(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 395 379**

(51) Int. CI.:

A61B 8/12 (2006.01)
A61B 8/14 (2006.01)
G01S 15/89 (2006.01)
A61B 5/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2010 E 10703413 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **06.07.2011 EP 2339968**

(54) Título: **Sistema sensor y procedimiento para la captación con generación de imágenes de un objeto**

(30) Prioridad:

06.02.2009 DE 102009007868

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2013

(73) Titular/es:

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (50.0%)
Hansastrasse 27c
80686 München, DE y
FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG (50.0%)

(72) Inventor/es:

BERGEN, TOBIAS;
MÜNZENMAYER, CHRISTIAN;
WINTER, CHRISTIAN y
WITTENBERG, THOMAS

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

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

Sistema sensor y procedimiento para la captación con generación de imágenes de un objeto

La invención se refiere a un sistema sensor para la captación con generación de imágenes de un objeto de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Los procedimientos de generación de imágenes para la captación de objetos han ganado una gran importancia en los más diversos campos de aplicación. Los campos de aplicación típicos son, por ejemplo, la captación de órganos en medicina así como el ensayo de materiales y componentes en la industria. Por ejemplo, en medicina se pueden captar tejidos mediante un sensor de ultrasonidos en forma de una imagen tridimensional e identificarse así los contornos de un tumor, de modo que se pueda planear y ejecutar una intervención específica. Para captar la estructura tridimensional del objeto se tienen que registrar varias imágenes seccionales bidimensionales desplazadas una con respecto a otra y a continuación agruparse para formar una imagen tridimensional del objeto. La calidad de la imagen tridimensional del objeto depende a este respecto de la precisión con la que se juntan las imágenes seccionales bidimensionales individuales. Para agrupar las imágenes seccionales individuales es necesario determinar el movimiento del sensor de ultrasonidos con respecto al objeto, puesto que reproduce las posiciones y orientaciones de las imágenes seccionales individuales una con respecto a otra.

Por el documento EP 0 961 135 B1 se conoce un sistema sensor para registrar imágenes seccionales por ultrasonidos, en el que en una sonda de ultrasonidos está dispuesto un sensor de posición que permite colocar correctamente las imágenes seccionales registradas una con respecto a otra cuando se mueve la sonda de ultrasonidos durante el registro. Gracias a que el sensor de posición proporciona datos de posición absoluta en un sistema de coordenadas de referencia fijo, se puede tener en cuenta el movimiento de la sonda de ultrasonidos a la hora de reconstruir una imagen tridimensional del objeto a partir de las imágenes seccionales. Es desventajoso que los movimientos propios del objeto durante el registro de las imágenes seccionales no se pueden captar mediante el sensor de posición, puesto que los mismos no tienen ninguna influencia en la posición de la sonda de ultrasonidos. Así, los movimientos relativos entre la sonda de ultrasonidos y el objeto, causados por los movimientos propios del objeto, no se captan y no se tienen en cuenta a la hora de reconstruir la imagen tridimensional del objeto, lo que deriva en una mala calidad de imagen.

Por el documento EP 1 504 721 A1 se conoce un sistema sensor correspondiente, en el que en un extremo de la sonda de ultrasonidos está dispuesto adicionalmente un sensor óptico para registrar los datos de la imagen del objeto a estudiar.

Por el documento US 2004/167 402 A1 se conoce un aparato de ultrasonidos con una sonda de ultrasonidos y un sensor óptico asociado. El sensor óptico está dispuesto junto a una ventana acústica, detrás de la cual se encuentra la sonda de ultrasonidos. El sensor óptico está orientado de tal manera que el mismo recibe la luz de la superficie cutánea de un paciente. A partir de las correspondientes imágenes se determina el movimiento de la sonda de ultrasonidos. Los datos registrados por esta se reconstruyen mediante las imágenes obtenidas hasta formar una imagen del objeto.

Se conocen aparatos de ultrasonidos correspondientes por los documentos WO 2006/127 142 A2 y US 6 554 771 B1 que mediante un sensor óptico obtienen datos de posición de una sonda de ultrasonidos y usan los mismos para evaluar los datos registrados mediante la sonda de ultrasonidos. En estos aparatos de ultrasonidos es desventajoso que los movimientos propios del objeto durante el registro siguen perjudicando la calidad de la imagen.

El objetivo de la invención es, por tanto, conseguir un sistema sensor para la captación con generación de imágenes de un objeto mediante el que se puedan captar mejor de forma sencilla los movimientos relativos entre un sensor generador de imágenes y el objeto causados por los movimientos propios del objeto.

Este objetivo se consigue mediante un sistema sensor con las características de la reivindicación 1. Mediante el sensor óptico se pueden registrar datos de imagen del sensor generador de imágenes y del objeto a captar. A este respecto queda garantizado, gracias a la disposición estacionaria del sensor generador de imágenes con respecto al sensor óptico, que los mismos prácticamente no puedan realizar movimientos relativos el uno con respecto al otro. En paralelo a los datos de imagen se pueden registrar datos para la generación de imágenes del objeto mediante el sensor generador de imágenes, de modo que respectivamente en los mismos momentos existen datos para la generación de imágenes y datos de imagen. Mediante la unidad de evaluación se puede calcular el movimiento relativo entre el sensor generador de imágenes y el objeto a partir de los datos de imagen de momentos consecutivos. A este respecto se tienen en cuenta tanto los movimientos relativos causados por un movimiento propio del sensor generador de imágenes como los movimientos relativos causados por movimientos propios del objeto. Los datos para la generación de imágenes de los correspondientes momentos se pueden asociar espacialmente entre sí con exactitud mediante los movimientos relativos calculados. Así resulta posible la reconstrucción de imágenes de objetos tridimensionales con una gran precisión incluso en el caso de movimientos propios del objeto, de modo que se puede conseguir una alta calidad de imagen.

Los movimientos propios pueden ser un movimiento del objeto en su conjunto tal como, por ejemplo, el movimiento de órganos debido a la respiración o irrigación sanguínea, o una deformación del objeto tal como, por ejemplo, la

deformación de un órgano debido a una acción externa. La acción externa puede ser, en particular, también un efecto del sistema sensor, que durante el registro de los datos para la generación de imágenes entra en contacto con el objeto. Tales deformaciones se pueden reconocer mediante los datos de imagen, de modo que los datos para la generación de imágenes asociados, que debido a la deformación del objeto resultan, por lo general, inútiles, se pueden desechar durante la reconstrucción de la imagen tridimensional del objeto o –siempre que los datos de imagen estén presentes en tiempo real– ni tan siquiera se registran datos para la generación de imágenes asociados sin que antes se haya encontrado una posición de registro adecuada del sensor generador de imágenes sin deformación del objeto.

El sensor generador de imágenes puede estar configurado para registrar imágenes seccionales bidimensionales o imágenes de segmentos con volumen tridimensionales que se puedan componer mediante los movimientos relativos calculados hasta formar una imagen tridimensional del objeto. El sensor generador de imágenes puede ser, por ejemplo, un sensor de ultrasonidos.

La determinación de los movimientos relativos a partir de los datos de imagen se puede realizar basándose en píxeles, calculándose para los píxeles los desplazamientos locales con respecto a los datos de imagen próximos en el tiempo. Como alternativa, la determinación de los movimientos relativos se puede realizar basándose en características, buscándose en las imágenes superficiales asociadas a los datos de imagen estructuras estables y estableciéndose sus desplazamientos locales.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 2 garantiza una disposición estacionaria de los sensores entre sí gracias a la rígida unión mecánica. Esto se cumple, en particular, cuando actúan fuerzas sobre los sensores.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 3 garantiza una rigidez mecánica alta, puesto que el elemento de unión está dispuesto cerca de los sensores.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 4 es adecuado para la captación de órganos en medicina.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 5 permite el registro de imágenes seccionales bidimensionales que se pueden agrupar mediante la unidad de evaluación hasta formar una imagen tridimensional del objeto.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 6 permite el registro de imágenes de segmentos con volumen tridimensionales que se pueden agrupar hasta formar una imagen tridimensional del objeto, que muestra un volumen total del objeto mayor.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 7 permite la obtención de datos de posición absoluta del sensor generador de imágenes y, por tanto, referenciar el sensor generador de imágenes con respecto a un sistema de coordenadas absolutas. Mediante el equipo de medición de la posición se puede diferenciar entre los movimientos relativos causados por movimientos propios del sensor generador de imágenes y los movimientos relativos causados por movimientos propios del objeto.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 8 se puede mover libremente en el espacio. Al contrario que los equipos de medición de la posición configurados de modo óptico, para la medición de la posición no se requiere ninguna comunicación óptica.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 9 permite la obtención de datos de posición absoluta del sensor generador de imágenes con una gran precisión. La sonda electromagnética puede estar dispuesta, por ejemplo, directamente en el sensor generador de imágenes. Como alternativa, la sonda electromagnética puede estar dispuesta en el elemento de unión o en el sensor óptico, puesto que estos están unidos rígidamente y a distancias conocidas con el sensor generador de imágenes.

Un sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 10 permite la determinación del movimiento relativo con gran precisión, puesto que los datos de posición absoluta captados se complementan con el movimiento relativo. Por ejemplo, se puede conseguir un establecimiento más preciso del movimiento relativo de tal manera que mediante los datos de posición absoluta primero se efectúa una determinación general de la posición del sensor generador de imágenes, que se combina con el movimiento relativo determinado. Los errores en la determinación del movimiento relativo, que pueden aparecer en el procedimiento basado en píxeles o características, por ejemplo, para movimientos de amplio alcance, se pueden reconocer y corregir mediante el cotejo con los datos de posición absoluta. Con sensores para generación de imágenes que, por lo general, están apoyados directamente sobre el objeto o que se guían dejando una distancia sobre el objeto, se tienen que captar durante la determinación de los movimientos relativos, en particular, la traslación y la rotación en un plano que se encuentra tangencial con respecto a la superficie del objeto y un movimiento de inclinación con respecto al objeto. A este respecto resulta ventajoso un cotejo entre el movimiento relativo determinado y los datos de posición absoluta.

Un sistema endoscópico de acuerdo con la reivindicación 11 permite una captación de puntos de difícil acceso del objeto. El sensor óptico relevante para la determinación de los movimientos relativos está dispuesto en el sistema endoscópico directamente en el punto del movimiento real, o sea, en el segundo extremo, por lo que se pueden determinar los movimientos relativos con gran precisión.

Un sistema endoscópico de acuerdo con la reivindicación 12 permite una accesibilidad mejorada a los puntos de difícil acceso del objeto. No aparecen imprecisiones en la determinación de los movimientos relativos al doblarse el vástago configurado de modo flexible y/o vibraciones gracias a la disposición del sensor óptico en el segundo extremo.

Otras características, ventajas y particularidades de la invención se derivan de la siguiente descripción de un ejemplo de realización mediante el dibujo. Muestran:

la figura 1, una representación en perspectiva de un sistema endoscópico con un sistema sensor que comprende un sensor generador de imágenes y un sensor óptico,

la figura 2, una representación esquemática de imágenes seccionales registradas mediante el sensor generador de imágenes y de imágenes superficiales registradas mediante el sensor óptico,

la figura 3, una representación esquemática de imágenes superficiales consecutivas en el tiempo y dispuestas de forma coincidente para la determinación de movimientos relativos entre el sensor generador de imágenes y el objeto,

la figura 4, una representación en perspectiva del sistema endoscópico de la figura 1 en una posición que deforma al objeto y

la figura 5, una representación esquemática de dos imágenes superficiales consecutivas en el tiempo correspondientes a la figura 3 con una deformación del objeto.

Un sistema 1 endoscópico presenta un vástago 2 en cuyo primer extremo 3 está dispuesta una empuñadura 4. El vástago 2 en el segundo extremo 5 está configurado con forma de V. En una primera sección 6 del vástago está dispuesto un primer sensor generador de imágenes 7. En correspondencia, en una segunda sección 8 del vástago está dispuesto un segundo sensor óptico 9. Entre las secciones 6, 8 del vástago, cerca de los sensores 7, 9 pasa un elemento de unión mecánica 10 rígido que une firmemente los sensores 7, 9 entre sí. Los sensores 7, 9 quedan así dispuestos de forma esencialmente estacionaria uno con respecto a otro. Las secciones 6, 8 del vástago están configuradas de manera flexible, de modo que los sensores 7, 9 que están unidos de forma estacionaria entre sí están dispuestos de forma móvil en el segundo extremo 5 del vástago 2.

El sensorgenerador de imágenes 7 está configurado como un sensor de ultrasonidos y es parte de una sonda de ultrasonidos no representada con más detalle. El sensorgenerador de imágenes 7 está configurado de tal manera que se pueden registrar datos para la generación de imágenes para imágenes seccionales 11 bidimensionales y/o imágenes de segmentos con volumen 12 tridimensionales de un objeto 13 que hay que captar.

El sensor óptico 9 está configurado como sensor de vídeo miniaturizado, por ejemplo, con la tecnología de tip-chip. El sensor óptico 9 presenta una zona de registro 14 orientada hacia el sensor generador de imágenes 7 en la que están dispuestos el sensor generador de imágenes 7 y parcialmente el elemento de unión 10. Gracias a que el sensor generador de imágenes 7 se encuentra en la zona de registro 14 resulta posible un registro de datos de imagen del sensor generador de imágenes 7 y, con la colocación correspondiente del sensor generador de imágenes 7, también del objeto 13. El sensor óptico 9 representa así una cámara para la observación del sensor generador de imágenes 7 y del objeto 13.

Los sensores 7, 9 están conectados con una unidad 16 de evaluación mediante líneas 15 de señal conducidas en el vástago 2. De forma correspondiente, los sensores 7, 9 están conectados con una unidad de alimentación de energía mediante líneas de alimentación no representadas más en detalle.

La unidad de evaluación 16 sirve para evaluar los datos para la generación de imágenes registrados así como de los datos de imagen registrados. La unidad de evaluación 16 está configurada de tal manera que a partir de los datos de imagen se pueden determinar movimientos relativos entre el sensor generador de imágenes 7 y el objeto 13 y, dependiendo de los movimientos relativos determinados a partir de los datos para la generación de imágenes, se puede reconstruir una imagen de objeto tridimensional 17 del objeto 13.

Para la determinación de los datos de posición absoluta del sensor generador de imágenes 7 está previsto un equipo de medición de la posición 18. El equipo de medición de la posición 18 está configurado de modo electromagnético y presenta una sonda electromagnética 19 configurada como bobina y una unidad de detección de la sonda 20. La sonda 19 está dispuesta en la zona de los sensores 7, 9 unidos rígidamente. La figura 1 muestra, por ejemplo, una disposición de la sonda 19 en el elemento de unión 10. La unidad de detección de la sonda 20 sirve para generar un campo magnético en el que se puede determinar la posición absoluta de la sonda 19 en un primer sistema de coordenadas cartesiano 21. La unidad de detección de la sonda 20 está conectada mediante líneas 22 de señal con la unidad 16 de evaluación, de modo que mediante la unidad 16 de evaluación se pueden determinar los movimientos relativos entre el sensor generador de imágenes 7 y el objeto 13 teniendo en cuenta los datos de posición absoluta del sensor generador de imágenes 7.

El sensor generador de imágenes 7, el sensor óptico 9, el elemento de unión 10, la unidad de evaluación 16 y el equipo de medición de la posición 18 forman conjuntamente un sistema sensor 22. El sistema sensor 22 es parte del sistema endoscópico 1. El sistema endoscópico 1 presenta varios elementos de mando 23 para controlar los sensores 7, 9 en la zona de la empuñadura 4.

A continuación se describe el funcionamiento del sistema endoscópico 1 y del sistema sensor 22. Mediante el sistema endoscópico 1 se llevan los sensores 7, 9 hasta la proximidad directa del objeto 13. El objeto 13 puede ser, por ejemplo, un órgano que haya que captar que realice un movimiento propio. Los movimientos propios pueden ser, por ejemplo, un movimiento conjunto del órgano debido a la respiración o un movimiento de subzonas del órgano debido a la acción de fuerzas.

La figura 1 muestra los sensores 7, 9 en una posición de registro. En esta posición de registro se registra una secuencia de datos para la generación de imágenes y una correspondiente secuencia de datos de imagen mediante el sensor generador de imágenes 7 y el sensor óptico 9. Durante el registro, el sensor generador de imágenes 7 se desplaza espacialmente en el primer sistema de coordenadas 21, de modo que en una primera posición de registro se registran primeros datos para la generación de imágenes, en una segunda posición de registro, segundos datos para la generación de imágenes, y en una enésima posición de registro, enésimos datos para la generación de imágenes asociados, que se transmiten a la unidad de evaluación 16. Los datos para la generación de imágenes contienen informaciones para la primera a la enésima imagen seccional 11 correspondiente. Así, mediante el sensor generador de imágenes 7 se registra una secuencia de imágenes seccionales 11 en distintas posiciones de registro. Las imágenes seccionales 11 individuales se registran a este respecto en distintos momentos t, registrándose la primera imagen seccional 11 en un primer momento t_1, la segunda imagen seccional 11 en un segundo momento t_2 y la enésima imagen seccional en un enésimo momento t_n. La figura 2 muestra, a modo de ejemplo, la secuencia de imágenes seccionales 11 que se han registrado en un desplazamiento en el espacio en una dirección z. En las imágenes seccionales 11 se puede apreciar una estructura 24 que se encuentra por debajo de la superficie del objeto.

Las imágenes seccionales 11 se juntan en la unidad de evaluación 16 formando la imagen tridimensional del objeto 17. Para esto, en la unidad de evaluación 16 tienen que existir informaciones sobre la ubicación espacial de las imágenes seccionales 11 unas con respecto a otras. Para obtener estas informaciones, en los momentos t_1 a t_n se registran mediante el sensor 9 óptico desde los primeros datos de imagen hasta los enésimos datos de imagen. Los datos de imagen se transmiten a la unidad de evaluación 16 y se transforman en correspondientes imágenes superficiales 25 de la superficie del objeto. Como muestra la figura 2, en las imágenes superficiales 25 están reproducidos el sensor generador de imágenes 7 con el vástago 2 así como las estructuras superficiales 26. Puesto que el sensor generador de imágenes 7 y el vástago 2 están dispuestos de forma estacionaria en un segundo sistema de coordenadas 27 del sensor óptico 2, los movimientos de las estructuras superficiales 26 en la secuencia de imágenes superficiales 25 caracterizan movimientos relativos entre el sensor generador de imágenes 7 y el objeto 13.

Para asociar espacialmente las imágenes seccionales 11 se establecen movimientos relativos entre el sensor generador de imágenes 7 y el objeto 13 a partir de las imágenes superficiales 25. La figura 3 muestra dos imágenes superficiales 25 de momentos t consecutivos que se han colocado una encima de la otra haciéndolas coincidir. Las estructuras superficiales 26 en un primer momento, por ejemplo, en t_1, están representadas en la figura 3 con una línea continua. Las estructuras superficiales 26 en un segundo momento posterior, por ejemplo, en t_2, están representadas en la figura 3 mediante una línea discontinua. Las estructuras superficiales 26 presentan, debido a movimientos del sensor generador de imágenes 7 y/o del objeto 13 en el segundo sistema de coordenadas27, o sea, en las imágenes superficiales 25, diferentes posiciones. A partir de las diferentes posiciones de las estructuras superficiales 26 se establece mediante la unidad de evaluación 16 el respectivo movimiento relativo entre dos momentos consecutivos.

Para esto se determinan uno o varios vectores de desplazamiento 28 mediante un procedimiento basado en píxeles o basado en características. Los vectores de desplazamiento 28 caracterizan el movimiento relativo entre el sensor generador de imágenes 7 y el objeto 13. Basándose en estos vectores de desplazamiento 28 se asocian espacialmente las imágenes seccionales 11 entre sí.

En el procedimiento basado en píxeles, el cálculo de los vectores de desplazamiento 28 se realiza a base de píxeles 29 individuales, que están indicados en la figura 3. En cuanto a las particularidades del procedimiento basado en píxeles se remite al artículo especializado "All About Direct Methods" de M. Irani y P. Anandan (http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.37.2273).

En el procedimiento basado en características se seleccionan estructuras estables de zonas de imagen adecuadas, tales como, por ejemplo, las estructuras superficiales 26, y se buscan en las imágenes superficiales 25 próximas en el tiempo. Las estructuras estables forman la base para la determinación de los vectores de desplazamiento 28. En cuanto a las particularidades de procedimientos a base de características se remite al artículo especializado "Feature Based Methods for Structure and Motion Estimation" de P. H. S. Torr y A. Zisserman (http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.37.1517).

Los procedimientos basados en características presentan, frente a los procedimientos basados en píxeles, una velocidad comparativamente alta en el cálculo de los vectores de desplazamiento 28. Por el contrario, con procedimientos basados en píxeles también se puede realizar un cálculo suficientemente preciso de los vectores de desplazamiento 28 incluso si un procedimiento basado en características no encuentra estructuras estables. Por ejemplo, los procedimientos basados en píxeles pueden determinar vectores de desplazamiento 28 correspondientes en la zona de gradientes de color.

Durante el registro de los datos para la generación de imágenes, mediante el equipo de medición de la posición 18 se establecen datos de la posición absoluta del sensor generador de imágenes 7 desde el primer momento t_1 hasta el enésimo momento t_n. El equipo de posición 18 está configurado como sistema de seguimiento electromagnético habitual, que genera un campo magnético en el que se puede mover la sonda 19 configurada como bobina y se puede detectar y localizar mediante la unidad de detección 20. Los datos de posición absoluta contienen así informaciones sobre la posición y orientación de la sonda 19 en el primer sistema de coordenadas 21. Puesto que la sonda 19 presenta una distancia definida constante con respecto al sensor generador de imágenes 7, a partir de los datos de posición absoluta de la sonda 19 se pueden calcular los datos de posición absoluta del sensor generador de imágenes 7 mediante la unidad de evaluación 16.

Los datos de posición absoluta del sensor generador de imágenes 7 se pueden usar en la unidad de evaluación 16 para el cotejo y/o la complementación a la hora de la determinación de los movimientos relativos. Por ejemplo, los procedimientos basados en píxeles o en características presentan problemas al determinar movimientos relativos de gran alcance. Así resulta ventajoso para movimientos relativos de gran alcance obtener primero un valor inicial mediante los datos de posición absoluta para el movimiento relativo, que sirva como punto de partida para el procedimiento basado en píxeles o basado en características. Los datos de posición absoluta proporcionan así un valor general del movimiento relativo, que se precisa mediante el procedimiento basado en píxeles o características. La combinación de los datos de posición absoluta con los resultados del procedimiento basado en píxeles o características permite así un establecimiento de gran precisión de los movimientos relativos. Mediante el equipo de medición de la posición 18 electromagnético no se perjudica el movimiento sin apoyos del endoscopio 1 durante la captación del objeto 13.

Durante la determinación de los movimientos relativos se pueden captar y determinar también movimientos relativos causados por movimientos propios del objeto 13, de modo que se puedan asociar las imágenes seccionales 11 entre sí con exactitud local y se pueden agrupar formando la imagen tridimensional del objeto 17. Además, en las imágenes superficiales 25 se pueden determinar deformaciones del objeto 13 debido a fuerzas que actúen. La figura 4 muestra, por ejemplo, una deformación del objeto 13, por ejemplo, de un órgano, debido al sensor generador de imágenes 7 apoyado sobre él. Por ello se deforma también la estructura 24 que se encuentra debajo de la superficie del objeto, de modo que las imágenes seccionales 11 registradas en este estado no se pueden agrupar con sentido con las imágenes seccionales 11 que se han registrado en un estado no deformado del objeto 13. Así, las imágenes seccionales 11 registradas en el estado deformado se tienen que desechar mediante la unidad de evaluación 16 o ni tan siquiera registrarse. Se pueden reconocer deformaciones en las imágenes superficiales 25 gracias a que las estructuras superficiales 26, debido a la deformación, se acercan al sensor generador de imágenes 7. Durante la determinación de los vectores de desplazamiento 28, esto se puede reconocer al quedar estos orientados hacia el sensor generador de imágenes 7. Si en la unidad de evaluación 16 se realiza un establecimiento continuo de los movimientos relativos en tiempo real, se puede reconocer una deformación a partir de la dirección de los vectores de desplazamiento 28 y se puede evitar el registro de una imagen seccional 11 correspondiente. Si no, la imagen seccional 11 registrada en el estado deformado simplemente se puede reconocer y desechar.

Las anteriores explicaciones se aplican análogamente cuando los datos para la generación de imágenes caracterizan, en lugar de imágenes seccionales 11, imágenes de segmentos con volumen 12 tridimensionales, que se juntan formando la imagen del objeto 17 mayor.

La invención proporciona un sistema sensor generador de imágenes y un procedimiento correspondiente para generación de imágenes, en los que se pueden determinar movimientos relativos entre el sensor generador de imágenes 7 y el objeto 13 causados por movimientos propios del objeto 13 a captar. Mediante estos movimientos relativos se pueden asociar espacialmente entre sí imágenes seccionales 11 registradas o imágenes de segmentos con volumen 12 registradas y agruparse formando una imagen tridimensional del objeto 17. Puesto que también se consideran movimientos propios del objeto 13, resulta posible la asociación con gran precisión, de modo que se consigue una calidad de imagen correspondientemente alta de la imagen del objeto. Por ello se pueden crear, en particular, imágenes tridimensionales de estructuras orgánicas dinámicas con una alta calidad de imagen.

A partir de las imágenes superficiales 25 registradas en momentos t consecutivos se establecen respectivamente vectores de desplazamiento o un campo de vectores de desplazamiento que describe la asociación espacial de las imágenes seccionales 11 o las imágenes de segmentos con volumen 12 correspondientes. Las imágenes superficiales 25 se registran mediante el sensor óptico 9, que está configurado como un sensor de vídeo miniaturizado, de modo que el sistema 1 endoscópico proporciona a la vez un videoscopio.

Gracias a la unión rígida de los sensores 7, 9 se obtiene una independencia de procedimientos de seguimiento externos, tales como, por ejemplo, un seguimiento mecánico u óptico. Gracias a la consideración local de modificaciones del objeto tales como, por ejemplo, de deformaciones, también se pueden complementar y/o corregir procedimientos de seguimiento convencionales. La invención presenta una alta tolerancia con respecto a movimientos propios del objeto tales como, por ejemplo, movimientos de los órganos debido a actividades circulatorias o a la respiración.

La invención se puede aplicar tanto en la medicina como en la industria. En medicina –como ya se ha expuesto– se tienen en cuenta movimientos de los órganos, por contra, en la industria se pueden tener en cuenta movimientos y/o deformaciones de los componentes a estudiar. En medicina, el sistema 1 endoscópico o el sistema sensor 22 se puede aplicar de forma tanto extracorpórea como en el interior del cuerpo. Por ejemplo, una sonda de ultrasonidos se puede usar en modo B en el interior del cuerpo en la cavidad abdominal para la representación del hígado. Son aplicaciones técnicas en la industria, por ejemplo, el ensayo de materias y materiales, el ensayo de tejidos, espumas y materiales de aislamiento técnicos así como de componentes de la técnica aeronáutica y aeroespacial y palas de rotor de instalaciones de energía eólica. El ensayo se puede realizar, en particular, durante el funcionamiento en curso ((Monitorización de la Salud Estructural) Structural Health Monitoring) así como en puntos de difícil acceso tales como, por ejemplo, en cavidades técnicas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema sensor para la captación con generación de imágenes de un objeto con

- un sensor generador de imágenes (7) para registrar datos para la generación de imágenes de un objeto (13) a captar,
- un sensor óptico (9) para registrar datos de imagen del objeto (13), estando dispuesto el sensor generador de imágenes (7) de forma esencialmente estacionaria con respecto al sensor óptico (9) y
- una unidad de evaluación (16) para evaluar los datos para la generación de imágenes y los datos de imagen, estando configurada la unidad de evaluación (16) de tal manera que

  - a partir de los datos de imagen se puede determinar un movimiento relativo entre el sensor generador de imágenes (7) y el objeto (13) y
  - dependiendo del movimiento relativo determinado se puede reconstruir, a partir de los datos para la generación de imágenes, una imagen tridimensional del objeto (17),

caracterizado porque
- para registrar datos de imagen del sensor generador de imágenes (7), el sensor generador de imágenes (7) está dispuesto en una zona de registro (14) del sensor óptico (9) determinada para el objeto (13) y
- la unidad de evaluación (16) está configurada de tal manera que se puede reconocer una deformación del objeto (13) debida a un efecto del sensor generador de imágenes (7) mediante los datos de imagen.

2. Sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el sensor generador de imágenes (7) está unido firmemente al sensor óptico (9) mediante un elemento de unión (10) rígido.

3. Sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el elemento de unión (10) está dispuesto al menos parcialmente en la zona de registro (14).

4. Sistema sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el sensor generador de imágenes (7) está configurado como sensor de ultrasonidos.

5. Sistema sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el sensor generador de imágenes (7) está configurado de manera que se pueden registrar datos para la generación de imágenes para imágenes seccionales (11) bidimensionales del objeto (13).

6. Sistema sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el sensor generador de imágenes (7) está configurado de manera que se pueden registrar datos para la generación de imágenes para imágenes de segmentos con volumen (12) tridimensionales del objeto (13).

7. Sistema sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** está previsto un equipo de medición de la posición (18) para la determinación de datos de posición absoluta del sensor generador de imágenes (7).

8. Sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** el equipo de medición de la posición (18) está configurado de modo electromagnético.

9. Sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** el equipo de medición de la posición (18) presenta una sonda electromagnética (19), que está dispuesta en la zona de los sensores (7, 9) unidos rígidamente.

10. Sistema sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** la unidad de evaluación (16) está configurada de tal manera que se puede determinar el movimiento relativo entre el sensor generador de imágenes (7) y el objeto (13) teniendo en cuenta los datos de posición absoluta.

11. Sistema endoscópico con

- un vástago (2) que

  - presenta un primer extremo (3) opuesto al objeto (13) a captar y
  - un segundo extremo (5) orientado hacia el objeto (13) y

- un sistema (22) sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, estando dispuestos el sensor generador de imágenes (7) y el sensor óptico (9) en el segundo extremo (5).

12. Sistema endoscópico de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el vástago (2) está configurado de forma flexible al menos en la zona del segundo extremo (5).

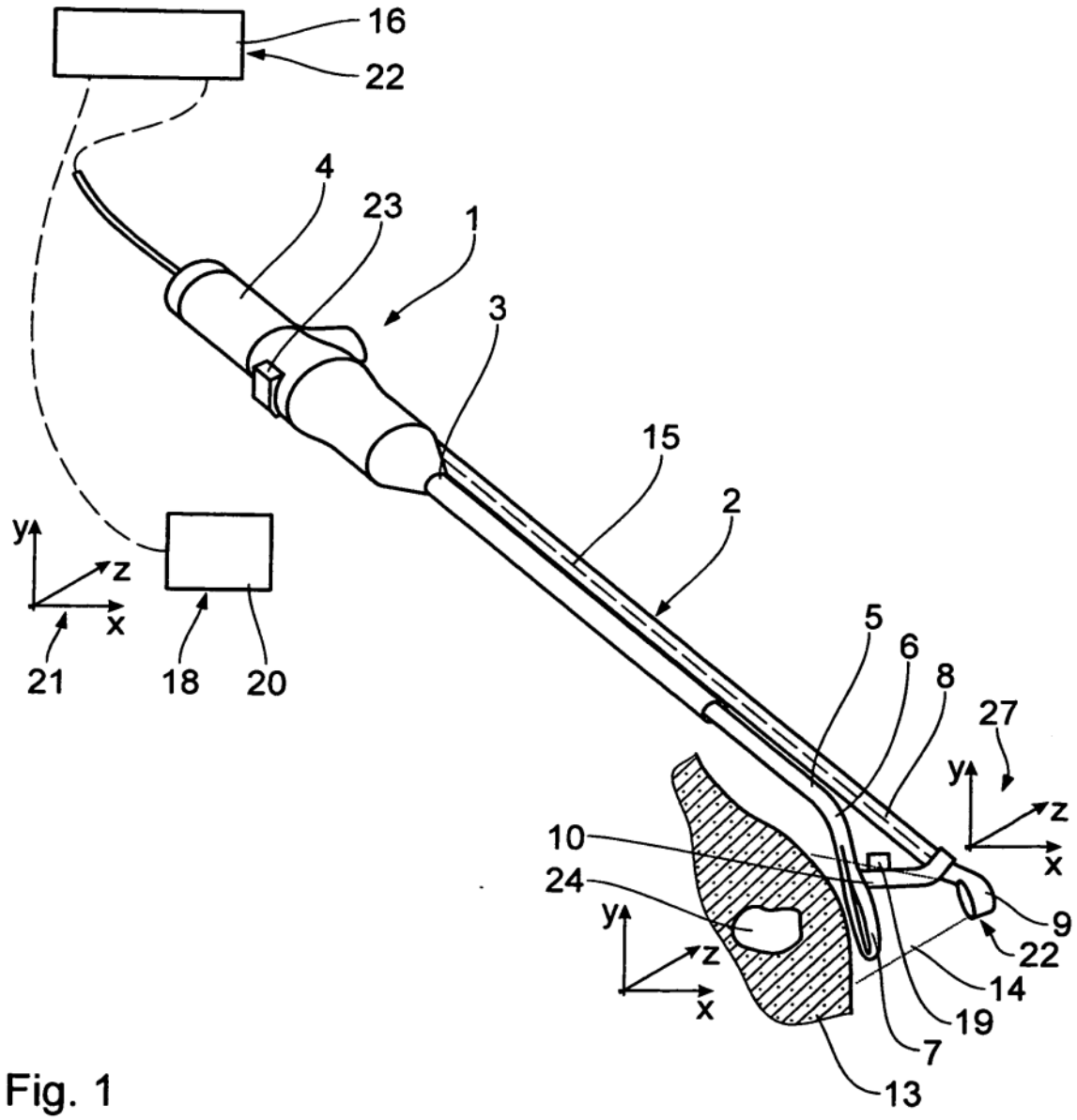

Fig. 1

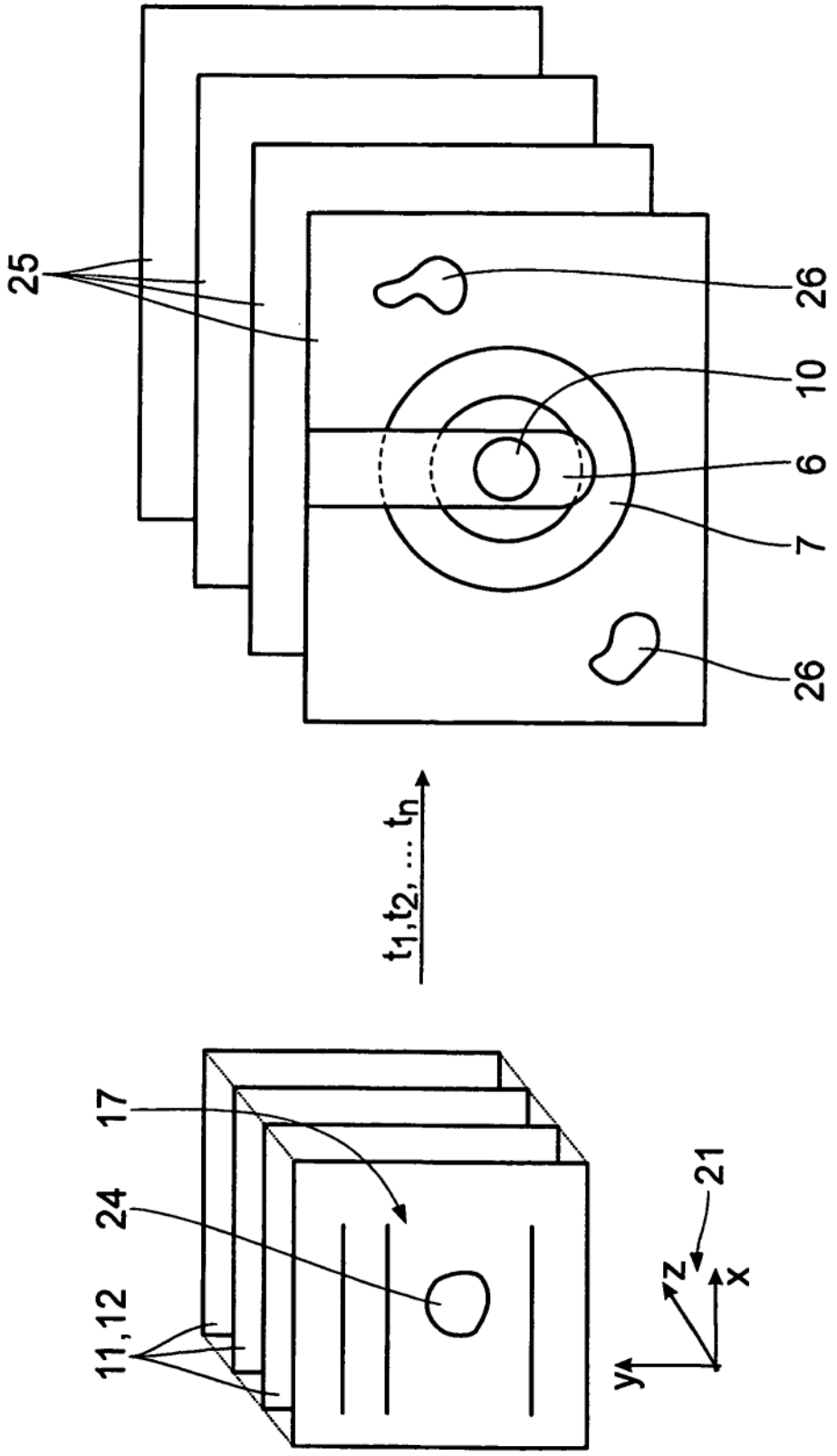

Fig. 2

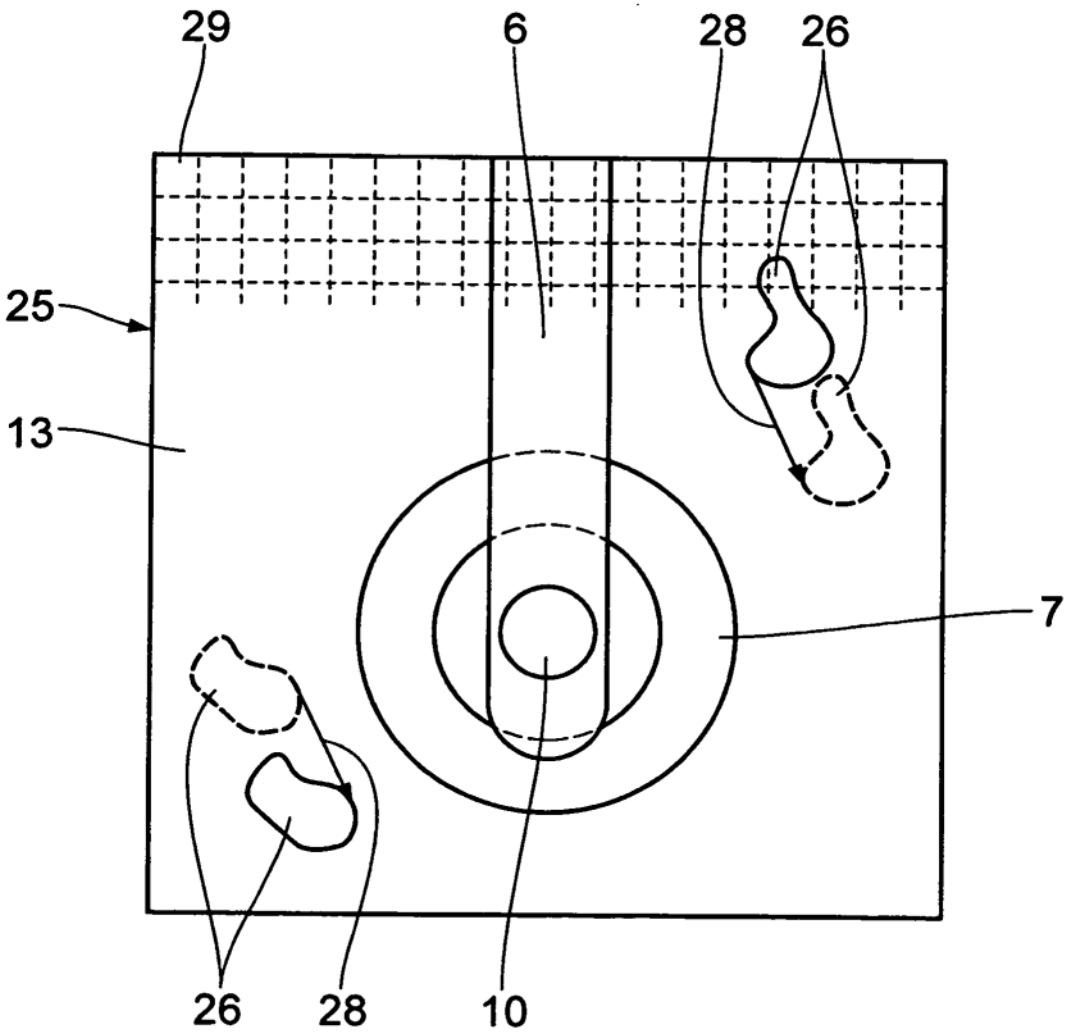

Fig. 3

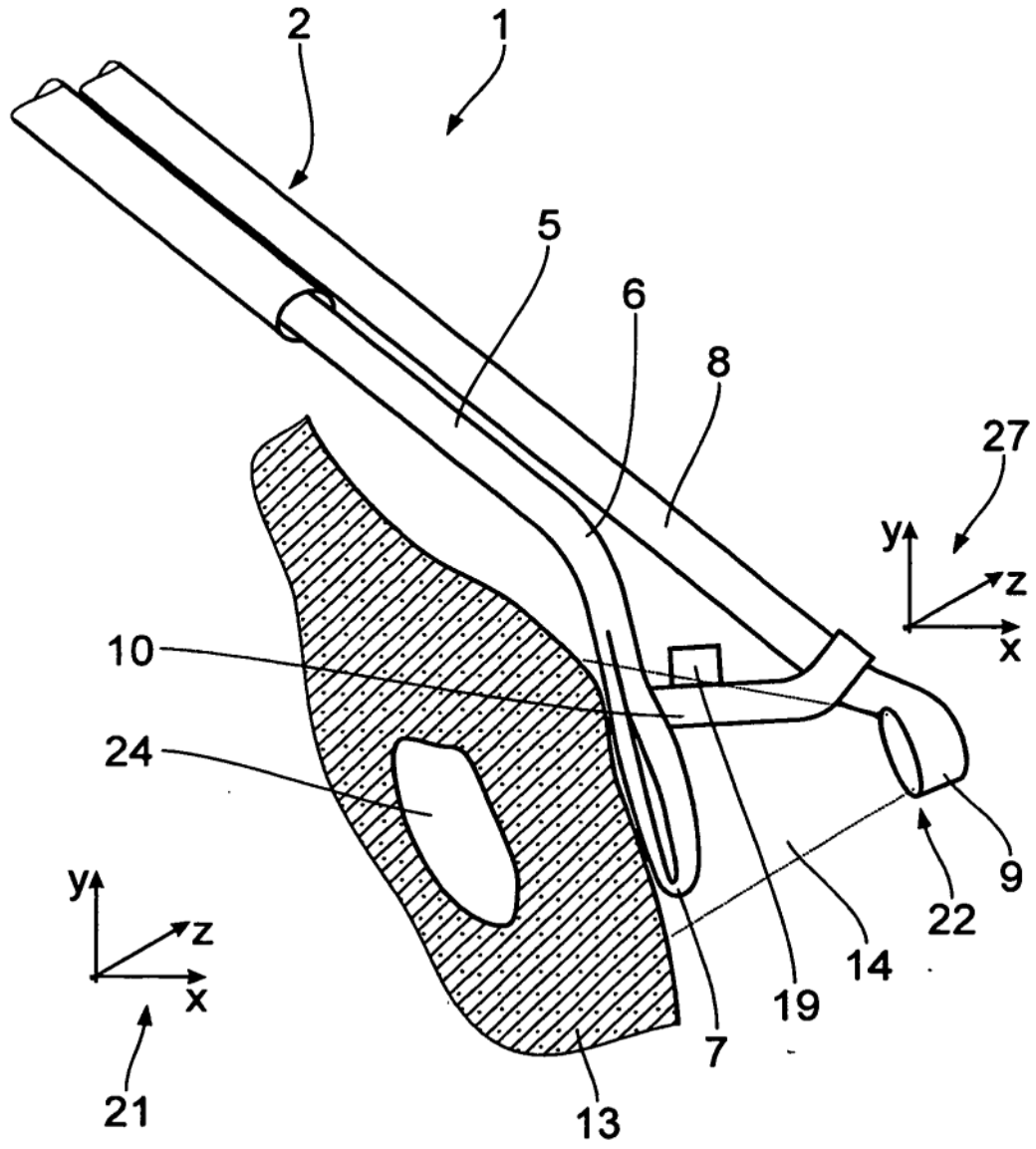

Fig. 4

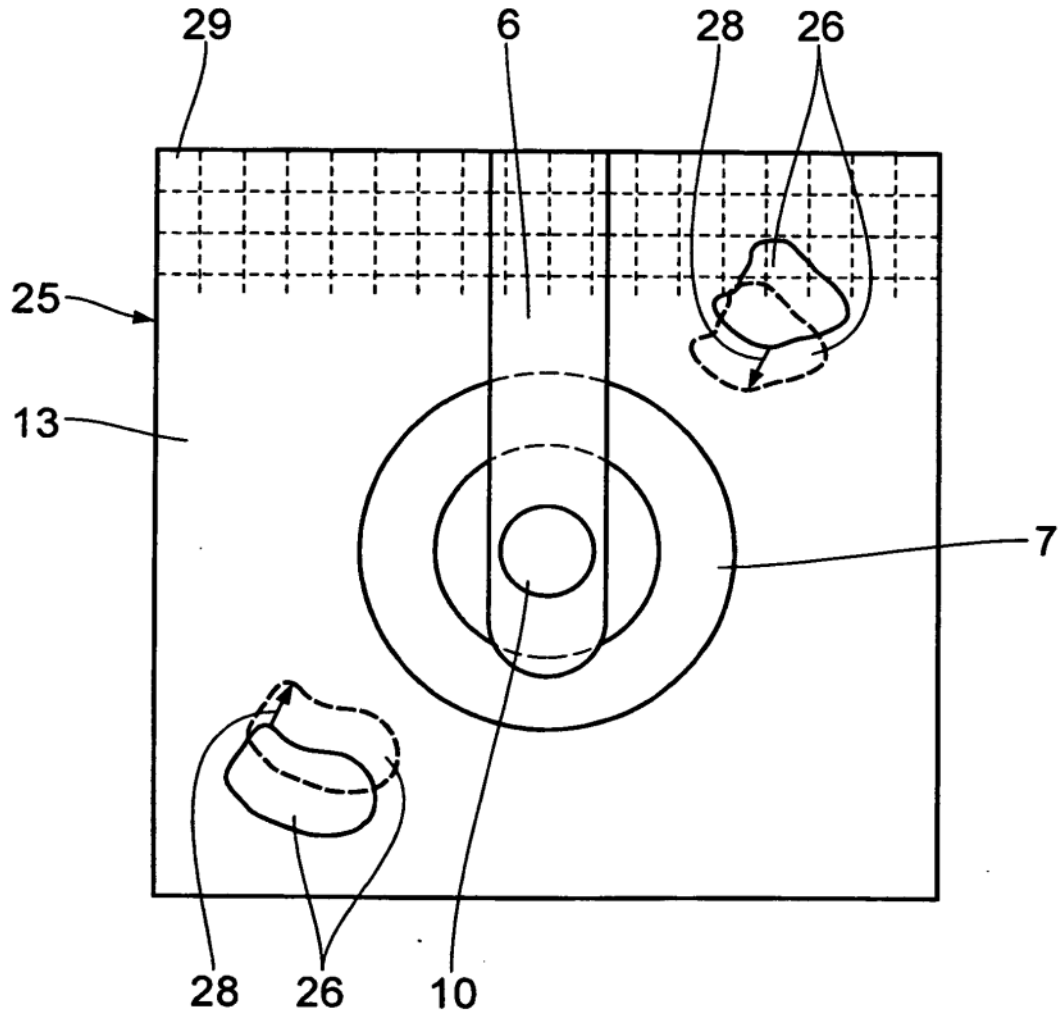

Fig. 5