

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 220**

51 Int. Cl.:
A61B 18/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06707777 .6**
96 Fecha de presentación: **20.01.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1865871**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

54 Título: **Sensor de imagen dental intraoral y sistema radiológico que utiliza dicho sensor**

30 Prioridad:
01.04.2005 FR 0503182

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.06.2012

73 Titular/es:
**E2V SEMICONDUCTORS
AVENUE DE ROCHEPLEINE
38521 SAINT EGREVE, FR**

72 Inventor/es:
AYRAUD, Michel

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 383 220 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor de imagen dental intraoral y sistema radiológico que utiliza dicho sensor

La invención se refiere a los sensores de imagen dental radiológicos intraorales, es decir que se colocan dentro de la boca de un paciente, colocándose una fuente de rayos X en el exterior de la mejilla del paciente para que emita unos rayos X en la dirección del sensor.

De manera habitual, para transmitir la información de imagen procedente del sensor colocado en el interior de la boca se usa una conexión por cable que también sirve para el control del sensor y para su suministro de energía.

El inconveniente de una conexión por cable es que es frágil (riesgo de arranque), incómoda para el paciente si se estira de manera accidental el cable, molesta en la instalación general. Además, en un entorno médico, las exigencias de aislamiento eléctrico entre el paciente y las tomas eléctricas que lo rodean son altas y el hecho de conectar un aparato (micro-ordenador) alimentado por una red de energía a un módulo que se encuentra en la boca del paciente no está muy conforme con estas exigencias.

Se ha buscado, por lo tanto, el realizar unas conexiones inalámbricas para que lleven la energía y a la vez para que pasen la información que procede del sensor o hacia el sensor. Al ser poco cómoda la alimentación de energía sin cable (clásicamente: por transmisión inductiva), se prefiere en general utilizar una batería (recargable o no) en el sensor colocado dentro de la boca. Por otra parte, la información de imagen procedente del sensor se debe transmitir con un flujo elevado (del orden de 20 megabits por segundo) y es la razón por la que se decanta por unas transmisiones por radiofrecuencia, de preferencia en las bandas de frecuencia libres, que son en la práctica las que sirven para la comunicación informática sin cable en una red local (frecuencias atribuidas a las redes WLAN: 2,45 GHz por ejemplo).

No obstante, la dificultad radica en el hecho de que esta transmisión por radio corre el riesgo de verse muy alterada por la presencia de otros transmisores de radio que se utilizan cada vez de forma más frecuente en los entornos informáticos; los periféricos y las tarjetas informáticas del tipo "WiFi" o "bluetooth" en particular pueden perturbar en gran medida la transmisión de los datos de la imagen del sensor hacia el sistema de tratamiento de la imagen.

Se puede resolver esta dificultad emitiendo los mensajes de manera redundante, para garantizar una transmisión completa y segura de toda la imagen, pero esto consume tiempo, siendo que la cantidad de la información que hay que transmitir es ya importante (clásicamente: varias decenas de megabits por imagen).

También se puede usar un transmisor "inteligente" que examina cuáles son las frecuencias que no se usan localmente en el entorno y que adapta su propia frecuencia y/o su propio flujo en función de este entorno. Un transmisor de este tipo también comprende de forma necesaria un receptor. La electrónica compleja de recepción, de análisis y de tratamiento inteligente que se deriva de ello hace muy difícil la colocación del equipo dentro de la boca del paciente. El tamaño y el consumo de energía son excesivos. Se está entonces obligado a dividir el sistema en un sensor situado en el interior de la boca, un cable de unión que sale del sensor y que sale fuera de la boca, un transmisor-receptor en un bolsillo del paciente, y una unión de radiofrecuencia inteligente entre este transmisor-receptor extraoral y el sistema operativo (micro-ordenador) que debe recoger las imágenes. Una instalación de este tipo es compleja.

El documento US-A-3 622 785 describe un sistema de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Para evitar estos inconvenientes, la invención parte de la observación de que aunque el sensor esté situado en el interior de la boca, sin embargo resulta posible transmitir la información de imagen al sistema sin utilizar un cable para conectar el sensor al sistema operativo y sin utilizar una emisión por radiofrecuencia.

La invención propone un sistema de radiología dental por vía intraoral que consta de un sensor de imagen radiológica que se puede insertar dentro de la boca del paciente y que consta, por una parte, de una matriz de detección de imagen que proporciona unas señales electrónicas que representan una imagen radiológica y, por otra parte, de una fuente de luz que recibe las señales procedentes de la matriz y que puede emitir impulsos luminosos binarios que corresponden a una imagen digital que hay que transmitir por vía óptica, y de un receptor de luz colocado a distancia del paciente, que puede detectar una modulación de luz provocada por la fuente de luz colocada en la boca y que puede transmitir una señal que corresponde a esta modulación a un dispositivo de tratamiento de la imagen (en particular para garantizar el almacenamiento de la imagen capturada).

De una manera inesperada, se propone, por lo tanto, transmitir la información mediante una fuente de luz aunque la fuente de la información que hay que transmitir se encuentre en un entorno (el interior de la boca) que debería excluir una transmisión por vía luminosa.

En una primera variante, que tiene la ventaja de la simplicidad, la fuente de luz solo emite en el interior de la boca del paciente, pero en una longitud de onda y con una potencia de tal modo que una fracción de la luz emitida pase a través de las mejillas; esta fracción de luz se superpone a la luz ambiente en forma de una modulación de esta luz ambiente, de tal manera que el receptor puede detectar la modulación de la luz, y por lo tanto la información de

imagen transmitida por medio de esta modulación. De preferencia, la fuente de luz es un diodo láser o un diodo electroluminiscente que emite una luz prácticamente monocromática y el receptor está provisto de un filtro óptico de banda pasante estrecha centrada alrededor de la longitud de onda de la luz monocromática. La longitud de onda que se utiliza está en la banda de entre 700 y 900 nanómetros, de preferencia entre 780 y 880 nanómetros (rojo o infrarrojo próximo), banda en la que la piel de las mejillas deja pasar una fracción notable de la luz emitida.

Una solución muy ventajosa desde el punto de vista de la transmisión, debido a que no le afecta la tasa de transmisión óptica de las mejillas, consiste en colocar enfrente de la fuente de luz (aquí también de preferencia un diodo láser o electroluminiscente con emisión prácticamente monocromática) un primer extremo de una fibra óptica, en el interior de la boca, la fibra óptica presentando un segundo extremo y una longitud de tal modo que el segundo extremo pueda salir de la boca cuando el sensor está dentro de la boca. El segundo extremo está provisto de un simple difusor de luz que difunde en el entorno del paciente la luz que recibe de la fibra. El receptor, colocado de manera que reciba a distancia una fracción de la luz procedente del difusor, detecta la modulación que recibe, modulación que transporta la información de imagen radiológica. El receptor aquí también está provisto, de preferencia, de un filtro óptico centrado en el color que emite el transmisor.

El difusor es de preferencia una simple bola de material translúcido colocada en el extremo de la fibra óptica, de tal modo que la luz se emite casi omnidireccionalmente.

Hay de preferencia una segunda fibra óptica, que sirve para la recepción de la información procedente del sistema operativo y dirigida al sensor. Esta fibra tiene un extremo enfrentado a un receptor de luz solidario con el sensor que se encuentra dentro de la boca y un segundo extremo fuera de la boca, conectado a un difusor de luz que puede ser el mismo del de la primera fibra u otro.

La invención no solo se refiere al sistema radiológico, sino también al propio sensor radiológico intraoral que comprende unos dispositivos de conversión de una imagen radiológica en señales electrónicas digitales y una fuente de luz modulada por estas señales electrónicas, que permiten transmitir por vía óptica la información sobre la imagen radiológica que captura el sensor, dirigida a un receptor de luz situado fuera de la boca.

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción detallada que se da a continuación y que se hace en referencia a los dibujos que se anexan en los que:

- la figura 1 representa un sistema de radiología dental de acuerdo con la invención;
- la figura 2 representa una vista del sistema radiológico en una variante de la invención;
- la figura 3 representa una vista en sección de una realización práctica del sensor de imagen;
- la figura 4 representa una vista desde arriba del sensor.

La figura 1 representa de una forma esquemática el sistema de radiología dental de acuerdo con la invención: este consta de una fuente de rayos X 10 que puede emitir una ráfaga de rayos X hacia la parte de la mandíbula que hay que examinar, de un sensor de imagen radiológica 20 colocado dentro de la boca del paciente y representado por una línea de puntos, de un receptor fotosensible 30 colocado en el exterior de la boca del paciente, pero no conectado eléctricamente al sensor, y de un sistema de análisis de imagen 40 conectado al receptor y que puede recibir unas señales luminosas digitales que detecta el receptor, demodularlas para extraer la información de imagen que estas transportan y transformar las señales demoduladas en una imagen electrónica. Esta imagen está destinada a almacenarse en una memoria del sistema o a mostrarse en una pantalla de visualización no representada.

El sensor de imagen radiológica consta de forma tradicional de una capa centelleante, sensible a los rayos X y que convierte la imagen X recibida en una imagen luminosa, y de una matriz de detección de imagen luminosa colocada detrás de la capa centelleante. La matriz proporciona unas señales electrónicas digitales (o analógicas pero que se convierten seguidamente en digitales) que representan la imagen radiológica captada en el momento de la ráfaga de rayos X.

De manera no habitual, el sensor de imagen está provisto, además, de una fuente de emisión luminosa (de preferencia un diodo electroluminiscente) y de unos medios de modulación de esta fuente luminosa. Los medios de modulación reciben las señales electrónicas digitales procedentes de la matriz y que representan la imagen radiológica que hay que transmitir y modulan la luz que emite la fuente en función de estas señales digitales.

La fuente de luz, en el caso de la figura 1, emite en el interior de la boca; se selecciona la longitud de onda de la fuente en el rojo o el infrarrojo próximo (longitudes de onda para las que la carne del paciente (mejillas en particular) presenta una cierta transparencia. Sale de la piel del paciente, y/o de la boca si se encuentra abierta, una fracción de energía luminosa modulada. Esta energía luminosa se emite de manera no direccional.

El receptor fotosensible captura una parte de esta fracción de energía, la convierte en señales electrónicas y la transmite a los dispositivos de análisis de imagen. El receptor está, de preferencia, provisto de un filtro de selección de longitud de onda centrado en la longitud de onda principal que emite la fuente de luz, con el fin de que otras fuentes de luz presentes en el entorno alteren lo menos posible la recepción. La banda pasante del filtro puede ser del orden de 30 nanómetros. El receptor se puede colocar bastante cerca del paciente, por ejemplo a algunas

decenas de centímetros o menos. En efecto, lo puede llevar una parte del sistema que también lleva la fuente de rayos X. En este caso se sabe que la fuente de rayos X está colocada en general sobre un brazo articulado que le permite aproximarse a algunos centímetros de la mejilla. El receptor lo puede llevar este mismo brazo articulado.

5 En una variante preferente, que se representa en la figura 2, se solventan las dificultades de transmisión óptica a través de la mejilla del paciente y se prevé una fibra óptica 22 de la cual un primer extremo se fija enfrentado a la fuente de luz (en el interior de la boca del paciente) y de la cual otro extremo sale al exterior de la boca. Este otro extremo es difusor de tal modo que la luz que recoge la fibra desde la fuente se emita al exterior de manera no direccional o en todo caso con una baja direccionalidad. Una bola transparente se puede pegar en este extremo para hacer esa función de difusor de luz. La bola puede ser de alúmina o de un material plástico como el nailon blanco. Puede ser una bola de en torno a 1 mm de diámetro protegida por una funda de material plástico sobremoldeada, transparente para la longitud de onda considerada.

El receptor recoge, a distancia, una fracción de la luz emitida y la transmite al sistema de análisis de imagen 40.

En la figura 3 se ve el detalle de un sensor intraoral de acuerdo con la invención, en una realización con fibras ópticas que salen de la boca del paciente.

15 El sensor consta de un circuito impreso 50 que lleva en una cara un microprocesador de circuito integrado 52, en una cara del cual se forma el sensor de imagen radiológica propiamente dicho, esto es una matriz de detección de imagen luminosa recubierta por un centelleador que reacciona ante los rayos X. La matriz establece unas señales electrónicas que representan los niveles luminosos de los elementos de imagen; el microprocesador 52, de unos centímetros de lado, consta de unos circuitos de conversión analógico-digital que permiten convertir la imagen electrónica en señales digitales que representan cada elemento de imagen.

20 Estas señales se aplican a un diodo electroluminiscente (LED) 54 o un diodo láser, montado sobre el circuito impreso 50, de preferencia sobre la otra cara de este último. El diodo emite unos impulsos luminosos de acuerdo con las señales digitales que recibe del microprocesador 52. La luz emitida es, de preferencia, una luz infrarroja en una longitud de onda no dañina para los ojos y, de preferencia, muy marcadamente monocromática. El circuito impreso 52 puede constar de otros elementos de circuitería como el componente 55 que se representa en la figura 3.

30 Una fibra óptica 56, contenida dentro de una funda flexible de material plástico 58 de una decena de centímetros de largo, presenta un extremo pegado (con una cola óptica transparente) delante de la cara de emisión del diodo 54. Esta fibra presenta otro extremo pegado con una cola óptica transparente a un difusor de luz 60. El difusor 60 es una bola de material traslúcido (material plástico, como el nailon blanco, o alúmina). Su forma sensiblemente esférica permite que la luz procedente de la fibra óptica se distribuya en un amplio ángulo sólido con el fin de que no sea necesario buscar una orientación específica de la fibra óptica para que el receptor 30 (figura 2) reciba la luz emitida. La fibra óptica protegida por la fundada, al no estar conectada a nada en su segundo extremo, no corre el riesgo de verse arrancada por un movimiento inesperado. El diámetro de la fibra protegida por la funda es de en torno a 1 mm de diámetro.

35 El conjunto del circuito impreso 50 y de sus componentes, con el microprocesador de circuito integrado 52, el diodo 54 y el primer extremo de la fibra óptica protegida por la funda, se aloja en una caja estanca 62 de donde sale la fibra óptica. La caja también contiene, de preferencia, una pila o una batería 64 que permite un suministro eléctrico autónomo del circuito impreso y de los componentes que este lleva. También se puede prever que la caja sea de un material plástico transparente y que la fibra óptica protegida por la funda esté pegada sobre la caja, enfrentada al diodo láser 54, en lugar de introducirla dentro de la caja.

En un ejemplo de realización, las dimensiones de la caja son las siguientes: Largo = en torno a 35 mm, Ancho = en torno a 25 mm, Alto = en torno a 10 mm.

45 De manera opcional, se puede prever que el sistema radiológico conste también de unos dispositivos de comunicación óptica en el sentido inverso, esto es desde el sistema hacia el sensor colocado dentro de la boca. Esta opción se prevé en el sensor de la figura 3 en forma de una segunda fibra óptica 70 y de un fotodiodo 72. El fotodiodo se monta sobre el circuito impreso 50. La segunda fibra óptica se monta de preferencia dentro de la misma funda que la primera, tiene un primer extremo pegado con cola óptica sobre la propia bola de difusión 60 de tal modo que recoja la luz que llega un poco en cualquier dirección. El fotodiodo puede recibir y hacer que se traten (en particular por parte del microprocesador de circuito integrado 52) la información y/o instrucciones que proceden del sistema. Un transmisor de luz asociado al sistema puede emitir unos impulsos luminosos que transportan estas informaciones o instrucciones, la longitud de onda de la luz emitida para ello siendo de preferencia diferente de la longitud de onda que emite el diodo láser 54 con el fin de que no exista ninguna interferencia perjudicial entre los impulsos luminosos de ida y los impulsos luminosos de retorno.

55 A título de ejemplo, los impulsos de retorno (desde el sistema hacia el sensor) pueden servir para enviar una información de activación de una ráfaga de rayos X, o bien para solicitar al sensor que envíe o reenvíe una imagen o una parte de imagen, o también para parametrizar determinadas funciones del sensor (tiempo de exposición, etc.). El flujo de información en el sentido de retorno puede ser mucho más bajo que en el sentido de ida puesto que ya no

hay que transmitir una imagen.

- 5 Hay que señalar que un sistema bidireccional se puede prever incluso con una única fibra óptica, a condición de que haya en la salida de la fibra unos dispositivos de separación para transmitir la información recibida a un receptor de luz colocado sobre el sensor que la separe de la información emitida; la separación se puede hacer, por ejemplo, por medio de un espejo dicróico; también se puede hacer con un espejo clásico, con una separación temporal utilizando un protocolo que apaga periódicamente la fuente interna de luz durante unos instantes reservados para la recepción de información procedente del exterior de la boca del paciente. El diodo láser puede a su vez servir de fotodiodo si él mismo no se encuentra emitiendo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de radiología dental por vía intraoral que consta de un sensor de imagen radiológica que se puede insertar dentro de la boca del paciente y que consta, por una parte, de una matriz de detección de imagen (52) que proporciona unas señales electrónicas que representan una imagen radiológica y **que se caracteriza por el hecho de que** comprende, por otra parte, una fuente de luz (54) que recibe las señales procedentes de la matriz y que puede emitir impulsos luminosos binarios que corresponden a una imagen digital que hay que transmitir por vía óptica, y un receptor de luz (30) colocado a distancia del paciente, que puede detectar una modulación de luz provocada por la fuente de luz colocada dentro de la boca y que puede transmitir una señal que corresponde a esta modulación a un dispositivo de tratamiento de la imagen (40).
- 10 2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** la fuente de luz (54) está colocada sobre el sensor y emite luz en el interior de la boca del paciente cuando el sensor está colocado en el interior de la boca, con una longitud de onda y con una potencia de tal modo que una fracción de la luz emitida pase a través de las mejillas.
- 15 3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2 **caracterizado porque** la fuente de luz (54) es un diodo láser o un diodo electroluminiscente que emite una luz prácticamente monocromática y el receptor está provisto de un filtro óptico con banda pasante estrecha centrada alrededor de la longitud de onda de la luz monocromática.
4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 3 **caracterizado porque** la longitud de onda que se utiliza está en la banda de entre 780 y 880 nanómetros (rojo o infrarrojo próximo), banda en la que la piel de las mejillas deja pasar una fracción notable de la luz emitida.
- 20 5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** la fuente de luz (54) está conectada a un primer extremo de una fibra óptica (56), en el interior de la boca, la fibra óptica presentando un segundo extremo y una longitud de tal modo que el segundo extremo pueda salir de la boca cuando el sensor está dentro de la boca.
6. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el segundo extremo de la fibra está provisto de un simple difusor de luz (60) que difunde en el entorno del paciente la luz que recibe de la fibra.
- 25 7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6 **caracterizado porque** el difusor es una bola de un material traslúcido colocado en el extremo de la fibra óptica
8. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** el sensor consta de unos medios para recibir información o instrucciones procedentes del sistema operativo y destinadas al sensor, estas informaciones recibándose en forma óptica mediante la fibra óptica y transmitiéndose a un receptor de luz, estando previstos unos medios de separación para separar, en el primer extremo de la fibra óptica, la información emitida de la información recibida y para transmitir la información recibida al receptor de luz.
- 30 9. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 y 7, **caracterizado porque** consta de una segunda fibra óptica (70), que sirve para la recepción de informaciones o de instrucciones procedentes del sistema operativo y dirigidas al sensor, y **porque** el sensor consta de un receptor de luz (72) enfrenteado a un extremo de la segunda fibra óptica, la fibra óptica presentando una longitud de tal modo que el otro extremo pueda salir de la boca cuando el sensor está dentro de la boca.
- 35 10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 9 **caracterizado porque** el otro extremo de la segunda fibra óptica está conectado a un difusor de luz.

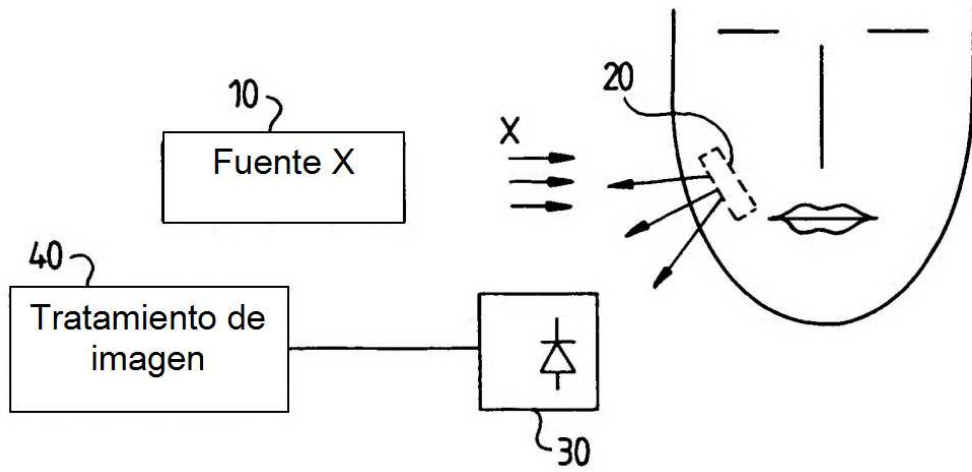


FIG.1

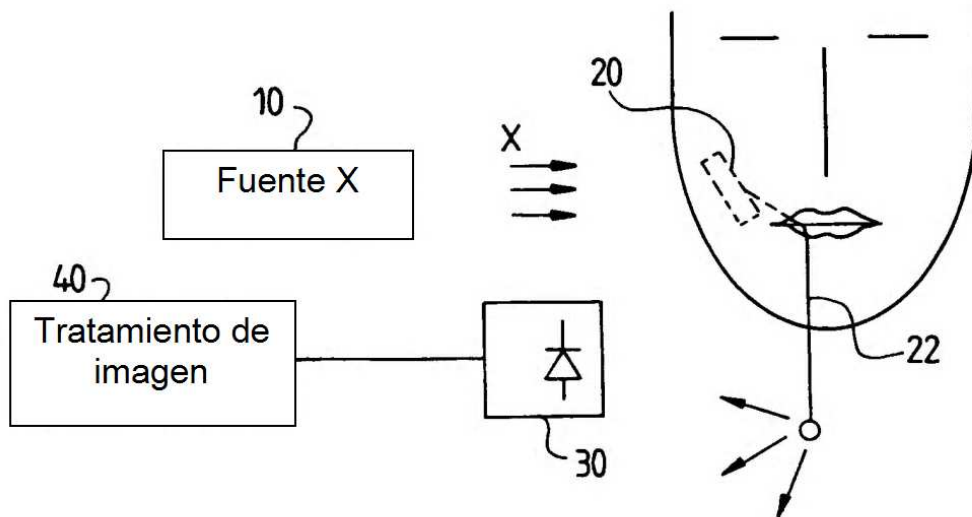


FIG.2

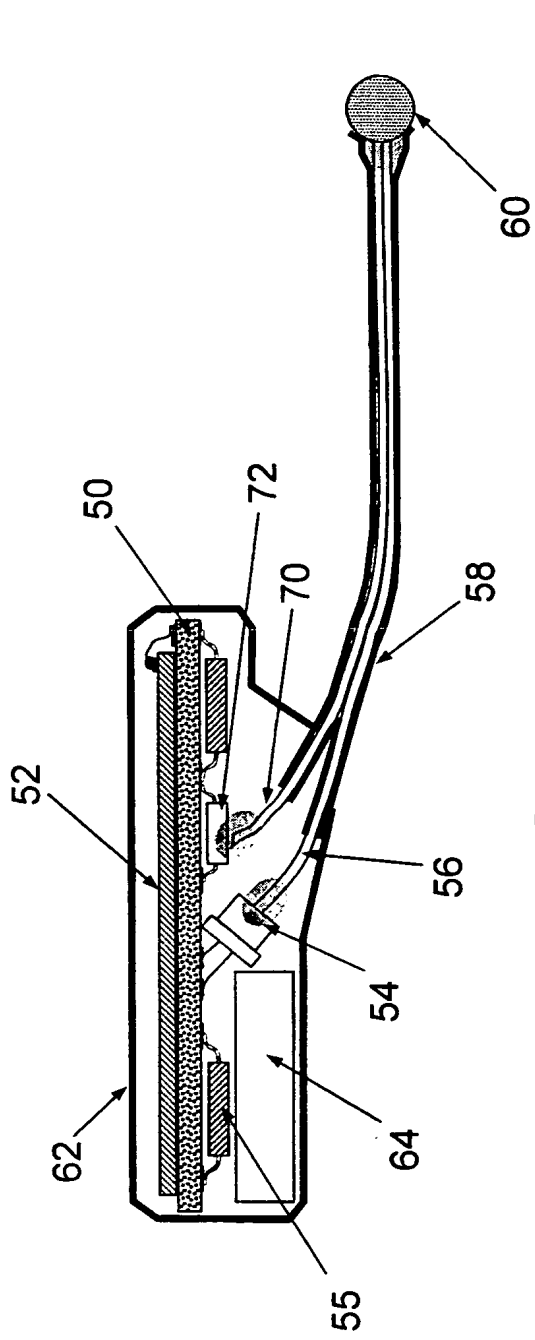


FIG. 3

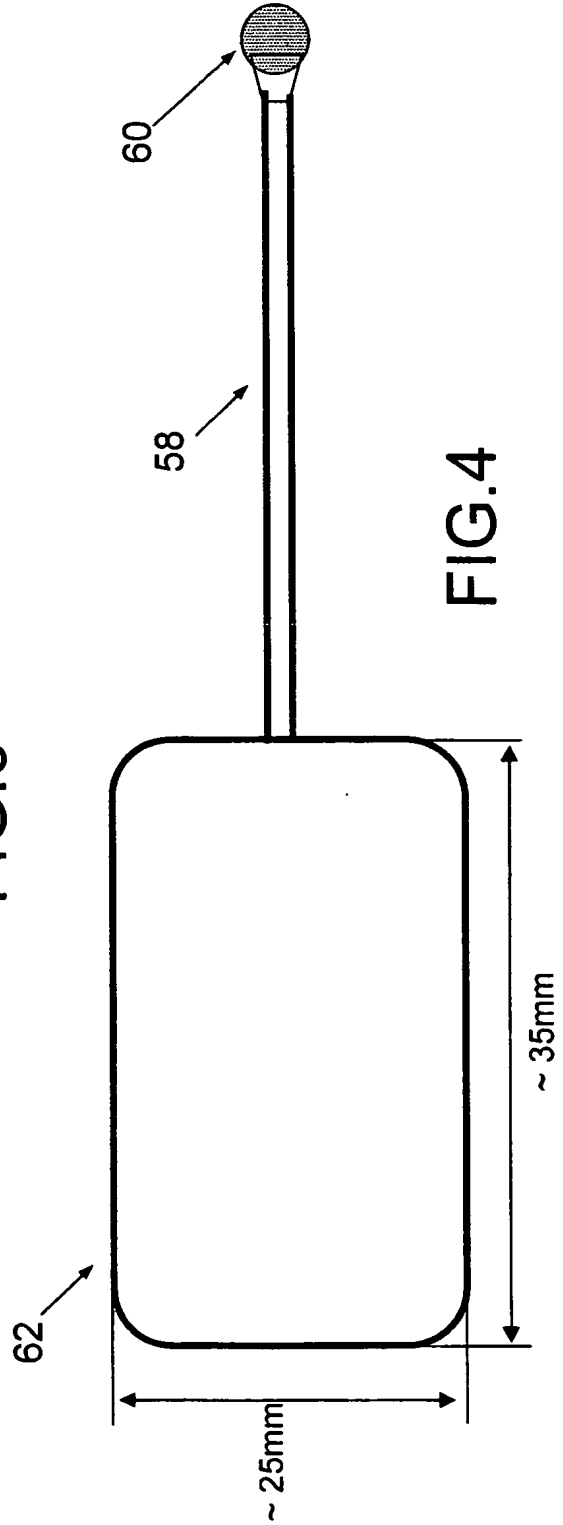


FIG. 4