



(10) **DE 10 2009 006 407 A1** 2010.08.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 006 407.9**

(22) Anmeldetag: **28.01.2009**

(43) Offenlegungstag: **05.08.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 21/06** (2006.01)

G02B 21/22 (2006.01)

A61B 3/13 (2006.01)

A61B 19/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Carl Zeiss Surgical GmbH, 73447 Oberkochen, DE

(74) Vertreter:
Diehl & Partner GbR, 80333 München

(72) Erfinder:
**Backhaus, Christoph, 87480 Weitnau, DE; Matz,
Holger, Dr., 73485 Unterschneidheim, DE**

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

EP 11 09 046 A1

DE 19 38 835 C

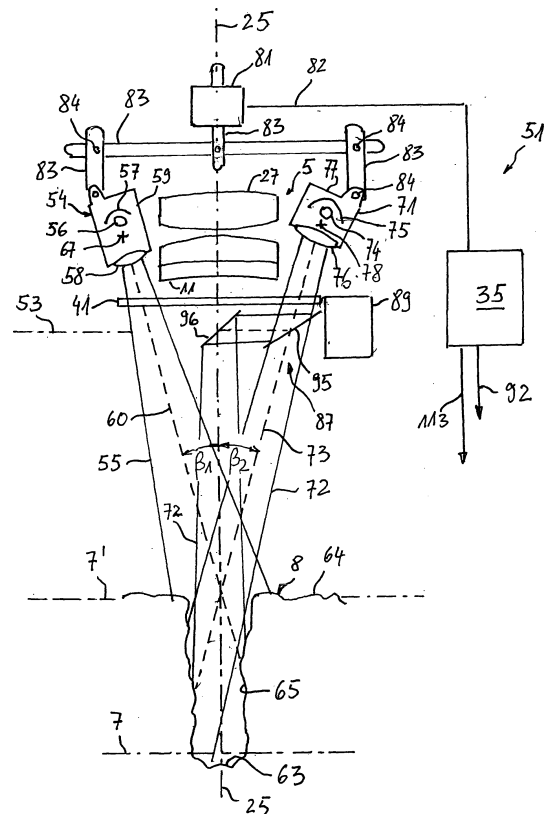
DE 103 36 476 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Stereo-Mikroskopiesystem**

(57) Zusammenfassung: Eine Beleuchtungseinrichtung (51) eines Mikroskopiesystems umfasst einen Antrieb (81), um einen Winkel (β_2) eines Beleuchtungslichtstrahls (72) zu ändern, und eine Spiegelbaugruppe (87), welche wahlweise in den Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls einführbar ist. Die Spiegelbaugruppe kann einen Antrieb umfassen, um eine Orientierung eines der Spiegel (95) relativ zu einem anderen der Spiegel (96) zu ändern.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Stereo-Mikroskopiesystem mit einer Beleuchtungseinrichtung, welche insbesondere strukturierte Objekte ausleuchten kann.

[0002] Stereo-Mikroskopiesysteme werden als Operationsmikroskope eingesetzt, um einen Chirurgen bei der Durchführung von chirurgischen Eingriffen zu unterstützen und ein Operationsfeld für diesen vergrößert darzustellen. Ein herkömmliches Stereo-Mikroskopiesystem umfasst hierzu eine Mikroskopieoptik zur Abbildung eines in einer Objektebene der Mikroskopieoptik anordenbaren Objekts und eine Beleuchtungseinrichtung, welche dazu konfiguriert ist, einen Beleuchtungslichtstrahl hin zu der Objektebene zu richten.

[0003] In manchen Situationen besteht ein Problem darin, einen chirurgischen Eingriff in einer Körperhöhle auszuführen, welche einen kleinen Eingangsquerschnitt hat. Durch diesen Eingangsquerschnitt muss zum einen der Abbildungsstrahlengang der Mikroskopieoptik verlaufen und es muss zum anderen Beleuchtungslicht durch den Eingangsquerschnitt in die Körperhöhle gerichtet werden.

[0004] Ein Beispiel für ein hierzu geeignetes Stereo-Mikroskopiesystem ist in DE 103 36 476 A1 beschrieben. In [Fig. 4](#) dieser Schrift ist ein Mikroskopiesystem dargestellt, welches eine Beleuchtungseinrichtung aufweist, dessen Beleuchtungslichtstrahl schräg zu einer optischen Achse eines Mikroskopobjektivs des Mikroskopiesystems verläuft, wobei die Beleuchtungseinrichtung einen Antrieb aufweist, um einen Winkel zwischen der optischen Achse des Mikroskopobjektivs und einem Zentralstrahl des Beleuchtungslichtstrahls zu ändern. Hierdurch ist es möglich, den Beleuchtungslichtstrahl auf einen Eingangsquerschnitt einer Körperöffnung zu richten, welche mit verschiedenen Abständen von dem Mikroskopobjektiv angeordnet sein kann.

[0005] Da dieser Beleuchtungslichtstrahl allerdings schräg zur optischen Achse des Mikroskopobjektivs verläuft, können tiefe und enge Körperöffnungen nicht zufriedenstellend ausgeleuchtet werden.

[0006] Die oben genannte Schrift offenbart ferner in den [Fig. 5](#) und [6](#) ein Mikroskopiesystem, bei welchem ein Beleuchtungslichtstrahl über einen Spiegel, der nahe der optischen Achse des Mikroskopobjektivs angeordnet ist so abgelenkt werden kann, dass er in etwa entlang der optischen Achse des Mikroskopobjektivs ausgerichtet ist, um in enge und tiefe Körperöffnungen eintreten zu können.

[0007] Allerdings hat sich gezeigt, dass diese herkömmlichen Systeme hohen Anforderungen für die

Qualität der Beleuchtung in manchen Situationen nicht genügen.

[0008] Entsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Stereo-Mikroskopiesystem vorzuschlagen, welches eine Beleuchtungseinrichtung aufweist, die an verschiedene Situationen flexibel anpassbar ist und insbesondere dazu geeignet ist, tiefe und enge Körperöffnungen auszuleuchten.

[0009] Ausführungsformen der Erfindung stellen ein Stereo-Mikroskopiesystem bereit, welches eine Mikroskopieoptik zur Abbildung eines in einer Objektebene der Mikroskopieoptik anordenbaren Objekts und eine Beleuchtungseinrichtung umfasst, welche dazu konfiguriert ist, einen Beleuchtungslichtstrahl hin zu einer Objektebene eines Mikroskopobjektivs zu richten, wobei eine Zentralachse des Beleuchtungslichtstrahls schräg zu einer optischen Achse des Mikroskopobjektivs verläuft. Die Beleuchtungseinrichtung umfasst ferner eine Spiegel-Baugruppe, welche durch einen Antrieb zwischen einem ersten Zustand und einem zweiten Zustand hin und her verlagerbar ist, wobei die Spiegelbaugruppe in dem ersten Zustand in einem Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls eingefügt ist und in dem zweiten Zustand aus dem Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls entfernt ist. Wenn die Spiegelbaugruppe aus dem Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls entfernt ist, kann dieser auf die Objektebene treffen, wobei der Zentralstrahl des Beleuchtungslichtstrahls schräg zur optischen Achse des Mikroskopobjektivs orientiert ist. Wenn die Spiegelbaugruppe in den Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls eingefügt ist, wird dieser durch wenigstens zwei Spiegel der Spiegelbaugruppe nacheinander so abgelenkt, dass er ebenfalls auf die Objektebene trifft, wobei dann allerdings der Winkel des Zentralstrahls zur optischen Achse des Mikroskopobjektivs kleiner ist als in dem zweiten Zustand, in dem die Spiegelbaugruppe nicht in dem Strahlengang angeordnet ist.

[0010] Gemäß beispielhafter Ausführungsformen umfasst die Beleuchtungseinrichtung einen weiteren Antrieb, um einen Winkel zwischen der Zentralachse des Beleuchtungslichtstrahls und der optischen Achse zu ändern.

[0011] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform umfasst die Beleuchtungseinrichtung einen weiteren Antrieb, um eine Orientierung des ersten Spiegels oder des zweiten Spiegels oder beider Spiegel der Beleuchtungsbaugruppe relativ zu der Zentralachse des Beleuchtungslichtstrahls zu ändern.

[0012] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform umfasst das Stereo-Mikroskopiesystem einen weiteren Antrieb, um Linsen des Mikroskopobjektivs relativ zueinander zu verlagern, um einen

Abstand zwischen der Objektebene und dem Mikroskopieobjektiv, d. h. einen Arbeitsabstand des Stereo-Mikroskopiesystems, zu ändern.

[0013] Von den vorangenannten Antrieben müssen nicht sämtliche Antriebe gleichzeitig vorgesehen sein. Ein jeder dieser Antriebe kann einzeln oder in Kombination mit einem oder mehreren der anderen Antriebe in dem Stereo-Mikroskopiesystem realisiert sein. Diese Antriebe können jeweils einen Aktuator, wie beispielsweise einen Motor, umfassen, der jeweils von einer Steuerung des Mikroskopiesystems angesteuert ist. Die Antriebe können allerdings auch nicht selbstständig motorisierte Antriebe sein und per Hand, wie beispielsweise über eine handbetätigte Stellschraube oder einen handbetätigten Schieber bewegt werden, wobei ein solcher Antrieb auch dadurch realisiert sein kann, dass er mechanisch an einen der anderen Antriebe angelenkt ist und gemeinsam mit diesem verstellbar ist.

[0014] Gemäß weiterer Ausführungsformen der Erfindung kann ein jeder der beiden Spiegel ein Planspiegel, ein konkaver Spiegel oder ein konvexer Spiegel sein.

[0015] Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung anhand von Figuren erläutert.

[0016] Hierbei zeigt:

[0017] [Fig. 1](#) Eine schematische Darstellung eines Stereo-Mikroskopiesystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, geschnitten in einer Ebene, die eine optische Achse des Mikroskopieobjektivs enthält,

[0018] [Fig. 2](#) Details des in [Fig. 1](#) gezeigten Stereo-Mikroskopiesystems, geschnitten in einer quer zu der Schnittebene der [Fig. 1](#) orientierten Ebene, die die optische Achse enthält,

[0019] [Fig. 3](#) Details des in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Stereo-Mikroskopiesystems in einer Draufsicht entlang der optischen Achse und

[0020] [Fig. 4](#) Details einer Spiegelbaugruppe, wie sie in einem Stereo-Mikroskopiesystem gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung einsetzbar ist.

[0021] Der Aufbau und die Funktion eines Stereo-Mikroskopiesystems werden nachfolgend anhand der schematischen Darstellung der [Fig. 1](#) erläutert. Das dort gezeigte Stereo-Mikroskopiesystem **1** umfasst eine Mikroskopieoptik **3**, welche ein Mikroskopieobjektiv **5** umfasst, in dessen Objektebene **7** ein zu untersuchendes und von der Mikroskopieoptik scharf abzubildendes Objekt anordenbar ist. Von der Objektebene **7** als konisches Strahlenbündel **9** aus-

gehendes Licht tritt in eine Frontlinse **11** des Mikroskopobjektivs **5** ein und wird durch die Wirkung des Mikroskopobjektivs **5** in ein bildseitiges Strahlenbündel überführt. Von dem Licht des bildseitigen Strahlenbündels tritt ein Teil als ein linkes Beobachtungsstrahlenbündel **13** in eine Zoom-Optik **15** ein, durchläuft diese und erzeugt dann in einem Okular **17**, in welches ein Benutzer des Mikroskopiesystems **1** mit seinem linken Auge Einblick nehmen kann, ein Bild der Objektebene **7**. Ähnlich tritt ein weiterer Teil des Lichts des bildseitigen Strahlenbündels als ein rechtes Beobachtungsstrahlenbündel **14** in eine Zoom-Optik **16** ein, durchläuft diese und erzeugt dann in einem Okular **18**, in welches der Benutzer mit seinem rechten Auge Einblick nehmen kann, ein weiteres Bild der Objektebene **7**.

[0022] Das Licht, das von der Objektebene **7** ausgeht und zur Erzeugung des Bildes in dem linken Okular **17** beiträgt, ist ein in dem konischen Strahlenbündel **9** enthaltenes Teilstrahlenbündel, das in [Fig. 1](#) mit dem Bezugszeichen **21** versehen ist und dessen Zentralstrahl **23** einen Winkel α mit einer optischen Achse **25** des Mikroskopobjektivs **5** einschließt. Entsprechend ist das Licht, welches zu dem Bild der Objektebene **7** in dem Okular **18** beiträgt, ein in [Fig. 1](#) mit dem Bezugszeichen **22** versehenes Teilstrahlenbündel des Strahlenbündels **9**, dessen Hauptstrahl **24** einen Winkel $-\alpha$ mit der optischen Achse **25** einschließt. Da die beiden Teilstrahlenbündel **21**, **22** zur Erzeugung des Bildes in dem linken bzw. rechten Okular **17**, **18** unter unterschiedlichen Winkeln von der Objektebene **7** ausgehen, erzeugen die in den Okularen **17**, **18** erzeugten Bilder beim Betrachter einen stereoskopischen Raumeindruck.

[0023] Das Mikroskopieobjektiv **5** umfasst in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel zwei Linsenbaugruppen, von denen eine die Frontlinse **11** der Mikroskopieoptik **3** ist und die andere eine weitere Linse **27** ist, welche relativ zu der Frontlinse **11** in eine Richtung parallel zu der optischen Achse **25** verlagerbar ist, wie dies durch einen Pfeil **29** in [Fig. 1](#) schematisch angedeutet ist. Die Verlagerung der beiden Linsenbaugruppen **11** und **27** relativ zueinander führt zu einer Änderung eines Abstands w zwischen der Frontlinse **11** und der Objektebene **7**. Eine solche Änderung des Arbeitsabstands w der Mikroskopieoptik **3** ist dann nötig, wenn das zu untersuchende Objekt näher an die Frontlinse heranbewegt wird oder weiter von dieser entfernt wird.

[0024] In der schematischen Darstellung der [Fig. 1](#) sind optische Linsen vereinfacht dargestellt. In der Praxis kann eine Linse ein oder mehrere Linsenelemente enthalten, welche mit Abstand voneinander angeordnet oder als Kittglieder in direktem Kontakt miteinander stehen.

[0025] In dem hier erläuterten Beispiel umfasst das

Mikroskopiesystem **1** eine Frontplatte **41**, welche vor dem Objektiv **5** zum Schutz desselben angebracht ist und als planparallele Platte im Wesentlichen keine optische Wirkung im Hinblick auf die Erzeugung der Abbildungen aufweist.

[0026] In dem in [Fig. 1](#) dargestellten Beispiel umfasst das Mikroskopiesystem **1** einen Abstandssensor **31**, welcher Messstrahlung **32** hin zu dem Objekt **7** emittiert und von dem Objekt zurückgeworfene Messstrahlung **33** empfängt, um den Abstand w zu messen. Ein Messsignal des Abstandssensors **31** wird über eine Datenleitung **34** an eine Steuerung **35** übermittelt, welche in Abhängigkeit von dem Messsignal über eine Steuerleitung **36** einen Antrieb **37** kontrolliert, welcher die Linse **27** des Mikroskopobjektivs **5** relativ zu der Linse **11** verlagert, um die Objektebene **7** automatisch so einzustellen, dass sie mit der Oberfläche des Objekts **8** in etwa zusammenfällt, um in den Okularen **17**, **18** im Wesentlichen scharfe Bilder der Oberfläche des Objekts **8** zu erzeugen.

[0027] Der von der Steuerung **35** kontrollierte Antrieb **37** kann hierbei einen Motor oder einen anderen Aktuator, wie beispielsweise ein Piezo-Element, umfassen. Der Antrieb ist zur Ausübung der Stellbewegung auf die optischen Komponenten mechanisch an diese gekoppelt, wie beispielsweise über Hebel, Schieber, Schlitten oder ähnliches. Es ist jedoch auch möglich, dass der Antrieb **37** nicht von der Steuerung **35** kontrolliert wird sondern von dem Benutzer per Hand betätigt wird, wobei der Antrieb dann ein Stellrad mit Gewindestange oder einen Schieber umfasst, der zur Ausübung der Stellbewegungen mechanisch an die optischen Komponenten gekoppelt ist.

[0028] Ferner ist es möglich, dass der Antrieb **37** zwar von der Steuerung **35** kontrolliert wird, dies allerdings nicht in Abhängigkeit von dem durch den Abstandssensor **31** gemessenen Arbeitsabstand w sondern in Abhängigkeit von einem Stellsignal, welches von einem Benutzer über ein Eingabegerät **43**, wie beispielsweise einen elektrischen Schalter oder dergleichen, an die Steuerung **35** übermittelt wird.

[0029] In [Fig. 2](#) sind Details einer Beleuchtungseinrichtung **51** des Mikroskopiesystems **1** schematisch dargestellt. Nicht dargestellt sind in [Fig. 2](#) die Zoom-Systeme **15**, **16** und Okulare **17**, **18**, und die Darstellung der [Fig. 2](#) ist eine Projektion in eine Richtung, die orthogonal zu der für die Projektion der [Fig. 1](#) gewählten Richtung steht.

[0030] [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht entlang der optischen Achse **25** von unten auf eine vor der Frontplatte **41** angeordnete Ebene **53**, welche orthogonal zu der optischen Achse **25** orientiert ist.

[0031] Aus [Fig. 3](#) ist ersichtlich, dass die Frontplatte **41** einen kreisrunden Querschnitt aufweist, während

die Linsen **11**, **27** des Mikroskopobjektivs **5** einen reduzierten Querschnitt aufweisen, der so groß bemessen ist, dass die Teilstrahlenbündel **21** und **22**, welche zur Erzeugung der Abbildung beitragen, die Linsen **11**, **27** unbeeinträchtigt durchsetzen.

[0032] Die Beleuchtungseinrichtung **51** umfasst eine erste Beleuchtung **54** zur Erzeugung eines Beleuchtungsstrahls **55**, welcher hin zu der Objektebene **7** gerichtet ist. Die Beleuchtung **54** ist neben dem Mikroskopobjektiv **5** angeordnet und umfasst eine Lichtquelle **56**, wie beispielsweise eine Halogenlampe, einen Reflektorspiegel **57** und eine Kollimationslinse **58**, die an einem Chassis **59** der Lichtquelle **54** getragen sind.

[0033] Eine Hauptachse **60** des Beleuchtungsstrahls **55** schneidet die optische Achse **25** in der Darstellung der [Fig. 2](#) in einer Ebene **7'**, welche mit Abstand von der Objektebene **7** angeordnet ist, die durch die Mikroskopieoptik **1** scharf abgebildet wird. In [Fig. 2](#) ist eine Situation schematisch dargestellt, bei der ein Boden **63** einer engen Körperöffnung **65** mit dem Mikroskopiesystem **1** betrachtet werden soll, weshalb der Boden **63** der Körperöffnung **65** in etwa mit der Objektebene **7** der Mikroskopieoptik **3** zusammenfällt, während eine Körperoberfläche **64** mit Abstand von der Objektebene **7** in der Ebene **7'** angeordnet ist. Der Beleuchtungslichtstrahl **55** weist in der Ebene **7'** einen Querschnitt auf, der wesentlich größer ist als ein Öffnungsquerschnitt der Körperöffnung **65**. Allerdings schneidet der Zentralstrahl **66** des Beleuchtungslichtstrahls **55** die optische Achse **25** im Bereich der Ebene **7'** und nicht im Bereich der Objektebene **7** mit dem Ziel, einen möglichst großen Anteil des Beleuchtungslichtstrahls **55** über den Öffnungsquerschnitt der Körperhöhle **65** in diese eintreten zu lassen. Um eine Anpassung an verschiedenen tiefe Körperöffnungen **65** zu ermöglichen, ist das Chassis **59** der Lichtquelle **54** um eine Achse **67** schwenkbar aufgehängt. Durch ein Verschwenken um die Schwenkachse **67** ist es möglich, einen Winkel β , den der Zentralstrahl **60** mit der optischen Achse **25** einschließt, zu ändern und damit eine Entfernung, die eine optimal ausgeleuchtete Ebene **7'** von dem Objektiv **5** aufweist, zu ändern.

[0034] Die Beleuchtungseinrichtung **51** umfasst eine zweite Beleuchtung **71** zur Erzeugung eines zweiten Beleuchtungslichtstrahls **72**, der hin zu der Objektebene **7** gerichtet ist und dessen Zentralstrahl **73** die optische Achse **25** des Mikroskopobjektivs **5** in einem Bereich der Ebene **7'** schneidet, die von der Objektebene **7** in der in [Fig. 2](#) dargestellten Situation verschieden ist. Im Unterschied zu dem Beleuchtungslichtstrahl **55** weist der Beleuchtungslichtstrahl **72** einen geringeren Strahlquerschnitt auf und ist dazu bestimmt, im Wesentlichen vollständig über den Eintrittsquerschnitt der Körperöffnung **65** in diese einzutreten, um möglichst viel Beleuchtungslicht an dem

Boden **63** der Körperöffnung **65** bereitzustellen.

[0035] Hierzu weist die Beleuchtung **71** einen ähnlichen Aufbau auf, wie die Beleuchtung **54** und umfasst beispielsweise eine Lichtquelle **74**, einen Reflektorspiegel **75** und eine Kollimationslinse **76**, die an einem Chassis **77** getragen sind, welches um eine Achse **78** verschwenkbar ist, um einen Winkel β_2 zwischen dem Zentralstrahl **73** und der optischen Achse **25** einzustellen.

[0036] Zur Verstellung der Winkel β_1 und β_2 der Beleuchtungen **54** und **71** ist ein gemeinsamer Antrieb **81**, wie beispielsweise ein Motor, vorgesehen, der über eine Steuerleitung **82** von der Steuerung **35** kontrolliert wird. Die Steuerbewegung des Antriebs **81** wird über mehrere Stangen **83** und Gelenke **84** mechanisch auf das Chassis **59** der Beleuchtung **54** bzw. das Chassis **77** der Beleuchtung **71** übertragen, um die Schwenkbewegungen um die Achsen **67** bzw. **78** herbeizuführen.

[0037] Obwohl der Beleuchtungslichtstrahl **72** in dem in [Fig. 2](#) gezeigten Zustand optimal in den Eintrittsquerschnitt der Körperöffnung **65** eintritt, ist ersichtlich, dass eine Ausleuchtung des Bodens **63** der Körperöffnung **65** nicht optimal ist und dort Schatten verbleiben.

[0038] Um dieses Problem zu beheben, umfasst die Beleuchtungseinrichtung **51** eine Spiegelbaugruppe **87**, welche wahlweise in den Strahlengang des von der Beleuchtung **71** erzeugten Beleuchtungslichtstrahls **72** einführbar ist, um diesen abzulenken. In der Draufsicht der [Fig. 3](#) ist die Linsenbaugruppe **87** in zwei Positionen dargestellt, nämlich in einer mit I bezeichneten Position, in der die Spiegelbaugruppe **87** vollständig aus den Strahlengängen des Mikroskopiesystems entfernt ist, und in einer mit II bezeichneten Position, in der die Spiegelanordnung **87** insbesondere in dem Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls **73** angeordnet ist. Hierzu ist die Spiegelanordnung **87** an einem Träger **89** verschiebbar, wie dies durch einen Pfeil **90** angedeutet ist. Diese Verschiebung kann durch einen Antrieb **91** herbeigeführt werden, welcher über eine Steuerleitung **92** von der Steuerung **35** kontrolliert wird. In dem Zustand II, in welchem die Spiegelanordnung **87** in dem Strahlengang angeordnet ist, trifft der Beleuchtungslichtstrahl zunächst auf einen Spiegel **95**, welcher den Beleuchtungslichtstrahl **72** so ablenkt, dass er hin zur optischen Achse **25** gerichtet ist, und sodann auf einen Spiegel **96**, welcher den Beleuchtungslichtstrahl hin zu der Objektebene **7** reflektiert. Da der Spiegel **96** mit einem wesentlich kleineren Abstand von der optischen Achse **25** angeordnet ist als der Spiegel **95**, schließt der Zentralstrahl **73** des Lichtstrahls **72** nach der Reflexion an dem Spiegel **96** einen wesentlich kleineren Winkel mit der optischen Achse **25** ein als dies dem Winkel β_2 entspricht, den der Zentralstrahl

73 in dem Zustand I, in welchem die Spiegelbaugruppe **87** nicht in dem Strahlengang angeordnet ist, mit der optischen Achse **25** einschließt. Der Beleuchtungslichtstrahl **72** tritt somit mit einem vergleichsweise kleinen Winkel zur optischen Achse **25** in den Eintrittsquerschnitt der Körperöffnung **65** ein und kann den Boden **63** der Körperöffnung **65** gut ausleuchten.

[0039] Details der Spiegelanordnung **87** sind in [Fig. 4](#) im Querschnitt dargestellt. Hierbei ist der Spiegel **96** fest an einem Träger **101** angebracht, während der Spiegel **95** um eine Schwenkachse **103** verschwenkbar an dem Träger **101** gehalten ist. An dem Träger **101** ist ferner ein Antrieb **105** gehalten, um eine Stange **107** zu verlagern, welche über ein Gelenk **109** an den Spiegel **95** gekoppelt ist, um dessen Schwenkstellung um die Schwenkachse **103** zu ändern, wie dies durch einen Pfeil **111** in [Fig. 4](#) angedeutet ist. Der Antrieb **105** wird durch die Steuerung **35** über eine Steuerleitung **113** kontrolliert.

[0040] Der Antrieb **105** wird von der Steuerung **35** in Abhängigkeit von einer Antriebsstellung des Antriebs **81** so gesteuert, dass durch den Antrieb **81** hervorgerufene Änderungen des Winkels β_2 , den der Zentralstrahl **73** mit der optischen Achse **25** vor Auftreffen auf dem Spiegel **95** einschließt, so zu kompensieren, dass der Zentralstrahl **73** nach Reflexion an dem Spiegel **96** im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse **25** des Mikroskopobjektivs **5** orientiert ist. Hierdurch ist gewährleistet, dass der Beleuchtungslichtstrahl **72** dann, wenn die Spiegelanordnung **87** in dem Zustand II in dem Strahlengang eingefügt ist, den Boden der Ausnehmung **63** immer gut ausleuchtet, auch wenn der Zentralstrahl **60** des Beleuchtungslichtstrahls **55** die optische Achse **25** in dem Bereich der Ebene **7'** schneidet, welche mit Abstand von der Objektebene **7** angeordnet ist.

[0041] In dem vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispiel weisen die Spiegel **95** und **96** plane Spiegelflächen auf. Es ist jedoch auch möglich, den Spiegel **96** oder den Spiegel **95** oder beide Spiegel **96** und **95** mit gekrümmten Spiegelflächen, wie beispielsweise einer konvexen Spiegelfläche bzw. einer konkaven Spiegelfläche auszustatten, um eine Divergenz des Beleuchtungslichtstrahls **72** zu modifizieren.

[0042] In dem vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispiel werden die Winkel β_1 und β_2 , die die Zentralstrahlen **60** bzw. **73** der Beleuchtungslichtstrahlen **55** und **72** mit der optischen Achse **25** einschließen, durch den gemeinsamen Antrieb **81** eingestellt, welcher mit den beiden Beleuchtungen **54** und **71** mechanisch gekoppelt ist. Es ist jedoch auch möglich, die beiden Winkel β_1 und β_2 durch zwei separate Antriebe einzustellen, welche jeweils einzeln und unabhängig voneinander von der Steuerung **35** kontrolliert werden. Ferner ist es möglich, andere An-

triebsfunktionen des Stereo-Mikroskopiesystems **1** mechanisch miteinander zu koppeln und die Antriebsbewegungen durch einen gemeinsamen Antrieb auszulösen. So kann zum Beispiel der Antrieb **105** zur Einstellung der Schwenkstellung des Spiegels **95** mit dem Antrieb zur Einstellung der Schwenkstellung der Beleuchtung **71** oder/und zur Einstellung der Schwenkstellung der Beleuchtung **54** mechanisch gekoppelt sein, so dass die entsprechenden Antriebsbewegungen durch einen einzigen motorischen Antrieb von der Steuerung **35** kontrolliert werden können.

[0043] Ebenso ist es möglich, einen der Antriebe **81** zur Einstellung der Schwenkstellungen der Beleuchtungen **71** und **54** oder den Antrieb **51** zur Einstellung der Schwenkstellung des Spiegels **95** mit dem Antrieb **35** zur Einstellung des Arbeitsabstands w zu koppeln, so dass die entsprechenden Antriebsfunktionen durch einen gemeinsamen motorischen Antrieb von der Steuerung **35** ausgelöst werden können.

[0044] Gemäß einer Ausführungsform stellt die Erfindung eine Beleuchtungseinrichtung eines Mikroskopiesystems bereit welche einen Antrieb, um einen Winkel eines Beleuchtungslichtstrahls zu ändern, und eine Spiegelbaugruppe, welche wahlweise in den Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahls einführbar ist, umfasst. Die Spiegelbaugruppe kann einen Antrieb umfassen, um eine Orientierung eines der Spiegel relativ zu einem anderen der Spiegel zu ändern.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10336476 A1 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Stereo-Mikroskopiesystem, umfassend:
 eine Mikroskopieoptik (3) zur Abbildung eines in einer Objektebene (7) der Mikroskopieoptik anordenbaren Objekts (8), wobei die Mikroskopieoptik (3) ein Mikroskopobjektiv (5) umfasst, welches eine optische Achse (25) aufweist;
 eine Beleuchtungseinrichtung (51), welche dazu konfiguriert ist, einen ersten Beleuchtungslichtstrahl (72) hin zu der Objektebene (7) zu richten, wobei eine Zentralachse (73) des ersten Beleuchtungslichtstrahls (72) eine orthogonal zu der optischen Achse (25) orientierte Ebene (53) mit Abstand von der optischen Achse (25) schneidet, wobei die Beleuchtungseinrichtung (51) einen ersten Antrieb (81) umfasst, um einen Winkel (β_1) zwischen der Zentralachse (73) des ersten Beleuchtungslichtstrahls (72) in einem Bereich um die Ebene (53) und der optischen Achse (25) zu ändern;
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Beleuchtungseinrichtung (51) eine Spiegel-Baugruppe (87) und einen zweiten Antrieb (91) umfasst, um die Spiegel-Baugruppe (87) wahlweise von einem ersten Zustand (II), in dem sie in einem Strahlengang des ersten Beleuchtungslichtstrahls (72) eingefügt ist, in einen zweiten Zustand (I), in dem sie aus dem Strahlengang entfernt ist, zu überführen, wobei die Spiegel-Baugruppe (87) einen ersten Spiegel (95) und einen zweiten Spiegel (96) umfasst, wobei der erste Spiegel (95) in dem ersten Zustand die Ebene schneidet und von der Zentralachse (73) des ersten Beleuchtungslichtstrahls (72) geschnitten wird, um diesen auf den zweiten Spiegel (96) zu richten, welcher den auf ihn gerichteten ersten Beleuchtungslichtstrahl (72) hin zu der Objektebene (7) umlenkt, wobei der zweite Spiegel (96) in dem ersten Zustand mit einem geringeren Abstand von der optischen Achse angeordnet ist als der erste Spiegel (95).

2. Stereo-Mikroskopiesystem nach Anspruch 1, ferner umfassend einen dritten Antrieb (105), um eine Orientierung des ersten Spiegels oder/und des zweiten Spiegels relativ zu dem Zentralstrahl (73) zu ändern.

3. Stereo-Mikroskopiesystem nach Anspruch 2, ferner umfassend eine Steuerung (35), welches dazu konfiguriert ist, den dritten Antrieb (105) in Abhängigkeit von einer Antriebsposition des zweiten Antriebs (81) zu steuern.

4. Stereo-Mikroskopiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Beleuchtungseinrichtung (51) dazu konfiguriert ist, einen zweiten Beleuchtungslichtstrahl (55) hin zu der Objektebene (7) zu richten.

5. Stereo-Mikroskopiesystem nach Anspruch 4,

wobei die Beleuchtungseinrichtung (51) einen vierten Antrieb (81) umfasst, um einen Winkel (β_1) zwischen der Zentralachse (60) des zweiten Beleuchtungslichtstrahls (55) und der optischen Achse (25) zu ändern.

6. Stereo-Mikroskopiesystem nach Anspruch 5, wobei der dritte Antrieb (81) und der vierte Antrieb mechanisch miteinander gekoppelt sind.

7. Stereo-Mikroskopiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner umfassend einen fünften Antrieb (37) zur Verlagerung von Linsen (11, 27) des Mikroskopobjektivs (5) relativ zueinander, um einen Abstand (w) zwischen der Objektebene (7) und dem Mikroskopobjektiv (5) zu ändern.

8. Stereo-Mikroskopiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner umfassend einen Abstandssensor (31), um einen Abstand (w) eines Objekts von der Mikroskopieoptik (3) zu ermitteln.

9. Stereo-Mikroskopiesystem nach Anspruch 7 oder 8, ferner umfassend eine Steuerung (35), welche dazu konfiguriert ist, den zweiten Antrieb (81) in Abhängigkeit von einer Antriebsposition des fünften Antriebs (37) oder/und einem Sensorsignal des Abstandssensors (31) zu steuern.

10. Stereo-Mikroskopiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der erste, zweite, dritte, vierte, oder/und fünfte Antrieb einen Motor umfasst.

11. Stereo-Mikroskopiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der erste oder/und der zweite Spiegel (95, 96) ein Planspiegel ist.

12. Stereo-Mikroskopiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der erste oder/und der zweite Spiegel eine konkave oder konvexe Spiegelfläche aufweist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

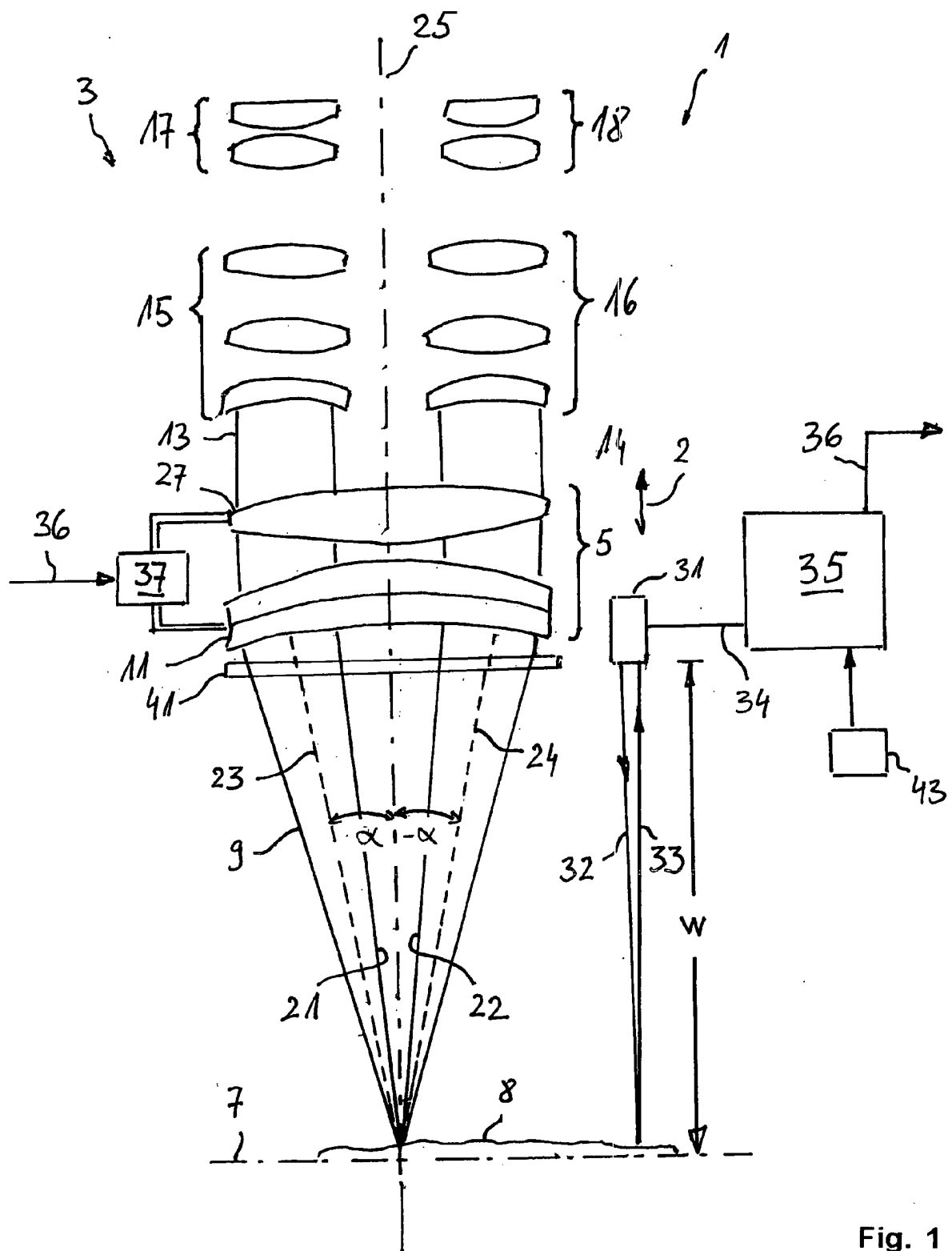


Fig. 1

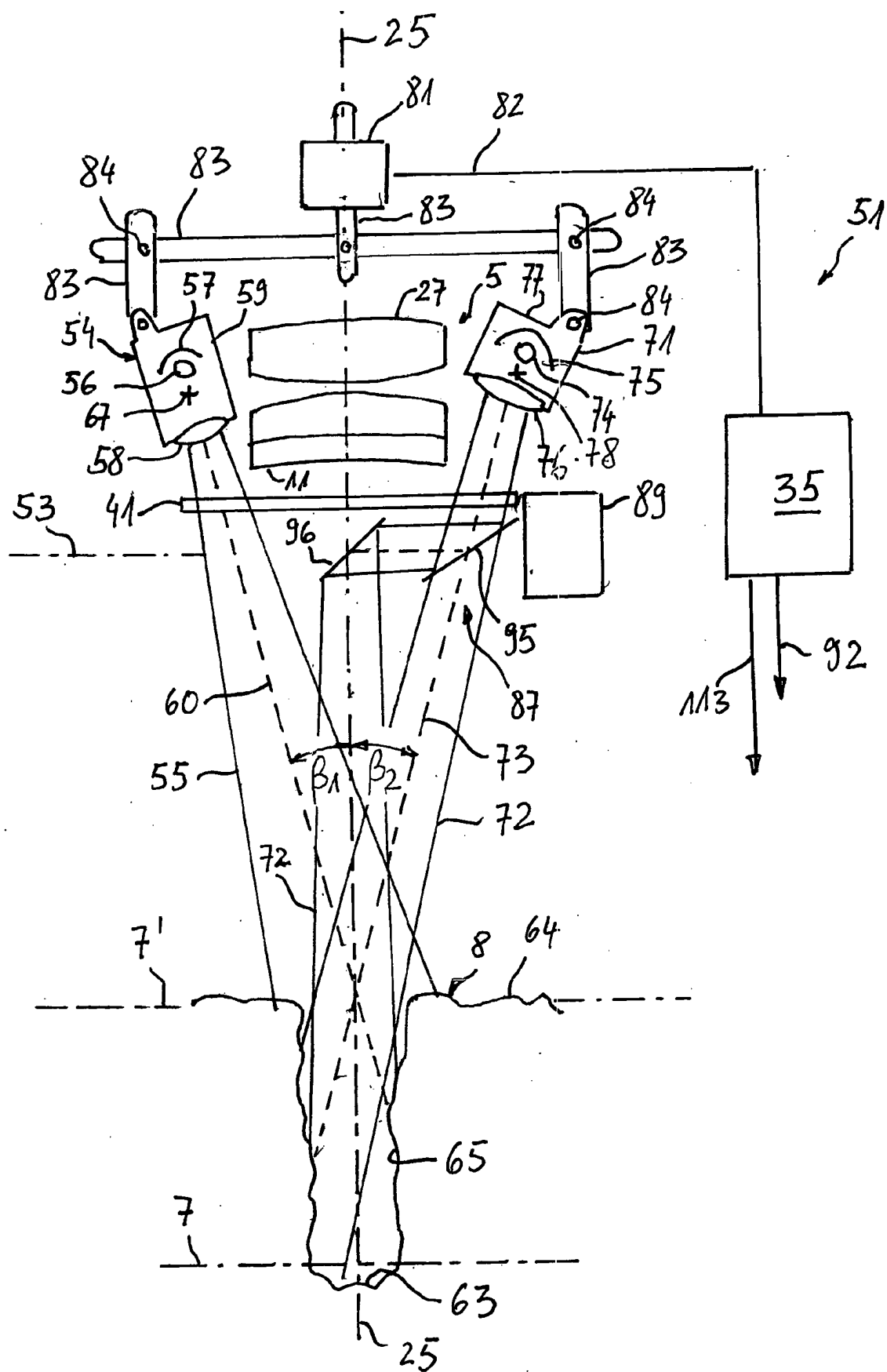


Fig. 2

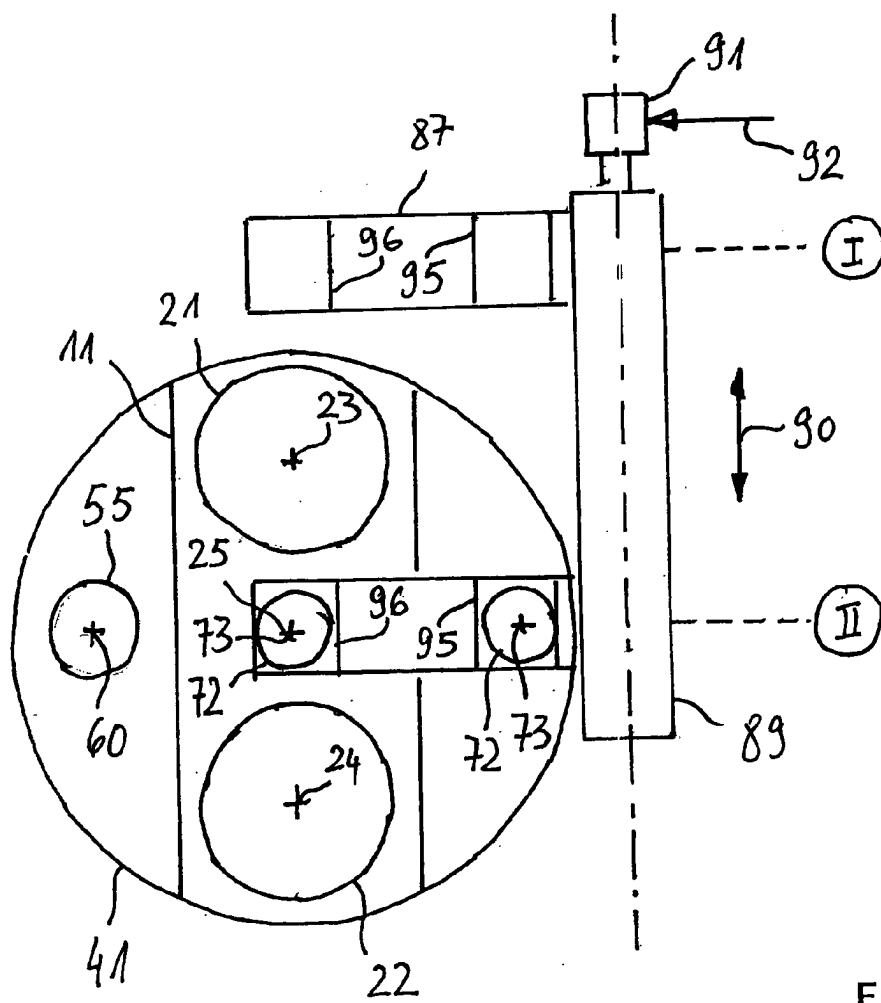


Fig. 3

