) mittels der zugehörigen Bremsvorrichtung (260) mit einem Reibungswiderstand beaufschlagt werden, während der Katheter (94) und der Draht (91) weitgehend wider-

standsfrei bewegt werden können. So können die realen Verhältnisse bei einem kombinierten Einführen in eine Arterie simuliert werden.

#### Bezugszeichenliste

|              |   |
|--------------|---|
| 10           | Vorrichtungssystem                                |
| 11, 111; 211 | Vorrichtungen                                     |
| 20           | Gehäuse   |
| 21           | Bodenplatte                                       |
| 22           | Gehäuseunterteil                                  |
| 23           | Gehäusemittelteil                                 |
| 24           | Deckelteil  |
| 25           | Nut   |
| 26           | Nut   |
| 27, 127, 227 | Gehäuselängsdurchbruch, Prüfgegenstandsführung    |
| 28           | linke Gehäusesseite                               |
| 29           | rechte Gehäusesseite                              |
| 31           | Abschnitt von (27), Einführbereich                |
| 32, 132, 232 | Abschnitt von (27), zylindrischer Führungsbereich |
| 33           | Abschnitt von (27), Prüfbereich                   |
| 34           | Abschnitt von (27), Bereich mit Einführnut        |
| 35           | Innenraum von (27)                                |
| 36           | Hohlraum  |
| 37           | Montagefläche                                     |
| 38           | Durchbruch  |
| 39, 139, 239 | Mittellinien von (27; 127; 227)                   |
| 40           | Sensorvorrichtung                                 |
| 41           | Grundplatte                                       |
| 42           | Linsenbauteil                                     |
| 46           | optisches Sensormodul                             |
| 47           | optische Sensorelemente                           |
| 48           | Mittellinie von (46)                              |
| 49           | optische Linse                                    |
| 51           | Lichtquelle                                       |
| 52           | Laserdiode  |
| 53           | optische Linse                                    |
| 54           | Mittellinie von (52)                              |
| 60, 160, 260 | Bremsvorrichtung                                  |
| 61           | elektrischer Motor, Schrittmotor                  |
| 62           | Motorwelle  |
| 63           | Aufsatzstück                                      |
| 64           | Gewindespindel                                    |
| 66           | Keilgetriebe                                      |
| 67           | Stößel  |
| 68           | Keil  |
| 69           | Rückstellfedern                                   |
| 71           | strukturiertes Element, Scheibe                   |
| 72           | Rahmen  |
| 90           | Prüfgegenstand                                    |
| 91           | Draht, Prüfgegenstand                             |
| 92           | Oberfläche von (91)                               |
| 93           | Drahtspitze                                       |
| 94           | Katheter, Prüfgegenstand                          |
| 95           | Ballon, Prüfgegenstand                            |



**Patentansprüche**

1. Vorrichtung (**11; 111; 211**) zur Ermittlung relativer Orts- und Lageveränderungen eines Prüfgegenstandes (**90**), die eine zumindest bereichsweise zylindrisch ausgebildete Prüfgegenstandsführung (**27; 127; 227**) aufweist,  
 – wobei die Vorrichtung (**11; 111; 211**) eine Vielzahl von optischen Sensorelementen (**47**) umfasst, die in einem Prüfbereich (**33**) der Prüfgegenstandsführung (**27; 127; 227**) direkt oder indirekt in den von der Prüfgegenstandsführung (**27; 127; 227**) begrenzten Raum (**35**) gerichtet sind,  
 – wobei die Prüfgegenstandsführung (**27; 127; 227**) im Prüfbereich (**33**) zu einem Hohlraum (**36**) aufgeweitet ist und  
 – wobei im Hohlraum (**36**) ein strukturiertes Element (**71**) angeordnet ist.

2. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Sensorelemente (**47**) in Zeilen und Spalten angeordnet sind.

3. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Auswertevorrichtung umfasst, die eine translatorische Ortsveränderung und/oder eine rotatorische Lageänderung eines in der Gegenstandsführung (**27; 127; 227**) geführten Prüfgegenstandes (**90**) interpretiert.

4. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des zylindrischen Bereichs (**32**) der Prüfgegenstandsführung (**27**) kleiner ist als das Zwanzigfache der kürzesten Länge eines Sensorelements (**47**).

5. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Lichtquelle (**51**) umfasst, die in den von der Prüfgegenstandsführung (**27; 127; 227**) begrenzten Raum (**35**) gerichtet ist.

6. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (**51**) eine Laserdiode (**52**) umfasst.

7. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Sensorelemente (**47**) und die Lichtquelle (**51**) eine Baugruppe bilden.

8. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Bremsvorrichtung (**60; 160; 260**) umfasst, die auf einen in der Prüfgegenstandsführung (**27; 127; 227**) geführten Prüfgegenstand (**90**) wirkt.

9. Vorrichtung (**11; 111; 211**) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsvorrichtung

(**60; 160; 260**) einen Elektromotor (**61**) und ein Keilgetriebe (**66**) umfasst.

10. Vorrichtungssystem (**10**) mit mindestens zwei Vorrichtungen (**11, 111; 11, 211; 111, 211**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
 – wobei die zylindrischen Bereiche (**32, 132; 32, 232; 132, 232**) der Prüfgegenstandsführungen (**27, 127; 27, 227; 127, 227**) unterschiedliche Durchmesser haben,  
 – wobei es mindestens zwei Prüfgegenstände (**91, 95; 91, 94; 95, 94**) umfasst und  
 – wobei die Vorrichtungen (**11, 111; 11, 211; 111, 211**) derart gekoppelt sind, dass der Prüfgegenstand (**91; 95**) der Vorrichtung (**11; 211**) mit der Prüfgegenstandsführung (**27; 227**) kleinsten Durchmessers zumindest den Prüfgegenstand (**95; 94**) der Vorrichtung (**211; 111**) mit der Prüfgegenstandsführung (**227; 127**) nächstgrößeren Durchmessers durchdringt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

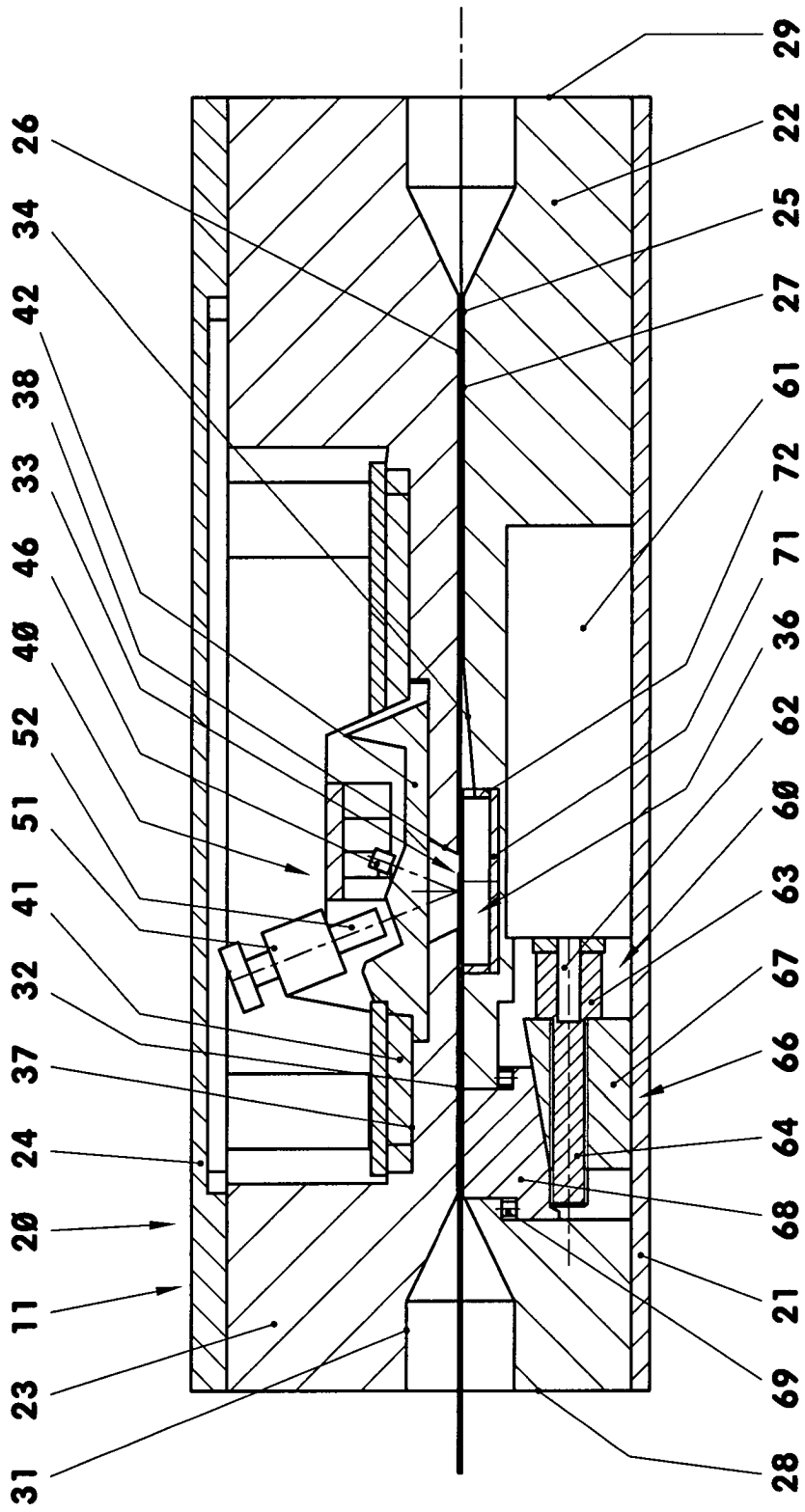
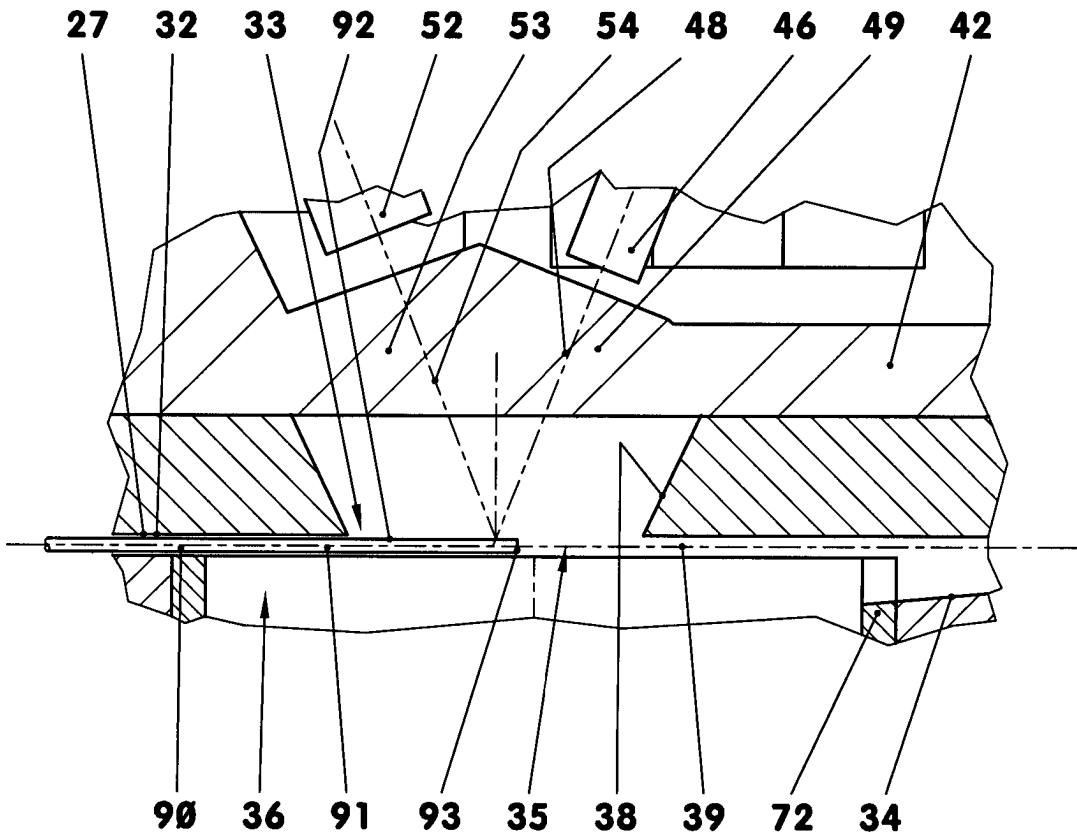
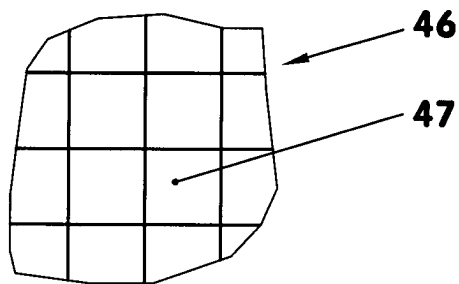


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



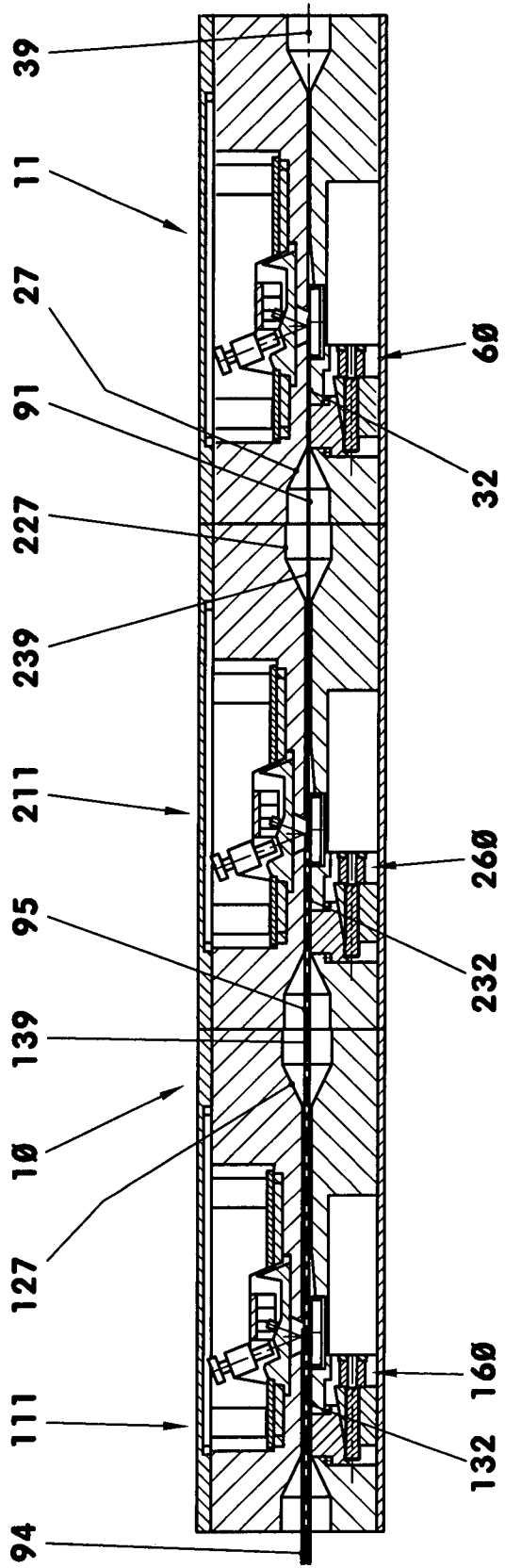


Fig. 4

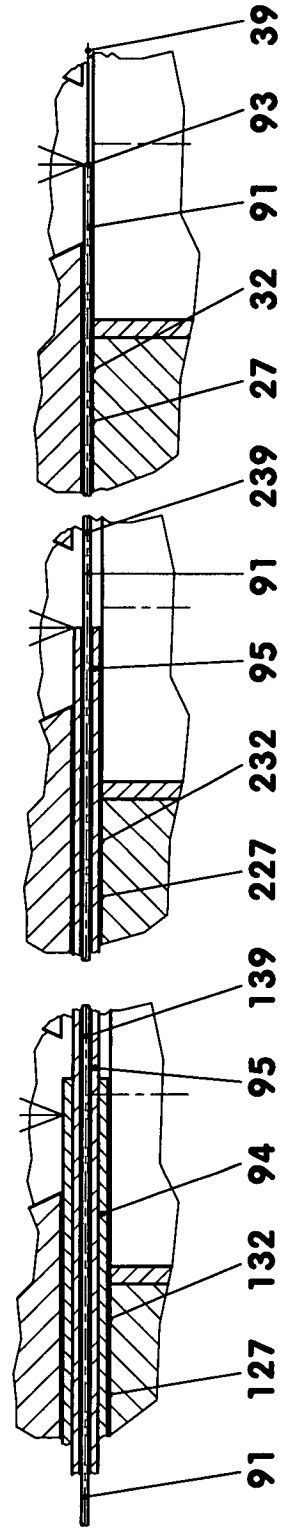


Fig. 5