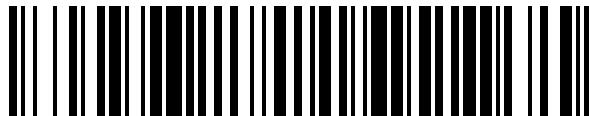


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **1 129 280**

(21) Número de solicitud: 201400622

(51) Int. Cl.:

**A61B 1/06** (2006.01)

**A61B 19/00** (2006.01)

(12)

## SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

(22) Fecha de presentación:

**30.04.2013**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**20.10.2014**

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (50.0%)**  
**Avda. Cervantes 2**  
**29071 Málaga ES y**  
**A.P.E. COSTA DEL SOL (50.0%)**

(72) Inventor/es:

**URQUIZA DE LA ROSA, Rafael y**  
**GAGO CALDERÓN, Alfonso**

(54) Título: **Dispositivo de iluminación quirúrgica**

ES 1 129 280 U

**DESCRIPCIÓN**

**DISPOSITIVO DE ILUMINACIÓN QUIRÚRGICA**

**OBJETO DE LA INVENCIÓN**

5 La invención se enmarca dentro del campo de la medicina, y más particularmente dentro del campo de los dispositivos de iluminación quirúrgica.

El objeto de la invención es un nuevo dispositivo de iluminación quirúrgica lineal flexible basado en LEDs que puede introducirse 10 completamente en el interior del cuerpo humano para proporcionar una iluminación completa y homogénea sin interferir con el resto de herramientas de trabajo de los cirujanos.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

15 La cirugía actual tiende cada vez más al uso de técnicas mínimamente invasivas, que consisten en operaciones que se realizan a través de una incisión o de una cavidad natural del el cuerpo del paciente empleando novedosas técnicas que actualmente siguen en pleno desarrollo. Este nuevo 20 paradigma requiere de medios de iluminación diferentes de los empleados hasta hace poco, cuando la mayoría de las operaciones eran abiertas.

Una parte importante de los dispositivos actualmente empleados están basados en un aparato que esencialmente tiene forma de tubo flexible y cuyo 25 extremo distal está dotado de un elemento de iluminación. El haz de luz es generado junto al extremo proximal del tubo, fuera del paciente, y transportado hasta el interior por medio de algún sistema óptico de transporte, como por ejemplo fibra de vidrio. Un ejemplo de este tipo de dispositivos es la solicitud US2009/0118580.

30 Recientemente, el desarrollo de la tecnología LED de iluminación ha

permitido el diseño de nuevos dispositivos de iluminación. La tecnología LED de iluminación, especialmente con luz blanca, se ha diversificado en dos grandes grupos: LEDs de alta potencia (con valores > 0,5 W) caros y que necesitan circuitos de evacuación térmica pero con una muy alta capacidad de 5 emisión; y LEDs de baja potencia, alimentados con corrientes eléctricas entre los 20 mA (60 mW) y los 50 mA (150 mW), y donde la disipación del calor generado no es un problema tan grande, por lo que no disponen de elementos específicos para este propósito y permiten obtener tamaños físicos muy pequeños ofreciendo aún una alta cantidad de luz.

10

La aplicación de esta nueva tecnología LED a la iluminación quirúrgica ha permitido el diseño de nuevos dispositivos donde la luz es generada en el interior del cuerpo del paciente. A este respecto, se puede hacer referencia a la patente US 7,871,375, que describe un aparato de 15 iluminación rígido dotado de un mango para que el cirujano lo maneje y un extremo dotado de al menos un LED y que está configurado para su introducción a través de una pequeña cavidad o incisión del paciente.

También se han desarrollado dispositivos que tienen otra función 20 principal diferente de la iluminación a los que se ha dotado de LEDs para evitar la necesidad de utilizar otros elementos con ese propósito específico. Por ejemplo, la solicitud KR20080032269 describe un retractor dotado de LEDs para la iluminación del campo quirúrgico.

## 25 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Actualmente, no solamente se está desarrollando la tecnología LED, 30 sino también muchos otros aspectos implicados en la generación de lámparas con este tipo de emisores. La producción industrial de matrices de diodos está muy ligada a la fabricación de placas de circuitos impresos u otros sustratos donde soldar o conectar los LEDs y que contengan los canales de circulación

de la corriente para alimentarlos y los conectores para hacerlos accesibles. Las mejoras en los procesos de fabricación de fibras han permitido desarrollar de manereea eficiente y barata placas alta flexibilidad. De este modo se puede eludir la limitación de tener sistemas rígidos de iluminación, como el presentado 5 en la mencionada patente US 7,871,375, y trabajar con sustratos flexibles aptos para generar equipos finales con tamaños muy reducidos y que se pueden conducir y acoplar a través de canales o aberturas muy pequeñas y con movimientos que obligan a ángulos de giro complicados.

10 Los inventores de la presente solicitud han aprovechado las ventajas que confieren los nuevos sustratos flexibles para diseñar un nuevo dispositivo de iluminación delgado y flexible que se puede introducir en el cuerpo de un paciente a través de cavidades o incisiones de pequeño tamaño, proporcionando una iluminación uniforme y completa de todo el 15 campo quirúrgico. El nuevo dispositivo es particularmente adecuado para su introducción a través del conducto nasal de un paciente, aunque puede utilizarse en general para cualquier cavidad o incisión a través de la cual se vaya a realizar una operación quirúrgica, y comprende fundamentalmente un sustrato lineal flexible conforma de cinta dotado de una pluralidad de LEDs 20 dispuestos linealmente a lo largo del mismo y un medio de aislamiento que encapsula el sustrato flexible y los LEDs para evitar provocar daños al paciente. Se consigue así una iluminación mucho más completa, versátil y homogénea que la obtenida con dispositivos de la técnica anterior.

25 En este documento, el término "lineal" hace referencia a un sustrato que presenta una dimensión transversal muy pequeña con relación a su longitud. Además, al tener "forma de cinta" se hace referencia a que es plano o de muy pequeño espesor, teniendo por tanto dos caras. Este sustrato flexible y con forma de cinta constituye la base sobre la que se fijan los LEDs 30 que sean necesarios para la iluminación, y constituye el elemento a lo largo del cual se transmiten las corrientes eléctricas necesarias para la

alimentación de dichos LEDs.

El sustrato puede fabricarse de diferentes modos, aunque en una realización preferida de la invención se fabrica de fibra de vidrio dotado de 5 pistas de material conductor, y tiene preferentemente un espesor de entre 2 y 4 décimas de milímetro. Otra opción es que el sustrato flexible esté hecho de poliimida o fibras sintéticas con pistas de cobre electro-depositado y una pintura aislante que las cubre y protege del exterior.

10 Además, la cinta que constituye el sustrato puede estar configurada de diversas formas, que dependerán fundamentalmente del diámetro de la cavidad a través de la cual debe introducirse el dispositivo y del tipo de iluminación que sea necesaria para cada aplicación particular.

15 En una realización preferida de la invención, la cinta que constituye el sustrato puede estar enrollada según la dirección transversal formando esencialmente un tubo. Con esta configuración, un posicionamiento adecuado de los LEDs durante la fabricación del sustrato, por ejemplo colocando los LEDs a diferentes distancias de los bordes laterales de la 20 cinta, tendría el efecto de que, al formarse el tubo por el enrollamiento de la cinta, los LEDs apuntarían en diferentes direcciones pertenecientes a planos perpendiculares a la dirección longitudinal del sustrato. Se lograría iluminar todo un volumen cilíndrico alrededor del sustrato.

25 En otro ejemplo, la cinta puede estar enrollada helicoidalmente. Con esta configuración, los LEDs iluminarían también todo un volumen cilíndrico alrededor del sustrato, y además en la dirección longitudinal, es decir, en dirección al extremo distal del sustrato. Se entiende que serían asimismo posibles otras configuraciones, como por ejemplo doblando el sustrato con 30 forma de cinta a lo largo de líneas de plegado longitudinales para obtener un sustrato con una forma final de prisma con diferentes planos de

iluminación, etc. Sin embargo, en lo que sigue se describirá fundamentalmente una configuración en la que la cinta permanece plana de acuerdo con su forma natural, sin ningún tipo de doblez o enrollamiento.

5 En cuanto al posicionamiento de los LEDs, éstos pueden estar fijados a lo largo de ambas caras, aunque preferentemente se disponen a lo largo de una única cara del sustrato flexible. Al fijarse sobre una única cara, es posible disponer el dispositivo de la invención apoyado sobre una pared interna de la cavidad del paciente para iluminar toda la escena. Los LEDs  
10 pueden ser de emisión axial, lateral, o una combinación de los mismos. Además, los LEDs pueden comprender lentes para ampliar sus ángulos de emisión luminosa, como por ejemplo lentes esféricas. En otra realización preferida de la invención, el extremo distal del dispositivo comprende además un LED frontal de emisión axial.

15 Con relación al medio de aislamiento, existen diferentes posibilidades, como por ejemplo un recubrimiento de barniz aislante o de silicona. Este recubrimiento debe estar cerrado en los extremos del sustrato y ser suficiente como para evitar que se produzca cualquier derivación de  
20 corriente hacia el cuerpo del paciente. Otra opción es el uso de un tubo hueco de silicona en cuyo interior se dispone el sustrato flexible con los LEDs. Esta opción es especialmente preferida, ya que presenta una superficie exterior completamente lisa y suave, facilitando así la operación de introducción y minimizando los daños y molestias al paciente.

25 Para evitar que un posible calentamiento del dispositivo de la invención cause daños al paciente, el sustrato flexible puede comprender un sensor de temperatura preferentemente ubicado en su extremo proximal. La monitorización de esta temperatura permite saber si la temperatura alcanza  
30 valores excesivos y extraer el dispositivo en caso de que sea necesario.

En cuanto al tamaño del dispositivo de la invención, como se ha comentado anteriormente dependerá de cada aplicación particular. Sin embargo, puede decirse que en una realización particular de la invención dirigida especialmente a su introducción a través de las fosas nasales del 5 paciente la dimensión transversal máxima del dispositivo de la invención, es decir, la anchura de cinta cuando ésta no está doblada de ningún modo, es de entre 3 mm y 5 mm.

Por último, otra realización preferente de la invención está dirigida a 10 un aparato de iluminación que comprende un dispositivo de iluminación como el descrito que está conectado a un medio de alimentación capaz de generar una corriente eléctrica modulable adecuada para controlar la intensidad de iluminación de los LEDs. Las características concretas del medio de alimentación de la invención se describen más adelante.

15

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Fig. 1 muestra una vista lateral de un dispositivo de iluminación de acuerdo con la presente invención.

20

La Fig. 2 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de iluminación de acuerdo con la presente invención.

25

La Fig. 3 muestra una vista de un aparato que comprende un medio de alimentación y un dispositivo de alimentación como el de las Figs. 1-2.

La Fig. 4 muestra una vista de un aparato como el de la Fig. 3 conectado a un PC dotado de una cámara digital.

30

### **REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCIÓN**

Se describe a continuación una realización preferida de la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

Las Figs. 1 y 2 muestran respectivamente una vista lateral y una vista en perspectiva de un dispositivo (1) según la invención donde se aprecian las diferentes partes que lo componen. El sustrato (2) alargado con forma de cinta flexible sirve de base sobre la que se fijan los LEDs (3). No se han representado las pistas conductoras en las figuras. Se observa también una representación esquemática del medio de aislamiento (4), que en este ejemplo concreto es un tubo delgado de silicona.

La vista de la Fig. 1 muestra además un LED (3') frontal para iluminar en la dirección axial del dispositivo (1) (este LED (3') frontal no se muestra en la Fig. 2). Un cable (6) sirve para transmitir una corriente eléctrica al dispositivo (1) desde un medio de alimentación (5), como se muestra en las siguientes figuras.

La Fig. 3 muestra un aparato (10) completo formado por el dispositivo (1) anterior más un medio de alimentación (5). Aunque no se aprecia en la Fig. 3, todos los ánodos y todos los cátodos de los LEDs (3) se conectan a un transistor MOSFET de canal N que es controlado por una señal de pulsos de ancho variable (PWM). Cuando esta señal está activa, los LEDs (3) se encienden, ya que se cierra el circuito eléctrico, mientras que cuando el transistor se desconecta, el cátodo de cada uno de los LEDs (3) se queda en un estado de alta impedancia y no se puede encender.

Alternando esta señal de manera muy rápida, por encima de 1 KHz, la luz pulsante emitida por los LEDs (3) es capaz de engañar al ojo humano generando la sensación de un brillo mayor o menor en función del porcentaje del tiempo que se activa el transistor.

- 5 Todos los LEDs (3) se conectan en paralelo, de modo que la tensión proporcionada por el medio de alimentación (5) debe ser cercana a la tensión de polarización de los LEDs (3). Para la mayoría de fabricantes, para luz blanca esta tensión esta en torno a los 3,3 V. Gracias a la modulación realizada por el medio de alimentación (5) y la capacidad de los LEDs (3) de sobrealimentarse ligeramente siempre que el paso de corriente se multiplexe en el tiempo, esta tensión no constituye un elemento crítico de diseño.
- 10 10 El medio de alimentación (5) puede tener un enchufe para su conexión a la red eléctrica convencional, aunque preferentemente comprende baterías. El resultado final es un aparato (10) donde el medio de alimentación (5) tiene el tamaño aproximado de un teléfono móvil actual. Conectado al medio de alimentación (5) a través de un cableado eléctrico (6) se encuentra el dispositivo (1) destinado a su introducción a través de la cavidad del paciente, en este ejemplo concreto a través de las fosas nasales. Las dimensiones aproximadas de este dispositivo son de un diámetro entre 3 y 5 mm y una longitud entre 3 y 7 cm.
- 15 20 Para la realización de este tipo de operaciones, es necesario introducir también en la cavidad del paciente una pequeña cámara digital que permita al cirujano observar el campo quirúrgico. Hasta ahora, tanto esta cámara como la fuente de iluminación (ya sea una fuente propiamente dicha o el punto al que se ha transportado la luz generada en el exterior del paciente, como se ha explicado al inicio de este documento) estaban ubicadas en el extremo distal de un tubo que se introducía en la cavidad del paciente, orientadas en paralelo. Por el contrario, con la novedosa configuración del dispositivo (1) de la invención, la iluminación proviene de un punto diferente al lugar donde está situada la cámara. Esto tiene la ventaja de que se generan sombras que facilitan la interpretación de las superficies que forman el campo quirúrgico, facilitando así la labor del
- 25 30

cirujano.

Sin embargo, puede ocurrir al utilizar el dispositivo (1) de la invención que la luz emitida por los LEDs (3) se dirija hacia la cámara (9), provocando 5 la saturación de la imagen obtenida. Para corregir este problema de manera automática, el medio de alimentación (5) comprende medios de conexión (7) a un medio de procesamiento (8), en este caso un PC, para corregir la intensidad de iluminación de los LEDs (3) en función de la saturación de la imagen de la cámara (9) digital. Esto se representa en la Fig. 4 de la 10 invención, donde se aprecia cómo el medio de alimentación (5) está conectado al PC (8) que, a su vez, está conectado a la cámara digital (9) que transmite en tiempo real las imágenes obtenidas del interior de la cavidad del paciente. El PC (8) puede mostrar por pantalla, además de las 15 imágenes obtenidas por la cámara digital (9), una pequeña ventana con información acerca del nivel de brillo de los LEDs (3), nivel de saturación de las imágenes, temperatura del dispositivo (1), carga de la batería del medio de alimentación (5), etc. En caso de que la saturación de las imágenes fuese excesiva, el PC (8) envía una señal al medio de alimentación (5) para 20 que disminuya la intensidad de brillo de los LEDs (3).

20

Esto se puede implementar, por ejemplo, mediante una sencilla aplicación del PC (8) que determine el nivel de saturación a partir del histograma de las imágenes, y, en caso de que sea excesiva, envíe al medio de alimentación una señal indicativa de dicha saturación. Como 25 respuesta, el medio de alimentación (5) reduce la intensidad de la corriente eléctrica a los LEDs (3), que disminuyen así su nivel de brillo.

30

## REIVINDICACIONES

5. 1. Dispositivo (1) de iluminación quirúrgica adecuado para su introducción a través del conducto nasal de un paciente, caracterizado porque comprende:

un sustrato (2) lineal flexible con forma de cinta que está dotado de una pluralidad de LEDs (3) dispuestos linealmente a lo largo del mismo; y

un medio de aislamiento (4) que encapsula el sustrato (2) flexible y los LEDs (3) para evitar provocar daños al paciente.

10. 2. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sustrato flexible (2) está hecho de fibra de vidrio con pistas de material conductor.

15. 3. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 2, donde el sustrato de fibra de vidrio tiene un espesor de entre 2 y 4 décimas de milímetro.

20. 4. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sustrato flexible (2) está hecho de poliimida o fibras sintéticas con pistas de cobre electro-depositado y una pintura aislante que las cubre y protege del exterior.

25. 5. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los LEDs (3) están dispuestos a lo largo de una única cara del sustrato (2) flexible.

30. 6. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los LEDs (3) son de emisión axial, de emisión lateral, o una combinación de ambos.

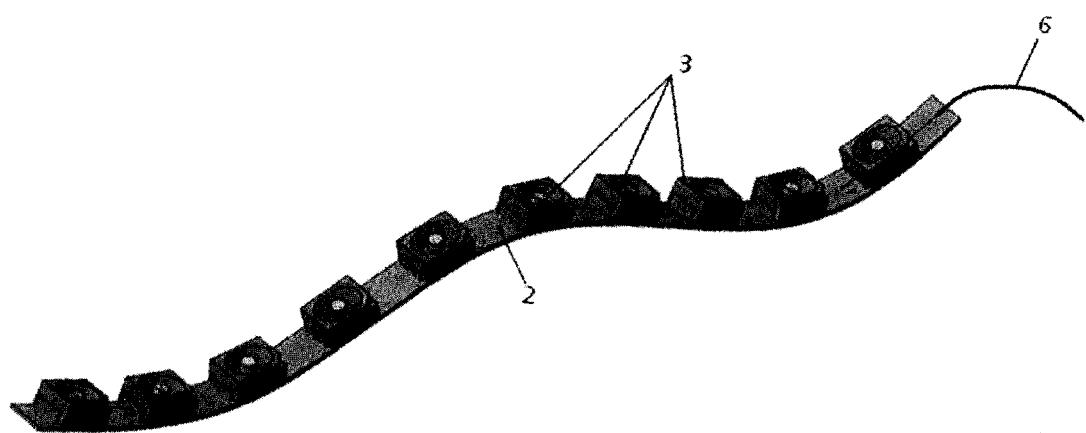
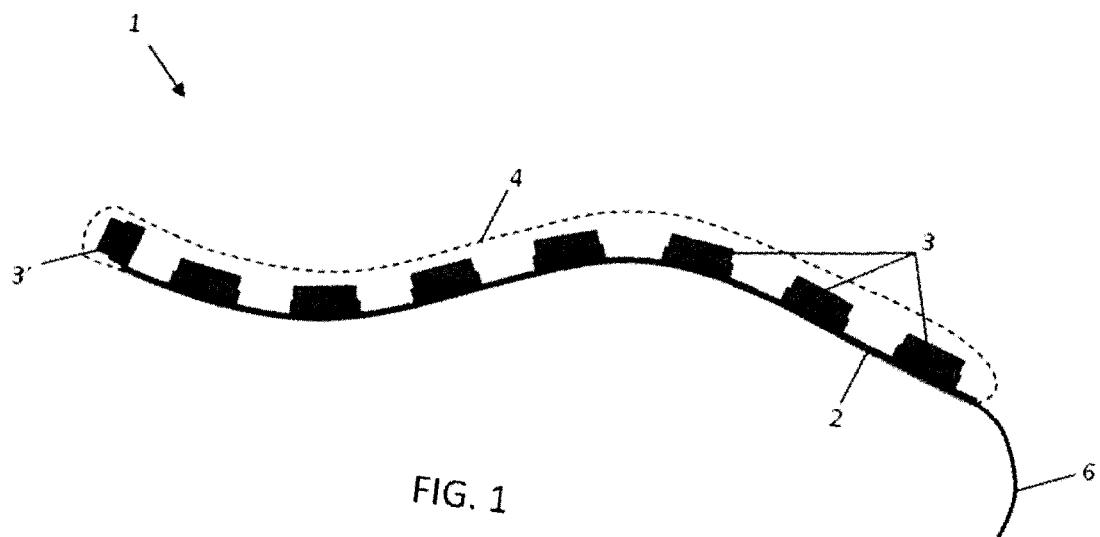
7. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un LED frontal (3') de emisión axial dispuesto en su extremo distal.
- 5 8. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los LEDs (3) comprenden lentes de ampliación de sus ángulos de emisión luminosa.
- 10 9. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el medio de aislamiento (4) comprende un recubrimiento de barniz aislante o de silicona.
- 15 10. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde el medio de aislamiento (4) comprende un tubo hueco de silicona en cuyo interior se dispone el sustrato flexible (2) con los LEDs (3).
- 20 11. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un sensor de temperatura dispuesto sobre el sustrato flexible (2).
- 25 12. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 11, donde el sensor de temperatura está ubicado en el extremo proximal del sustrato (2) flexible.
13. Dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la dimensión transversal máxima del sustrato flexible (2) y el medio de aislamiento (4) es de entre 3 mm y 5 mm.
- 30 14. Dispositivo (10) de iluminación que comprende:  
un dispositivo (1) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13; y

un medio de alimentación (5) dispuesto en el exterior del paciente y conectado a dicho dispositivo (1) para generar una corriente eléctrica modulable adecuada para controlar la intensidad de iluminación de los LEDs (3).

5

15. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 14, donde el medio de alimentación (5) comprende baterías.

16. Dispositivo (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-  
10 15, que además comprende medios de conexión (7) a un medio de procesamiento (8) para corregir la intensidad de iluminación de los LEDs (3) en función de la saturación de la imagen de una cámara (9) digital conectada a dicho medio de procesamiento (8).



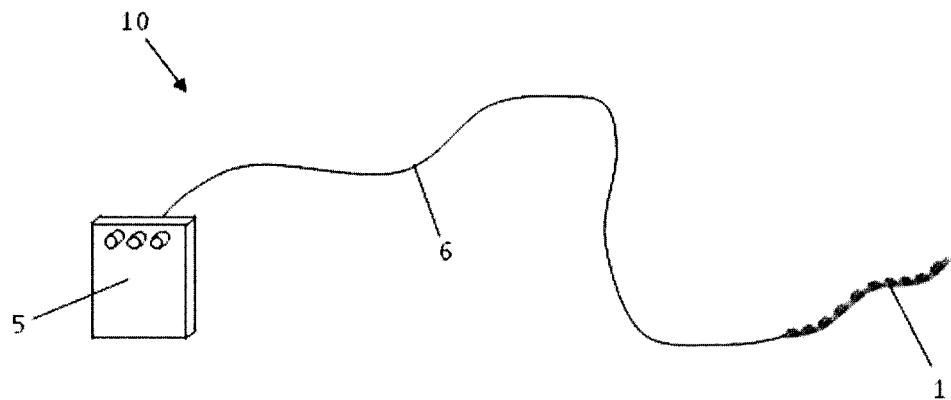


FIG. 3

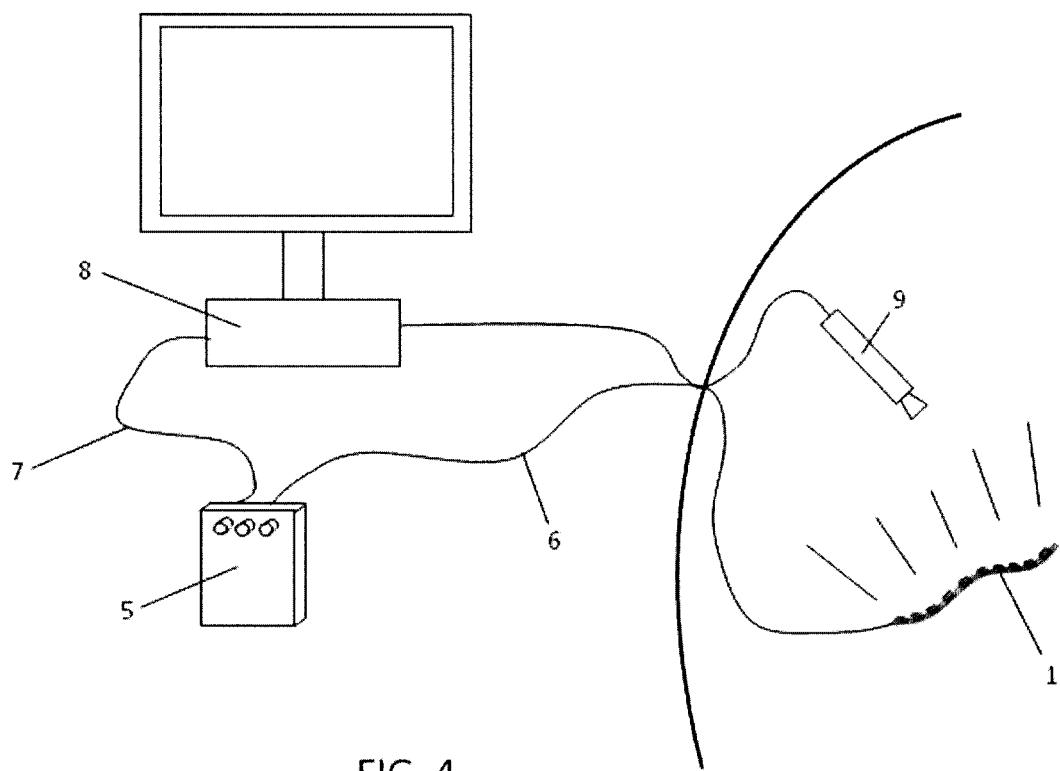


FIG. 4