

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 508 174**

51 Int. Cl.:

A61B 6/00 (2006.01)

A61B 5/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2011** **E 11782227 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.07.2014** **EP 2618736**

54 Título: **Estimación de distancias y tamaño de lesiones en el colon con una cápsula de formación de imágenes**

30 Prioridad:

23.09.2010 US 344731 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

16.10.2014

73 Titular/es:

CHECK-CAP LTD. (100.0%)
Aba Hushi Avenue PO. Box 1271
30090 Isfiya, IL

72 Inventor/es:

BAUM, GIDEON y
KIMCHY, YOAV

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 508 174 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

Estimación de distancias y tamaño de lesiones en el colon con una cápsula de formación de imágenes

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere en líneas generales a la formación de imágenes en el interior del colon de un paciente utilizando una cápsula intraluminal de formación de imágenes y más específicamente a estimar la distancia desde la cápsula a las paredes internas del colon y a estimar el tamaño de sus lesiones.

10

Antecedentes

Un método para examinar la existencia de pólipos y otras características clínicamente relevantes en el tracto gastrointestinal que puede proporcionar un indicio con respecto a la posibilidad de cáncer se realiza ingiriendo una cápsula de formación de imágenes que recorrerá todo el tracto gastrointestinal (GI) y examinará la situación del paciente desde el interior. En un caso típico el recorrido puede durar 24-48 horas, después de las cuales la cápsula de formación de imágenes sale en las heces del paciente. Normalmente el paciente ingiere un agente de contraste para potenciar la capacidad de formar imágenes de la cápsula de formación de imágenes. Después el paciente ingiere la cápsula de formación de imágenes para examinar el tracto gastrointestinal al mismo tiempo que fluye a través del agente de contraste. Normalmente, la cápsula de formación de imágenes incluye una fuente de radiación, que incluye, por ejemplo, un radioisótopo que emite rayos X o rayos gamma. Normalmente la radiación colima para permitir que se dirija de manera controlable a una dirección específica durante el proceso de formación de imágenes. En un caso ejemplar la cápsula de formación de imágenes se diseña para medir la retrodispersión Compton y transmitir las mediciones (por ejemplo, velocidad de recuento) a un dispositivo de análisis externo, por ejemplo, un ordenador u otro instrumento especializado.

15

20

25

En una implementación típica se utiliza un agente de contraste radioopaco de tal modo que una posición con un pólipo tendrá menos agente de contraste y medirá un recuento de retrodispersión más grande para potenciar la precisión de las mediciones. Como alternativa, para la formación de imágenes en el tracto gastrointestinal pueden utilizarse otros métodos.

30

La Patente de Estados Unidos Nº 7.787.926 y la Solicitud Internacional WO 2008/096358 A2 de Kimchy describen detalles relacionados con la fabricación y uso de dicha cápsula de formación de imágenes.

35

Un reto en la estimación de la distancia desde la cápsula de formación de imágenes a las paredes internas del colon es que las mediciones están afectadas por la capacidad de bloqueo de radiación del contenido que rodea a la cápsula de formación de imágenes: generalmente el agente de contraste. La capacidad bloqueante del agente de contraste depende de la concentración del agente de contraste. Generalmente el paciente puede ingerir un agente de contraste de una concentración específica, sin embargo, al mismo tiempo que avanza a través del tracto GI el colon absorbe el agua que se encuentra en el contenido del colon dejando una solución menos diluida que tiene una concentración más alta del agente de contraste que rodea a la cápsula de formación de imágenes. Adicionalmente, en algunos casos se requiere que el paciente beba más agente de contraste a momentos específicos para garantizar la correcta funcionalidad de la cápsula de formación de imágenes. Por lo tanto en cualquier posición específica la concentración se desconoce. Como resultado las mediciones de distancia no pueden ser tan exactas como se desea.

40

45

Existe por tanto una necesidad de métodos mejorados para medir la distancia desde la cápsula de formación de imágenes a las paredes del colon.

50 **Sumario**

Un aspecto de una realización de la descripción se refiere a un sistema y a un método para medir las distancias dentro del colon de un paciente y opcionalmente utilizar las mediciones para construir una imagen del interior del colon. El paciente ingiere una agente de contraste radio-opaco y después ingiere una cápsula de formación de imágenes. La cápsula de formación de imágenes emite radiación en su localización actual en el colon y después detecta fotones que retornan de interacciones de la radiación con una pared interna del colon y el contenido del colon, por ejemplo, el agente de contraste.

55

Dos tipos de interacciones con la radiación producen la mayoría de los fotones de retorno:

60

1. Fluorescencia de rayos X;
2. Retrodispersión Compton.

Los fotones de cada tipo de interacción tienen intervalos de energía específicos y pueden identificarse por el nivel de energía de los fotones detectados. El sistema cuenta los fotones de cada nivel de energía y después suma los fotones con niveles de energía correspondientes a interacciones de fluorescencia de rayos X para formar un primer

65

recuento y los fotones con niveles de energía correspondientes a la retrodispersión Compton para formar un segundo recuento. Después, el primer recuento y el segundo recuento se usan para determinar la distancia desde la cápsula de formación de imágenes a la pared interna del colon y para determinar la concentración del agente de contraste en la localización de la cápsula de formación de imágenes.

5 En una realización ejemplar de la descripción, la emisión y la detección se realizan en toda la circunferencia de la pared interna del colon en la localización de la cápsula de formación de imágenes. Opcionalmente, la emisión y la detección se realizan repetidamente a lo largo de la longitud del colon a medida que avanza la cápsula de formación de imágenes.

10 En una realización ejemplar de la descripción, la información desde la detección se transmite de un modo inalámbrico a un dispositivo de procesamiento externo (por ejemplo, un ordenador) que tiene un programa que trata la información. Opcionalmente, el ordenador externo cuenta los fotones de acuerdo con su nivel de energía y los suma de acuerdo con el tipo de interacción a partir de cual se iniciaron. Como alternativa, la cápsula de formación de imágenes puede sumar los fotones de acuerdo con el tipo de interacción y transmitir los resultados al ordenador.

15 En una realización ejemplar de la descripción, las distancias determinadas se utilizan para determinar el tamaño y la localización de pólipos en el interior del colon y para construir imágenes en el interior del mismo.

20 Breve descripción de los dibujos

La presente descripción se entenderá y apreciará mejor a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos. Las estructuras, elementos o partes que son idénticas, que aparecen en más de una figura, se identifican generalmente con el mismo número o un número similar en todas las figuras en las que aparecen, en las que:

la Fig. 1A es una vista lateral transversal esquemática de una cápsula de formación de imágenes implementada en el colon de un paciente, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción.

la Fig. 1B es una vista transversal esquemática de una cápsula de formación de imágenes implementada en el colon del paciente, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción;

la Fig. 2 es una ilustración esquemática de un gráfico de un recuento de fotones detectados, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción.

la Fig. 3 es una ilustración esquemática de imágenes del interior de un colon, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción;

la Fig. 4 es una ilustración esquemática de un experimento que demuestra el cálculo de distancias en el colon, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción;

la Fig. 5 es una ilustración esquemática de un gráfico que representa los resultados experimentales que muestran la relación del recuento de fotones, la distancia desde la fuente de radiación y la concentración del agente de contraste, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción;

la Fig. 6A es una ilustración esquemática de un gráfico que traza una superficie que representa la distancia en función del recuento y concentración del agente de contraste por fluorescencia de rayos X, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción;

la Fig. 6B es una ilustración esquemática de un gráfico que traza una superficie que representa la distancia en función del recuento y concentración del agente de contraste por retrodispersión Compton, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción;

la Fig. 7 es una ilustración esquemática de un gráfico que traza una estimación de la distancia y concentración para un recuento de fotones específico de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción; y

las Figs. 8A, 8B y 8C son gráficos esquemáticos que demuestran la relación entre una distancia estimada y una distancia real en función de la concentración, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción.

50 Descripción detallada

La Fig. 1A es una vista lateral transversal esquemática de una cápsula de formación de imágenes 100 implementada en el colon 105 de un paciente y la Fig. 1B es una vista transversal esquemática de una cápsula de formación de imágenes 100 implementada en el colon 105 de un paciente, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción. En una realización ejemplar de la descripción, el paciente bebe primero un agente de contraste 140 que se mezcla con el contenido del colon. El agente de contraste 140 ayuda a permitir que la cápsula de formación de imágenes 100 realice mediciones y forme una imagen tridimensional del colon 105 desde el interior. Opcionalmente, el agente de contraste 140 incluye agua mezclada con un material radioopaco con un número atómico relativamente alto tal como, por ejemplo, bario (número atómico 56) o yodo (número atómico 53). Después de beber el agente de contraste 140 el paciente ingiere la cápsula de formación de imágenes 100. La cápsula de formación de imágenes 100 se desplaza a través del tracto GI del paciente y a través del colon hasta que sale en las heces del paciente.

En una realización ejemplar de la descripción, la cápsula de formación de imágenes 100 incluye un emisor de radiación 120 y un detector de radiación 130. En algunos aspectos, el emisor de radiación 120 proporciona un haz de radiación colimada que emite radiación mientras gira 360 grados dentro de la cápsula de formación de imágenes

100 para escanear toda la circunferencia interna de las paredes del colon 110 a medida que la cápsula de formación de imágenes avanza a través del colon. En una realización ejemplar de la descripción, el detector de radiación 130 gira con un emisor de radiación 120 para detectar los fotones que retornan de interacciones con la radiación emitida. En algunos aspectos, el detector de radiación 130 puede incluir detectores que rodean la circunferencia externa de la cápsula de formación de imágenes 100 para detectar radiación desde todos los lados de la cápsula de formación de imágenes 100. En algunos aspectos, el detector de radiación 130 puede ser un detector en estado sólido, por ejemplo, un compuesto de Teluro de Cadmio (CdTI) que sirve como detector. En una realización ejemplar de la descripción, la cápsula de formación de imágenes 100 emite radiación de rayos X y mide el retorno de fotones mediante dos fenómenos físicos que producen interacciones con la radiación. En una realización ejemplar de la descripción, los dos fenómenos físicos son la retrodispersión Compton y la fluorescencia de rayos X. Los fotones medidos relacionados con estos fenómenos se usan para determinar la distancia 160 desde la cápsula de formación de imágenes 100 a las paredes 110 circundantes del colon o la distancia 150 a pólipos 115 que se extienden desde las paredes 110 internas del colon 105.

En una realización ejemplar de la descripción, la cápsula de formación de imágenes 100 incluye un transmisor 135 (por ejemplo, un transmisor RF) para transmitir las mediciones a un dispositivo de procesamiento externo 190 para su procesamiento. En una realización ejemplar de la descripción, el dispositivo de procesamiento 190 es un ordenador de propósito general con un programa 195 ejecutable que recibe las mediciones desde la cápsula de formación de imágenes 100. Opcionalmente, el programa 195 determina las distancias (por ejemplo, 150 y 160) dentro del colon 105 y construye una imagen tridimensional del colon para que la examine un médico tratante. Opcionalmente, el dispositivo de procesamiento 190 también determina la anchura 170 y la altura (160-150) de pólipos que se extienden desde las paredes del colon 110. En una realización ejemplar de la descripción, la cápsula de formación de imágenes 100 se desplaza en dirección longitudinal a través del colon. A veces, la cápsula de formación de imágenes 100 puede estar descentrada durante el desplazamiento. En una realización ejemplar de la descripción, el programa 195 compensa las desviaciones desde el centro utilizando las mediciones que se realizan en toda la circunferencia en el interior del colon y ajustando los resultados si fuera necesario.

En algunas realizaciones de la descripción, la cápsula de formación de imágenes 100 puede incluir un dispositivo de procesamiento interno y transmitir imágenes tridimensionales directamente a un dispositivo de visualización externo para que la examine el médico tratante.

En una realización ejemplar de la descripción, el emisor de radiación emite radiación de rayos X, por ejemplo, entre 10 a 100 KeV (por ejemplo, 59,4 KeV). Opcionalmente, los fotones de rayos X interactúan con el agente de contraste, con el contenido del colon y con el tejido de las paredes del colon 110. Las interacciones producen el retorno de los fotones al detector 130 basándose en dos fenómenos físicos:

1. Retrodispersión Compton (CMT) - Los fotones de rayos X emitidos desde la cápsula de formación de imágenes 100 colisionan con los electrones del contenido del colon y del tejido de las paredes del colon 110 y proporcionan fotones retrodispersados de energías específicas, que detecta el detector 130. Adicionalmente, los fotones retrodispersados se atenúan por la distancia recorrida. Cuanto mayor es la distancia que recorren los fotones retrodispersados a través del agente de contraste 140 menor es el número de fotones retrodispersados que se detectará ya que el agente de contraste potencia la absorción de los fotones. Cuando existe un pólipo 115 en la pared del colon 110 la distancia es más corta, el agente de contraste absorbe menos los fotones y más detectará el detector 130.

2. Fluorescencia de rayos X (FRX) - Los fotones de rayos X emitidos desde la cápsula de formación de imágenes interactúan con los átomos del agente de contraste y con el resto del contenido del colon 105. Las interacciones producen ionización, que da lugar a un flujo de fotones fluorescentes con niveles de energía específicos desde los átomos pesados en el agente de contraste, tales como yodo o bario. Adicionalmente, a mayor distancia desde la cápsula de formación de imágenes 100 mayor fluorescencia de rayos X se detectará y a menor distancia menor fluorescencia de rayos X se detectará.

La energía de fotones (KeV) para los fotones liberados por cada uno de los dos fenómenos físicos es diferente de tal manera que los resultados de cada fenómeno pueden analizarse independientemente. La Fig. 2 es una ilustración esquemática de un gráfico 200 de un recuento de fotones detectados, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción. En un caso típico la fluorescencia de rayos X forma los dos picos más elevados en el lado derecho del gráfico (energías más bajas) y la retrodispersión Compton forma el pico más elevado en el lado izquierdo del gráfico (energías más elevadas). Las energías de los picos son generalmente conocidas dado que dependen principalmente de la energía de la radiación emitida, de los compuestos en el agente de contraste y de la geometría entre la radiación emitida y la posición relativa del detector al emisor.

La Fig. 3 es una ilustración esquemática de imágenes 300 de un colon, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción. La imagen 310 muestra una vista en perspectiva transversal reconstruida por ordenador del interior del colon 105 con un pólipo 115 en la superficie inferior. La imagen 310 se reconstruye basándose en las mediciones de la cápsula de formación de imágenes 100. La imagen 320 muestra una vista del lado longitudinal del interior del colon 105 con el pólipo 115 y la imagen 330 muestra una vista transversal del colon en la posición del pólipo 115.

A continuación se detalla un experimento 400 realizado para demostrar la conexión entre las distancias (150, 160 y 170) y los resultados medidos a partir de la retrodispersión Compton y la fluorescencia de rayos X como se ha descrito anteriormente. La Fig. 4 es una ilustración esquemática de la configuración del experimento 400 para demostrar el cálculo de distancias en el colon 105, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción. En una realización ejemplar de la descripción, se usa un tanque 410 de agua mezclada con un agente de contraste 430 para demostrar el colon 105. Para demostrar el tejido del colon y los tejidos adyacentes se utiliza un bloque 420 de plástico con la misma densidad que el agua. Para proporcionar radiación de rayos X se utiliza una fuente 440 de radiación colimada que emite radiación de rayos X a 59,4 KeV (por ejemplo, utilizando una fuente de radiación Am241). Un detector 450 de radiación en estado sólido (CdTI) cuenta los fotones que se liberan sensibles a la radiación de rayos X. Las mediciones se suministran a un transmisor 460 que transmite las mediciones de modo inalámbrico al dispositivo de procesamiento 190, tal como, por ejemplo, un ordenador que ejecuta un programa 195.

En una realización ejemplar de la descripción, el bloque 420 se coloca a diversas distancias (por ejemplo 0-30 mm) con respecto a la fuente de radiación 440 para observar el efecto sobre las mediciones. De manera adicional, las mediciones se repitieron para diversas concentraciones de agente de contraste 430, por ejemplo, 1 %-8 %. El gráfico en la Fig. 2 muestra un espectro típico con dos áreas:

1. El área 210 que representa los resultados de la fluorescencia de rayos X con 2 picos, por ejemplo uno grande y uno más pequeño entre 30 KeV y 35 KeV, y
2. El área 220 que representa los resultados de la retrodispersión Compton con un pico, por ejemplo, entre 40-45 KeV.

Los resultados del área 210 y del área 220 para diversas distancias y concentraciones del agente de contraste se integraron y proporcionan en forma gráfica. La Fig. 5 es una ilustración esquemática de un gráfico 500 que traza los resultados experimentales que muestran la relación del recuento de fotones, distancia desde la fuente de radiación y concentración del agente de contraste, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción. Las líneas inferiores corresponden a la fluorescencia de rayos X y las líneas superiores corresponden a la retrodispersión Compton. Cada línea representa un porcentaje de concentración diferente para diversas distancias. Como se observa en el gráfico 500 cuanto más concentrado está el agente de contraste mayor es el recuento de la fluorescencia de rayos X y menor el recuento de la retrodispersión Compton. Del mismo modo cuanto mayor es la distancia desde la fuente de radiación mayor es el recuento de la fluorescencia de rayos X y menor es el recuento de la retrodispersión Compton.

En una realización ejemplar de la descripción, se requiere un programa 195 para determinar la distancia L en función de los recuentos (I) de la fluorescencia rayos X y la retrodispersión Compton (es decir, $L=L(I_{CMT}, I_{FRX})$).

La Fig. 6A es una ilustración esquemática de un gráfico 600 que traza una superficie que representa la distancia (L) en función del recuento (I) y la concentración del agente de contraste (Ro) para la fluorescencia de rayos X y la Fig. 6B es una ilustración esquemática de un gráfico 650 que traza una superficie que representa la distancia (L) en función del recuento (I) y la concentración del agente de contraste (Ro) para la retrodispersión de Compton, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción.

En una realización ejemplar de la descripción, para valores de recuento específicos (I_{CMT} , I_{FRX}) a un momento específico (cuando la cápsula de formación de imágenes está en una posición específica) puede obtenerse un conjunto de 2 funciones a partir de las superficies en los gráficos 600 y 650 proporcionando una distancia estimada (L_{EST}) en función de la concentración 430 (una línea sobre la superficie representa una concentración específica):

$$L_{EST} = L_{CMT}(Ro, I_{CMT} = \text{constante});$$

y

$$L_{EST} = L_{FRX}(Ro, I_{FRX} = \text{constante}).$$

Opcionalmente, el programa 195 localiza el punto de intersección de las 2 curvas lo que produce la distancia estimada L_{EST} y la concentración (Ro). La Fig. 7 es una ilustración esquemática de un gráfico 700 que traza una estimación de la distancia L_{EST} y la concentración (Ro) para un recuento de fotones específico, de acuerdo con una realización ejemplar de la descripción.

En una realización ejemplar de la descripción, durante la aplicación *in vivo* de la cápsula de formación de imágenes 100 a través del colon de un paciente 105, diversas perturbaciones pueden obstaculizar los cálculos descritos anteriormente y alterar la homogeneidad de los resultados, por ejemplo la concentración del agente de contraste varía a lo largo del colon 105. Adicionalmente, la concentración es menor al inicio y aumenta hacia la salida del colon debido a la absorción de agua del colon lo que deja a las moléculas del agente de contraste a una mayor concentración. Para superar las perturbaciones se utiliza el siguiente método y suposiciones:

1. Se supone que la concentración del agente de contraste (R_o) que cambia ligeramente a lo largo del trato del colon.
2. Los resultados de la concentración se calcularán basándose en los cálculos de estimación usados anteriormente.
3. Para una secuencia de posiciones la concentración se filtrará mediante una regresión para proporcionar una función homogénea.
4. La función de concentración homogeneizada se usará para estimar la distancia 160 bien usando la curva de retrodispersión Compton o la curva de fluorescencia de rayos X (como se muestra en la Fig. 7):

$$L_{EST}=L_{CMT} (R_{o\text{uniforme}}, I_{CMT}=\text{constante}) \text{ o } L_{EST}=L_{FRX} (R_{o\text{uniforme}}, I_{FRX}=\text{constante}).$$

En una realización ejemplar de la descripción, el rendimiento del cálculo de estimación se evalúa comparando la distancia estimada (L_{EST}) con la distancia real (L_{REAL}) en el experimento descrito anteriormente. Las Figs. 8A, 8B y 8C son gráficos esquemáticos que demuestran la relación entre la distancia estimada y la distancia real en función de la concentración (R_o). Las figuras muestran dos líneas de puntos externas que muestran las delimitaciones de los resultados basándose en las mediciones y dos líneas internas una mostrando la desviación típica de los resultados medidos y la otra mostrando la media de los resultados medidos. La Fig. 8A muestra la relación para $R_o=8\%$. La Fig. 8B muestra la relación para $R_o=6\%$ y la Fig. 8C muestra la relación para $R_o=4\%$. Los resultados del gráfico muestran que pueden obtenerse buenos resultados para distancias de hasta 20 mm con una concentración del 8% y distancias más largas para una menor concentración. Normalmente, la cápsula de formación de imágenes 100 se desplazará a lo largo de la dirección longitudinal, que tiene un diámetro típico de 30-40 mm y un máximo de hasta aproximadamente 50 mm. Sin embargo, debe observarse que durante el movimiento, generalmente el colon se contrae menos del 50% de su diámetro normal dejando, como mucho, una distancia corta entre la pared del colon 110 y la cápsula de formación de imágenes 100 del orden de 5-15 mm.

Después de calcular la distancia desde la cápsula de formación de imágenes 100 a las paredes del colon 110 se calculan otras mediciones basándose en los resultados. La anchura (D) 170 (Fig. 1B) de un pólipo 115 se estima calculando un ángulo (A) 180 que engloba el pólipo 115, por ejemplo el ángulo entre dos posiciones de barrido durante la rotación de la fuente de radiación donde la longitud es mayor que la longitud sobre la anchura D debido al pólipo 115 o a que la longitud es sustancialmente igual que la del resto de la circunferencia excepto sobre la anchura D . Adicionalmente, pueden utilizarse cálculos geométricos para determinar la anchura del pólipo 115, por ejemplo calculando $D=2*L*\text{Tan}(A/2)$.

El experto en la materia apreciará que la presente descripción no está limitada a lo que se ha mostrado y descrito particularmente en líneas anteriores en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un método de estimación de distancias en el colon de un sujeto al que se le administra por vía oral una cápsula de formación de imágenes y un agente de contraste radioopaco de manera que el colon se llena con el agente de contraste radioopaco que tiene una concentración del agente de contraste que varía en diferentes localizaciones a lo largo del colon, que comprende:
- la emisión de radiación desde la cápsula de formación de imágenes en una localización del colon;
 - la detección de fotones que retornan de una interacción de la radiación con una pared interna del colon y los contenidos del colon;
 - el cálculo de la suma de dichos fotones detectados con energías correspondientes a interacciones de fluorescencia de rayos X para formar un primer recuento;
 - el cálculo de la suma de dichos fotones detectados con energías correspondientes a interacciones de retrodispersión Compton para formar un segundo recuento;
 - la determinación de la distancia desde la cápsula de formación de imágenes a la pared interna del colon y la concentración del agente de contraste en la localización de la cápsula de formación de imágenes en el colon utilizando los valores del primer recuento y del segundo recuento;
 - caracterizado por que** adicionalmente comprende las siguientes etapas:
 - la repetición de la determinación de la distancia para otros puntos de la circunferencia de la pared interna del colon en la misma localización en el colon;
 - la identificación de un pólipo a partir de las distancias determinadas;
 - el cálculo de un ángulo que engloba el pólipo;
 - la determinación de la anchura del pólipo a partir del ángulo calculado y las distancia determinadas.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que adicionalmente comprende la predeterminación experimental de una relación entre el número de fotones con energías que corresponden a interacciones de fluorescencia de rayos X, la distancia de la cápsula de formación de imágenes a la pared interna del colon y la concentración del agente de contraste.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que adicionalmente comprende la predeterminación experimental de una relación entre el número de fotones con energías correspondientes a interacciones de retrodispersión Compton, la distancia desde la cápsula de formación de imágenes a la pared interna del colon y la concentración del agente de contraste.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichas emisión y detección se realizan en toda la circunferencia de la pared interna del colon.
5. Un método de acuerdo de la reivindicación 1, en el que dichas emisión y detección se realizan repetidamente a lo largo del colon a medida que avanza la cápsula de formación de imágenes.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que adicionalmente comprende la transmisión inalámbrica de la información desde dicha detección hasta un dispositivo de procesamiento externo.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha suma y dicha determinación las realiza el dispositivo de procesamiento externo.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que adicionalmente comprende la determinación del tamaño de los pólipos en el interior del colon a partir de una pluralidad de distancias entre la cápsula de formación de imágenes y la pared interna del colon.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha detección se realiza con un detector que está acoplado a la fuente de emisión y se desplaza con éste en el interior de la cápsula de formación de imágenes.
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha detección se realiza con un detector que es independiente de la fuente de emisión.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha radiación es una radiación de rayos X.
12. Un sistema para estimar distancias en el colon de un sujeto, que comprende:
- una cápsula de formación de imágenes adaptada para ser ingerida por el sujeto después de la administración oral de un agente de contraste radioopaco que se adapta para administrarse por vía oral al sujeto de manera que se llena el colon del sujeto, variando la concentración del agente de contraste en diferentes localizaciones a lo largo de una longitud del colon, comprendiendo la cápsula de formación de imágenes:

un emisor de radiación para emitir radiación en una localización del colon;
un detector de radiación adaptado para detectar fotones de interacciones de la radiación emitida con una pared interna del colon y el contenido del colon, teniendo los fotones detectados energías que corresponden a interacciones de fluorescencia de rayos X y a interacciones de retrodispersión Compton; y
un transmisor adaptado para transmitir información de los fotones detectados al dispositivo de procesamiento;

5

un dispositivo de procesamiento adaptado para sumar dichos fotones detectados con energías correspondientes a las interacciones de fluorescencia de rayos X para formar un primer recuento, y sumar dichos fotones detectados con energías correspondientes a las interacciones de retrodispersión Compton para formar un segundo recuento, estando dicho dispositivo de procesamiento adicionalmente adaptado para determinar la distancia desde la cápsula de formación de imágenes hasta la pared externa del colon y la concentración del agente de contraste en la localización de la cápsula de formación de imágenes en el colon, usando los valores del primer recuento y del segundo recuento; y

10

15

caracterizado por que dicho dispositivo de procesamiento está adaptado para repetir la determinación de las distancias para otros puntos de la circunferencia de la pared interna del colon en la misma localización del colon; identificar un pólipo a partir de las distancias determinadas; calcular un ángulo que engloba el pólipo; y determinar la anchura del pólipo a partir del ángulo calculado y las distancias determinadas.

20

13. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el emisor de radiación y el detector de radiación están adaptados para escanear toda la circunferencia de la pared interna del colon.

25

14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el emisor de radiación y el detector de radiación están adaptados para escanear repetidamente la longitud del colon a medida que avanza la cápsula de formación de imágenes.

30

15. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el dispositivo de procesamiento está adaptado para determinar el tamaño de los pólipos en el colon a partir de una pluralidad de distancias determinadas desde la cápsula de formación de imágenes hasta la pared interna del colon.

35

16. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el detector de radiación está acoplado al emisor de radiación.

17. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el detector de radiación es independiente del emisor de radiación.

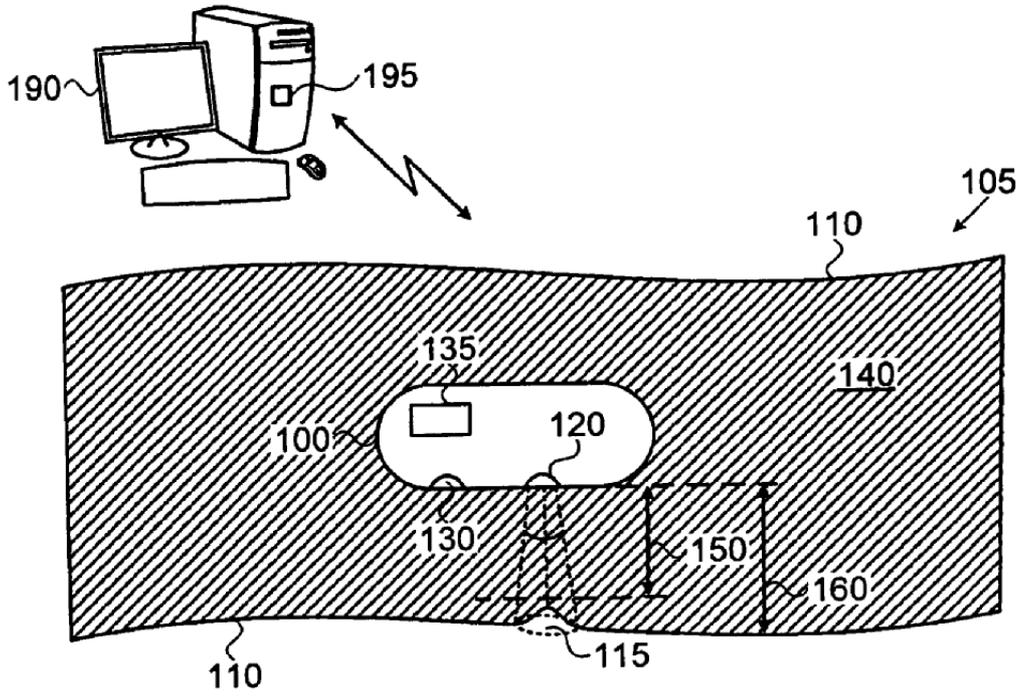


FIG. 1A

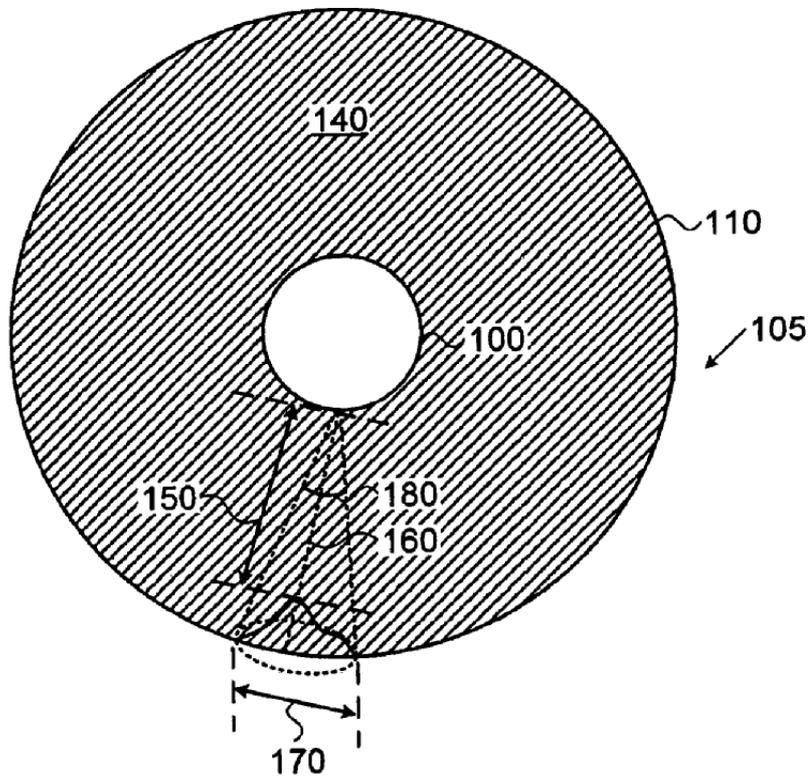


FIG. 1B

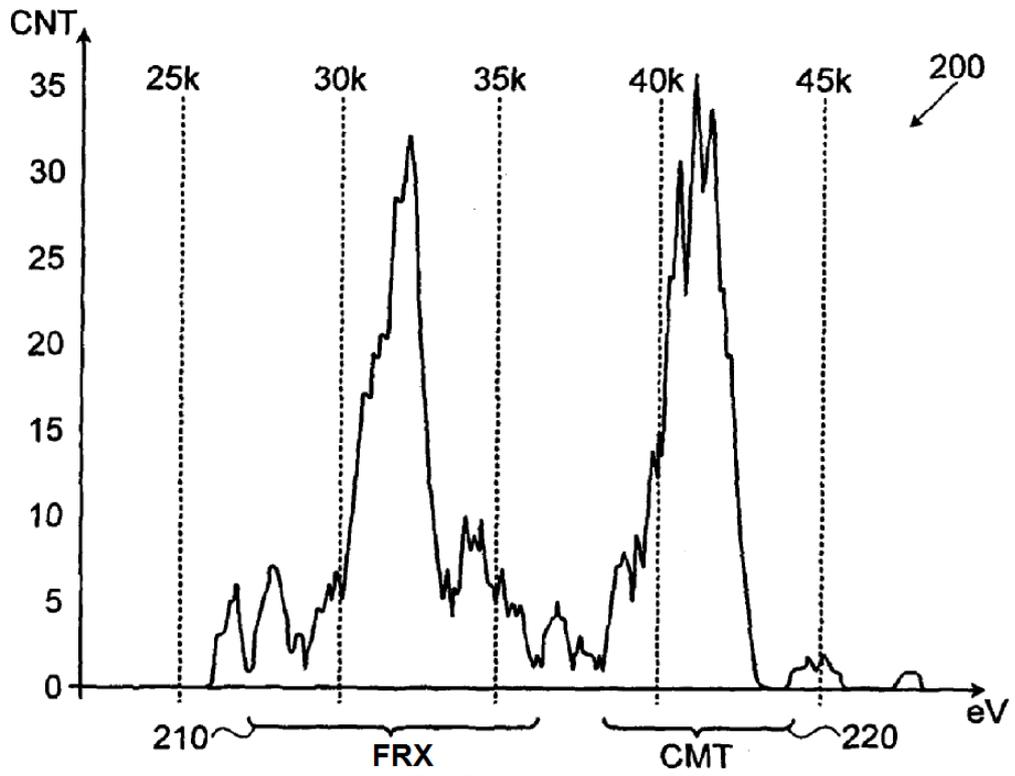


FIG. 2

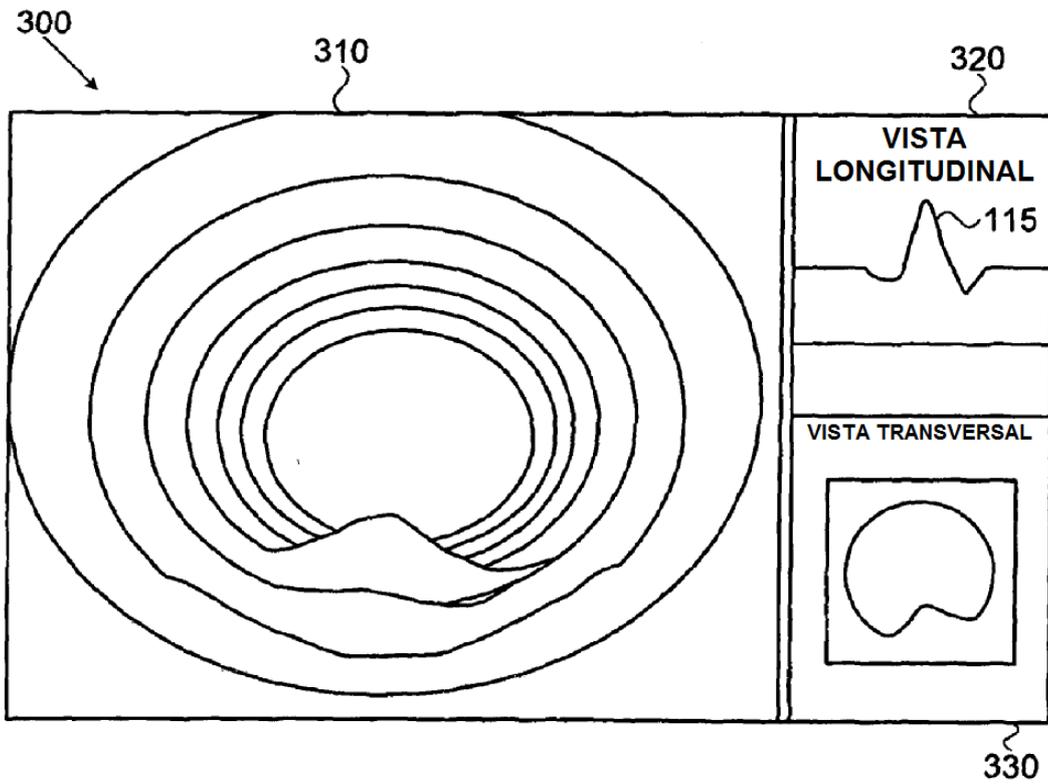


FIG. 3

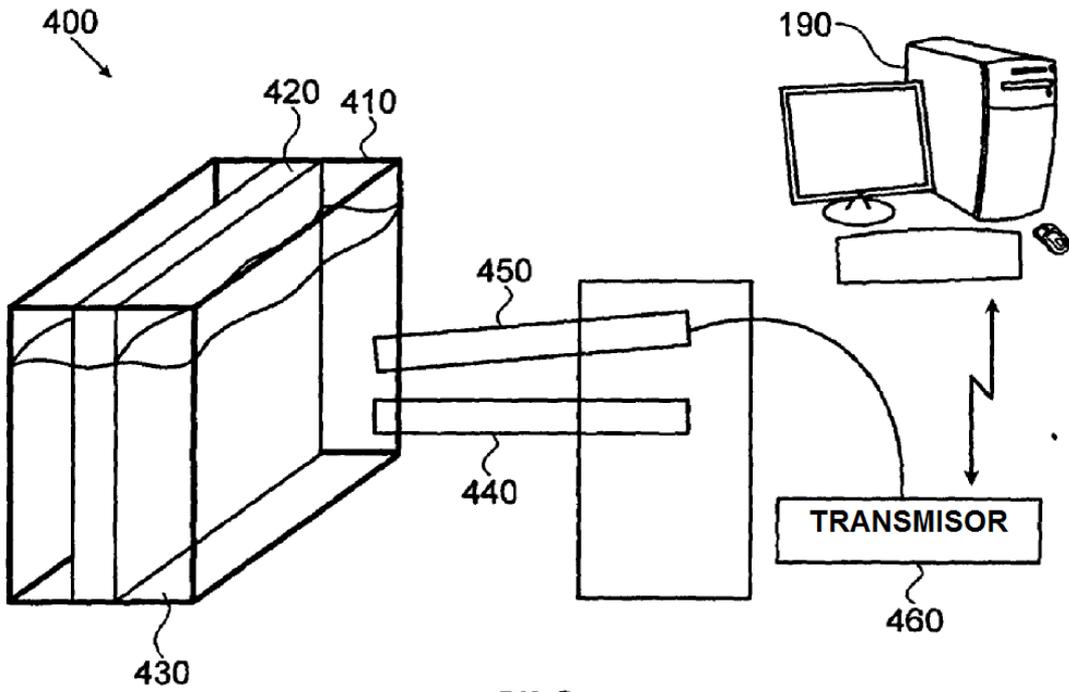


FIG. 4

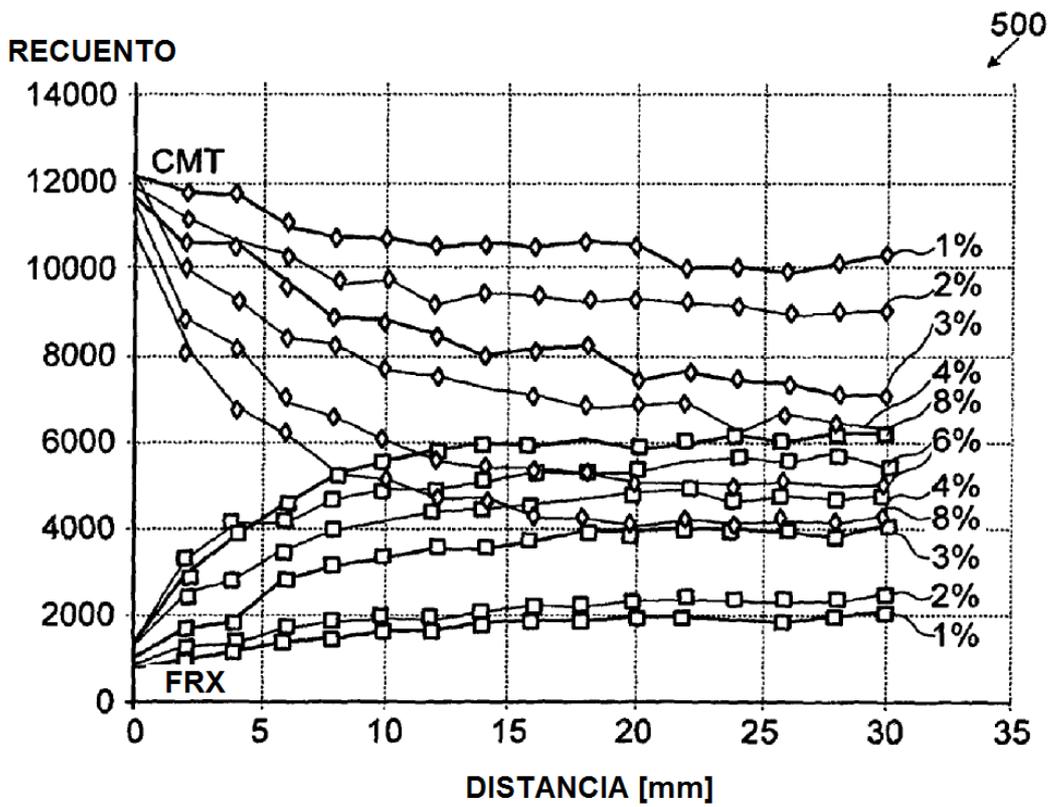


FIG. 5

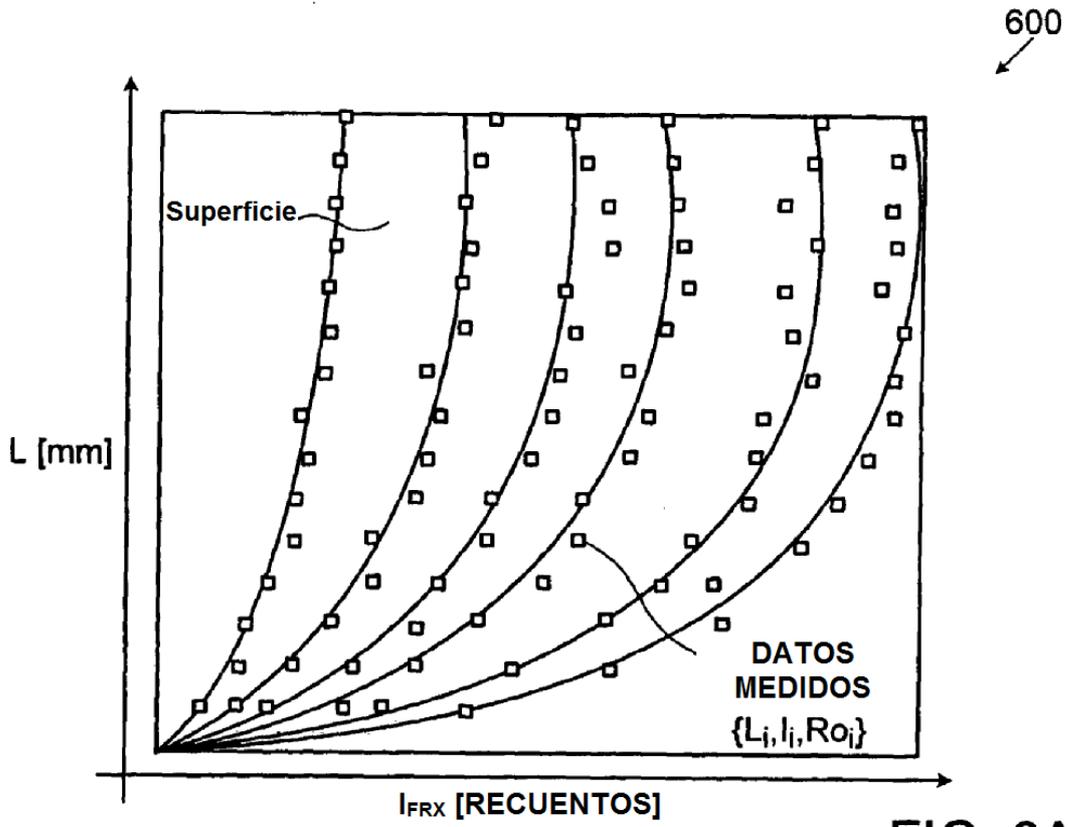


FIG. 6A

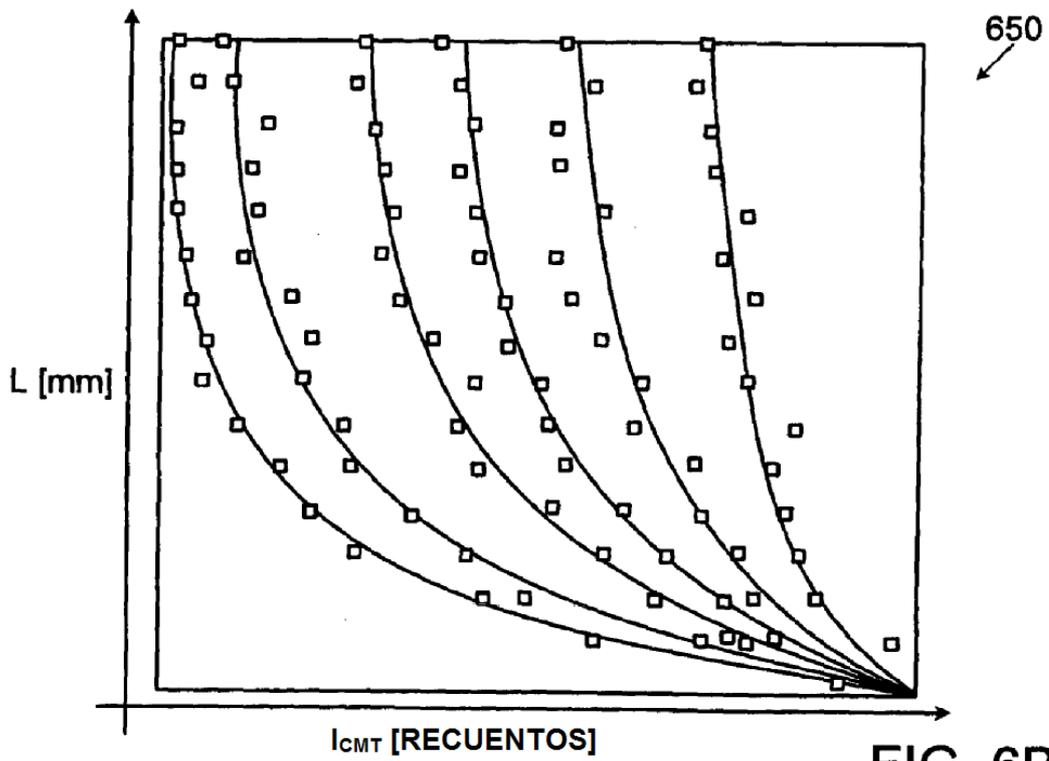


FIG. 6B

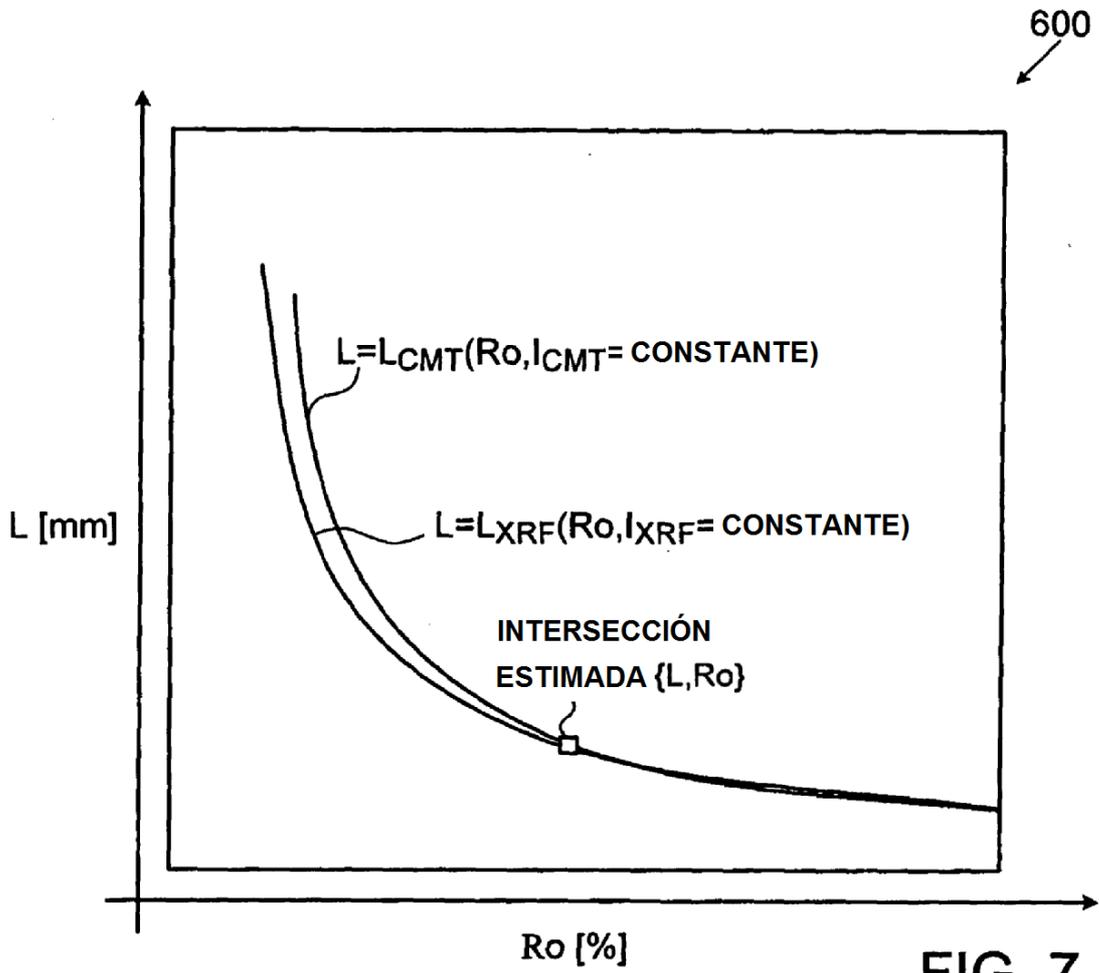


FIG. 7

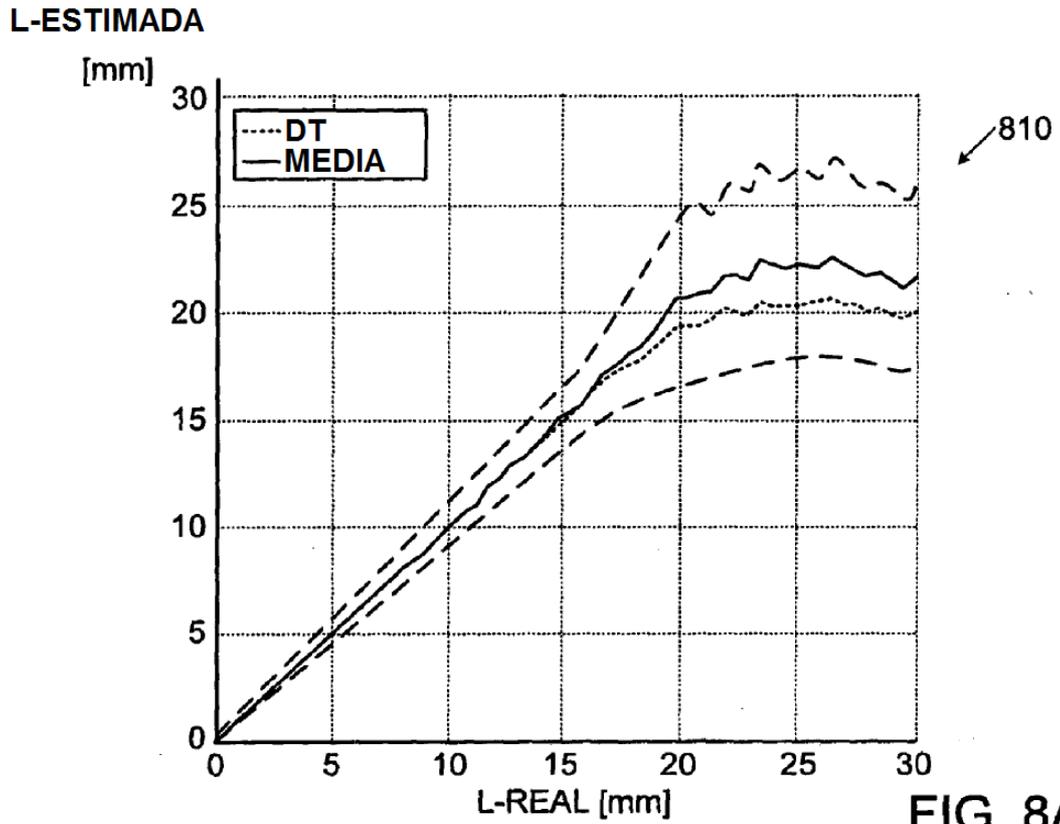


FIG. 8A

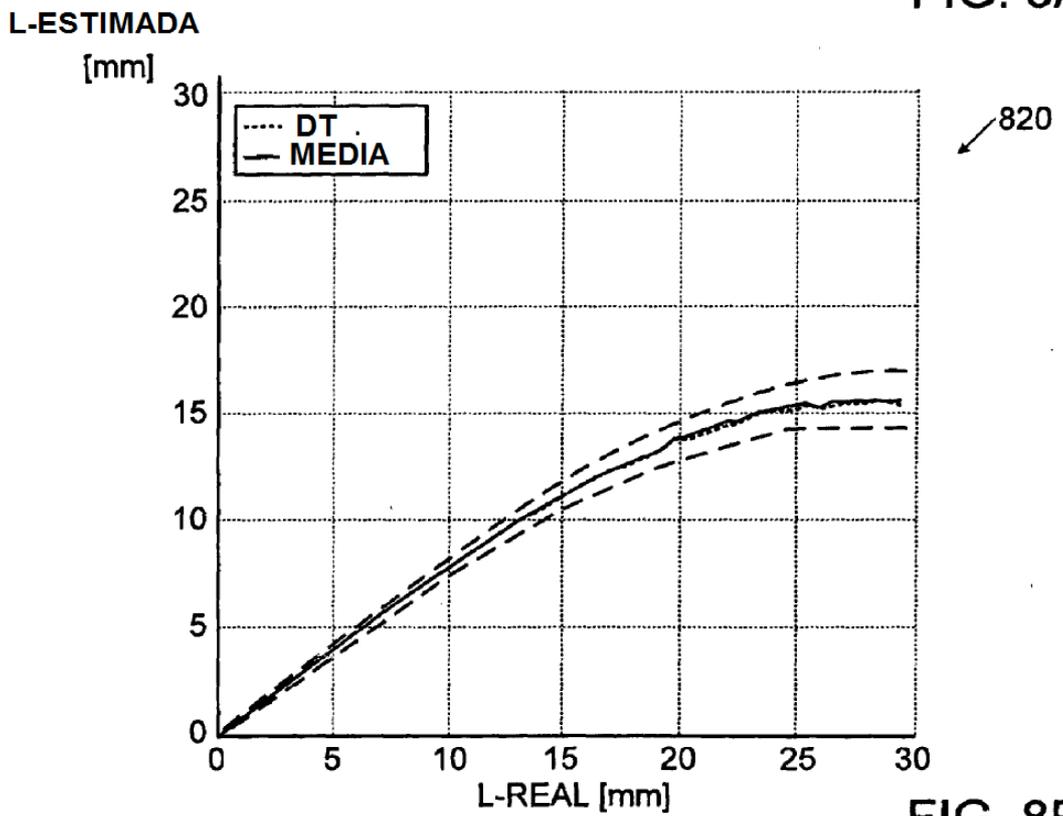


FIG. 8B

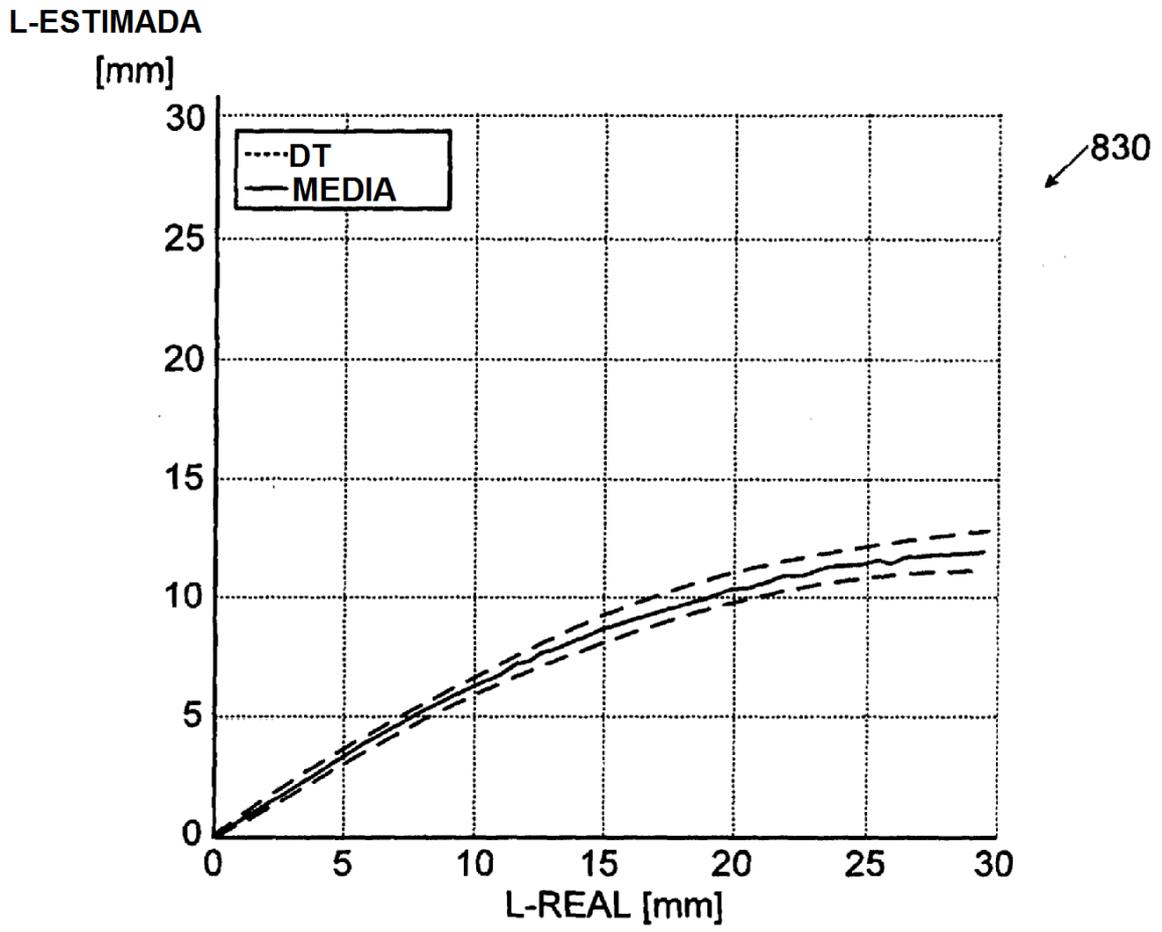


FIG. 8C