



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 001 925 B4 2010.04.01**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 001 925.6**
 (22) Anmeldetag: **12.01.2007**
 (43) Offenlegungstag: **24.07.2008**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **01.04.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 23/24 (2006.01)**
A61B 1/06 (2006.01)
A61B 1/04 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

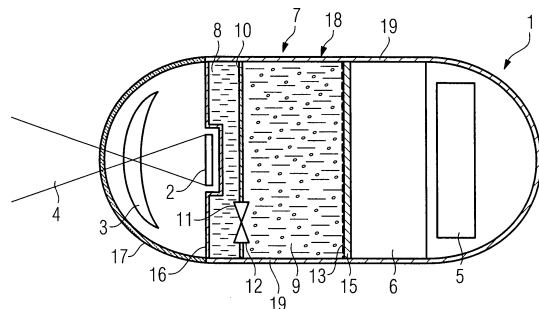
(72) Erfinder:
Hoheisel, Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE

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

US	62 67 914	B1
US	2003/00 97 122	A1
US	51 79 938	A
WO	2006/0 05 075	A2

(54) Bezeichnung: **Endoskopiekapsel**

(57) Hauptanspruch: Endoskopiekapsel, umfassend eine Bildaufnahmeeinrichtung (2) und eine Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung des Aufnahmebereichs (4) der Bildaufnahmeeinrichtung (2), welche Beleuchtungseinrichtung eine auf Chemolumineszenz basierende Lichtquelle (7) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (7) zwei durch ein zur Lichterzeugung offenes Trennelement (10) geteilte Kammern (8, 9) umfasst, wobei das Trennelement (10) eine über einen elektromagnetischen oder piezomagnetischen Aktor (12) öffnende Schleuse (11) umfasst.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Endoskopiekapsel, umfassend eine Bildaufnahmeeinrichtung und eine Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung des Aufnahmebereichs der Bildaufnahmeeinrichtung, welche Beleuchtungseinrichtung eine auf Chemolumineszenz basierende Lichtquelle umfasst.

[0002] Endoskopieeinrichtungen verschiedenster Art sind bekannt, um über Bildaufnahmeeinrichtungen Innenansichten von Hohlorganen des menschlichen Körpers zu gewinnen oder über Interventionsmittel Eingriffe vornehmen zu können. Um verwendbare Aufnahmen aus dem Inneren eines Hohlorgans zu erhalten, ist bei den meisten Endoskopieeinrichtungen eine Beleuchtungseinrichtung vorgesehen, die den im Blickfeld einer Bildaufnahmeeinrichtung befindlichen Bereich des zu untersuchenden Hohlorgans hinreichend beleuchtet.

[0003] Bei in den Körper eingeführten Endoskopen sind im Wesentlichen zwei anwendbare Lösungen bekannt. Zum einen kann das Licht einer körperexternen Lichtquelle mit Hilfe von Lichtleitern in den Körper geleitet werden. Alternativ ist vorgesehen, eine Lichtquelle, beispielsweise eine Glühlampe, eine LED, eine Leuchtstoffröhre oder einen Laser, an der Spitze des Endoskops anzuordnen, wobei die Energieversorgung über entsprechende Leitungen von außen erfolgt.

[0004] In jüngster Zeit wurden auch Endoskopiekapseln vorgeschlagen, bei denen alle benötigten Einrichtungen in einer Kapsel integriert sind. Eine solche Endoskopiekapsel kann geschluckt werden, um eine Untersuchung des gastrointestinalen Trakts zu ermöglichen. Um Bildaufnahmen aus dem gastrointestinalen Trakt zu erhalten, muss auch eine solche Kapsel mit einer Beleuchtungseinrichtung versehen sein. Beispiele für die Kapsel-Endoskopie sind in den Druckschriften US 4,278,077 A, US 5,604,531 A1 oder US 6,240,312 B1 beschrieben. Hergestellt werden derartige Kapseln beispielsweise von der Fa. Given Imaging, Yoqneam, Israel.

[0005] Es ist bekannt, in einer Endoskopiekapsel eine Lichtquelle zu verwenden, die von einer in der Kapsel befindlichen Batterie mit elektrischer Energie versorgt wird. Dieser Anordnung ist häufig eine Schaltvorrichtung zugeordnet, um jeweils nur dann Lichtblitze auszusenden, wenn ein Bild aufgenommen werden soll, so dass Energie gespart wird. Bei herkömmlichen Kapseln können beispielsweise zwei Bilder pro Sekunde aufgenommen werden, wobei die zur Verfügung stehende Batterie-Kapazität die Aufnahme von etwa 50.000 Bildern erlaubt. Dies entspricht etwa 7 Stunden Aufnahmezeit. Ist allerdings beabsichtigt, die gesamte Passage durch den gastrointestinalen Trakt oder mehr als zwei Bilder pro Se-

kunde aufzunehmen, so steht dem die beschränkte Batteriekapazität entgegen. Da eine solche Passage bis zu 12 Stunden dauern kann, ist eine vollständige Aufnahme mit den heute bekannten Endoskopiekapseln meist nicht möglich.

[0006] Aus der WO 2006/005075 A2 ist eine Endoskopiekapsel für den Gastrointestinaltrakt bekannt, die eine Bildaufnahmekamera sowie eine Lichtquelle umfasst, wobei die Lichtquelle auf Chemolumineszenz basieren kann. Allerdings ist dort nichts Näheres bezüglich dieser Chemolumineszenz zu entnehmen.

[0007] US 5,197,938 A betrifft eine Vorrichtung zur endoskopischen Untersuchung eines Hohlraums im Körper, die eine chemolumineszente Lichtquelle verwendet. Es handelt sich um ein Endoskop, welches eine Bildübertragung nach außen ermöglicht, mithin keine Bildaufnahmeeinrichtung umfasst. Dabei wird vorgeschlagen, zur Ausgestaltung der Lichtquelle zwei Kammern vorzusehen, die durch eine zerbrechbare Wand getrennt sind.

[0008] Die Anwendung von Lichtstrahlung zur Zerstörung von Mikroorganismen in den Zähnen oder am Herzen wird durch US 2003/0097122 A1 beschrieben. Als Quelle der Lichtstrahlung kann eine chemolumineszente Lichtquelle dienen, um Bakterien zu vernichten. Diese Lichtquelle kann eine Trennwand umfassen, welche durch mechanische Einwirkung zum Brechen gebracht wird.

[0009] US 6,267,914 B1 offenbart ein chemolumineszentes Produkt, welches während seines Betriebs die Farbe ändert.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Endoskopiekapsel anzugeben, bei der eine lang andauernde Beleuchtung bei möglichst geringem Energieaufwand ermöglicht wird.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einer Endoskopiekapsel der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Lichtquelle zwei durch ein zur Lichterzeugung offenes Trennelement geteilte Kammern umfasst, wobei das Trennelement eine über einen elektromagnetischen oder piezomagnetischen Aktor öffnende Schleuse umfasst.

[0012] Von Chemolumineszenz wird immer dann gesprochen, wenn bei einer chemischen Reaktion Licht emittiert wird, welches nicht thermischen Ursprungs ist. Auf diese Weise wird die zur Beleuchtung benötigte Energie in den Reaktanden gespeichert und im Verlauf der Reaktion als sichtbares Licht freigesetzt, das zur Beleuchtung des Hohlorgans in dem von der Bildaufnahmeeinrichtung aufzunehmenden Bereich dient. Bei entsprechender Ausgestaltung können die Chemolumineszenzreaktionen bis

zu 12 Stunden oder mehr anhalten und während der gesamten Zeit eine hinreichende Beleuchtung zur Bildaufnahme abgeben. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Lichtquelle bereits vor der Einnahme der Endoskopiekapsel durch einen Patienten oder auch erst im Körper befindlich aktiviert wird. Auf diese Weise ist es möglich, dass eine Kapsel-Endoskopie über einen längeren Zeitraum erfolgen kann, so dass die Aufnahme des gesamten gastrointestinalen Trakts, insbesondere auch mit höheren Bildraten, ermöglicht wird. Da die Lichtquelle kontinuierlich leuchtet, kann eine beliebige Bildrate erzielt werden. Zudem wird die in der Endoskopiekapsel vorgesehene Batterie weniger belastet, so dass auch beispielsweise kleinere Batterien verwendet werden können.

[0013] Als besonders geeignete Lichtquelle kann eine Lichtquelle verwendet werden, die durch Peroxyoxalat-Chemolumineszenz betreibbar ist. Bei dieser Reaktion wird in einem ersten Schritt Oxalsäure oder ein Oxalsäurederivat mit Wasserstoffperoxid oxidiert. Die dabei entstehenden, energetisch angeregten Reaktionsprodukte können ihre Energie in einem zweiten Schritt auf einen zugesetzten Farbstoff übertragen und diesen zur Lumineszenz anregen. Der hier verwendete Farbstoff sollte dabei eine hohe Fluoreszenzquantenausbeute haben und resistent gegen eine Zersetzung durch Wasserstoffperoxid sein. Über die Auswahl des Farbstoffs wird die Farbe des entstehenden Lichts gewählt. Beispiele für Farbstoffe sind Rotamin 6G (orangenes Licht), 1-Chloro-9,10-Bis(phenylethynyl)anthrazen (gelbes Licht) oder Rubren (gelbes Licht), wobei bei der vorliegenden Erfindung bevorzugt 9,10-Bis(phenylethynyl)anthrazen für grünes Licht verwendet wird. Als Oxalsäurekomponente kann beispielsweise Oxalsäure-Bis-2,4,6-Trichlorphenylester (TCPO) oder Oxalsäure-Bis-2,4-Dinitrophenylester (DNPO) verwendet werden. Bevorzugt wird bei der vorliegenden Erfindung Bis(2,4-Dinitrophenyl)Oxalat verwendet.

[0014] Die Lichtquelle umfasst zwei durch ein zur Lichterzeugung offenes, insbesondere transparentes Trennelement geteilte Kammern. Jede Kammer enthält dabei einen der Reaktanden. Wird das Trennelement geöffnet, so findet eine Vermischung der Reaktanden statt und die Reaktion beginnt. Über das offene Trennelement ist es demnach möglich, den Zeitpunkt zu bestimmen, ab dem die Lichtquelle Licht abgibt. Über die Größe der entstehenden Öffnung kann beispielsweise auch die Lichtstärke und die Dauer der Reaktion eingestellt werden.

[0015] Wird in einer solchen Ausgestaltung die Peroxyoxalat-Chemolumineszenz verwendet, so kann eine Kammer Wasserstoffperoxid und die andere Kammer eine Oxalsäure oder ein Oxalsäurederivat und einen Farbstoff umfassende Lösung enthalten. Bevorzugt verwendete Substanzen wurden bereits oben genannt.

[0016] Das Trennelement umfasst eine insbesondere über einen elektromagnetischen oder piezomagnetischen Aktor öffnende Schleuse. Dann kann die Schleuse beispielsweise durch einen elektrischen Impuls geöffnet werden. Dieser kann von einer in der Kapsel vorgesehenen Batterie zur Verfügung gestellt werden, wobei beispielsweise über eine Funkvorrichtung zum Empfangen von Befehlen für die Endoskopiekapsel die Schleuse geöffnet wird. Insbesondere kann ein einziger Befehl an die Endoskopiekapsel ausreichend sein, um die Bildaufnahme zu starten und die Lichtquelle zu aktivieren. Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass die zur Betätigung des Aktors notwendige Energie über ein Hochfrequenz-Funksignal übertragen und beispielsweise über eine Induktionsspule empfangen wird. Dann ist es nicht nötig, den Aktor über eine gegebenenfalls in der Endoskopiekapsel vorgesehene Steuereinrichtung anzusteuern.

[0017] In vorteilhafter Ausgestaltung sind das Trennelement und die in Lichtaustrittsrichtung gelegenen Begrenzungen der Kammern transparent ausgestaltet, so dass das in der Lichtquelle erzeugte Licht möglichst ungestört das Blickfeld der Bildaufnahmeeinrichtung bestrahlen kann. Selbstverständlich ist bei einer solchen Ausgestaltung auch die Kapselwand, so sie nicht selbst einen Teil der Kammerbegrenzungen bildet, in den relevanten Bereichen transparent ausgestaltet. Eine höhere Lichtausbeute kann in dieser Ausführungsform erhalten werden, wenn wenigstens eine Wand einer Kammer zur Verbesserung der Lichtausbeute verspiegelt ist. Insbesondere kann eine solche Verspiegelung an allen nicht zum Lichtaustritt vorgesehenen Außenwänden der Lichtquelle vorgesehen sein.

[0018] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es auch denkbar, dass die Beleuchtungseinrichtung mehrere chemolumineszente Lichtquellen umfasst. Dies kann beispielsweise dann sinnvoll sein, wenn Licht einer bestimmten Farbe erzeugt werden soll, für die kein geeigneter Farbstoff zur Verfügung steht. In einem solchen Fall sind die Licht verschiedener Farben emittierenden Lichtquellen simultan betreibbar. Selbstverständlich ist es jedoch auch denkbar, zwei unabhängig betreibbare chemolumineszente Lichtquellen vorzusehen, die beispielsweise nacheinander oder mit einem gewissen Zeitabstand aktiviert werden können. Dann kann eine Optik vorgesehen sein, die für alle Lichtquellen eine optimale Ausleuchtung ermöglicht.

[0019] Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

[0020] **Fig. 1** eine erfindungsgemäße Endoskopiekapsel nach einer ersten Ausführungsform, und

[0021] [Fig. 2](#) eine nicht zur Erfindung gehörige Endoskopiekapsel gemäß einer zweiten Ausführungsform.

[0022] [Fig. 1](#) zeigt eine erfindungsgemäße Endoskopiekapsel **1**. Sie umfasst eine flache Bildaufnahmeeinrichtung **2**, die hier als Festkörperkamera ausgebildet ist. Es ist jedoch auch jede andere Form von Bildaufnahmeeinrichtungen, die optisch arbeitet, denkbar. Der Bildaufnahmeeinrichtung **2** ist eine Optik **3** zugeordnet, die das Sichtfeld **4** der Bildaufnahmeeinrichtung **2** definiert.

[0023] Ferner umfasst die Endoskopiekapsel **1**, wie hinlänglich bekannt, eine Funkeinrichtung **5**, über die die aufgenommenen Bilder an eine extern angeordnete Empfangsanordnung übertragen werden können. Umfasst die Endoskopiekapsel **1** auch Sensoren oder dergleichen, so können auch deren Daten übertragen werden. Ferner ist die Funkeinrichtung **5** zum Empfang von extern übersandten Steuerbefehlen, die beispielsweise zur Ansteuerung von Interventionswerkzeugen dienen können oder die Bildaufnahme starten können, ausgebildet.

[0024] Zur Energieversorgung der Endoskopiekapsel **1** ist eine Batterie **6** vorgesehen, die auch als ein wieder aufladbarer Akkumulator ausgebildet sein kann.

[0025] Die Endoskopiekapsel **1** umfasst ferner eine auf Chemolumineszenz basierende Lichtquelle **7**. Die Lichtquelle **7** umfasst zwei Kammern **8**, **9**, die über ein Trennelement **10**, das selektiv offenbar ist, getrennt sind. Das Trennelement **10** umfasst im vorliegenden Fall eine Schleuse **11**, die über einen elektromagnetischen oder piezomagnetischen Aktor **12** geöffnet werden kann.

[0026] Die vorliegende Lichtquelle **7** arbeitet mit Peroxyoxalat-Chemolumineszenz. Dazu sind in der Kammer **8** 0,07 ml Wasserstoffperoxid vorgesehen, in der Kammer **9** 350 µg Bis(2,4-dinitrophenyl)oxalat und 63 µg 9,10-Bis(phenylethynyl)anthrazen in 1 ml Dimethylphthalat. Selbstverständlich können auch andere Substanzen oder andere Mengen verwendet werden, die Angaben betreffen lediglich eine mögliche Ausführungsform.

[0027] Über eine Betätigung des Aktors **12** – gesteuert beispielsweise über die Funkeinrichtung **5** nach einem entsprechenden Befehl oder durch die über Induktion erhaltene Energie eines Signals unmittelbar – wird die Schleuse **11** geöffnet und die beiden Flüssigkeiten werden gemischt. Dann setzt die chemische Reaktion ein, so dass die Lichtquelle **7** im beschriebenen Beispiel grün und hinreichend hell zu leuchten beginnt. Ersichtlich ist die Lichtquelle **7** so angeordnet, dass ein Lichtaustritt von allen Seiten um die Bildaufnahmeeinrichtung **2** ermöglicht wird,

so dass eine gleichmäßige Ausleuchtung gewährleistet ist.

[0028] Dabei sind die in Blickrichtung der Bildaufnahmeeinrichtung **2** gelegene Wand **16** der Kammer **8** wie auch der die Optik **3** und die Bildaufnahmeeinrichtung **2** kuppelartig umgebende Bereich **17** des Kapselgehäuses **18** zumindest abschnittsweise transparent ausgebildet. Auch das Trennelement **10** ist transparent, so dass auch in der zweiten Kammer **9** entstehendes Licht zur Beleuchtung dienen kann. Ist zudem ein seitlicher Lichtaustritt aus der Endoskopiekapsel **1** erwünscht, so können zusätzlich die die Kammern **8** und **9** seitlich begrenzenden Wände und/oder Gehäuseabschnitte **19** transparent ausgebildet sein.

[0029] Weiterhin ist an der der Batterie **6** zugewendeten Wand **15** der Kammer **9** eine spiegelnde Beschichtung **13** vorgesehen, so dass die Lichtausbeute weiter erhöht ist. Solche Beschichtungen sind auch an den oberen und unteren Wänden der Kammern **8**, **9** denkbar, so diese nicht selbst transparent ausgestaltet sind. Das Trennelement **10** ist im Wesentlichen transparent ausgebildet.

[0030] Ein weiteres Beispiel einer nicht zur Erfindung gehörigen Endoskopiekapsel **1'** ist in [Fig. 2](#) dargestellt. Sie unterscheidet sich von der in [Fig. 1](#) gezeigten Endoskopiekapsel **1** im Wesentlichen darin, dass das Trennelement **10** als eine durch externe mechanische Einwirkung auf die Endoskopiekapsel **1'**, insbesondere durch Schütteln, brechbare Wand **14** ausgebildet ist.

[0031] Selbstverständlich können die beschriebenen Endoskopiekapseln **1**, **1'** auch weitere Einrichtungen, beispielsweise Interventionswerkzeuge, Sensoren oder dergleichen, umfassen. Insbesondere ist jedoch auch denkbar, dass eine Endoskopiekapsel zwei Lichtquellen der beschriebenen Art umfassen kann. In weiterer Ausgestaltung ist es auch möglich, zusätzlich zu der beschriebenen Lichtquelle **7** eine herkömmliche Lichtquelle, beispielsweise eine Glühlampe oder eine LED, beispielsweise für besonders helle Blitze, vorzusehen.

[0032] Ist die Endoskopiekapsel zur Wiederverwertung vorgesehen, weisen die Kammern vorteilhafterweise auch Befüllöffnungen auf, über die ein Wiederbefüllen zur weiteren Lichtabgabe ermöglicht wird. In diesem Fall ist die Ausgestaltung mit einer Schleuse **11** vorzuziehen, die dann über den Aktor **12** wieder verschließbar ausgebildet sein kann.

Patentansprüche

1. Endoskopiekapsel, umfassend eine Bildaufnahmeeinrichtung (**2**) und eine Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung des Aufnahmebereichs (**4**) der

Bildaufnahmeeinrichtung (2), welche Beleuchtungseinrichtung eine auf Chemolumineszenz basierende Lichtquelle (7) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle (7) zwei durch ein zur Lichterzeugung offenes Trennelement (10) geteilte Kammern (8, 9) umfasst, wobei das Trennelement (10) eine über einen elektromagnetischen oder piezomagnetischen Aktor (12) öffnende Schleuse (11) umfasst.

2. Endoskopiekapsel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (7) durch Peroxyoxalat-Chemolumineszenz betreibbar ist.

3. Endoskopiekapsel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (10) transparent ist.

4. Endoskopiekapsel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kammer (8) Wasserstoffperoxid und die andere Kammer (9) eine entweder eine Oxalsäure und einen Farbstoff oder ein Oxalsäurederivat und einen Farbstoff umfassende Lösung enthält.

5. Endoskopiekapsel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Wand (15) einer Kammer (8, 9) zur Verbesserung der Lichtausbeute verspiegelt ist.

6. Endoskopiekapsel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungseinrichtung mehrere chemolumineszente Lichtquellen (7) umfasst.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

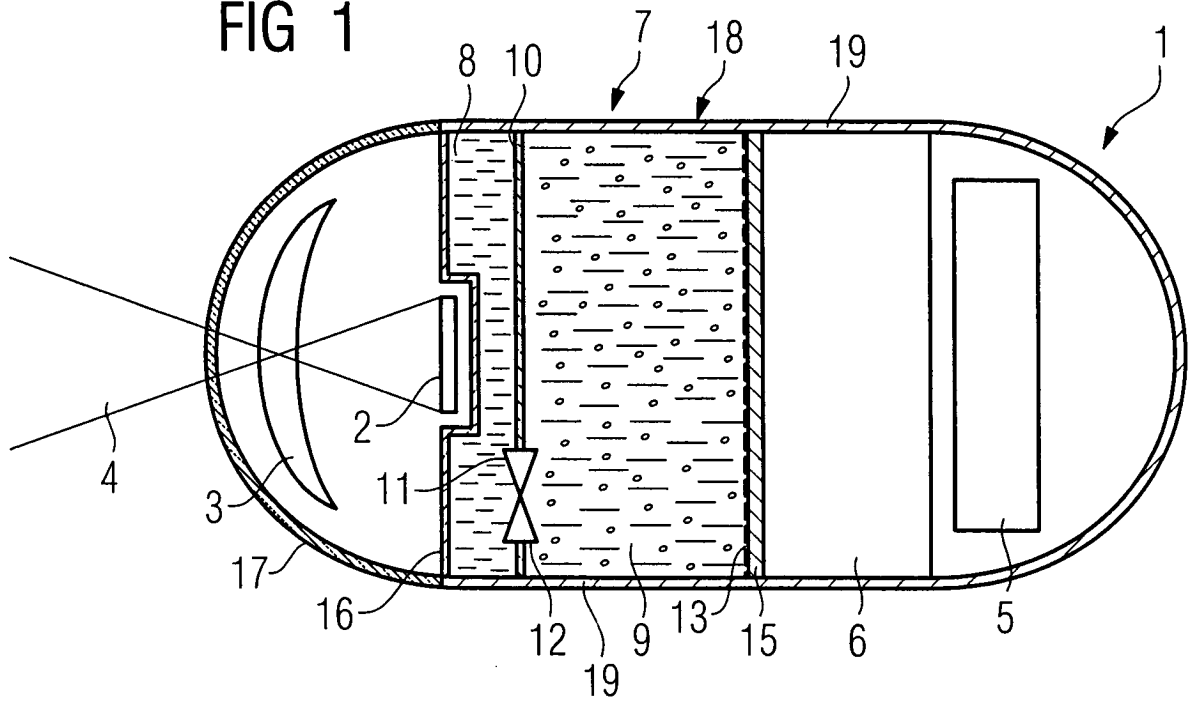


FIG 2

