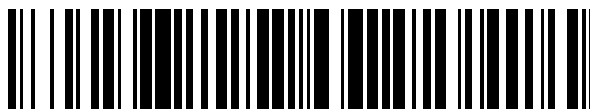


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 925**

51 Int. Cl.:

G06F 19/00 (2008.01)

G16H 10/20 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2007** **E 11188221 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019** **EP 2418599**

54 Título: **Interfaces de usuario gráficas (IUG), procedimientos y aparato para la presentación de datos**

30 Prioridad:

12.12.2006 US 874280 P

30.04.2007 US 914822 P

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

18.03.2020

73 Titular/es:

DUNE MEDICAL DEVICES LTD. (100.0%)
20 Alon Hatavor Street Industrial Park-South
38900 Caesarea, IL

72 Inventor/es:

HASHIMSHONY, DAN;
YARDEN, ORIT;
AHARONOWITZ, GAL y
COHEN, GIL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 748 925 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

Interfaces de usuario gráficas (IUG), procedimientos y aparato para la presentación de datos

Campo de la invención

5 Las realizaciones de la invención se refieren, en general, a interfaces de usuario gráficas (IUG), procedimientos y aparatos útiles en la presentación de datos.

Antecedentes de la invención

10 Previamente, se han realizado investigaciones y desarrollos considerables en los campos de caracterización de tejidos, formación de imágenes médicas y planificación y/o guía quirúrgica computarizada. El siguiente listado de referencia se presenta como indicativo, en general, de los tipos de tecnología conocidos por parte de aquellos expertos familiarizados con la materia. La lista no pretende ser exhaustiva.

15 Las variaciones en la impedancia eléctrica del tejido humano se describen en la literatura de patente para proporcionar indicaciones de tumores, lesiones y otras anomalías. Por ejemplo, las patentes estadounidenses 4.291.708; 4.458.694; 4.537.203; 4.617.939 y 4.539.640 ejemplifican sistemas para la caracterización de tejidos mediante el uso de sondas de múltiples elementos que se presionan contra la piel del paciente y miden la impedancia del tejido para generar un mapa de impedancia bidimensional.

Otras técnicas de este tipo se describen en el documento WO 01/43630 y en las patentes estadounidenses 4.291.708 y 5.143.079.

20 Las patentes estadounidenses 5.807.257; 5.704.355 y 6.061.589 describen el uso de dispositivos de milímetros y microondas para medir la bioimpedancia y para detectar anomalías de tejidos. Estos procedimientos dirigen una radiación de propagación libre o una radiación guiada a través de la guía de ondas, hacia el órgano. La radiación se enfoca en un volumen relativamente pequeño dentro del órgano y, después, se mide la radiación reflejada.

La patente estadounidense 6.109.270 describe un concepto de medición con un instrumento de múltiples modalidades para la identificación de tejidos en aplicaciones neuroquirúrgicas en tiempo real.

25 Las patentes estadounidenses 6.813.515; 7.082.325 y 7.184.824 y las solicitudes de patentes estadounidenses publicadas como 20070260156; 20070255169; 20070179397; 20070032747; 20070032739; 20060264738; 20060253107; 20050021019; 20030187366 y 20030138378 describen sistemas y procedimientos de herramientas útiles en la evaluación del tipo de tejido y/o la identificación de los márgenes del tumor.

La patente estadounidense 5.615.132 describe un procedimiento y aparato para la determinación de la posición y la orientación de un objeto móvil usando acelerómetros.

30 La patente estadounidense 6.833.814 describe un sistema de navegación dentro del cuerpo para aplicaciones médicas en el que tres antenas planas que se superponen al menos parcialmente se usan para transmitir radiación electromagnética simultáneamente.

Ascension Technology Corp. (Burlington VT, EE.UU.) comercializa una guía para la localización de instrumentos médicos con un seguimiento magnético 3D como "3D Guidance TM Medsafe".

35 Descripción general

40 Un aspecto amplio de la invención se refiere a la integración de imágenes y/o datos (que pueden ser datos biológicos, químicos y/o físicos) con la planificación y/o ejecución de un procedimiento. En aquellas realizaciones de la invención que están orientadas médicamente, los datos de imágenes pueden ser, por ejemplo, basados en rayos X (por ejemplo, fluorografía o tomografía computarizada [TC]), basados en ultrasonidos o basados en la inducción por resonancia magnética (IRM). Se debe entender que el término "imagen" usado en el presente documento se refiere a la representación de datos indicativa de las propiedades de un sujeto (o sustrato) examinado/medido dentro de una región de interés, por ejemplo, la región del tejido. Las propiedades examinadas/medidas del sujeto pueden incluir características ópticas, eléctricas y geométricas del sujeto dentro de la región de interés. La imagen obtenida no presenta necesariamente una distribución continua de la propiedad o todas las propiedades requeridas a lo largo de la región de interés, sino que, en la mayoría de los casos, se encuentra en forma de una pluralidad de partes de datos correspondientes a sitios de medición separados dentro de la región de interés.

45 Según un aspecto de algunas realizaciones de la invención, una interfaz de usuario gráfica (IUG) presenta datos en grupos significativos a un usuario. Más específicamente, la presente invención trata con datos médicos (por ejemplo, datos pertenecientes a un tejido extirpado) y, por lo tanto, se describe a continuación con respecto a esta aplicación específica. Sin embargo, se debe entender que la invención no está limitada a esta aplicación y los aspectos de la invención también se pueden usar en diversas aplicaciones diferentes. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, los datos agrupados pertenecientes al tejido extirpado se presentan a un usuario en una sala de operaciones, opcionalmente, durante un procedimiento de extirpación.

Según diversas realizaciones de la invención, la presentación de datos para un grupo incluye una recogida de datos individuales y/o una o más estadísticas que resumen el grupo.

Otro aspecto de algunas realizaciones de la invención se refiere a un aparato configurado y operable para agrupar datos pertenecientes a puntos individuales sobre un sustrato en grupos durante la adquisición de datos. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, un usuario proporciona una entrada perteneciente a las definiciones de grupo. Opcionalmente, las definiciones de grupo se seleccionan de una lista y/o se definen por parte del usuario (es decir, "desde cero"). En algunas realizaciones ejemplares de la invención, los datos agrupados se presentan gráficamente sobre una pantalla de representación. Opcionalmente, los datos agrupados se presentan superpuestos en una representación del sustrato. La representación del sustrato puede ser, por ejemplo, una representación teórica (por ejemplo, un cubo), una forma sólida simplificada o una imagen del sustrato. En las aplicaciones médicas, las modalidades de formación de imágenes habituales incluyen, pero sin limitación, formación de imágenes por ultrasonidos, fluoroscopia, tomografía computarizada (TC), inducción por resonancia magnética (IRM), mediciones basadas en la impedancia y basadas en otras señales eléctricas. En algunas realizaciones de la invención, las imágenes se preparan de manera simultánea con la adquisición de datos. En otras realizaciones de la invención, se emplea una imagen previamente adquirida. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la disminución del tiempo transcurrido entre la adquisición de la imagen y la adquisición de otros datos para registrarlos en una imagen contribuye a un aumento en cuanto a la precisión del registro. Opcionalmente, los datos de caracterización de grupo y/o posición y/o punto se almacenan en una memoria disponible.

Un aspecto de algunas realizaciones de la invención pertenece a la selección por parte del usuario de las localizaciones sobre un sustrato para la recogida de datos y el agrupamiento por parte del usuario de las localizaciones en grupos. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el usuario agrupa las localizaciones en grupos usando un dispositivo de entrada en una sonda de recogida de datos manual. Opcionalmente, el sustrato incluye una masa de tejido extirpado y/o una cavidad de la que se ha extirpado el tejido. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el agrupamiento por parte del usuario de las localizaciones en grupos es indicativo de las posiciones aproximadas de las localizaciones sobre el sustrato.

Un aspecto de algunas realizaciones de la invención se refiere a la determinación de la posición relativa entre las localizaciones sobre un sustrato y un marcador colocado previamente. Opcionalmente, el marcador se coloca durante la localización guiada por imágenes. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, una medición de una posición relativa entre una sonda de recogida de datos y el marcador se realiza sustancialmente a medida que los datos se recogen en la localización. Opcionalmente, la medición de la posición relativa se puede realizar mediante la evaluación de la intensidad de señal y/o la orientación/polarización de señal y/o el uso de sensores de posición externos y/o el análisis de imágenes y/o el uso de antenas planas superpuestas.

Un aspecto de algunas realizaciones de la invención se refiere a un dispositivo manual adaptado para recopilar datos de una pluralidad de localizaciones de sustrato y agrupar los datos en grupos definidos por el usuario. Opcionalmente, un mecanismo de entrada de usuario en el dispositivo permite el agrupamiento de los datos en grupos. Opcionalmente, el dispositivo manual se puede conectar a una unidad de análisis de datos externa y/o una bomba de vacío externa. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el dispositivo manual se esteriliza y/o se proporciona en un envase estéril.

Un aspecto de algunas realizaciones de la invención se refiere a la presentación de datos indicativos del estado de sustrato en un modelo del sustrato. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, una sonda individual recopila datos sobre el estado de sustrato y las coordenadas de posición de manera simultánea. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, un usuario indica una posición para cada punto de datos. Opcionalmente, el modelo es un modelo geométrico predefinido (por ejemplo, un cubo, un tubo, un cilindro o una esfera) o un modelo realista (por ejemplo, basado en una imagen médica).

Un aspecto de algunas realizaciones de la invención se refiere a la integración de datos de posición con datos indicativos del estado de sustrato para la planificación y/o ejecución de un procedimiento sobre el sustrato y/o material circundante. Opcionalmente, los datos de posición indican una posición de una sonda que proporciona los datos indicativos del estado de sustrato en el momento en que se adquiere un dato específico y/o una posición de una herramienta. En las realizaciones médicas de la invención, la herramienta puede ser una herramienta de corte y/o una herramienta de muestreo. Opcionalmente, la integración de datos de posición con datos indicativos del estado de sustrato se usa en la planificación y/o ejecución de un procedimiento sobre el sustrato y/o región circundante.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona una interfaz de usuario gráfica (IUG). La IUG incluye: (a) un módulo de definición de grupo (utilidad de soporte lógico y/o soporte físico) adaptado para aceptar una entrada de usuario que define grupos; (b) un receptor de datos operable para recibir una pluralidad de datos de entrada de medición individuales indicativos del estado de un sustrato; (c) un módulo de agrupamiento (utilidad) configurado para asignar cada uno de los datos de entrada de medición individuales a uno de los grupos para producir datos agrupados; y (d) un módulo de salida (utilidad) adaptado para generar los datos agrupados.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona un aparato. El aparato incluye: (a) una sonda operable para producir una pluralidad de datos de señal individuales indicativos del estado de sustrato; (b) un módulo

de definición de grupo adaptado para aceptar una entrada de usuario que define grupos; (c) un módulo de agrupamiento configurado para recibir la señal que incluye el dato individual y asignar cada uno de los datos individuales a uno de los grupos para producir datos agrupados; y (d) un módulo de salida adaptado para generar los datos agrupados.

- 5 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona un procedimiento para el análisis de un sustrato. El procedimiento incluye: (a) seleccionar una pluralidad de localizaciones sobre un sustrato; (b) recoger un dato indicativo del estado de sustrato en cada una de las localizaciones; y (c) agrupar el dato en grupos definidos por el usuario.

- 10 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona un sistema de análisis de sustrato. El sistema incluye: (a) un indicador de posición de sustrato posicionado en el sustrato; (b) una sonda operable para evaluar un dato indicativo del estado de sustrato y el estado de salida en puntos individuales; (c) un módulo de medición configurado para determinar una posición relativa del indicador de posición y la sonda; y (d) un controlador adaptado para coordinar la operación de la sonda y el módulo de medición, de tal manera que se determine la posición relativa para cada uno de los puntos individuales.

- 15 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona un sistema de supervisión quirúrgica. El sistema incluye: (a) un módulo de entrada adaptado para recibir una trayectoria a partir de una planificación de procedimiento, tal como se describe en el presente documento; y (b) un sistema de guía adaptado para generar instrucciones de guía para guiar una herramienta quirúrgica de acuerdo con la trayectoria.

- 20 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona una sonda de sustrato, incluyendo la sonda: (a) un módulo de adquisición de datos adaptado para acoplar un sustrato en un punto seleccionado por el usuario, analizar el sustrato y producir un dato indicativo del estado de sustrato en el punto; (b) un dispositivo de entrada de usuario adaptado para aceptar una entrada de usuario que define grupos; (c) un conducto de señal adaptado para transmitir señales eléctricas; y (d) una luz adaptada para transmitir una presión negativa desde una fuente de vacío externa hasta el módulo de adquisición de datos.

- 25 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona una sonda de sustrato, incluyendo la sonda: (a) un módulo de adquisición de datos adaptado para acoplar un sustrato en un punto seleccionado por el usuario, analizar el sustrato y producir un dato indicativo del estado de sustrato en el punto; (b) un módulo de determinación de posición adaptado para proporcionar una posición del punto; (c) un dispositivo de entrada de usuario; (d) un conducto de señal adaptado para transmitir señales eléctricas; y (e) una luz adaptada para transmitir una presión negativa desde una fuente de vacío externa hasta el módulo de adquisición de datos.

- 30 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona un aparato para el análisis de un sustrato. El aparato incluye: (a) una sonda operable para producir una pluralidad de datos de señal individuales indicativos del estado de sustrato en localizaciones específicas; (b) un módulo de modelado adaptado para producir un modelo tridimensional del sustrato; (c) un módulo de registro adaptado para indicar las localizaciones específicas sobre el modelo; y (d) un módulo de salida adaptado para presentar una indicación del estado de sustrato en cada una de las localizaciones específicas sobre el modelo.

Según diversas realizaciones ejemplares de la invención, se incluye uno o más de los siguientes rasgos opcionales.

- 40 Opcionalmente, se incluye un módulo de registro. Opcionalmente, el módulo de registro registra los datos agrupados en un artículo seleccionado del grupo que consiste en una representación sólida del sustrato, un modelo de relleno de espacio del sustrato y una imagen del sustrato (por ejemplo, una imagen tridimensional del sustrato).

Opcionalmente, la entrada de usuario incluye un comando de inicio y un comando de parada.

Opcionalmente, la entrada de usuario incluye un nombre.

Opcionalmente, el nombre es indicativo de una localización sobre el sustrato.

Opcionalmente, los nombres se presentan en menús anidados.

- 45 Opcionalmente, el dato individual indicativo del estado del sustrato está vinculado a las coordenadas de posición.

Opcionalmente, las coordenadas de posición se definen con respecto al sustrato.

Opcionalmente, la salida de los datos agrupados incluye el dato individual dispuesto en grupos.

Opcionalmente, la salida de los datos agrupados incluye al menos una estadística que resume el dato individual en cada uno de los grupos.

- 50 Opcionalmente, se incluye un módulo de memoria adaptado para almacenar la salida de datos agrupados mediante el módulo de salida.

Opcionalmente, el receptor de datos se adapta para recibir datos de entrada de medición individuales de manera simultánea desde una matriz de sondas.

Opcionalmente, se proporciona la entrada de usuario en un momento seleccionado de antes, durante y después de la recepción de la pluralidad de datos de entrada de medición individuales mediante el receptor de datos.

- 5 Opcionalmente, se incluye al menos un mecanismo de entrada de usuario sobre la sonda.

Opcionalmente, se incluye al menos un indicador sobre la sonda.

Opcionalmente, el módulo de salida incluye una representación.

Opcionalmente, el módulo de salida incluye una memoria.

Opcionalmente, la sonda se adapta para medir las propiedades dieléctricas del sustrato.

- 10 Opcionalmente, la sonda se adapta para medir las propiedades electromagnéticas del sustrato.

Opcionalmente, la sonda se puede operar de manera manual.

Opcionalmente, la pluralidad de datos individuales indicativos del estado de sustrato se correlaciona con las localizaciones seleccionadas de manera manual sobre el sustrato.

Opcionalmente, la entrada de usuario es indicativa de una localización sobre el sustrato.

- 15 Opcionalmente, la sonda incluye una pluralidad de subsondas dispuestas en una matriz espacial, pudiendo operarse las subsondas de manera colectiva mediante una señal de activación de sonda individual.

Opcionalmente, la sonda se puede operar en al menos dos modalidades de detección/caracterización.

Opcionalmente, la selección incluye la inspección visual.

Opcionalmente, el dato indicativo del estado de sustrato incluye una evaluación de las propiedades dieléctricas.

- 20 Opcionalmente, el dato indicativo del estado de sustrato incluye una evaluación de las propiedades electromagnéticas.

Opcionalmente, las realizaciones de la invención incluyen la generación de los grupos.

Opcionalmente, las realizaciones de la invención incluyen el cálculo de al menos una estadística que resume el dato individual en cada uno de los grupos y la generación de la al menos una estadística.

- 25 Opcionalmente, las realizaciones de la invención incluyen el mapeado de los grupos sobre una representación del sustrato.

Opcionalmente, el mapeado es sobre una representación del sustrato seleccionada del grupo que consiste en una representación sólida del sustrato, un modelo de relleno de espacio del sustrato y una imagen del sustrato.

Opcionalmente, los grupos definidos por el usuario son, cada uno, indicativos de una localización sobre el sustrato.

- 30 Opcionalmente, las realizaciones de la invención incluyen la definición de las coordenadas de posición para cada una de las localizaciones sobre el sustrato.

Opcionalmente, la señal se origina en la sonda y se recibe en el indicador de posición.

Opcionalmente, la señal se origina en el indicador de posición y se recibe en la sonda.

- 35 Opcionalmente, las realizaciones de la invención incluyen un sensor de posición adaptado para determinar una primera posición de sonda y una segunda posición de indicador de posición de sustrato; en el que el módulo de medición determina la posición relativa mediante la comparación de la primera y la segunda posiciones.

Opcionalmente, un sistema de análisis de sustrato según una realización ejemplar de la invención incluye un módulo de formación de imágenes adaptado para producir una imagen que representa la sonda y el indicador de posición; en el que el módulo de medición determina la posición relativa a partir de la imagen.

- 40 Opcionalmente, un sistema de análisis de sustrato según una realización ejemplar de la invención incluye un módulo de registro adaptado para registrar el dato indicativo del estado a partir de los puntos individuales con datos de imágenes médicas.

Opcionalmente, un sistema de análisis de sustrato según una realización ejemplar de la invención incluye un módulo de registro adaptado para registrar los resúmenes locales del dato indicativo del estado con datos de imágenes médicas.

Opcionalmente, las realizaciones ejemplares de la invención incluyen una herramienta de corte montada sobre la sonda.

Opcionalmente, una realización ejemplar de la invención incluye un módulo de salida adaptado para generar la posición relativa junto con el dato indicativo del estado para cada uno de los puntos individuales.

- 5 Opcionalmente, se incluye un módulo de planificación de procedimiento.

Opcionalmente, el módulo de planificación de procedimiento se adapta para analizar la salida a partir del módulo de salida y calcular una trayectoria.

Opcionalmente, el módulo de planificación de procedimiento se adapta para aceptar entradas de usuario pertenecientes a una trayectoria planificada.

- 10 Opcionalmente, las sondas, en algunas realizaciones de la invención, incluyen un conector a un componente de análisis de datos externo.

Opcionalmente, las sondas, en algunas realizaciones de la invención, se proporcionan como un dispositivo médico estéril.

Opcionalmente, el dispositivo de entrada de usuario se configura para agrupar los datos en grupos de datos.

- 15 Opcionalmente, se proporciona un indicador perceptible por el usuario del estado de sustrato sobre la sonda.

Opcionalmente, el indicador perceptible por el usuario produce una indicación sonora.

Opcionalmente, el indicador perceptible por el usuario produce una indicación visible.

Opcionalmente, algunas realizaciones de la invención se adaptan para aceptar una entrada de usuario que especifica una posición de las localizaciones.

- 20 Opcionalmente, algunas realizaciones de la invención se adaptan para determinar una posición de las localizaciones.

Opcionalmente, algunas realizaciones de la invención incluyen un sensor de posición adaptado para determinar una posición de las localizaciones.

Opcionalmente, un modelo empleado en las realizaciones de la invención incluye un modelo geométrico predefinido.

- 25 Opcionalmente, un modelo empleado en las realizaciones de la invención incluye un modelo realista indicativo de la forma del sustrato real.

Opcionalmente, las realizaciones de la invención se adaptan para aceptar datos de imágenes médicas como entrada y generar el modelo realista a partir de los datos de imágenes médicas.

Opcionalmente, la salida se dirige a un artículo seleccionado del grupo que consiste en una representación gráfica, una impresora y una memoria.

- 30 La invención se llevará a cabo según las reivindicaciones independientes adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de comprender la invención y observar cómo se puede llevar a cabo en la práctica, se describen algunas realizaciones, a modo de ejemplo no limitante únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos. Por simplicidad y claridad de ilustración, los elementos mostrados en las figuras no necesariamente se han trazado a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden estar ampliadas con respecto a otros elementos por claridad. Además, en los casos en los que se considera adecuado, los números de referencia se repiten entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

En los dibujos:

- 40 la **Fig. 1** es un diagrama esquemático de un sistema según una realización ejemplar de la invención;
la **Fig. 2A** es un esquema de una pantalla de información ejemplar según una realización de la invención;
la **Fig. 2B** es una representación esquemática ejemplar de un sustrato según una realización de la invención;
la **Fig. 2C** es un esquema de una pantalla de información ejemplar según una realización de la invención;
la **Fig. 2D** es un diagrama de una matriz de sonda ejemplar según algunas realizaciones de la invención;
las **Fig. 2E a 2H** son esquemas de pantallas de información ejemplares adicionales según las realizaciones de la invención;
45 la **Fig. 3A** es un diagrama esquemático del registro de datos de salida sobre un modelo geométrico predefinido según una realización ejemplar de la invención;
la **Fig. 3B** es un diagrama esquemático de un sustrato tridimensional según una realización de la invención;

las **Fig. 4A y 4B** son vistas de lado de un sustrato que representan una sonda ejemplar y un indicador de posición de sustrato ejemplar según una realización ejemplar de la invención;

la **Fig. 5** es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento según una realización ejemplar de la invención;

y la **Fig. 6** es un esquema de una interfaz de entrada de usuario ejemplar según una realización de la invención, las **Fig. 7 a 10, 12 y 13** son esquemas de pantallas de información ejemplares según las realizaciones de la invención;

la **Fig. 11** es un conjunto ejemplar de dispositivos de entradas de usuario según una realización de la invención;

la **Fig. 14** es una representación esquemática de una interfaz de usuario gráfica ejemplar según una realización de la invención;

la **Fig. 15** es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento según una realización ejemplar de la invención;

la **Fig. 16** es una representación esquemática de un sistema de supervisión ejemplar según algunas realizaciones de la invención; y

la **Fig. 17** es una representación esquemática de un posible sistema de guía ejemplar de la Fig. 16 con mayor detalle.

Descripción detallada de las realizaciones

VISIÓN GENERAL

Diversas realizaciones de la invención se refieren a sistemas analíticos computarizados, herramientas de adquisición de datos para su uso en conjunto con los sistemas e interfaces de usuario adaptadas para la entrada de datos y/o la presentación de datos. Específicamente, algunas realizaciones de la invención se pueden usar para definir y presentar puntos de datos individuales en grupos y/o para mapear datos a un modelo de un sustrato (región de interés) sobre el que residen los puntos de datos.

La **Fig. 1** es un diagrama esquemático de un sistema **100** ejemplar según una realización de la invención. El sistema **100** representado incluye un dispositivo de adquisición de datos o una unidad de medición (que se representa en forma de sonda **40**). La sonda **40** incluye una parte **42** operativa para la exploración del sustrato que se va a medir (exploración por contacto o sin contacto) y está configurada y se puede operar para medir y/o caracterizar uno o más parámetros indicativos de una o más condiciones o propiedades del sustrato en los sitios explorados del mismo.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el sustrato es un tejido biológico, por ejemplo, un pedazo de tejido extirpado de un sujeto durante un procedimiento quirúrgico. En otras realizaciones de la invención, el sustrato es un sustrato mineral, por ejemplo, un bloque de material retirado de una cantera o mina.

Según diversas realizaciones ejemplares de la invención, la sonda **40** se configura para medir una o más de las propiedades electromagnéticas (por ejemplo, usando un sensor no irradiativo), las propiedades dieléctricas, la impedancia, las propiedades biológicas, las propiedades químicas, las propiedades ópticas (por ejemplo, emisión de fluorescencia y/o absorción y/o reflectancia de longitudes de onda de luz seleccionadas), la IRM, la transmisión y/o reflectancia de energía (por ejemplo, radiofrecuencia [RF] o microondas [MW]) y la temperatura (por ejemplo, mediante termografía infrarroja). Opcionalmente, la sonda **40** se configura como un sensor de propiedad dieléctrica, formado sustancialmente como un cable coaxial.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la sonda **40** incluye un sensor individual en la parte **42** operativa. En otras realizaciones ejemplares de la invención, la sonda **40** incluye una matriz de sensores en la parte **42** operativa.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la parte **42** operativa incluye una herramienta de corte y/o una herramienta de muestreo. Opcionalmente, la herramienta de corte y/o muestreo se puede controlar por separado. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, un controlador opera la herramienta de corte y/o muestreo en respuesta a los datos proporcionados por los sensores.

Opcionalmente, la sonda **40** incluye o se asocia a una utilidad de control que incluye, entre otros, una o más utilidades de memoria **47** más operativas, una utilidad de almacenamiento **48** de base de datos principal, uno o más botones **43** de control (por ejemplo, para la activación de la sonda **40** y/o para el procedimiento de iniciación y/o medición/caracterización, así como una utilidad de procesamiento de datos (no mostrada en este caso). Asimismo, la sonda **40** puede incluir una o más de tales fuentes de luz (representadas en forma de LED **45** y **46**), un indicador o una representación **1** (por ejemplo, una LCD o un CRT). En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la representación **1** se usa para representar los resultados y/o la información pertinente al diagnóstico y/o la planificación quirúrgica. Opcionalmente, se presentan los resultados y/o la información de una, dos, tres o más categorías.

Existe una compensación entre la cantidad de información presentada sobre la sonda **40** y la capacidad de un usuario para organizar y comprender la información. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, las cantidades pequeñas de información se presentan de manera transitoria sobre la sonda **40** para la evaluación y/o reacción inmediata por parte del usuario y las cantidades más grandes se presentan durante períodos de tiempo más largos sobre una representación **24**, que está físicamente separada de la sonda **40**.

La **Fig. 1** representa un conducto **5** de datos entre la sonda **40** y una estación **20** de control externa. El conducto **5** se

traza como una conexión física (por ejemplo, alambres o cables ópticos de fibra), pero se podría reemplazar por un enlace inalámbrico (por ejemplo, Bluetooth, infrarrojos (IR) o radiofrecuencia (RF)).

La estación o consola **20** de control representada incluye una unidad de control **22**. Esta última es típicamente un sistema informático que incluye, entre otros, uno o más botones **23** de control que se pueden usar, por ejemplo, para activar la sonda **40** y/o para iniciar y/o controlar la medición y/o la caracterización. Opcionalmente, la estación **20** de control incluye una interfaz de entrada adicional, tal como un teclado **26** o una palanca **29** de control y/o un dispositivo **27** de lectura/escritura (por ejemplo, unidad de CD ROM o DVD) y/o una unidad de almacenamiento **50**. La unidad de almacenamiento **50** puede incluir un procesador o una unidad de procesamiento de datos. Opcionalmente, la unidad de control **22** se puede configurar para comunicarse con un analizador **25** de señales y/o un altavoz **31** de audio y/o una pantalla **24** de representación.

La estación **20** de control se representa sobre un bastidor **28**, aunque se podría incorporar a un dispositivo manual (por ejemplo, asistente digital personal o teléfono inteligente) o un ordenador portátil.

Opcionalmente, la unidad de procesamiento **50** incluye un módulo de localización **58** de sonda y/o un módulo de marcado **58a** físico.

Las sondas y los sistemas analíticos ejemplares útiles en el contexto de las diversas realizaciones de la presente invención, (por ejemplo, para la detección, la recepción, el procesamiento, el almacenamiento y/o la representación) se describen en la patente estadounidense n.º 6.813.515 titulada "Method And System For Examining Tissue According To The Dielectric Properties Thereof" presentada el 4 de enero de 2002 y la solicitud estadounidense n.º 10/298.196 titulada "Method And Apparatus For Examining Tissue For Predefined Target Cells, Particularly Cancerous Cells, And A Probe Useful In Such Method And Apparatus" presentada el 18 de noviembre de 2002 y la solicitud estadounidense n.º 10/298.196 titulada "Clean Margin Assessment Tool" presentada el 23 de marzo de 2005 y la solicitud estadounidense n.º 11/705.143 titulada "Methods, Systems, And Sensors For Examining Tissue According To The Electromagnetic Properties Thereof" presentada el 12 de febrero de 2007, que se ceden, cada una, al cesionario común de la presente invención y cada una están incorporadas en la presente invención por referencia.

El módulo de localización **58** y el módulo de marcado **58a** físico emplean, opcionalmente, la tecnología descrita, por ejemplo, en el documento US 7.082.325 presentado el 15 de julio de 2004 titulado "Method And Apparatus For Examining A Substance, Particularly Tissue, To Characterize Its Type".

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, El módulo de localización **58** se basa en datos de formación de imágenes médicas. Los datos de formación de imágenes médicas incluyen, pero sin limitación, datos de formación de imágenes de rayos X (por ejemplo, fluorografía o tomografía computarizada [TC]), de inducción por resonancia magnética (IRM), de ultrasonidos (US) e infrarrojos (IR).

De manera breve, el módulo de marcado **58a** emite un comando para marcar físicamente una localización medida sobre el sustrato en respuesta a una instrucción a partir de la unidad de procesamiento **50**.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el comando causa el desarrollo de un material detectable a partir de la parte **42** operativa de la sonda **40** para marcar físicamente una localización de medición. La detección del marcado físico puede ser inmediata o retrasada por el usuario. El marcado físico se puede realizar, por ejemplo, mediante el uso de una sustancia visualmente detectable (por ejemplo, una o más tintas de marcado biológico de colores) emitidas desde una boquilla de chorro montada en la parte **42** operativa de la sonda **40**.

La unidad de procesamiento analiza una medición de la sonda **40**. Después de haberse realizado el reconocimiento del sustrato (por ejemplo, el tejido), el módulo de marcado **58a** emite un comando específico de color a una boquilla de chorro (no dibujada) y se imprime una marca de color adecuada sobre el sustrato. Según algunas realizaciones de la presente invención, la una o más mediciones en una región o área, por ejemplo, que se relacionan con las salidas de medición de la región o área medida, se pueden marcar mediante el uso de, por ejemplo, el módulo de marcado **58a**. El marcado puede corresponder al resultado/la salida de la caracterización del sustrato y/o a datos relacionados con la región y/o a otros datos disponibles a través de la unidad de procesamiento **50**.

Según diversas realizaciones de la invención, la sonda **40** se puede configurar como un dispositivo extracorpóreo, un dispositivo intracorpóreo, un dispositivo adaptado para su uso sobre una parte de tejido subcutáneo o un dispositivo adaptado para su uso sobre una parte de un tejido intracorpóreo durante una cirugía abierta.

Los dispositivos intracorpóreos ejemplares se pueden configurar, de manera específica, para la cirugía y/o inserción mínimamente invasiva a través de una válvula trocar y/o para la inserción a través de un orificio corporal en una luz corporal (por ejemplo, para su uso sobre una parte de la pared de luz interna para la penetración adicional en la luz para su uso sobre una parte de un tejido intracorpóreo fuera de la luz) y/o para la inserción percutánea en una luz corporal (por ejemplo, para su uso sobre una parte de la pared de luz interna para la penetración adicional en la luz para su uso sobre una parte de un tejido intracorpóreo fuera de la luz).

La pantalla **24** de representación externa y el indicador **1** sobre la sonda **40** pueden ser, por ejemplo, pantallas de CRT, pantallas de LCD, pantallas de plasma o representaciones de proyector o cualquier otro dispositivo capaz de

proporcionar imágenes u otros datos (por ejemplo, salidas oíbles). En una realización ejemplar de la invención, se representan diversas categorías de información en una interfaz de usuario (por ejemplo, Windows®, Linux® o Mac OS®). Opcionalmente, se pueden usar múltiples monitores para representar los datos.

INTERFAZ DE USUARIO GRÁFICA EJEMPLAR

5 La **Fig. 14** es un diagrama de bloques esquemático que ilustra la interacción de los componentes de las interfaces de usuario gráficas (IUG) **1400** según algunas realizaciones de la invención. Las **Fig. 2A, 2C, 2E, 2F, 2G, 2H, 3A y 3B** representan la salida gráfica ejemplar a partir de una IUG de este tipo.

10 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la IUG **1400** incluye un módulo de definición 1410 de grupo adaptado para aceptar una entrada de usuario que define grupos y un receptor 1424 de datos operable para recibir una pluralidad de datos de entrada de medición individuales indicativos del estado de un sustrato (por ejemplo, de la sonda 40).

15 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la entrada de usuario comprende un comando de inicio y un comando de parada. Opcionalmente, el módulo de definición de grupo incluye un botón individual y una primera pulsación del botón indica "Comenzar a asignar el dato de entrada de medición a un grupo" y un segundo clic del botón indica "El último dato de entrada de medición recibido fue el final de un grupo". En algunas realizaciones de la invención, cada clic del botón después del primer clic indica tanto el final de un grupo anterior como el principio de un grupo posterior. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el botón se posiciona sobre la sonda 40.

20 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la entrada de usuario comprende un nombre. Opcionalmente, el nombre se puede seleccionar de un menú (por ejemplo, usando una interfaz física, tal como una rueda de desplazamiento, un ratón o una palanca de control) o puede ser introducido de manera manual por parte del usuario (por ejemplo, usando un teclado o mediante un comando de voz).

25 Opcionalmente, el nombre es indicativo de una localización general sobre el sustrato. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, los nombres de grupo son según una convención habitualmente usada entre los profesionales médicos: Medial (M), Lateral (L), Posterior/Profundo (D), Anterior/Superficial (SF), Inferior (I) y Superior (S). Opcionalmente, se pueden asignar múltiples grupos a una misma localización general (por ejemplo, S1, S2 o M1, M2 y M3).

30 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, una superficie interior de una cavidad corporal sirve como sustrato. Opcionalmente, los datos recogidos a partir de la cavidad se usan mediante la adición de "C" o "CAV" a los nombres de grupo de la convención habitualmente usada descrita anteriormente. Opcionalmente, los datos se recogen a partir de un tejido extirpado y una cavidad que resulta de la extirpación en un procedimiento individual.

Opcionalmente, se usan números de grupo en lugar de nombres. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, los grupos se enumeran de manera sucesiva en su orden de recogida.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, los nombres se presentan a un usuario en menús anidados.

35 Opcionalmente, un usuario selecciona un nombre de grupo de una lista de nombres, nombres opcionales descriptivos de regiones.

Opcionalmente, el usuario introduce nombres sin el uso de una lista, por ejemplo, mediante el uso del teclado 26 o los botones 43 sobre la sonda 40, el usuario puede nombrar la región 210 'XL'. Como alternativa o de manera adicional, el usuario puede almacenar el nombre 'XL' en una base de datos de 'idioma', por ejemplo, en la unidad de almacenamiento 48 de base de datos.

40 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, los grupos se nombran mediante la pulsación de los botones 43 y 44 de control o el teclado 26 y/o mediante una máquina o un sistema operativo de voz y/o mediante el uso de una pantalla táctil y/o una pantalla táctil virtual (por ejemplo, mediante la relación de los movimientos y los gestos de las manos del cirujano para las operaciones en la pantalla).

45 La entrada de usuario que define grupos y el dato de entrada de medición individual se procesan mediante un módulo de agrupamiento 1430 configurado para asignar cada uno de dichos datos de entrada de medición individuales a uno de dichos grupos para producir datos 1450 agrupados para la salida a través de un módulo de salida 1440.

50 Opcionalmente, la IUG 1400 incluye un módulo de registro 1460. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el módulo de registro 1460 registra los datos 1450 agrupados sobre un modelo 1452 de sustrato. El registro se puede basar en la información de posición general (por ejemplo, tal como se indica mediante un nombre de grupo) y/o en las coordenadas de posición para uno o más puntos en un grupo. El modelo 1452 de sustrato puede ser, por ejemplo, una representación sólida geométrica del sustrato (por ejemplo, un cubo, una esfera, un cilindro, un tubo o un sólido poliédrico), un modelo de relleno de espacio del sustrato (por ejemplo, un modelo basado en las características generales de un rasgo anatómico o un órgano que se examina) o una imagen del sustrato producida usando cualquier tecnología de formación de imágenes conocida. Opcionalmente, el registro de una imagen puede ser de una imagen

previamente adquirida.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el dato individual indicativo del estado de dicho sustrato está vinculado a las coordenadas de posición. Opcionalmente, las coordenadas de posición se definen con respecto al sustrato. Una manera ejemplar de lograr esto es mediante el uso de un sensor 1420 de posición para generar coordenadas 1422 de posición que se transmiten al receptor 1424 de datos junto con el dato de entrada de medición individual de la sonda 40. Opcionalmente, el sensor 1420 de posición se monta sobre la sonda 40.

La **Fig. 2A** es una representación esquemática de una salida 200 ejemplar de datos 1450 agrupados de la IUG 1400. La salida 200 se puede representar, por ejemplo, sobre la pantalla 24 de representación y/o el indicador 1, por ejemplo, la LCD y/o almacenada en una memoria del procesador 50 y/o escrita en un medio legible a máquina en la unidad 27 de lectura/escritura. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la salida 200 representa la información de una manera diseñada para asistir a un usuario en la preparación de un diagnóstico y/o la planificación de una repuesta quirúrgica.

La salida 200 ejemplar representada incluye grupos de mediciones o resultados 210, 220, 230, 240 y 250. Opcionalmente, cada grupo corresponde a una región sobre el sustrato. Los grupos pueden incluir una o más mediciones o resultados y diferentes grupos pueden incluir diferentes números de mediciones/resultados.

Por ejemplo, la región 210 incluye cinco salidas de mediciones, por ejemplo, mediciones 211, 212, 213, 214 y 215, mientras que la región 250 incluye dos salidas de mediciones 251 y 252.

Según algunas realizaciones de la invención, una medición individual se refiere a un punto individual sobre un sustrato (por ejemplo, una masa de tejido extirpado) y un grupo de mediciones se refiere a un área o localización general sobre el sustrato en las que se realizan todas las mediciones individuales en el grupo.

Por ejemplo, tal como se muestra en la **Fig. 2B**, un usuario puede examinar un área 210' sobre el sustrato 260. El área 210' se puede representar en la salida 200 como grupo 210. La salida de medición de cada punto examinado en el área 210', por ejemplo, los puntos 211', 212', 213', 214' y 215', se puede representar, respectivamente, en la región 210, por ejemplo, como barras 211, 212, 213, 214 y 215 de la Fig. 2A. La correlación entre el grupo 210 y el área 210' se proporciona, opcionalmente, mediante un título 216 descriptivo o un nombre de grupo (por ejemplo, L para lateral).

Opcionalmente, cada grupo se nombra o enumera de manera automática. Por ejemplo, la primera región que se examinó, por ejemplo, la región 210, se enumera "Uno" y la siguiente región examinada se enumera de manera automática "Dos". En algunas realizaciones, el usuario puede introducir un título (por ejemplo, un nombre o un número) a cada región, por ejemplo, según la localización de la región en la sustancia examinada o según el número de examen.

Según algunas realizaciones de la invención, una medición individual puede estar relacionada con un punto individual sobre un sustrato, tal como un tejido, que se midió o caracterizó mediante un sensor individual. Opcionalmente, el sensor es uno de un grupo de sensores proporcionados en una matriz sobre la parte 42 operativa de la sonda 40.

Según otras realizaciones de la invención, una medición individual puede estar relacionada con una pluralidad de puntos sobre un sustrato medido mediante sensores individuales que pertenecen a un grupo de sensores proporcionados en una matriz sobre la parte 42 operativa de la sonda 40. Opcionalmente, la medida individual es una media aritmética o una mediana de un intervalo de mediciones. Opcionalmente, también se proporciona una indicación de variabilidad.

En aquellas realizaciones de la invención que emplean un grupo o matriz de sensores, el grupo o matriz se opera, opcionalmente, de manera conjunta. La operación de manera conjunta se refiere a las mediciones simultáneas o secuenciales realizadas mediante los sensores individuales en el grupo/matriz como resultado de una entrada o comando de operación individual. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el uso de grupos o matrices de sensores contribuye a un aumento en cuanto a la precisión y/o la fiabilidad de los datos recogidos sin prolongar el tiempo de recogida de datos.

Por ejemplo, tal como se muestra en la **Fig. 2B**, un cirujano puede unir la sonda 40 al área 210' sobre la sustancia 260. Si la parte 42 operativa de la sonda 40 incluye una matriz de sensores, cada punto en el área 210' se puede presentar como un dato individual indicativo de todas las mediciones de todos los sensores en la matriz o como una serie de salidas de datos (una salida para cada sensor en la matriz). De manera adicional, una o más salidas de medición del área 210' se pueden representar sobre la pantalla 200 de información usando, por ejemplo, la pantalla 24 de representación o el indicador 1, por ejemplo, la LCD.

La **Fig. 2C** representa una matriz A ejemplar de las salidas de una matriz 42' de sensor (**Fig. 2D**). En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se presenta una matriz A para cada uno de los puntos 211', 212', 213', 214' y 215' examinados en el área 210'. Según estas realizaciones ejemplares de la invención, se representan las mediciones individuales de manera simultánea con cada índice A_{ij} en la matriz A que representa, respectivamente, una salida de una medición individual mediante el correspondiente sensor B_{ij} de la matriz 42' de sensor.

En otras realizaciones ejemplares, se condensan las mediciones de la matriz 42' de sensor en un dato individual (por

ejemplo, mediante promedio) para cada uno de los puntos 211', 212', 213', 214' y 215' examinados en el área 210'.

Como alternativa o de manera adicional, un grupo de datos (por ejemplo, 210) incluye múltiples salidas de medición de la matriz A que resultan de múltiples operaciones de la matriz 42' en múltiples localizaciones. Por ejemplo, el usuario puede caracterizar un primer área de sustrato (por ejemplo, 211') usando la sonda 40 con una matriz 42' de sensor y un segundo área de sustrato (por ejemplo, 214' o adyacente al primer área) mediante el movimiento de la matriz de sensor. Por ejemplo, las salidas 211 de medición del primer área de sustrato y 214 del segundo área de sustrato se encuentran en forma de matriz A y la presentación 210 de grupo es una secuencia de matrices A. Opcionalmente, las salidas de medición del primer área de sustrato y el segundo área de sustrato se pueden representar como un grupo individual (por ejemplo, "M") o como grupo separados (por ejemplo, M1 y M2). Opcionalmente, varias sondas que incluyen matrices se operan en paralelo. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el uso de matrices reduce el tiempo de recogida de datos y/o contribuye a un aumento en cuanto a la significación de los datos agrupados.

Según diversas realizaciones de la invención, una salida de medición individual puede ser binaria (por ejemplo, sí/no o maliciosa/limpia), discreta (por ejemplo, sobre una escala con unidades enumeradas, opcionalmente representadas mediante símbolos que aumentan en tamaño de manera gradual) o continua (por ejemplo, una temperatura, una conductividad, un color seleccionado de un espectro).

Según diversas realizaciones de la presente invención, un nivel o porcentaje de salida de medición de, por ejemplo, una sustancia cancerosa o no cancerosa (por ejemplo, un tejido de sustrato) se representa de manera digital (por ejemplo, no/sí o rojo/verde) o como una barra (por ejemplo, el nivel o porcentaje canceroso o no canceroso se puede indicar según una longitud de barra o un color y/o una posición con respecto a un valor), un círculo que se rellena de manera proporcional, como una combinación de resultado digital y una barra y únicamente como un resultado de nivel, por ejemplo, incluyendo únicamente el nivel canceroso sin una indicación de sí o no.

Opcionalmente, una medición defectuosa, por ejemplo, una señal de sensor defectuosa, un defecto mecánico de la sonda se indica sobre la IUG, por ejemplo, designado mediante un cuadro vacío y/o mediante un color dedicado y/o un mensaje de error.

La **Fig. 2E** representa una pantalla 201 de representación ejemplar adicional con barras 280 y 290 con longitudes que representan un porcentaje canceroso, (el 50 % y el 90 %, respectivamente) medido durante una medición individual.

Opcionalmente, los nombres de dato de medición individual y/o grupo se almacenan en el sistema 100 (por ejemplo, en la estación 20 de control o en la unidad de almacenamiento 48 de base de datos de la sonda 40).

Según algunas realizaciones de la invención, cada dato de medición adquirido mediante la sonda 40 se resume mediante una indicación de audio transitoria. Por ejemplo, se puede usar un pitido para indicar un estado de sustrato "normal" y se puede usar un zumbido para indicar uno "anormal". Se puede usar una secuencia de pitidos para indicar una medición defectuosa.

Como alternativa o de manera adicional, se puede indicar un estado del módulo de agrupamiento 1430 mediante señales de audio. Por ejemplo, el suministro de una señal de "inicio" desde el módulo de definición 1410 de grupo puede producir un clic individual que indica que los datos individuales adquiridos posteriormente se agruparán en conjunto y el suministro de una señal de "parada" desde el módulo de definición 1410 de grupo puede producir un doble clic que indica el final del agrupamiento.

Según algunas realizaciones de la presente invención, cada dato de medición adquirido mediante la sonda 40 se resume mediante una indicación visual transitoria. Por ejemplo, se usan las fuentes 45 y 46 de luz (por ejemplo, un LED rojo indica una medición anormal, un LED verde indica una medición normal, un LED amarillo indica una medición defectuosa).

La **Fig. 2F** representa una pantalla 203 de representación ejemplar adicional que presenta una salida ejemplar de una estadística 292 de resumen (por ejemplo, promedio) para los datos 1450 agrupados. La estadística 292 de resumen se puede presentar en lugar de, o además de, las barras individuales que representan los datos indicativos del estado de las localizaciones individuales.

Los tipos de estadística 292 de resumen incluyen, pero sin limitación, el promedio de media, el modo, la mediana, el error típico de la media (SEM, por sus siglas en inglés) y la desviación típica (SD, por sus siglas en inglés). Opcionalmente, se representan dos o más estadísticas de resumen de manera simultánea (por ejemplo, la media y la SD o la mediana, la media y el SEM). Opcionalmente, se puede representar, por separado, una salida 292 de medición total para cada región. La salida 292 de medición total representa el total de todas las mediciones realizadas en la región.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la estadística 292 de resumen indica un número de datos en el grupo con un valor que excede un umbral predefinido, un pico o una integral de todas las mediciones en el grupo.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la estadística 292 de resumen se presenta durante la adquisición de datos y se actualiza a medida que se añaden datos nuevos al grupo.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la estadística 292 de resumen se presenta cuando termina la adquisición de datos y se cierra el grupo.

La **Fig. 2G** representa una pantalla 205 de representación ejemplar adicional que muestra las salidas 298 y 299 de mediciones que incluyen una indicación de medición alfanumérica.

- 5 La **Fig. 2H** representa la representación 291 simultánea de los datos procedentes de dos tipos de sensor diferentes, tal como se describe con detalle en lo sucesivo en el presente documento.

Tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento, la salida de los datos 1450 agrupados comprende datos individuales dispuestos en grupos y/o al menos una estadística que resume los datos individuales en cada uno de los grupos. Opcionalmente, los datos 1450 agrupados se almacenan en un módulo de memoria 1470.

- 10 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el receptor 1424 de datos se adapta para recibir datos de entrada de medición individuales de manera simultánea desde una matriz de sondas. Como alternativa o de manera adicional, el receptor 1424 de datos se adapta para recibir datos de entrada de medición individuales de manera simultánea desde sensores de diferentes tipos.

- 15 Según diversas realizaciones ejemplares de la invención, la entrada de usuario se proporciona antes y/o durante y/o después de la recepción de dicha pluralidad de datos de entrada de medición individuales mediante el receptor 1424 de datos.

APARATO EJEMPLAR PARA EL ANÁLISIS DE UN SUSTRATO

- 20 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el sistema 100 (Fig. 1) incluye un aparato para el análisis de un sustrato. Según estas realizaciones de la invención, el aparato incluye una sonda 40 operable para producir una pluralidad de datos de señal individuales indicativos del estado de sustrato. Opcionalmente, la sonda 40 se activa mediante el contacto de una parte 42 operativa con una parte del sustrato y/o mediante la operación de una o más entradas 43 de control. El aparato incluye un módulo de definición 1410 de grupo (Fig. 14) adaptado para aceptar una entrada de usuario que define grupos y un módulo de agrupamiento 1430 configurado para recibir dicho dato de señal indicativo del estado de sustrato y asignar cada uno de dichos datos individuales a uno de dichos grupos para producir
- 25 datos 1450 agrupados y un módulo de salida 1440 adaptado para generar datos 1450 agrupados. Según diversas realizaciones de la invención, el módulo de salida 1440 incluye una representación (por ejemplo, 1 y/o 24) y/o una memoria (por ejemplo, 27 o 50) y /o una impresora (no representada). En algunas realizaciones de la invención, los componentes, tales como el módulo de definición 1410 de grupo y/o el módulo de agrupamiento 1430 y/o el módulo de salida 1440, se proporcionan sobre la sonda 40.

- 30 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el aparato 100 incluye uno o más mecanismo/s de entrada de usuario sobre la sonda 40. En la realización representada en la Fig. 1, los botones 43 sobre la sonda 40 funcionan como mecanismos de entrada de usuario.

Opcionalmente, el aparato 100 incluye al menos un indicador sobre la sonda 40 (por ejemplo, LED 45 y 46). Estos indicadores funcionan como parte del módulo de salida 1440.

- 35 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la sonda 40 mide las propiedades dieléctricas y/o electromagnéticas u otras propiedades de dicho sustrato, tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento. Se han descrito las sondas capaces de medir las propiedades dieléctricas y/o electromagnéticas u otras propiedades y un experto familiarizado con la materia será capaz de adaptarlas para su uso en el contexto de la invención.

- 40 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la sonda 40 se puede operar de manera manual (por ejemplo, mediante la pulsación de un botón y/o mediante el contacto con el sustrato).

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la pluralidad de datos individuales indicativos del estado de sustrato (por ejemplo, 211, 212, 213, 214 y 215) se correlaciona con las localizaciones seleccionadas de manera manual sobre el sustrato (211', 212', 213', 214' y 215'; véanse las Fig. 2A y 2B).

- 45 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el aparato comprende un módulo de registro 1460. Opcionalmente, el módulo de registro 1460 registra los datos agrupados en un modelo del sustrato. Según las diversas realizaciones de la invención, el modelo puede ser una representación sólida del sustrato (por ejemplo, un cubo, una esfera, un dodecaedro o un cilindro) y/o un modelo de relleno de espacio del sustrato y/o una imagen del sustrato.

- 50 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la entrada de usuario es indicativa de una localización sobre dicho sustrato. Por ejemplo, los nombres de grupo introducidos mediante el módulo de definición de grupo se pueden usar para indicar sobre qué cara de un cubo 1450 agrupado se deben representar.

La **Fig. 3A** muestra una salida 300 ejemplar de los datos agrupados registrados sobre un modelo tridimensional. En la figura, el sustrato se representa como un cubo. Las caras 310, 320 y 330 del cubo son visibles. Durante el examen de un sustrato (por ejemplo, una masa de tejido extirpado), un usuario selecciona, opcionalmente, una representación

de modo de selección de región automática. Por ejemplo, el usuario puede medir las características del sustrato en los puntos sobre las diferentes regiones del sustrato (por ejemplo, [311, 312] y [321] y [331, 332 y 333]), en las que los corchetes indican las designaciones de grupo proporcionadas por el usuario a través del módulo de definición 1410 de grupo.

5 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el módulo de registro 1460 aplica datos 1450 agrupados al modelo 1452 de sustrato para producir una salida del tipo representado en la Fig. 3A. En la salida ejemplar representada, el modelo 1452 de sustrato se encuentra en forma de cubo, en el que cada superficie del cubo corresponde a una región del cubo según lo dispuesto en el sistema de nomenclatura //D/SF//S descrito anteriormente.

10 En otras realizaciones ejemplares de la invención, se usan formas tridimensionales distintas de un cubo como modelo 1452 de sustrato (por ejemplo, una esfera, un dodecaedro, un tubo o un cilindro).

15 Cuando se usan formas distintas de un cubo, se pueden emplear sistemas de denominación adecuados. Por ejemplo, un modelo esférico puede emplear nombres basados en la longitud y/o la latitud. Un modelo tubular o cilíndrico puede emplear nombres basados en z (por ejemplo, superior, centro superior, centro, centro inferior e inferior) y ángulo en el plano perpendicular a z. En cuanto a las formas poliédricas (por ejemplo, dodecaedro), los nombres pueden corresponder a la enumeración de las caras en un orden predeterminado (por ejemplo, 12 en el caso de un dodecaedro), que se puede refinar, además, si el poliedro tiene una simetría específica (por ejemplo, en el caso de un poliedro de 6 caras: un cubo, una caja, una pirámide; cada uno permite una enumeración más especializada).

20 La Fig. 3B muestra un sustrato irregularmente conformado con una superficie 330' que corresponde a la cara 330 del modelo de cubo de la Fig. 3A. Las localizaciones 331', 332' y 333' indican los sitios de las mediciones 331, 332 y 333, respectivamente.

25 Aunque se representa un modelo 1452 de sustrato sencillo en la Fig. 3A, la representación 300 puede incluir un modelo 1452 en forma de datos de imágenes médicas. Los datos de imágenes médicas pueden incluir cualquier dato de formación de imágenes, incluyendo los tipos de datos de imágenes mencionados anteriormente en el presente documento. Opcionalmente, los datos de imágenes se pueden adquirir previamente o se pueden adquirir de manera simultánea con la adquisición de los datos individuales indicativos del estado de sustrato.

30 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, los datos individuales indicativos del estado de sustrato que pertenecen a un mismo grupo se representan registrados sobre el modelo 1452 de sustrato con un signo (por ejemplo, un indicador de grupo) o una forma (por ejemplo, un color) para ayudar al usuario a la identificación de qué puntos pertenecen a los grupos indicativos de qué regiones de sustrato. Opcionalmente, los datos individuales indicativos del estado de sustrato de todos los puntos en una primera región pueden tener un primer signo o símbolo, tal como una estrella, y/o un color, tal como naranja, y los datos individuales indicativos del estado de sustrato de todos los puntos que se relacionan con una segunda región pueden incluir un segundo símbolo, tal como un círculo, y/o un segundo color, tal como negro. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la nomenclatura M//D/SF//S está vinculada a símbolos y/o colores específicos. Opcionalmente, las letras M//D/SF//S se usan como símbolos para las correspondientes caras del cubo. Como alternativa o de manera adicional, los colores se asignan a las seis caras del sistema M//D/SF//S (por ejemplo, M-rojo, L-naranja, D-amarillo, SF-verde, I-azul, S-violeta).

40 Como alternativa o de manera adicional, cada dato individual representado indicativo del estado de sustrato incluye datos relacionados con el estado de sustrato que usan formatos diferentes, tal como se ha descrito con detalle anteriormente en el presente documento. Como alternativa o de manera adicional, las estadísticas 292 de resumen, tal como se han descrito anteriormente en el presente documento, se representan sobre cada cara. Opcionalmente, las estadísticas 292 de resumen sintetizan un grupo individual o todos los grupos que pertenecen a una cara particular. Opcionalmente, la estadística de resumen está codificada por colores o marcada con un símbolo, tal como se ha descrito anteriormente para el dato individual.

45 Según algunas realizaciones de la presente invención, los datos individuales indicativos del estado de sustrato que pertenecen a un mismo grupo y/o que residen sobre una misma cara están conectados mediante un conector. Opcionalmente, el conector es como un conector de área de superficie que incluye todos los datos individuales que pertenecen al grupo. Opcionalmente, el conector se añade de manera automática, por ejemplo, mediante el módulo de registro 1460 y/o el módulo de agrupamiento 1430. El conector puede ser, por ejemplo, una indicación gráfica de la relación entre los puntos. La indicación gráfica puede incluir uno o más de una línea que conecta las localizaciones de datos individuales, un contador que incluye todas las localizaciones de datos individuales o una forma geométrica que pone en contacto las localizaciones de datos individuales. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el conector es dinámico y se actualiza a medida que se añaden los puntos adicionales que pertenecen al grupo. La actualización puede ser automática por completo o en respuesta a un comando de actualización.

50 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el dato individual indicativo del estado de sustrato está vinculado a las coordenadas de posición. Los medios ejemplares de adquisición de las coordenadas de posición se describen en lo sucesivo en el presente documento.

Opcionalmente, la parte 42 operativa de la sonda 40 incluye una pluralidad de subsondas dispuestas en una matriz

espacial, tal como se ha descrito anteriormente con referencia a las Fig. 2C y 2D. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, las subsondas se pueden operar de manera colectiva mediante una señal de activación de sonda individual. Opcionalmente, el contacto con el sustrato sirve como señal de activación de sonda. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la salida de un grupo de sensores dispuestos en una matriz se usa para proporcionar un resumen local del estado de sustrato.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la sonda 40 se puede operar en al menos dos modalidades. Por ejemplo, la detección y la determinación simultánea de las propiedades de impedancia eléctrica (IE) y de resonancia magnética (RM) se pueden realizar en la parte 42 operativa de la sonda 40. Opcionalmente, los sensores para dos o más modalidades se integran en un cabezal de detección.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se combinan diferentes modalidades de detección para producir una tercer modalidad "híbrida". Por ejemplo, la medición simultánea de las propiedades de IE de una región específica del sustrato y la medición de las propiedades de RM de la misma región de sustrato produce un modo híbrido indicativo del cambio inducido en las propiedades de IE debido a la absorción de RM del pulso de radiación electromagnética incidente.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE SUSTRATO EJEMPLAR

La **Fig. 15** es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento 1500 ejemplar para el análisis de un sustrato. El procedimiento 1500 ejemplar representado indica la selección 1510 de una pluralidad de localizaciones sobre un sustrato, la recogida 1520 de un dato indicativo del estado de sustrato en cada localización y el agrupamiento 1530 de los datos en grupos definidos por un usuario. Opcionalmente, la selección 1510 se basa al menos parcialmente en la inspección 1512 visual del sustrato por parte del usuario. Según algunas realizaciones ejemplares de la invención, los datos indicativos del estado de sustrato reflejan una evaluación 1522 de las propiedades dieléctricas y/o las propiedades electromagnéticas del sustrato en cada localización seleccionada.

Según el procedimiento 1500, el usuario se presenta con una entrada 1540 de los grupos. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la salida de los datos en grupos contribuye a la capacidad del usuario para tomar una decisión. Opcionalmente, la decisión se refiere al diagnóstico y/o la cirugía. Según diversas realizaciones del procedimiento 1500, la salida 1540 puede ser a una representación digital (por ejemplo, pantalla de LCD o CRT) y/o una impresora y/o una memoria. La salida puede incluir, opcionalmente, uno o más rasgos adicionales descritos en lo sucesivo. Los rasgos adicionales pueden ayudar al usuario a la toma de la decisión.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el agrupamiento 1530 va seguido del cálculo 1550 de una o más estadísticas de resumen, tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento. Opcionalmente, la estadística de resumen es la salida 1540 además de, o como una indicación de, los datos de grupo.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el procedimiento 1500 incluye el mapeado 1560 de los grupos sobre una representación del sustrato. Opcionalmente, el mapeado 1560 se basa en la definición 1570 de las coordenadas de posición para cada localización (tal como se explica en lo sucesivo en el presente documento) y/o en los grupos definidos por el usuario indicativos de la localización 1532 (tal como se ha explicado anteriormente en el presente documento).

Tal como se ha explicado anteriormente en el presente documento, el mapeado 1560 puede ser sobre cualquier representación del sustrato, incluyendo, pero sin limitación, una representación sólida poligonal del sustrato, un modelo de relleno de espacio del sustrato y una imagen del sustrato.

SISTEMA EJEMPLAR CON CAPACIDADES DE MAPEADO

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, un sistema de análisis de sustrato del tipo general representado en la Fig. 1 como sistema 100 se modifica con un módulo de medición de coordenadas de posición para la determinación de las coordenadas de posición de las localizaciones sobre el sustrato.

Las **Fig. 4A y 4B** representan un subsistema 400 de medición ejemplar. El subsistema 400 de medición ejemplar representado emplea un marcador 410 en el sustrato. Opcionalmente, el marcador 410 se ha implantado durante un procedimiento previo, tal como biopsia guiada por imágenes. El marcador 410 puede ser pasivo o activo.

Los marcadores 410 pasivos pueden incluir, por ejemplo, un reflector de imán o de ultrasonidos. Opcionalmente, las realizaciones de la invención que incluyen un marcador 410 pasivo pueden incluir un detector 435 de localización activa sobre la sonda 40 (por ejemplo, un transductor de señal).

Los marcadores 410 activos pueden incluir, por ejemplo, un transductor de radiofrecuencia RF o ultrasonidos (US). Opcionalmente, las realizaciones de la invención que incluyen un marcador 410 activo pueden incluir un marcador 435 pasivo sobre la sonda 40.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el marcador 410 se coloca en o cerca de un centro geométrico del sustrato 420 (por ejemplo, un tumor o masa de tejido extirpado) indicado como 410'. A menudo, resulta conveniente

definir 410' como un origen (0, 0, 0) para un sistema de coordenadas tridimensional que define las localizaciones sobre el sustrato 420.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención (Fig. 4B), la sonda 40 incluye un sensor 435 activo adaptado para medir una distancia 460 y una dirección, por ejemplo, un vector 440 relativo (X,Y,Z) entre la localización 445 en la que se adquiere un dato indicativo del sustrato y el marcador 410.

La Fig. 4A representa otra realización de la invención en la que las posiciones del marcador 410 en el sustrato 420 y el marcador 435 sobre la sonda 40 se determinan, cada una, mediante un módulo de medición que determina una distancia y una dirección 460 entre la localización 445 de medición y el centro 410'.

Según una realización de la presente invención, la sonda 40 puede incluir una estructura, configurada para la recepción y la sujeción de una muestra para ensayo de tejido, en la que la muestra para ensayo de tejido incluye referencias posicionales de tejido y referencias posicionales, asociadas a la estructura, para la fijación de la orientación de la muestra para ensayo de tejido, cuando se sujeta mediante la sonda, para que se reflejen las referencias posicionales de la muestra para ensayo de tejido. Tal estructura puede ser similar a diversas realizaciones descritas, por ejemplo, en la publicación internacional número WO 2006/092797, titulada "Device And Method For Transporting And Handling Tissue", cedida al cesionario habitual de la presente solicitud e incorporada por referencia en el presente documento.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el sistema 100 incluye un indicador 410 de posición de sustrato posicionado en el sustrato 420 y una sonda 40 operable para evaluar el estado de sustrato y el dato indicativo del estado de salida en puntos individuales (por ejemplo, 445) y un módulo de medición 470 configurado para determinar una posición relativa del indicador 410 de posición y la sonda 40. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, un controlador (por ejemplo, el controlador 22) coordina la operación de la sonda 40 y el módulo de medición 470, de tal manera que dicha posición relativa se determine para cada uno de dichos puntos individuales. Opcionalmente, una disminución en cuanto a la diferencia de tiempo entre la medición del estado de sustrato y la posición de sonda contribuye a un aumento en cuanto a la precisión de la posición determinada para cada medición del estado de sustrato.

Opcionalmente, la señal se origina a partir de la sonda 40 (por ejemplo, a partir del sensor 435) y se recibe en el indicador 410 de posición.

Opcionalmente, la señal se origina a partir del indicador 410 de posición y se recibe en la sonda 40 (por ejemplo, en el sensor 435).

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el módulo de medición 470 incluye un sensor de posición adaptado para determinar una primera posición 445 de la sonda 40 (usando el marcador 435) y una segunda posición 410' que indica la localización del sustrato (usando el marcador 410 para indicar (0,0,0)). Según estas realizaciones de la invención, el módulo de medición 470 determina una posición relativa del marcador 410 y el marcador 435 mediante la comparación de dichas primera y segunda posiciones.

Otras realizaciones ejemplares se basan en cualquier otra tecnología para la determinación de la posición relativa conocida por parte de aquellos expertos familiarizados con la materia.

Opcionalmente, el módulo de medición se localiza externo con respecto al cuerpo del paciente y/o con respecto al sustrato 420.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el sistema 100 incluye un módulo de formación de imágenes adaptado para producir una imagen que representa dicha sonda y dicho indicador de posición y el módulo de medición 470 determina una posición relativa de la sonda 40 y el centro 410' de sustrato con respecto a los datos de imágenes. Opcionalmente, los datos de imágenes indican los marcadores 410 y/o 435.

En algunas realizaciones de la invención, los datos indicativos del estado de sustrato se presentan registrados sobre una representación tridimensional del sustrato generada a partir de los datos de imágenes.

Opcionalmente, la sonda 40 comprende una herramienta de corte. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la herramienta de corte se monta en o cerca de la parte 42 operativa y/o el sensor 435, de tal manera que la información de la posición y/o el estado de sustrato para la localización 445 sea relevante para la herramienta de corte.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el módulo de salida 1440 genera una posición relativa de la sonda 40 junto con el dato indicativo del estado para cada uno de los puntos 445 individuales. Opcionalmente, esto contribuye a la capacidad del módulo de registro 1460 para registrar los puntos 445 individuales y/o los datos 1450 agrupados sobre el modelo 1452 de sustrato.

Opcionalmente, el sistema 100 incluye un módulo de planificación 1480 de procedimiento. Opcionalmente, el módulo de planificación 1480 de procedimiento se adapta para analizar dicha salida a partir de dicho módulo de salida y/o módulo de registro 1460 y calcular una trayectoria. La trayectoria calculada sirve, opcionalmente, como trayectoria de

corte y/o guía para el suministro de dispositivos implantables y/o medicaciones. Los dispositivos implantables ejemplares incluyen, pero sin limitación, semillas de braquiterapia y endoprótesis vasculares. Opcionalmente, la trayectoria incluye una o más designaciones de localización para la realización de procedimientos (por ejemplo, corte y/o implantación, inyección de medicina y/o ablación).

- 5 Durante el procedimiento, se consideran opcionalmente las acciones de planificación (y/o guía) distintas del corte (por ejemplo, la navegación teniendo en cuenta los rasgos anatómicos y/o la administración de medicación y/o la implantación de dispositivos).

- 10 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el módulo de planificación 1480 considera el registro de los datos indicativos del estado en múltiples puntos 445 sobre el sustrato 420 registrados para los datos de imágenes médicas de cualquier tipo, cuando se calcula una trayectoria. Como alternativa o de manera adicional, el módulo de planificación 1480 se adapta para aceptar la entrada 1482 de usuario adicional que pertenece a una trayectoria planificada (por ejemplo, una trayectoria de corte) basándose en la salida de dicho módulo de registro. En algunas realizaciones de la invención, el módulo de planificación 1480 de procedimiento considera los datos 1450 agrupados, así como las salidas a partir del módulo de salida 1440 y/o las entradas y salidas del módulo de registro 1460.

- 15 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el módulo de planificación 1480 recibe las entradas a partir del usuario mediante una IUG adicional. Opcionalmente, la IUG adicional incluye una interfaz gráfica tridimensional.

- 20 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el módulo de planificación 1480 genera una trayectoria propuesta u otra información relacionada con el plan de manera gráfica, opcionalmente como un modelo tridimensional. Opcionalmente, la salida gráfica de la trayectoria propuesta u otra información relacionada con el plan se presenta superpuesta y/o registrada con una imagen médica.

ADAPTACIÓN EJEMPLAR PARA LA SUPERVISIÓN QUIRÚRGICA

La **Fig. 16** representa un sistema 1600 de supervisión quirúrgica. Opcionalmente, el sistema 1600 ayuda en la realización de la cirugía.

- 25 El sistema 1600 ejemplar representado incluye un módulo de entrada 1612 adaptado para recibir una trayectoria 1610 propuesta (por ejemplo, un corte) a partir de un módulo de planificación de procedimiento. El módulo de planificación de procedimiento es, opcionalmente, un módulo de planificación 1480, tal como se ha descrito anteriormente. El sistema 1600 ejemplar representado también incluye un sistema de guía 1620 adaptado para generar instrucciones de guía para guiar una herramienta quirúrgica a lo largo de dicha trayectoria. Opcionalmente, las instrucciones se proporcionan en un formato 1630 de datos adecuado para su uso mediante una interfaz robótica y/o como indicaciones 30 1640 adecuadas para su uso por parte de un usuario humano.

- 35 Por ejemplo, la representación 300 (Fig. 3A) puede incluir una superposición de imágenes, tal como una lectura de sonda (por ejemplo, una lectura binaria por punto), con una ventana que muestra una imagen, tal como una imagen 3D, del sustrato y/o un rasgo anatómico característico. La lectura permite, opcionalmente, la guía y/o las instrucciones para la guía de una herramienta quirúrgica a una región específica mostrada en la representación 300. Opcionalmente, se registran lecturas de sonda sobre la imagen.

- 40 La **Fig. 17** es una representación esquemática de una posible configuración de un sistema de guía 1620, tal como se muestra en la **Fig. 16** con mayor detalle. En la configuración ejemplar representada, el sistema de detección 1720 de posición determina las posiciones del sustrato 420 y la sonda 40 usando cualquier tecnología conocida en la técnica. En función de la implementación real, el sistema de detección 1720 de posición se puede basar en marcadores implantados en el sustrato 420 y/o instalados en la sonda 40, tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, se proporciona una herramienta 1730 de corte como una unidad separada de la sonda 40. Según estas realizaciones ejemplares, el sistema de detección de posición determina, por separado, una posición de la herramienta 1730 de corte.

- 45 En otras realizaciones ejemplares de la invención, la herramienta 1730 de corte se proporciona como parte de la sonda 40. Según estas realizaciones ejemplares, el sistema de detección de posición determina, de manera simultánea, la posición de la herramienta de corte y la sonda 40.

En la configuración ejemplar representada, el sistema de detección 1720 de posición se encuentra en comunicación con un controlador 1710, opcionalmente integrado en la estación 20 de control.

- 50 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el sistema de detección 1720 de posición determina una posición relativa de la sonda 40 y/o la herramienta 1730 de corte con respecto al sustrato 420.

En otras realizaciones ejemplares de la invención, el controlador 1710 determina una posición relativa de la sonda 40 y/o la herramienta 1730 de corte con respecto al sustrato 420 basándose en los datos de posición recibidos a partir del sistema de detección 1720 de posición.

En la configuración ejemplar representada, el controlador 1710 también recibe datos indicativos del estado de sustrato, tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento, a partir de la sonda 40. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el controlador 1710 integra y/o correlaciona estos datos con los datos de posición correspondientes para que la sonda 40 produzca datos del estado de sustrato correlacionados con la posición.

5 Opcionalmente, el controlador 1710 construye un mapa de estado a partir de los datos del estado de sustrato correlacionados con la posición.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el controlador 1710 compara el mapa de estado con la trayectoria propuesta proporcionada mediante el módulo de entrada 1612 (Fig. 16). A medida que se mueven la sonda 40 y/o la herramienta 1730 de corte, el mapa de estado y/o la trayectoria propuesta se pueden actualizar mediante el controlador

10 1710 para producir un mapa de estado actual y/o una trayectoria actual.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el controlador 1710 formula datos 1630 para la interfaz robótica y/o indicaciones 1640 para el usuario humano basándose en el mapa de estado actual y/o la trayectoria actual.

UNIDAD DE SONDA EJEMPLAR

En referencia de nuevo a la **Fig. 1**, las realizaciones ejemplares de la invención residen en la sonda 40 de sustrato.

15 Opcionalmente, la sonda 40 se adapta para interactuar con el sistema 100.

La sonda 40 de sustrato ejemplar representada incluye un módulo de adquisición de datos adaptado para acoplar un sustrato en un punto seleccionado por el usuario, analizar el sustrato y producir un dato indicativo del estado de sustrato en dicho punto. El módulo de adquisición de datos se representa de manera esquemática como una parte 42

operativa.

20 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la parte 42 operativa incluye un par de electrodos en comunicación con una cavidad y una fuente de vacío configurada para extraer una parte de un sustrato en la cavidad, de tal manera que haga contacto con los electrodos.

La sonda 40 de sustrato ejemplar representada incluye un dispositivo de entrada de usuario en forma de botones 43 (se representan tres). En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el dispositivo de entrada de usuario se configura para agrupar los datos individuales en grupos de datos.

25 Opcionalmente, se proporcionan menos o más de tres botones 43. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, un botón individual sirve como dispositivo de entrada de usuario. Opcionalmente, los botones 43 se reemplazan por otro soporte físico de entrada mecánico, electrónico o electromecánico (por ejemplo, un control deslizante, un reóstato, una rueda de desplazamiento, un microinterruptor).

La sonda 40 de sustrato ejemplar representada incluye un conducto 5 de señal adaptado para transmitir señales eléctricas y/u ópticas y una luz adaptada para transmitir una presión negativa a partir de una fuente de vacío externa al módulo de adquisición de datos (por ejemplo, la parte 42 operativa). En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la luz adaptada para transmitir la presión negativa reside en el conducto 5. En otras realizaciones ejemplares de la invención, la luz adaptada para transmitir la presión negativa se proporciona por separado.

30 La sonda 40 de sustrato ejemplar representada incluye un conector a un componente de análisis de datos externo. Opcionalmente, este conector reside en el conducto 5 y/o se basa en un enlace inalámbrico.

En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la sonda 40 se proporciona como un dispositivo médico estéril. Opcionalmente, la sonda 40 se proporciona en un envase configurado para asegurar la esterilidad hasta que la sonda 40 se abre en un quirófano. Aquellos expertos familiarizados con la materia del diagnóstico médico conocen las consideraciones en la configuración de envasado estéril y se aplicarán fácilmente a las realizaciones de la invención.

40 En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la sonda 40 comprende un indicador perceptible por el usuario. Opcionalmente, el indicador proporciona una indicación visible y/u oíble, tal como se ha descrito anteriormente.

Con el fin de poner de manifiesto algunas ventajas de la sonda 40, se describe con detalle un escenario de uso ejemplar.

La **Fig. 5** es un diagrama de flujo esquemático simplificado ejemplar de un procedimiento 500 para la medición y la representación de las salidas de mediciones de un sustrato. En 510 se determina si se requiere el modo de medición de grupo.

Si no es así, entonces en 515 se realiza una medición individual, por ejemplo, mediante la sonda 40.

Si es así, entonces en 520 se introduce un modo de grupo y se introduce un nombre de grupo/región o se selecciona a partir de una lista predefinida en 530. La entrada puede ser, opcionalmente, por parte de un usuario (por ejemplo, un médico) o automática, tal como se describe en lo sucesivo en el presente documento en relación con la Fig. 6.

50 En 540 se realizan una o más mediciones que pertenecen al grupo escogido, por ejemplo, mediante la sonda 40.

En 550 se almacenan las salidas de medición. El almacenamiento puede ser, por ejemplo, en la estación 20 de control o en la unidad de almacenamiento 48 de base de datos de la sonda 40.

En 560 se representan las salidas de medición. La representación es, opcionalmente, sobre la pantalla 24 de representación o el indicador 1.

5 En 570 se determina si son necesarias más mediciones.

Si es así, se regresa a 510 moviéndose la sonda 40 a un nuevo punto y/o región de sustrato.

Si no es así, se finaliza la sesión de medición en 580.

INTRAFAZ DE ENTRADA DE DATOS EJEMPLAR

10 La **Fig. 6** es un diagrama esquemático de una realización ejemplar de los botones 600 de panel frontal de la consola 20.

Según algunas realizaciones de la invención, las operaciones realizadas usando los botones 600 de panel frontal de la consola se pueden realizar, como alternativa, usando el/los botón/botones 43 de la sonda 40.

15 Por ejemplo, un doble clic sobre el botón 43 puede iniciar el procedimiento de modo grupo. Opcionalmente, un número consecutivo, comenzando, por ejemplo, con '1', se presenta de manera automática en respuesta al doble clic. Como alternativa, la letra se puede emplear en un orden predefinido, por ejemplo, según la convención M/I/D/SF/I/S.

La **Fig. 12** representa una pantalla 1110 de representación ejemplar en la que un segundo doble clic, opcionalmente, cierra un modo de grupo, por ejemplo, el primer grupo 1200 (M) representado. Opcionalmente, el cierre de un grupo cierra una estructura alrededor del grupo, tal como se muestra.

20 La **Fig. 13** representa una pantalla 1112 de representación ejemplar en la que un doble clic opcional abre un segundo grupo 1210 (1), tal como se muestra. Opcionalmente, la apertura de un grupo hace que aparezca una nueva estructura. Opcionalmente, la nueva estructura está abierta sobre su lado izquierdo, tal como se representa.

Como alternativa, el botón 610 sobre el panel 600 (por ejemplo, de la consola 20) se puede operar de manera análoga para realizar las mismas funciones.

25 La **Fig. 9** representa una pantalla 900 de representación ejemplar en la que se ilustra un grupo 910 "cerrado" (opcionalmente, representativo de una región [por ejemplo, M] sobre el sustrato), incluyendo una o más salidas 920 de mediciones. Según algunas realizaciones de la presente invención, también se puede iniciar de manera inmediata una medición, sin introducirse en un modo de grupo. Una pulsación individual larga sobre el botón 43 de la sonda 40 o el botón 620 sobre la consola 600 introduce un modo de nombre de grupo. Opcionalmente, se accede a un menú de nombres (por ejemplo, Medial - M, Lateral-L, Posterior (Profundo)-D, Anterior (Superficial)-SF, Inferior-I, Superior-S, n.º - número que se escogió de manera automática para el grupo, CAV - que se introduce en los lados relevantes de la cavidad).

30 En algunas realizaciones, cada pulsación corta sobre el botón 43 de la sonda 40 o, como alternativa, la pulsación sobre el botón 630 o el botón 635 sobre el panel 600 frontal de la consola presenta un nombre de grupo diferente, por ejemplo, en un orden consecutivo cíclico.

35 La **Fig. 11** representa un conjunto ejemplar de entradas 1102 de usuario (por ejemplo, botones). Según algunas realizaciones de la invención, los botones 1102 se pueden proporcionar en la estación 20 de control o la sonda 40. Opcionalmente, los botones se etiquetan con nombres de grupo que corresponden a los nombres de región, tal como se indica. Como alternativa o de manera adicional, se puede presentar un conjunto similar de nombres como menú sobre una pantalla de representación.

40 Según algunas realizaciones de la presente invención, el grupo que se va a presentar después de una primera pulsación será el siguiente grupo que siga después del grupo escogido previo. Un signo 'n.º' puede representar un número de grupo que se escogió de manera automática mediante el sistema. Una vez que el nombre de región o grupo se aprueba (por ejemplo, mediante una pulsación larga sobre el botón 43 o 620), el usuario puede desplazarse entre una lista de regiones (por ejemplo, usando el botón 650). Una pulsación larga sobre el botón 43 o 620 aprueba una región específica, tal como se indica, mediante un nombre de grupo. En caso de que se escogiera una de las opciones de región, la introducción al modo de nombre de grupo para el siguiente grupo comenzará inmediatamente con una lista de opciones de regiones. Un nombre de grupo se puede aprobar mediante una pulsación larga sobre el botón 43 de la sonda o mediante la pulsación sobre el botón 620 sobre el panel 600 frontal de la consola.

50 La **Fig. 10** representa una pantalla 1000 de representación ejemplar. Según algunas realizaciones de la presente invención, se puede colorear un nombre de grupo, por ejemplo, en rojo, hasta que se apruebe mediante una pulsación de botón larga sobre el botón 43 o 620. Una vez que se apruebe, el color del nombre de grupo se puede cambiar, por ejemplo, a amarillo. En algunas realizaciones, no se pueden tomar mediciones hasta que se apruebe el grupo. Opcionalmente, se puede cambiar un nombre de grupo, incluso después de aprobarse, siempre que no se cierre el

grupo. En algunas realizaciones, después de cerrarse un grupo, no se puede cambiar el nombre de grupo. En algunas realizaciones, no se pueden realizar acciones antes de la aprobación de un nombre de grupo. Por ejemplo, un mensaje, tal como un mensaje de audio o digital, aparecerá sobre la pantalla en casos, tales como: no se aprobó el nombre de grupo y/o después de dos segundos desde la selección de un nombre.

5 A fin de salir del modo de grupo, un usuario puede presionar dos veces el botón 43 o 610 sobre la consola. Opcionalmente, el usuario puede abrir un segundo grupo mediante un doble clic sobre el botón 43. Según algunas realizaciones, se pueden realizar las mediciones inmediatamente sin la selección del nombre de grupo. En caso de que no se escoja un nombre de grupo, este se puede elegir en cualquier momento, por ejemplo, siempre que el modo de grupo esté activo. En algunas realizaciones, se puede escoger un nombre de grupo más de una vez.

10 La **Fig. 8** ilustra una realización ejemplar de una pantalla 800 de representación en la que una salida de una siguiente medición "empuja" las mediciones previas a una fila siguiente que no es visible sobre la pantalla y se activa un indicador 810 de desplazamiento, tal como se muestra en la Fig. 8. El usuario puede usar el botón 43 o el botón 640 o la palanca de control para el desplazamiento hacia arriba o hacia abajo de las mediciones.

15 Según algunas realizaciones de la presente invención, cuando una línea o fila de la pantalla está llena con salidas de mediciones o salidas de región, la "siguiente" salida de medición de la misma salida de región o la siguiente salida de medición individual se puede presentar en la fila "siguiente". Por ejemplo, tal como se muestra en la Fig. 10, la salida 1100 de medición siguiente de la salida 1200 de región se representa en la siguiente fila 1300.

20 Un mensaje de error se puede representar sobre la sonda 40 o sobre la pantalla 24 de representación. En algunas realizaciones, se puede activar una indicación de un mensaje de error usando, por ejemplo, una máquina de indicador de audio.

Se puede seleccionar un grupo antes de haberse iniciado las mediciones relacionadas con tal grupo. Como alternativa, el grupo se puede seleccionar después de haberse adquirido algunas de las mediciones que se relacionan con el grupo o, como alternativa, el grupo se puede seleccionar después de haberse adquirido todas las mediciones relacionadas con el grupo.

25 La **Fig. 7** representa una pantalla 700 de salida ejemplar en la que se resaltan las mediciones actuales. El resultado puede ser, por ejemplo, mediante el cambio de las características de fondo y/o una estructura que indica un grupo actual y/o las características de una medición actual (por ejemplo, color o ancho de barra).

30 Según algunas realizaciones de la presente invención, los datos procedentes de una sesión se guardan en la unidad de almacenamiento 48 para un análisis adicional. Opcionalmente, los datos de sesión también se pueden exportar y transmitir a un dispositivo/ordenador externo o a un dispositivo de memoria externa, tal como una memoria extraíble, por ejemplo, una Diskonkey, u otro dispositivo de memoria pequeño y portátil. Los datos de sesión registrados o guardados se pueden usar, por ejemplo, en procedimientos adicionales, tales como procedimientos de patologías, que se relacionan con el tejido examinado. Los datos de sesión que se registran o guardan también se pueden usar en procedimientos adicionales, tal como procedimientos quirúrgicos o diagnósticos adicionales, sobre un mismo sujeto.

35 ANÁLISIS EJEMPLAR CON REGISTRO

En referencia de nuevo a la **Fig. 14**, se describen realizaciones ejemplares adicionales de la invención que son independientes del agrupamiento de datos.

40 Algunas realizaciones ejemplares de la invención son de un aparato 1400 para el análisis de un sustrato que incluye una sonda 40, tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento, un módulo de modelado 1454 adaptado para producir un modelo tridimensional del sustrato y un módulo de registro 1460 adaptado para indicar las localizaciones específicas sobre el modelo. Opcionalmente, el módulo de modelado se basa en las coordenadas 1422 de posición definidas y/o los modelos 1452 de sustrato (por ejemplo, los modelos geométricos predefinidos o los modelos realistas indicativos de la forma de sustrato real o los modelos basados en datos de imágenes médicas).

45 Opcionalmente, el aparato incluye un módulo de salida adaptado para presentar una indicación del estado de sustrato en cada una de las localizaciones específicas sobre el modelo. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, la presentación es una superposición. En algunas realizaciones ejemplares de la invención, el modelo es un modelo 3D que se puede manipular (por ejemplo, rotar o invertir) durante la observación.

En algunas realizaciones ejemplares, el aparato 1400 se adapta para aceptar una entrada de usuario que especifica una posición de dichas localizaciones (por ejemplo, el usuario proporciona las coordenadas 1422).

50 En otras realizaciones ejemplares, el aparato 1400 se adapta para determinar una posición de dichas localizaciones. Opcionalmente, el aparato 1400 emplea sensores 1420 de posición adaptados para determinar una posición de dichas localizaciones.

Opcionalmente, la salida de los datos registrados a partir del módulo de registro 1460 es a una o más de una representación gráfica, una impresora y una memoria.

Se espera que durante la vigencia de esta patente se desarrollen muchas técnicas de medición de sustratos y procedimientos de formación de imágenes médicas y se pretende que el ámbito de la invención incluya todas esas nuevas técnicas de medición de sustratos y procedimientos de formación de imágenes médicas *a priori*.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de análisis de sustrato, comprendiendo el sistema:
 - (a) una sonda que está configurada y operable para explorar un sustrato y determinar uno o más parámetros indicativos de una o más condiciones o propiedades del sustrato en sitios individuales que corresponden a la posición de la sonda, y de este modo evaluar el estado de sustrato en dichos sitios individuales y producir un dato indicativo del estado de salida para dichos puntos individuales; el sistema estando caracterizado por lo que comprende:
 - (b) un indicador de posición de sustrato configurado para estar posicionado en el sustrato que está analizado;
 - (c) un módulo de medición configurado para recibir señales de al menos uno del indicador de posición de sustrato y la sonda, y determinar una posición relativa de dicho indicador de posición y dicha sonda; y
 - (d) un controlador adaptado para coordinar la operación de dicha sonda y dicho módulo de medición, de tal manera que se determine la posición relativa para cada uno de dichos puntos individuales.
2. Un sistema de análisis de sustrato de la reivindicación 1, que comprende un sensor de posición adaptado para determinar una primera posición de sonda y una segunda posición de indicador de posición de sustrato; en el que dicho módulo de medición está adaptado para determinar dicha posición relativa mediante la comparación de dicha primera y segunda posiciones.
3. Un sistema de análisis de sustrato de la reivindicación 1 o 2, que comprende un módulo de formación de imágenes adaptado para producir una imagen que representa dicha sonda y dicho indicador de posición; en el que dicho módulo de medición está adaptado para determinar dicha posición relativa a partir de dicha imagen.
4. Un sistema de análisis de sustrato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende un módulo de registro adaptado para registrar dicho dato indicativo del estado a partir de dichos puntos individuales con datos de imágenes médicas.
5. Un sistema de análisis de sustrato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende un módulo de registro adaptado para registrar los resúmenes locales del dato indicativo del estado con datos de imágenes médicas.
6. Un sistema de análisis de sustrato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende una herramienta de corte montada sobre dicha sonda.
7. Un sistema de análisis de sustrato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende un módulo de salida adaptado para generar dicha posición relativa junto con dicho dato indicativo del estado para cada uno de dichos puntos individuales.
8. Un sistema de análisis de sustrato de la reivindicación 7, que comprende un módulo de planificación de procedimiento que está adaptado para recibir y analizar dicha salida a partir de dicho módulo de salida y calcular una trayectoria.
9. Un sistema de análisis de sustrato de la reivindicación 8, en el que dicho módulo de planificación de procedimiento está adaptado para aceptar entradas de usuario pertenecientes a una trayectoria planificada.
10. Un sistema de análisis de sustrato de la reivindicación 8 o 9, en el que dicho módulo de planificación de procedimiento está conectado a un sistema de guía para utilizar datos generados por el módulo de planificación de procedimiento sobre una trayectoria para generar instrucciones de guía de salida para guiar una herramienta quirúrgica de acuerdo con dicha trayectoria.
11. Un sistema de análisis de sustrato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que dicha sonda comprende:
 - (a) un módulo de adquisición de datos adaptado para acoplar un sustrato en un punto seleccionado por el usuario, analizar el sustrato y producir un dato indicativo del estado de sustrato en dicho punto individual;
 - (b) un módulo de determinación de posición adaptado para proporcionar una posición de dicho punto individual;
 - (c) un dispositivo de entrada de usuario;
 - (d) un conducto de señal adaptado para transmitir señales eléctricas; y
 - (e) una luz adaptada para transmitir una presión negativa desde una fuente de vacío externa hasta dicho módulo de adquisición de datos.
12. Un sistema de análisis de sustrato de la reivindicación 11, en el que dicho módulo de determinación de posición está adaptado para proporcionar coordenadas de posición que se definen con respecto a dicho sustrato.

13. Un sistema de análisis de sustrato de la reivindicación 11 o 12, en lo que dicho dispositivo de entrada de usuario de la sonda está adaptado para agrupar dichos datos en grupos de datos.

14. Un sistema de análisis de sustrato de cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en lo que la sonda comprende un indicador de dicho estado de sustrato.

5 15. Un controlador para la utilización en un sistema de análisis de sustrato, comprendiendo el controlador:

un módulo de localización de sonda para recibir datos de una sonda de sustrato que comprende un dato indicativo del estado en puntos individuales,

10 un módulo de medición que comprende un sensor de posición para recibir datos a partir de un indicador de posición de sustrato posicionado en dicho sustrato, y proporcionar datos medidos indicativos de una posición relativa de dicho indicador de posición y dicha sonda de sustrato; y

un sistema de detección de posición para tratar los datos medidos y generar datos de operación a la sonda de sustrato y al módulo de medida para coordinar su operación para proporcionar la determinación de dicha posición relativa para cada uno de dichos puntos individuales.

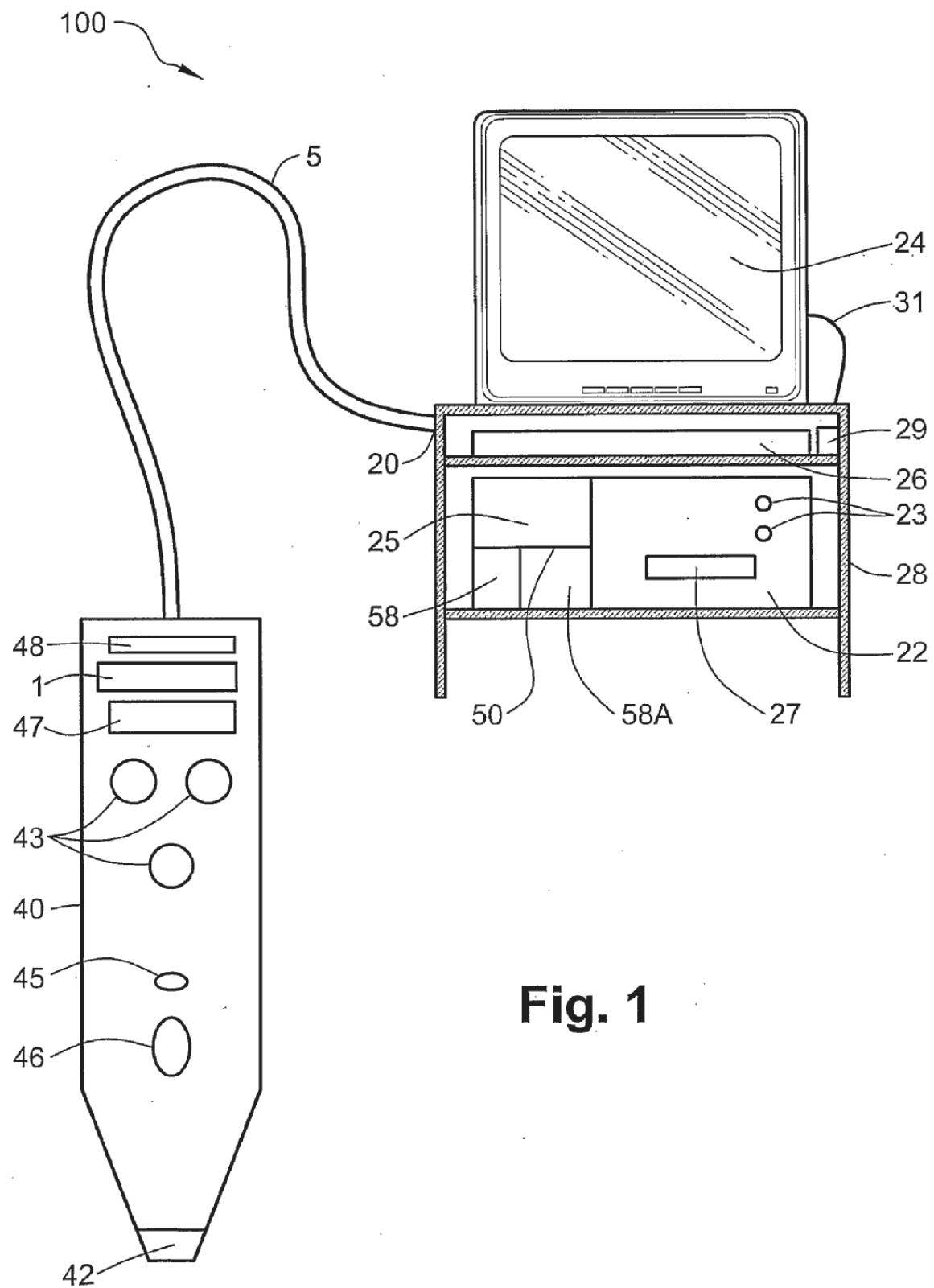


Fig. 1

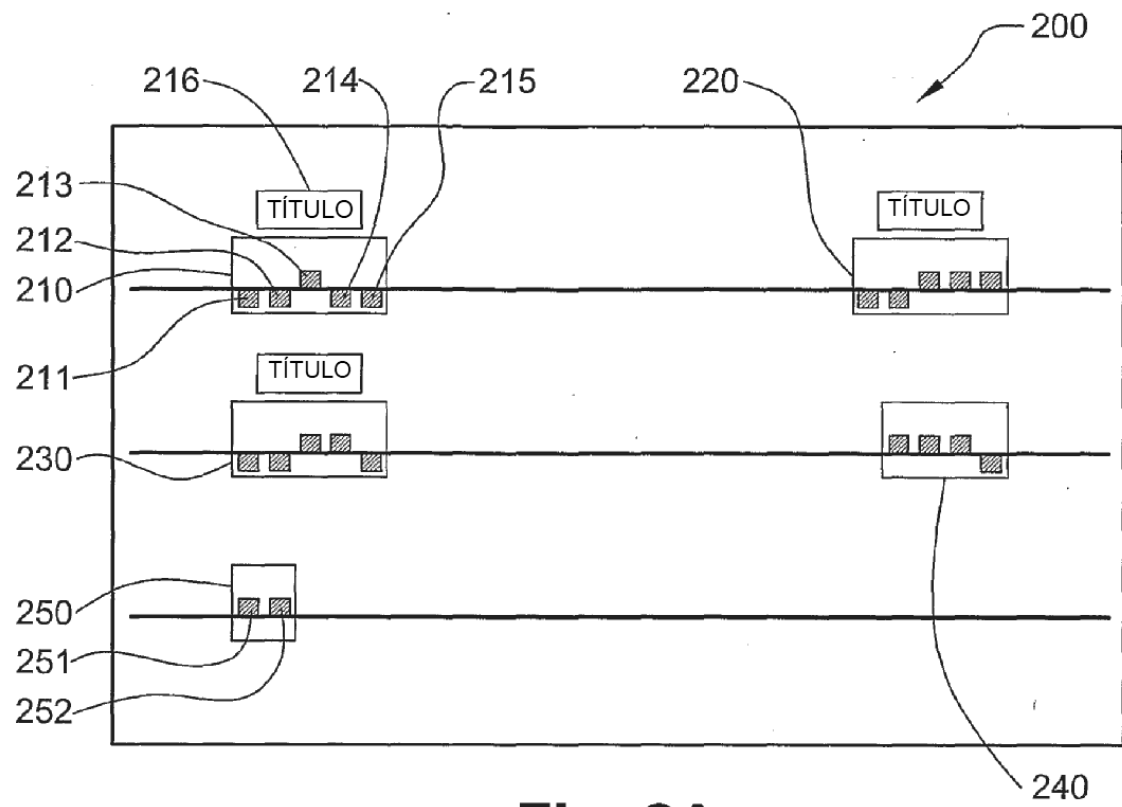


Fig. 2A

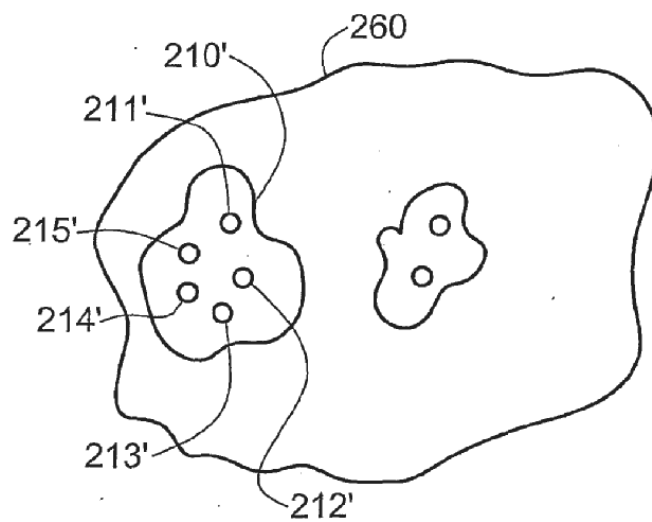


Fig. 2B

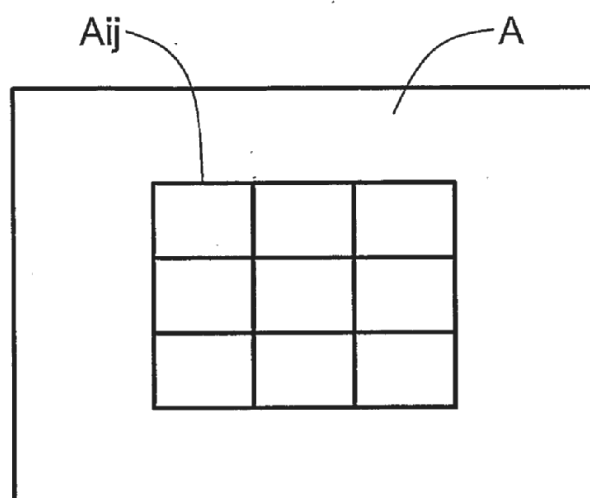


Fig. 2C

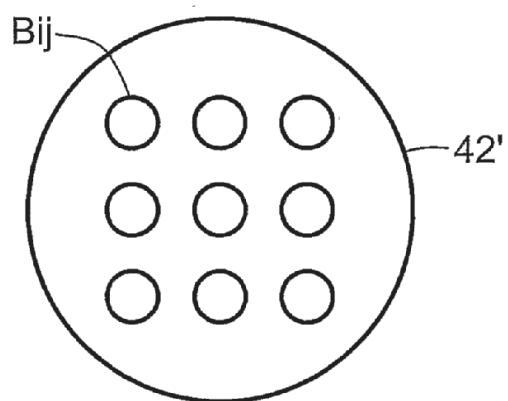


Fig. 2D

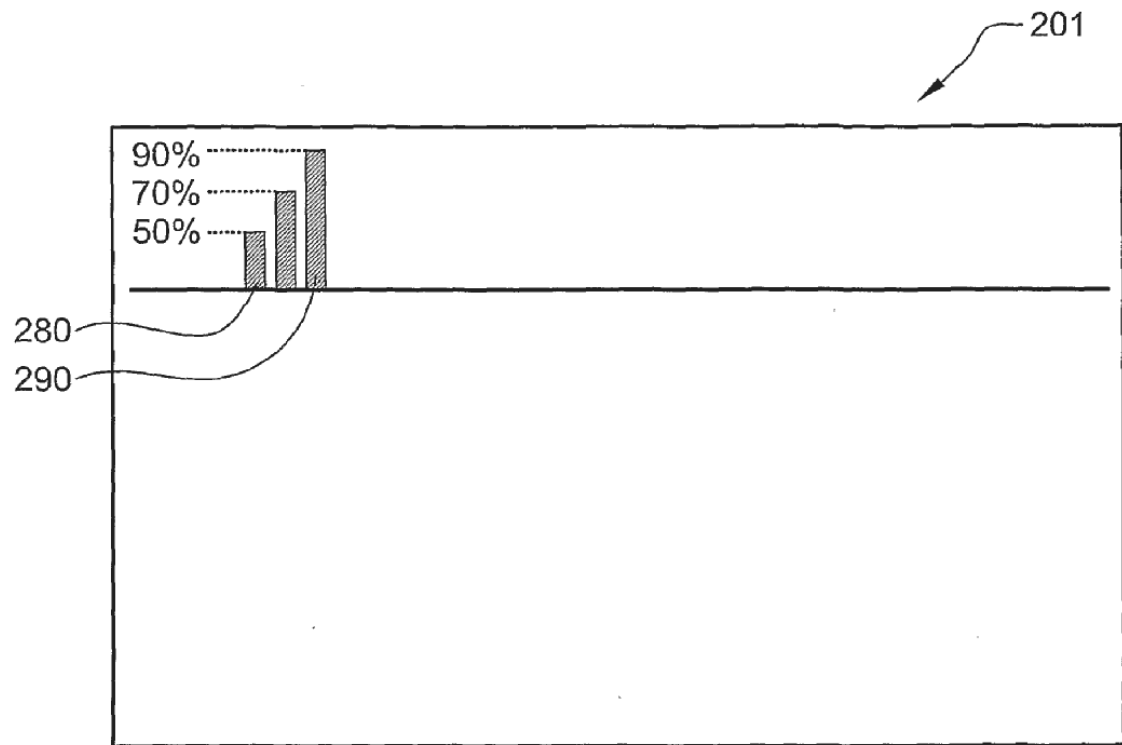


Fig. 2E

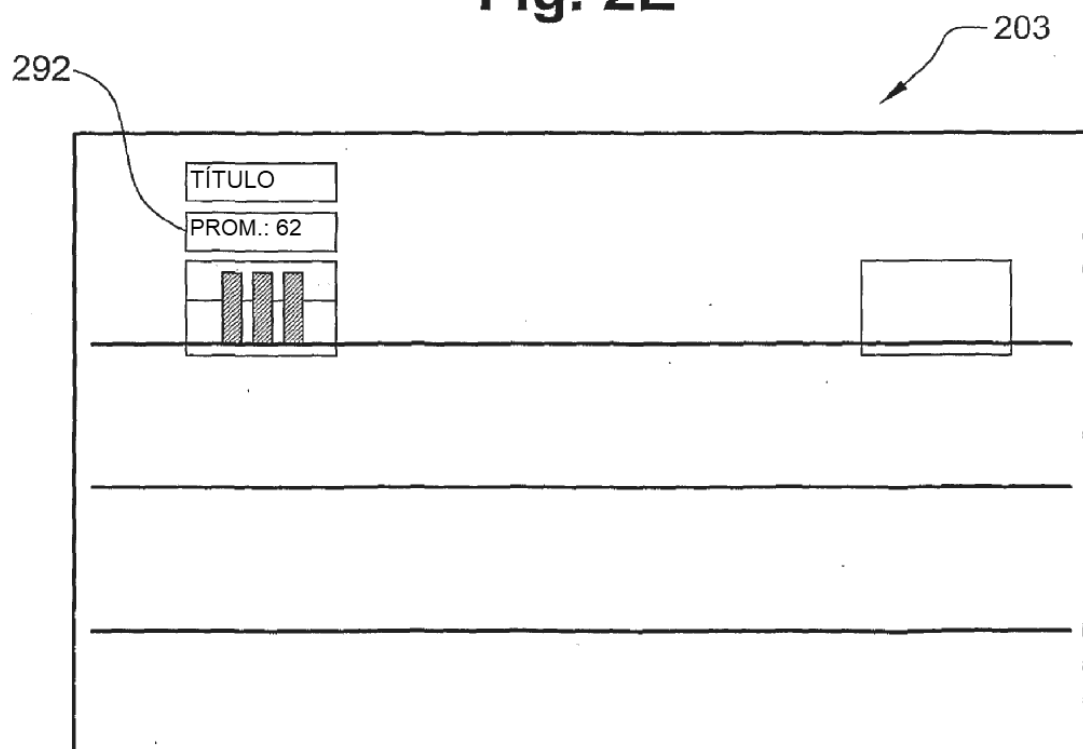


Fig. 2F

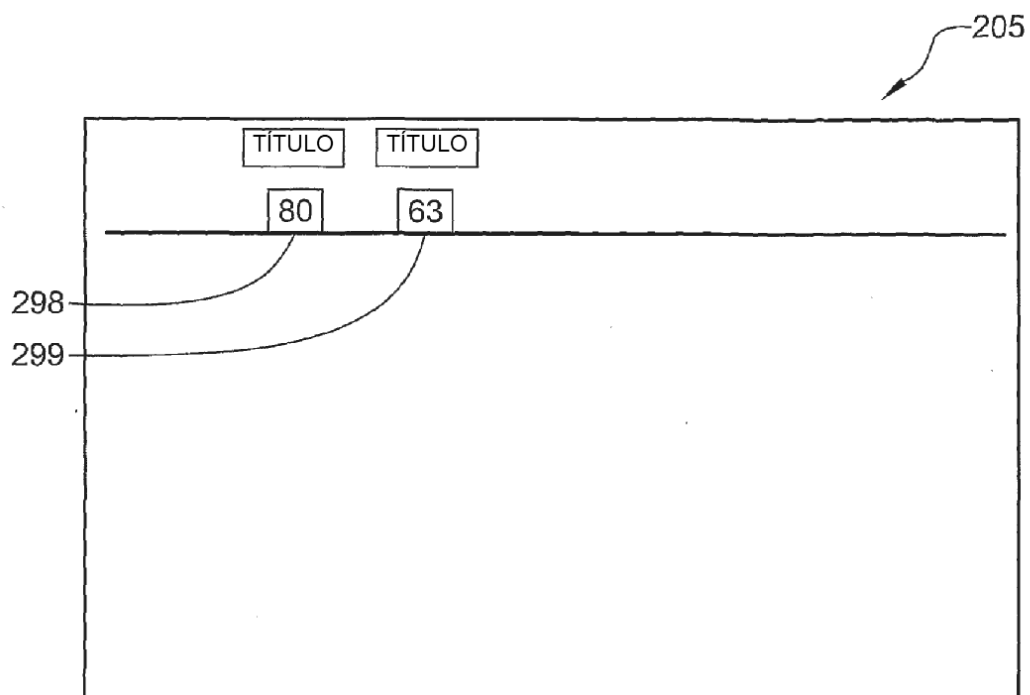


Fig. 2G

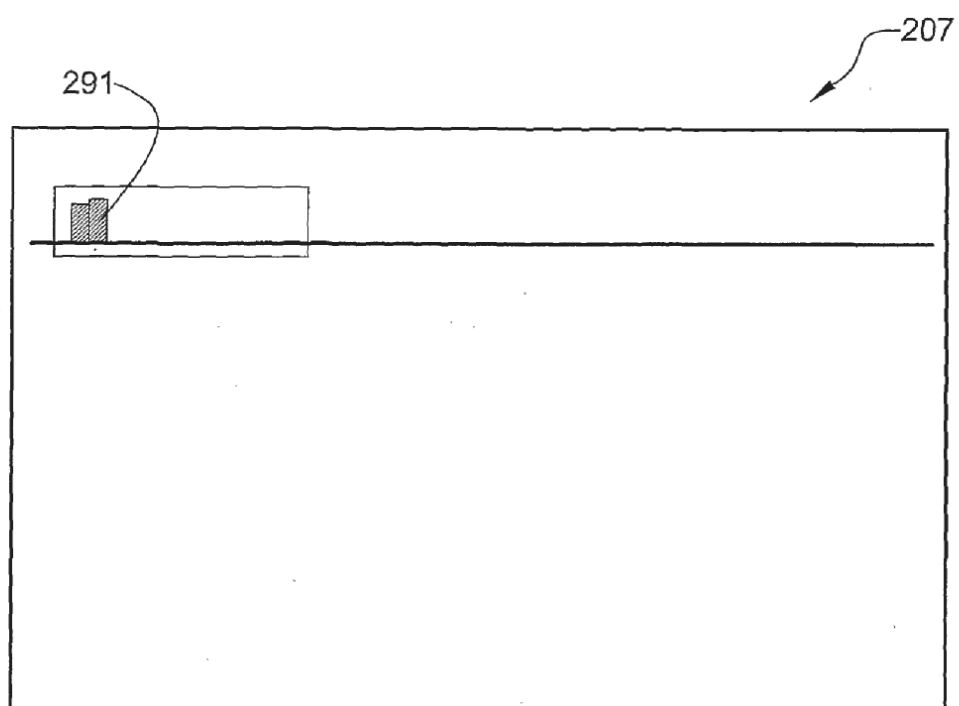


Fig. 2H

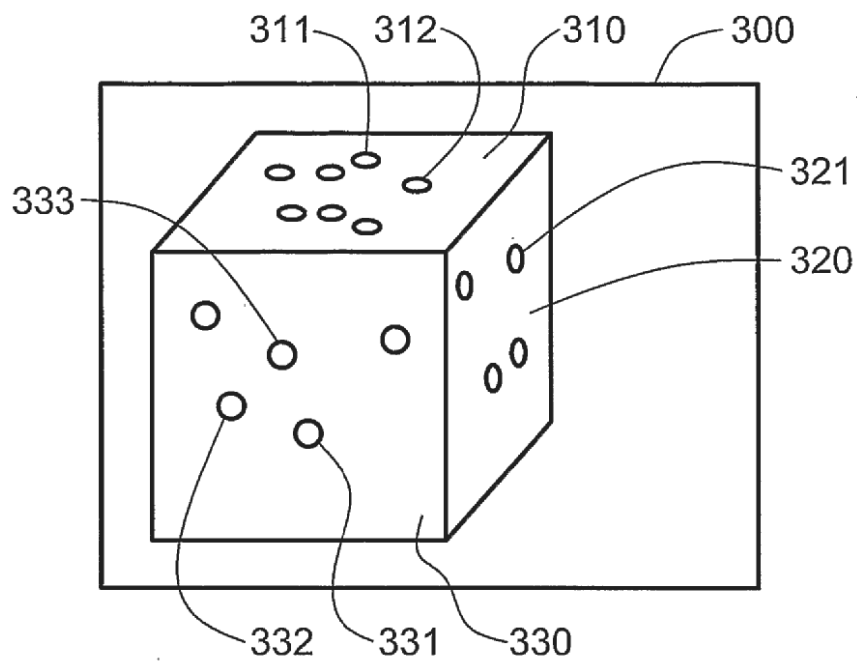


Fig. 3A

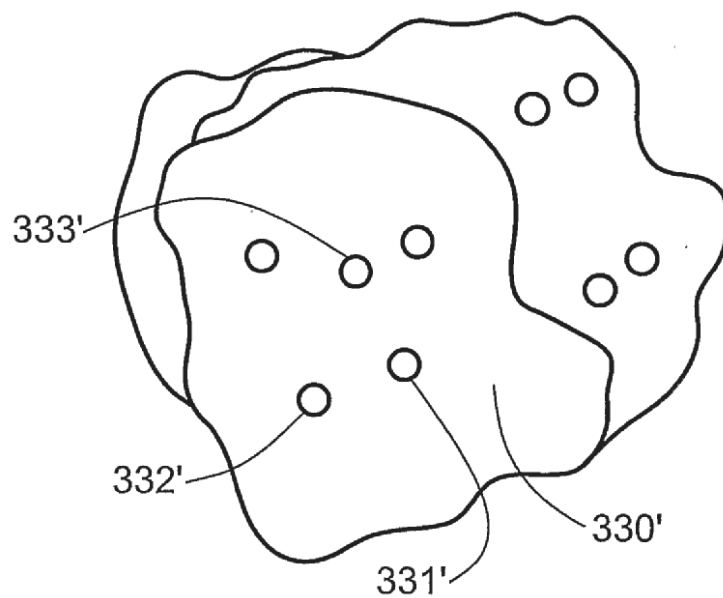
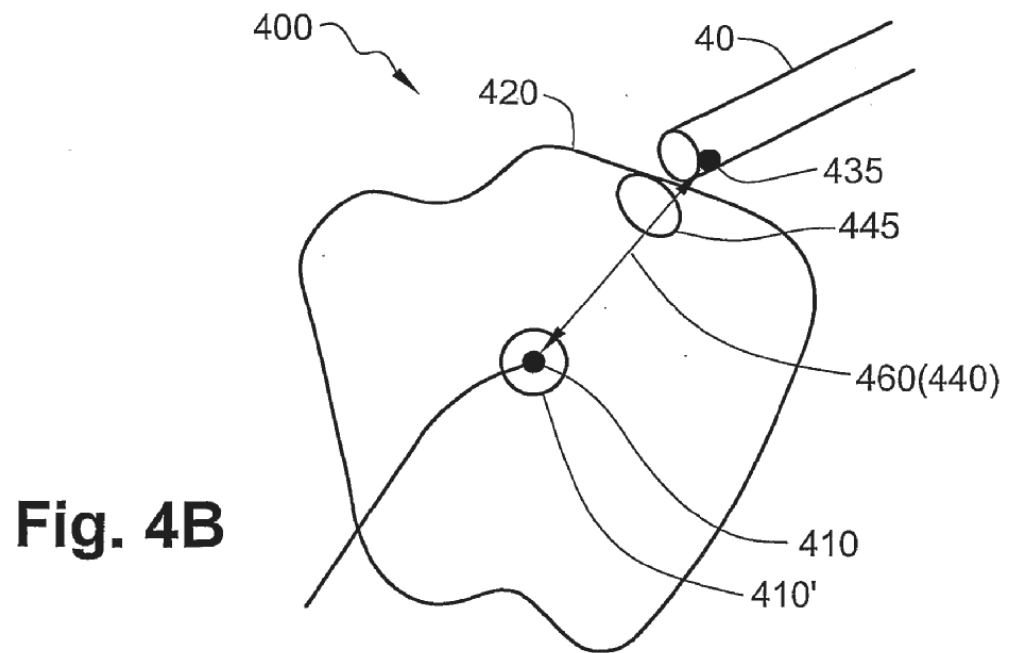
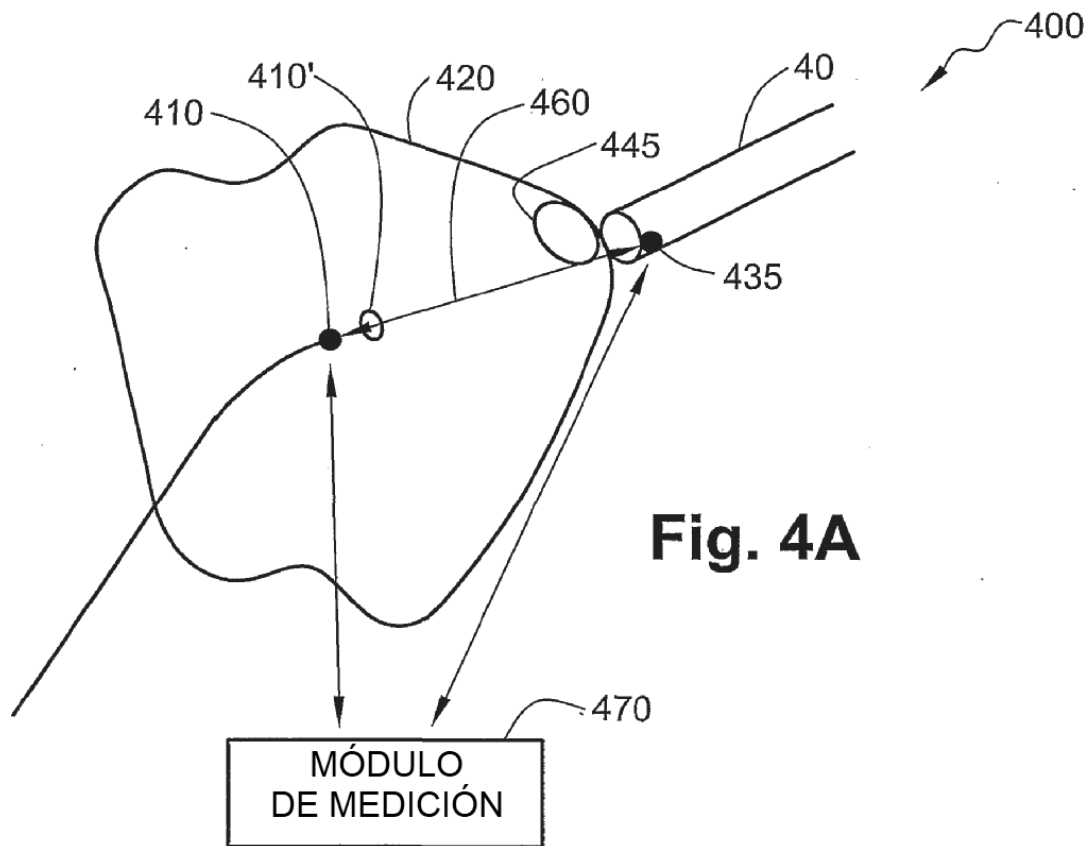


Fig. 3B



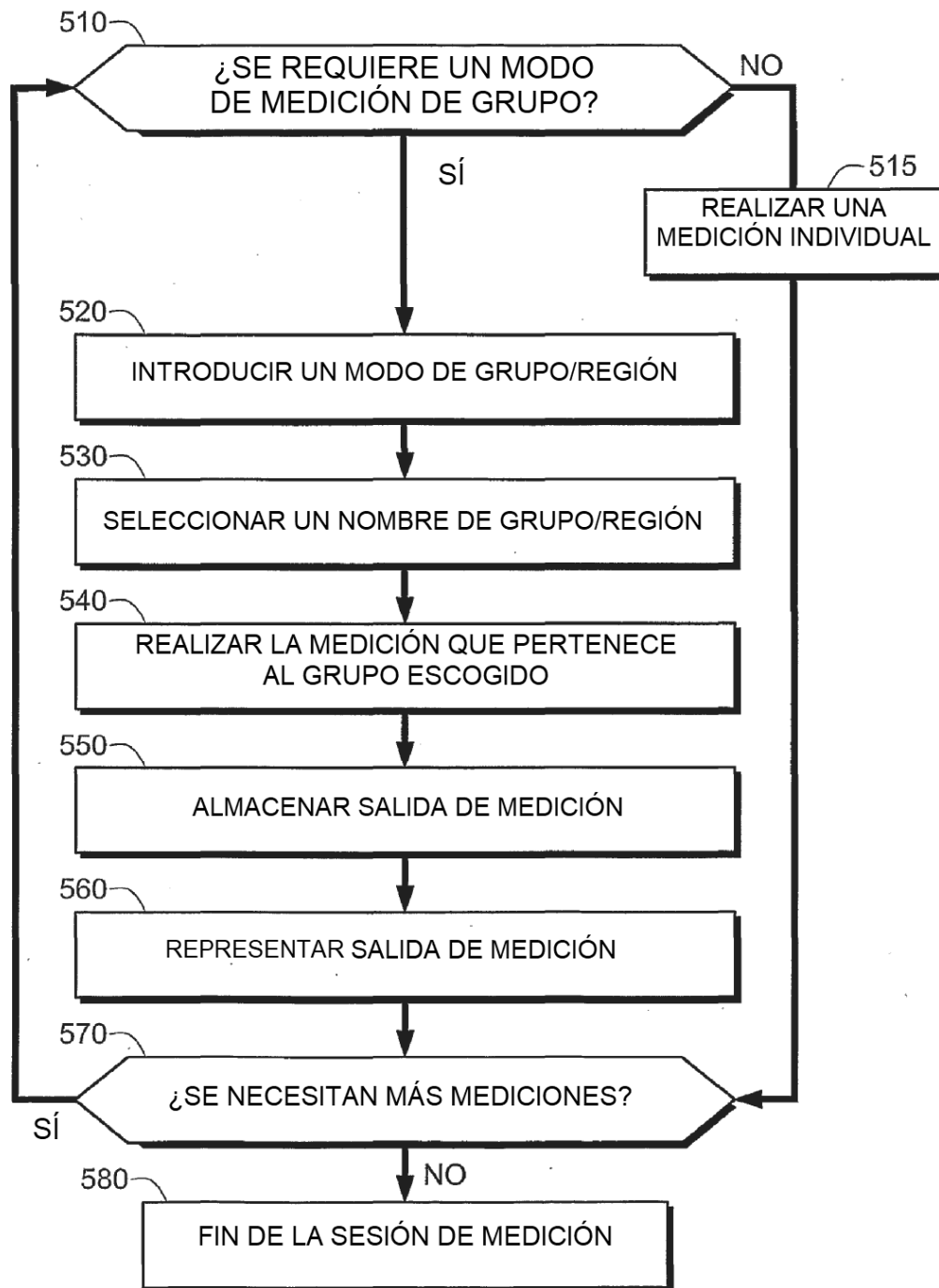


Fig. 5

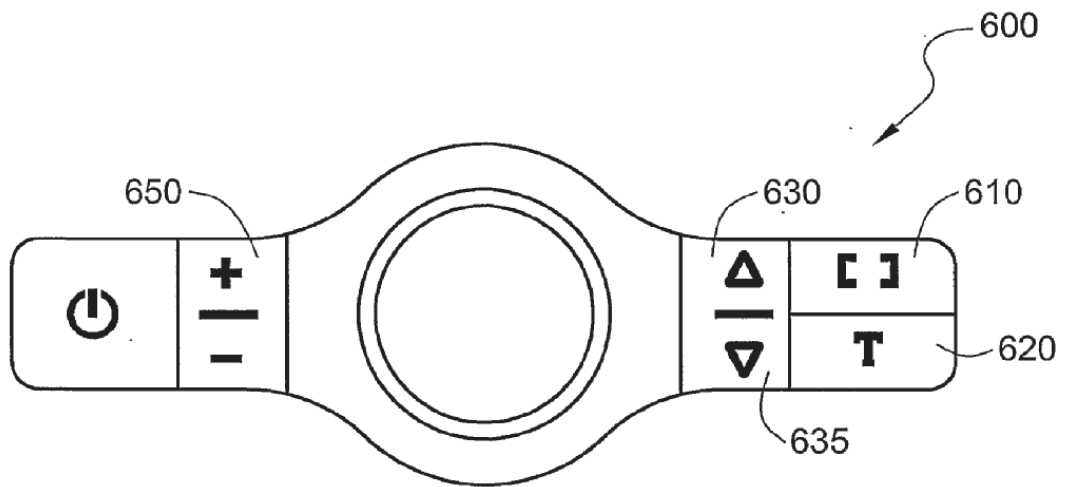


Fig. 6

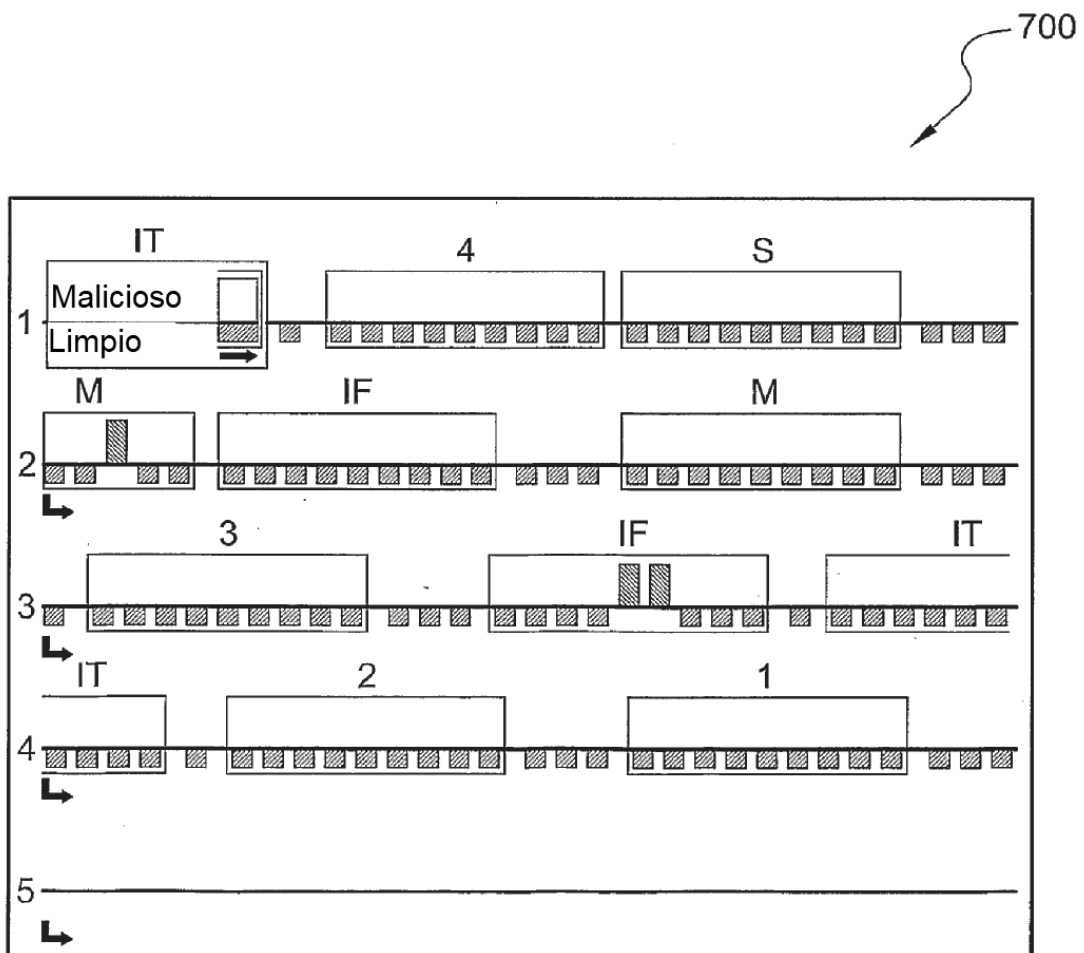
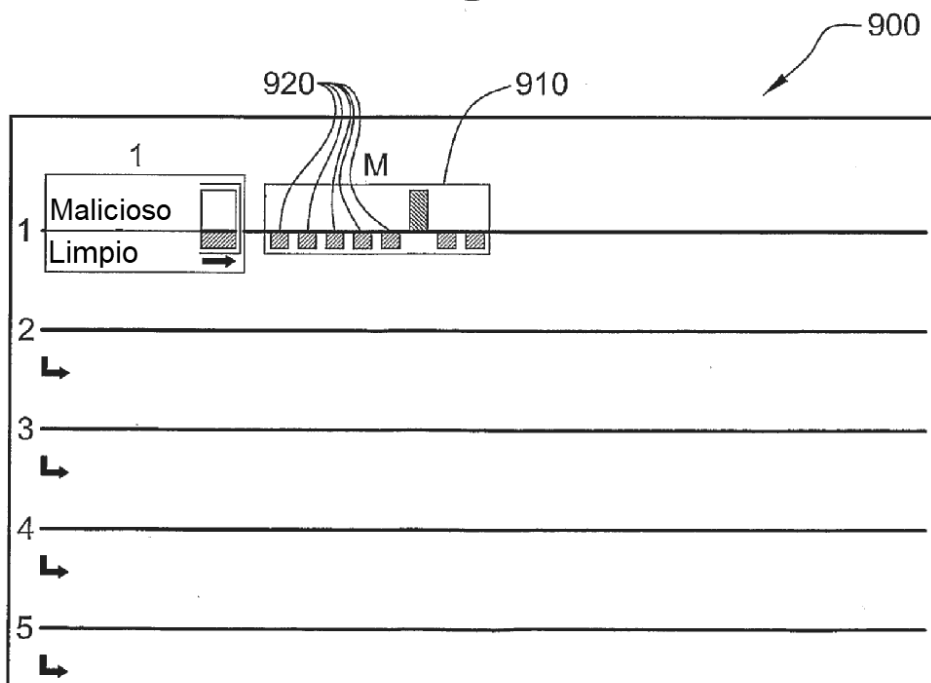
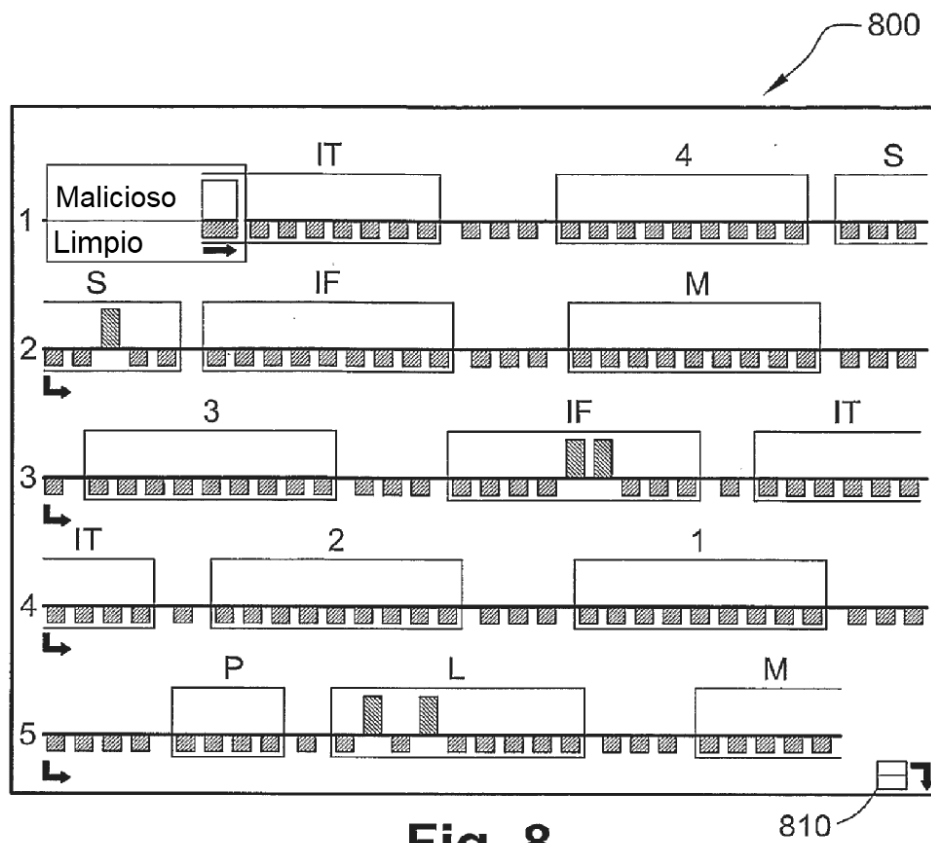


Fig. 7



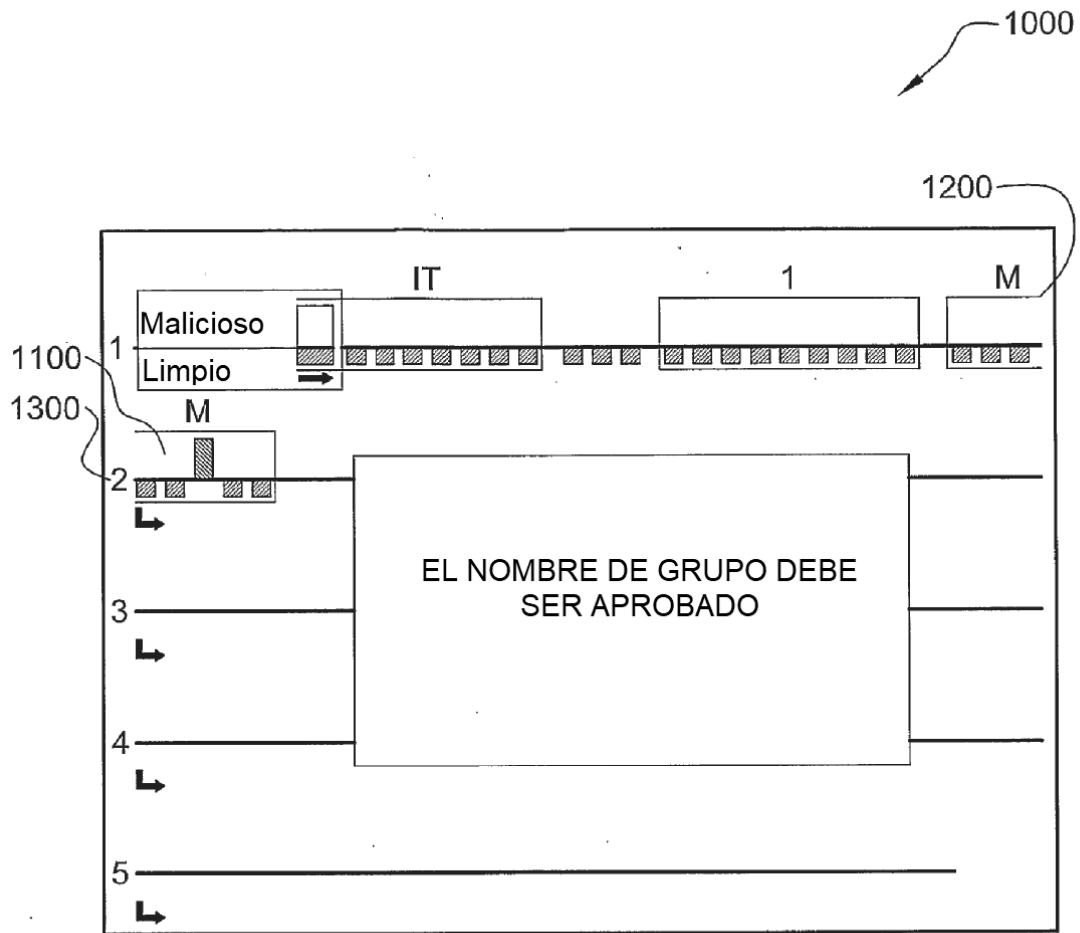


Fig. 10

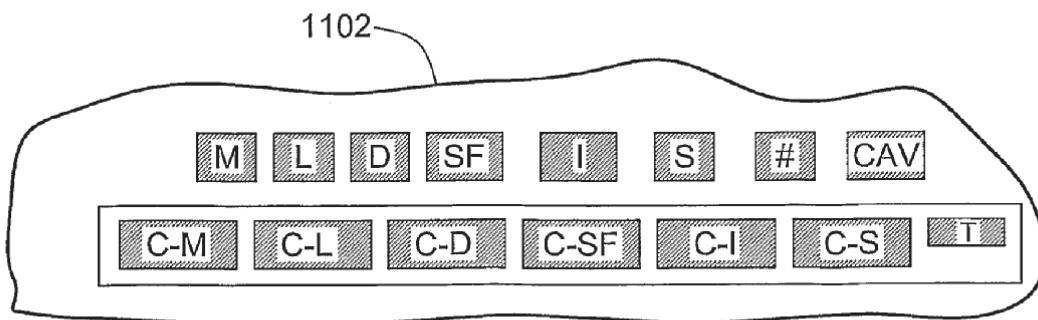


Fig. 11

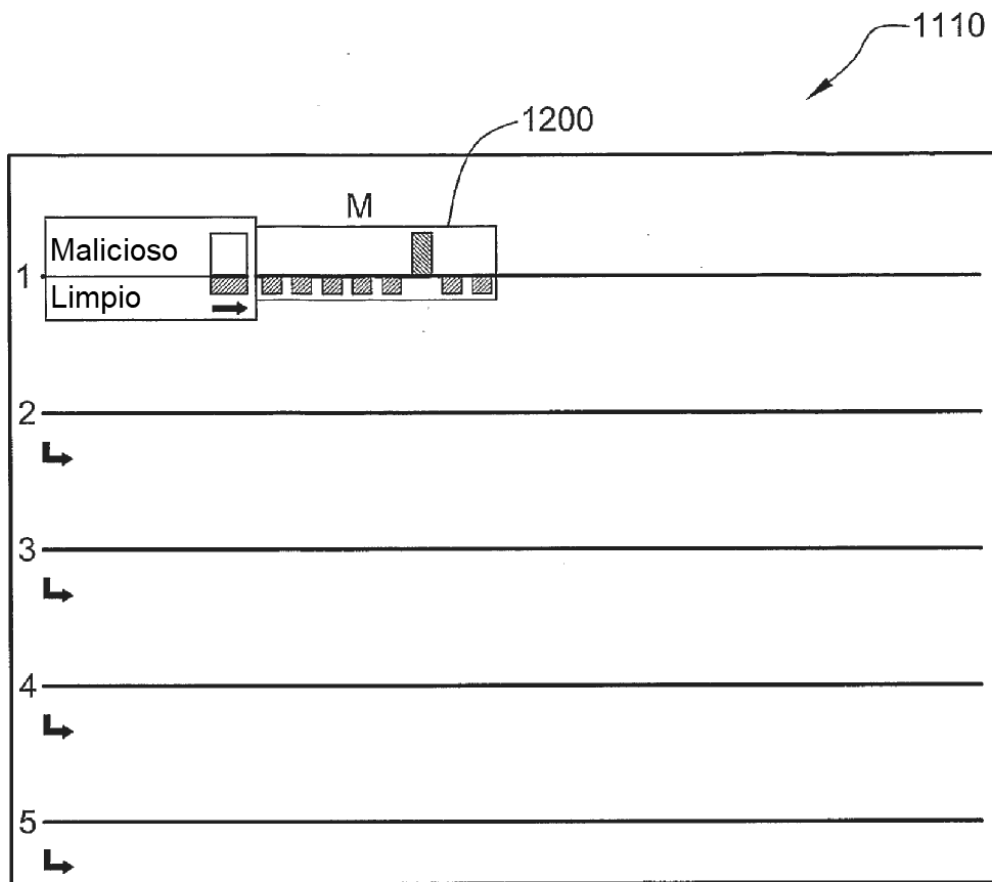


Fig. 12

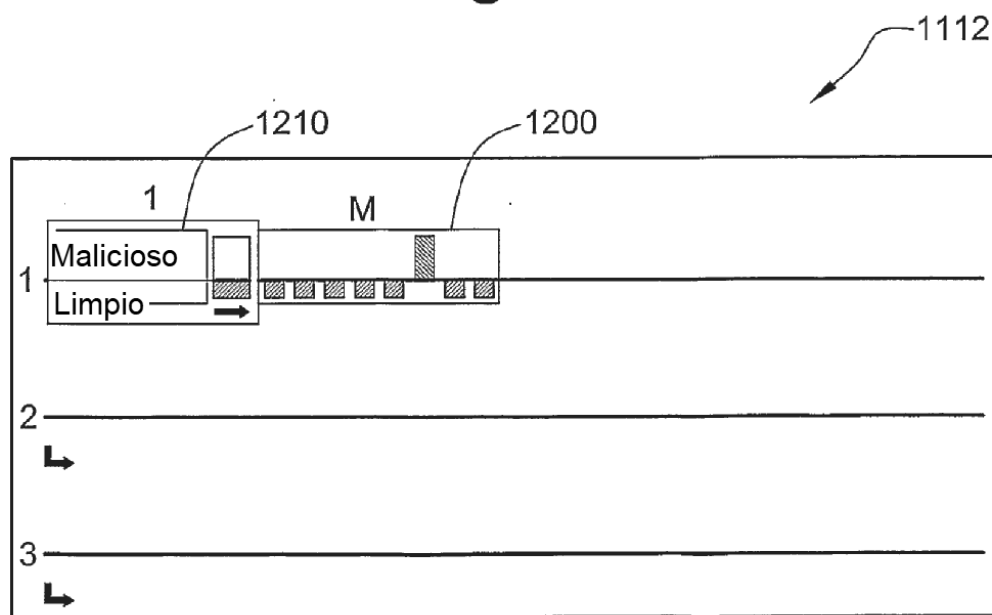


Fig. 13

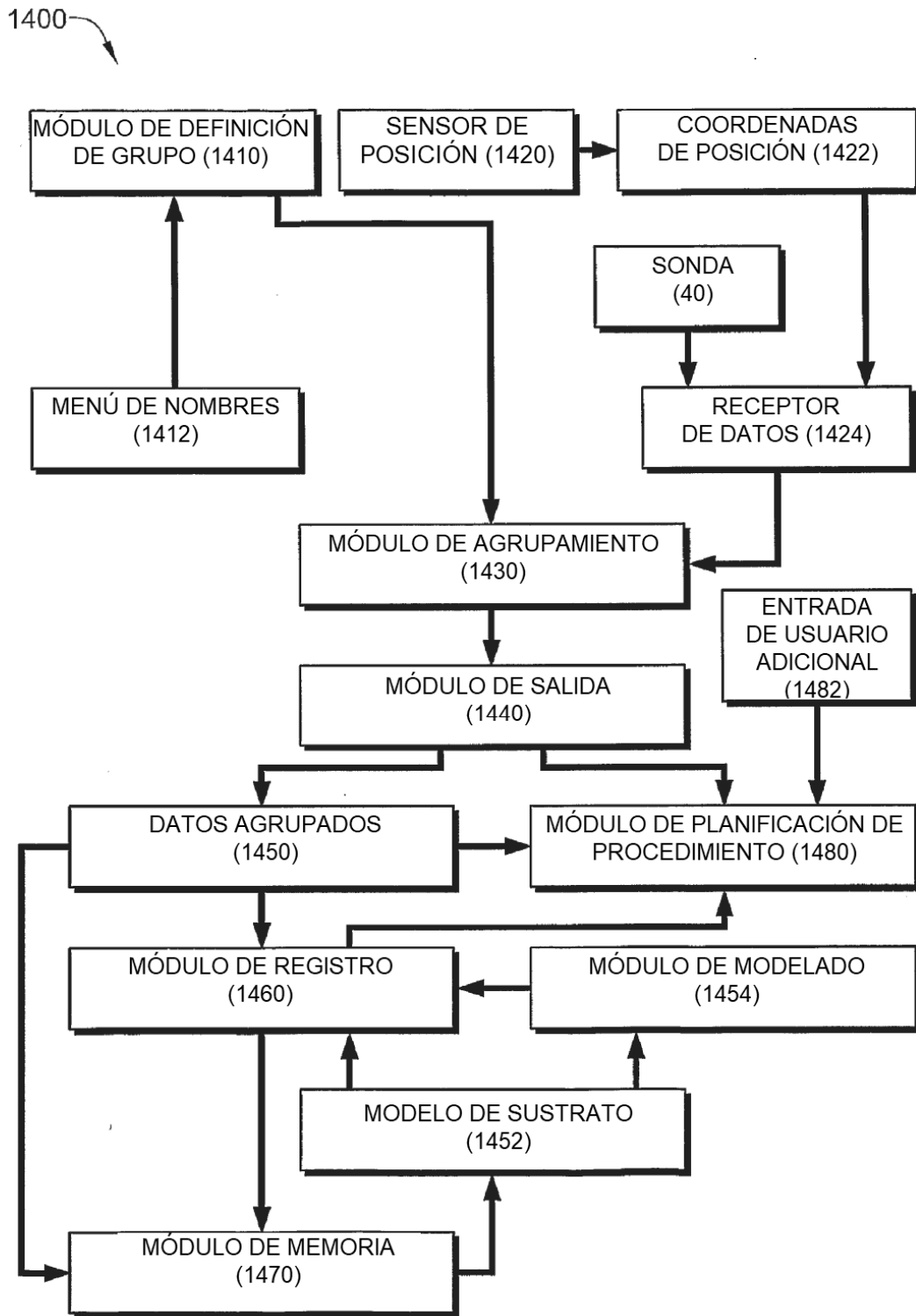


Fig. 14

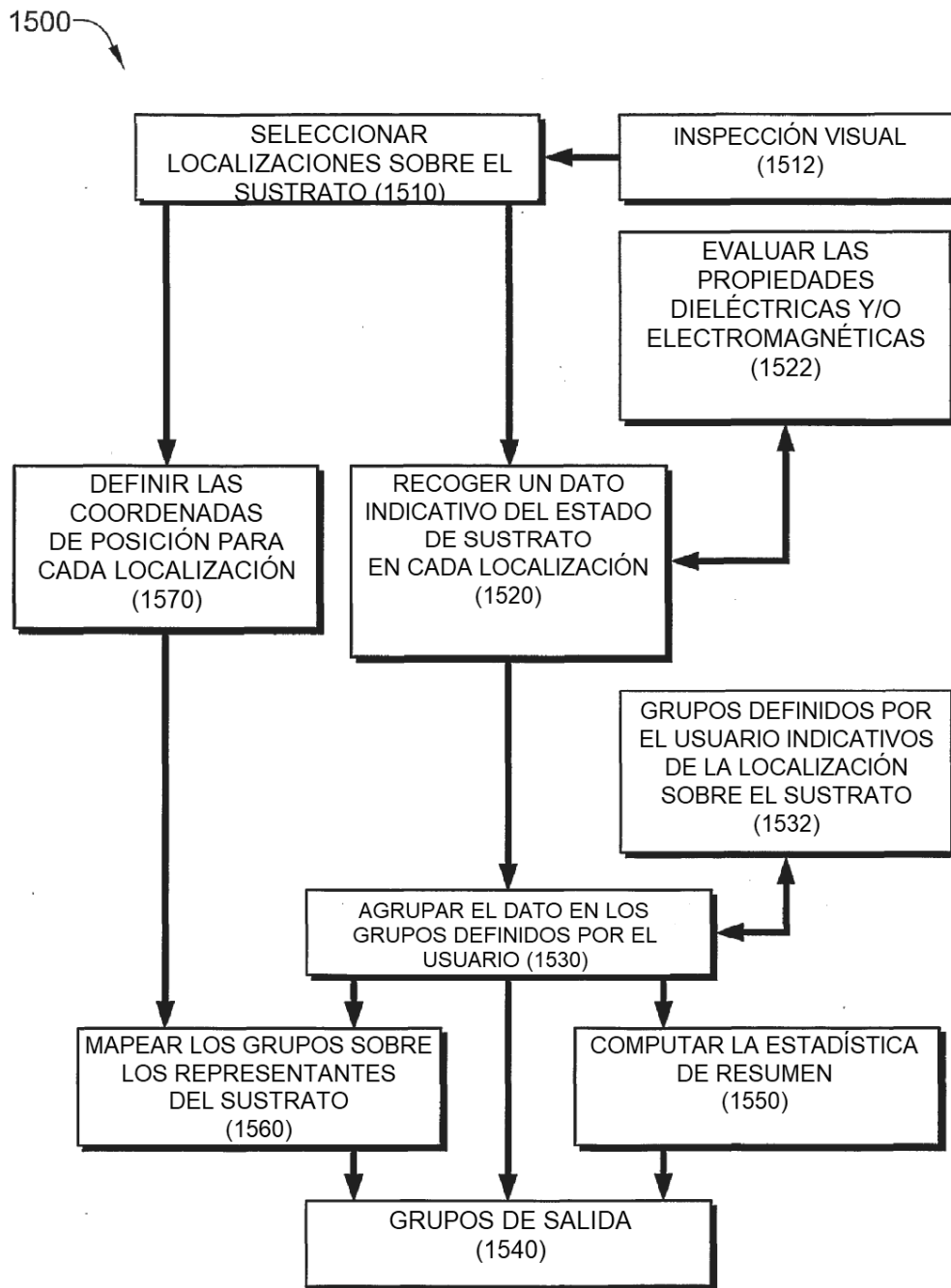


Fig. 15

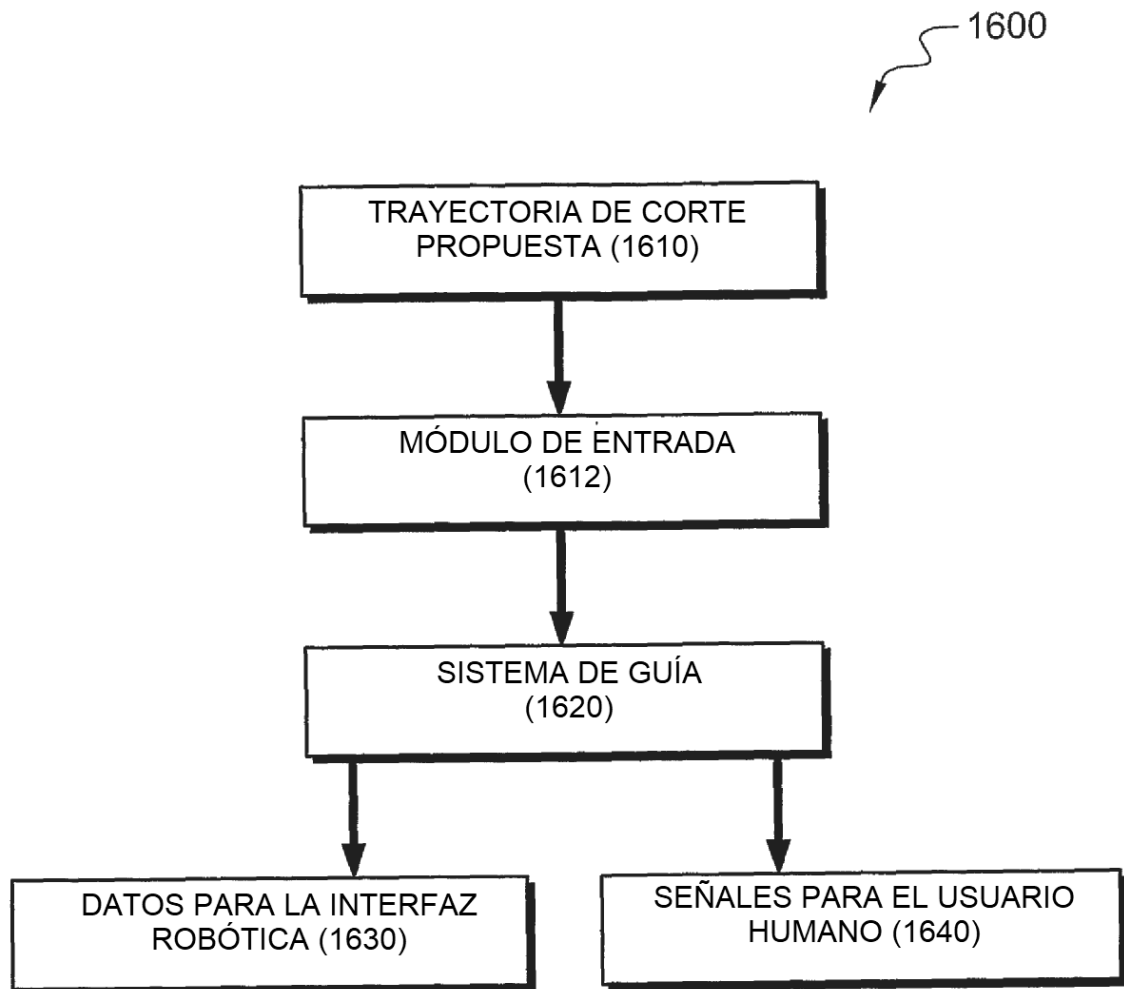


Fig. 16

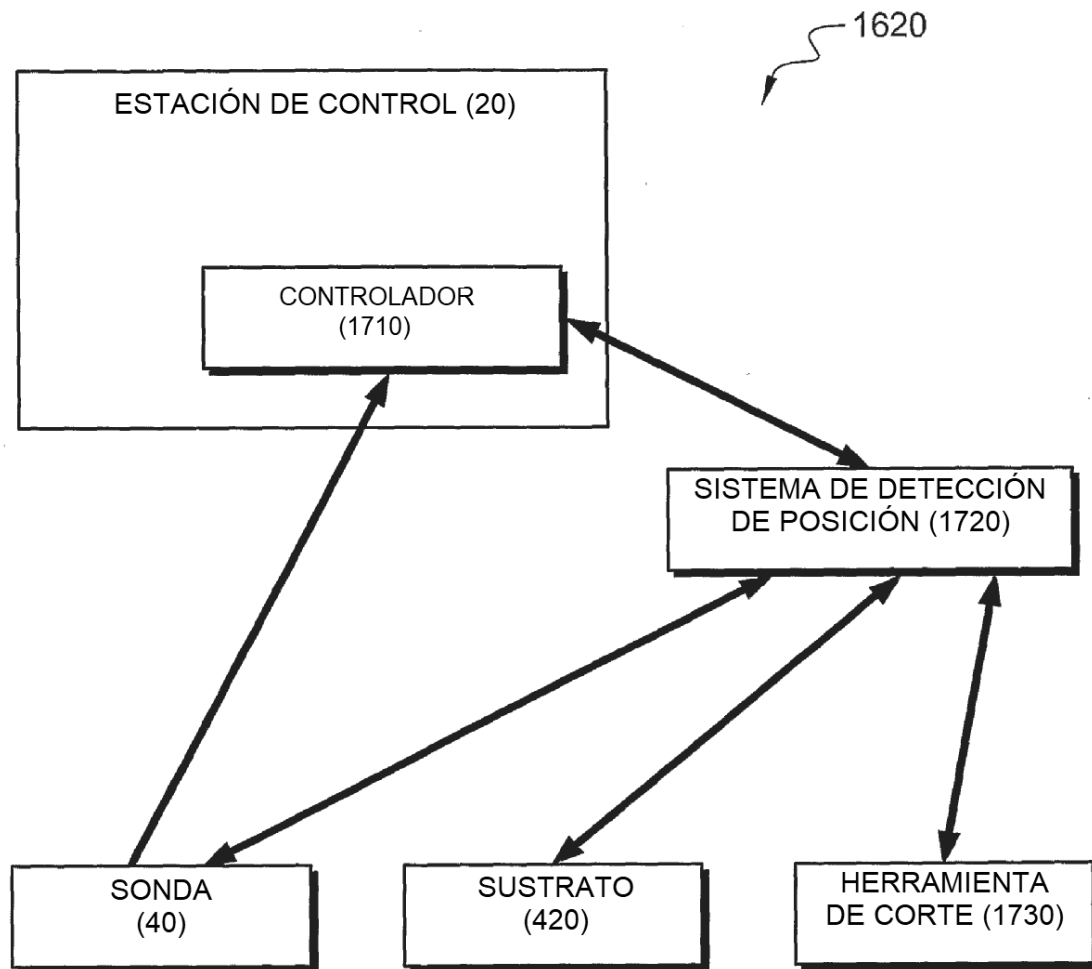


Fig. 17