



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 42 41 938 B4** 2004.11.04

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 42 41 938.7**
 (22) Anmeldetag: **11.12.1992**
 (43) Offenlegungstag: **16.06.1994**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **04.11.2004**

(51) Int Cl.7: **A61B 1/05**
A61B 1/005, H04N 13/02

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Karl Storz GmbH & Co. KG, 78532 Tuttlingen, DE

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

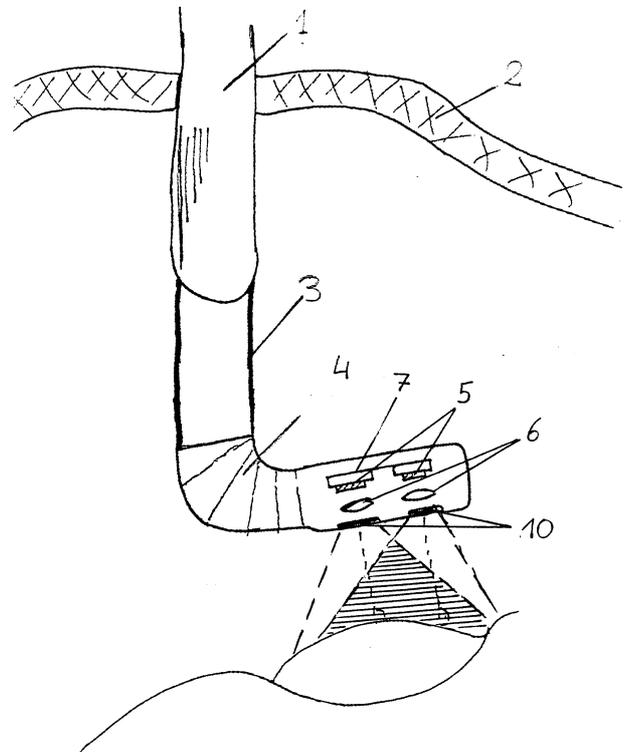
(72) Erfinder:
**Irion, Klaus M., Dr.-Ing., 7206
 Emmingen-Liptingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE-AS 12 61 276
DE 39 21 233 A1
DE 38 06 190 A1
DE 32 33 924 A1

DE 91 13 080 U1
DE 15 41 153 B
DE 1 64 966 C
US 50 50 584 A
US 49 89 586 A
US 49 26 257 A
US 46 99 125 A
US 46 85 451 A
US 45 62 831 A
US 42 61 344 A
US 49 41 457
US 48 73 572
JP 63-2 01 618 A
JP 60-2 32 524 A

(54) Bezeichnung: **Endoskop insbesondere mit Stereo-Seitblickoptik**

(57) Hauptanspruch: Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das wie bei einer Seitblickoptik ausgebildet ist und das wenigstens zwei Bildaufnehmer zur Stereobeobachtung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Endoskopschaft im distalen Bereich derart abwinkelbar ist, dass die Blickrichtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems oder zumindest eines Bildaufnehmers näherungsweise parallel zur Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes ist und, dass der Endoskopschaft im distalen Bereich derart bewegbar ist, dass der Mittelpunkt der Stereobasis auf die Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes fällt und, dass die Bildaufnehmer im distalen Bereich des Endoskops axial zur Längsachse des distalen abwinkelbaren Bereichs hintereinander angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das wie bei einer Seitblickoptik ausgebildet ist und das wenigstens zwei Bildaufnehmer zur Stereobeobachtung aufweist, gemäß dem Oberbegriff des Patentsanspruchs 1.

[0002] Der Einsatz von Endoskopen in der Chirurgie hat sich mittlerweile erfolgreich bewährt und dient neben den herkömmlichen chirurgischen Operationstechniken in vielen Fällen als ein minimal invasives Alternativ-Verfahren, das den Vorteil weit geringerer Belastung für den Patienten und wesentlich kürzere Heilungszeiten ermöglicht. Neben den Anwendungen zu Zwecken von inkorporalen Manipulationen, bspw. durch geeignetes Endoskopbesteck zum Behandeln von krankhaften Körperstellen, finden Endoskope vornehmlich ihren Einsatz als Beobachtungs- und Untersuchungsmittel von Hohlräumen innerhalb des menschlichen Körpers.

[0003] Neben den hinlänglich bekannten, konventionellen starren Stablinsen-Endoskopen, die nur über einen einzigen optischen Sichtkanal verfügen und dem Operateur nur ein zweidimensionales Abbild des Beobachtungsraumes verschaffen, sind Endoskopsysteme bekannt, die aufgrund der Nutzung stereoskopischer Optiksyste me das Operationsumfeld in seiner räumlichen Anordnung wiederzugeben vermögen.

[0004] Erste Überlegungen zur räumlichen Betrachtung mit Hilfe von Endoskopen, den sog. Stereoendoskopen, gehen bspw. auf die deutsche Patentschrift DE 16 49 66 C aus dem Jahre 1904 zurück. Es handelt sich hierbei um zwei getrennte, optische Betrachtungswege, die den Anblick eines Objektes, das dem distalen Ende des Endoskops gegenüberliegt, aus zwei unterschiedlichen Blickrichtungen gestattet.

[0005] Der proximale Teil des Endoskops ist mit einem Doppelokularansatz verbunden, der die Beobachtung des Objektes mit beiden Augen gleichzeitig ermöglicht.

[0006] Neben der reinen visuellen Betrachtung des Operateurs ist es aus einer Vielzahl von Gründen erwünscht und bei den minimalinvasiven endoskopischen Operationstechniken sogar notwendig, die Darstellung des Operationsgebietes videotechnisch über eine Kamera-Monitor-Einheit zu realisieren. Darüber hinaus kann das endoskopische Vorgehen videotechnisch gespeichert werden, so dass eine eingehendere Betrachtung auch nach dem Eingriff möglich ist. In diesem Zusammenhang ist es bspw. für das beschriebene, konventionelle, optische Stereo-Endoskop-System erforderlich, dass auf die zwei

getrennten optischen Beobachtungssysteme proximal jeweils ein Kamerasystem angekoppelt werden muss. Derartige Ankoppelvorgänge erfordern jedoch zum Teil sehr aufwendige Justierarbeiten, die ferner den Umgang mit dem Endoskop entscheidend erschweren. Hinzu kommt, dass bei den beschriebenen, optischen Stereosystemen die in dem Endoskop vorhandenen optischen Elemente, bspw. Stablinsen, in ihren Führungsröhren eine gewisse laterale Beweglichkeit aufweisen, wodurch eine systembedingte Unschärfe zumindest bei der Justierung des Systems nicht zu verhindern ist.

[0007] Alternativ zur konventionellen Bildübertragung zwischen dem distalen Ende und dem proximalen Ende des Endoskops mit Hilfe von optischen Komponenten (Abbildungslinsen, Lichtleitfaseranordnungen, u.a.) werden verstärkt auch Video-Bildaufnehmer, wie bspw. CCD-Chips verwendet. Es ist deshalb mehrfach vorgeschlagen worden anstelle der herkömmlichen optischen Übertragungssysteme in der Bildebene der jeweils distal angeordneten Objekte einen Bildaufnehmer anzuordnen, der mittels eines Übertragungssystems mit einer proximal angeordneten Versorgungseinheit verbunden ist. Hierzu wird exemplarisch auf die US-Patentschrift 4 261 344 A verwiesen.

[0008] Hierbei finden Festkörper-Bildaufnahmeverrichtungen, unter, denen ladungsgekoppelte Sensorentypen, bspw. CCD-arrays am geeignetsten, erscheinen, weitverbreitete Anwendung.

[0009] Die distale Anordnung derartiger Bildaufnahmesysteme weist u.a. den Vorteil auf, dass die Bildübertragung vom distalen Ende zum proximalen Ende des Endoskops elektronisch vollzogen werden kann, d.h. die Signalübertragung erfolgt über entsprechende elektrische Leitungen. Flexiblere Endoskopführungen ohne optische Verzerrungen können somit gewährleistet werden. Ebenso fallen die erheblichen Kostenanteile für das optische Stablinsenübertragungssystem weg, wodurch "elektronische Beobachtungsendoskope" günstiger produziert werden können.

[0010] Aus den US-Patentschriften 4 699 125 A oder 4 926 257 A gehen derartige Endoskope hervor, an deren distalen Ende Bildaufnahmesysteme vorgesehen sind, die im wesentlichen aus einem Objektiv und einem Festkörperbildaufnahmeelement, vorzugsweise CCD-Array, zusammengesetzt sind.

[0011] Vergleichbare elektronische Endoskope sind ferner in folgenden Druckschriften beschrieben: US-PS 5 050 584 A, US-PS 4 989 586 A sowie DE-OS 38 06 190 A1.

[0012] Bei den genannten Endoskopen ist in der Bildebene des distal angeordneten Objektivs ein Halb-

leiterbildaufnehmer derart angeordnet, dass die lichtempfindliche Sensorfläche mit der Achse des Endoskops einen 90°-Winkel einschließt. Mit dem Ziel der Verringerung des Endoskopquerschnittes im distalen Bereich sind somit zumindest durch die dzt. kleinstmögliche Dimensionierung von Festkörper-Bildaufnahmesensoren Grenzen gesetzt.

[0013] Alternativ zu den sog. Geradeausblick-Endoskopen, wie sie aus dem vorgenannten Stand der Technik zu entnehmen sind, bieten sog. Seitblick-Endoskope mit parallel zur Endoskopachse ausgerichteten Flächensensoren eine weitergehende Minimierung des Endoskopquerschnittes. Derartige Vorrichtungen gehen bspw. aus der US-PS 4 685 451 A, US-PS 4 562 831 A sowie aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 32 33 924 A1 hervor. Seitblickendoskope, deren Blickrichtung senkrecht zur Endoskopachse und somit auch zur Einführbewegung des Endoskops gerichtet sind, dienen in erster Linie zur gastroenterologischen Beobachtung und Untersuchung des Duodenums (Zwölffingerdarm) und weiterführenden Behandlungen im Gallengang, welcher gegenüber dem Duodenum um nahezu 90° abgelenkt ist. Zwar ist mit diesem Aufbau der Endoskopquerschnitt zu reduzieren, jedoch ist der Operateur nicht in der Lage den Bereich zu beobachten, in den das Endoskop in Bewegungsrichtung eindringt.

[0014] Im Gegensatz zu den elektronischen Endoskopen, die nur über ein einziges Bildaufnahmesystem verfügen, geht aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 38 06 190 A1 eine elektronische Endoskopenrichtungen mit jeweils zwei Abbildungsvorrichtungen hervor, die unter Verwendung von Festkörperbildaufnehmern dem Operateur einen räumlichen Eindruck vom Beobachtungsbereich des Endoskops ermöglichen. Zwar bietet die paarweise Anordnung der Bildaufnahmesysteme in Geradeausblickrichtung am distalen Ende des Endoskops dem Operateur einen Beobachtungsbereich, der unmittelbar vor der Endoskopspitze liegt und ermöglicht somit eine kontrollierte Bewegung des Endoskops ins Körperinnere. Durch die Forderung mit möglichst geringen Endoskopdurchmessern zu arbeiten, kann jedoch die gegenseitige Beabstandung der Bildaufnahmesysteme, die sog., Stereobasis, nicht allzu groß gewählt werden. Diese Forderung steht jedoch der Möglichkeit der Steigerung des räumlichen Seheindrucks und somit einer möglichst großen Stereobasis, diametral entgegen. Darüber hinaus sind unter Einhaltung möglichst geringer Endoskopdurchmesser, bei dieser Anordnung Festkörper-Bildsensoren mit sehr geringen Abmessungen und somit auch schlechterer Auflösung einsetzbar.

[0015] Aus der DE 39 21 233 A geht unter anderem aus der **Fig. 4** ein elektronisches Stereoendoskop in Geradeausblickrichtung hervor. Hierzu werden zwei getrennt voneinander bewegbare Bildaufnahmesys-

teme aus der koaxialen Lage zur Endoskopachse seitlich ausgeschwenkt, so dass die Stereobasis erheblich vergrößert werden kann. Durch den seitlich ausschwenkbaren Klappmechanismus beider Bildaufnahmesysteme kann jedoch auch dem Fordernis eines möglichst geringen Endoskopquerschnittes Rechnung getragen werden. Der vorgeschlagene Lösungsweg bietet zwar dem Operateur einen räumlichen Eindruck des Beobachtungsfeldes in Geradeausblickrichtung, er lässt jedoch weitere Freiheitsgrade nicht zu. Außerdem erscheint die genaue Positionierung der beiden Aufnahmesysteme zueinander problematisch.

[0016] Aus der US 4 941 457 A ist ein Endoskop mit einem Endoskopschaft bekannt, dessen am distalen Ende des Schaftes angeordnetes Bildaufnahmesystem mit Hilfe eines aufgesetzten Adapters in Art einer Seitblickoptik ausgebildet werden kann. Die optische Achse der Objektive ist jedoch auch bei einer Seitblickoptik parallel zur Längsachse des Endoskopes angeordnet und die Basis, für die Stereo-Beobachtung ist nicht größer als die Querdimension des Schafts.

[0017] Aus der US 4 873 572 ist ein elektronisches Stereo-Endoskop bekannt, bei dem anstelle der beiden Bildleiterbündel eine Festkörper-Bildaufnehmerplatte mit zwei bildgebenden Bereichen angeordnet ist. Neben den bereits beschriebenen Nachteilen sind hier zwar Festkörper-Bildaufnehmer jedoch keine Seitblick-Optik offenbart.

[0018] Aus der JP 60-232524 A ist ein elektronisches Stereo-Endoskop bekannt, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, bei dem die Bildaufnehmer am distalen Ende des Endoskopes angeordnet sind. Die Geradeaus-Stellung der Optik wird mittels eines sehr aufwendigen Schwenkmechanismus erreicht, der sowohl die Benutzung als auch die spätere Reinigung des Instrumentes erschwert. Ein weiteres Endoskop für dreidimensionale Untersuchungen ist aus der JP 63-201618 A bekannt. Dieses Endoskop weist mehrere nebeneinander angeordnete Objektive und Bildaufnehmer auf. Bei Geradeausblickoptik ist die Stereobasis durch die Querdimension des Schaftendes begrenzt.

[0019] Aus der DE 15 41 153 B ist ein Endoskop bekannt, das als eine biegsame Schlauchanordnung ausgeführt ist und an dessen distalem Ende ein Bildaufnehmer angeordnet ist. Die hier angezeigte Schlauchanordnung lässt sich im distalen Bereich des Endoskops abwinkeln, dass die Blickeinrichtung im wesentlichen parallel zur Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes verläuft. Dazu werden bestimmte Anlenkglieder durch Ziehstränge einheitlich in eine Richtung ausgelenkt. Aus diesem Grund ist bei dieser Ausführungsform eine platzsparende Auslenkung des distalen Endes des Endoskopschaft-

tes derart, dass der Mittelpunkt des Bildaufnehmers auf die Achse des proximalen Endes des Endoskopschaftes fällt nicht möglich. Mit anderen Worten ist hier eine entgegengesetzte Biegung angrenzender Bereiche im Endoskopstrang nicht realisierbar.

Aufgabenstellung

[0020] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das in Art einer Seitblickoptik ausgebildet ist, derart weiterzubilden, dass bei möglichst minimalen Endoskopquerschnitt ein möglichst optimaler räumlicher Eindruck des Sichtfeldes erreichbar ist. Ferner soll die dreidimensionale Beobachtung möglichst den gesamten Hohlraum, innerhalb dem das Stereoendoskop eingeführt ist, erfassen. Dem Operateur soll ein möglichst einfach zu bedienendes Beobachtungswerkzeug gegeben werden, das bspw. die Notwendigkeit von Justierungen an der Optik während des Gebrauchs vollkommen ausschließt und die Handhabung weitgehend vereinfacht, so dass die räumliche Orientierung jederzeit unproblematisch ist. Außerdem sollen möglichst großflächige Bildsensoren mit entsprechend hoher Bildauflösung zum Einsatz kommen. Diese Aufgabe wird durch ein Endoskop mit den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0021] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0022] Die Erfindung geht von dem Grundgedanken aus, dass das distale Ende eines Seitblickendoskops, das wenigstens zwei Bildaufnehmer aufweist, sowohl in einer Stellung die Seitblickrichtung und in einer zweiten Stellung die Geradeausblickrichtung einnimmt. Durch die Umstellung der Blickrichtung des Bildaufnahmesystems um wenigstens 90° kann bspw. durch zusätzliche Drehung des Endoskops um dessen Längsachse die Gesamtheit eines Hohlraums erfasst werden.

[0023] Erfindungsgemäß weist das Endoskop mit einem an seinem distalen Ende angebrachten Festkörper-Bildaufnahmesystem, das wie bei einer Seitblickoptik ausgebildet ist, wenigstens zwei Bildaufnehmer auf, die im distalen Bereich des Endoskops axial hintereinander angeordnet sind. Zusätzlich ist der Endoskopschaft im distalen Bereich derart abwinkelbar, dass die Blickrichtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems in etwa parallel zur Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes ausgerichtet werden kann.

[0024] Darüber hinaus ist es erfindungsgemäß möglich, den Mittelpunkt der Stereobasis des Festkörper-Bildaufnahmesystems in etwa auf der Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes anzu-

ordnen.

[0025] In anderen Worten ausgedrückt, besteht der allgemeine Erfindungsgedanke darin, ein Stereobildaufnahme-Endoskop für den Eindringvorgang in den Hohlraum mit möglichst geringem Querschnitt des Endoskopschaftes zu realisieren, gleichwohl aber für eine möglichst große Stereobasis bei gleichzeitiger Verwendung großflächiger Festkörper-Bildsensoren mit hoher Bildauflösung zu sorgen, um einen möglichst ausgeprägten dreidimensionalen Seheindruck zu gewährleisten. Hierbei sind die Bildaufnahmesysteme im distalen Bereich des Endoskopschaftes in Seitblickrichtung derart vorgesehen, so dass die lichtempfindlichen Festkörper-Bildsensoren in Endoskoplängsachse hintereinander angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, dass der kleinste Endoskopschaftquerschnitt nicht von beiden Dimensionen eines Bildsensors abhängt, sondern nur von einer Sensorlängsseite. Eine möglichst geringe Endoskopquerschnittsbemaßung ist somit möglich.

[0026] Ist das Endoskop innerhalb des zu beobachtenden Hohlraumes eingebracht, so ist die am distalen Endoskopende angebrachte Beobachtungseinheit aus einer Seitblickrichtung erfindungsgemäß in eine zweite Stellung, die eine Geradeausblickrichtung ermöglicht, überführbar. Zur einfacheren Handhabung des Endoskops für den Operateur ist vorzugsweise eine definierte Lageänderung des Endoskopschaftes zwischen Seitblickrichtung und Geradeausblickrichtung vorgesehen. Die Handhabung wird für den Operateur wesentlich vereinfacht und die Zuordnung zwischen Seitblick- und Geradeausblickrichtung wird dadurch vereinfacht. Die Orientierung im Hohlraum durch zwei vorgegebene Blickrichtungseinstellungen wird dadurch verbessert.

[0027] Natürlich kann je nach Anwendungsfall auch eine kontinuierliche Bewegung des Endoskopschaftes in mehrere Richtungen erfolgen.

[0028] Die zur Endoskoplängsachse parallele Blickrichtung des abgewinkelten Endoskopschaftes am distalen Bereich, wobei der Mittelpunkt der Stereobasis auf der Verlängerung der Endoskopachse liegt, wird erfindungsgemäß derart ermöglicht, dass durch eine mehrfache Abwinkelung relativ zur Endoskoplängsachse das Festkörper-Bildaufnahmesystem quasi in Geradeausblickrichtung in Verlängerung der Endoskoplängsachse umklappbar ist. Die diskrete Deformation des Endoskopschaftes kann mit Hilfe (gemäß Anspruch 7) einer im distalen Bereich des Endoskopschaftes vorgesehenen Baueinheit, die in bevorzugter Weise aus einem Werkstoff mit thermischen oder mechanischen Gedächtnisvermögen besteht, vorgenommen werden. Hierzu wird der Endoskopschaft, der einen starren und einen sich verformbaren Teil aufweist, während des Einführvorganges in den Hohlraum durch eine längliche Trokarhülse

hindurch geführt. Tritt der sich verformbare Teil des Endoskopschaftes im Hohlraum aus der Trokarhülse hervor, so nimmt er automatisch seine vorgegebene Form an, die derart vorgesehen ist, dass das Bildaufnahmesystem vorzugsweise in Geradeausblickrichtung orientiert ist.

[0029] Diese Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich kann auch gesteuert vorgehen, indem innerhalb des sich verformbaren Teils des Endoskopschaftes Bowdenzüge oder steuerbare Gelenke vorgesehen sind, die manuell oder motorisch bedienbar sind.

[0030] Neben der Möglichkeit einer 90°-Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich, die eine zur Endoskoplängsachse parallele aber nicht koaxiale räumliche Beobachtungsmöglichkeit bietet, ist erfindungsgemäß eine weitere Möglichkeit der Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich vorgesehen, die eine mit der Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes koaxiale Beobachtung in räumlicher Qualität vorsieht.

[0031] Die vorstehende Beobachtungsvariante weist zusätzlich den Vorteil auf, dass der Operateur einen räumlichen Seheindruck von dem Beobachtungsfeld durch das Endoskop vermittelt bekommt, das sich unmittelbar in Vorstoßrichtung des Endoskops und somit weitgehend koaxial mit der Endoskoplängsachse vor dem distalen Bereich des Endoskops befindet.

[0032] Die Handhabung des Endoskops mit koaxialer Anordnung des Festkörper-Bildaufnahmesystems in Geradeausblickrichtung ist ähnlich wie bei konventionellen Stablinsenendoskopen. Eine Umgewöhnung auf anderweitige Abbildungseigenschaften wird mit dieser Endoskoplösung vermeidbar.

[0033] Der Einsatz derartiger Stereoendoskope mit möglichst großer Stereobasis, zum Erzielen eines intensiven räumlichen Seheindrucks dient dem Operateur in erster Linie zur besseren Abschätzung von räumlichen Beabstandungen. Insbesondere das Hantieren von weiteren endoskopischen Werkzeugen, zur Durchführung inkorporaler Behandlungen im Sichtkegel des Stereoendoskops wird durch die Räumlichkeit des Seheindrucks entscheidend vereinfacht. Der Operateur ist somit in der Lage mit wenigstens zwei in dem Hohlraum eingebrachten Werkzeugen derart zu agieren, als würde der Operateur einen direkten Einblick zu der zu behandelnden Stelle besitzen. Ferner ist es möglich, absolute Vermessungen durch das erfindungsgemäße Stereoendoskop vorzunehmen. Neben der bereits erwähnten entscheidenden Verbesserung zur kontrollierten Durchführung komplizierter Operationstechniken mittels Endoskopwerkzeugen innerhalb von Hohlräumen, bspw. Magen, Blase, Darm etc., kann mit dem erfin-

dungsgemäßen Stereoendoskop durch die räumliche Beobachtung der gesamten Innenseite von schlauchförmigen Hohlräumen wie Darmgefäße eine verbesserte Diagnose durchgeführt werden.

[0034] Gemäß Anspruch 2 weist das am distalen Ende des Endoskops angebrachte Festkörper-Bildaufnahmesystem wenigstens zwei Bildaufnehmer auf, die im wesentlichen aus einem Objektiv und einem lichtempfindlichen Festkörper-Bildsensor, bspw. einem CCD-Array, bestehen. Die jeweils paarweise zugeordneten Bildaufnehmer sind dabei derart zueinander angeordnet, so dass zumindest die optischen Achsen ihrer Objektive einen Konvergenzwinkel einschließen, der bspw. über steuerbare Mikrostellelemente einstellbar ist. Durch die Änderung des Konvergenzwinkels ist es bspw. möglich, den Abstand zwischen der Objektivenebene und dem Entfernungspunkt, an dem sich die Sichtfelder beider Bildaufnahmesysteme überschneiden, in einem gewissen Bereich zu variieren. Somit ist der Operateur in der Lage, das optische System in seinen räumlichen Abbildungsqualitäten optimal an den Entfernungsbereich vor der Objektivenebene anzupassen, auf den sich das Beobachtungsinteresse, bspw. bedingt durch die Vornahme eines Operationsvorganges mittels weiterer Endoskopwerkzeuge, bezieht.

[0035] Ebenso sieht eine bevorzugte Ausführungsform gemäß Anspruch 13 die Veränderbarkeit der Stereobasis der Bildaufnehmer vor, so dass die räumlichen Betrachtungsqualitäten an die aktuellen Gegebenheiten des Sichtfeldes angepasst werden können.

[0036] Zur Beleuchtung der zu beobachtenden inkorporalen Körperstellen dienen vorzugsweise Lichtleiterausgänge, die jeweils in Blickrichtung der Festkörper-Bildaufnahme-Systeme angeordnet sind. Eine symmetrische Anordnung der Lichtausgänge um die Bildaufnahmesysteme ermöglicht ferner eine homogene Ausleuchtung, die insbesondere für stereoskopische Aufnahmen unabdingbar sind.

[0037] Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, dass die Bildaufnehmer, zumindest aber die Festkörper-Bildsensoren mechanisch vorzugsweise auf einer einzigen Leiterplatte angebracht sind. Eine derartige Kombination verhindert eine ungewollte De-Justierung und garantiert für eine ungestörte Übertragung der durch die Bildaufnehmer gewonnenen Bildsignale, die durch die Festkörper-Bildsensoren in elektrische Signale umgewandelt und über entsprechende Leitungen entlang des Endoskopschaftes zur einer proximal angebrachten Videobildverarbeitungseinheit weitergeleitet werden.

[0038] Die elektronische Ansteuerung der Festkörper-Bildsensoren in Form von geeigneten Taktsignalen, die für eine einwandfreie Funktion der Sensoren

notwendig sind, und die Bereitstellung der Versorgungsspannung können für zwei oder mehr Sensoren über identische Signalleitungen bzw. Versorgungsleitungen geleitet werden, da die notwendigen Eingangssignale für die Festkörper-Bildsensoren identisch sind. Die Verwendung von mehr als einem Bildaufnehmer führt somit nicht zu einer Verdopplung der Eingangs-Signalleitungen, so dass der Endoskopquerschnitt auf ein Minimum gehalten werden kann. Pro Bildaufnehmer muss nur eine Ausgangssignalleitung vorgesehen werden, um die Videobildinformation nach proximal zu übertragen.

[0039] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass gemäß Anspruch 18 die für das taktweise Auslesen der Festkörper-Bildsensoren erforderlichen Taktsignale in einer elektronischen Aufbereitungseinheit, die im distalen Bereich des Endoskopschaftes angebracht ist, aufbereitet werden.

[0040] Die von zwei Bildaufnahmesystemen aufgenommenen einzelnen Objektfelder werden wie bereits besprochen in elektrische Signale umgewandelt und an eine proximal angebrachte Kontroll-, Verarbeitungs- und Darstellungseinheit weitergeleitet. Die proximalseitige Kontrolleinheit sorgt für die Generierung der Takte zum Auslesen der Bildaufnehmer, die Verarbeitungseinheit für die zweikanalige Weiterverarbeitung der durch die Bildaufnehmer gewonnenen Bildsignale die sodann als Videosignale einer Darstellungseinheit zu geleitet werden.

[0041] Bspw. können die Videosignale der beiden Bildaufnahmesysteme abwechselnd je 50 mal/sec auf einen Monitor übertragen werden. Mit einem derartigen Monitor, der mittels einer durch Infrarotstrahlen gekoppelten Brille zu betrachten ist, die mit einer Flüssigkristallschicht ausgestattet ist, können beide aufgenommenen Objektfelder, die synchron mit der Bildschirmfrequenz abwechselnd auf dem Bildschirm erscheinen mit dem zugeordneten Auge betrachtet werden. Hierzu nimmt durch synchrone Abdunkelung der Brille das Bild bspw. des rechten Bildaufnahmesystems das rechte Auge und im nächsten Augenblick das des linken Bildaufnahmesystems das linke Auge wahr. Im Gehirn werden die visuellen Informationen bei entsprechend hoher Bildwiedergabefrequenz zu einem dreidimensionalen Bild verarbeitet. Somit kann ein dreidimensionales Bild nach dem vorgenannten "Ein-Monitor-Shutter-Prinzip" erzeugt werden. Durch Betrachten des Bildschirms kann der Operateur ohne Anstrengung und augenermüdenden Benutzung von Durchblickendoskopen den Vorgang innerhalb eines Hohlraumes beobachten während er mit weiteren Werkzeugendoskopen arbeitet. Operationen werden dadurch erheblich erleichtert, in dem das dreidimensionale Abbild auf dem Monitor quasi einen direkten Blick durch die Bauchdecke ermöglicht.

[0042] Gemäß Anspruch 20 ist es vorgesehen, dass der distale Endbereich des Endoskops mit dem Festkörper-Bildaufnahmesystem für die Stereobetrachtung als vom Instrument lösbare Stereovideosonde ausgeführt ist, welche ein magnetisches Element enthält, durch das die Sonde z.B. unter Verwendung eines zweiten äußeren Magneten an, beispielsweise der Bauchdecke positionierbar und befestigbar ist. Hiermit wird es möglich Beobachtungspositionen einzunehmen, an die man mit einem einzigen Endoskopeinstich nicht hinkommt, ohne dabei weitere Einstiche vornehmen zu müssen. Ist erst einmal die Videosonde in das Körperinnere eingebracht und mittels eines äußeren Magneten unterhalb der bspw. Bauchdecke fixiert, so kann durch Verschieben des äußeren Magneten die Videosonde an fast beliebige Stellen unterhalb der Bauchdecke gebracht werden.

[0043] Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen bezüglich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

[0044] Fig. 1: in einem Hohlraum eingebrachtes Stereoendoskop mit 90° Abwinkelung des Endoskopschaftes,

[0045] Fig. 2a, b: Querschnittsdarstellung des erfindungsgemäßen Seitblickendoskopkopfes

[0046] Fig. 3a; b: Seitenansicht eines Stereo-Seitblickendoskops mit zweifacher Ablenkung im distalen Bereich des Endoskopschaftes zur koaxialen Ausrichtung des Endoskopschaftes zur Endoskoplängsachse und

[0047] Fig. 4: Querschnittsdarstellung durch den distalen Endoskopbereich mit Geradeaus- und Seitblickoptik.

Ausführungsbeispiel

[0048] In Fig. 1 ist eine Querschnittsdarstellung abgebildet, die ein Stereoseitblickendoskop zeigt, das durch eine Trokarhülse (1) in das Innere eines menschlichen Hohlraumes durch die Bauchdecke (2) eingeführt ist. Nachdem der beweglich ausgebildete Teil des Endoskopschaftes (4) ganz aus der Trokarhülse (1) im Körperinneren herausragt, klappt der distale Bereich um etwa 90° zur Endoskoplängsachse um. Der Klappmechanismus kann bspw. durch in dem beweglichen Teil des Endoskopschaftes eingebrachte Erinnerungsmaterialien, mit thermischem oder mechanischem Gedächtnisvermögen ausgelöst werden. Ebenso können geeignet angebrachte Bowdenzüge im inneren des Endoskopschaftes die Umlenkung des distalen Bereichs bewirken.

[0049] Die zur Stereobetrachtung erforderlichen Bildaufnahmesysteme bestehen aus einem Paar identisch ausgebildeter Bildaufnehmer, die jeweils einen Festkörper-Bildsensor (5) aufweisen, vor den in Blickrichtung jeweils ein Objektiv (6) angebracht ist. Die Festkörper-Bildsensoren, sind auf einer gemeinsamen Leiterplatine (7) angeordnet, damit ungewollte De-Justierungen vermeidbar sind. Der Festkörper-Bildsensor (5) ist in aller Regel ein CCD-Array in Form eines Chips. Es können jedoch auch lichtempfindliche Sensorelemente verwandt werden, sogenannte "Die-Elemente", die keine weiteren Gehäuseelemente aufweisen.

[0050] Die Festkörper-Bildsensoren sind in Achsrichtung des Endoskopschaftes hintereinander angeordnet, so dass die Möglichkeit der gegenseitigen Beabstandung in fast beliebigen Bereichen variierbar ist.

[0051] Durch die gegenseitige Überlappung beider Objektfelder die in der Fig. 1 als schraffierter Bereich dargestellt ist, ist eine räumliche Betrachtungsweise durch das Endoskop möglich.

[0052] Wird das Endoskop an seinem starren Endoskopschaft (3) durch die Trokarhülse aus dem Hohlraum wieder entnommen, so richtet sich der verformbare Abschnitt (4) des distalen Bereichs des Endoskops wieder parallel zur Endoskopachse aus, so dass die in der Fig. 1 dargestellt Orientierung der Blickrichtung, die im ausgefahrenen Zustand des Endoskops coaxial zur Achse des starren Endoskopschaftes (3) verläuft, wieder in eine Seitblickrichtung zurückklappt. Durch Drehung des Endoskopschaftes um seine Längsachse ist es möglich noch bevor der Bildaufnahmekopf in der Trokarhülse (1) verschwindet, den gesamten Hohlraum in einem 360°-Schwenk zu beobachten.

[0053] Unter Verwendung eines durchsichtigen Materials für die Trokarhülse 1 können mit dieser Vorrichtung auch Seitblick-Beobachtungen vorgenommen werden, gleichwohl der distale Bereich des Endoskops bereits vollkommen in der Trokarhülse steckt.

[0054] In Fig. 2a ist eine deutlichere Querschnittsdarstellung durch den distalen Bereich des Endoskops wiedergegeben.

[0055] Die parallel angeordneten Festkörper-Bildsensoren (5), sind auf einer gemeinsamen Leiterplatte (7) angeordnet. Den lichtempfindlichen Bildsensoren (5) gegenüberliegend sind jeweils Objektivlinsen (6) zugeordnet, die den Lichteinfall durch die Eintrittsfenster (10) entsprechend auf die lichtempfindlichen Bildsensoren (5) abbilden. Zur Beleuchtung der zu untersuchenden Objekte sind in Blickrichtung und symmetrisch zu den Bildaufneh-

mern Lichtleiterausgänge (8) vorgesehen, die für eine ausreichende Beleuchtung beider Objektfelder sorgen. Durch die Variation der Stereobasis S_b , kann der räumliche Eindruck verstärkt bzw. abgeschwächt werden. Hierzu sind die Bildaufnehmer bewegbar zueinander angeordnet.

[0056] In Fig. 2b ist ähnlich zu Fig. 2a eine Querschnittsdarstellung wiedergegeben, bei der ein modifiziertes optisches System dargestellt ist, mit dem prinzipiell auch geringere Stereobasen realisierbar sind. Die Bezugswerte sind an die vorgehenden Figuren angelehnt. Unter Verwendung von sogenannten Kantenprismen 9 können die Strahlenverläufe weitgehend verlustfrei umgelenkt werden, sodass bei fest eingestellter Beabstandung der Festkörper-Bildsensoren 5 eine von diesem Abstand abweichende Stereobasis S_b einstellbar ist. Ferner ist in der Anordnung der Fig. 2b ein Bildaufnehmer in Geradeausblick-Richtung angebracht.

[0057] In Fig. 3a ist ein Seitenanblick eines Stereoadoskops dargestellt, dessen Blickrichtung parallel zur starren Endoskopachse nach zweimaliger Abwinkelung im verformbaren Teil des Endoskops, verläuft. Durch die beiden Biegebereiche (4), die jeweils gegenläufige Biegelinien aufweisen, kann der ursprünglich in Seitblickrichtung orientierte distale Bereich des Endoskops derart orientiert werden, dass die Blickrichtung durch das Bildaufnahmesystem parallel zur starren Endoskopachse verläuft und der Mittelpunkt der Stereobasis auf dieser liegt, so dass die Mittelachse des Stereo-Bildaufnahmesystems coaxial zur Verlängerung der Endoskopachse liegt. Abermals kann der quasi "S-förmige" Biegeverlauf im distalen Bereich des Endoskops durch formgebende Materialien, die bspw. über ein Gedächtnisvermögen verfügen, hervorgerufen werden. Ebenso sind gesteuerte Biegekurven über Bowdenzüge oder steuerbare Gelenke erzielbar.

[0058] Das Einbringen des an sich nicht geradlinigen Endoskopkopfes erfolgt ebenfalls mit Hilfe einer Trokarhülse (1), die während des Einführvorgangs in einen Hohlraum eine geradlinige Formgebung des Endoskopschaftes erzwingt (siehe hierzu Fig. 3b). Tritt der distale Bereich in Vorschubrichtung aus der Trokarhülse heraus, so nimmt der distale Bereich automatisch seine vorgegebene Form in der beschriebenen Weise ein.

[0059] Als weitere besondere Ausführungsform sind in beiden der vorgenannten Endoskopen Führungskanäle vorgesehen, durch die insbesondere im abgewinkelten Zustand der distalen Bereiche Werkzeuge in den Beobachtungsbereich einbringbar sind (nicht dargestellt). Hiermit kann mit nur einem Endoskopeingriff sowohl eine räumliche Beobachtung als auch Manipulationen mit geeigneten Werkzeugen vorgenommen werden.

[0060] Es ist jedoch auch denkbar, dass eine Vielzahl von Bildaufnahme Systemen in dem distalen Bereich des Endoskopschaftes vorgesehen werden können. Als besonders geeignete Ausführungsform zeigt die **Fig. 4** neben den Bildaufnehmern in der Seitblickrichtung ein zusätzlicher Bildaufnehmer in der Geradeaus-Blick-Richtung, so dass eine simultane Beobachtung in beiden Blickrichtungen möglich ist.

[0061] Durch einen Strahlteiler **9** in Form eines quaderförmigen Kantenprismas sind zwei im rechten Winkel zueinander stehende Festkörper-Bildsensoren **5'** und **5''** synchron mit dem Abbild der jeweiligen Objektfelder mittels der zugehörigen Objektive **6'** und **6''** zu beaufschlagen. Zu den einzelnen Bildaufnahmesystemen, die in **Fig. 4** nur im Querschnitt dargestellt sind, sind in nebeneinanderangeordneter Weise weitere Bildaufnahmesysteme in der gleichen 90°-Anordnung zu denken.

Patentansprüche

1. Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das wie bei einer Seitblickoptik ausgebildet ist und das wenigstens zwei Bildaufnehmer zur Stereobeobachtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Endoskopschaft im distalen Bereich derart abwinkelbar ist, dass die Blickrichtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems oder zumindest eines Bildaufnehmers näherungsweise parallel zur Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes ist und, dass der Endoskopschaft im distalen Bereich derart bewegbar ist, dass der Mittelpunkt der Stereobasis auf die Achse des proximalen Teils des Endoskopschafts fällt und, dass die Bildaufnehmer im distalen Bereich des Endoskops axial zur Längsachse des distalen abwinkelbaren Bereichs hintereinander angeordnet sind.

2. Endoskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Festkörper-Bildaufnahmesystem zwei Bildaufnehmer zur Stereobetrachtung derart aufweist, dass die optischen Achsen der beiden Bildaufnehmer zueinander einen Konvergenzwinkel aufweisen, so dass die, aus zwei Blickrichtungen aufgenommenen Objektfelder annähernd identisch sind.

3. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Bildaufnehmer einen Festkörper-Bildsensor und eine Abbildungsoptik aufweist.

4. Endoskop nach einem der Ansprüche 2 oder 3 dadurch gekennzeichnet, dass der Konvergenzwinkel zwischen den Bildaufnehmern durch steuerbare Mikrostellelemente einstellbar ist.

5. Endoskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die steuerbaren Mikrostellelemente die Lage der Abbildungsoptik eines Bildaufnehmers justieren.

6. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der distale Bereich des Endoskopschaftes Lichtleiterausgänge in Blickrichtung aufweist, die symmetrisch zu den Bildaufnehmern angeordnet sind und das Objektfeld ausleuchten.

7. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest im Endoskopschaft im distalen Bereich eine Baueinheit vorgesehen ist, die eine diskrete, vorgebbare Gestalt des Endoskopschaftes im distalen Bereich im abgewinkelten Zustand bestimmt, und dass während des Einführvorgangs des Endoskops mit Hilfe einer länglichen Trokarhülse der gesamte Endoskopschaft eine gestreckte Form annimmt.

8. Endoskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Baueinheit zur Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich aus einem Werkstoff mit thermischem oder mechanischem Gedächtnisvermögen besteht.

9. Endoskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich über Bowdenzüge oder steuerbare Gelenke erfolgt.

10. Endoskop nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörper-Bildsensoren mechanisch verbunden sind.

11. Endoskop nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörper-Bildsensoren der Bildaufnehmer auf einer einzigen Leiterplatte aufgebracht sind.

12. Endoskop nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörper-Bildsensoren bildfassende Festkörperelemente, bspw. Halbleiterschips (Die) oder CCD-Arrays sind, die auf einem einzigen Keramikträger aufgebracht sind.

13. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der gegenseitige Abstand und damit die Stereobasis der Bildaufnehmer veränderbar ist.

14. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im Endoskopschaft im distalen Bereich ein zusätzlicher Bildaufnehmer in Geradeausblickrichtung vorgesehen ist.

15. Endoskop nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkör-

per-Bildsensoren zum Erfassen und Auslesen der Bildinformation mehrere Taktsignale und Versorgungsspannungen als Eingangssignale benötigen und zumindest ein Ausgangssignal liefern, das die Bildinformation enthält.

16. Endoskop nach einem der Ansprüche 3 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangssignale für zwei oder mehr Festkörper-Bildsensoren identisch sind, so dass für mehr als einen Sensor die Anzahl der Signalleitungen für Eingangssignale von der proximalseitigen Versorgungseinheit zur distalen Instrumentenspitze konstant bleibt.

17. Endoskop nach einem der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass pro Festkörper-Bildsensor jeweils eine Ausgangssignalleitung zur Bildinformationsübertragung von distal zur proximalseitigen Weiterverarbeitung notwendig ist.

18. Endoskop nach einem der Ansprüche 3 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine elektronische Aufbereitungseinheit für die zum Auslesen der Festkörper-Bildsensoren erforderlichen Taktsignale im Endoskopschaft im distalen Bereich vorgesehen ist.

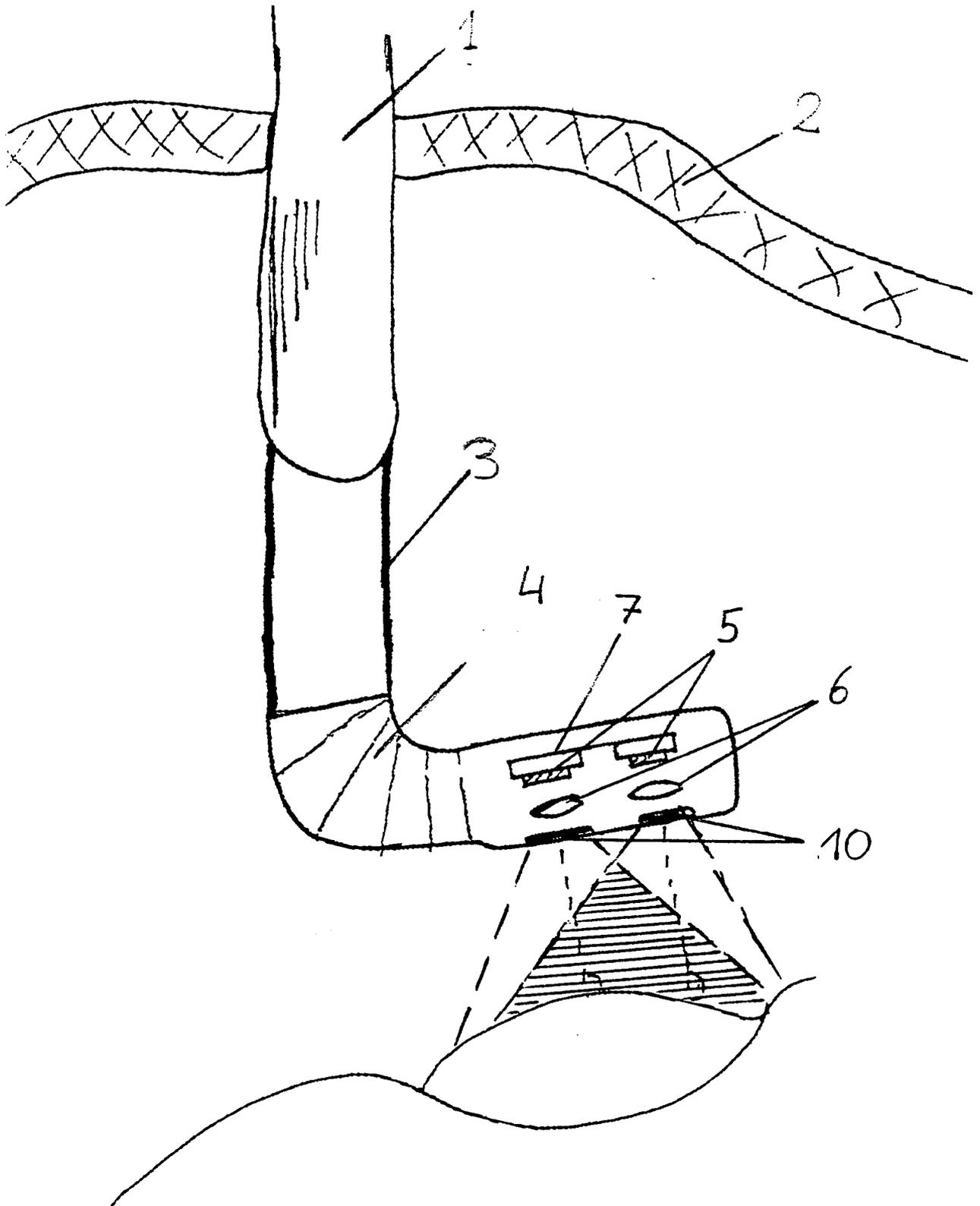
19. Endoskop nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufbereitungseinheit die gemeinsamen Taktsignale für zwei oder mehr Festkörper-Bildsensoren zusammen aufbereitet und bereitstellt.

20. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der distale Endbereich des Endoskops mit dem Festkörper-Bildaufnahmesystem für die Stereobetrachtung als vom Instrument lösbare Stereovideosonde ausgeführt ist, welche ein magnetisches Element enthält, durch das die Sonde z.B. unter Verwendung eines zweiten äußeren Magneten an beispielsweise der Bauchdecke positionierbar und befestigbar ist.

21. Endoskop nach Anspruch 20 dadurch gekennzeichnet, dass die Stereovideosonde mit einer proximalen Kontroll-, Verarbeitungs- und Darstellungseinheit verbunden ist, so dass die Kontrolleinheit die Versorgung und die Takte zum Auslesen der Bildaufnehmer bereitstellt, die Verarbeitungseinheit die zweikanalige Weiterverarbeitung der Bildsignale der beiden Bildaufnehmer des Stereoendoskops und die Aufbereitung der Videosignale zur Stereodarstellung übernimmt und die Darstellungseinheit, die auf dem Ein-Monitor/Shutter-Prinzip oder dem Zwei-Monitor-Prinzip beruht, die stereoskopische Darstellung ermöglicht.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



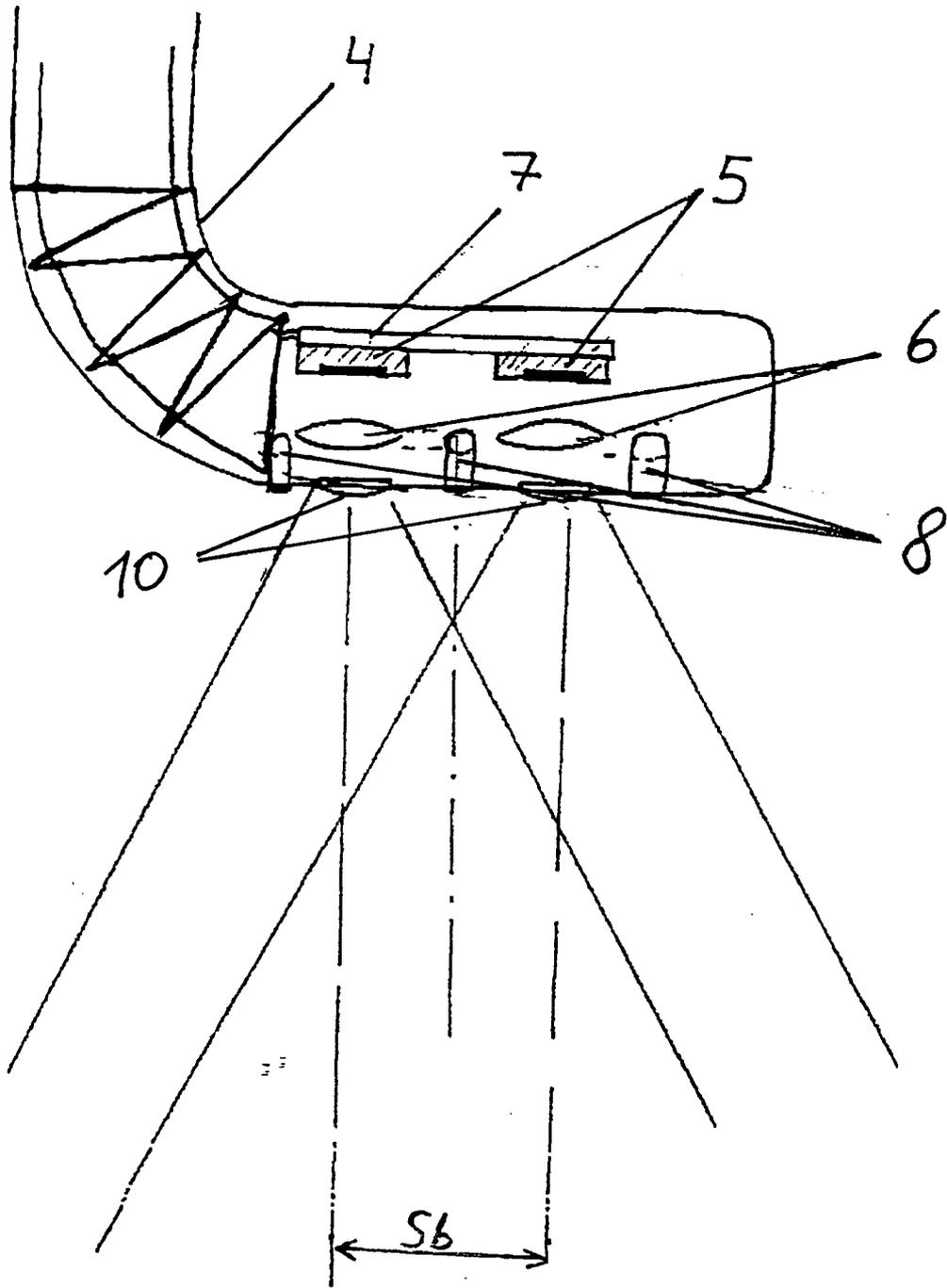


Fig. 2a

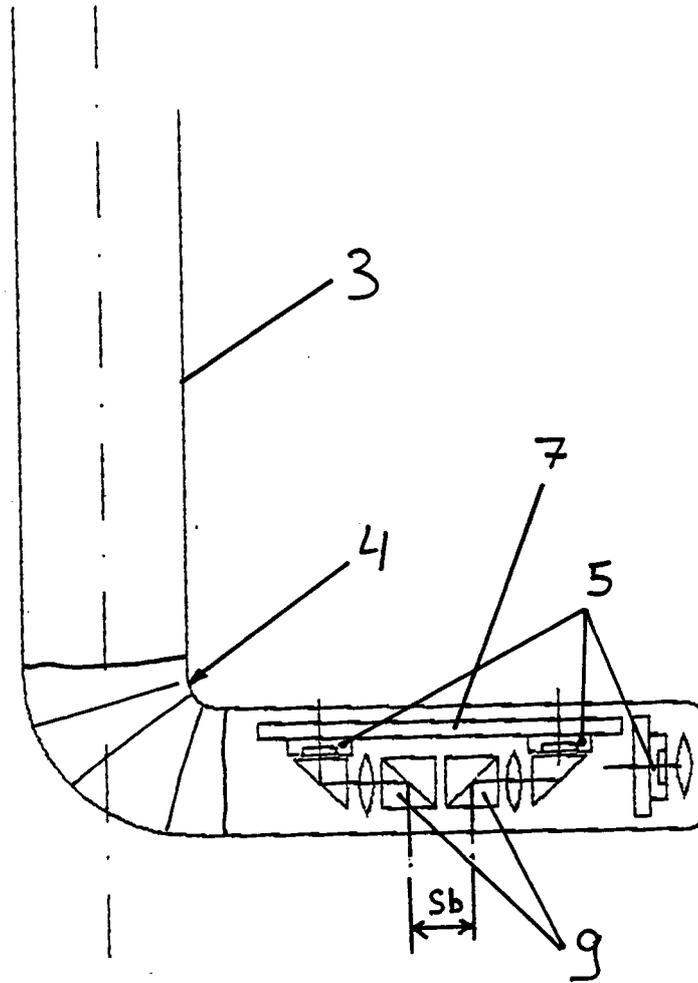


Fig. 2b

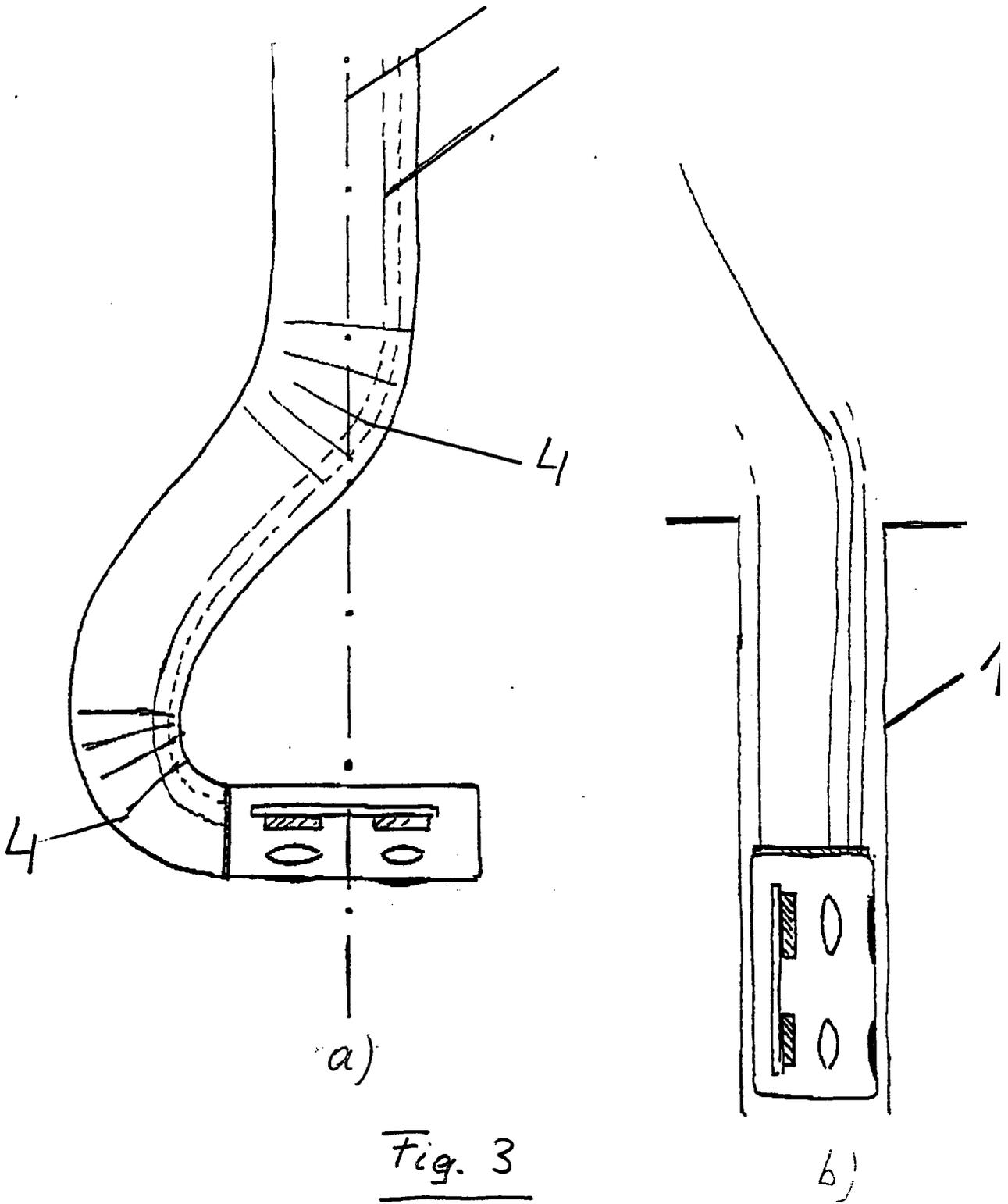


Fig. 3

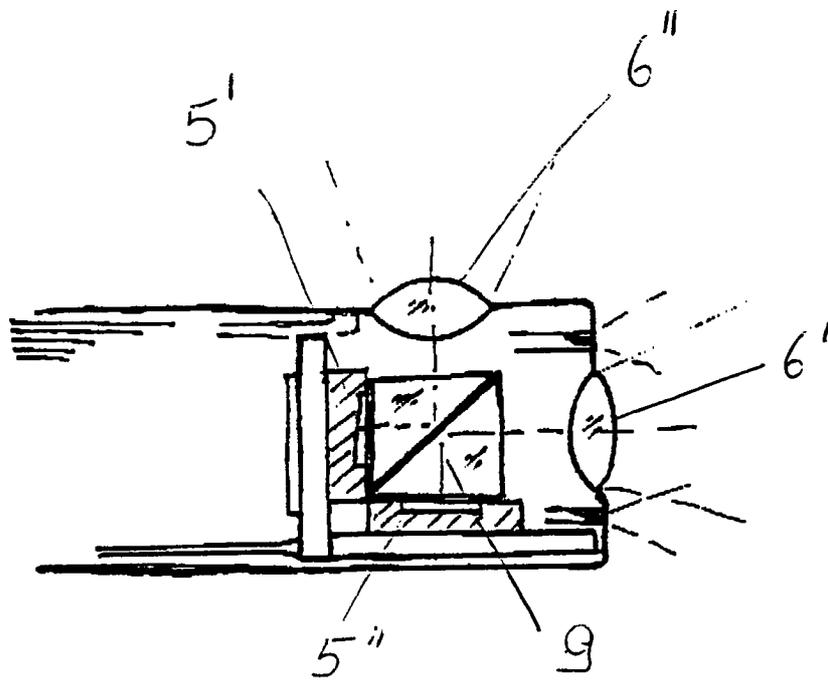


Fig. 4