

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 633**

51 Int. Cl.:

A61B 6/00 (2014.01)

A61B 10/02 (2006.01)

B01L 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2019 E 22217130 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2024 EP 4183347**

54 Título: **Obtención de imágenes de tejido en presencia de fluido durante un procedimiento de biopsia**

30 Prioridad:

26.12.2018 US 201862784935 P

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

06.11.2024

73 Titular/es:

**HOLOGIC, INC. (100.0%)
250 Campus Drive
Marlborough, MA 01752, US**

72 Inventor/es:

CHEN, BIAO

74 Agente/Representante:

MARTÍN DE LA CUESTA, Alicia María

ES 2 985 633 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

Obtención de imágenes de tejido en presencia de fluido durante un procedimiento de biopsia

5 **Campo**

Las invenciones dadas a conocer se refieren en general a la obtención de imágenes de muestras de tejido de biopsia, y más particularmente, a sistemas y métodos para obtener imágenes de muestras de tejido de biopsia en fluido, en tiempo real, durante un procedimiento de biopsia.

10

Antecedentes

Las biopsias son procedimientos médicos bien conocidos que implican la extracción de tejido de un cuerpo vivo y el examen del tejido para un estudio de diagnóstico, tal como determinar la presencia, causa o extensión de una enfermedad. Por ejemplo, puede realizarse una biopsia de tejido de mama humano para diagnosticar cáncer de mama u otras enfermedades. El procedimiento de diagnóstico actual es una biopsia por punción, que se realiza insertando un dispositivo de biopsia que tiene una aguja y un dispositivo de corte a través de una pequeña incisión y haciendo avanzar la aguja y el dispositivo de corte hasta el sitio del tejido de interés. El dispositivo de corte corta entonces una muestra de tejido, captura la muestra de tejido y retira la muestra de tejido a través de la pequeña incisión. Los dispositivos de biopsia por punción han usado diversos medios para retirar la muestra de tejido, tales como simplemente extraer el dispositivo a través de la incisión con la muestra de tejido capturada, o transportar la muestra de tejido hacia fuera a través del dispositivo donde puede retirarse o extraerse a través de un tubo a un recipiente. Una ventaja de retirar la muestra de tejido del dispositivo de biopsia es que pueden tomarse múltiples muestras sin tener que retirar el dispositivo de biopsia del paciente.

25

Se obtienen imágenes de la muestra de tejido normalmente para verificación usando sistemas de obtención de imágenes de rayos X. Por ejemplo, la muestra de tejido puede colocarse en una bandeja o un recipiente de muestra de rayos X y luego colocarse en un dispositivo de obtención de imágenes de muestras para tomar una imagen del tejido. También se han dado a conocer sistemas de biopsia y obtención de imágenes automatizados para realizar una biopsia y obtener imágenes de una muestra de tejido. Un ejemplo de aparato de biopsia y manipulación de tejido se describe en la patente estadounidense n.º 9.492.130 titulada SYSTEM FOR IMPROVED TISSUE-HANDLING AND IN LINE ANALYSIS OF THE TISSUE, cedida a Hologic, Inc., Marlborough, Massachusetts. Por ejemplo, la patente estadounidense n.º 9.492.130 divulga un sistema integrado de análisis de biopsia que tiene una herramienta de escisión de biopsia, un mecanismo de transporte de muestra de tejido para transportar automáticamente una muestra de tejido escindido de la herramienta de escisión de biopsia a una unidad de análisis/obtención de imágenes, y un sistema de análisis/obtención de imágenes para analizar automáticamente muestras de tejido tal como obtención de imágenes usando un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X. El sistema dado a conocer escinde muestras de tejido y transfiere y coloca las muestras de tejido escindidas en un soporte de muestra que tiene una pluralidad de ranuras de recepción de tejido para colocar una pluralidad de muestras de tejido diferentes. La unidad de obtención de imágenes está configurada para adquirir imágenes de las muestras de tejido en el soporte de tejido, tal como adquiriendo imágenes individuales de cada muestra de tejido en su ranura de recepción de tejido respectiva.

30

35

40

45

El documento US 2017/336706 divulga la obtención de imágenes de muestras radiográficas tomográficas 3D de múltiples ejes. Las vistas rotacionales pueden proporcionar información visual para la muestra de interés tanto en canales de luz blanca como de rayos X. El procesador informático reproduce una imagen producida a partir del modelo de luz reflejada y el modelo de rayos X, en el que el modelo de luz reflejada y el modelo de rayos X se registran conjuntamente en el espacio tridimensional.

50 **Sumario**

Los sistemas de biopsia y obtención de imágenes descritos anteriormente tienen algunos inconvenientes. En un ejemplo, uno o más fluidos utilizados durante o resultantes del procedimiento de biopsia a menudo permanecen en el campo de obtención de imágenes o área de la que se obtienen imágenes mediante un dispositivo de obtención de imágenes e interfieren con la obtención de imágenes de muestras. Por ejemplo, uno o más de sangre, solución salina y disoluciones quirúrgicas tales como anestésicos y otros fluidos biológicos pueden depositarse en un compartimento de almacenamiento de tejido y en el campo de obtención de imágenes. Estos fluidos interfieren con la obtención de imágenes de muestras de tejido y reducen la calidad de imagen. Por ejemplo, cuando se adquiere una imagen usando un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X, los fluidos pueden cubrir u ocultar parcial o completamente una muestra de tejido y/o adherirse a la parte superior de o cubrir parcial o completamente una muestra de tejido. Los fluidos interferentes pueden tener atributos de atenuación que son similares a las muestras de tejido de las que están obteniéndose imágenes y ocultar los bordes y límites de las muestras. Por tanto, una muestra de tejido de la que se obtienen imágenes puede parecer similar a tejido canceroso o tejido que tiene características indicativas de cáncer, tal como una masa, tumor o calcificación. El fluido interferente también puede aparecer como una sombra que bloquea partes de la imagen de interés.

65

Por ejemplo, un fluido de suministro tal como solución salina puede utilizarse para transportar una muestra de tejido a través de un tubo de vacío y puede liberarse sangre durante el tejido de biopsia. La sangre y la solución salina pueden interferir con la obtención de imágenes por rayos X y complicar la revisión y el análisis por radiólogos. Por ejemplo, las imágenes generadas por un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X pueden verse comprometidas por fluido que oculta los bordes o límites de las muestras de tejido y este contraste y nitidez de imagen reducidos en relación con otros elementos de imagen pueden reducir la precisión de la identificación y diferenciación de calcificaciones, masas, tejido canceroso, etc. Estas dificultades y deficiencias se combinan a medida que hay más fluidos presentes en un compartimento de muestra de tejido y campo de obtención de imágenes. No es raro que la sangre cubra completamente una muestra de tejido.

Por tanto, aunque una imagen de rayos X adquirida por un aparato conocido de biopsia y manipulación de tejido puede representar ciertos objetos internos de interés o calcificaciones, partes de la imagen resultante, estructuras de tejido externas y bordes o límites de la muestra de tejido pueden no representarse claramente como resultado de fluidos atenuantes o interferentes. Esto puede complicar la identificación de dónde se encuentra en la muestra de tejido una lesión o calcificación u otro objeto de interés, tal como un implante, debido a los límites atenuados u ocultos de la muestra. Además de afectar a la calidad de imagen y la calidad del diagnóstico por el radiólogo, los fluidos interferentes en el campo de obtención de imágenes también pueden alterar el flujo de trabajo de revisión como resultado de tener que gastar tiempo adicional en imágenes de menor calidad que no están listas para la evaluación inmediata o en tiempo real, con el resultado de que puede ser necesario tomar muestras adicionales y/o puede ser necesario adquirir imágenes adicionales. Estas complicaciones e ineficiencias también pueden reducir la comodidad del paciente como resultado de procedimientos, obtención de imágenes y tiempo adicionales que un paciente debe permanecer bajo compresión durante el procedimiento de biopsia.

La invención se expone en el juego de reivindicaciones adjuntas.

Las realizaciones del aparato de manipulación de tejido de biopsia descrito en el presente documento proporcionan una obtención de imágenes de muestra de tejido en línea mejorada en presencia de fluidos tales como uno o más de sangre, solución salina y disoluciones quirúrgicas tales como anestésicos y otros fluidos biológicos.

Las realizaciones de las invenciones dadas a conocer también proporcionan una obtención de imágenes mejorada de muestras de tejido en línea en presencia de sustancias atenuantes en el campo de visión de un dispositivo de obtención de imágenes durante la adquisición de imágenes de muestras de tejido.

Las realizaciones de las invenciones dadas a conocer también proporcionan una generación de imágenes de muestra de tejido mejorada e interfaces de usuario interactivas de sistemas de biopsia y manipulación de tejido.

Las realizaciones de las invenciones dadas a conocer están estructuradas para cortar una muestra de tejido de un sitio de biopsia de un paciente y transportar la muestra de tejido desde el sitio de biopsia con uno o más fluidos hasta un compartimento de almacenamiento de tejido del sistema de biopsia y manipulación de tejido. Las realizaciones realizan la obtención de imágenes y el examen de muestras de tejido en línea y en tiempo real durante el procedimiento. Durante el proceso de escisión y transporte o aspiración de una muestra de tejido desde el sitio de biopsia hasta el sistema de biopsia y manipulación de tejido están presentes diversos fluidos, incluyendo fluidos de administración. Por ejemplo, pueden estar presentes fluidos corporales tales como sangre resultante del procedimiento y una disolución quirúrgica tal como solución salina, en la ubicación de la biopsia o pueden fluir a través del sistema de biopsia y manipulación de tejido cuando se corta la muestra de tejido y/o se extrae la muestra de tejido del sistema de biopsia y manipulación de tejido. Las muestras de tejido se transportan desde el sitio de biopsia hasta el sistema de biopsia y manipulación de tejido a través de una trayectoria de fluido (por ejemplo, tubos flexibles, pasos de flujo, etc.) por vacío u otros dispositivos mecánicos y se depositan en una bandeja de muestras.

Las realizaciones de las invenciones dadas a conocer proporcionan un aparato de manipulación de tejido de biopsia utilizado para reducir de ese modo el impacto negativo que tienen los fluidos atenuantes depositados en un compartimento de almacenamiento de tejido y el campo de obtención de imágenes sobre las imágenes de muestra resultantes. Las realizaciones no sólo proporcionan imágenes de muestra de mayor calidad adquiridas en presencia de fluidos, sino que lo hacen en línea o en tiempo real durante un procedimiento de biopsia mientras un paciente está situado en una mesa de biopsia estereotáctica o dispositivos de obtención de imágenes de mama con capacidad de procedimiento de biopsia y proporcionan una revisión por un radiólogo más eficiente y productiva.

Las realizaciones de las invenciones dadas a conocer utilizan múltiples modalidades de obtención de imágenes y procesamiento de imágenes para modalidades respectivas para reducir el impacto de los fluidos interferentes o atenuantes durante la obtención de imágenes de muestras. Las realizaciones de las invenciones dadas a conocer también pueden utilizar una combinación de configuraciones particulares de bandejas de muestra y procesamiento de imágenes híbridas diseñadas para eliminar el fluido interferente de un campo de obtención de imágenes o impedir que el fluido interferente entre en el campo de obtención de imágenes, reduciendo o eliminando de ese modo el impacto negativo de los fluidos en la obtención de imágenes de muestras y el análisis de imágenes de muestras en tiempo real durante un procedimiento y mientras un paciente todavía está situado en una mesa de biopsia.

Por tanto, en lugar de limitarse a tomar una imagen de rayos X y una óptica de una muestra de tejido y cambiar entre las dos imágenes, las realizaciones resuelven problemas y limitaciones estructurales y de procesamiento de imágenes de los sistemas de biopsia y manipulación de tejido y, específicamente, mejoran la obtención de imágenes de las muestras en presencia de uno o más fluidos, en tiempo real, durante un procedimiento de biopsia y el procesamiento de imágenes de muestras en tiempo real durante un procedimiento de biopsia.

Según un ejemplo que no forma parte de la presente invención, un método implementado por ordenador ejecutado por un sistema de tejido de biopsia y manipulación incluye recibir una muestra de tejido seccionada a través de un tubo de vacío u otro mecanismo de suministro mecánico y en un compartimento de almacenamiento de una bandeja de muestra de un conjunto de soporte de tejido del sistema. Con este propósito, uno o más fluidos, tales como sangre, solución salina o una combinación de los mismos, transporta la muestra de tejido seccionada a través de una luz definida por el tubo de vacío, y la muestra de tejido y el fluido se depositan conjuntamente en un compartimento de almacenamiento de tejido de una bandeja de muestra. El fluido contiene o cubre al menos parcialmente la muestra de tejido seccionada. Diferentes sistemas de obtención de imágenes del sistema de biopsia y manipulación de tejido adquieren imágenes y/o vídeos respectivos de la muestra de tejido seccionada y fluido en el compartimento de almacenamiento de tejido. Un sistema de obtención de imágenes, tal como un sistema de obtención de imágenes de rayos X, utiliza radiación electromagnética fuera de un espectro visible, mientras que otro sistema de obtención de imágenes, tal como un sistema de obtención de imágenes de cámara óptica, utiliza radiación electromagnética que está dentro del espectro visible. Un procesador de imágenes del aparato de manipulación de tejido de biopsia recibe datos de las imágenes de rayos X y óptica o fotogramas de vídeo y genera una imagen híbrida que incorpora partes de las imágenes de rayos X y óptica. Las partes de la imagen óptica incluidas en la imagen híbrida representan una superficie externa de la muestra de tejido seccionada, tal como un borde o una periferia de la muestra de tejido representada, más claramente que las partes de la imagen de rayos X correspondientes debido a que el borde o la periferia se atenúan o se eliminan por lavado por fluido interferente durante la adquisición de imágenes de rayos X. La imagen híbrida puede construirse superponiendo la imagen de rayos X con la imagen óptica. Tal como se adquiere, la imagen óptica es opaca o no transparente. El procesador de imágenes reduce selectivamente la transparencia óptica de la imagen. En una realización, diferentes partes de la imagen óptica tienen diferentes transparencias semitransparentes de modo que ciertas partes de la imagen óptica tienen una primera o menor transparencia para el borde o la periferia de modo que el borde o la periferia se enfatiza o se representa más claramente, y otra o segunda partes de la imagen óptica tiene mayor transparencia para la parte central o interior de modo que la imagen de rayos X es más claramente visible a través de la partes de la imagen óptica de mayor transparencia en comparación con la partes de la imagen óptica de menor transparencia. Por tanto, las realizaciones mitigan o compensan la atenuación del borde o la periferia de la muestra de tejido al interferir fluido que se produjo durante la adquisición de imágenes de rayos X para proporcionar una imagen híbrida más completa y exacta con una definición mejorada de borde o periferia y una identificación mejorada de objetos de interés en la muestra de tejido con referencia a un borde o una periferia.

El aparato de manipulación de tejido de biopsia comprende un conjunto de soporte de tejido, un primer sistema de obtención de imágenes tal como un sistema de obtención de imágenes de rayos X, un segundo sistema de obtención de imágenes tal como un sistema de obtención de imágenes de cámara óptica, un procesador de imágenes en comunicación con los sistemas de obtención de imágenes, y un elemento de visualización en comunicación con el procesador de imágenes. El conjunto de soporte de tejido incluye una bandeja de tejido o muestra que define compartimentos de almacenamiento de tejido y un tubo de vacío que define una luz. El soporte de tejido y el tubo de vacío están dispuestos y configurados para aspirar una muestra de tejido seccionada transportada por fluido al compartimento de almacenamiento de tejido con el resultado de que las muestras de tejido seccionadas están contenidas o cubiertas al menos parcialmente por fluido en compartimentos de almacenamiento de tejido respectivos. El sistema de obtención de imágenes de rayos X está configurado para adquirir una primera imagen de rayos X o vídeo de una muestra de tejido seccionada y fluido en un compartimento de almacenamiento de tejido, y el sistema de obtención de imágenes de cámara óptica está configurado para adquirir una segunda imagen, óptica o vídeo de la muestra de tejido seccionada y fluido en el compartimento de almacenamiento de tejido. El procesador de imágenes está configurado o programado para recibir la imagen de rayos X y la imagen óptica y para generar una imagen híbrida que incorpora la imagen de rayos X y la imagen óptica o partes seleccionadas de las mismas. Las partes de la imagen óptica representan una superficie o un borde externo de la muestra de tejido seccionada más claramente que las partes de la imagen de rayos X correspondientes atenuadas por fluido durante la adquisición de la imagen de rayos X, y una parte central o interior de la imagen óptica puede tener una mayor transparencia de modo que la imagen de rayos X es más claramente visible a través de las partes de la imagen óptica de mayor transparencia. Por tanto, las realizaciones mitigan o compensan la atenuación del borde o la periferia de la muestra de tejido al interferir fluido que se produjo durante la adquisición de imágenes de rayos X para proporcionar una imagen híbrida más completa y exacta con una definición mejorada de borde o periferia y una identificación mejorada de objetos de interés en la muestra de tejido con referencia a un borde o una periferia. La imagen híbrida se presenta a través de una interfaz interactiva a través de un elemento de visualización en comunicación con el procesador de imágenes. Las realizaciones pueden implicar una imagen híbrida estática o individual y/o una imagen híbrida en tiempo real, dinámica o en directo.

Según una realización, la imagen híbrida se genera superponiendo la imagen de rayos X con la imagen óptica y

ajustando la transparencia de la imagen óptica de modo que la imagen de rayos X sea al menos parcialmente visible a lo largo de la imagen óptica. Los ajustes de transparencia pueden ejecutarse para que sean los mismos a lo largo de la imagen óptica. En otra realización, la transparencia de las partes de la imagen óptica seleccionadas o determinadas se ajusta a una primera transparencia, mientras que la transparencia de otras partes de la imagen óptica seleccionadas o determinadas se ajusta a una segunda transparencia diferente para proporcionar transparencia de imagen óptica variable a lo largo de la imagen óptica. La transparencia variable puede implicar dos, tres, cuatro y otros niveles de transparencia. Según otra realización, el procesador de imágenes selecciona o extrae sólo ciertas partes de la imagen óptica, y estas partes seleccionadas o extraídas se ajustan para dar énfasis según sea necesario mediante la reducción de transparencia para que sean semitransparentes o mediante la adición de datos gráficos parásitos, un marcador, indicador o identificador, por ejemplo, a lo largo del borde o la periferia. Las partes de la imagen óptica extraídas y procesadas se aplican entonces sobre la imagen de rayos X para formar una imagen híbrida. En esta realización, sólo una parte de la imagen óptica se aplica sobre la imagen de rayos X en lugar de aplicarse una imagen óptica completa sobre la imagen de rayos X. Por tanto, la información superpuesta usada para generar una imagen híbrida puede estar en forma de una imagen óptica, partes seleccionadas o extraídas de la misma o generadas o generadas o gráficos mediante el procesamiento de las mismas, lo que puede implicar enfatizar las partes extraídas y/o ejecutar procesamiento de gráficos para enfatizar las partes extraídas o añadir marcas parásitas para un énfasis adicional.

El procesador de imágenes detecta un borde o una periferia de la muestra de tejido seccionada representada en la imagen óptica y genera la imagen híbrida basándose, al menos en parte, en la imagen de rayos X, la imagen óptica (o partes extraídas y/o procesadas de la misma), y la periferia o el borde detectado de la muestra de tejido seccionada representada en la imagen óptica (o partes extraídas y/o procesadas de la misma). La imagen óptica o partes de la misma compensan la atenuación de la periferia o el borde representado en la imagen de rayos X resultante de la atenuación de fluido durante la adquisición de imágenes de rayos X. Por ejemplo, una parte de la imagen óptica correspondiente a un borde o una periferia de la muestra de tejido representada puede tener su transparencia ajustada desde la transparencia de imagen digital o la transparencia del 0% a un nivel de semitransparencia que permite una representación más clara del borde o la periferia en la imagen óptica para compensar las partes atenuadas de borde o periferia de la imagen de rayos X mientras que otras partes de la imagen óptica se ajustan para que tengan un mayor nivel de transparencia (por ejemplo, sustancial o completamente transparente) de modo que las partes de tejido internas y/o calcificaciones representadas en la imagen de rayos X son visibles a través de o no están ocultas por la imagen óptica superpuesta. Como otro ejemplo, las partes del borde o la periferia de la muestra de tejido representadas en la imagen óptica se extraen y procesan para enfatizar gráficamente las partes extraídas, que luego se aplican sobre la imagen de rayos X. Esto puede dar como resultado una "periferia" o "anillo" que se extrae de la imagen óptica y se aplica sobre la imagen de rayos X y tiene transparencia parcial para compensar la atenuación de la periferia o el anillo en la imagen de rayos X subyacente. Con esta periferia o anillo extraído, ninguna parte interior o central de la imagen óptica que se extiende a lo largo de la periferia o el anillo cubre otras partes de la imagen de rayos X de tal manera que las partes internas de la muestra de tejido y/o calcificaciones representadas en la imagen de rayos X no están ocultas por la imagen óptica y son claramente visibles a través del "orificio" transparente definido por la parte de anillo extraída de la imagen óptica.

Por tanto, con las realizaciones, puede extraerse una muestra de tejido sin problemas de un sitio de biopsia, depositarse en una bandeja de muestra, obtenerse imágenes y procesarse para generar una imagen híbrida con diferentes atributos de transparencia para compensar la interferencia o atenuación de fluidos, particularmente para la atenuación de bordes o periferia, y la imagen híbrida generada puede visualizarse a un radiólogo para una revisión y análisis de imágenes en tiempo real, y el radiólogo o cirujano puede determinar rápidamente si deben adquirirse biopsias y/o imágenes adicionales, por ejemplo, mientras un paciente todavía está situado en una mesa estereotáctica y antes de que el dispositivo de biopsia se haya retirado del paciente.

En una única o múltiples realizaciones, la primera imagen o imagen de rayos X es un tipo de imagen en escala de grises, y la segunda imagen u imagen óptica es una imagen digital en color generada por un sistema de cámara óptica. Las partes de una imagen híbrida generada según realizaciones representan una superficie externa (por ejemplo, borde o periferia y contorno de superficie) de la muestra de tejido seccionada más claramente que las partes de rayos X correspondientes de la imagen híbrida atenuadas, ocultas o eliminadas por lavado por uno o más fluidos que se depositaron con la muestra de tejido en el compartimento de almacenamiento de tejido. La imagen de rayos X puede representar tanto partes externas como internas del tejido de mama seccionado que se analiza y puede representar tanto tejido como calcificaciones. Por ejemplo, los rayos X pueden representar una calcificación o lesión dentro del tejido seccionado que no se representa mediante una imagen digital generada por un sistema de cámara, que sólo es capaz de obtener imágenes de superficies externas del tejido seccionado, y con realizaciones, la imagen híbrida comprende partes de la imagen óptica que enfatizan un borde o una periferia de la muestra de tejido, mientras que otras partes de la imagen óptica, tales como partes que se extienden entre partes periféricas, son sustancial o completamente transparentes para no ocultar la calcificación o lesión representada en la imagen de rayos X subyacente.

En una única o múltiples realizaciones, la bandeja de tejido o muestra en la que se deposita una muestra de tejido seccionada puede rotar dentro del conjunto de soporte de tejido, y la bandeja de muestra puede hacerse rotar o desplazarse hasta posiciones para cargar una muestra de tejido seccionada y hasta posiciones para adquirir

imágenes de muestra de tejido mediante diferentes dispositivos de obtención de imágenes. Los dispositivos de obtención de imágenes pueden activarse para adquirir imágenes respectivas mientras la bandeja de muestra está en la misma ubicación, o pueden adquirirse las imágenes respectivas en diferentes posiciones rotatorias.

5 En una única o múltiples realizaciones, la activación de sistemas de obtención de imágenes está vinculada al funcionamiento de una estructura mecánica de retirada de fluidos utilizada junto con realizaciones de procesamiento de imágenes. Por ejemplo, una bandeja de muestra puede incluir una estructura de retirada de fluido y se adquieren imágenes de rayos X y óptica mediante dispositivos de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica respectivos después de que una parte del fluido se haya evacuado del compartimento de almacenamiento de tejido por la estructura de retirada de fluido. Un ejemplo de una estructura de retirada de fluido es un filtro dispuesto sobre una base o suelo de un compartimento de almacenamiento de tejido que permite que al menos una parte del fluido que se depositó en el compartimento de almacenamiento de tejido pase desde una parte inferior del compartimento de almacenamiento de tejido a través del material filtrante y a un depósito de fluido situado por debajo de la bandeja de muestra. Una estructura de retirada de fluido también puede estar ubicada en una pared lateral del compartimento de almacenamiento de tejido.

En una única o múltiples realizaciones, el procesador de imágenes está ubicado en una ubicación remota con respecto a los dispositivos de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica, el conjunto de soporte de tejido y el elemento de visualización del sistema de manipulación de tejido por biopsia de tejido. En estas realizaciones, el procesador de imágenes recibe las imágenes de rayos X y óptica en la ubicación remota a través de una red de comunicación, y se genera una imagen híbrida mediante un procesador de imágenes en la ubicación remota, lo que puede implicar la ejecución de inteligencia de máquina en las imágenes de rayos X y óptica para la detección de bordes. La imagen híbrida con énfasis de borde o periferia generada en una ubicación remota se transmite entonces de vuelta a través de la red de comunicación al sistema de biopsia y manipulación de tejido y se presenta al usuario a través del elemento de visualización, lo que puede ser en tiempo real durante un procedimiento.

En una única o múltiples realizaciones, la imagen híbrida se genera superponiendo la imagen de rayos X con la segunda imagen o partes seleccionadas o extraídas de la imagen óptica. Con este propósito, la imagen óptica o partes seleccionadas o extraídas de la misma es semitransparente y se modifica para que sea semitransparente de modo que partes subyacentes de la imagen de rayos X son visibles a través de las partes de la imagen óptica semitransparentes mientras que la imagen óptica o partes seleccionadas o extraídas de la misma también son visibles. La opacidad o transparencia de una imagen óptica puede ajustarse para que sea suficientemente transparente y semitransparente de modo que una imagen de rayos X subyacente también sea visible. Por ejemplo, en realizaciones que implican la aplicación de una imagen óptica sobre la imagen de rayos X, las realizaciones pueden utilizar ajustes de un filtro o una capa de una imagen digital adquirida por el sistema de cámara óptica de una manera similar a los programas de edición de imágenes conocidos, tales como el programa de edición de imágenes PHOTOSHOP disponible de Adobe Inc., San Jose, California. PHOTOSHOP es una marca registrada de Adobe Inc. En otras realizaciones en las que sólo se usan partes seleccionadas o extraídas de la imagen óptica, por ejemplo, partes de borde o periferia de una muestra de tejido representada, sólo las partes de la imagen óptica seleccionadas o extraídas se aplican luego sobre la imagen de rayos X. Por ejemplo, puede extraerse un "anillo" de partes de la imagen óptica seleccionadas o extraídas que representan la periferia de la muestra de tejido, y aplicarse sobre la imagen de rayos X. El anillo de partes de la imagen óptica seleccionadas o extraídas compensa partes atenuadas en la imagen de rayos X y procesadas para un énfasis adicional si es necesario, mientras no oculta las calcificaciones u otros objetos de interés representados en la imagen de rayos X.

Las imágenes de rayos X y óptica pueden procesarse usando uno o más filtros de ruido y/o brillo en la preparación para o para facilitar la generación de una imagen híbrida basándose en la imagen de rayos X que se superpone con la imagen óptica o partes extraídas de la misma. Por ejemplo, el brillo de la imagen de rayos X puede reducirse usando un filtro de modo que otras partes de la imagen óptica puedan acentuarse o enfatizarse mientras que también se reduce la distracción visual de áreas excesivamente brillantes más allá de la muestra de tejido, tales como paredes de la bandeja de muestra y superficies expuestas de componentes magnéticos utilizados para hacer rotar la bandeja de muestra a diferentes posiciones. Este procesamiento de imágenes también puede reducir las partes de tejido de las que se obtienen imágenes que pueden ser ambiguas o interpretarse erróneamente como calcificación. Por ejemplo, puede aplicarse un primer filtro de brillo a la imagen de rayos X para identificar partes de la imagen de rayos X que tienen un nivel de brillo mayor que un umbral de brillo máximo predeterminado, y estas partes identificadas se enmascaran o tienen su brillo reducido. También puede aplicarse un segundo filtro de brillo a la imagen de rayos X, y en estas realizaciones, el segundo filtro de brillo identifica partes de la imagen de rayos X que tienen un nivel de brillo menor que un segundo umbral de brillo mínimo predeterminado (por ejemplo, una parte inferior de bandeja más oscura en la que se deposita una muestra de tejido o material filtrante de la misma), y estas partes de la imagen de rayos X pueden enmascarse o se aumenta su brillo.

En una única o múltiples realizaciones, el procesamiento basado en el borde o la periferia de la muestra de tejido de la imagen óptica antes de la generación de la imagen híbrida implica una diferencia de contraste mínima predeterminada entre una parte de la muestra de tejido seccionada y una parte de la bandeja de muestra de la segunda imagen. La detección del borde de la muestra de tejido también puede realizarse con referencia a una estructura tal como una o más de una pared exterior de la bandeja de muestra, una pared interior o divisoria que es

compartida por múltiples compartimentos e indicadores grabados o impresos para compartimentos de almacenamiento de tejido respectivos.

5 En una única o múltiples realizaciones, el procesamiento de imágenes ópticas implica reducir la opacidad o
 10 aumentar la transparencia de la imagen óptica desde una opacidad de imagen primera o digital (opaca al 100 %; el
 0 % de transparencia) a una opacidad segunda o reducida o transparencia aumentada. De esta manera, la
 15 transparencia segunda o aumentada de la imagen óptica da como resultado que la imagen óptica (o partes
 seleccionadas o extraídas de la misma) sea semitransparente de tal manera que la imagen óptica (o partes
 20 seleccionadas o extraídas de la misma) sea visible para el usuario y las partes subyacentes correspondientes de la
 imagen de rayos X también sean visibles para el usuario a lo largo de la imagen óptica semitransparente o partes de
 la misma. La transparencia de toda la imagen óptica puede aumentarse de modo que toda la imagen óptica sea
 25 semitransparente y visible para el usuario y toda la imagen de rayos X subyacente sea visible para el usuario a lo
 largo de la imagen óptica semitransparente, o las partes extraídas de un borde o anillo pueden hacerse
 semitransparentes. Por tanto, la semitransparencia puede extenderse a lo largo de toda la imagen óptica o sólo las
 30 partes de la imagen óptica extraídas son semitransparentes. En una realización, se implementan ajustes de
 transparencia diferencial o variable de modo que la transparencia de las partes de la imagen óptica que representan
 una periferia o un borde de una muestra de tejido se aumenta para que sea semitransparente, mientras que la
 35 transparencia de otras partes de la imagen óptica (por ejemplo, partes centrales o interiores que se extienden a lo
 largo de una calcificación que es visible en la imagen de rayos X), se aumenta adicionalmente para que sean más
 transparentes que las partes de periferia o borde de la imagen óptica o completamente transparentes. Por tanto,
 estas partes de la imagen óptica sustancial o completamente transparentes no ocultan las partes correspondientes
 de la imagen de rayos X que representan una calcificación u otro objeto de interés. De esta manera, los ajustes de
 40 transparencia selectiva y diferencial a lo largo de la segunda imagen permiten que las calcificaciones u otros objetos
 de interés en la parte central o interior de los rayos X se muestren claramente sin ninguna imagen óptica
 superpuesta, mientras que las partes de la imagen óptica que representan más claramente un borde de la muestra
 de tejido son semitransparentes y ayudan en la identificación de un borde de muestra de tejido representado en la
 45 imagen de rayos X que se atenuó, desdibujó u ocultó debido al fluido interferente durante la adquisición de la imagen
 de rayos X. Las partes semitransparentes de la imagen óptica representan mejor un borde de muestra de tejido que
 la imagen de rayos X subyacente, a la que no es necesario aplicar aumentos de transparencia, mientras que la
 50 imagen de rayos X representa calcificaciones interiores y objetos de interés mejor que la imagen óptica,
 proporcionando de ese modo una imagen más exacta y completa.

55 En una o más realizaciones, pueden realizarse ajustes de posicionamiento de imagen y/o de opacidad o
 transparencia de imagen óptica en respuesta a una entrada de usuario o radiólogo a través de una interfaz de
 60 usuario generada por ordenador presentada a través del elemento de visualización del sistema de biopsia y
 manipulación de tejido que recibe la entrada de usuario a través de la interfaz de usuario. Por ejemplo, puede
 visualizarse una imagen híbrida inicial de una imagen de rayos X superpuesta por la imagen óptica o partes
 65 extraídas de la misma, y la imagen híbrida se modifica a partir desde un modo de visualización híbrido o
 superpuesto a un modo de visualización individual o separado en el que las imágenes de rayos X y óptica son
 visibles por separado y la imagen de rayos X ya no se superpone con la imagen óptica. La interfaz de usuario puede
 proporcionar un botón o elemento para permitir conmutar entre estos diferentes modos de visualización de
 70 imágenes. Los controles de la interfaz de usuario también pueden permitir ajustes personalizados de opacidad o
 transparencia en cualquier modo de tal manera que en modo híbrido, la imagen óptica tal como se presenta en el
 elemento de visualización puede variarse de manera controlable, o variarse automáticamente como un lapso de
 75 tiempo de opaco a transparente. Además de esta capacidad de control, pueden seleccionarse, resaltarse o
 recortarse secciones seleccionadas de la imagen óptica que va a someterse a ajustes de opacidad o transparencia.
 Por ejemplo, el usuario puede arrastrar un ratón sobre partes de la imagen óptica para seleccionar o identificar un
 80 borde o una periferia de la imagen óptica, en modo híbrido o independiente, para indicar qué parte de la imagen
 óptica debe procesarse para la reducción de opacidad para la compensación de la periferia o el borde representado
 por la imagen de rayos X subyacente que se atenuó u ocultó por el fluido interferente. Estos ajustes personalizados
 de la interfaz de usuario pueden basarse en el dimensionamiento de un cuadrado o caja o mediante el uso de una
 85 herramienta de dibujo a mano alzada que permite que un usuario del aparato de manipulación de tejido de biopsia
 dibuje, por ejemplo, mediante un ratón del aparato de manipulación de tejido de biopsia o mediante el uso de una
 pantalla táctil, los límites de una parte periférica o exterior de la imagen óptica que va a ajustarse para que sea
 semitransparente, y para definir otras partes de la imagen óptica que van a ajustarse a un nivel de transparencia
 90 diferente. Con estos propósitos pueden utilizarse herramientas de dibujo tales como las disponibles de Zillow Group,
 que permiten a un usuario dibujar un límite o círculo que define una vecindad de interés.

95 En una única o múltiples realizaciones, la imagen óptica, por ejemplo, en forma de una imagen óptica en color,
 representa una única muestra de tejido seccionado en un único compartimento de almacenamiento, y en otras
 imágenes ópticas, se obtienen imágenes de las muestras de tejido seccionadas depositadas en compartimentos de
 almacenamiento respectivos. Por ejemplo, una imagen de rayos X de una única muestra de tejido puede adquirirse
 100 mediante un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X, mientras que la imagen óptica, por ejemplo, debido al
 campo de visión de la lente del sistema de obtención de imágenes de cámara óptica, puede representar muestras de
 tejido respectivas en compartimentos de almacenamiento respectivos. El procesamiento de imágenes adicional
 puede incluir recortar una muestra de tejido de la imagen óptica y hacer rotar o reorientar y ajustar el zoom, según

5 sea necesario, de tal manera que la muestra de tejido y la estructura de la bandeja de muestra representadas en la imagen de rayos X correspondan a o estén en registro o alineadas con la muestra de tejido y la estructura de la bandeja de muestra representadas en la imagen óptica. También pueden usarse componentes estructurales del aparato de biopsia y manipulación de tejido para el registro y/o la detección de bordes de la muestra de tejido. Por ejemplo, una o más de una pared exterior o divisoria de una bandeja de muestra, un husillo o centro de rotación de la bandeja de muestra y una etiqueta, marcador o identificador asociado con un compartimento de tejido, pueden usarse para el registro ya que estos elementos estructurales son estáticos y se representan en ambas imágenes de rayos X y óptica. Estos ajustes de procesamiento de imágenes también pueden realizarse si la bandeja de muestra está en una primera posición para la adquisición de la imagen de rayos X y luego se hace rotar a una segunda posición diferente para adquirir la imagen óptica. Por ejemplo, dependiendo de la configuración y disposición de los dispositivos de obtención de imágenes, un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X puede estar en una primera posición para adquirir la imagen de rayos X, y luego la bandeja de filtro se hace rotar 180 grados para situar la muestra de tejido en el campo de visión del segundo dispositivo de obtención de imágenes. En otras realizaciones, los dispositivos de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica están conectados o alineados de tal manera que no es necesario rotar la bandeja de filtro y las imágenes de rayos X y óptica pueden adquirirse mediante un primer y segundo dispositivos de obtención de imágenes respectivos al mismo tiempo o sin rotación de la bandeja de muestra.

20 Aún otras realizaciones que no forman parte de la presente invención se refieren a cómo una interfaz de usuario generada por ordenador está estructurada para permitir interacciones de usuario especificadas y modificaciones de imagen y modos de visualización de imagen resultantes.

Breve descripción de los dibujos

25 Los anteriores y otros aspectos de las realizaciones de las invenciones dadas a conocer en el presente documento se describen con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares se refieren a elementos similares y la descripción para elementos similares será aplicable para todas las realizaciones descritas siempre que sea pertinente:

30 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de biopsia y manipulación de tejido construido según una realización para obtener imágenes de muestras de tejido en presencia de fluidos;

35 la figura 2 es un diagrama de flujo de un método para generar una imagen híbrida de una muestra de tejido según una realización;

la figura 3 representa en general cómo se genera una imagen híbrida basándose en imágenes adquiridas por diferentes dispositivos de obtención de imágenes y ajustes de transparencia según una realización;

40 las figuras 4A-B representan una realización de un sistema de biopsia y manipulación de tejido para realizar procedimientos de biopsia de mama y obtención de imágenes en tiempo real de muestras de tejido de mama durante un procedimiento de biopsia, en las que la figura 4A ilustra una cabina de obtención de imágenes en una posición abierta y la figura 4B ilustra una cabina de obtención de imágenes en una posición cerrada;

45 las figuras 5A-B representan una realización de una cabina de obtención de imágenes de un sistema de biopsia y manipulación de tejido construido según una realización;

50 la figura 6 representa un ejemplo de un sistema de biopsia y manipulación de tejido que puede utilizarse para seccionar una muestra de tejido con más detalle y un conjunto de tubos flexibles a través del cual pueden fluir fluidos tales como solución salina y sangre durante un procedimiento de biopsia;

55 las figuras 7A-C representan un ejemplo de un conjunto de filtro de un sistema de biopsia y manipulación de tejido con más detalle e incluye compartimentos de almacenamiento de tejido en los que se depositan muestras de tejido y fluidos durante un procedimiento de biopsia, y la figura 7D ilustra en general cómo puede situarse un conjunto de filtro dentro de los campos de visión de dispositivos de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica según realizaciones;

60 la figura 8 es un diagrama de flujo del sistema de un procesador de imágenes de un sistema de biopsia y manipulación de tejido construido según una realización para obtener imágenes de muestras de tejido en presencia de fluidos;

la figura 9 es un diagrama de flujo proporcionado para ilustrar etapas a modo de ejemplo en un proceso para obtener imágenes de muestras de tejido en presencia de fluidos en tiempo real durante un procedimiento de biopsia;

65 las figuras 10A-B representan ejemplos de interfaces de usuario generadas por ordenador presentadas por un sistema de biopsia y manipulación de tejido para diferentes etapas de una biopsia de muestra de tejido;

las figuras 11A-B representan una bandeja de muestra de un conjunto de filtro de un sistema de biopsia y manipulación de tejido y cómo pueden depositarse muestras de tejido y fluidos que incluyen diferentes cantidades de sangre en los compartimentos de almacenamiento de tejido de la bandeja de muestra;

5 las figuras 12A-C representan interfaces de usuario generadas por ordenador que se presentan por un sistema de biopsia y manipulación de tejido durante la adquisición de imágenes usando sistemas de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica;

10 las figuras 13A-B ilustran cómo diferentes sistemas de obtención de imágenes de un sistema de biopsia y manipulación de tejido construido según una realización pueden tener diferentes campos de visión y cómo las imágenes resultantes pueden procesarse para prepararse para la generación de imágenes híbridas según realizaciones;

15 la figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra etapas a modo de ejemplo de procesamiento de imágenes para la generación de una imagen híbrida según realizaciones;

20 la figura 15 representa una muestra de tejido y un fluido depositados en un compartimento de almacenamiento de tejido y cómo pueden implementarse ajustes de transparencia a una imagen usada para generar una imagen híbrida según realizaciones;

la figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso para detectar un borde o una periferia de una muestra de tejido en una imagen óptica y las modificaciones de transparencia resultantes que van a usarse en la generación de una imagen híbrida según realizaciones; y

25 las figuras 17A-B se proporcionan para ilustrar en general cómo puede generarse una imagen híbrida y son vistas desde arriba y en sección transversal respectivas de una imagen híbrida que muestran cómo pueden modificarse las transparencias de partes seleccionadas de una imagen óptica mientras que las transparencias de otras partes de la imagen óptica y una imagen de rayos X subyacente no se modifican.

30 Descripción detallada

Las realizaciones de la presente divulgación proporcionan sistemas de biopsia y manipulación de tejido y métodos de procesamiento de imágenes asociados para la obtención de imágenes de muestras de tejido multimodo en tiempo real durante un procedimiento de biopsia y en presencia de uno o más fluidos interferentes resultantes del procedimiento o utilizados para transportar la muestra de tejido a un compartimento de almacenamiento de tejido de una bandeja de muestra del sistema de biopsia y manipulación de tejido. En una realización, se secciona una muestra de tejido de un paciente, se aspira a través de un tubo de vacío junto con un fluido de transporte y/o corporal tal como solución salina, sangre o una combinación de los mismos, y se deposita con el fluido en un compartimento de almacenamiento de una bandeja de muestra. Las imágenes de rayos X y óptica de la muestra de tejido seccionada y fluido las adquiere el sistema de biopsia y manipulación de tejido mientras la muestra de tejido está contenida al menos parcialmente dentro de o cubierta por el fluido (o combinación de fluidos). Se obtienen imágenes de la muestra de tejido, contenida en o parcialmente cubierta por el fluido, por diferentes dispositivos de obtención de imágenes, tales como dispositivos de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica. Los datos de una imagen de rayos X adquirida por el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X y los datos de una imagen óptica adquirida por el sistema de obtención de imágenes de cámara óptica se procesan para generar una imagen híbrida o fusionada que se presenta a un radiólogo o usuario del sistema de biopsia y manipulación de tejido en tiempo real durante el procedimiento. Por ejemplo, la adquisición y el procesamiento de imágenes pueden realizarse mientras el paciente permanece sobre una mesa estereotáctica, después de que la muestra de tejido seccionada se haya aspirado a través de un tubo de vacío y depositado en la bandeja de muestra, y antes de que la muestra de tejido se retire de un alojamiento del sistema de biopsia y manipulación de tejido, y mientras la muestra de tejido está cubierta al menos parcial o completamente por fluido.

Según una realización, la imagen híbrida se construye ajustando la transparencia de la imagen óptica o partes de la misma (mientras que no se ajusta la transparencia de la imagen de rayos X), y la imagen de rayos X se superpone con la imagen óptica o partes extraídas y/o procesadas de la misma. La imagen de rayos X subyacente representa estructuras internas tales como lesiones y calcificaciones que no se representan en la imagen óptica, y que pueden no ser visibles para el ojo humano. La imagen óptica superpuesta o partes de la misma representan estructuras externas tales como bordes de muestra de tejido y contornos de superficie que están atenuados o comprometidos en la imagen de rayos X como resultado del fluido interferente durante la adquisición de imágenes de rayos X. Con estos propósitos, pueden aplicarse ajustes de transparencia a toda la imagen óptica, por ejemplo, uniformemente a lo largo de la imagen óptica, aplicarse selectivamente sólo a ciertas partes de la imagen óptica y/o en diferentes cantidades a lo largo de la imagen óptica, o ciertas partes de la imagen óptica pueden extraerse y aplicarse sobre la imagen de rayos X. Por ejemplo, la transparencia original de la imagen óptica puede aumentarse en una primera cantidad sólo para partes de la imagen óptica que representan bordes de la muestra de tejido, mientras que la transparencia de otras partes de la imagen óptica que se superponen a partes de la imagen de rayos X que

representan calcificaciones, lesiones u otros objetos de interés en la imagen de rayos X puede aumentarse a una segunda cantidad mayor que la primera cantidad o maximizarse. En otras realizaciones, se detecta un borde o una periferia de la muestra de tejido y se extraen y procesan partes de la imagen óptica correspondientes, según sea necesario, para dar énfasis y se aplican sobre la imagen de rayos X. De estas maneras, la transparencia diferencial permite que calcificaciones internas, lesiones y otras estructuras internas de la imagen de rayos X sean visibles para un radiólogo mientras que la transparencia de la imagen óptica o parte extraída de la misma se mantiene o sólo se aumenta para semitransparencia (y menos que el ajuste de transparencia de la parte central o interior de la imagen óptica) de modo que los bordes de tejido representados en la imagen óptica se enfatizan en comparación con las secciones correspondientes de la imagen de rayos X. La imagen híbrida resultante se construye de modo que la imagen de rayos X se superpone con la imagen óptica o partes extraídas de la misma, todavía se visualizan estructuras de tejido internas presentes en la imagen de rayos X pero no visibles en la imagen óptica o partes extraídas de la misma, y se utilizan o enfatizan bordes de la muestra de tejido representada en la imagen óptica o partes extraídas de la misma para compensar las partes de la imagen de rayos X correspondientes que se atenúan o comprometen por uno o más fluidos durante la obtención de imágenes de rayos X.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un esquema de un sistema 100 de biopsia y manipulación de tejido (generalmente, el sistema 100 de biopsia de tejido) construido según una realización. Aunque el esquema de la figura 1 muestra ciertas características del sistema 100 de biopsia de tejido, el sistema 100 de biopsia de tejido puede incluir componentes y características de un sistema de biopsia de tejido tal como se describe en la patente estadounidense n.º 9.492.130 B2.

El sistema 100 de biopsia de tejido a modo de ejemplo incluye un conjunto 110 de soporte de tejido o filtro de tejido (generalmente, el conjunto 110 de filtro). El conjunto 110 de filtro está unido a y conectado entre una herramienta 120 de escisión de biopsia y un recipiente 130 de succión. La herramienta 120 de escisión de biopsia y el conjunto 110 de filtro están en comunicación de fluido entre sí a través de un tubo 122 de entrada. El conjunto 110 de filtro y el recipiente 130 de succión están en comunicación entre sí a través de un tubo 132 de succión de evacuación. Una fuente de vacío (no mostrada en la figura 1) está en comunicación con el tubo 132 de succión de evacuación y/o el recipiente 130 de succión de modo que la activación de la fuente de vacío da como resultado la aspiración de una muestra 123 de tejido escindida por la herramienta 120 de escisión de biopsia y uno o más fluidos 124 corporales o añadidos a través del tubo 122 de entrada en un compartimento de almacenamiento de tejido de una bandeja de muestra del conjunto 110 de filtro.

El sistema 100 de biopsia de tejido incluye una unidad 140 de obtención de imágenes que está situada con respecto al conjunto 110 de filtro de modo que la muestra 123 de tejido seccionada y el/los fluido(s) 124 depositados en el conjunto 110 de filtro están situados en los campos de visión respectivos del primer y segundo dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes respectivos de la unidad 140 de obtención de imágenes. Se hace referencia a un primer dispositivo o dispositivo 141 de obtención de imágenes de rayos X y a una imagen 151 de rayos X generada por el mismo, y a un segundo dispositivo o dispositivo 142 de obtención de imágenes de cámara óptica, tal como un dispositivo de obtención de imágenes ópticas de cámara digital de alta definición (HD) y una imagen 152 óptica generada por el mismo. Los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica pueden generar imágenes o puede adquirirse una imagen capturando un fotograma de un vídeo 1202 en directo (tal como se representa en la figura 12C) a través del botón 1203 de captura de fotograma de la UI 182. El dispositivo 141 de obtención de imágenes de rayos X utiliza fotones dentro de un intervalo de energía de aproximadamente 10 keV a aproximadamente 100 keV y longitudes de onda de aproximadamente ~0,01 nm a ~10 nm, y el dispositivo 142 de obtención de imágenes ópticas utiliza el espectro visible (de ~400 nm a 700 nm). Para facilitar la explicación, se hace referencia a un primer dispositivo o dispositivo 141 de obtención de imágenes de rayos X y un segundo dispositivo o dispositivo 142 de obtención de imágenes de cámara óptica.

La unidad 140 de obtención de imágenes está en comunicación con un procesador 160 de imágenes que recibe entradas que incluyen datos de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica. El procesador 160 de imágenes está configurado para generar una salida en forma de una imagen 162 híbrida basándose en el procesamiento respectivo de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica. Por ejemplo, el procesador 160 de imágenes puede realizar el registro 174 de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica, ejecutar uno o más filtros 171 a la imagen 151 de rayos X, detectar los bordes o partes 172 periféricas de la imagen 152 óptica para determinar qué parte de la imagen 152 óptica se somete a ajustes 173 de opacidad o transparencia para compensar la interferencia del fluido 124 durante la adquisición de la imagen 151 de rayos X y el registro 174 de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica. El procesador 160 de imágenes también está en comunicación con un elemento 180 de visualización del sistema 100 de biopsia de tejido para la visualización de la imagen 162 híbrida a un usuario u operador del sistema 100 de biopsia de tejido.

Haciendo referencia a la figura 2, con el sistema 100 de biopsia de tejido ilustrado en la figura 1, en 202, después de que la muestra 123 de tejido y el fluido 124 se hayan depositado en un compartimento de almacenamiento de tejido de una bandeja de muestra del conjunto 110 de filtro, se activa el dispositivo 141 de obtención de imágenes de rayos X para adquirir la imagen 151 de rayos x de la muestra 123 de tejido seccionada al menos parcialmente contenida en o cubierta por el fluido 124. Una parte de la muestra 123 de tejido seccionada puede estar cubierta por el fluido 124, o puede haber suficiente fluido 124 para cubrir completamente la muestra 123 de tejido seccionada. En 204, se

activa el dispositivo 142 de obtención de imágenes de cámara óptica para adquirir la imagen 152 óptica de la muestra 123 de tejido seccionada al menos parcialmente contenida en o cubierta por el fluido 124. En 206, y con referencia adicional a la figura 3, el procesador 160 de imágenes genera una imagen 162 híbrida que incorpora datos de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica. Según una realización, se genera la imagen 162 híbrida mediante la imagen 151 de rayos X que se superpone con la imagen 152 óptica. Según otra realización, se genera la imagen 162 híbrida mediante la imagen 151 de rayos X que se superpone con partes seleccionadas o extraídas de la imagen 152 óptica. En 208, la imagen 162 híbrida se presenta al usuario a través de una interfaz 182 de usuario (UI) interactiva generada por ordenador a través del elemento 180 de visualización del sistema 100 de biopsia de tejido. Con esta configuración del sistema y procesamiento de imágenes y tal como se ilustra en general en la figura 3, partes de la imagen 152 óptica representan superficies y bordes externos de la muestra 123 de tejido seccionada más claramente que las partes correspondientes de la imagen 151 de rayos X que se vieron atenuadas por el fluido 124 durante la adquisición de la imagen 151 de rayos X, mientras que partes de la imagen 151 de rayos X representan estructuras internas de la muestra 123 de tejido seccionada más claramente que la imagen 152 óptica. La imagen 152 óptica opaca no representa ninguna estructura interna de la muestra 123 de tejido.

Haciendo referencia a las figuras 4A-B, se ilustra un sistema 100 de biopsia de tejido a modo de ejemplo que incorpora realizaciones para la obtención de imágenes en tiempo real de muestras 123 de tejido y fluido 124 para generar la imagen 162 híbrida. En la realización ilustrada, el sistema 100 de biopsia de tejido a modo de ejemplo incluye un alojamiento o cabina 400 principal que incluye una cabina 402 de obtención de imágenes y un cajón 430 de filtro. El cajón 430 de filtro puede deslizarse dentro de la cabina 402 de obtención de imágenes entre una posición 431 abierta (mostrada en la figura 4A) y una posición 432 cerrada (mostrada en la figura 4B). En la posición 431 abierta, el cajón 430 de filtro se expulsa o lo extrae el radiólogo para extenderse hacia fuera desde la cabina 402 de obtención de imágenes, permitiendo de ese modo la inserción y retirada del conjunto 110 de filtro. El cajón 430 de filtro se empuja o insertado en la cabina 402 de obtención de imágenes y en la posición 432 cerrada en la que los dispositivos 151, 152 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica (ubicados en el interior de la cabina 402 de obtención de imágenes) se sitúan con relación al conjunto 110 de filtro de tal manera que la muestra 123 de tejido seccionada y el fluido 124 contenidos en el conjunto 110 de filtro están situados en los campos de visión respectivos de los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica respectivos.

Según una realización, los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica de la cabina 430 de obtención de imágenes están dispuestos de modo que la muestra 123 de tejido y el fluido 124 están simultáneamente en los campos de visión de los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara. En otra realización, los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica están dispuestos de modo que la imagen 151 de rayos X se adquiere con el dispositivo 141 de obtención de imágenes de rayos X, y luego el conjunto 110 de filtro que contiene la muestra 123 de tejido y el fluido 124 se mueve o hace rotar para situar la muestra 123 de tejido y el fluido 124 en el campo de visión del dispositivo 142 de obtención de imágenes de cámara óptica, que luego adquiere la imagen 152 óptica. Por tanto, los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica pueden fijarse y disponerse para adquirir imágenes 151, 152 de rayos X y óptica mientras que el conjunto 110 de filtro está en una posición particular, o el conjunto 110 de filtro puede hacerse rotar para la adquisición de imágenes en serie mediante los sistemas 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica respectivos. La posición de uno o más de los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara también puede ajustarse dentro de la cabina 402 de obtención de imágenes, pero para facilitar la explicación y sin limitación, se hace referencia al conjunto 110 de filtro que es rotatorio para colocar la muestra 123 de tejido y el fluido 124 en los campos de visión respectivos de los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara respectivos en la cabina 402 de obtención de imágenes.

En la realización ilustrada mostrada en la figura 4A, la herramienta 120 de escisión de biopsia está en comunicación con un control 410 remoto que puede accionar el radiólogo para activar y controlar el modo de funcionamiento y otros controles de la herramienta 120 de escisión de biopsia. Las figuras 4A-B también ilustran el recipiente 130 de succión y el tubo 132 de succión de evacuación asociado en comunicación con un conjunto 110 de filtro a través del alojamiento 400 principal. El recipiente 130 de succión puede ser un recipiente desechable que sirve para la recogida, retención y eliminación de residuos generados durante el procedimiento de biopsia, incluyendo uno o más fluidos 124, tales como solución salina y/o sangre en exceso aspiradas a través del conjunto 110 de filtro. El sistema 100 de biopsia de tejido también puede incluir un interruptor 440 de pedal que permite que el cirujano active y/o controle manualmente la herramienta 120 de escisión de biopsia, y el modo del sistema o estado de control y/o modo del sistema o parámetros de control pueden visualizarse o ajustarse a través del elemento 420 de visualización de control técnico.

Las figuras 5A-B ilustran con más detalle cómo puede configurarse la cabina 402 de obtención de imágenes del sistema 100 de biopsia de tejido para realizaciones. En la realización ilustrada, el conjunto 110 de filtro que define los compartimentos de almacenamiento de tejido respectivos, se inserta de manera retirable en el cajón 430 de filtro, que se inserta de manera deslizante en y se retira de la cabina 402 de obtención de imágenes. El conjunto 110 de filtro está estructurado de modo que se sitúan compartimentos de almacenamiento de tejido para estar en comunicación con y entre la herramienta 120 de escisión de biopsia a través del tubo 122 de entrada y el recipiente 130 de succión a través del tubo 132 de succión de evacuación o salida. Durante el uso, la muestra 123 de tejido y

el fluido 124 escindidos por la herramienta 120 de escisión de biopsia se aspiran a través del tubo 122 de entrada y se depositan en compartimentos de almacenamiento de tejido del conjunto 110 de filtro. El fluido 124 en exceso puede aspirarse a través del tubo 132 de succión de evacuación y hacia el recipiente 130 de succión.

5 La cabina 402 de obtención de imágenes incluye o aloja el dispositivo 141 de obtención de imágenes de rayos X y el dispositivo 142 de obtención de imágenes de cámara óptica tal como se ilustra generalmente en las figuras 5A-B, que representan dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara de manera ficticia y situados por encima del cajón 430 de filtro de modo que las muestras 123 de tejido y el fluido 124 se sitúan en los campos de visión respectivos de los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara
10 respectivos. El procesador 160 de imágenes también puede incluirse en la cabina 160 de obtención de imágenes tal como se ilustra en general en las figuras 5A-B, pero las realizaciones no están limitadas de este modo. Por ejemplo, el procesador 160 de imágenes o componentes del mismo pueden ubicarse de manera remota con respecto al sistema 100 de biopsia de tejido para permitir de manera remota el procesamiento de imágenes y la ejecución de la inteligencia de máquina y la detección de objetos dentro de las muestras 123 de tejido, pero para facilitar la explicación, se hace referencia a la obtención de imágenes en tiempo real y la adquisición paralela de imágenes 151
15 de rayos X y 152 óptica.

En realizaciones que implican el primer dispositivo 141 de obtención de imágenes en forma de un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X, la cabina 402 de obtención de imágenes incluye una placa 510 de detección para detectar rayos X emitidos y generar una imagen 151 de rayos X (mostrada en la figura 12A y representada en la UI 182 mostrada en la figura 12C). Los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica, la cabina 402 de obtención de imágenes y el cajón 430 de filtro pueden configurarse de modo que la muestra 123 de tejido y el fluido 124 estén en los campos de visión respectivos de los dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica respectivos mientras están en una posición particular, y en otras
20 realizaciones, el conjunto 110 de filtro puede hacerse rotar o colocarse en una primera posición de modo que la muestra 123 de tejido y el fluido 124 estén en un primer campo de visión del dispositivo 151 de obtención de imágenes de rayos X, y luego hacerse rotar para colocar la muestra 123 de tejido y el fluido 124 en un segundo campo de visión del dispositivo 152 de obtención de imágenes de cámara óptica.

30 El cajón 430 de filtro define canales de tubo 520 para el tubo 122 de entrada y el tubo de salida o aspiración 132. La fuente de vacío (no mostrada) está en comunicación con el tubo de succión o salida 132 y/o el recipiente 130 de succión de modo que la activación de la fuente de vacío da como resultado la aspiración de la muestra 123 de tejido y el fluido 124 a través del tubo 122 de entrada y en un compartimento de almacenamiento de tejido del conjunto 110 de filtro. Los residuos o fluido extra pueden aspirarse a través del tubo 132 de succión de evacuación al interior
35 del recipiente 130 de succión.

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 4A-B, y con referencia continuada a las figuras 5A-B, la cabina 402 de obtención de imágenes incluye un panel 460 de control con botones o elementos de UI (para paneles de control en forma de pantalla táctil) para permitir que un usuario seleccione o ajuste varios parámetros operativos del sistema 100 de biopsia tales como parámetros de obtención de imágenes o filtros 171, y se proporciona un elemento 180 de visualización para presentar la imagen 162 híbrida generada según realizaciones a través de la UI 182.

45 Por ejemplo, el procesador 160 de imágenes puede ejecutar uno o más filtros 171, tales como un filtro de ruido, un filtro de brillo o una máscara para los mismos, a la imagen 151 de rayos X, y el procesador 160 de imágenes puede ejecutar la detección 172 de bordes o periferia en la imagen 152 óptica para determinar qué partes de la imagen 152 óptica deben procesarse adicionalmente con ajustes 173 de transparencia. El procesador 160 de imágenes también está en comunicación con el elemento 180 de visualización informático del sistema 100 de biopsia de tejido para procesar las interacciones del usuario a través de la UI 182, por ejemplo, para procesar la solicitud del usuario de modificaciones de imagen.

50 Haciendo referencia a la figura 6 y con referencia adicional a las figuras 7A-C, se muestran a modo de ejemplo una herramienta 120 de escisión de biopsia y un conjunto 110 de filtro. Un extremo distal de la herramienta 120 de escisión de biopsia incluye un introductor 620 para la inserción de una aguja 622 para biopsia que está unida a un impulsor de la herramienta 120 de escisión de biopsia y está configurada para la extracción de tejido. Con estos propósitos, un extremo proximal de la herramienta 120 de escisión de biopsia está en comunicación con un conjunto 610 de tubo de aspiración/solución salina que comprende un tubo 122 de entrada para la administración de fluido 124 de solución salina y la administración de fluido al conjunto 110 de filtro. Un conjunto 610 de tubo de aspiración/solución salina a modo de ejemplo tal como se muestra en la figura 6 puede incluir una línea 612 de succión a través de la que se aspira la muestra 123 de tejido escindida por la aguja 622 de la herramienta 120 de escisión de biopsia junto con el fluido 124, tal como solución salina, que se introduce a través de uno o más valores de entrada o líneas 614 de solución salina. La muestra 123 de tejido escindida y el/los fluido(s) 124 se aspiran a través de la línea 612 de succión que está en comunicación con una entrada en el conjunto 110 de filtro. Una salida del conjunto 110 de filtro está en comunicación de fluido con el recipiente 130 de succión a través del tubo 132 de succión de evacuación.

65 Las figuras 7A-C ilustran una configuración a modo de ejemplo del conjunto 110 de filtro que está en comunicación

de fluido entre la herramienta 120 de escisión de biopsia y el recipiente 130 de succión. El conjunto 110 de filtro incluye un alojamiento o una cubierta 710 y una base 730. La cubierta 710 se une de manera retirable sobre la base 730 para definir un interior o una cámara en el que está encerrado una bandeja o un soporte muestra de tejido, o bandeja 720 o soporte de filtro (generalmente, la bandeja 720 de muestra). La base 730 incluye un husillo 732 que recibe un cubo 722 de la bandeja 720 de muestra de tal manera que la bandeja 720 de muestra puede rotar alrededor del husillo 732 y puede rotar con respecto a la base 730 y la cubierta 710 alrededor del eje 740. Dicho de otro modo, la base 730 y la cubierta 710 son estacionarias y la bandeja 720 de muestra rota dentro de la cámara definida por la base 730 y la cubierta 710. La bandeja 720 de muestra puede hacerse rotar usando cualquier accionador adecuado, tal como un sistema magnético (no mostrado en las figuras 7A-C) en el que un sistema de impulsión magnética, atraído hacia elementos magnéticos dispuestos en la bandeja 720 de muestra, hace rotar la bandeja 720 de muestra por fuerza magnética.

En la realización ilustrada en las figuras 7A-C, la base 730 incluye una superficie 734 o elemento inferior y una pared 736 lateral externa circunferencial, cilíndrica (generalmente, la pared 736 lateral) que se extiende hacia arriba desde el elemento 734 inferior y que tiene un diámetro interior de modo que la bandeja 720 de muestra puede rotar alrededor del cubo 722 y dentro del área interior definida por la pared 736 lateral. En la realización ilustrada en las figuras 7A-C, la bandeja 720 de muestra también incluye un elemento o superficie 724 inferior y una pared 726 lateral circunferencial, cilíndrica (generalmente, la pared 726 lateral) que se extiende hacia arriba desde el elemento 724 inferior. La bandeja 720 de muestra también incluye una pluralidad de paredes 727 interiores o divisorias (generalmente, la pared 727 divisoria) que se extienden radialmente desde el centro o cubo 722 hasta la superficie interior de la pared 726 lateral para definir compartimentos 728 de almacenamiento de tejido respectivos. En la realización ilustrada, la bandeja 720 de muestra define 12 compartimentos 728a-l de almacenamiento de tejido (generalmente, el compartimento 728 de almacenamiento de tejido). En la configuración ilustrada, la bandeja 720 de muestra define una disposición angular de compartimentos 728 de almacenamiento que tienen la forma de segmentos en forma de "tarta" o "cuña", cada uno de los cuales está definido por dos paredes 727 divisorias y una parte arqueada de la pared 726 lateral. Los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido están separados, y definidos parcialmente, por paredes 727 divisorias que se extienden radialmente. Se entenderá que la bandeja 720 de muestra puede definir otros números de compartimentos 728 de almacenamiento de tejido y tener otras configuraciones de tal manera que las figuras 7A-C se proporcionan para ilustrar un ejemplo de cómo puede estructurarse un conjunto 110 de filtro.

Durante un procedimiento de biopsia, se aspiran las muestras 123 de tejido y fluido(s) 124 a través de la aguja 622 para biopsia a la cámara 728 de almacenamiento de tejido en línea. Se proporcionan indicadores 750a-l de cámara de tejido (generalmente, los indicadores 750 de compartimento) para identificar los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido respectivos y las muestras 123 de tejido respectivas en los mismos. Los indicadores 750 pueden ser indicadores alfanuméricos impresos o grabados. Por ejemplo, puede usarse tinta radiopaca para los indicadores 750 de modo que sean visibles en la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica. En la realización ilustrada, los indicadores 750 son indicadores alfabéticos en forma de letras A-L para identificar los 12 compartimentos 728A-L de almacenamiento de tejido respectivos.

En ciertas realizaciones, la superficie 724 inferior de la bandeja 720 de muestra incluye un material filtrante poroso. El material filtrante puede ser un único filtro, tal como una lámina filtrante que cubre toda la parte inferior de la bandeja 720 de muestra y a través de la cual el fluido 124 en exceso fluye hacia el recipiente 130 de succión. Alternativamente, el material filtrante puede ser filtros individuales dispuestos en la parte inferior de cada compartimento 728 de almacenamiento de tejido.

Ciertas realizaciones pueden implicar reducir inicialmente el fluido 124 en los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido antes de la obtención de imágenes de la muestra 123 de tejido, y luego se ejecutan realizaciones para el procesamiento de imágenes de las muestras 123 de tejido en presencia del fluido 124 restante. Según una realización, un dispositivo 760 de gestión de fluidos puede estar dispuesto en el interior de la base 730. Las realizaciones pueden implicar la retirada de fluidos 124 del compartimento 728 de almacenamiento de tejido con un dispositivo mecánico en forma de dispositivo 760 de gestión de fluidos en combinación con el procesamiento de imágenes de diferentes imágenes 151, 152 de rayos X y ópticas adquiridas por diferentes primeros y segundos dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes para dirigir los fluidos 124 que permanecen en los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido y que continúan interfiriendo con la obtención de imágenes de muestras 123 de tejido seccionadas. Se entenderá que pueden usarse diversos dispositivos 760 mecánicos de gestión de fluidos y usarse en combinación con el procesamiento de imágenes de las realizaciones para reducir la cantidad de fluido 124 del que se obtienen imágenes. Por tanto, ciertos dispositivos 760 de gestión de fluidos se describen en el presente documento como ejemplos no limitativos de cómo los fluidos 124 que se someten al procesamiento de imágenes pueden reducirse y retirarse de un compartimento 728 de almacenamiento de tejido. También se entenderá que las realizaciones pueden no implicar dispositivos 760 mecánicos de gestión de fluidos y, en cambio, los fluidos 124 depositados en un compartimento 760 de almacenamiento de tejido se direccionan mediante procesamiento de imágenes según realizaciones que se describen con más detalle a continuación.

En la realización ilustrada, el dispositivo 760 de gestión de fluidos tiene la forma de un depósito en forma de "tarta" o "cuña" que se extiende hacia arriba desde la superficie 734 inferior y está ubicado bajo la bandeja 720 de muestra.

El depósito de fluido puede llenarse con fluido 124 durante un procedimiento de biopsia, y a medida que se retira el fluido 124 de la bandeja 720 de muestra, el fluido 124 en el depósito 760 puede rebosar hacia la base 730. Con este propósito, la pared 760 de depósito puede tener un borde superior que está en estrecha proximidad, pero no toca, la parte inferior de la bandeja 720 de muestra de tal manera que el borde superior de la pared del depósito esté lo suficientemente cerca de la parte inferior de la bandeja 720 de muestra y el fluido 124 se extraiga de los compartimentos 728 de almacenamiento de la bandeja 720 de muestra a medida que cada uno de los compartimentos de almacenamiento se hace rotar sobre el depósito 760. Dicho de otra manera, se forma una trayectoria de fluido entre el fluido 124 dentro del compartimento 728 de almacenamiento y el fluido 124 dentro del depósito 760. La trayectoria de fluido permite que el fluido 124 dentro de la bandeja 720 de muestra se extraiga del compartimento 728 de almacenamiento de tejido al depósito 760. Por tanto, los compartimentos 728 de tejido pueden configurarse para retirar al menos parte del/de los fluido(s) 724 depositado(s) durante un procedimiento de biopsia, y el procesamiento de imágenes se emplea entonces para direccionar el fluido 124 interferente restante que permanece después de que se haya utilizado un dispositivo 760 mecánico de gestión de fluidos para la reducción del fluido 124. Por tanto, ya sea mediante el procesador 160 de imágenes o mediante el procesador 160 de imágenes en combinación con el dispositivo 760 de gestión de fluidos, las realizaciones proporcionan imágenes de alta calidad de muestras 123 de tejido que están al menos parcialmente contenidas dentro o cubiertas por el fluido 124 y lo hacen en tiempo real durante un procedimiento de biopsia.

Habiéndose descrito diversos aspectos, la estructura y el funcionamiento de un sistema 100 de biopsia a modo de ejemplo y componentes del mismo incluyendo dispositivos 760 mecánicos de gestión de fluidos que pueden utilizarse junto con realizaciones de procesamiento de imágenes de muestras 123 de tejido al menos parcialmente cubiertas por uno o más fluidos 124, se describen realizaciones de procesamiento de imágenes con más detalle haciendo referencia a las figuras 8-17B. Para facilitar la explicación, se hace referencia a muestras 123 de tejido al menos parcialmente cubiertas por uno o más fluidos 124, ejemplos de los cuales pueden incluir uno o más de sangre, solución salina, anestésico, fluidos biológicos, etc., y ejemplos particulares no limitativos de sangre del paciente liberada del procedimiento de biopsia y solución salina utilizada para transportar la muestra 123 a través de la herramienta 120 de escisión de biopsia y el tubo 122 de entrada hasta el compartimento 728 de almacenamiento de tejido.

Haciendo referencia a la figura 8, una realización del procesador 160 de imágenes del sistema 100 de biopsia incluye múltiples elementos de procesamiento de imágenes para diferentes dispositivos de obtención de imágenes. Para facilitar la explicación, se hace referencia a un primer dispositivo 141 de obtención de imágenes en forma de un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X y a un segundo dispositivo 142 de obtención de imágenes en forma de un dispositivo de obtención de imágenes de cámara óptica. Según una realización, el dispositivo 141 de obtención de imágenes de rayos X genera una imagen 151 de rayos X que representa partes externas o de superficie de la muestra 123 de tejido y partes internas de la muestra 123 de tejido que no son visibles para el ojo humano, mientras que el dispositivo 142 de obtención de imágenes de cámara óptica genera una imagen 152 óptica que representa sólo superficies externas de o partes de superficie de la muestra 123 de tejido visibles para el ojo humano. Por tanto, la imagen 152 óptica no obtiene imágenes de partes internas de la muestra 123 de tejido tales como calcificaciones y lesiones que no son visibles para el ojo humano.

En la realización ilustrada, el procesador 160 de imágenes incluye un primer preprocesador 811 para imágenes 151 de rayos X, un segundo preprocesador 812 para imágenes 152 ópticas y un procesador 820 de fusión de imágenes en comunicación con el preprocesador 811 de rayos X y el preprocesador 812 de imágenes ópticas. La imagen 151 de rayos X se proporciona como entrada al preprocesador 811 de imágenes de rayos X, y la imagen 152 óptica se proporciona como entrada al preprocesador 812 de imágenes ópticas. La salida generada por el preprocesador 811 de rayos X y proporcionada como entrada al procesador 820 de fusión de imágenes se denomina imagen 151p de rayos X procesada ("p" se refiere a procesada por el preprocesador 811 de rayos X).

El preprocesador 811 de rayos X puede ejecutar la mejora, segmentación y enmascaramiento en la imagen 151 de rayos X según sea necesario, y la salida 151p del preprocesador 811 de rayos X se exporta como entrada al procesador 820 de fusión de imágenes. Por ejemplo, el preprocesador 811 de rayos X puede ejecutar uno o más métodos de procesamiento de imágenes para preparar la imagen 151 de rayos X para la fusión final con la imagen 152 óptica enfatizando y potenciando partes de la imagen 151 de rayos X que representan la muestra 123 de tejido en lugar de estructuras físicas adyacentes o circundantes. Por ejemplo, el preprocesador 811 de rayos X puede implicar ejecutar uno o más filtros 171 en la imagen 151 de rayos X. Los filtros 171 pueden incluir un filtro de ruido para reducir el ruido de la imagen 151 de rayos X y generar una imagen 151 de rayos X más limpia. Los filtros 171 también pueden incluir un filtro de brillo que elimina partes de la imagen 151 de rayos X que tienen un nivel de brillo que supera un nivel de brillo máximo para reducir los puntos brillantes de la imagen 151 de rayos X y/o que elimina partes de la imagen 151 de rayos X que tienen un nivel de brillo que es menor que un nivel de brillo mínimo para reducir los puntos oscuros. El filtro 171 de brillo puede usar unos criterios de brillo predeterminados (uno o ambos de un criterio de alto brillo y bajo brillo) para excluir o enmascarar partes brillantes y oscuras de la imagen 151 de rayos X. Es menos probable que las partes restantes de la imagen 151 de rayos X se interpreten erróneamente como algo más, tal como una calcificación u otro objeto de interés, en lugar de un punto brillante irrelevante dentro de la imagen de rayos X y, por tanto, es más probable que representen una parte de la muestra 123 de tejido en lugar de paredes del conjunto 110 de filtro u otras estructuras que aparecen como partes blancas o brillantes en la imagen 151 de

rayos X.

Por tanto, utilizando filtros 171 de bajo y alto brillo, es más probable que los datos de la imagen 151p de rayos X restante o procesada representen la muestra 123 de tejido en lugar de elementos no tisulares o estructuras del conjunto 110 de filtro tales como paredes 726 laterales o paredes 727 divisorias. El preprocesador 811 de rayos X también puede ejecutar ajustes de brillo tales como reducir el brillo de la imagen 151 de rayos X o partes de la misma que tienen niveles de brillo mayores que un valor de brillo máximo. Estos ajustes pueden ser útiles para evitar o reducir falsos positivos e interpretaciones erróneas de tejido normal como calcificación, lesión u otro objeto de interés. Los filtros 171 del preprocesador 811 de rayos X también pueden implicar la segmentación para diferenciar adicionalmente partes de la imagen 151 de rayos X que representan la muestra 123 de tejido de estructuras adyacentes o circundantes de la bandeja 120 de muestra, por ejemplo, mediante el uso de uno o más de un gráfico de píxeles, un filtro de brillo o contraste, para distinguir adicionalmente las paredes, los compartimentos de tejido y otras estructuras del conjunto 110 de filtro, así como los componentes magnéticos usados para hacer rotar la bandeja 120 de muestra.

El preprocesador 811 de rayos X también puede utilizar datos de plantilla o geométricos de estructuras de la bandeja 120 de muestra tales como datos geométricos de compartimentos 728 de almacenamiento de tejido, pared 726 lateral y paredes 727 divisorias, y con estas dimensiones, centros y configuraciones geométricas conocidos, la muestra 123 de tejido limita dentro de un compartimento 728 de almacenamiento de tejido, ya sea colocado en la parte central de un compartimento 728 de almacenamiento de tejido o en contacto con una pared, para distinguir partes de la muestra 123 de tejido de estructuras físicas adyacentes o circundantes. Se entenderá que el preprocesador 811 de rayos X puede emplear diversos filtros 171 y procesamiento de la imagen 151 de rayos X para potenciar o mejorar partes de la imagen 151 de rayos X y proporcionar la imagen 151p de rayos X procesada como entrada al procesador 820 de fusión de imágenes.

El preprocesador 812 segundo u óptico se ejecuta en la imagen 152 óptica y ejecuta diferentes métodos de procesamiento de imágenes que el preprocesador 811 de rayos X. El preprocesador 812 óptico recibe la imagen 152 óptica como entrada y ejecuta uno o más métodos de procesamiento de imágenes para generar una imagen 152p óptica procesada. El preprocesador 812 óptico prepara la imagen 152 óptica o partes seleccionadas o extraídas de la misma para la fusión final con la imagen 151p de rayos X procesada. Para facilitar la explicación, se hace referencia a la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica proporcionadas como entradas al procesador 820 de fusión de imágenes.

El preprocesador 812 óptico puede recortar la imagen 152 óptica de modo que las dimensiones o la vista de la imagen 152 óptica sean las mismas que las dimensiones o la vista de la imagen 151 de rayos X, o las dimensiones o la vista de la muestra 123 de tejido representada en la imagen 152 óptica sean las mismas que las dimensiones o la vista de la muestra 123 de tejido representada en la imagen 151 de rayos X. Puede ser necesario recortar la imagen 152 óptica para compensar el campo de visión de la lente del dispositivo 142 de obtención de imágenes de cámara utilizado. Aunque se describen realizaciones con referencia al recorte de una de las imágenes generadas por uno de los dispositivos de obtención de imágenes, puede no ser necesario el recorte, o tanto las imágenes 151, 152 de rayos X como ópticas pueden recortarse según sea necesario para el registro 174 de imágenes.

Por ejemplo, la imagen 151 de rayos X puede ser una imagen de la muestra 123 de tejido y el fluido 124 dentro de un único compartimento 728 de almacenamiento de tejido, mientras que se representan múltiples muestras 123 de tejido y fluido 124 en los compartimentos 728 de tejido respectivos en la imagen 152 óptica debido al campo de visión proporcionado por la lente de cámara y al posicionamiento del dispositivo 141 de obtención de imágenes de cámara con respecto a los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido. El preprocesador 812 óptico puede procesar la imagen 152 óptica para que incluya un único compartimento 728 de almacenamiento de tejido o para registrar dimensional y espacialmente la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica.

El preprocesador 812 óptico también realiza la detección 172 de bordes de tejido dentro de la imagen 152 óptica basándose en la muestra 123 de tejido en el compartimento 728 de almacenamiento de tejido, una estructura geométrica y dimensiones de la bandeja 120 de muestra y componentes de pared de la misma, y/o identificadores o marcas del compartimento 728 de almacenamiento de tejido tales como un número o una letra impreso o grabado asociado con un compartimento 728 de almacenamiento de tejido. La detección 172 de bordes puede usarse para el registro de la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica. El preprocesador 812 óptico también puede direccionar elementos interferentes tales como burbujas en el fluido 124 de solución salina/sangre, por ejemplo, mediante el uso de un filtro de infrarrojos, que puede aplicarse a una lente del sistema 142 de obtención de imágenes de cámara óptica para potenciar y diferenciar adicionalmente la muestra 123 de tejido de los fluidos 124 interferentes. La inteligencia de máquina y el entrenamiento de una red neural también pueden emplearse por el preprocesador 812 óptico para la detección de límite o borde de tejido y para la detección de límite o borde en vista de burbujas en el fluido 124 de solución salina/sangre.

La detección 172 de bordes puede usarse para determinar cómo se procesa la imagen 152 óptica o partes de la misma (por ejemplo, mediante el ajuste 173 de transparencia) o se extrae para el procesamiento gráfico y la generación de la imagen 162 híbrida. En una realización, se ajusta la transparencia de la imagen 152 óptica de

modo que partes de la imagen 152 óptica correspondientes a los bordes o periferia detectados se modifiquen para que sean semitransparentes, mientras que otras partes de la imagen 152 óptica que no representan borde o periferia se modifiquen para que tengan un nivel de transparencia incluso mayor para que sean sustancial o completamente transparentes. Los ajustes 173 de transparencia de imagen óptica pueden aplicarse a partes de la imagen 152 óptica contiguas o partes o píxeles separados. Por ejemplo, pueden realizarse ajustes 173 de transparencia en todos los bordes, o toda la periferia de la muestra de tejido representada en la imagen 152 óptica, o pueden realizarse ajustes 173 de transparencia sólo en ciertas secciones de borde o periferia de la muestra 123 de tejido representada en la imagen 152 óptica tales como secciones de borde o periferia que no son adyacentes a una pared de la bandeja 720 de muestra, ya que un borde de una muestra 123 de tejido que hace tope con una pared está definido más claramente en comparación con un borde de una muestra 123 de tejido que no hace contacto con una pared de la bandeja 720 de muestra. Como otro ejemplo, pueden realizarse ajustes 173 de transparencia en la imagen 152 óptica para secciones correspondientes de la imagen 151 de rayos X, por ejemplo, ciertas partes de la imagen 151 de rayos X que tienen niveles de brillo y/o contraste menores que unos niveles de contraste y/o de brillo deseados o predeterminados.

Según otra realización, el preprocesador 812 óptico recibe la imagen 152 óptica como entrada y selecciona o extrae sólo ciertas partes de la imagen 152 óptica correspondientes a la periferia o borde detectado de la muestra 123 de tejido representada en la imagen 152 óptica, y las partes extraídas o seleccionadas pueden formar una estructura de tipo "anillo". Aunque una periferia o límite de muestra de tejido tiene una forma irregular y lo más probable es que no tenga la forma de un círculo, se hace referencia a una estructura de anillo para referirse a la periferia de muestra de tejido para facilitar la explicación. Las partes seleccionadas o extraídas de la imagen 152 óptica pueden ajustarse para énfasis, según sea necesario, mediante la reducción de la transparencia para que sean semitransparentes. Según otra realización, el preprocesador 812 óptico detecta un borde o una periferia de la muestra 123 de tejido y ejecuta el procesamiento gráfico para generar representaciones gráficas o marcadores o identificadores parásitos para la periferia o el borde detectado. Por tanto, el preprocesamiento óptico puede implicar o emitir la imagen 152 óptica, partes de la imagen 152 óptica y representaciones gráficas generadas basadas en partes respectivas de la imagen 152 óptica. Para facilitar la explicación, se hace referencia a la imagen 152 óptica o partes de la misma, que se define que incluyen partes de imagen y representaciones gráficas correspondientes a la misma.

Con referencia continuada a la figura 8, la imagen 151p de rayos X procesada y la imagen 152p óptica procesada resultantes o la imagen 152p óptica extraída y procesada o los datos gráficos generados se reciben por el procesador 820 de fusión de imágenes como entrada. Para facilitar la explicación, se hace referencia al procesador 820 de fusión de imágenes que recibe la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica como entradas, observando que el preprocesamiento descrito anteriormente puede aplicarse a una o ambas de estas imágenes. El procesador 820 de fusión de imágenes aplica la imagen 152 óptica procesada o partes de la misma sobre la imagen 151 de rayos X procesada para formar la imagen 162 híbrida. Dependiendo del tipo de preprocesamiento 812 óptico empleado, la imagen 162 híbrida puede generarse como una "pila" de la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica, una pila de la imagen 151 de rayos X y una parte seleccionada de la imagen 152 óptica (por ejemplo, una imagen de tipo anillo basada en la detección de bordes), una pila de la imagen 151 de rayos X y una representación gráfica generada basada en bordes detectados de la muestra 123 de tejido representada en la imagen 152 óptica, o como una única imagen en la que partes extraídas o seleccionadas de la imagen óptica 15 o representaciones gráficas basadas en las mismas reemplazan partes correspondientes de la imagen 151 de rayos X. Dicho de otro modo, el procesador 820 de fusión de imágenes puede aplicar la imagen 152 óptica o partes de la misma sobre la imagen 151 de rayos X o modificar la imagen 151 de rayos X para reemplazar o integrar partes de la imagen 152 óptica en la imagen 152 de rayos X, y la imagen 162 híbrida se construye mediante la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica o partes de las mismas que se registran o alinean entre sí.

La imagen 162 híbrida resultante compensa la atenuación del fluido 124 de la periferia o el borde representado en la imagen 151 de rayos X durante la adquisición de la imagen 151 de rayos X. Por ejemplo, una parte de la imagen 152 óptica correspondiente a un borde o una periferia de la muestra 123 de tejido representada puede tener su transparencia ajustada desde la transparencia de la imagen digital o la transparencia del 0 % hasta un nivel de semitransparencia que permite una representación más clara del borde o la periferia en la imagen 152 óptica para compensar las partes de borde o periferia atenuadas de la imagen 151 de rayos X mientras que se ajustan otras partes de la imagen 151 óptica para que tengan un mayor nivel de transparencia (por ejemplo, sustancial o completamente transparentes) de modo que partes internas de la muestra 123 de tejido representadas en la imagen 151 de rayos X son visibles a través de y no están ocultas por la imagen 152 óptica superpuesta o integrada o partes de la misma. Como otro ejemplo, partes del borde o la periferia de la muestra 132 de tejido representadas en la imagen 152 óptica se extraen y procesan para enfatizar gráficamente el borde o la periferia, y las partes generadas gráficamente se aplican sobre o integran después dentro de la imagen 151 de rayos X. Esto puede dar como resultado una "periferia" o "anillo" que se extrae de la imagen 152 óptica y se aplica sobre o se integra en la imagen 151 de rayos X y tiene transparencia parcial para compensar la atenuación de la periferia o el anillo en la imagen 151 de rayos X subyacente. Con esta periferia o anillo extraído, ninguna parte interior o central de la imagen 151 óptica se extiende a lo largo de otras partes de la imagen 151 de rayos X de tal manera que partes internas de la muestra 123 de tejido representadas en la imagen 151 de rayos X no están ocultas por la imagen 152 óptica y son claramente visibles a través del "orificio" transparente definido por la parte de anillo extraída de la imagen 151 óptica o partes generadas gráficamente basadas en la misma.

La imagen 162 híbrida generada se presenta al usuario a través de una UI 182 interactiva y un elemento 180 de visualización del sistema 100 de biopsia. La UI 182 interactiva permite el ajuste 1208 por el usuario de aspectos de la imagen 162 híbrida y el ajuste 1204, 1206 de imágenes 151, 152 de rayos X y ópticas individuales o partes de las mismas. El procesador 160 de imágenes también puede ejecutar métodos de detección de objetos en la imagen 162 híbrida y/o en una o más de la imagen 151 de rayos X, la imagen 151p de rayos X procesada, la imagen 152 óptica y la imagen 152 óptica procesada.

Haciendo referencia a la figura 9, se describe con más detalle un método 900 implementado por ordenador para la escisión de la muestra 123 de tejido y el procesamiento de imágenes en presencia de fluido 124 con referencia a los componentes del sistema 100 de biopsia a modo de ejemplo y la capacidad de funcionamiento y el procesamiento descritos anteriormente. Se entenderá que diversos procesamientos mostrados en la figura 9 pueden repetirse o configurarse para procedimientos de biopsia de múltiples muestras 123 de tejido en compartimentos 728 de almacenamiento de tejido respectivos de la bandeja 720 de muestra.

En 902, se activa una fuente de vacío y se introduce fluido 124 de transporte de muestra, tal como solución salina, en la herramienta 120 de escisión de biopsia a través de uno o más tubos del conjunto 610 de tubos flexibles en la preparación para un procedimiento de biopsia de muestra de tejido. El flujo y la aspiración de fluido 123 pueden activarse mediante el inicio de un ciclo de corte en respuesta a la entrada de usuario a través del control 410 remoto y/o el interruptor 440 de pedal. Por ejemplo, en la UI 1000 interactiva generada por ordenador representada en la figura 10A, una primera pantalla 1000-1 de UI incluye pestañas 1002 para la selección de modo (tal como "biopsia"), indicadores 1004 de estado (por ejemplo, vacío apagado), y una representación 1006 gráfica de qué compartimento 728 de almacenamiento de tejido está listo para recibir una muestra 123 de tejido seccionada y fluido 124 de la herramienta 120 de escisión de biopsia. Por ejemplo, la UI 1000 interactiva mostrada en la figura 10A representa la herramienta 120 de escisión de biopsia o la herramienta asociada del tubo 122 de entrada en comunicación de fluido con el compartimento 728 de tejido identificado por las marcas 750 "J". La primera pantalla 1000-1 de UI interactiva incluye también una instrucción 1008 al operador para "Mantener el interruptor [440] de pedal para comenzar el ciclo de biopsia". La figura 10B representa una segunda pantalla 1000-2 de UI interactiva que incluye un indicador de flujo de fluido 124 de solución salina a través de la herramienta 120 de escisión de biopsia.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 9, en 904, la herramienta 920 de escisión de biopsia la activa el usuario a través del control 410 remoto y/o el interruptor 440 de pedal para seccionar la muestra 123 de tejido del paciente. La muestra 123 de tejido seccionada se aspira con fluido 124 a través de la herramienta 120 de escisión de biopsia y al tubo 122 de entrada o parte del conjunto 610 de tubos flexibles en 906. En 908, la muestra 123 de tejido seccionada y el fluido 124 se suministran a través del tubo 122 de entrada y se depositan juntos en el compartimento 728 de almacenamiento de la bandeja 720 de muestra.

Continuando con la referencia a la figura 9, en 910, el fluido 724 residual o en exceso, que puede ser una combinación de dos o más de sangre, solución salina y otros fluidos quirúrgicos, se aspira a través del tubo 132 de salida en comunicación con el compartimento 728 de almacenamiento de tejido y al interior del recipiente 130 de succión. El procesamiento descrito anteriormente puede repetirse para muestras 123 adicionales depositadas con fluido 124 en compartimentos 728 de almacenamiento de tejido respectivos. En 912, si no van a seccionarse y depositarse otras muestras 123 de tejido en la bandeja 720 de muestra, pueden desactivarse el fluido 724 de suministro y la aspiración a vacío para terminar el procedimiento de biopsia y proceder a la obtención de imágenes de las muestras 123 de tejido y el fluido 124 y al procesamiento de imágenes.

Las figuras 11A-B representan una bandeja 720 de muestra a modo de ejemplo después de que las muestras 123 de tejido se han escindido, aspirado junto con el fluido 124 y depositado en los compartimentos 728 de almacenamiento respectivos de la bandeja 720 de muestra. Tal como se representa en la figura 11A, las muestras 123 de tejido se han depositado en nueve de los 12 compartimentos 728 de almacenamiento de tejido junto con fluidos 124 que incluyen solución salina y sangre 1100. Algunos compartimentos 728 de almacenamiento de tejido tienen más sangre 1100 que otros, y la sangre 1100 puede afectar significativamente a la visibilidad de las muestras 723 de tejido y cubrir completamente las muestras 123 de tejido. La figura 11B ilustra un ejemplo en el que se aspiró una mayor cantidad de sangre 1100 y se depositó en los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido respectivos, y se ha depositado tanta sangre de tal manera que no es visible ninguna muestra 123 de tejido. Se entenderá que la cantidad de sangre 1100 aspirada con las muestras 123 de tejido en los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido puede variar, y que se proporcionan las figuras 11A-B para ilustrar que pueden depositarse diferentes cantidades de sangre 1100, que los fluidos 124 que incluyen sangre pueden cubrir parcial o completamente las muestras de tejido, y se entenderá que un dispositivo 760 de gestión de fluidos puede retirar al menos parte de la sangre 1100 y otros fluidos 124 para facilitar la obtención de imágenes de muestras.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 9, en 914, la muestra 123 de tejido seccionada que se depositó en el compartimento 728 de almacenamiento de tejido se sitúa en el campo de visión del primer sistema o sistema 141 de obtención de imágenes de rayos X. Esto puede implicar hacer rotar la bandeja 720 de muestra y/o mover el sistema 141 de obtención de imágenes de rayos X, según sea necesario. En 916, se activa el sistema 141 de obtención de imágenes de rayos X para adquirir una imagen 151 de rayos X de la muestra 123 de tejido seccionada cubierta al

menos parcialmente por uno o más fluidos 124. La imagen 151 de rayos X representa partes externas de la muestra 123 de tejido y partes internas de la muestra 123 de tejido que no son visibles para el ojo humano. En 918, se sitúa la muestra 123 de tejido en el campo de visión del sistema 142 de obtención de imágenes de cámara óptica. Esto puede implicar hacer rotar la bandeja 720 de muestra y/o mover el sistema 142 de obtención de imágenes de cámara óptica, según sea necesario. En 920, se activa el sistema 141 de obtención de imágenes de cámara óptica para adquirir la imagen 152 óptica de la muestra 123 de tejido cubierta al menos parcialmente por uno o más fluidos 124. La imagen 152 óptica representa una superficie exterior de la muestra 123 de tejido y el fluido 124 pero no las partes internas de la muestra 123 de tejido que no son visibles para el ojo humano.

La figura 12A ilustra un ejemplo de una UI 1210 para "modo de rayos X" durante el que se adquiere la imagen 152 de rayos X y las imágenes 151 de rayos X adquiridas de las muestras 123 de tejido respectivas pueden presentarse a través de la UI 1210. En el ejemplo mostrado en la figura 12A, la UI 1210 incluye imágenes 1212 en miniatura de diferentes imágenes 151 de rayos X de muestras 123 de tejido respectivas que se han adquirido, y una ventana 1212 mayor muestra una imagen 151 de rayos X actual de la muestra 123 de tejido actual en el compartimento 728 "C" de tejido por indicador o marcas 750 de la bandeja 720 de muestra. La figura 12B ilustra un ejemplo de una UI 1220 de "modo de cámara" durante el que se adquiere la imagen 151 óptica de muestras 123 (también se representa en la UI 182 mostrada en la figura 12C) y puede presentarse a través de la UI 1220. La figura 12B también ilustra un ejemplo en el que el sistema 151 de obtención de imágenes de cámara óptica tiene un campo de visión más amplio de tal manera que puede requerirse el recorte de imágenes 152 ópticas para el registro final con la imagen 151 de rayos X.

Haciendo referencia continuada a la figura 9 y con referencia adicional a las figuras 13A-B, en 922, la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica se transmiten o exportan por el primer y segundo dispositivos 141, 142 de obtención de imágenes respectivos y se reciben por el procesador 160 de imágenes. En 924, el procesador 160 de imágenes ejecuta el registro 174 de imágenes de rayos X y óptica, si es necesario. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 13A-B, las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica pueden representar diferentes números de compartimentos 728 de tejido o diferentes partes de la bandeja 720 de muestra de tal manera que las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica no estén en registro entre sí debido a que el sistema 152 de obtención de imágenes de cámara óptica captura un campo de visión más amplio que el sistema 151 de obtención de imágenes de rayos X o captura la imagen 152 óptica en una orientación o rotación diferente de tal manera que el procesamiento da como resultado imágenes 151, 152 de rayos X y óptica correspondientes entre sí en cuanto a tamaño, orientación y campo de visión. El registro 174 de imágenes puede implicar uno o más de recortar una de las imágenes, tal como la imagen 152 óptica, y realizar ajustes en uno o más de zoom y orientación o rotación de la bandeja 720 de muestra. El resultado del procesamiento 174 de registro es la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica que representan el mismo campo de visión de la misma muestra 123 de tejido y el mismo fluido 124 en el mismo compartimento 728 de almacenamiento de tejido y estando la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica dimensionadas y orientadas para corresponder generalmente entre sí.

El registro 174 de imágenes puede implicar la detección de uno o varios atributos de recorte que se utilizan para determinar un punto de referencia común. Esto puede implicar uno o más de reconocimiento de forma y reconocimiento de marcas 750 de compartimento de almacenamiento de tejido. Por ejemplo, el procesador 160 de imágenes puede analizar la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica para determinar estructuras de la bandeja 720 de muestra tales como paredes 727 divisorias o paredes 726 laterales que tienen formas, ubicaciones o dimensiones predefinidas y marcas 750 de compartimento de almacenamiento de tejido. Se entenderá que pueden utilizarse diversas estructuras y puntos de referencia con estos propósitos y pueden variar con las configuraciones de la bandeja 720 de muestra de tal manera que los ejemplos analizados anteriormente se proporcionan como ejemplos no limitativos de atributos que pueden usarse para el registro 174 de imágenes.

Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 13A, la imagen 151 de rayos X puede ser una imagen de la muestra 123 de tejido y el fluido 1234 en un único compartimento 728 "C" de almacenamiento, mientras que múltiples muestras 123 de tejido y el fluido 124 en los compartimentos 728 B-D de almacenamiento de tejido respectivos se representan en la imagen 152 óptica. Por tanto, tal como se representa en las figuras 13A-B, la imagen 152 óptica puede tener un campo de visión mayor que la imagen 151 de rayos X y, por tanto, puede recortarse 1302 para incluir sólo un único compartimento 728 "C" de almacenamiento de tejido de manera similar a la imagen 151 de rayos X. La imagen 152 óptica también puede ajustarse para una correspondencia dimensional y rotacional o de orientación de tal manera que el indicador "C" aparezca en el lado izquierdo de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica, y los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido en forma de tarta o cuña están dispuestos de manera similar. Tal como se muestra en la figura 13B, el registro 174 de imágenes también puede implicar una máscara 1304 que se aplica para eliminar cualquier parte de imagen parásita, por ejemplo, partes parásitas de la imagen 152 óptica que permanecen después del recorte inicial, tal como otras paredes, base o materiales filtrantes que pueden permanecer. El enmascaramiento 1304 complementario puede ser necesario o no dependiendo de la configuración de la bandeja 720 de muestra y los campos de visión de los respectivos sistemas 141, 142 de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica. En la realización ilustrada, las paredes 727 divisorias definen parcialmente compartimentos 728 de almacenamiento de tejido respectivos de tal manera que los compartimentos 728 de almacenamiento de tejido son adyacentes entre sí, mientras que otras bandejas 720 de muestra pueden tener otras configuraciones de compartimentos 728 de almacenamiento de tejido (por ejemplo, forma cuadrada o rectangular) o

estar más separadas entre sí de tal manera que el enmascaramiento 1304 complementario puede no requerirse para limpiar imágenes recortadas que están en registro entre sí. Como ejemplo ilustrativo, se muestra la máscara 1304 para eliminar partes de dos compartimentos 728 de almacenamiento diferentes de las esquinas superior derecha e inferior derecha de una sección recortada de la imagen 152 óptica. Puede aplicarse un procesamiento similar a la imagen 151 de rayos X, según sea necesario. Por tanto, el resultado son dos imágenes 151, 152 diferentes que corresponden o corresponden sustancialmente entre sí en la preparación para la generación de la imagen 162 híbrida.

Continuando con la referencia a la figura 9, en 926, se proporciona la imagen 151 de rayos X como entrada al primer preprocesador 811, y en 928, se proporciona la imagen 152 óptica como entrada al segundo preprocesador 812 en 926. El preprocesamiento se refiere al procesamiento de imágenes antes de la generación de la imagen 162 híbrida o en la preparación para la generación de la imagen 162 híbrida. El primer preprocesador 811 y el segundo preprocesador 812 ejecutan diferentes métodos de procesamiento de imágenes en diferentes imágenes. El preprocesamiento puede aplicarse a una o ambas o ninguna de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica, pero con propósitos explicativos, y no limitativos, se describen realizaciones con referencia al preprocesamiento 811, 812 de ambas imágenes 151, 152 de rayos X y óptica.

El primer preprocesador 811 puede ejecutar uno o más métodos de procesamiento de imágenes para preparar la imagen 151 de rayos X para la fusión con la imagen 152 óptica o partes de la misma o con datos generados gráficamente basados en partes de la imagen 152 óptica enfatizando y potenciando partes de la imagen 151 de rayos X que representan la muestra 123 de tejido y diferenciando adicionalmente la muestra 123 de tejido de estructuras de la bandeja 120 de muestra circundantes o adyacentes y fluido 124. Por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 8, el primer preprocesador 811 puede ejecutar uno o más filtros 171 para reducir el ruido de la imagen 151 de rayos X y eliminar por filtrado partes de imagen brillantes y oscuras que tienen niveles de brillo que superan un nivel de brillo máximo (para reducir puntos brillantes) y/o que tienen un nivel menor que un nivel de brillo mínimo (para reducir puntos oscuros). El filtro 171 de brillo puede usar unos criterios de brillo predeterminados (uno o ambos de unos criterios de alto brillo y bajo brillo) para excluir o enmascarar partes brillantes y oscuras de la imagen 151 de rayos X de tal manera que sea más probable que las partes restantes de la imagen 151 de rayos X representen la muestra 123 de tejido en lugar de la bandeja 720 de muestra y otros elementos que puedan aparecer como partes blancas o brillantes o partes negras u oscuras o sombras en la imagen 151 de rayos X. Por tanto, pueden usarse filtros 171 de brillo máximo y mínimo de modo que sea más probable que los datos de la imagen 151 de rayos X restantes representen la muestra 123 de tejido en lugar de otros elementos no tisulares mientras se eliminan las partes brillantes y oscuras, lo que también puede reducir falsos positivos e interpretaciones erróneas, por ejemplo, una interpretación errónea de que una parte brillante de la imagen 151 de rayos X representa una calcificación en lugar de tejido normal. Los filtros 171 ejecutados por el primer preprocesador 811 también pueden implicar la segmentación para diferenciar adicionalmente partes de la imagen 151 de rayos X que representan la muestra 123 de tejido de estructuras adyacentes o circundantes de la bandeja 720 de muestra. La segmentación puede realizarse usando uno o más de un gráfico de píxeles y un filtro de contraste para diferenciar paredes, compartimentos de tejido y otras estructuras de la bandeja 720 de muestra, así como componentes magnéticos usados para hacer rotar la bandeja 720 de muestra. El primer preprocesador 811 también puede utilizar plantillas de la bandeja 710 de muestra o datos geométricos para distinguir la muestra 123 de tejido de estructuras adyacentes o circundantes. Por ejemplo, pueden utilizarse datos geométricos de dimensión, centro y datos de ubicación de paredes y superficies de la bandeja 720 de muestra para distinguir muestras 123 de tejido que se hacen tope contra o son adyacentes a paredes o superficies de la bandeja 720 de muestra. Se entenderá que el primer preprocesador 811 puede emplear diversas técnicas de procesamiento de imágenes para preparar la imagen 151 de rayos X y potenciar o enfatizar la muestra 123 de tejido representada en la imagen 151 de rayos X.

El segundo preprocesador 812 se ejecuta en la imagen 152 óptica y usa diferentes métodos de procesamiento de imágenes que el primer preprocesador 811 para la imagen 151 de rayos X. El segundo preprocesador 812 ejecuta uno o más métodos de procesamiento de imágenes tales como la detección 172 de bordes de tejido en la imagen 152 óptica, por ejemplo, para identificar límites de la muestra 123 de tejido que se depositó en el compartimento 728 de almacenamiento de tejido. La detección de bordes puede usarse para identificar límites de la muestra 123 de tejido cuando al menos parte de la muestra 123 de tejido descansa contra una estructura de la bandeja 720 de muestra tal como una pared 727 divisoria o pared 726 lateral cilíndrica y para identificar límites de la muestra 123 de tejido cuando la muestra de tejido no entra en contacto con ninguna estructura de la bandeja de muestra excepto por el elemento o superficie 724 inferior de la bandeja 720 de muestra. Según una realización, la detección 172 de bordes se realiza para la segunda imagen o imagen 152 óptica pero no para la primera imagen o imagen 151 de rayos X. Un borde, límite o periferia de la muestra 123 de tejido puede determinarse, o al menos determinarse en parte, basándose en uno o más de una estructura geométrica, contorno o disposición de la bandeja 720 de muestra (por ejemplo, paredes, compartimentos de almacenamiento de tejido y marcas de identificación y ubicaciones relativas asociadas de los mismos y dimensiones tales como grosor de pared, altura y longitud). Los resultados de la detección 172 de bordes se usan para generar una imagen óptica con una definición mejorada de la muestra 123 de tejido para una fusión final mejorada con la imagen 151 de rayos X.

El segundo preprocesador 812 también puede procesar la imagen 151 óptica para elementos interferentes tales como burbujas en el fluido 124 de solución salina/sangre. Este procesamiento puede implicar un filtro de infrarrojos

que puede unirse a una lente del sistema 152 de obtención de imágenes de cámara óptica para potenciar y diferenciar adicionalmente la muestra 123 de tejido y los bordes o límites de la misma de los fluidos 124 interferentes y circundantes. El segundo preprocesador 812 también puede utilizar inteligencia de máquina y entrenamiento de una red neural para la detección de límites o bordes de tejido y para la detección de límites o bordes en vista de burbujas en el fluido 124 de solución salina/sangre, y con estos propósitos, el segundo preprocesador 812 puede comunicarse con componentes de aprendizaje automático a través de una red de tal manera que el procesador 160 de imágenes puede realizar localmente cierto procesamiento de imágenes y puede realizarse otro procesamiento de imágenes en una ubicación remota, y cuyos resultados se reciben a través de una red.

El segundo preprocesador 812 también puede determinar y ejecutar ajustes 173 de opacidad o transparencia iniciales para la segunda imagen o imagen 152 óptica de modo que se modifique la transparencia de partes seleccionadas o determinadas de la imagen 152 óptica. Una imagen 152 óptica digital es opaca, es decir, no transparente. Por tanto, el segundo preprocesador 812 puede ejecutar aumentos de transparencia iniciales desde el 0 % de transparencia u opaco al 100 %, y pueden realizarse diferentes ajustes de transparencia a diferentes partes de la imagen 152 óptica.

Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 14, en una realización, el segundo preprocesador 812 detecta un borde de muestra de tejido en 1402 tal como se ha descrito anteriormente (por ejemplo, basándose en una o más de las estructuras o marcas 750 de la bandeja 720 de muestra), y en 1404, el segundo preprocesador 812 identifica píxeles de la segunda imagen o imagen 152 óptica correspondientes al borde o límite identificado. El segundo preprocesador 812 ajusta la imagen 152 óptica aumentando la transparencia 173, o reduciendo la opacidad, de los píxeles identificados en 1406. El ajuste 173 de transparencia puede ejecutarse sin realizar ningún ajuste de opacidad o transparencia a la primera imagen o imagen 151 de rayos X. El ajuste 173 de transparencia también puede aplicarse a otros píxeles de la imagen 152 óptica que son adyacentes a píxeles identificados de la imagen 152 óptica o dentro de una distancia predeterminada de píxeles identificados de la imagen 152 óptica. El resultado del ajuste 173 de transparencia es la transformación de una parte determinada de la imagen 152 óptica de opaca (una imagen digital generada por el dispositivo de obtención de imágenes de cámara tiene el 0 % de transparencia) a semitransparente. Por ejemplo, la transparencia de partes determinadas de la imagen 152 óptica puede aumentarse en un 50 %, pero pueden utilizarse otros ajustes 173 de transparencia. De esta manera, se aplican ajustes 173 de transparencia a partes determinadas de la imagen 152 óptica que representan el "borde" o límite de la muestra 123 de tejido para aumentar la transparencia, mientras que esas partes ajustadas de la imagen 152 óptica son semitransparentes y permanecen visibles, por ejemplo, con el 50 % de transparencia, de modo que no son transparentes al 100 % como para desaparecer de la vista.

Continuando con la referencia a la figura 14, en 1408, el segundo preprocesador 812 también transforma otras partes de la segunda imagen o imagen 152 óptica de opacas (el 0 % de transparencia) a sustancial o totalmente transparentes. Por ejemplo, puede aumentarse la transparencia de partes determinadas de la imagen 152 óptica desde el 0 % hasta el 85-100 %, pero pueden utilizarse otros ajustes 173 de transparencia y estos valores de transparencia son meramente ejemplos ilustrativos. Esto puede hacerse sin realizar ningún ajuste de transparencia a la imagen 151 de rayos X.

La figura 15 ilustra en general cómo el segundo preprocesador 812 puede ejecutar ajustes de transparencia variable o diferencial a lo largo de la imagen 152 óptica de tal manera que ciertas partes de la imagen 152 óptica son semitransparentes 1502, y otras partes de la imagen 152 óptica son más transparentes, o incluso completamente transparentes. Aún otras partes de la imagen 152 óptica, tales como aquellas partes más allá del borde o límite de la muestra 123 de tejido (ilustradas por la sección del elemento o superficie 724 inferior de la bandeja 720 de muestra que no tiene ninguna parte de la muestra 123 de tejido) pueden no tener ningún ajuste 173 de transparencia.

El segundo preprocesador 812 puede implementar ajustes 173 de transparencia para modificar la segunda imagen 152 o generar datos gráficos o de imagen de diferentes maneras. Según una realización, se realiza la detección 172 de bordes y se ajusta la transparencia de la imagen 152 óptica de modo que partes de la imagen 152 óptica correspondientes a los bordes o la periferia detectados se modifiquen para que sean semitransparentes, mientras que otras partes de la imagen 152 óptica que no representan el borde o la periferia se modifiquen para que tengan un nivel de transparencia incluso mayor para que sean sustancial o completamente transparentes. Como otro ejemplo, pueden realizarse ajustes 173 de transparencia en la imagen 152 óptica para secciones correspondientes de la imagen 151 de rayos X, por ejemplo, ciertas partes de la imagen 151 de rayos X que tienen niveles de brillo y/o contraste menores que unos niveles de contraste y/o de brillo deseados o predeterminados. En otra realización, el preprocesador 812 óptico selecciona o extrae sólo ciertas partes de la imagen 152 óptica correspondientes a la periferia o borde detectado de la muestra 123 de tejido representada en la imagen 152 óptica, y las partes extraídas o seleccionadas pueden formar una estructura de tipo "anillo", y la estructura de tipo "anillo" se modifica para que sea semitransparente. Según otra realización, el preprocesador 812 óptico detecta un borde o una periferia de la muestra 123 de tejido y ejecuta el procesamiento gráfico para generar representaciones gráficas o marcadores o identificadores parásitos para la periferia o el borde detectado. Por tanto, el preprocesamiento 812 óptico puede implicar una imagen 152 óptica completa que se ha modificado con modificaciones de transparencia, ciertas partes de la imagen 152 óptica seleccionadas basándose en la detección de bordes y que se han modificado con modificaciones de transparencia, o la generación de representaciones gráficas basándose en partes respectivas de

la imagen 152 óptica que representan un borde o una periferia de la muestra 123 de tejido. Para facilitar la explicación, se hace referencia a la imagen 152 óptica o partes de la misma, que se define que incluye partes extraídas o seleccionadas de la imagen 152 óptica y representaciones gráficas basadas en partes extraídas o seleccionadas de la imagen 152 óptica.

5 Por tanto, tal como se ilustra en general en la figura 15, la transparencia de la imagen 152 óptica o partes de la misma en forma de un anillo exterior que destaca el borde o la periferia de la muestra 123 de tejido en la imagen 152 óptica se modifica para que sean semitransparentes 1502, mientras que otras partes interiores de la imagen 152 óptica que no se determinó que correspondan a un borde o una periferia exterior se ajustan para que tengan un
10 valor de transparencia mayor y pueden ser completamente transparentes 1504. Se entenderá que los ajustes 173 de transparencia analizados en el presente documento, incluyendo el 50 % (semitransparente), el 85 % (sustancialmente transparente) y el 100 % (completamente transparente) son ejemplos ilustrativos y no limitativos de ajustes 173 de transparencia que pueden ejecutarse por el preprocesador 812 óptico.

15 Haciendo referencia a la figura 16, el segundo preprocesador 812 también puede ejecutar ajustes 173 de transparencia, o determinar qué partes de la imagen 152 óptica deben tener su transparencia aumentada, basándose en objetos de interés detectados tales como calcificaciones en la primera imagen 151 o imagen 151 de rayos X. En 1602, el segundo preprocesador 812 detecta un borde o límite de la muestra 123 de tejido representada en la segunda imagen o imagen 152 óptica tal como se describió anteriormente, y en 1604, el segundo
20 preprocesador detecta, o ejecuta un sistema de detección de objetos para detectar, uno o más objetos de interés tales como una lesión o calcificación en la muestra 123 de tejido tal como se representa en la primera imagen o imagen 151 de rayos X. En 1606, el segundo preprocesador 812 identifica un primer grupo de píxeles de la imagen 152 óptica correspondiente a atributos de borde/marcas identificados (tal como se analizó anteriormente) con la restricción de que el primer grupo identificado de píxeles de la imagen 152 óptica no corresponda a partes de la
25 imagen 151 de rayos X que representen la calcificación detectada u otro objeto de interés. En 1608, el segundo preprocesador 812 aumenta la transparencia del primer grupo de píxeles identificados de la imagen 152 óptica (por ejemplo, desde el 0 % hasta el 50 % para que sea semitransparente), y en 1610, se aumenta la transparencia de otros píxeles/ píxeles no identificados de la imagen 152 óptica que corresponden a partes de la imagen 151 de rayos X que representan el objeto de interés detectado, para que sean sustancialmente transparentes (por ejemplo, el
30 85 %) o transparentes al 100 %. Dicho de otro modo, puede aumentarse la transparencia de partes de la imagen 152 óptica que corresponden a una parte de la imagen 151 de rayos X que representa un objeto de interés hasta un nivel de sustancialmente transparentes o completamente transparentes en lugar de permanecer opacas o sólo modificarse hasta un nivel de transparencia bajo.

35 Haciendo referencia de nuevo a las figuras 3, 9 y 15, y con referencia adicional a las figuras 17A-B, las salidas generadas por el primer preprocesador 811 y el segundo preprocesador 812, indicadas como la imagen 151p de rayos X procesada y la imagen 152p óptica procesada, se proporcionan al procesador 820 de fusión de imágenes. El procesador 820 de fusión de imágenes genera una imagen 162 híbrida que incorpora partes de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica. La imagen 162 híbrida puede generarse mediante la imagen 151 de rayos X que se
40 superpone con la imagen 152 óptica, se superpone con partes seleccionadas o extraídas de la imagen 152 óptica (por ejemplo, un anillo periférico), integrando partes seleccionadas o extraídas de la imagen 152 óptica en la imagen 151 de rayos X (por ejemplo, reemplazando partes de la imagen 151 de rayos X por el anillo periférico seleccionado o extraído de la imagen 152 óptica), o integrando datos gráficos generados o representaciones basadas en partes seleccionadas o extraídas de la imagen 152 óptica en la imagen 151 de rayos X (por ejemplo, reemplazando partes
45 de la imagen 151 de rayos X por representaciones o datos gráficos generados).

Los ajustes 173 de transparencia selectiva para hacer que ciertas partes de la imagen 152 óptica sean semitransparentes o generar una representación gráfica que sea semitransparente 1502 y se apliquen sobre o se integren en la imagen 151 de rayos X contribuyen a representar el borde o límite exterior de la muestra 123 de tejido
50 más claramente que los bordes o límites exteriores atenuados por el fluido 124 representados en la imagen 141 de rayos X original. Otras partes 1504 de la imagen 152 óptica se modifican para que tengan una alta transparencia de modo que las partes subyacentes de la imagen 151 de rayos X se ven más fácilmente por parte del usuario. En otra realización, la imagen 151 de rayos X es visible a través del "orificio" definido por o que se extiende entre la imagen 152 óptica semitransparente extraída o seleccionada o la representación gráfica. Por tanto, la transparencia diferencial resultante a través de diferentes partes 1502, 1504 de la imagen 162 híbrida proporciona un modo de
55 imagen "superpuesta" o "integrada" en el que partes de las imágenes 151, 152 de rayos X y óptica se presentan al usuario de modo que el borde o límite exterior de la muestra 123 de tejido se representa mediante múltiples imágenes o múltiples tipos de imágenes en lugar de sólo una imagen y en lugar de mediante una imagen que está oculta por el fluido 124 interferente.

60 Las realizaciones compensan, por tanto, las partes correspondientes de la imagen 151 de rayos X que pueden haberse ocultado por fluido(s) 124 interferente(s) ya que las partes 1502 semitransparentes correspondientes de la imagen 152 óptica superpuesta o integrada o partes de la misma complementan la representación de la imagen 151 de rayos X del borde exterior o límite de la muestra 123 de tejido. Además de estas mejoras, otras partes 1504 de la
65 imagen 152 óptica son, o se ajustan, para que sean sustancial o completamente transparentes de modo que partes correspondientes de la imagen 151 de rayos X, incluyendo aquellas partes de la imagen 151 de rayos X que

representan un objeto 1702 de interés detectado, tal como una calcificación o lesión, son visibles para el usuario sin interferencia indebida de la imagen 152 óptica, partes de la imagen 152 óptica o representaciones gráficas generadas basadas en las mismas, y sin interferencia de la salida original del sistema 152 de obtención de imágenes de cámara óptica, que era opaca al 100 %, de modo que también puede observarse un objeto 1702 de interés detectado. Dependiendo de los ajustes de transparencia ejecutados, ciertas partes de la imagen 152 óptica pueden desaparecer esencialmente mientras que otras partes de la imagen 152 óptica no lo hacen de modo que partes de la imagen 151 de rayos X pueden ser tan visibles como lo son en ausencia de o con la imagen 152 óptica altamente transparente, mientras que otras partes de la imagen 162 híbrida incluyen partes de la imagen 152 óptica que son menos transparentes y más visibles.

Las figuras 17A-B ilustran en general cómo puede estructurarse la imagen 162 híbrida y cómo pueden realizarse ajustes de transparencia diferencial a lo largo de la imagen 162 híbrida. Se entenderá que se proporcionan etiquetas o descriptores de transparencia tales como opaco (el 0 % de transparencia), baja transparencia (hasta el -25 %), semitransparente (~el 25~-el 75 %), sustancialmente transparente o alta transparencia (mayor del -75 %) y completamente transparente (el 100 %) con propósitos explicativos e ilustrativos, sin limitación, y se proporcionan para describir cómo pueden implementarse realizaciones y cómo pueden personalizarse la obtención de imágenes de muestras de biopsia para muestras de tejido de diferentes formas y tamaños y personalizarse para diferentes posiciones de muestras de tejido dentro de una bandeja 720 de muestra después de escindirse y depositarse en la misma.

Aunque la figura 17B representa en general una vista en sección transversal de la imagen 162 híbrida generada por la imagen 152 óptica (o 152p) que se aplica sobre la imagen 151 de rayos X, se entenderá que la imagen 162 híbrida puede generarse y estructurarse de diferentes maneras y que las realizaciones pueden utilizar diferentes métodos de fusión de imágenes. La imagen 162 híbrida puede generarse mediante sólo partes seleccionadas o extraídas de la imagen 152 óptica (por ejemplo, un anillo periférico semitransparente basado en la detección de bordes) que se aplican sobre la imagen 151 de rayos X. La imagen 162 híbrida también puede generarse integrando partes semitransparentes seleccionadas o extraídas de la imagen 151 óptica en la imagen 152 de rayos X en lugar de aplicarse sobre la imagen 152 de rayos X. Con este propósito, pueden reemplazarse píxeles de la imagen 151 de rayos X por las partes semitransparentes seleccionadas o extraídas de la imagen 151 óptica. Como otro ejemplo, la imagen 162 híbrida puede generarse mediante la representación gráfica generada semitransparente basándose en la periferia o el borde detectado de la muestra de tejido en la imagen 152 óptica que se aplica sobre la imagen 152 de rayos X. La imagen híbrida también puede generarse integrando la representación gráfica generada semitransparente en la imagen 151 de rayos X en lugar de aplicarse sobre la imagen 152 de rayos X, por ejemplo, reemplazando píxeles de la imagen 151 de rayos X por la representación gráfica generada.

Por tanto, las realizaciones son capaces de generar una imagen 162 híbrida que no sólo se personaliza a las muestras 123 de tejido rodeadas o cubiertas al menos parcialmente por el fluido 124, sino que también se personaliza a una configuración estructural de componentes del sistema 100 de biopsia tales como las bandejas 720 de muestra y las paredes de las mismas, mientras que, al mismo tiempo, se potencian los bordes o límites de la muestra 123 de tejido que de otro modo pueden quedar ocultos en una imagen 151 de rayos X debido al fluido 124 interferente mientras que también se ejecutan modificaciones de transparencia de modo que los objetos 1702 de interés representados en la imagen 151 de rayos X pueden verse a lo largo de la imagen 152 óptica. Las realizaciones también se dirigen a fluidos quirúrgicos y corporales tales como la sangre 1100 que tienen atributos de atenuación similares a los de la muestra 123 de tejido de la que se obtienen imágenes y, por tanto, pueden interferir con la obtención de imágenes de muestras. Por tanto, en lugar de realizar ajustes genéricos de transparencia, las realizaciones pueden determinar de manera inteligente qué partes de la imagen 152 óptica deben tener ajustes de transparencia, cómo debe ajustarse la transparencia en vista del entorno de obtención de imágenes particular, y cómo deben modificarse ciertas partes de una imagen 152 óptica y aplicarse sobre o integrarse en la imagen 151 de rayos X.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 9 y con referencia adicional a la figura 18, en 932, la imagen 162 híbrida generada se presenta al usuario a través de la UI 182 interactiva a través del elemento 180 de visualización del sistema 100 de biopsia. El usuario puede interactuar con la UI 182 a través de un dispositivo de entrada tal como un teclado, ratón, una pantalla táctil, y similares. La UI 182 permite que el usuario realice otros diversos ajustes en la imagen 162 híbrida o cambie cómo se presentan la imagen 162 híbrida o las imágenes 151 de rayos X y 152 óptica, de la misma.

Por ejemplo, la UI 182 puede estructurarse para permitir que el usuario ajuste 1204 adicionalmente los niveles de transparencia para diferentes partes de la segunda imagen o imagen 152 óptica. Los ajustes de transparencia pueden ejecutarse en respuesta a que un usuario coloque un puntero de ratón sobre una cierta parte de la imagen 152 óptica (por ejemplo, la parte 1502 de límite o anillo semitransparente de la imagen 152 óptica tal como se muestra en la figura 15), y luego accionar una rueda de desplazamiento del ratón para aumentar o disminuir la transparencia de esa parte 1502 mientras que la transparencia de otras partes de la imagen 152 óptica y la imagen 151 de rayos X permanecen sin cambios. Como otro ejemplo, el puntero de ratón puede colocarse sobre una cierta parte de la imagen 152 óptica (por ejemplo, la parte 1504 de alta transparencia tal como se muestra en la figura 15), y luego accionar una rueda de desplazamiento del ratón para aumentar o disminuir la transparencia de esa parte

1504 mientras la transparencia de otras partes de la imagen 152 óptica y la imagen 151 de rayos X permanecen sin cambios. Esto puede ser útil para aumentar la transparencia cuando se intenta analizar el objeto 1702 de interés en la imagen 151 de rayos X subyacente.

5 La UI 182 también puede proporcionar un ajuste de transparencia global, que puede basarse en los niveles de transparencia respectivos actuales de modo que se mantenga el diferencial de transparencia, o basarse en un nivel de transparencia común de modo que los ajustes de transparencia sean constantes a lo largo de la imagen 152 óptica. Por ejemplo, si el nivel de transparencia de las partes 1502 de "borde" de la imagen 152 óptica es del 40 % y el nivel de transparencia de las partes 1504 "internas" de la imagen 152 óptica es del 90 %, entonces la aplicación de un aumento de transparencia global del 10 % daría como resultado que la transparencia de la parte 1502 de "borde" se aumentara hasta el 50 % (40+10) y la transparencia de la parte 1504 "interna" se ajustara al 100 % (90+10). En otros métodos, la transparencia de las partes 1502, 1504 de borde e interiores puede ajustarse pero al mismo valor de transparencia. La UI 182 también puede ser un usuario para desactivar la visualización y ajustes de transparencia diferencial para permitir más control de usuario.

15 La UI 182 también puede permitir diferentes vistas de la imagen 162 híbrida o componentes de imagen de la misma. Por ejemplo, la UI 182 puede incluir un botón 1210 de "conmutación" que puede seleccionar el operador de modo que una vista es la vista "híbrida" en la que la imagen 151 de rayos X se superpone con la imagen 152 óptica o partes de la imagen 152 óptica se integran en la imagen de rayos X, y una segunda vista presenta la imagen 151 de rayos X y la imagen 152 óptica independientemente y no en modo híbrido.

Otros elementos 1212 de UI 182 pueden permitir que un usuario dibuje manualmente la segunda imagen o imagen 152 óptica para dibujar una parte de imagen para la que va a ajustarse la transparencia, por ejemplo, de manera similar a las herramientas de dibujo disponibles de Zillow Group y usadas por compradores domésticos que permiten usar un ratón para dibujar un círculo alrededor de una vecindad de interés

Con referencia continuada a la figura 9, en 936, el procesador 160 de imágenes recibe la entrada de usuario a través de la UI 812 y modifica la imagen 162 híbrida u otros ajustes de imagen o transparencia en respuesta a la entrada de usuario, y en 938, la imagen híbrida modificada u otra modificación de imagen o de transparencia se presenta al usuario a través de la UI 812.

Por tanto, tal como se ha descrito anteriormente, las realizaciones proporcionan una obtención de imágenes mejorada de muestras de tejido, el análisis de las mismas y las interacciones del usuario con las mismas no sólo utilizando múltiples modalidades de obtención de imágenes, sino modificando selectivamente las transparencias de imagen para ciertas partes de imagen, y para ciertas imágenes. Estos ajustes de transparencia inteligentes permiten que el sistema 100 de biopsia compense la interferencia del fluido 124 con la obtención de imágenes de la muestra 123 de tejido y las sombras inadvertidas creadas en las imágenes que pueden bloquear el tejido u objetos de interés, mientras se potencia la representación y visualización de los bordes o límites de la muestra 123 de tejido mientras se hace así sin ocultar objetos de interés detectados tales como calcificaciones y lesiones representadas en imágenes de rayos X. Las realizaciones logran estas mejoras significativas de la obtención de imágenes, pero lo hacen en tiempo real durante un procedimiento de biopsia de tal manera que puedan presentarse resultados mejorados de obtención de imágenes al operador, que puede realizar un análisis más exacto y eficiente y determinar, por ejemplo, si deben adquirirse muestras de tejido adicionales. Las realizaciones pueden utilizarse para mejorar la obtención de imágenes en presencia de uno o múltiples fluidos que incluyen uno o más de solución salina y sangre, y son particularmente útiles cuando se obtienen imágenes de muestras de tejido cubiertas de sangre y fluidos que tienen atributos de atenuación que son similares a los de la muestra de tejido u objetos de interés en la muestra de tejido de la que están obteniéndose imágenes. Las realizaciones también son adaptables y configurables para su uso en diversos sistemas de biopsia y configuraciones de bandejas de muestra, ya que el procesamiento de imágenes de las realizaciones puede explicar diferentes estructuras de componentes del sistema y muestras de tejido de diferentes formas y tamaños depositadas de diferentes maneras en tales sistemas. Por tanto, las realizaciones son adaptables a diversas configuraciones de componentes del sistema y muestras de tejido y procedimientos de biopsia, un ejemplo de los cuales es un procedimiento de biopsia de mama.

Aunque se han mostrado y descrito realizaciones particulares de las invenciones dadas a conocer, debe entenderse que la descripción anterior se proporciona con propósitos de explicación e ilustración solamente. Por tanto, pueden realizarse diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de las invenciones dadas a conocer. Por ejemplo, no todos los componentes representados y descritos en las realizaciones dadas a conocer son necesarios, y diversas realizaciones adicionales de las invenciones dadas a conocer pueden incluir cualquier combinación adecuada de los componentes descritos, y pueden modificarse las formas generales y los tamaños relativos de los componentes. Aunque se han descrito los sistemas y métodos con referencia a la obtención de imágenes de muestras de tejido de mama adquiridas durante un procedimiento de biopsia, las realizaciones también pueden configurarse y utilizarse con cualquier tipo de muestras de tejido. Por consiguiente, las realizaciones pretenden ejemplificar alternativas y modificaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia, que comprende:
 - 5 un conjunto (110) de soporte de tejido que comprende un soporte (720) de muestra de tejido que define un compartimento (728) de almacenamiento de tejido, en el que el compartimento de almacenamiento de tejido está dispuesto para recibir una muestra de tejido seccionada y un fluido;
 - 10 un sistema (141) de obtención de imágenes de rayos X dispuesto con respecto al compartimento (728) de almacenamiento de tejido para adquirir una imagen (151) de rayos X de la muestra de tejido seccionada y el fluido en el compartimento (728) de almacenamiento de tejido, representando la imagen (151) de rayos X estructuras internas de la muestra de tejido seccionada y partes externas o de superficie de la muestra de tejido seccionada;
 - 15 un sistema (142) de obtención de imágenes de cámara óptica dispuesto con relación al compartimento (728) de almacenamiento de tejido para adquirir una imagen (152) óptica de la muestra de tejido seccionada y el fluido en el compartimento (728) de almacenamiento de tejido, representando la imagen (152) óptica sólo partes externas o de superficie de la muestra de tejido seccionada;
 - 20 un procesador (160) de imágenes en comunicación con el sistema (141) de obtención de imágenes de rayos X y el sistema (142) de obtención de imágenes de cámara óptica, estando configurado el procesador (160) de imágenes para recibir la imagen (151) de rayos X y la imagen (152) óptica, detectar un borde de la muestra de tejido seccionada representada en la imagen (152) óptica, y generar una imagen (162) híbrida basándose al menos en parte en la imagen (151) de rayos X, la imagen (152) óptica y el borde detectado de la muestra de tejido seccionada representada en la imagen (152) óptica, en el que una transparencia de una parte de la imagen (152) óptica correspondiente al borde compensa la atenuación de fluido del borde representado en la imagen (151) de rayos X durante la adquisición de imágenes de rayos X resultante de fluidos que tienen atributos de atenuación similares a la muestra de tejido seccionada; y
 - 25 un elemento (180) de visualización en comunicación con el procesador (160) de imágenes, presentándose la imagen (162) híbrida a un usuario del aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia a través del elemento (180) de visualización.
- 35 2. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según la reivindicación 1, comprendiendo el fluido sangre y solución salina.
3. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según la reivindicación 1 ó 2, comprendiendo la muestra de tejido seccionada una muestra de tejido de mama seccionada, en el que una calcificación en la muestra de tejido de mama seccionada se representa en la imagen (151) de rayos X pero no en la imagen (152) óptica.
- 40 4. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el soporte (720) de muestra de tejido puede rotar dentro del conjunto (110) de soporte de tejido, estando configurado el aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia para hacer rotar el soporte (720) de muestra de tejido desde una primera posición en la que la muestra de tejido seccionada y el fluido se han depositado en el compartimento (728) de almacenamiento de tejido hasta una segunda posición, en el que los dispositivos (141, 142) de obtención de imágenes de rayos X y de cámara óptica respectivos están configurados para adquirir imágenes (151, 152) de rayos X y óptica respectivas de la muestra de tejido seccionada y el fluido mientras el soporte (720) de muestra de tejido está en la segunda posición.
- 45 5. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, estando configurado el procesador (160) de imágenes para generar la imagen (162) híbrida basándose en que la imagen (151) de rayos X se superpone con la imagen (152) óptica y partes determinadas de la imagen (152) óptica son semitransparentes de modo que partes subyacentes de la imagen (151) de rayos X son al menos parcialmente visibles a través de las partes determinadas de la imagen (152) óptica, en el que una primera transparencia de una primera parte de la imagen (152) óptica que representa el borde de la muestra de tejido seccionada es mayor que una segunda transparencia de una segunda parte de la imagen (152) óptica que representa una parte interior o central de la muestra de tejido seccionada.
- 50 6. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, estando configurado el procesador (160) de imágenes para detectar el borde de la muestra de tejido seccionada representada en la imagen (152) óptica basándose en una diferencia de contraste mínima predeterminada entre una parte de la muestra de tejido seccionada y una parte del soporte (720) de muestra de tejido representada en la imagen (152) óptica; y preferiblemente,
- 55
- 60
- 65

en el que el borde de la muestra de tejido seccionada representado en la imagen (152) óptica se detecta con referencia a una pared del soporte (720) de muestra de tejido.

- 5 7. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, comprendiendo el procesador (160) de imágenes un primer preprocesador y un segundo preprocesador configurados para ejecutar el preprocesamiento respectivo en las imágenes (151, 152) de rayos X y óptica respectivas en la preparación para la generación de la imagen (162) híbrida; y preferiblemente,
- 10 estando configurado el primer preprocesador para ejecutar un primer filtro de brillo en la imagen (151) de rayos X, estando configurado el primer filtro de brillo para identificar partes de la imagen (151) de rayos X que tienen un nivel de brillo mayor que un umbral de brillo máximo predeterminado, y enmascarar o reducir el brillo de las partes identificadas de la imagen (151) de rayos X.
- 15 8. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según la reivindicación 7, en el que el primer filtro de brillo está configurado para enmascarar o reducir el brillo de al menos una de una parte de la muestra de tejido seccionada representada en la imagen (151) de rayos X y un componente estructural del soporte (720) de muestra de tejido del que se obtienen imágenes durante la adquisición de la imagen (151) de rayos X.
- 20 9. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según la reivindicación 7, estando configurado además el primer preprocesador para ejecutar un segundo filtro de brillo en la imagen (151) de rayos X, estando configurado el segundo filtro de brillo para identificar partes de la imagen (151) de rayos X que tienen un nivel de brillo menor que un segundo umbral de brillo mínimo predeterminado, y enmascarar o aumentar el brillo de las partes identificadas de la imagen (151) de rayos X que tienen un nivel de brillo menor que un umbral de brillo mínimo predeterminado; y preferiblemente,
- 25 en el que las partes identificadas de la imagen (151) de rayos X que tienen un nivel de brillo menor que el umbral de brillo mínimo predeterminado representan una superficie inferior del soporte (720) de muestra de tejido sobre el que se deposita la muestra de tejido seccionada.
- 30 10. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 7-9, estando configurado el primer preprocesador para ejecutar un filtro de reducción de ruido en la imagen (151) de rayos X.
- 35 11. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 7-10, estando configurado el segundo preprocesador para aumentar una transparencia de una parte de la imagen (152) óptica desde una primera transparencia hasta una segunda transparencia que es mayor que la primera transparencia, en el que la segunda transparencia da como resultado que la parte de la imagen (152) óptica sea semitransparente de modo que la parte de la imagen (152) óptica sea visible para el usuario y las partes subyacentes de la imagen (151) de rayos X sean al menos parcialmente visibles para el usuario a través de la parte semitransparente de la imagen (152) óptica; y preferiblemente,
- 40 estando configurado el segundo preprocesador para aumentar las transparencias respectivas de partes respectivas de la imagen (152) óptica de tal manera que la imagen (152) óptica comprende diferentes niveles de transparencia.
- 45 12. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 7-10, estando configurado el segundo preprocesador para generar una representación gráfica semitransparente de la muestra de tejido basándose al menos en parte en el borde detectado de la muestra de tejido, comprendiendo la imagen (162) híbrida los datos gráficos semitransparentes generados.
- 50 13. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que el procesador (160) de imágenes está configurado para integrar la representación gráfica semitransparente generada en la imagen (151) de rayos X sustituyendo datos de píxeles de la imagen (151) de rayos X por datos de píxeles de la representación gráfica semitransparente generada; y/o
- 55 en el que el aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia está configurado además para recibir una entrada de usuario a través de una interfaz de usuario del elemento (180) de visualización y modificar la interfaz de usuario en respuesta a la entrada de usuario modificando la imagen (162) híbrida de modo que la imagen (151) de rayos X ya no se superponga con la imagen (152) óptica, y la imagen (151) de rayos X y la imagen (152) óptica se presentan por separado al usuario a través de la interfaz de usuario.
- 60 14. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según la reivindicación 1, en el que la imagen (151) de rayos X representa la muestra de tejido seccionada depositada en el compartimento de almacenamiento, y la imagen (152) óptica representa una pluralidad de muestras de tejido seccionadas depositadas en compartimentos de almacenamiento respectivos del soporte (720) de muestra de tejido, estando
- 65

configurado el procesador (160) de imágenes para

identificar una parte de la imagen (152) óptica que corresponde a la muestra de tejido seccionada depositada en el compartimento de almacenamiento representado en la imagen (151) de rayos X;

5

recortar la parte identificada de la imagen (152) óptica; y

registrar la imagen (151) de rayos X y la parte recortada de la imagen (152) óptica con referencia a un componente del soporte (720) de muestra de tejido, en el que la imagen (162) híbrida se genera basándose al menos en parte en las imágenes de rayos X y óptica recortadas en registro; y preferiblemente,

10

en el que el componente del soporte (720) de muestra de tejido es al menos uno de una pared, un compartimento (728) de almacenamiento de tejido del soporte (720) de muestra de tejido, un identificador asociado con el compartimento (728) de almacenamiento de tejido y un centro de rotación del soporte (720) de muestra de tejido.

15

15. Aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia según cualquiera de las reivindicaciones 1-14, comprendiendo además el aparato (100) de manipulación de tejido de biopsia:

20

un tubo (122) que define una luz de vacío en comunicación con el compartimento (728) de almacenamiento de tejido, estando configurado el tubo (122) para recibir una muestra de tejido seccionada y suministrar a la muestra de tejido seccionada un fluido a través de la luz de vacío de modo que la muestra de tejido seccionada y el fluido se depositen en el compartimento (728) de almacenamiento de tejido; o

25

un mecanismo de suministro mecánico a través del cual se reciben la muestra de tejido seccionada y el fluido en el compartimento de almacenamiento de tejido.

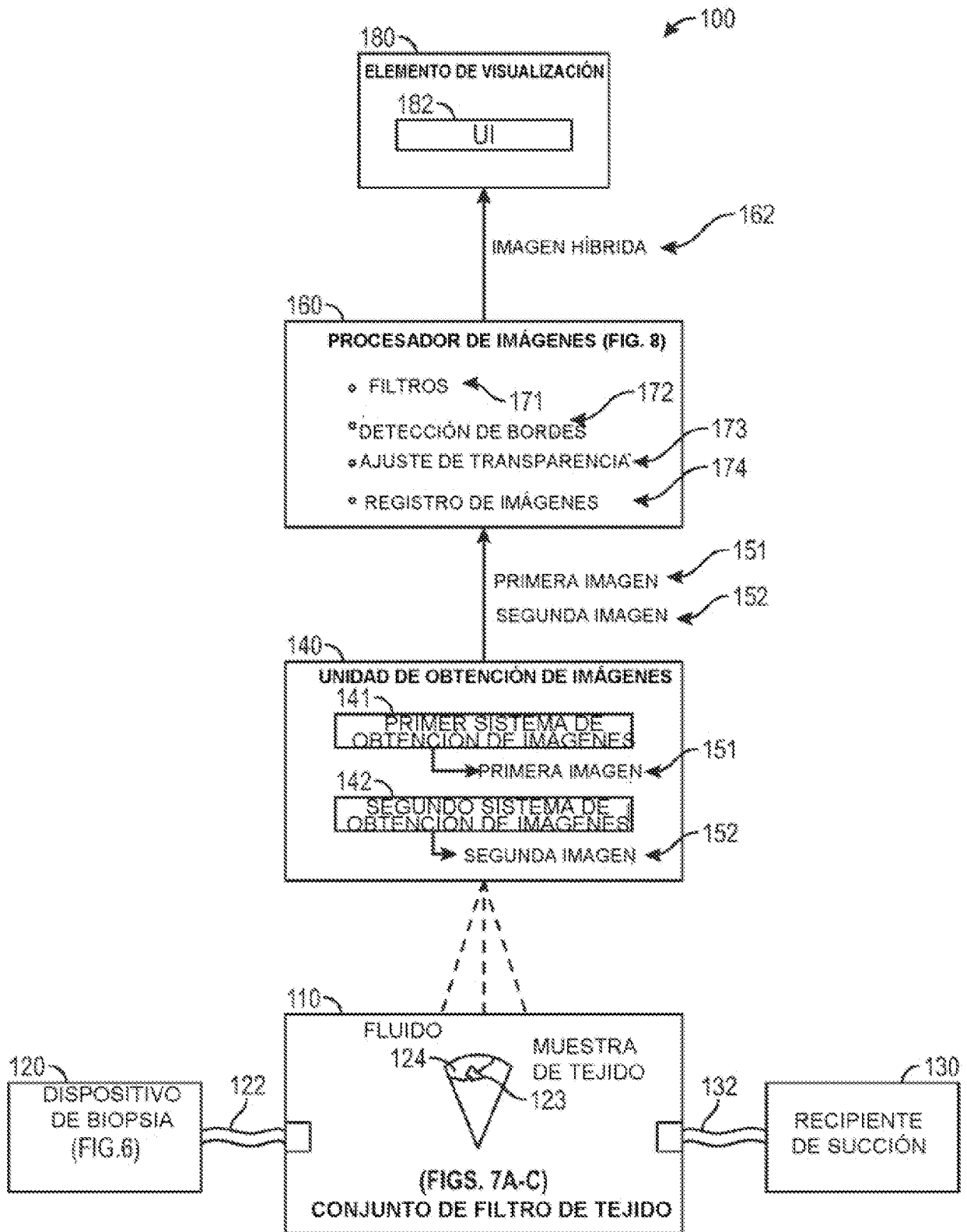


FIG. 1

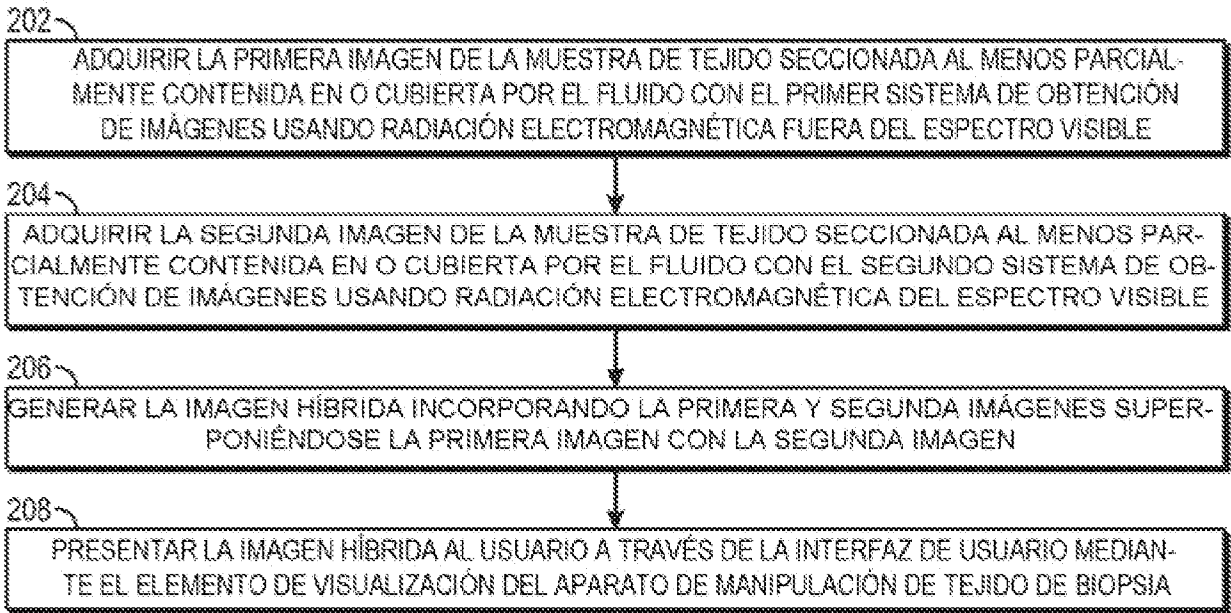


FIG. 2

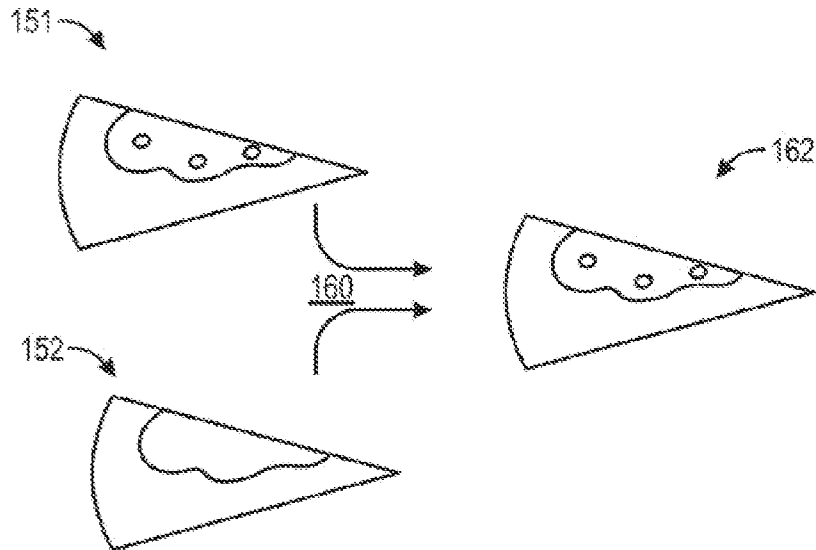


FIG. 3

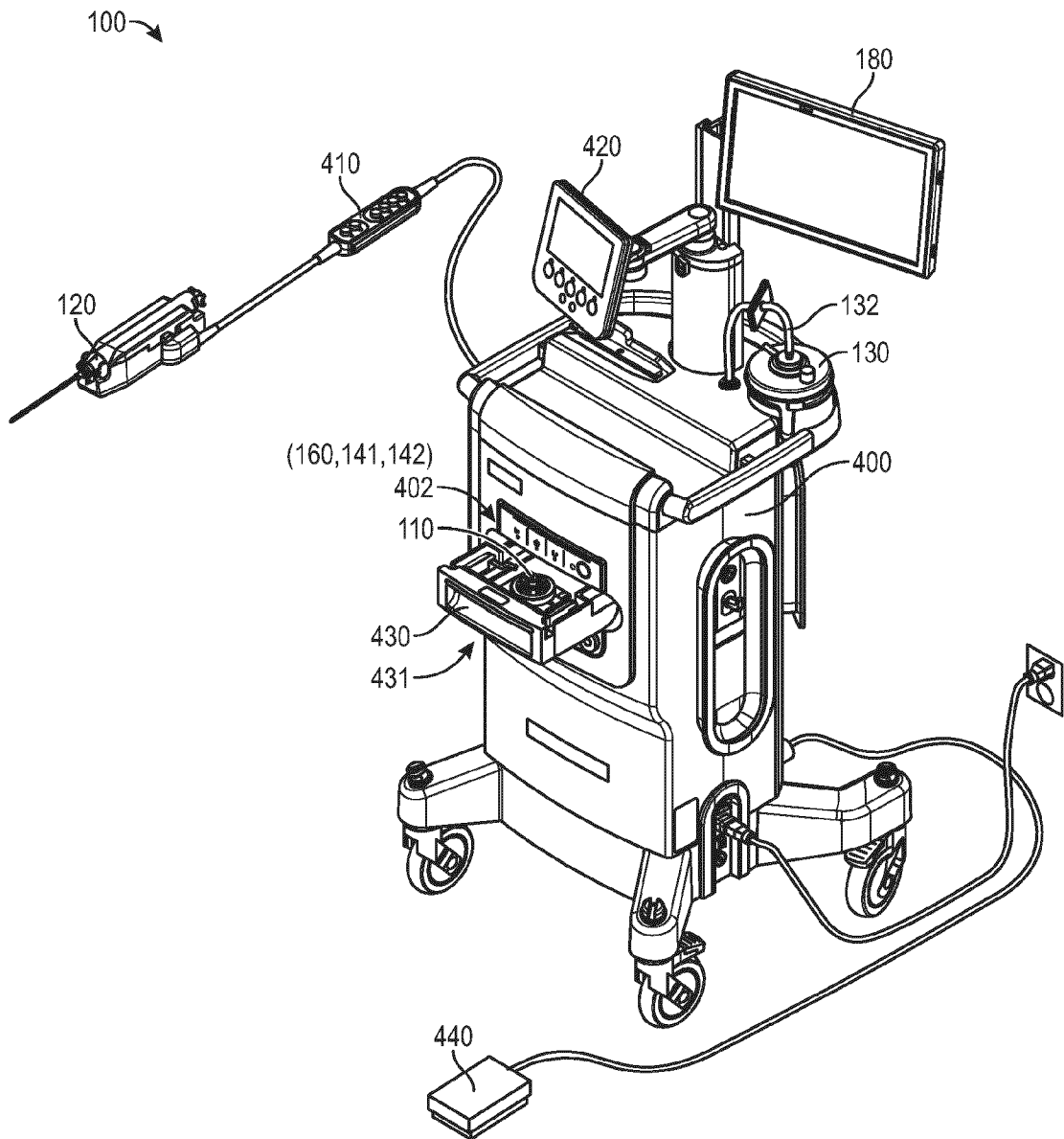


FIG. 4A

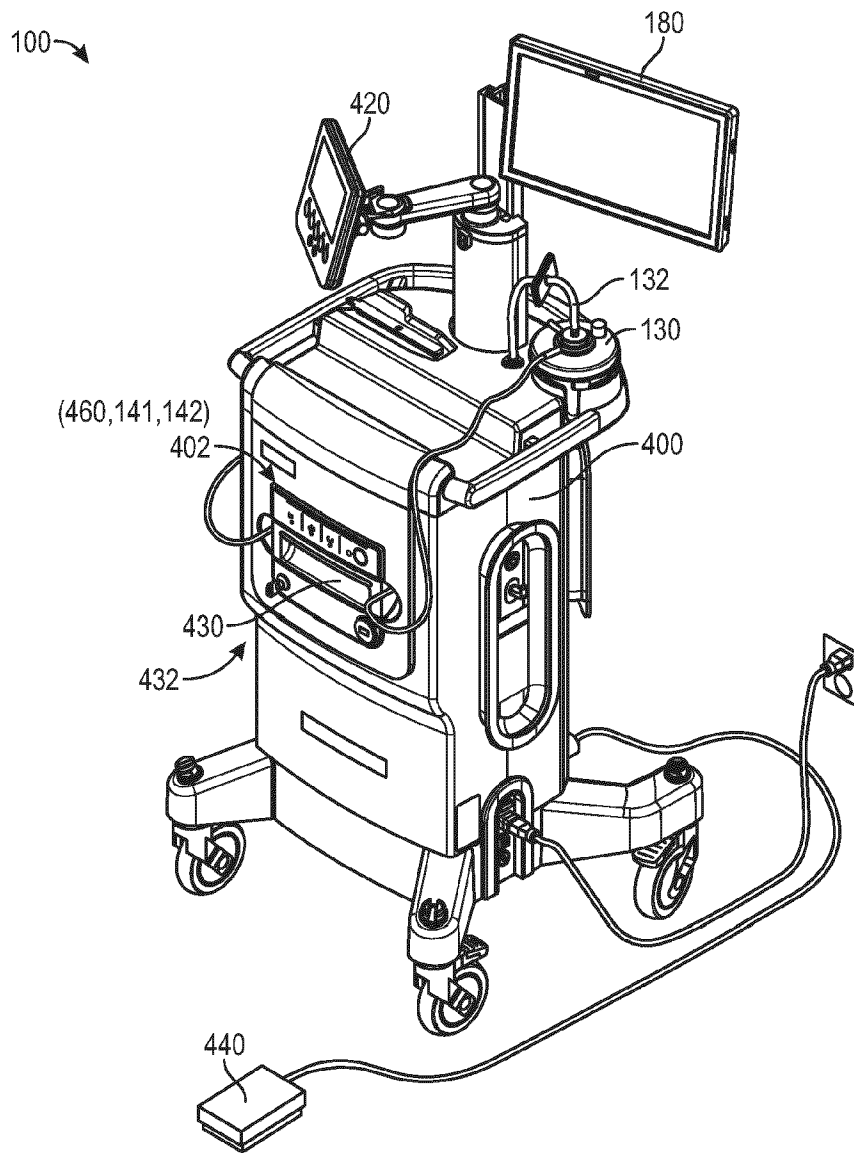


FIG. 4B

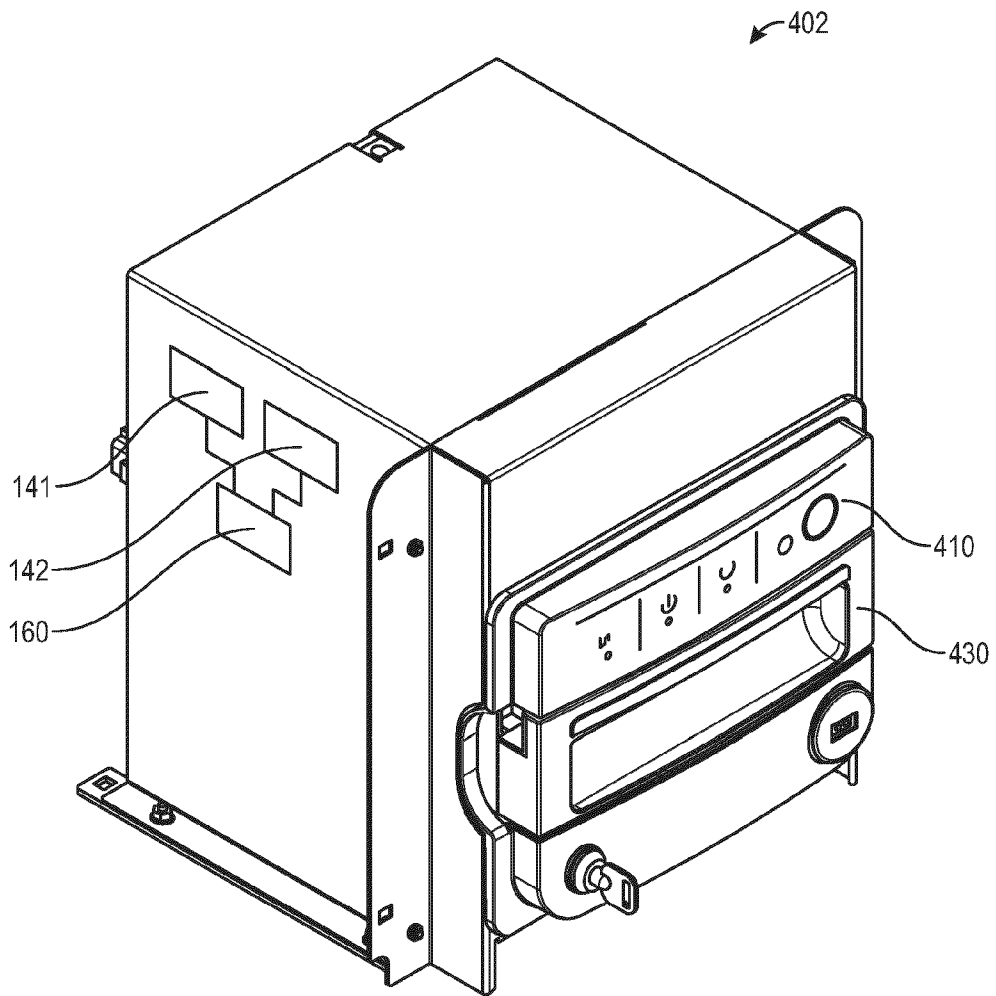


FIG. 5A

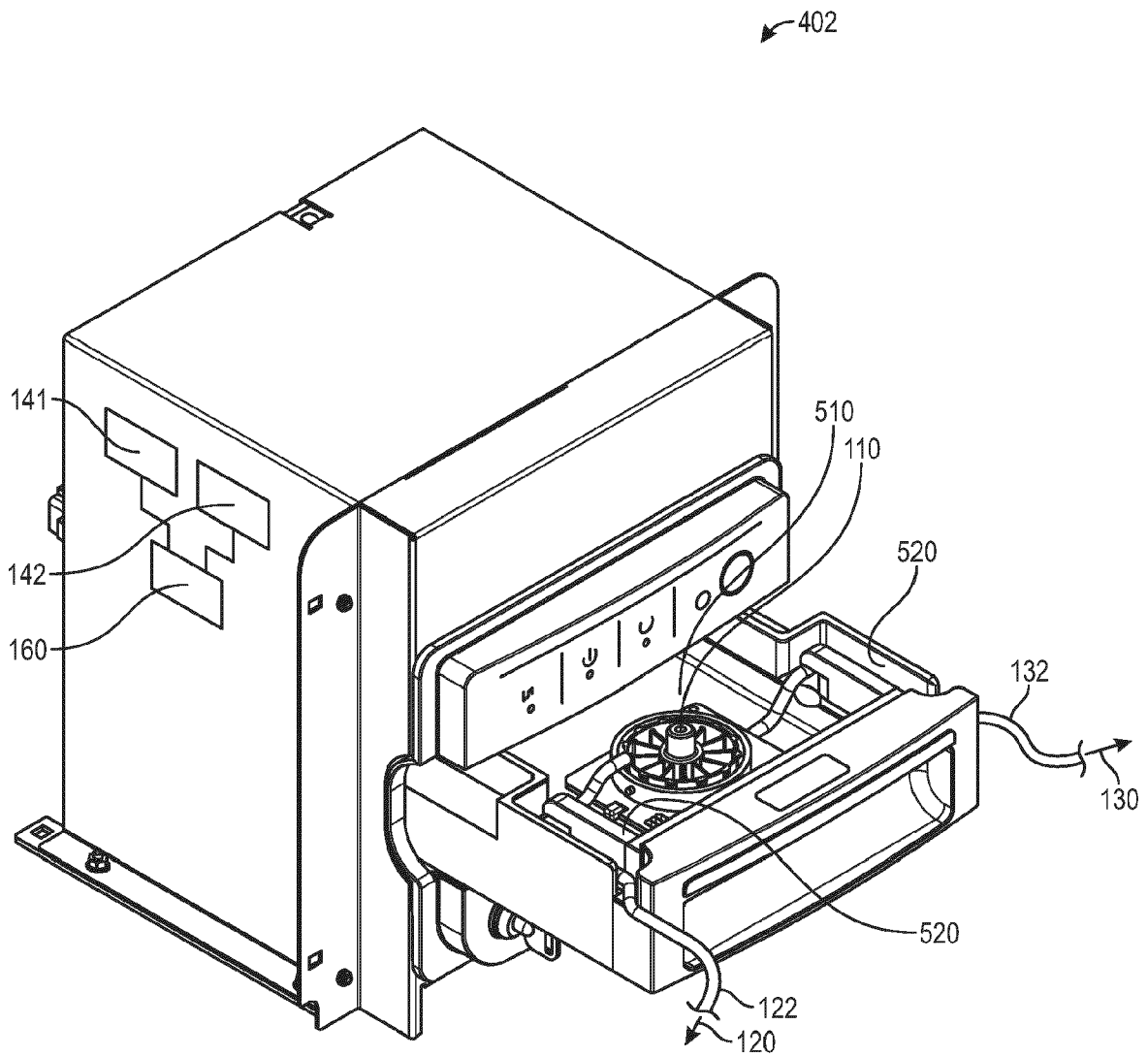


FIG. 5B

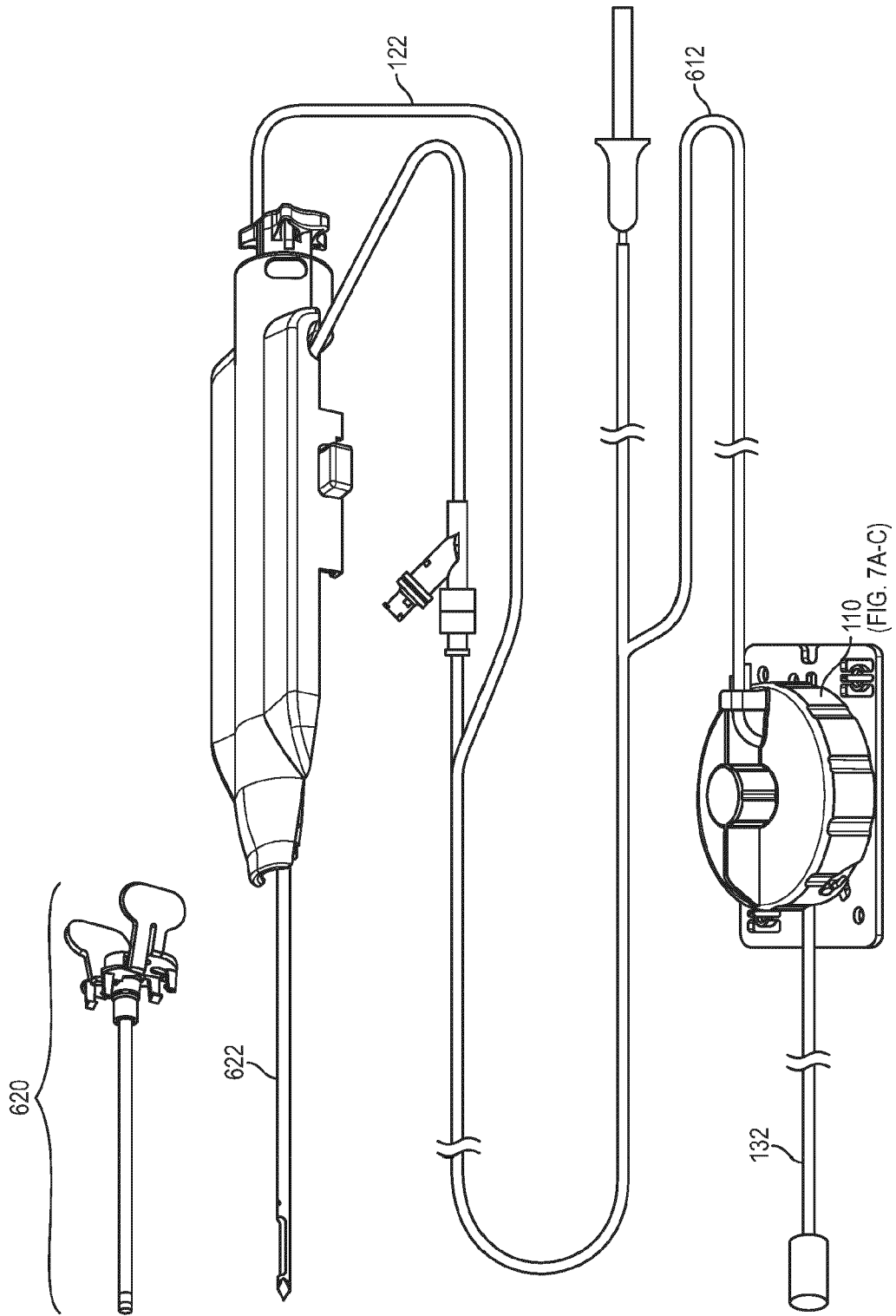


FIG. 6

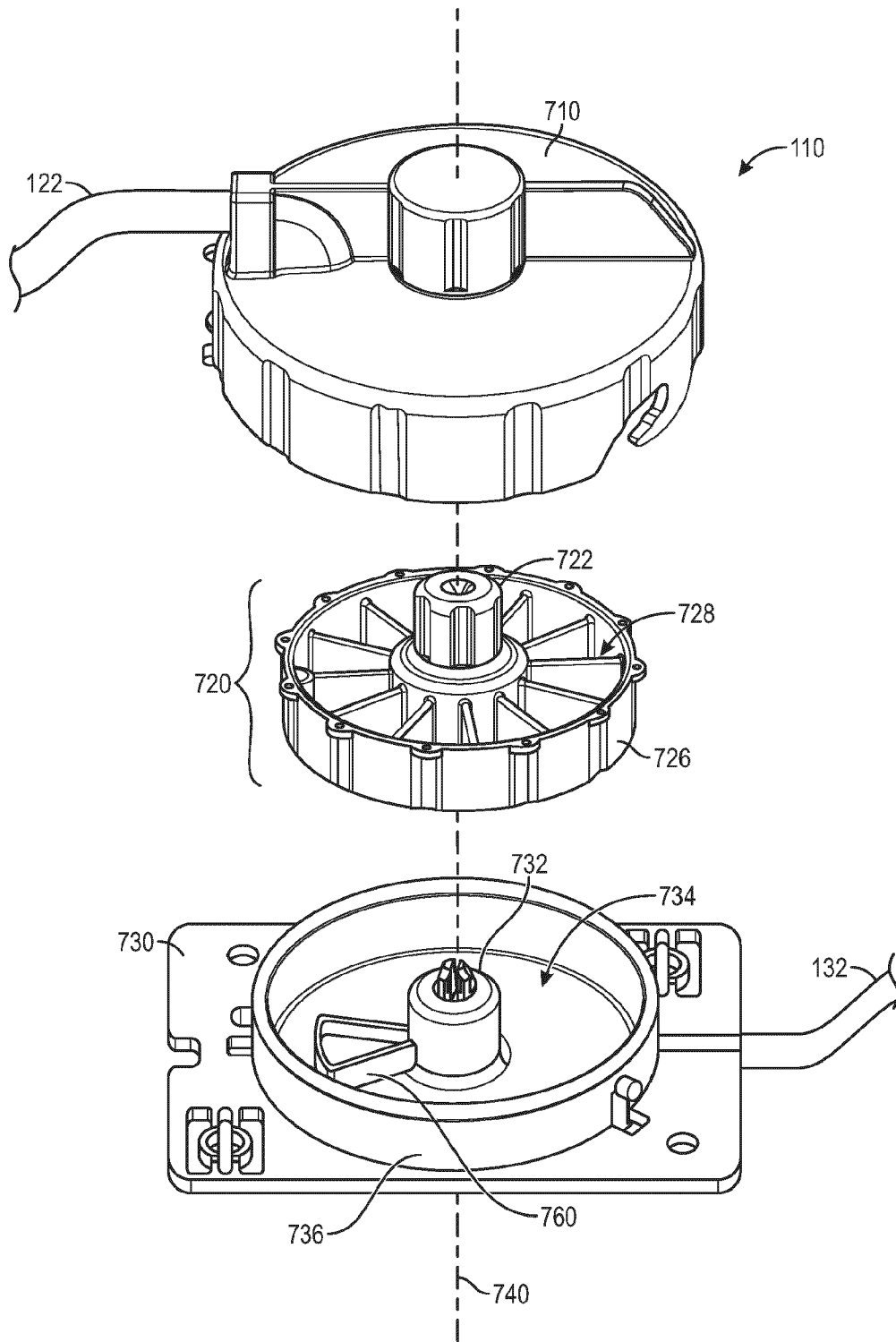


FIG. 7A

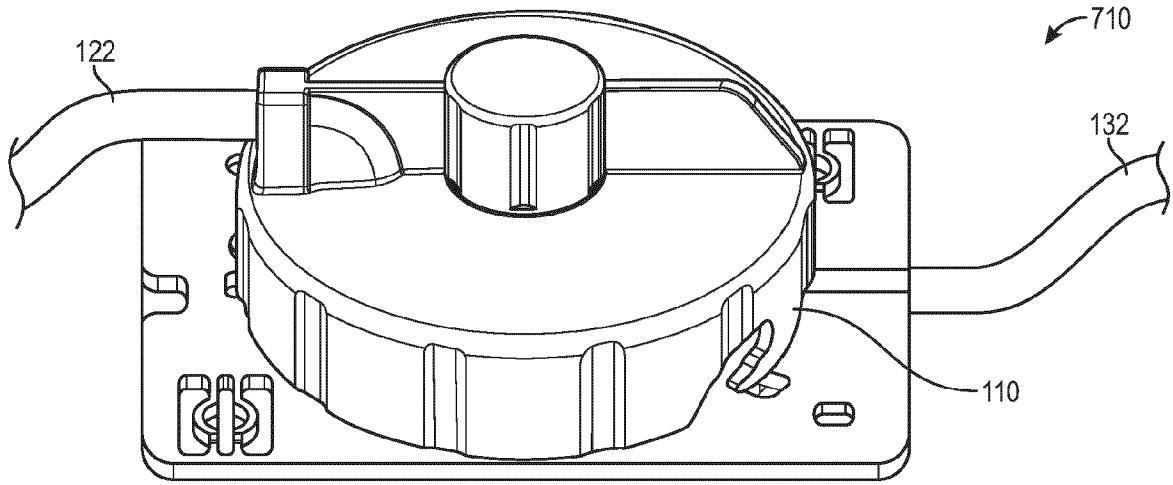


FIG. 7B

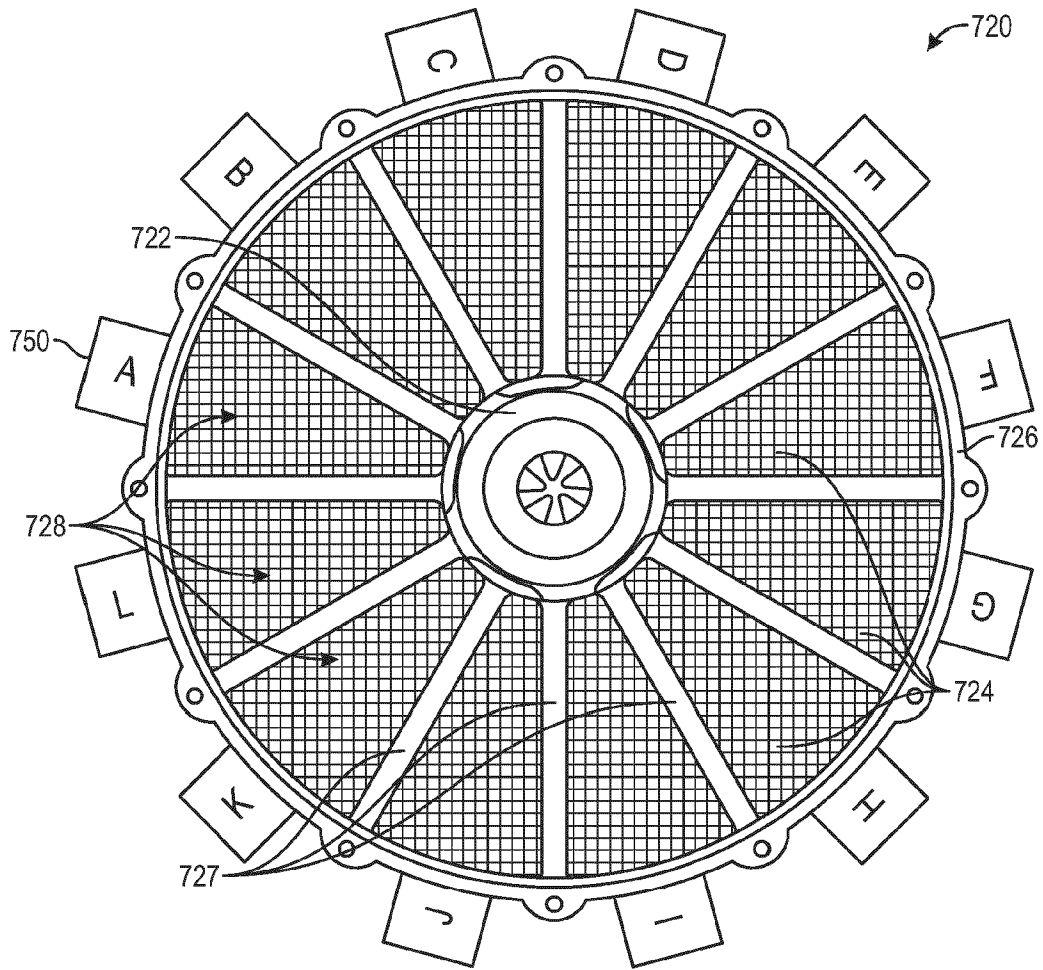


FIG. 7C

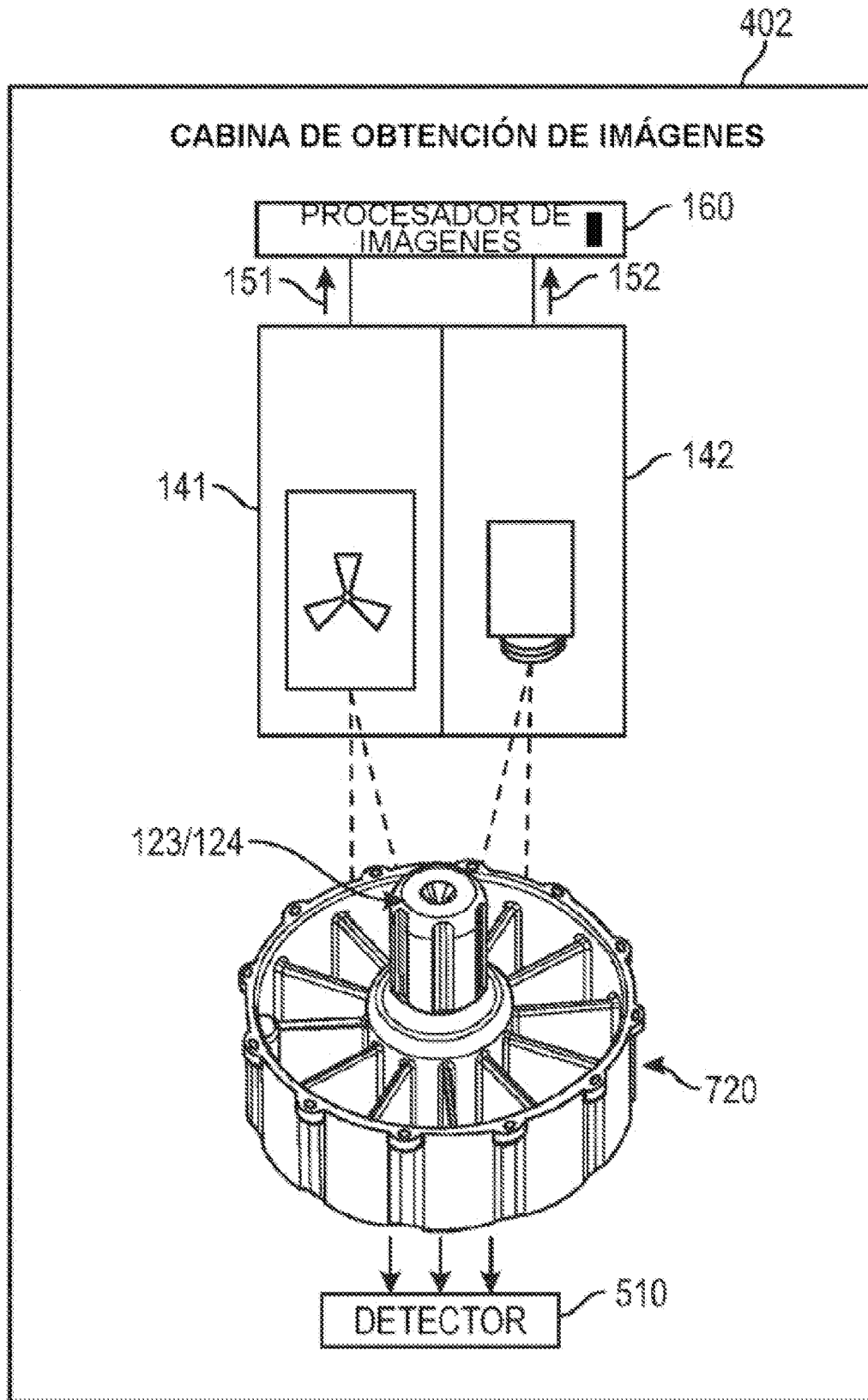


FIG. 7D

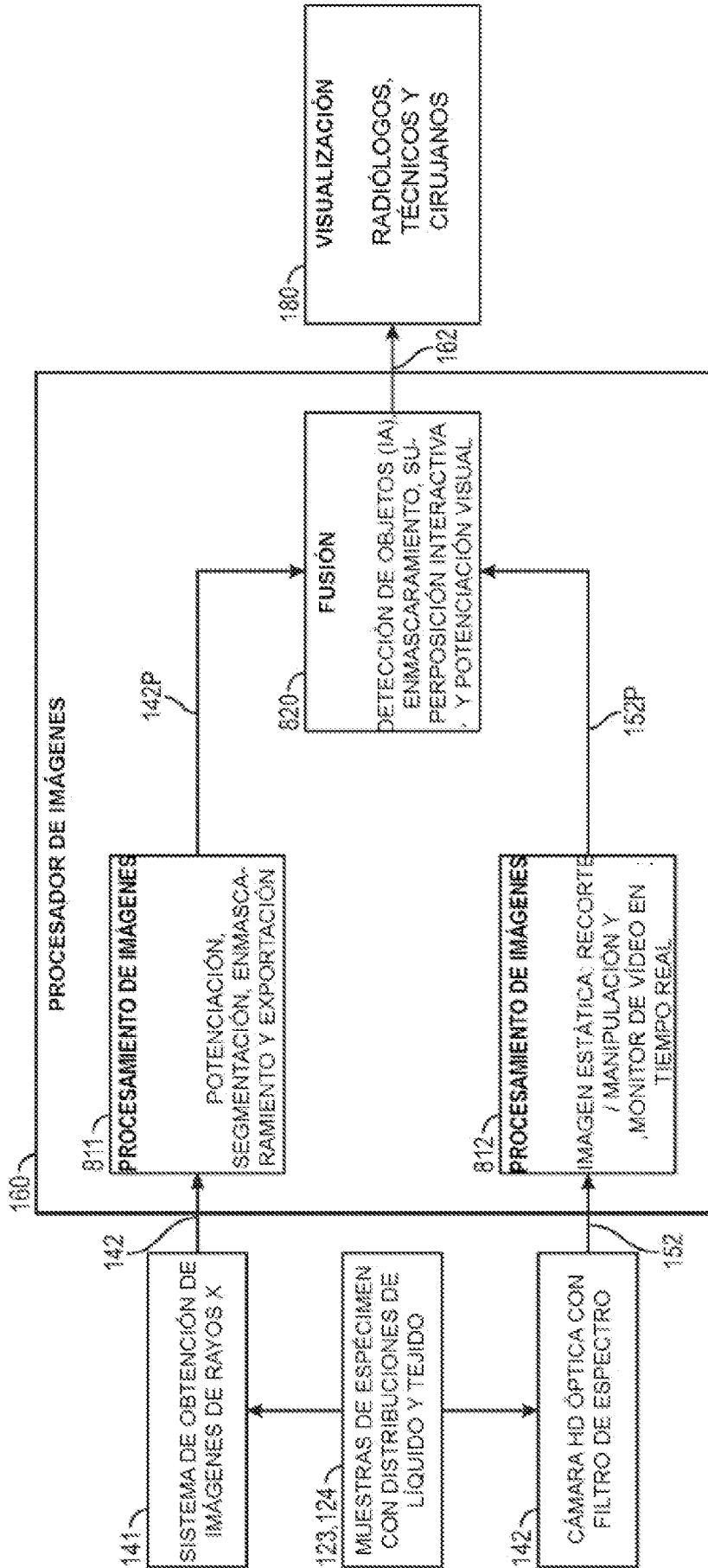


FIG. 8

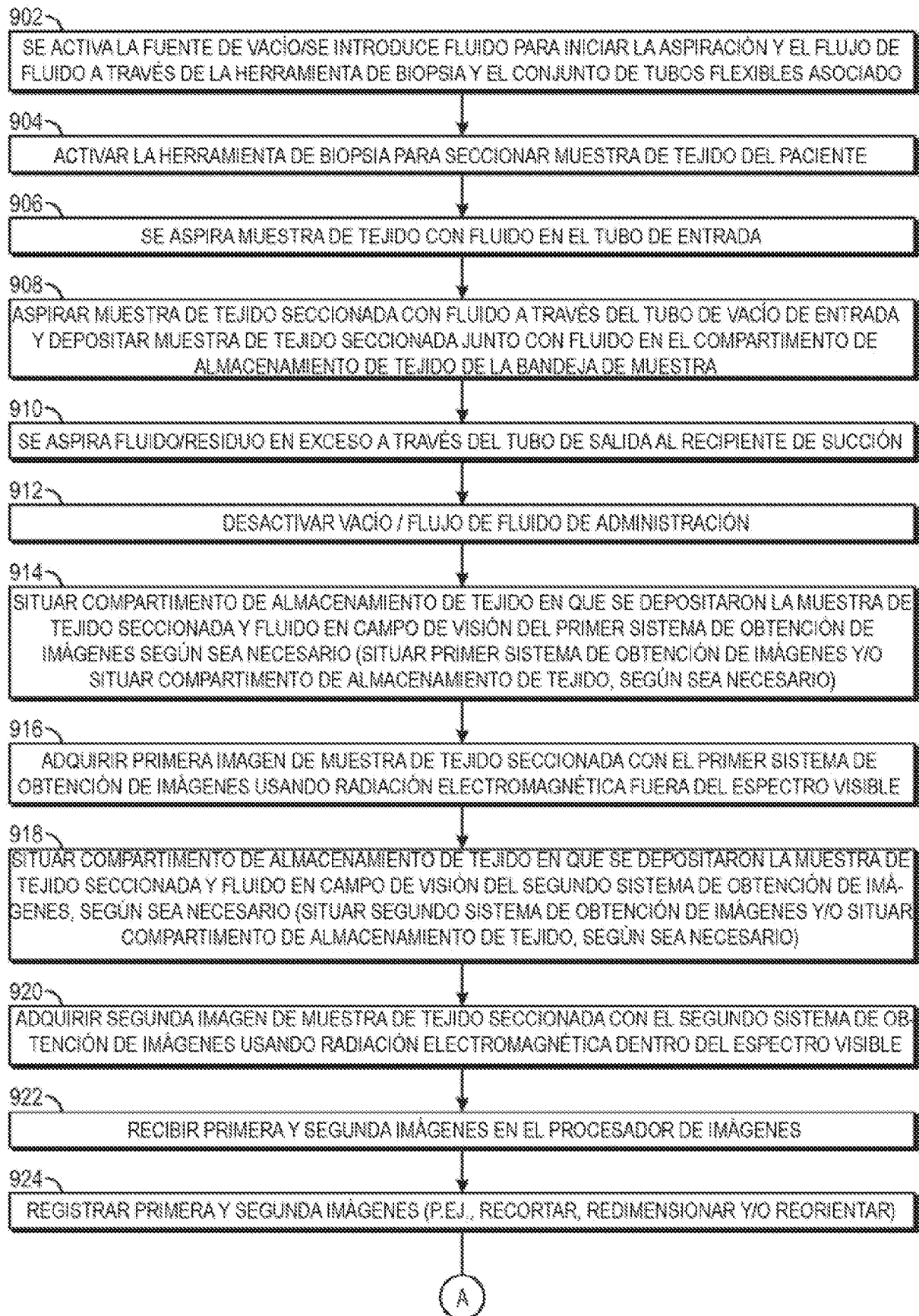


FIG. 9

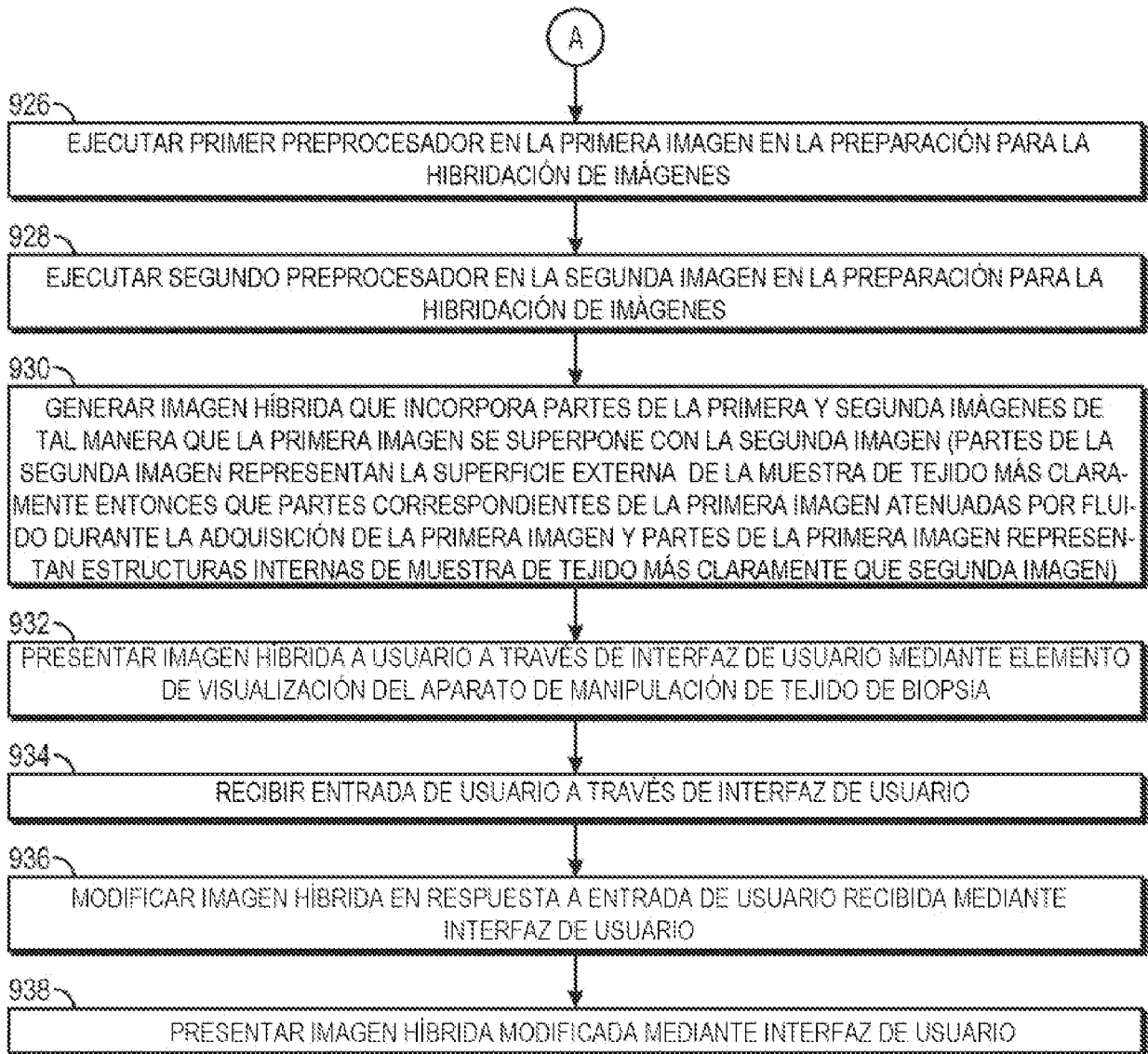
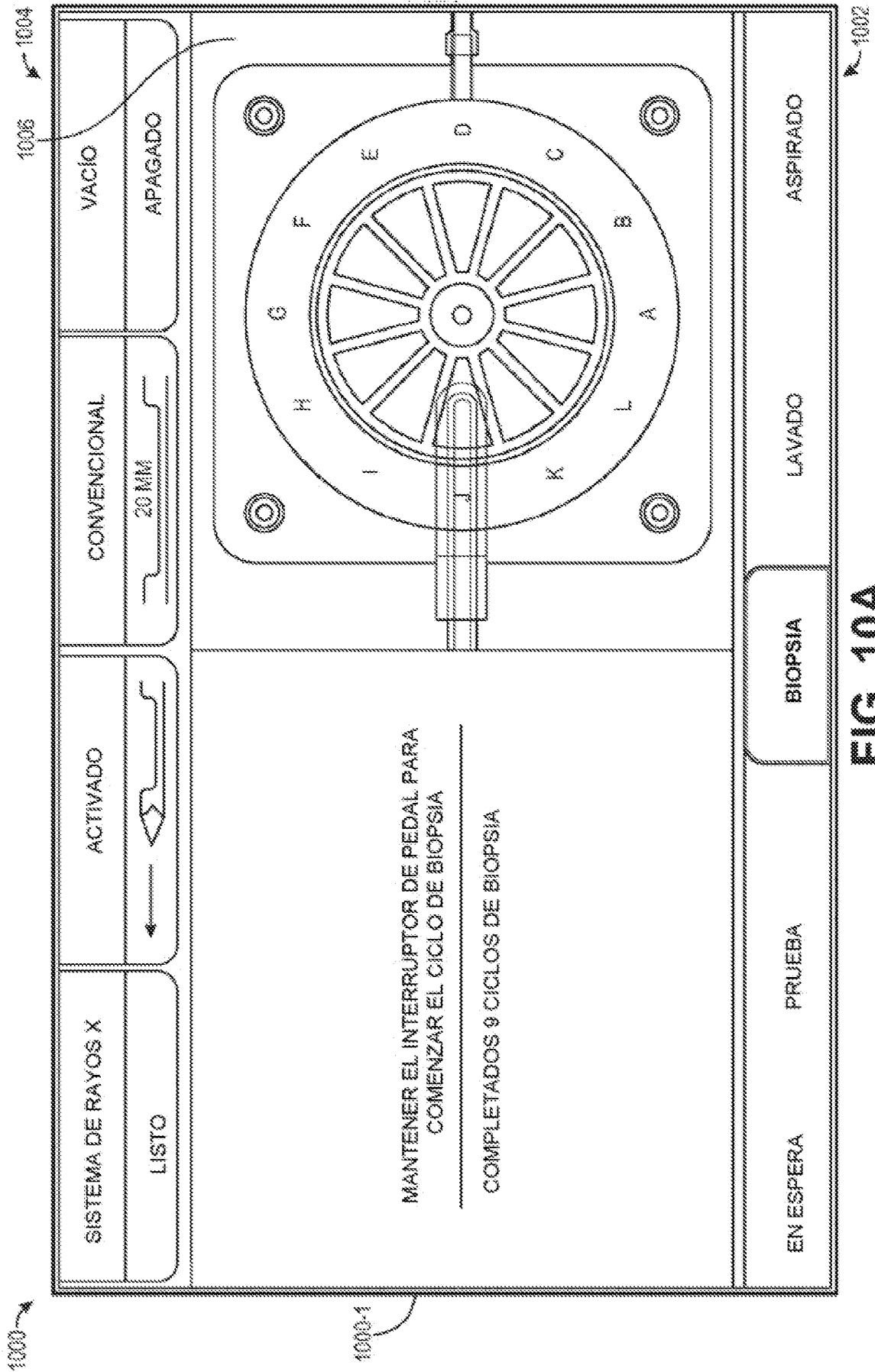


FIG. 9
(CONTINUACIÓN)



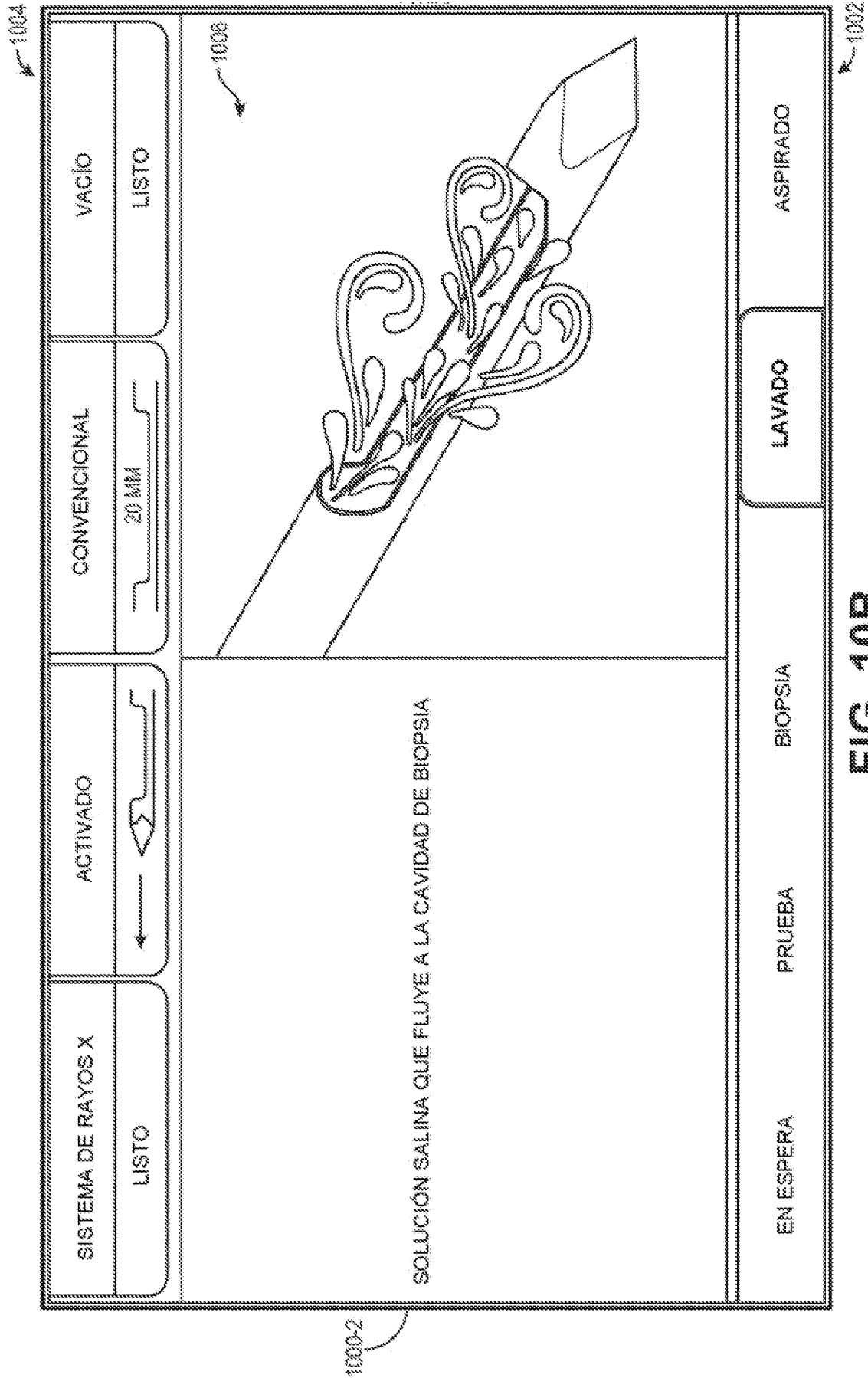


FIG. 10B

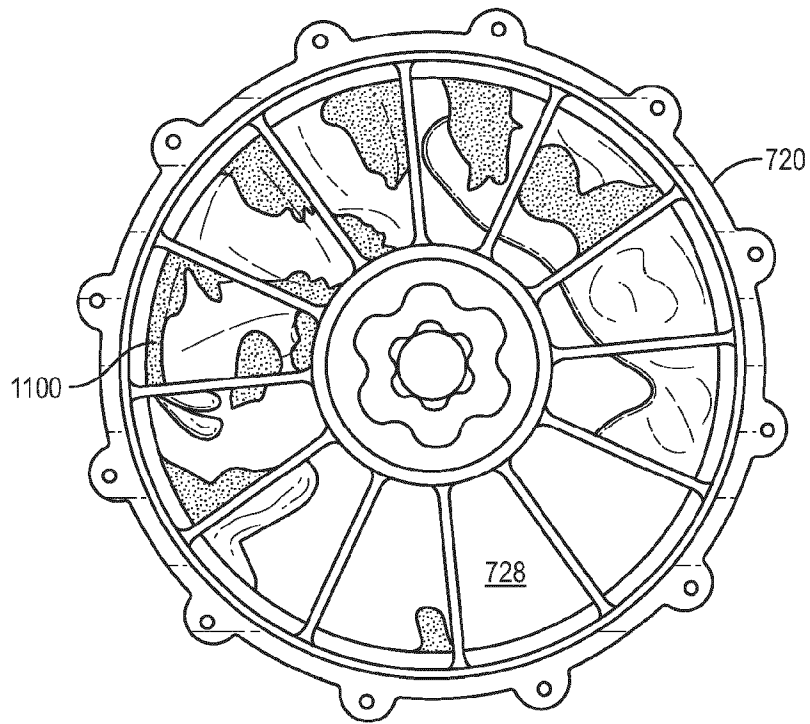


FIG. 11A

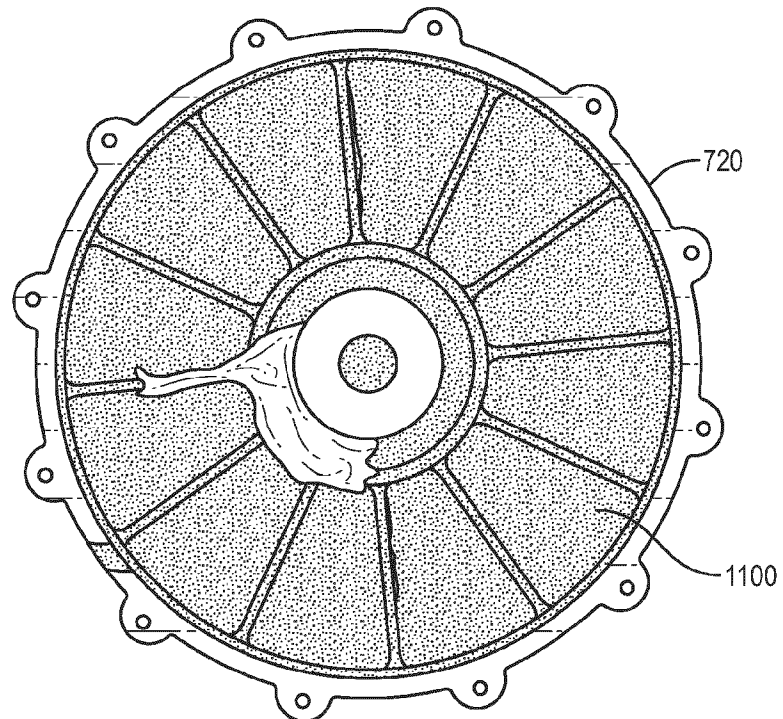


FIG. 11B

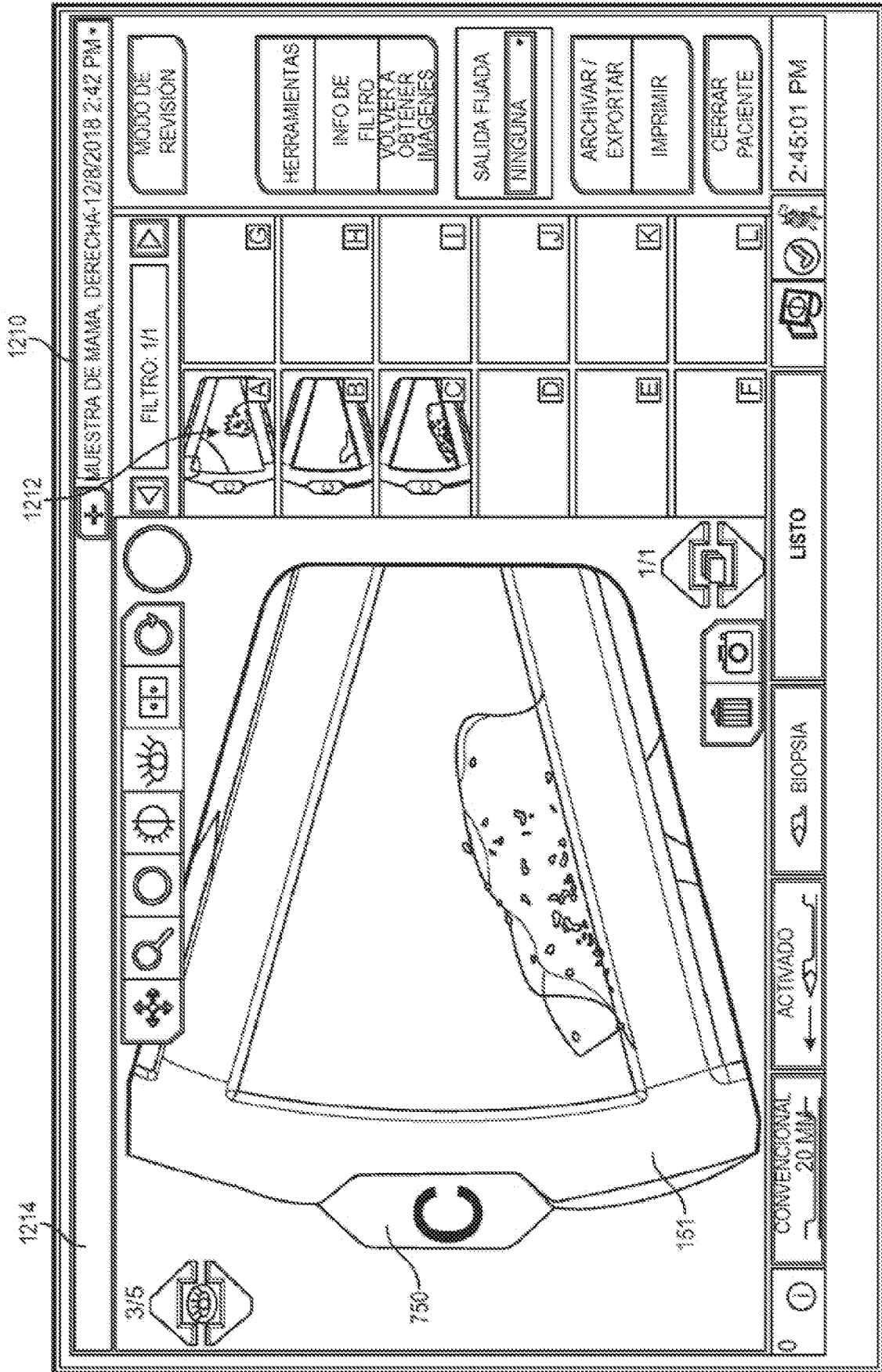


FIG. 12A

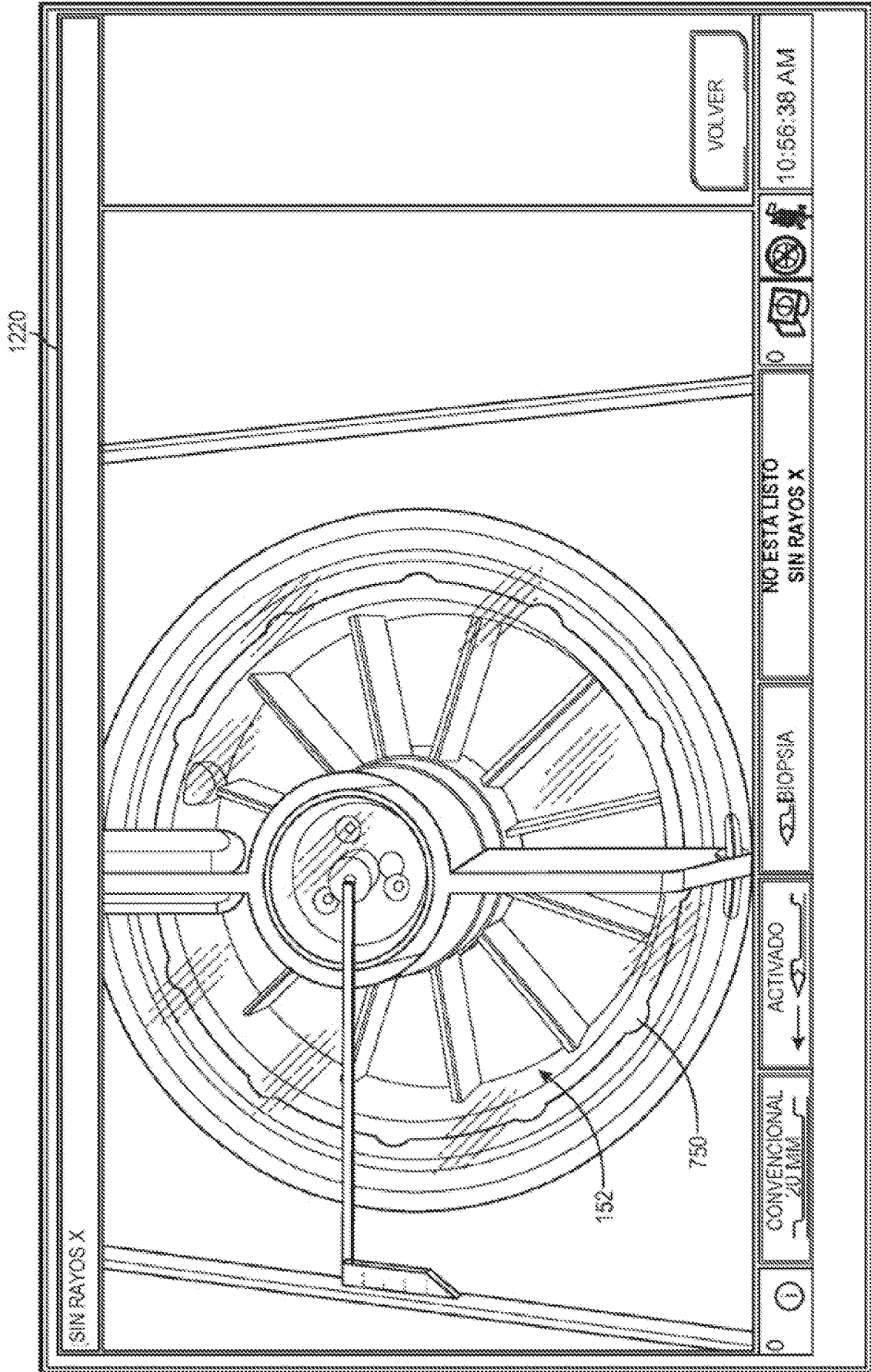


FIG. 12B

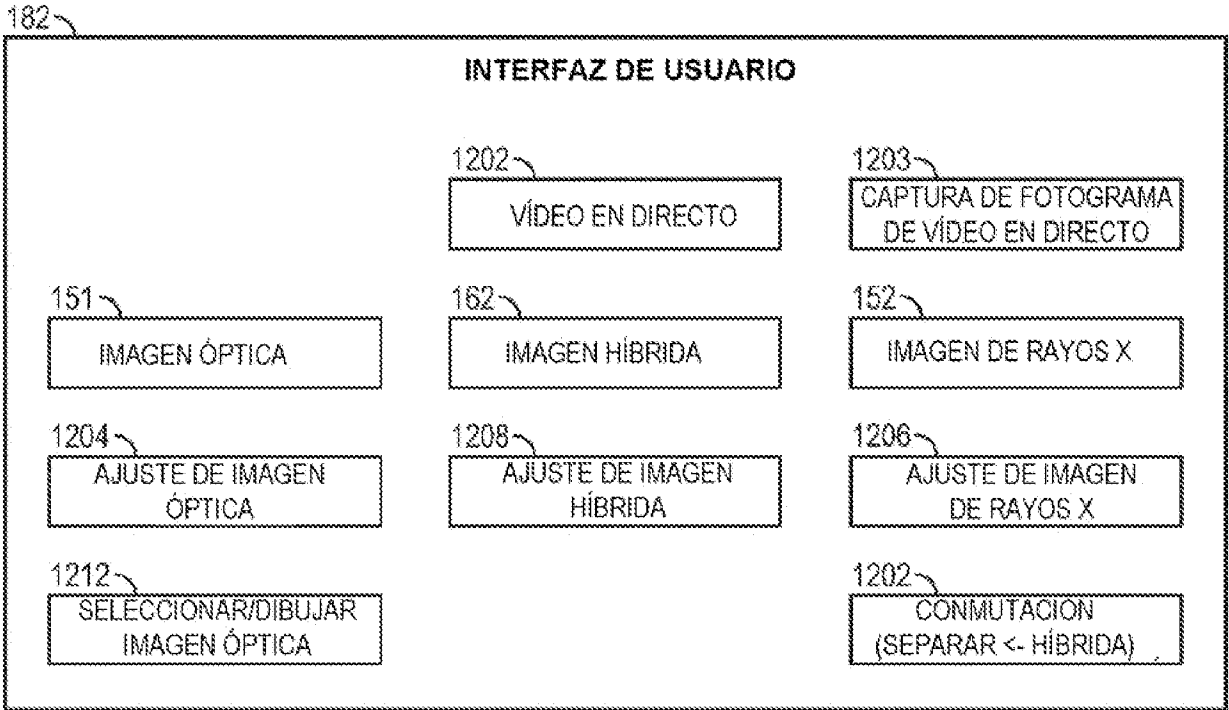


FIG. 12C

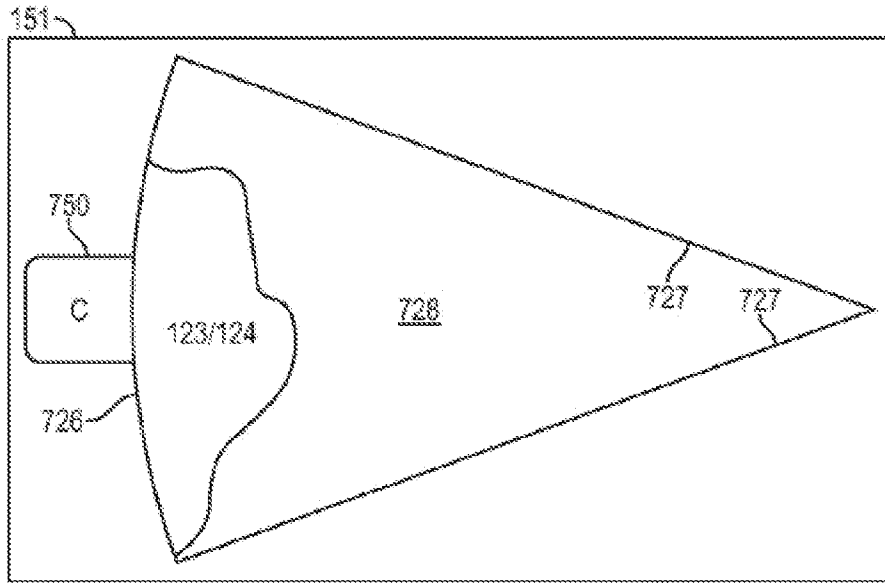


FIG. 13A

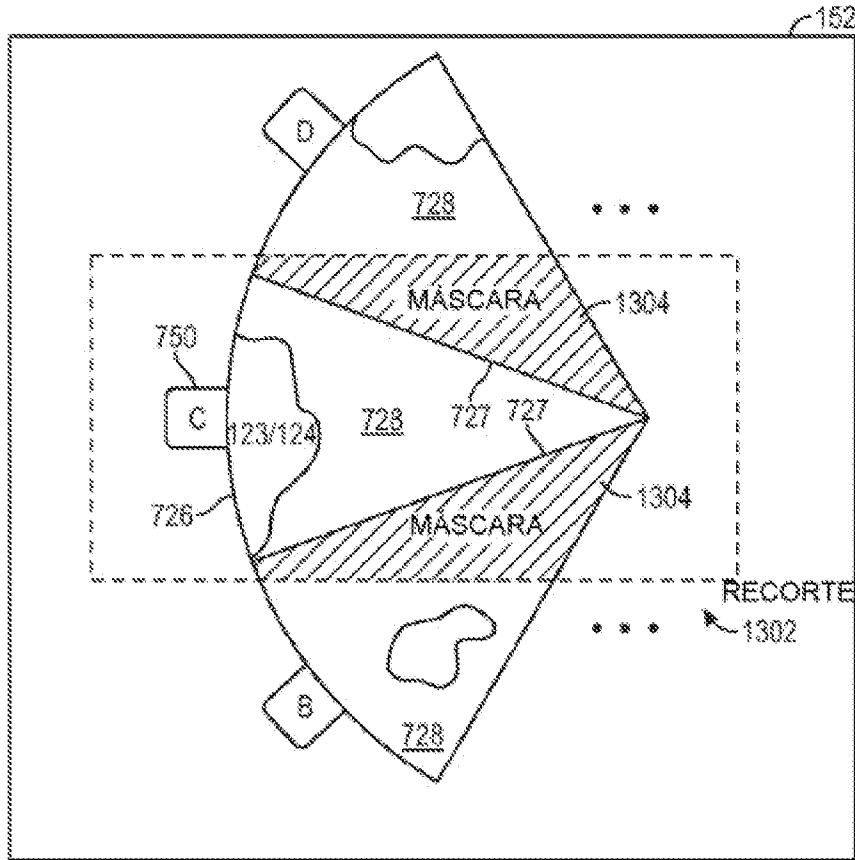


FIG. 13B

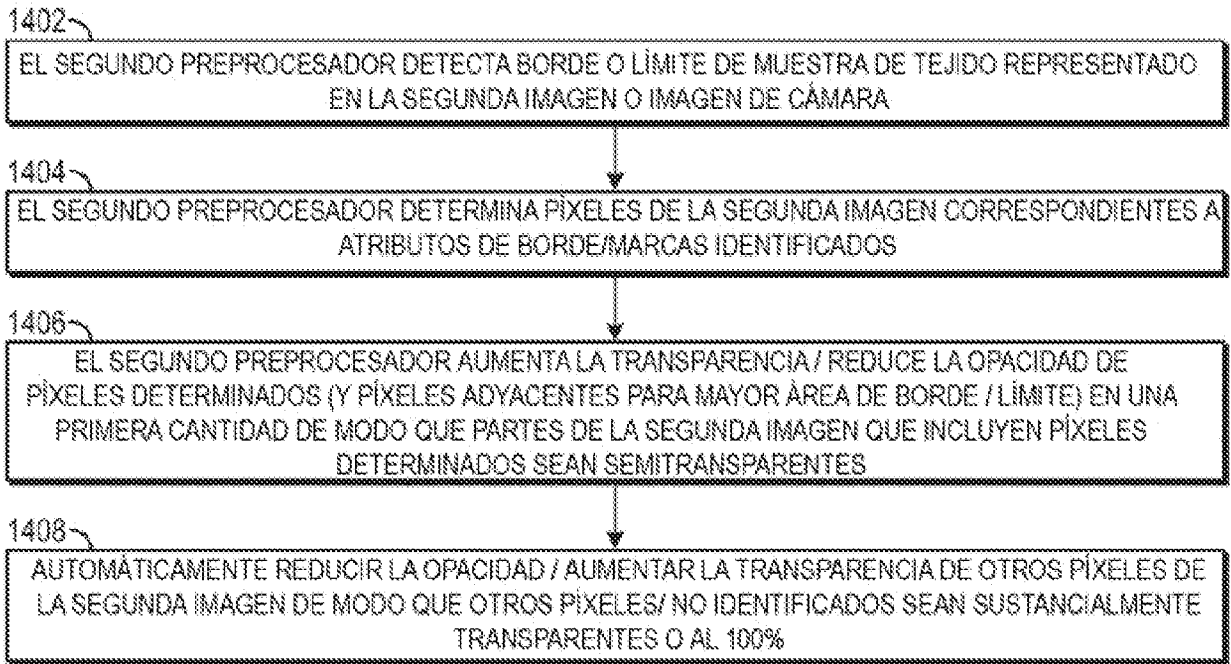


FIG. 14

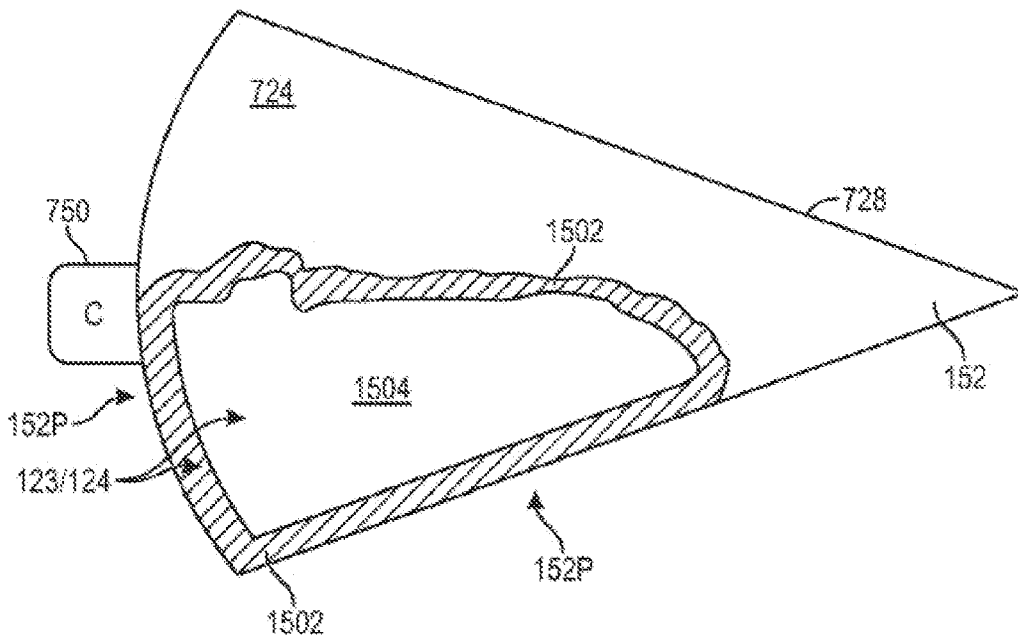


FIG. 15

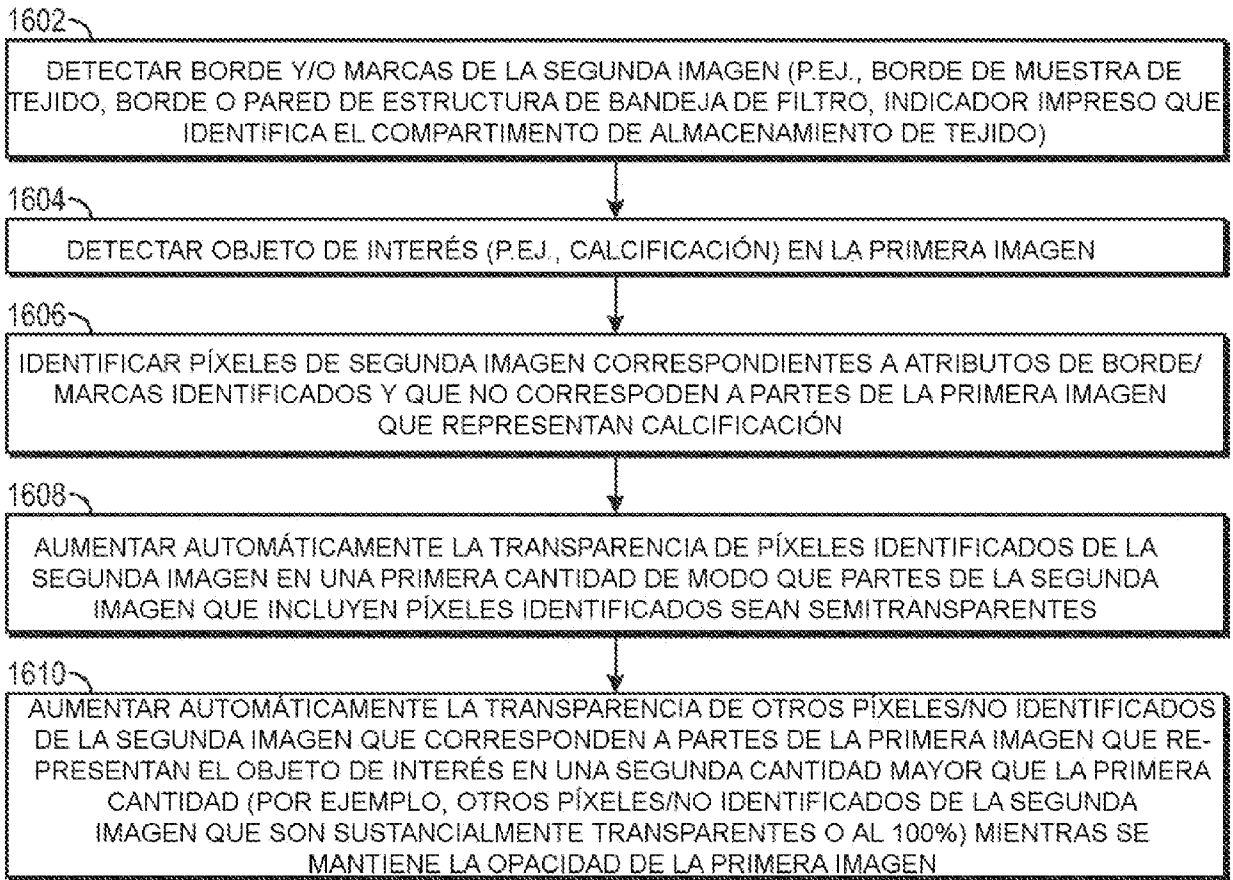


FIG. 16

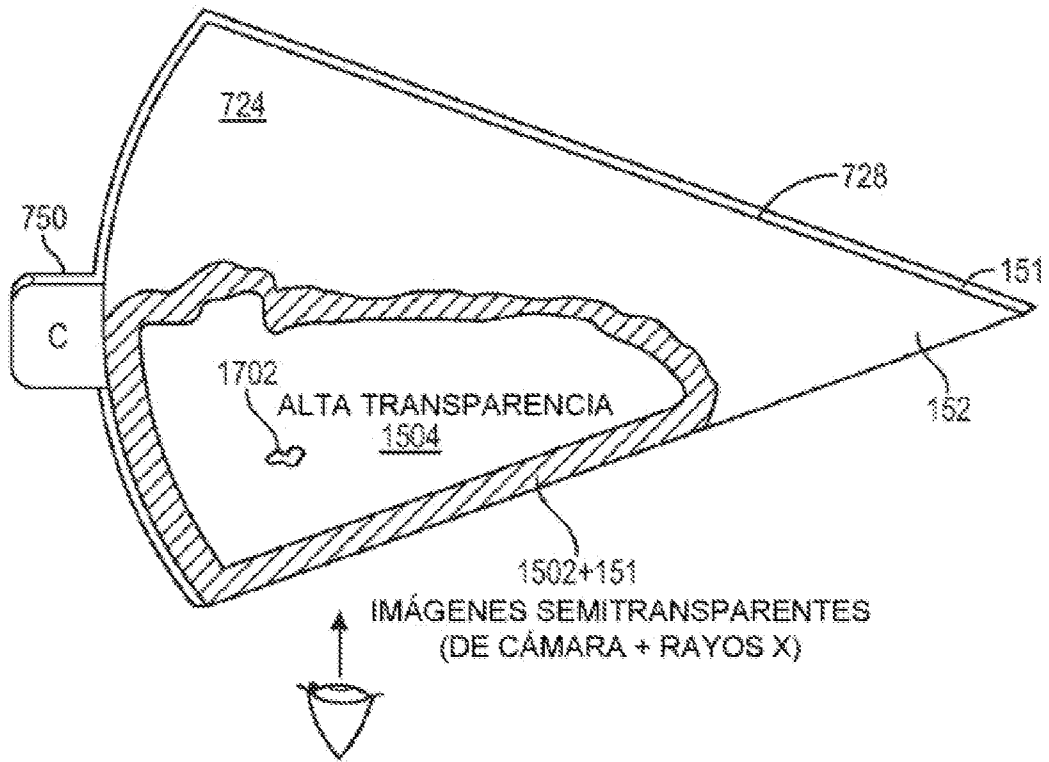


FIG. 17A

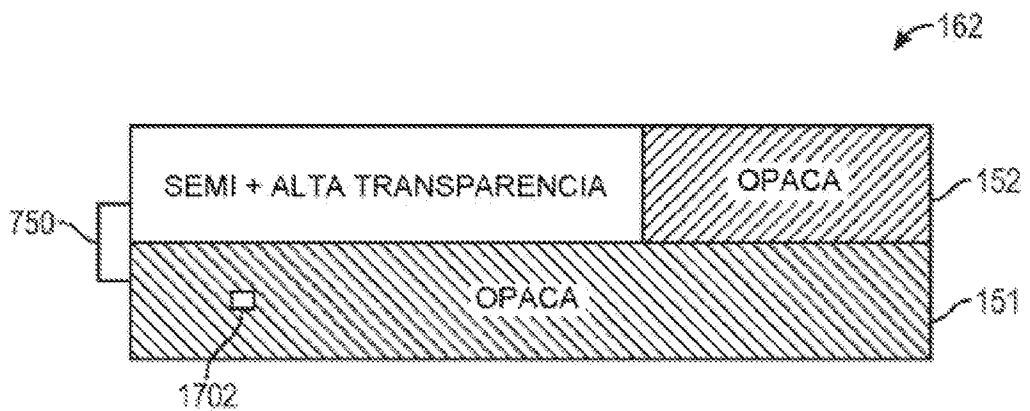


FIG. 17B