



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 58 735 A1** 2005.07.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 58 735.7**
(22) Anmeldetag: **15.12.2003**
(43) Offenlegungstag: **14.07.2005**

(51) Int Cl.7: **A61B 1/04**
A61M 25/095, A61B 19/00, A61B 6/06

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Kleen, Martin, Dr., 91077 Neunkirchen, DE; Pfister, Marcus, Dr., 91058 Erlangen, DE; Rahn, Norbert, 91301 Forchheim, DE

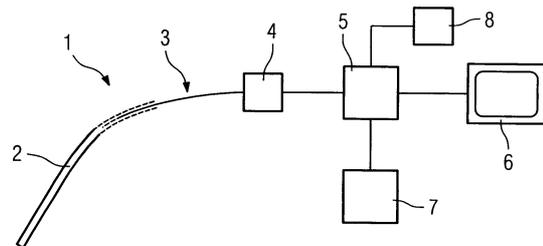
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 695 14 238 T2
US2002/00 49 375 A1
US2001/00 31 912 A1
EP 10 78 644 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kathetereinrichtung umfassend einen Katheter, insbesondere einen intravaskulären Katheter**

(57) Zusammenfassung: Kathetereinrichtung, umfassend einen Katheter, insbesondere einen intravaskulären Katheter, zum Einführen in einen Untersuchungsbereich, insbesondere ein Gefäß oder Hohlraumorgan des menschlichen oder tierischen Körpers, wobei im Bereich der Katheterspitze eine Einrichtung (3) zur Emission von Anregungslicht zur lichtoptischen Anregung eines die Katheterspitze umgebenden Untersuchungsbereiches, eine Einrichtung (3) zur Aufnahme vom Untersuchungsbereich anregungsbedingt emittierten Antwortlichts sowie ein die Erfassung der räumlichen Position und/oder Orientierung der Katheterspitze in einem Koordinatensystem eines Positionserfassungssystem (7, 14) ermöglichender Positionssensor (13, 24, 27) vorgesehen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kathetereinrichtung umfassend einen Katheter, insbesondere einen intravaskulären Katheter, zum Einführen in einen Untersuchungsbereich, insbesondere ein Gefäß oder Hohlraumorgan des menschlichen oder tierischen Körpers.

Stand der Technik

[0002] Aus der Biotechnologie sind fluoreszierende metabolische Stoffe bekannt, die sich entweder ausschließlich in bestimmten Regionen wie z.B. Tumoren, Entzündungen oder anderen bestimmten Krankheitsherden anreichern, die also nur lokal vorhanden sind, oder die überall im Körper verteilt sind, aber nur speziell in bestimmten Regionen z.B. durch tumorspezifische Enzymaktivitäten in ihrer fluoreszierenden Eigenschaft aktiviert werden. Aufgrund ihrer fluoreszierenden Eigenschaft ist es möglich, diese Stoffe als Marke oder Markierungsstoffe zu verwenden, um ein bestimmtes, z.B. bereits pathologisches Gebiet markieren beziehungsweise überhaupt erfassen zu können. Die Erkennung einer auf diese Weise fluoreszent markierten Region geschieht über Bestrahlung der Region mit Licht einer speziellen Anregungswellenlänge des Fluoreszenzfarbstoffes und der Detektion des emittierten Lichts in der entsprechenden Emissionswellenlänge des Fluorophors.

[0003] Um den diagnostischen Informationsgehalt solcher fluoreszierenden Markierungen vernünftig nutzen zu können wäre es erforderlich, die Markierungen minimal invasiv vor Ort erfassen zu können, und zwar in einer Weise, die zum einen eine hinreichend aussagekräftige und damit diagnostisch verwertbare Bilddarstellung des markierten Bereichs liefert, und die zum anderen auch eine hinreichend exakte Aussage über die räumliche Lage des markierten Untersuchungsbereichs zulässt.

Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, eine Möglichkeit anzugeben, die auf einfache und patientenschonende Weise eine Bildaufnahme bei gleichzeitig exakter Lokalisierung des Aufnahmeorts zulässt.

[0005] Zur Lösung dieses Problems ist eine Kathetereinrichtung der eingangs genannten Art vorgesehen, bei der erfindungsgemäß im Bereich der Katheterspitze eine Einrichtung zur Emission von Anregungslicht zur lichtoptischen Anregung eines die Katheterspitze umgebenden Untersuchungsbereiches, eine Einrichtung zur Aufnahme vom Untersuchungsbereich anregungsbedingt emittierten Antwortlichts sowie ein die Erfassung der räumlichen Position und/oder Orientierung der Katheterspitze in einem

Koordinatensystem eines Positionserfassungssystems ermöglichender Positionssensor vorgesehen ist.

[0006] Zur Durchführung der minimal invasiven Untersuchungen ist erfindungsgemäß eine Kathetereinrichtung vorgesehen, insbesondere in Form einer intravaskulären Katheters, der vorzugsweise für kardiovaskuläre Erkrankungen wie „vulnerable plaque“ eingesetzt werden kann. Er bietet über die erfindungsgemäß vorgesehene, spitzenseitig integrierte Einrichtung zur Emission von Anregungslicht einerseits die Möglichkeit, im Untersuchungsbereich etwaigen vorhandenen fluoreszierenden Farbstoff, also die fluoreszierende Markierung anzuregen, sei es, dass es sich dabei um von Haus aus körperseitig vorhandene Stoffe handelt, also um körpereigene Stoffe, die im Untersuchungsgebiet gegebenenfalls erst durch entsprechende Enzymaktivitäten aktiviert werden, oder dass eine gezielte Fluoreszenzmittelgabe erfolgte. Im Falle einer Untersuchung von „vulnerable plaque“ würde sich der fluoreszierende Stoff im Plaquebereich ansammeln, je aggressiver die Plaque desto mehr sammelt sich an und desto deutlicher kann er detektiert werden. Neben der Anregungseinrichtung ist ferner eine Einrichtung zur Aufnahme vom Untersuchungsbereich anregungsbedingt emittierten Antwortlichts vorhanden. Wird der fluoreszierende Farbstoff mit der entsprechenden stoffabhängigen Wellenlänge, auf welche das Anregungslicht eingestellt sein muss, angeregt, so tritt der fluoreszierende Effekt ein, das heißt, er emittiert anregungsbedingtes Antwortlicht, das erfindungsgemäß über die Lichtaufnahmeeinrichtung erfasst wird. Dieses Licht wird zweckmäßigerweise einer Katheterexternen, mit dem Katheter kommunizierenden Steuerungseinrichtung gegeben, die hieraus entsprechende Bilder erstellt und ausgeben kann. Weiterhin ist erfindungsgemäß eine Positions- oder Orientierungserfassungseinrichtung vorgesehen, die es ermöglicht, die Position/Orientierung der Katheterspitze in einem dem Positionserfassungssystem eigenen Koordinatensystem zu erfassen. Das heißt, es besteht die Möglichkeit, zu jedem Zeitpunkt und zu jeder Position eine exakte Lokalisierung der Katheterspitze vorzunehmen und damit auch zu jedem aufgenommenen Bild exakte Raumkoordinaten anzugeben, so dass man genau weiß, an welchem Ort sich eine etwaige behandlungsintensive Stelle befindet.

[0007] Insgesamt lässt damit die erfindungsgemäße Einrichtung zum einen aufgrund ihrer Katheterausbildung einen minimal invasiven Eingriff zu, zum anderen kann mit ein und demselben Gerät, nämlich dem erfindungsgemäßen Katheter sowohl die Anregung wie auch die Aufnahme entsprechend anregungsbedingter, diagnostisch relevanter Antworten wie auch gleichzeitig eine exakte Raumkoordinatenerfassung erfolgen. Für den Arzt werden damit patientenschonend Bildaufnahmen auf Basis fluoreszenzoptischer

Anregung möglich, die sehr aussagekräftig sind und eine exakte räumliche Lokalisierung zulassen.

[0008] Um dem Arzt eine Bilddarstellung mit noch besserer diagnostischer Aussagekraft zu geben sieht eine zweckmäßige Erfindungsgestaltung vor, dass eine die Bildaufnahme und damit die Anregung des Fluoreszenzfarbstoffes sowie die Erzeugung von Bildern anhand von Bildsignalen, die auf Basis des Antwortlichts erzeugt werden, steuernde Steuerungseinrichtung vorgesehen ist, die zur Rekonstruktion eines dreidimensionalen Bilds des Untersuchungsbereichs anhand der aufgenommenen zweidimensionalen Bilder ausgebildet ist. Die Bildaufnahme liefert eine Vielzahl von zweidimensionalen Einzelbildern des Untersuchungsbereichs. Zwar kann der Arzt eine Reihe diagnostisch relevanter Informationen bereits aus den zweidimensionalen Bildern erhalten, er erhält jedoch einen noch besseren Eindruck vom Untersuchungsbereich, wenn ihm, wie erfindungsgemäß vorgesehen, über die Steuerungseinrichtung ein dreidimensionales Rekonstruktionsbild des Untersuchungsbereichs erstellt, aus einer Vielzahl einzelner aufgenommener zweidimensionaler Bilder, dargestellt wird. Hieran wird die Orientierung im Untersuchungsbereich, also beispielsweise einem Gefäß, erleichtert und die wahre dreidimensionale Ausdehnung anatomischer Strukturen und pathologischer Prozesse optisch einfach wahrnehmbar dargestellt. Dies wird ermöglicht, da es wie beschrieben durch die Integration des Positionssensors möglich ist, unter Verwendung des Positionserfassungssystems Informationen über die Position und Orientierung des Katheters zu gewinnen und damit Positionsdaten zu jedem aufzunehmenden oder aufgenommenen zweidimensionalen Fluoreszenzbild erfasst und dem Bild zugeordnet werden können.

[0009] Die Position und Orientierung jedes aufgenommenen Bilds im Koordinatensystem des Positionserfassungssystems ist damit bekannt. Damit ist aber weiterhin auch die Lage zweier Schnittbilder bezüglich einander bekannt, so dass hierüber ein dreidimensionales Volumenbild auf Basis von räumlichen Informationen zu den einzelnen Schnittbildern erzeugt werden kann, das das untersuchte Volumen in seiner wahren Geometrie und Ausdehnung darstellt. Dem Arzt wird also ein Volumenbild an einem geeigneten Monitor angezeigt, das das untersuchte Objekt – entweder nach beendeter Untersuchung oder bereits während der Untersuchung anhand der bis dahin aufgenommenen Fluoreszenzbilder – in seiner tatsächlichen Form zeigt, so dass er die wahre dreidimensionale Ausdehnung der untersuchten anatomischen Strukturen erkennen kann, wie auch etwaige pathologische Prozesse. Es ist damit wie beschrieben beispielsweise möglich, dreidimensionale Visualisierungen von Gefäßpathologien wie z.B. „vulnerable plaque“ oder anderen fluoreszenztechnisch markierbaren pathologischen Veränderungen in

Hohlraumorganen zu erstellen, und sie zu identifizieren, qualifizieren und quantifizieren, wobei das dargestellte Volumen die tatsächlichen intrakorporalen Gegebenheiten zeigt. Für den Arzt bedeutet dies also einen beachtlichen Gewinn an diagnostischer Aussagekraft.

[0010] Um die Position und räumliche Orientierung des Positionssensors, damit der Spitze des Katheters und damit der aufgenommenen zweidimensionalen Fluoreszenzbilder im Raum beziehungsweise im Koordinatensystem des Positionserfassungssystems so exakt wie möglich bestimmen zu können, ist es zweckmäßig, wenn das Positionserfassungssystem die Position des Sensors anhand von Positionsdaten für sechs Freiheitsgrade bestimmt. Es werden also zu jeder Position sechs einzelne Positionsdaten bestimmt, die die Positionen in x-, y- und z-Richtung des Koordinatensystems des Positionserfassungssystems beschreiben, wie auch etwaige Verdrehungen oder Verkippungen um eine dieser Achsen als die zusätzlichen drei Positionsdaten.

[0011] Dabei kann die Steuerungseinrichtung zur Steuerung des Bildaufnahmebetriebs in Abhängigkeit der erfassten Position und/oder Orientierung der Katheterspitze ausgebildet sein. Das heißt, es erfolgt keine kontinuierliche Bildaufnahme, sondern eine über die Positions- oder Orientierungsdaten getriggerte Bildaufnahme. Zweckmäßigerweise kann insbesondere zur Reduzierung der Datenmengen die Steuerungseinrichtung zur Steuerung des Bildaufnahmebetriebs in Abhängigkeit einer erfassten Änderung der Position und/oder Orientierung längs wenigstens eines Freiheitsgrads ausgebildet sein. Das heißt, es erfolgt eine Bildaufnahme nur dann, wenn sich die Position/Orientierung des Katheters bewegungsbedingt geändert hat. Es ist denkbar, hierzu zu jedem Freiheitsgrad ein bestimmtes Weginkrement zu definieren, um das die Katheterspitze zur Auslösung der Bildaufnahme zu bewegen ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Bildaufnahme auf Basis einer Änderung in zwei oder mehr Freiheitsgraden zu triggern. Es werden also zur Rekonstruktion des Volumenbilds nur dann zweidimensionale Bilder aufgenommen, wenn dies auch tatsächlich erforderlich ist. Das Datenvolumen kann somit relativ gering gehalten werden, gleichwohl erfolgt eine gegebenenfalls sogar kontinuierliche Bildaufnahme bei gleichzeitiger Visualisierung der Fluoreszenzbilder. Der Arzt hat in jedem Fall völlige Handlungsfreiheit, wie er den Katheter bewegt. Er kann zu jeder Zeit den Katheter anhalten oder sogar zurückschieben, nachdem über die Betriebssteuerung auf Basis der die inkrementale Bewegung beschreibenden Informationen des Positionserfassungssystems auch diese Zustände eindeutig erkannt werden.

[0012] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung zur positions- und/oder orien-

tierungsgenauen Fusionierung eines aufgenommenen zweidimensionalen Bilds mit einem einer externen bildgebenden Untersuchungsmodalität aufgenommenen Datensatz, vorzugsweise einem 3D-Datensatz des Untersuchungsbereichs ausgebildet ist. Erfindungsgemäß ist also eine Bildüberlagerung des Fluoreszenzbilds mit einem anderen Bild möglich. Hierzu ist lediglich eine Registrierung der Einzelbilder erforderlich, was aber insoweit möglich ist, als das Koordinatensystem des Fluoreszenz-Positionserfassungssystems und das Koordinatensystem der externen Untersuchungsmodalität bekannt sind, mithin also eine gemeinsame Abbildungsvorschrift gefunden werden kann. Auch ist eine Registrierung beispielsweise aufgrund anatomischer Landmarken, die in beiden Datensätzen vorhanden sind, denkbar. Für den Arzt besteht also die Möglichkeit, beispielsweise in ein mit einer Computertomographieanlage, einer Magnetresonanztomographieanlage oder einer Ultraschallanlage gewonnenes Volumenbild ein oder mehrere zweidimensionale Fluoreszenzbilder wie auch natürlich das dreidimensional rekonstruierte Fluoreszenz-Volumenbild einzublenden. In jedem Fall ist aber wie beschrieben die Registrierung der 2D- oder 3D-Fluoreszenzbilddaten mit den morphologischen Daten des Datensatzes der externen Untersuchungsmodalität erforderlich.

[0013] Eine konkrete Erfindungsausprägung des Katheters sieht vor, dass die Einrichtung zur Gabe des Anregungslichts einen im Inneren des Katheters zur Katheterspitze geführten Lichtleiter umfasst. Dieser Lichtleiter wird an seinem hinteren, extrakorporalen Ende mit einer geeigneten Lichtquelle, die Licht mit der geforderten Anregungswellenlänge emittiert, gekoppelt. Die Lichtauskopplung erfolgt katheterspitzenseitig. Die Einrichtung zur Aufnahme des Antwortlichts kann ebenfalls in Form eines im Inneren des Katheters zur Katheterspitze geführten Lichtleiters realisiert sein, in den das Antwortlicht einkoppelt und am extrakorporalen Ende an die Steuerungseinrichtung gegeben wird, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer weiteren optischen Verarbeitungseinrichtung, wobei die Steuerungseinrichtung auf Basis dieses Antwortlichts das zweidimensionale Bild (und hieraus gegebenenfalls das dreidimensionale Bild) erzeugt.

[0014] Wenngleich zur Emission des Anregungslichts sowie zur Aufnahme des Antwortlichts zwei separate Lichtleiter vorgesehen sein können, sieht eine zweckmäßige Erfindungsausgestaltung vor, lediglich einen Lichtleiter zur Führung des Anregungslichts und des Antwortlichts vorzusehen.

[0015] Eine Alternative zur Verwendung eines Lichtleiters zur Aufnahme des Antwortlichts sieht hierfür einen oder mehrere katheterspitzenseitig angeordnete Lichtsensoren vor, deren Ausgangssignale über wenigstens eine im Katheterinneren geführte Signal-

leitung übertragen werden. Diese Lichtsensoren nehmen das Antwortlicht ebenfalls auf und übertragen die Antwortlichtinformation in Form elektrischer Signale zur Steuerungseinrichtung oder gegebenenfalls einer zwischengeschalteten Verarbeitungseinrichtung. Die Lichtsensoren, von denen vorzugsweise mehrere nach Art eines Arrays verteilt angeordnet sind, so dass auch eine räumliche Auflösung aus der Verteilung der Signale über die Arrayfläche extrahierbar ist, können natürlich auch zusätzlich zu dem das Antwortlicht aufnehmenden Lichtleiter vorgesehen sein.

[0016] In jedem Fall ist zur Lichtaus- und gegebenenfalls auch Lichteinkoppelung katheterspitzenseitig ein für das ausgehende und das eingehende Licht transparenter Abschnitt vorgesehen. Hierbei kann es sich um einen durchsichtigen Teil der Katheterhülle handeln, gleich welcher geometrischen Ausprägung oder Form.

[0017] Eine besonders zweckmäßige Weiterbildung des Erfindungsgedankens sieht vor, dass die Bildaufnahme über eine die Bewegung eines dem Untersuchungsbereich benachbarten Organs oder dergleichen oder des Untersuchungsbereichs selbst erfassende Triggereinrichtung, insbesondere ein EKG triggerbar ist. Es erfolgt nach dieser Erfindungsausgestaltung – gegebenenfalls zusätzlich zur Triggerung über die Informationen des Positionserfassungssystems – eine externe Triggerung, die es ermöglicht, die zweidimensionalen Fluoreszenzbilder beispielsweise ausschließlich in einer bestimmten Bewegungsphase aufzunehmen, so dass zur möglicherweise erfolgenden 3D-Konstruktion nur phasengleiche Fluoreszenzbilder verwendet werden und ein Volumenbild des Untersuchungsbereichs in einer ganz bestimmten Bewegungsphase erhalten wird. Denkbar ist beispielsweise eine Triggerung auf Basis eines EKG oder eine Triggerung durch eine Triggerung die Atembewegung erfassende Einrichtung. Es besteht dann beispielsweise die Möglichkeit, die Fluoreszenzbilder nur in einer bestimmten Atemphase oder einer bestimmten Herzzyklusphase aufzunehmen und nur solche Bilder zur Volumenrekonstruktion zu verwenden, die in einer bestimmten Atem- oder Herzzyklusphase erfasst wurden.

Ausführungsbeispiel

[0018] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) eine Prinzipskizze zur Darstellung einer erfindungsgemäßen Kathetereinrichtung,

[0020] [Fig. 2](#) eine detaillierte Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Kathetereinrichtung,

[0021] [Fig. 3](#) eine Prinzipsicht der Katheterspitze einer ersten Ausführungsform,

[0022] [Fig. 4](#) eine Prinzipsicht der Katheterspitze einer zweiten Ausführungsform, und

[0023] [Fig. 5](#) eine Prinzipsicht der Katheterspitze einer dritten Ausführungsform.

[0024] [Fig. 1](#) zeigt in Form einer Prinzipskizze die wesentlichen Komponenten einer erfindungsgemäßen Kathetereinrichtung **1**, umfassend einen erfindungsgemäßen Katheter **2** mit einer Einrichtung **3** zur Gabe von katheterspitzenseitig emittierendem Anregungslicht und zur Aufnahme von untersuchungsbereichsseitig anregungsbedingt emittierten Antwortlichts. Diese Einrichtung **3**, auf die nachfolgend noch eingegangen wird, kommuniziert mit einer Einrichtung **4**, die je nach Ausgestaltung für die Gabe des Anregungslichts und ggf. auch für den Empfang und die Verarbeitung des Antwortlichts oder aber entsprechender elektrischer Signale von lichtempfindlichen Sensoren dient. Zentral vorgesehen ist eine Steuerungseinrichtung **5**, die sämtliche Funktionen der Kathetereinrichtung steuert, so z. B. die Gabe des Anregungslichts und die Aufnahme des Antwortlichts sowie insbesondere die Verarbeitung des Antwortlichts zur Erzeugung zweidimensionaler Fluoreszenzbilder, die an einem Monitor **6** ausgegeben werden können, sei es als zweidimensionales Bild oder als dreidimensionales Rekonstruktionsbild. Die Steuerungseinrichtung **5** ist zur Rekonstruktion eines dreidimensionalen Volumenbilds auf Basis der zweidimensionalen Fluoreszenzbilder ausgebildet.

[0025] Vorgesehen ist ferner ein Positionserfassungssystem **7**, mittels dem die Position und/oder Orientierung der Katheterspitze in einem Koordinatensystem des Positionserfassungssystems **7** erfasst werden kann. Es kann mithin zu jedem Zeitpunkt und zu jeder Position/Orientierung der entsprechende Raumkoordinatensatz erfasst werden. Mithin können also auch diesbezüglich Informationen zu jedem Bild erfasst und diesem zugeordnet werden. Dies ermöglicht eine einfache Rekonstruktion eines Volumenbilds, nachdem sämtliche Raumkoordinaten bekannt sind.

[0026] Vorgesehen ist ferner eine Triggereinrichtung **8**, z. B. in Form eines EKGs, die wie das Positionserfassungssystem **7** ebenfalls mit der Steuerungseinrichtung **5** kommuniziert. Hierüber ist es möglich, z. B. die Bewegung des Herzens zu erfassen, wenn der Katheter **2** in einen herznahen, ebenfalls mitbewegten Bereich geführt wird, um so beispielsweise die Bildaufnahme nur zu bestimmten Herzzyklusphasen und dergleichen, erfasst über das EKG, auszulösen.

[0027] [Fig. 2](#) zeigt eine erfindungsgemäße Kathete-

reinrichtung **9** in detaillierter Form. Diese umfasst den bereits beschriebenen Katheter **10**, der vom Arzt beispielsweise manuell in ein Gefäß **11** eines Untersuchungsobjekts **12** eingeführt wurde. An der Spitze des Katheters befindet sich ein Positionssensor **13**, der als elektromagnetischer Sensor ausgebildet ist und dazu dient, die Position und Orientierung im Koordinatensystem des Positionserfassungssystems **14**, dargestellt durch die Koordinatenachsen x , y und z , zu erfassen. Zu diesem Zweck besitzt das Positionserfassungssystem **14** im gezeigten Bild drei externe Empfangsspulen **15x**, **15y**, **15z** über die zum einen die jeweilige Position des Positionssensors **13** in x -, y - und z -Richtung sowie die jeweiligen Rotationen um diese Achsen, die der Positionssensor **13** beschreibt, erfasst werden. Es werden also insgesamt sechs Positionsdaten zu einer Sensorposition erfasst.

[0028] In einer Steuerungseinrichtung **16** des Positionserfassungssystems werden die Positionsdaten entsprechend ermittelt und als Positionsdaten P an die Steuerungseinrichtung **17**, die gleichzeitig sämtliche Daten- und Signalauswertungen vornimmt, gegeben.

[0029] Wie bereits bezüglich [Fig. 1](#) beschrieben wird über den Katheter **10** Licht in den Untersuchungsbereich eingestrahlt, was z. B. rotierend erfolgt, so dass zwei dimensionale Ringaufnahmen in Form zweidimensionaler Fluoreszenzbilder F aufgenommen werden. Auch besteht die Möglichkeit, mit einer feststehenden, in Längsrichtung des Katheters gerichteten Ausstrahlrichtung zu arbeiten, das Licht wird also unmittelbar durch die Katheterspitze nach vorne ausgestrahlt. Zur Erstellung dieser Fluoreszenzbilder wird das aus der Einstrahlung des Lichts resultierende Antwortlicht in der Katheterspitze eingefangen und über den Katheter **2** ausgekoppelt und an die Steuerungseinrichtung **17** gegeben, wo die Informationen zur zweidimensionalen Fluoreszenzbildern B , die die Bildinformationen erhalten, verarbeitet werden.

[0030] Das Antwortlicht stammt von fluoreszierenden Stoffen, die sich in einem pathologisch relevanten Bereich des Untersuchungsbereichs ansammeln und über das gegebene Anregungslicht zur Lichtemission angeregt werden. Dieses Antwortlicht wird wie beschrieben eingefangen, da es diagnostisch relevante Informationen aus dem Untersuchungsbereich liefert, auf deren Basis die beschriebene Bilddatenerzeugung erfolgt.

[0031] Wie durch den Doppelpfeil A angedeutet, wird der Katheter bezüglich des Gefäßes **11** bewegt. Nachdem jede Bewegung mit einer Änderung der Position des Positionssensors einhergeht, kann über das Positionserfassungssystem jede noch so geringe Positions- oder Orientierungsänderung erfasst wer-

den. Zweckmäßig ist es, wenn über diese Information der Bildaufnahme- oder Verarbeitungsbetrieb derart getriggert wird, dass beispielsweise eine Aufnahme eines zweidimensionalen Bilds nur dann erfolgt, wenn der Positionssensor um ein vorbestimmtes Weginkrement in bzw. um wenigstens einen der genannten sechs Freiheitsgrade bewegt wurde, was über das Positionserfassungssystem eindeutig erfasst werden kann. Hierüber kann ausgeschlossen werden, dass bei stehendem Katheter kontinuierlich Bilder aufgenommen oder aber nachfolgend zu einem dreidimensionalen Rekonstruktionsbild verarbeitet werden und infolge dessen eine zu große Datenmenge vorliegt. Auch ist es denkbar, über diese Information zur 3D-Rekonstruktion zu verwendende Fluoreszenzbilder aus der Schar der kontinuierlich aufgenommenen Fluoreszenzbilder auszuwählen. Die Betriebsweise ist variabel.

[0032] In jedem Fall werden seitens der Steuerungseinrichtung **17** die dort vorliegenden Bilddaten B und die Positionsdaten P miteinander „verheiratet“, d. h., jedem zweidimensionalen Bilddatensatz wird die jeweilige Positionsdatenschar zugeordnet. Anhand dieser Positionsdaten und Bilddaten erfolgt nun seitens der Steuerungseinrichtung **17** die dreidimensionale Volumenrekonstruktion. Nachdem aufgrund der zu jedem Fluoreszenzbild F vorhandenen Positionsdaten bekannt ist, wie ein Bild bezüglich eines zweiten positioniert bzw. orientiert ist, ist es möglich, die Fluoreszenzbilder so miteinander in Bezug zu setzen, dass das Volumenbild die tatsächlich geometrischen bzw. anatomischen Verhältnisse des Gefäßes **11** wiedergibt. Das Volumenbild wird am Monitor **18** ausgegeben. Wenngleich **Fig. 2** die Fluoreszenzbilder S versetzt zueinander darstellt, ist darauf hinzuweisen, dass die Fluoreszenzbilder selbstverständlich auch verkippt bezüglich einander stehen können, je nach dem, wie die tatsächliche Form des Gefäßes ist.

[0033] Wie **Fig. 2** ferner zeigt, besteht die Möglichkeit, über ein externes Triggermittel, hier das parallel aufgenommene EKG **19**, eine Triggerung der Gestalt vorzunehmen, dass zur 3D-Volumenrekonstruktion nur solche 2D-Bilddaten verwendet werden, die in derselben Phase aufgenommen wurden. Neben dieser Triggerung, die die Bildverarbeitung betrifft, ist es selbstverständlich auch möglich, über diese externe Triggerung auch bereits die Bildaufnahme selbst in Verbindung mit den das zurückliegende Weginkrement betreffenden Daten, geliefert vom Positionserfassungssystem **14**, zu triggern. In diesem Fall würde die Bildaufnahme nur dann erfolgen, wenn das Weginkrement zurückgelegt wurde und die jeweilige Triggerphase erreicht wurde.

[0034] Ferner ist die Steuerungseinrichtung dazu ausgebildet, die aufgenommenen 2D-Fluoreszenzbilder oder das rekonstruierte Volumen mit einem Da-

tensatz, geliefert von einer anderen Untersuchungsmodalität zu fusionieren. Das heißt, es besteht die Möglichkeit, beispielsweise in einem MR-Volumendatensatz lagegenau aufgenommene Fluoreszenzbilder oder das rekonstruierte Fluoreszenzvolumen einzublenden. Die erforderliche Registrierung der Datensätze kann z. B. über anatomische Landmarken, also bestimmte ausgezeichnete anatomische Bereiche im aufgenommenen Bild, erfolgen. Neben der Bildfusionierung ist auch eine gemeinsame Darstellung möglich.

[0035] **Fig. 3** zeigt eine Katheterspitze **20** einer konkreten ersten Katheterausführungsform. Gezeigt ist ein erster Lichtleiter **21**, über den das Anregungslicht zugeführt wird sowie ein zweiter Lichtleiter **22**, in den das Antwortlicht eingekoppelt und abgeführt wird. Die Katheterspitze weist eine transparente Abdeckung **23** auf, durch die unmittelbar das Anregungslicht ausgestrahlt bzw. das Antwortlicht eingekoppelt wird. Gezeigt ist ferner der Positionssensor **24**.

[0036] **Fig. 4** zeigt eine weitere Katheterspitze **25** einer weiteren Katheterausführung. Hier ist nur ein einziger Lichtleiter **26** vorgesehen, über den sowohl die Zufuhr des Anregungslichts wie auch die Aufnahme des Antwortlichts erfolgt. Auch hier ist ein Positionssensor **27** katheterspitzenseitig integriert.

[0037] Schließlich zeigt **Fig. 5** eine weitere Katheterspitze **28** in einer Außenansicht. Innenseitig ist ein Lichtleiter **29** vorgesehen, der der Zufuhr des Anregungslichts dient, das im gezeigten Ausführungsbeispiel z. B. ringförmig senkrecht zur Katheterlängsachse nach außen gestrahlt wird, d. h., das Licht rotiert, so dass Ringaufnahmen im Untersuchungsbereich möglich sind. Andererseits bei den beschriebenen Ausführungsformen wird das Antwortlicht jedoch nicht über eine Lichtleitfaser aufgenommen, sondern über vorzugsweise katheteraußenseitig vorgesehene Lichtsensoren **30**, die nach Art eines Arrays über eine relativ große Fläche, vorzugsweise um den ganzen Katheterumfang herum verteilt angeordnet sind. Über geeignete Signalleitungen **31** stehen die Lichtsensoren mit einer nachgeschalteten Signalaufnahmeeinrichtung in Verbindung. Über diese quasi flächige Sensoranordnung ist zum einen eine exakte Erfassung der lokalen Verteilung des Antwortlichts möglich, zum anderen erhält man hierüber aber auch Positionsinformationen, nachdem jeder Sensor eine bestimmte Position innehat und separate Sensorsignale.

Patentansprüche

1. Kathetereinrichtung umfassend einen Katheter, insbesondere einen intravaskulären Katheter, zum Einführen in einen Untersuchungsbereich, insbesondere ein Gefäß oder Hohlraumorgan des menschlichen oder tierischen Körpers, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass im Bereich der Katheterspitze eine Einrichtung (3) zur Emission von Anregungslicht zur lichtoptischen Anregung eines die Katheterspitze umgebenden Untersuchungsbereiches, eine Einrichtung (3) zur Aufnahme vom Untersuchungsbereich anregungsbedingt emittierten Antwortlichts sowie ein die Erfassung der räumlichen Position und/oder Orientierung der Katheterspitze in einem Koordinatensystem eines Positionserfassungssystems (7, 14) ermöglichender Positionssensor (13, 24, 27) vorgesehen ist.

2. Kathetereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildaufnahme eine die Anregung und die Erzeugung von Bildern anhand von Bildsignalen, die auf Basis des Antwortlichts erzeugt werden, steuernde Steuerungseinrichtung (5, 17) vorgesehen ist, die zur Rekonstruktion eines dreidimensionalen Bilds des Untersuchungsbereichs anhand der aufgenommenen zweidimensionalen Bilder und der Positions- oder Orientierungsdaten ausgebildet ist.

3. Kathetereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Positionssensor (13, 24, 27) die räumliche Erfassung mit sechs Freiheitsgraden zulässt.

4. Kathetereinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (5, 17) zur Steuerung des Bildaufnahmebetriebs in Abhängigkeit der erfassten Position und/oder Orientierung der Katheterspitze ausgebildet ist.

5. Kathetereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (5, 17) zur Steuerung des Bildaufnahmebetriebs in Abhängigkeit einer erfassten Änderung der Position und/oder Orientierung längs wenigstens eines Freiheitsgrads ausgebildet ist.

6. Kathetereinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (5, 17) zur positions- und/oder orientierungsgenauen Fusionierung eines aufgenommenen zweidimensionalen Bilds oder des rekonstruierten dreidimensionalen Bilds mit einem mit einer externen bildgebenden Untersuchungsmodalität aufgenommenen Datensatz, vorzugsweise einem 3D-Datensatz des Untersuchungsbereichs ausgebildet ist.

7. Kathetereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (3) zur Gabe des Anregungslichts einen im Inneren des Katheters (2, 10) zur Katheterspitze geführten Lichtleiter (21, 26, 29) umfasst.

8. Kathetereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die Einrichtung (3) zur Aufnahme des Antwortlichts einen im Inneren des Katheters zur Katheterspitze geführten Lichtleiter (22, 26) umfasst.

9. Kathetereinrichtung nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass lediglich ein Lichtleiter (26) zur Führung des Anregungslichts und zur Erfassung des Antwortlichts vorgesehen ist.

10. Kathetereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine gegebenenfalls weitere Einrichtung zur Aufnahme des Antwortlichts einen oder mehrere katheterspitzenseitig angeordnete Lichtsensoren (30) umfasst, deren Ausgangssignale über wenigstens eine im Katheterinneren geführte Signalleitung (31) übertragen werden.

11. Kathetereinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Lichtsensoren (30) verteilt nach Art eines Arrays angeordnet sind.

12. Kathetereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass katheterspitzenseitig ein für das ausgehende und das eingehende Licht transparenter Abschnitt (23) vorgesehen ist.

13. Kathetereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahme über ein die Bewegung eines dem Untersuchungsbereich benachbarten Organs oder dergleichen oder des Untersuchungsbereichs selbst erfassende Triggereinrichtung (8, 19), insbesondere ein EKG triggerbar ist.

14. Kathetereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Durchführung einer Fluoreszenz- oder einer Autofluoreszenzuntersuchung dient.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

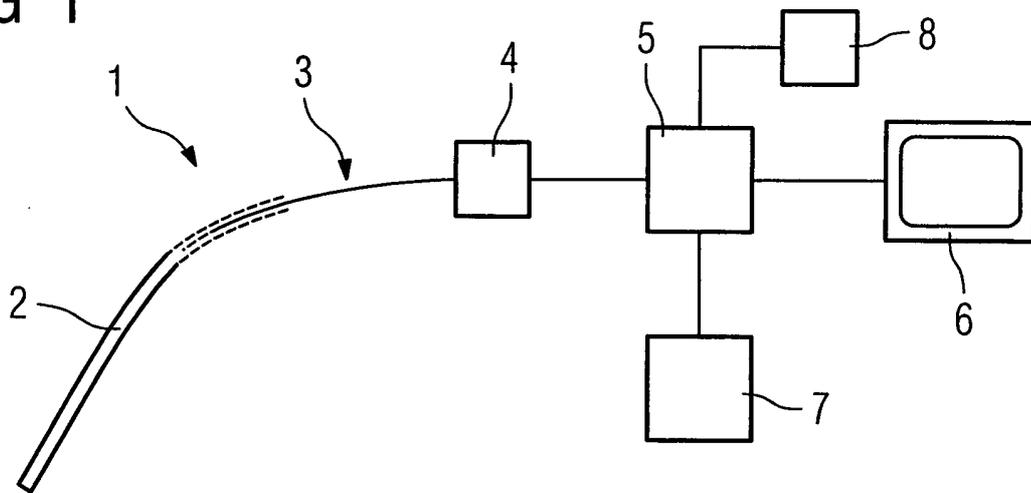


FIG 3

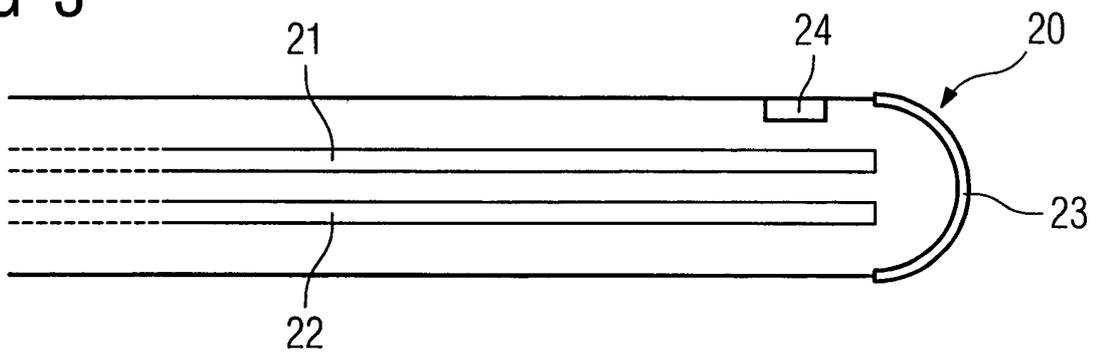


FIG 4

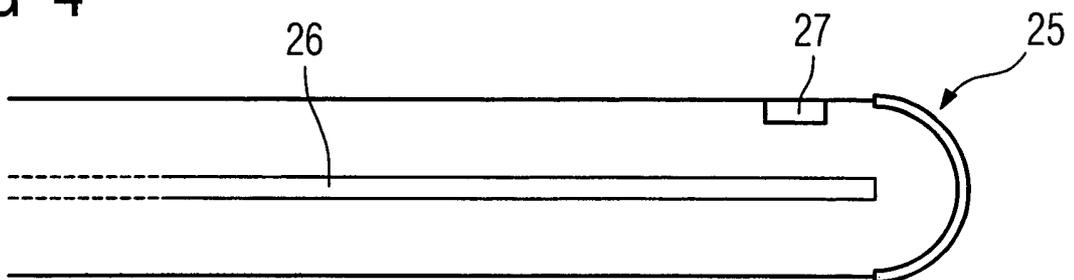
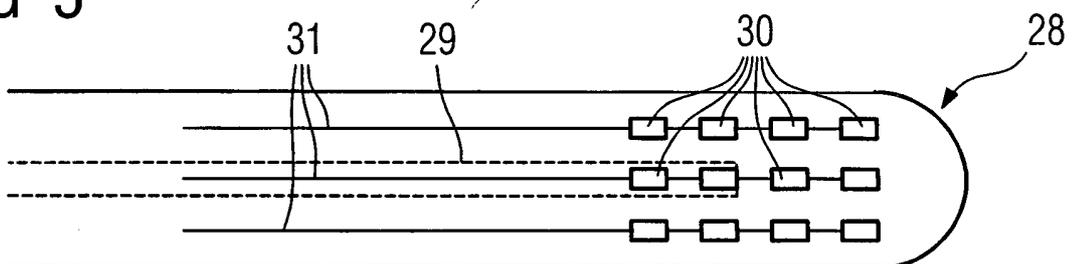


FIG 5



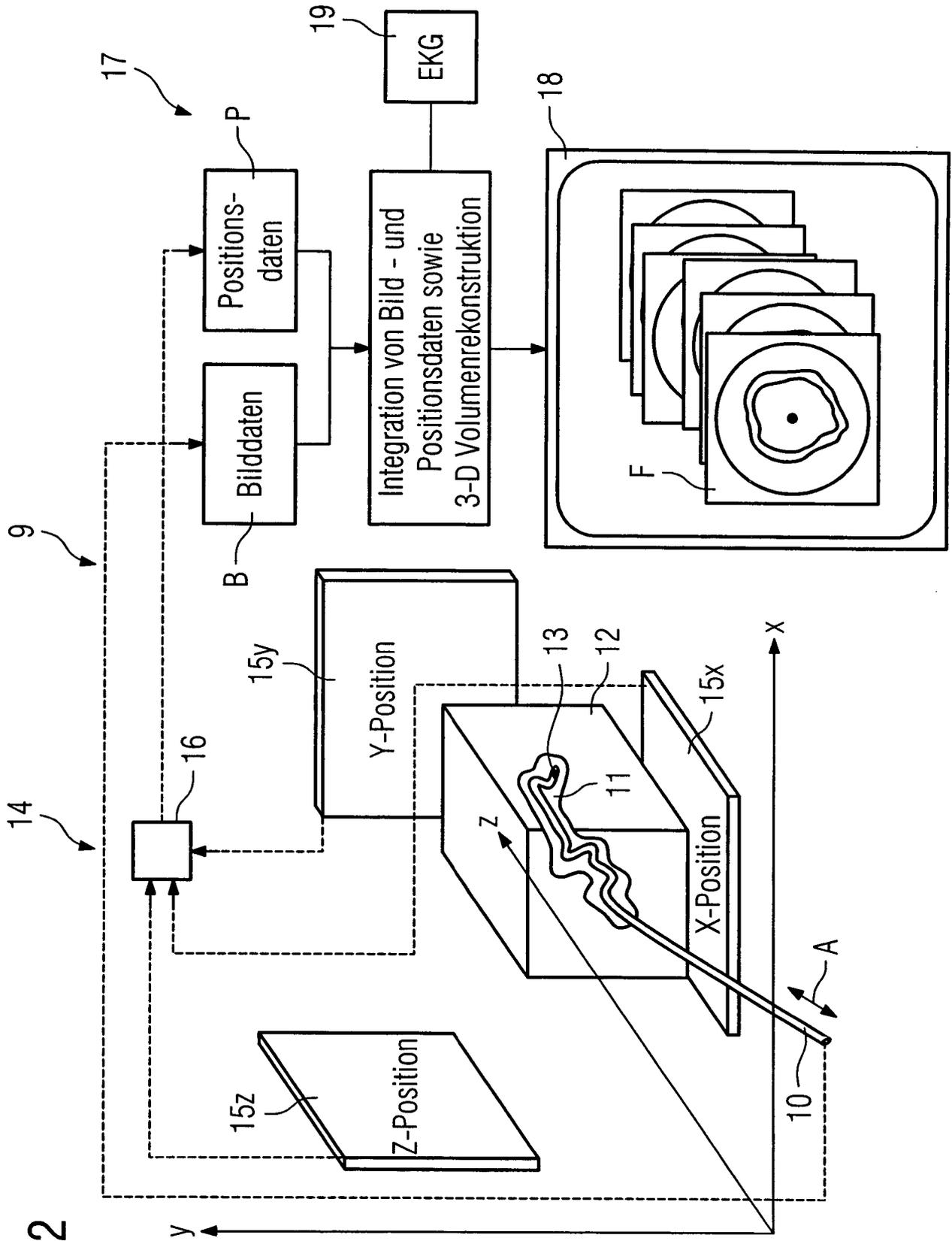


FIG 2