

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 622**

51 Int. Cl.:

**A61B 6/00** (2014.01)

**H01J 35/30** (2006.01)

**A61B 6/40** (2014.01)

**A61B 6/42** (2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2020** **PCT/EP2020/076474**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2022** **WO22058036**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2020** **E 20780146 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024** **EP 4213734**

54 Título: **Tomógrafo computarizado y procedimiento para manejar un tomógrafo computarizado**

30 Prioridad:

**19.09.2020 DE 102020124474**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.10.2024**

73 Titular/es:

**ESSPEN GMBH (100.0%)**  
**Zeppelinstraße 15**  
**91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**MOHAMMADI, ZAHRA**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 980 622 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

Tomógrafo computarizado y procedimiento para manejar un tomógrafo computarizado

- 5 La invención se refiere a un tomógrafo computarizado que comprende un anillo emisor-detector estático, es decir, un anillo emisor-detector que no rota durante el funcionamiento del tomógrafo computarizado. La invención se refiere además a un procedimiento para manejar un tomógrafo computarizado de este tipo.
- 10 En principio, los tomógrafos computarizados pueden funcionar con unidades de emisor-detector rotativas o con emisores de rayos X de disposición estacionaria y detectores asociados. Un posible diseño de un tomógrafo computarizado, que tiene una unidad de emisor-detector no rotativa, se describe en el documento WO 2018/086744 A2. La unidad de emisor-detector está compuesta por varios elementos de emisor-detector, presentando cada elemento de emisor-detector una disposición de ánodos prevista para la emisión de rayos X, así como un detector previsto para la detección de rayos X y cada disposición de ánodos es parte de una disposición de emisores que comprende varios emisores de electrones.
- 15 Otro tomógrafo computarizado, que presenta fuentes de rayos X no rotativas, así como detectores asociados, se conoce, por ejemplo, por el documento WO 2009/115982 A1. Este tomógrafo computarizado es especialmente adecuado para aplicaciones en cardiología.
- 20 El documento DE 10 2010 020 604 A1 describe un dispositivo de toma de imágenes que comprende un pórtico anular con una disposición de rotor que rota en su interior con una fuente de radiación, así como al menos un detector de radiación. El pórtico presenta un segmento que se puede retirar para abrir el pórtico desde un lado. El segmento de pórtico retirable complementa una disposición de rotor que se extiende por un ángulo de aproximadamente 270°, formando un anillo cerrado. En general, el pórtico está dispuesto de forma móvil en el espacio sobre una estructura de soporte.
- 25 El documento EP 1474 040 B1 divulga un dispositivo de reproducción de imágenes de rayos X con un marco de pórtico en el que están alojados de forma rotativa una fuente de rayos X y un detector asociado. Del pórtico anular total se puede retirar un segmento para poder posicionar un objeto a reproducir en la zona de reproducción central del anillo del pórtico. En el segmento retirable también se encuentran dispositivos de guía para la fuente de radiación y para el detector.
- 30 Otro aparato de rayos X, que presenta una disposición de emisor-detector general anular con un segmento móvil para abrir el anillo, se describe en el documento US 6,113,264 A. El segmento móvil se puede desplazar en este caso en dirección circunferencial de la disposición de emisor-detector anular.
- 35 Los documentos US 7,001,045 B2 y EP 3 646 793 A2 describen diferentes diseños de tomógrafos computarizados con conjuntos de emisor-detector anulares que se pueden ajustar de diversas maneras.
- 40 En los documentos WO 2010/078481 A1 y DE 10 2016 208 123 B4, por ejemplo, se describen tomógrafos computarizados, los cuales son desplazables en su totalidad.
- 45 El documento DE 10 2010 028 438 A1 describe un dispositivo de rayos X configurado como dispositivo de brazo en C, que presenta nanotubos de carbono como emisores de electrones. Con la ayuda de varias fuentes de rayos X dispuestas de diferente modo espacialmente se pueden realizar trayectorias de exploración, que en el documento DE 10 2010 028 438 A1 se describen detalladamente.
- 50 El documento EP 3 569 148 A1 tiene como objeto un procedimiento para registrar un conjunto de datos de imágenes con un detector de rayos X. En el marco de este procedimiento está prevista una primera captura de una primera toma con una primera posición del punto focal. A continuación, se desplaza el punto focal desde la primera posición a una segunda posición. Con este ajuste se captura una segunda toma. Finalmente, de acuerdo con el documento EP 3 569 148 A1 ambas tomas se combinan dando lugar a un conjunto de datos de imágenes.
- 55 La invención se basa en el objetivo de indicar opciones perfeccionadas en comparación con el estado de la técnica para la obtención de imágenes de rayos X con un anillo emisor-detector estático, garantizándose una buena manejabilidad y excelente calidad de las imágenes con una estructura de aparato no demasiado compleja.
- 60 De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve mediante un tomógrafo computarizado con las características de la reivindicación 1. El objetivo se resuelve también mediante un procedimiento para manejar un tomógrafo computarizado según la reivindicación 11. Las configuraciones y ventajas de la invención explicadas en lo sucesivo en relación con el procedimiento operativo también se aplican, por analogía, al dispositivo, es decir, al tomógrafo computarizado, y viceversa.
- 65 El tomógrafo computarizado comprende un anillo emisor-detector estático, que está formado por un número impar n de elementos emisores-detectores, pudiendo desplazarse únicamente uno de los elementos emisor-detector para

abrir el anillo emisor-detector con respecto a los demás, que juntos describen una forma de C, presentando cada elemento emisor-detector una disposición de ánodos prevista para la emisión de rayos X, que se extiende por un ángulo  $\alpha$  de al menos  $0,9 \times 360^\circ/n$  por la circunferencia del anillo emisor-detector, así como un detector previsto para la detección de rayos X, que se extiende dentro del mismo elemento emisor-detector por un ángulo  $\beta$  de al menos  $0,95 \times 360^\circ/n$ , y siendo cada disposición de ánodos parte de una disposición de emisor que comprende varios emisores de electrones, en la que cada emisor de electrones está configurado de modo que interactúa con una disposición de electrodos para producir un punto focal en una de al menos tres posiciones seleccionables en la disposición de ánodos. Las posiciones opcionalmente ajustables del punto focal que se puede generar con un mismo emisor de electrones están dispuestas, en este caso, en particular unas al lado de otras en dirección

circunferencial del anillo emisor-detector, es decir, en diferentes posiciones angulares alrededor del eje central del tomógrafo computarizado, en particular dispuestas de forma equidistante. El cambio entre diferentes posiciones de punto focal, en cuanto que se cambia gradualmente la configuración de una disposición de electrodos se conoce como conmutación de haz.

El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la solicitud supone que se utiliza un tomógrafo computarizado, el cual comprende un anillo emisor-detector no rotativo, que está formado por un número impar de elementos emisores-detectores, es decir, segmentos, de los cuales un único segmento está configurado para abrir el anillo emisor-detector, habiendo dispuesta tanto en los elementos emisores-detectores fijos, como también en el elemento emisor-detector que puede abrirse, una pluralidad de emisores de electrones, los cuales están configurados respectivamente para generar, con la ayuda de electrodos que influyen en haces de electrones, un punto focal con posición variable sobre un ánodo asociado al elemento emisor-detector, de manera que el número total de posibles posiciones de punto focal corresponde a un múltiplo del número de emisores de electrones, y siendo la distancia angular máxima entre dos posiciones de punto focal dispuestas una junto a la otra en dirección circunferencial del anillo emisor-detector, dentro de un mismo elemento emisor-detector, menor que la distancia angular mínima entre posiciones de punto focal de dos elementos emisores-detectores adyacentes. El procedimiento operativo comprende las siguientes etapas:

- posicionamiento del anillo emisor-detector alrededor de un objeto de examen, estando en primer lugar el anillo emisor-detector abierto y cerrándose a más tardar en una posición prevista para la realización de un examen por rayos X,
- dirigir un haz de rayos X en forma de abanico, que parte de un primer punto focal, hacia el objeto de examen, siendo detectados los rayos X por detectores de al menos dos elementos emisores-detectores,
- generar un segundo punto focal, el cual está dispuesto en la circunferencia del anillo emisor-detector desplazado con respecto al primer punto focal a razón de un primer ángulo diferencial y no necesariamente de forma directa junto al primer punto focal,
- generar puntos focales adicionales, los cuales están desplazados a razón de un ángulo diferencial en la circunferencia del anillo emisor-detector respectivamente con respecto al punto focal anterior, siendo la diferencia entre dos ángulos diferenciales sucesivos menor que la diferencia entre la distancia angular mínima entre posiciones de puntos focales en elementos emisores-detectores adyacentes y la distancia angular máxima entre dos posiciones de punto focal adyacentes dentro de un mismo elemento emisor-detector.

La invención se basa en la idea de que un tomógrafo computarizado cuyo anillo emisor-detector se puede abrir ofrece ventajas en la preparación de imágenes de rayos X en comparación con tomógrafos computarizados convencionales con anillo emisor-detector permanentemente cerrado. Por ejemplo, el anillo emisor-detector que se puede abrir, en el estado abierto se puede empujar lateralmente sobre una mesa, sobre la que está tumbado el paciente. A pesar de la posibilidad de abrir el anillo emisor-detector, una estructura que ahorra masa con un número simultáneamente elevado de posiciones de punto focal se ve favorecida porque se pueden ajustar opcionalmente diferentes posiciones de punto focal para cada emisor de electrones. En total, los ánodos, que están posicionados en la circunferencia de la disposición de emisor, ocupan al menos el 90 % de la circunferencia, es decir,  $324^\circ$ . Debido al número impar de elementos emisores-detectores, una unión entre dos elementos emisores-detectores nunca está con exactitud diametralmente opuesta a otra unión de este tipo. Si un punto focal se encuentra en la zona de borde de un elemento emisor-detector, es decir, cerca de una unión, los rayos X que salen de este punto focal inciden en dos detectores de rayos X dispuestos uno al lado del otro en dirección circunferencial, en cuyo caso se trata, por ejemplo, de detectores de conteo de fotones. En particular, se tiene en consideración el uso de detectores de línea. En este contexto, se hace referencia al documento WO 2019/057339 A1. En general, como detectores de rayos X también se pueden utilizar detectores de centelleo, que pueden tener cualquier forma. En comparación con los ánodos del anillo emisor-detector, los detectores se extienden en cualquier caso por un ángulo aún mayor, concretamente por al menos el 95 % de la circunferencia, es decir, por un ángulo, dividido entre los distintos segmentos del anillo-emisor detector, de en total al menos  $342^\circ$ .

En comparación con la distancia angular mínima que puede existir entre las posiciones de puntos focales en elementos emisores-detectores adyacentes, las posibles posiciones de puntos focales dentro de un mismo elemento emisor-detector están mucho más escalonadas. En caso de que se seleccionasen una tras otra todas las posiciones de punto focal posibles en dirección circunferencial del anillo emisor-detector, entonces se produciría, por regla general, en un número de distancias angulares pequeñas, concretamente al cambiar de un elemento emisor-

detector a otro, un salto mucho mayor en el ajuste de ángulo. Mediante el procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la solicitud se consigue una igualación de las distancias angulares entre una posición de punto focal y la siguiente posición de punto focal en el tiempo. Mediante la conmutación sucesiva entre diferentes posiciones de punto focal se pueden describir en este caso varias vueltas alrededor del eje central del anillo emisor-detector, ocupándose todas las posibles posiciones de punto focal solo tras una pluralidad de vueltas. En particular, en cada una de las vueltas se generan puntos focales en ajustes que se diferencian entre sí de los electrodos que influyen en los haces de electrones. Esto puede significar, por ejemplo, que durante una rotación de la fuente de rayos X virtual se ajusta una primera disposición de electrodos de tal manera que un haz de electrones permanece en una orientación central, neutral, mientras que una segunda disposición de electrodos que pertenece a otro emisor de electrones se encarga de que el correspondiente haz de electrones, en comparación con su orientación neutral, se desvíe en una dirección determinada, lo que va acompañado de un desplazamiento del punto focal en la circunferencia del anillo emisor-detector.

Las posibilidades de ajustar sucesivamente la configuración angular de los rayos X, es decir, el cambio entre diferentes posiciones de punto focal posibles, durante el funcionamiento del tomógrafo computarizado se explican en lo sucesivo mediante un ejemplo numérico simplificado:

un anillo emisor-detector se compone únicamente de tres elementos emisores-detectores, cada uno de los cuales se extiende por un ángulo de aproximadamente 120°. Una unión entre el primer y el tercer elemento emisor-detector se encuentra en la posición 0°. Los centros de los tres segmentos, visto en dirección circunferencial del anillo emisor-detector, se encuentran por lo tanto en 60°, 180° y 300°.

Para simplificar, se parte del supuesto de que cada elemento emisor-detector presenta únicamente dos emisores de electrones, pudiendo dirigirse el haz de electrones que sale de un emisor hacia la disposición de ánodos asociada de tres maneras diferentes:

el haz de electrones se dirige al ánodo o bien con orientación central o con desviación en el sentido de las agujas del reloj o con desviación en el sentido contrario a las agujas del reloj, refiriéndose las indicaciones de dirección de la desviación a la dirección circunferencial del anillo emisor-detector.

Distancias uniformes entre las posibles posiciones de punto focal dentro del primer elemento emisor-detector se proporcionan, por ejemplo, con las siguientes posiciones de puntos focales: 20°, 36°, 52°, 68°, 84°, 100°. En este caso, los tres primeros valores se asignan al primer emisor de electrones y los valores 68°, 84°, 100° al segundo emisor de electrones. Las orientaciones centrales de los haces de electrones se corresponden con las posiciones de punto focal 36° (primer emisor de electrones) u 84° (segundo emisor de electrones). En el ejemplo numérico comentado, que parte de un número muy pequeño de emisores de electrones, los haces de electrones se pueden desviar con respecto a la orientación respectivamente central, de tal manera que resultan posiciones de puntos focales desplazadas a razón de  $\pm 16^\circ$  con respecto a aquella posición focal que resulta de la orientación central del haz de electrones. De este modo siempre hay distancias angulares de 16° entre una posición de punto focal ubicada dentro del primer elemento emisor-detector y la siguiente posición de punto focal posible dentro del mismo elemento emisor-detector.

De manera análoga, dentro del segundo elemento emisor-detector pueden seleccionarse posiciones de punto focal en 140°, 156°, 172°, 188°, 204°, 220° y dentro del tercer elemento emisor-detector posiciones de punto focal en 260°, 276°, 292°, 308°, 324°, 340°. El primer elemento emisor-detector representa el segmento de anillo emisor-detector que debe abrirse. El segundo elemento emisor-detector está unido fijamente con el tercer elemento emisor-detector. Independientemente de que los elementos emisores-detectores se diferencien entre sí en cuanto a su función mecánica, todos los elementos emisores-detectores tienen la misma estructura en lo que se refiere a su función de rayos X, en particular la disposición de las fuentes de rayos X, es decir, los puntos focales en los ánodos, así como de los detectores de rayos X. Durante la realización y evaluación de un examen por tomografía computarizada, es decir, por rayos X, no es necesario tener en cuenta hasta qué punto se puede ajustar un elemento emisor-detector con respecto a los otros elementos emisores-detectores.

Para garantizar la capacidad de ajuste deseada de uno de los elementos emisores-detectores y al mismo tiempo diseñar todos los elementos emisores-detectores de la misma manera en lo que respecta a su función de rayos X, el espacio de instalación disponible de 120° dentro de cada uno de los elementos emisores-detectores solo puede ser utilizado en parte por la disposición de ánodos correspondiente. Por lo tanto, entre la posición de punto focal lo más alejada posible de un elemento emisor-detector y la posición de punto focal menos alejada del siguiente elemento emisor-detector, existe una distancia angular claramente mayor que las distancias angulares entre las posiciones de punto focal dentro de un mismo elemento emisor-detector. En el presente caso, se dan las siguientes distancias angulares mínimas, que abarcan todos los elementos, entre posiciones de puntos focales de diferentes elementos emisores-detectores: una distancia angular de 40° entre el primer y el tercer elemento (20° o 340°) y entre el primer y el segundo elemento (100° o 140°), así como entre el segundo y el tercer elemento (220° o 260°) respectivamente también una distancia angular de 40°.

Si se ajustasen todas las posibles posiciones de los puntos focales unas tras otras en el sentido de las agujas del reloj (o en el sentido contrario a las agujas del reloj), lo que simula una rotación mecánica de una fuente de rayos X alrededor del eje longitudinal del tomógrafo computarizado, a cinco cambios de ángulo a razón de respectivamente

16°, siempre seguiría un cambio de ángulo de 40°, a los cuales se unirían por su parte saltos a razón de 16°.

Esta irregularidad de los saltos angulares se puede solucionar utilizando un nuevo esquema según el cual se ajustan diferentes posiciones de puntos focales unas tras otras:

- 5 a partir de la primera posición posible de un punto focal en el sentido de las agujas del reloj, es decir, la posición de 20°, se inician seis vueltas virtuales, seleccionándose en el ejemplo simplificado en cada vuelta únicamente tres posiciones de punto focal una tras otra, que están desplazadas entre sí en promedio a razón de 120°. Específicamente, una posible secuencia de posiciones de puntos focales es: 20°, 140°, 276°, 52°, 172°, 308°, 84°, 204°, 340°, 100°, 220°, 324°, 68°, 188°, 292°, 36°, 156°, 260°, lo que significa que después de las seis vueltas
- 10 virtuales se seleccionó exactamente una vez cada una de las en total 18 posiciones de punto focal posibles. De las distancias angulares de 120° promedias se produce en este caso un desvío de no más de 16° hacia arriba o hacia abajo, dándose ocho veces la distancia angular de 120° y respectivamente cinco veces una distancia angular de 136° o 104° y nunca siguiendo el valor 104° al valor 136° (o viceversa). Esto también se aplica a un nuevo inicio de las seis vueltas virtuales, es decir, al cambio de la posición de 260° a la posición de 20°, lo que se corresponde con
- 15 un ángulo diferencial de exactamente 120°.

En el ejemplo simplificado en consideración, solo aparecen tres valores diferentes como ángulos diferenciales, concretamente, los valores 104°, 120°, 136°, siendo la diferencia entre dos ángulos diferenciales sucesivos, es decir, el valor de 0° o 16°, menor que la distancia angular entre los puntos focales más cercanos de dos elementos emisores-detectores. En el presente caso, la diferencia es incluso inferior a la mitad de la distancia angular de 40°

20 mencionada, que se extiende por un límite de segmento. Si se resta de esta distancia angular que abarca el segmento, la distancia angular uniforme del ejemplo explicado, dentro de los segmentos de 16°, el resultado es una diferencia de 24°, que aún es mayor que la diferencia más grande que se da entre ángulos diferentes que se suceden en el tiempo. A pesar de la distribución desigual de los puntos focales en el perímetro del anillo emisor-detector debido a la segmentación del anillo emisor-detector y su mecanismo de apertura, es posible de este modo

25 la examinación de un objeto de examen con radiación de rayos X en forma de respectivamente haz de rayos en forma de abanico que parte de un punto focal, con saltos angulares comparativamente uniformes, que simulan una rotación de una fuente de rayos X.

30 Cada punto focal se encuentra en una disposición de ánodos, que puede comprender uno o varios ánodos enfriados por líquido o no enfriados por tubo de rayos X. Se utilizan, por ejemplo, ánodos como se describen en el documento DE 10 2017 008 810 A1. Independientemente de la configuración de los ánodos, el tomógrafo computarizado puede estar configurado para que los elementos emisores-detectores generen al mismo tiempo dos o más puntos focales desplazados entre sí en el perímetro del anillo emisor-detector. En el caso de exactamente dos puntos focales y, en

35 correspondencia, dos haces de rayos X, con los que se examina un volumen de interés, se habla también de una táctica estereoscópica en la obtención de imágenes de rayos X.

En lo que se refiere a la configuración de los cátodos, que se utilizan como emisores de electrones en el tomógrafo computarizado, se pueden seleccionar, por ejemplo, opciones que se seleccionan en el documento WO

40 2019/057338 A1, que reivindica la prioridad de la solicitud de patente mencionada DE 10 2017 008 810 A1.

Las opciones de control que también se pueden utilizar en este caso se describen, por ejemplo, en el documento WO 2019/042587 A2. En la producción de los cátodos configurados para la emisión de electrones, se puede hacer

45 uso, por ejemplo, de cualesquiera soluciones que se mencionan en los documentos WO 2018/086737 A1 y WO 2018/141485 A1.

En general, los tubos de rayos X del tomógrafo computarizado pueden estar configurados para generar una secuencia de impulsos de rayos X que se diferencian entre sí en lo que se refiere a los más diversos parámetros, entre ellos, duración, intensidad y dosis de rayos X de los impulsos individuales, así como frecuencia de la radiación

50 de rayos X. Para ello se puede prever, entre otras cosas, una variación de la tensión aplicada a un ánodo, así como una variación de las corrientes de electrones que salen de los cátodos. Estas posibilidades de variación que se refieren a las fuentes de rayos X muestran sus ventajas en particular en combinación con detectores de recuento de fotones, que son adecuados para distinguir entre diferentes frecuencias de rayos X, es decir, están predestinados para modos de funcionamiento multienergía y multidosis.

55 En el caso del tomógrafo computarizado puede tratarse de un dispositivo de rayos X móvil o de uno estacionario. El tomógrafo computarizado es adecuado, entre otras cosas, para realizar exámenes de la zona del tórax.

A continuación, se explica con más detalle un ejemplo de realización de la invención con ayuda de un dibujo. En

60 este muestran:

- Fig. 1 un tomógrafo computarizado en una representación general,  
 Fig. 2 en una representación análoga a la figura 1, el tomógrafo computarizado con anillo emisor-detector abierto,  
 65 Figs. 3 y 4 en diferentes ampliaciones detalles del tomógrafo computarizado,  
 Figs. 5 a 7 un tubo de rayos X del tomógrafo computarizado,

Fig. 8 un elemento emisor-detector compuesto por tubo de rayos X y detector asociado, del tomógrafo computarizado,  
Figs. 9 y 10 detalles del tomógrafo computarizado en representaciones esquemáticas.

- 5 Un tomógrafo computarizado, caracterizado en general con la referencia 1, comprende un pórtico fijo 2, entendiéndose por "fijo" que no hay rotación de una unidad emisora-detectora alrededor del eje central MA del pórtico 2 durante la obtención de imágenes de rayos X. Más bien, con ayuda de tubos de rayos X 3 y detectores de rayos X 4 correspondientes distribuidos por todo el perímetro del pórtico 2, se pueden generar haces de rayos X RS en forma de abanico, cada uno de los cuales emana de un punto focal BF en un ánodo 6 del tubo de rayos X 3. Los
- 10 tubos de rayos X 3 presentan respectivamente varios cátodos 5, 25 como emisores de electrones. En el ejemplo de realización descrito, cada tubo de rayos X 3 presenta un único ánodo alargado 6, que en este caso también se considera disposición de ánodo 9. Alternativamente, la disposición de ánodo 9 de un tubo de rayos X 3 puede estar formada por varios ánodos 6.
- 15 El pórtico 2 está dispuesto de forma multiajustable en un bastidor móvil 7. Entre otras cosas, es posible inclinar el pórtico 2 alrededor de un eje de inclinación horizontal que corta ortogonalmente el eje central MA. Asimismo, el pórtico 2 se puede desplazar en dirección longitudinal del eje central MA dispuesto horizontalmente. Además, también son posibles ajustes limitados del pórtico 2 en su dirección circunferencial. También es posible subir o bajar todo el pórtico 2. En el ejemplo de realización, además del bastidor 7 desplazable, hay disponible una unidad de manejo y evaluación 8 separada. También es concebible una combinación estructural de bastidor 7 desplazable y la
- 20 unidad de manejo y evaluación 8.

No está prevista una carcasa que rodee el pórtico 2. Más bien, todo el pórtico 2 está configurado como anillo emisor-detector 10, que está formado por un total de cinco elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14, 26. Los

25 elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14 representan aquí elementos fijos unidos rígidamente entre sí, mientras que el elemento emisor 26 es desplazable para abrir el anillo emisor-detector 10. La apertura se realiza para rodear una camilla de paciente 15 con el anillo emisor-detector 10. El mecanismo de apertura está configurado como mecanismo deslizante 16. Partiendo del anillo emisor-detector 10 cerrado, como se representa en la figura 1, el elemento emisor-detector 26 se desplaza en primer lugar ligeramente en dirección longitudinal del eje central MA, es decir, se levanta hacia el exterior del anillo emisor-detector 10. En este estado, en el que el elemento emisor-

30 detector 26 está posicionado junto a la disposición en forma de C de los restantes elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14, el elemento emisor-detector 26 puede desplazarse en dirección circunferencial de la disposición en forma de C 11, 12, 13, 14, liberándose la abertura en la circunferencia del anillo emisor-detector 10, como se representa en la figura 2. En ningún momento se produce una inclinación del elemento emisor-detector 26 con respecto a los demás elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14. Debido a la falta de mecanismos de inclinación en lo que respecta al elemento emisor-detector 26, el espacio de instalación disponible, que se extiende por un ángulo de 72° en la circunferencia del anillo emisor-detector 10, se puede aprovechar en gran medida para la

35 instalación de componentes de rayos X, sobre los cuales se hablará con más detalle a continuación.

40 En lo que se refiere a la disposición de los componentes de rayos X, el elemento emisor-detector 26 desplazable no se diferencia de los elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14 fijos. Cada elemento emisor-detector 11, 12, 13, 14, 26 tiene una estructura uniforme que se representa en las figuras 5 a 8. Los conectores de los tubos de rayos X 3 se indican con 17. Las disposiciones de emisor 18 de los tubos de rayos X 3 emiten radiación de rayos X RS, de tal manera que, como se ilustra en la figura 4, dos de los cinco elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14, 26 -

45 con mayor concreción: sus detectores 4 - siempre son alcanzados. Debido al número impar de elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14, 26, una unión entre dos elementos emisores-detectores 11, 12, 13, 14, 26 nunca se encuentra con exactitud diametralmente opuesta a una segunda unión de este tipo.

En cada tubo de rayos X 3 se encuentra un conjunto emisor 19 para generar haces de electrones ES, que inciden en la disposición de ánodos 9 y generan de este modo el punto focal BF. El punto focal BF no tiene necesariamente una forma aproximadamente en forma de punto. Más bien, por ejemplo, también se pueden generar puntos focales BF alargados de manera conocida en principio, entendiéndose en cualquier caso la posición del punto focal BF como la posición de su punto central.

50 En el ejemplo de realización, el conjunto emisor 19 comprende diferentes cátodos 5, 25 para generar rayos X de diferentes dosis y/o longitudes de onda. En cualquier caso, los electrones se extraen del cátodo 5, 25 con ayuda de una rejilla de extracción 20, pudiendo desviarse el haz de electrones ES de forma definida con ayuda de una disposición de electrodos 21, que comprende varios electrodos 22, 23. En una placa 24 están dispuestos juntos varios cátodos 5, 25.

60 La totalidad de la disposición de ánodos 9, que interactúa con el conjunto emisor 19 de un tubo de rayos X 3, se extiende a lo largo del perímetro del anillo emisor-detector 10 por un ángulo  $\alpha$  claramente inferior a 72°. Mucho más cerca de 72° se encuentra un ángulo  $\beta$ , que indica la extensión del detector de rayos X 4 en la circunferencia del anillo emisor-detector. En otras palabras: los espacios formados en el perímetro del anillo emisor-detector 10 entre los distintos detectores de rayos X 4 son claramente más estrechos que los espacios formados entre las disposiciones de emisores 18. Dentro del tubo de rayos X 3 se extiende una pluralidad de posibles posiciones de

65

puntos focales por un ángulo  $\gamma$ , que es inferior al ángulo  $\alpha$ .

La disposición de electrodos 21 está configurada para dirigir el haz de electrones ES opcionalmente hacia el punto focal BF o hacia un punto focal BF<sup>+</sup>, BF<sup>-</sup> desplazado con respecto al mismo en dirección circunferencial del anillo emisor-detector 10. En lo que se refiere a la disposición según las figuras 9 y 10, el punto focal BF<sup>+</sup> está desviado con respecto al punto focal BF en el sentido de las agujas del reloj y el punto focal BF<sup>-</sup> en sentido contrario a las agujas del reloj. Las desviaciones del haz de electrones ES, que suponen un desplazamiento del punto focal BF, también se denominan conmutaciones de haz y permiten una colocación especialmente escalonada de puntos focales BF<sup>-</sup>, BF, BF<sup>+</sup> en la circunferencia del anillo emisor-detector 10. En total se puede lograr una cantidad total de varios cientos de posiciones de punto focal, lo que corresponde a un múltiplo del número de emisores de electrones 5, 25.

#### Lista de referencias

|    |                                   |                                                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | 1                                 | Tomógrafo computarizado                                                                                                                                                 |
|    | 2                                 | Pórtico                                                                                                                                                                 |
|    | 3                                 | Tubo de rayos X                                                                                                                                                         |
|    | 4                                 | Detector de rayos X                                                                                                                                                     |
|    | 5                                 | Cátodo del primer tipo, emisor de electrones                                                                                                                            |
| 20 | 6                                 | Ánodo                                                                                                                                                                   |
|    | 7                                 | Bastidor desplazable                                                                                                                                                    |
|    | 8                                 | Unidad de manejo y evaluación                                                                                                                                           |
|    | 9                                 | Disposición de ánodos                                                                                                                                                   |
|    | 10                                | Anillo emisor-detector                                                                                                                                                  |
| 25 | 11                                | Primer elemento emisor-detector fijo                                                                                                                                    |
|    | 12                                | Segundo elemento emisor-detector fijo                                                                                                                                   |
|    | 13                                | Tercer elemento emisor-detector fijo                                                                                                                                    |
|    | 14                                | Cuarto elemento emisor-detector fijo                                                                                                                                    |
|    | 15                                | Camilla para paciente                                                                                                                                                   |
| 30 | 16                                | Mecanismo deslizante                                                                                                                                                    |
|    | 17                                | Conector                                                                                                                                                                |
|    | 18                                | Disposición de emisor                                                                                                                                                   |
|    | 19                                | Conjunto emisor                                                                                                                                                         |
|    | 20                                | Rejilla de extracción                                                                                                                                                   |
| 35 | 21                                | Disposición de electrodos                                                                                                                                               |
|    | 22                                | Electrodo                                                                                                                                                               |
|    | 23                                | Electrodo                                                                                                                                                               |
|    | 24                                | Placa                                                                                                                                                                   |
|    | 25                                | Cátodo del segundo tipo, emisor de electrones                                                                                                                           |
| 40 | 26                                | Elemento emisor-detector desplazable                                                                                                                                    |
|    | $\alpha$                          | Ángulo, por el que se extiende la disposición de ánodos de un elemento emisor-detector                                                                                  |
|    | $\beta$                           | Ángulo, por el que se extiende el detector de un elemento emisor- detector                                                                                              |
|    | $\gamma$                          | Zona angular, en la que se encuentran los posibles puntos focales de una disposición de ánodos                                                                          |
|    | BF                                | Punto focal (general)                                                                                                                                                   |
| 45 | BF <sup>+</sup> , BF <sup>-</sup> | Punto focal, generado mediante un emisor de electrones (en la posición central y en dos posiciones desplazadas en dirección circunferencial del anillo emisor-detector) |
|    | ES                                | Haz de electrones                                                                                                                                                       |
|    | MA                                | Eje central                                                                                                                                                             |
|    | RS                                | Rayos X                                                                                                                                                                 |

## REIVINDICACIONES

1. Tomógrafo computarizado, con un anillo emisor-detector (10) estático, que está formado por un número impar (n) de elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26), de los cuales, únicamente uno (26) puede desplazarse a través de apertura del anillo emisor-detector (10) con respecto a los demás elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14), que juntos describen una forma de C, presentando cada elemento emisor-detector (11, 12, 13, 14, 26) una disposición de ánodos (9) prevista para la emisión de radiación de rayos X, que se extiende por un ángulo  $\alpha$  de al menos  $0,9 \times 360^\circ/n$  por el perímetro del anillo emisor-detector (10), así como un detector (4) previsto para la detección de radiación de rayos X, que se extiende por un ángulo  $\beta$  de al menos  $0,95 \times 360^\circ/n$  dentro del mismo elemento emisor-detector (11, 12, 13, 14, 26), y siendo cada disposición de ánodos (9) parte de una disposición de emisor (18) que comprende varios emisores de electrones (5, 25), en la que cada emisor de electrones (5, 25) en interacción con una disposición de electrodos (21), está configurado para producir un punto focal ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) en una de al menos tres posiciones seleccionables en la disposición de ánodos (9).
2. Tomógrafo computarizado según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento emisor-detector (26), desplazable con respecto al anillo emisor-detector (10) restante, se puede desplazar en dirección axial del anillo emisor-detector (10) y en el estado desplazado axialmente puede desplazarse en dirección tangencial a lo largo de los elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14) dispuestos en total en forma de C.
3. Tomógrafo computarizado según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque los elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26) presentan emisores (5, 25), en particular emisores que comprenden nanotubos de carbono, configurados para la emisión in situ de electrones.
4. Tomógrafo computarizado según la reivindicación 3, caracterizado porque cada elemento emisor-detector (11, 12, 13, 14, 26) presenta al menos un emisor (5) del primer tipo, así como al menos un emisor (25) del segundo tipo.
5. Tomógrafo computarizado según la reivindicación 4, caracterizado porque los diferentes tipos de emisores (5, 25) dentro de un elemento emisor-detector (11, 12, 13, 14, 26) se diferencian entre sí en lo que se refiere a sus materiales y/o geometría.
6. Tomógrafo computarizado según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque los elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26) están configurados para la conmutación entre diferentes frecuencias de rayos X y/o dosis de rayos X, pudiendo seleccionarse cada punto focal ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) igualmente como fuente de todas las frecuencias de rayos X y dosis de rayos X ajustables.
7. Tomógrafo computarizado según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el anillo emisor-detector (10) está dispuesto de forma ajustable en un bastidor de dispositivo (7) móvil.
8. Tomógrafo computarizado según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el anillo emisor-detector (10) comprende al menos cinco y como máximo nueve elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26), cubriendo todos los elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26), incluido el elemento emisor-detector (26) desplazable, intervalos angulares del mismo tamaño.
9. Tomógrafo computarizado según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque entre los puntos focales ( $BF^-$ ,  $BF^+$ ) más alejados entre sí de la misma disposición de ánodos (9) se encierra un ángulo  $\gamma$  de al menos  $0,85 \times \alpha$  en el perímetro del anillo emisor-detector y desde cada una de las posibles posiciones de punto focal ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) puede dirigirse un haz de rayos X en forma de abanico hacia al menos dos elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26) situados diametralmente opuestos al punto focal en el anillo emisor-detector (10).
10. Tomógrafo computarizado según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque los elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26) están configurados para generar al mismo tiempo al menos dos puntos focales ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) desplazados entre sí en el perímetro del anillo emisor-detector (10).
11. Procedimiento para manejar un tomógrafo computarizado (1), que comprende un anillo emisor-detector (10) no rotativo, que está construido a partir de un número impar de elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26), de los cuales, un único elemento (26) está configurado para abrir el anillo emisor-detector (10), habiendo dispuesta tanto en los elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14) fijos, como también en el elemento emisor-detector (26) a abrir, una pluralidad de emisores de electrones (5, 25), los cuales están configurados respectivamente para generar un punto focal ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) con ayuda de electrodos (21, 22, 23) que influyen en haces de electrones, con posición variable sobre un ánodo (6) asociado al elemento emisor-detector (11, 12, 13, 14, 26), de modo que la totalidad de posibles posiciones de punto focal se corresponde con un múltiplo del número de emisores de electrones (5, 25), y siendo la distancia angular máxima entre dos posiciones de punto focal dispuestas una al lado de otra en dirección circunferencial del anillo emisor-detector (10) dentro de un mismo elemento emisor-detector (11, 12, 13, 14, 26), menor que la distancia angular mínima entre posiciones de punto focal de dos elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26) adyacentes, con las siguientes etapas:

- posicionamiento del anillo emisor-detector (10) alrededor de un objeto de examen, estando el anillo emisor-detector (10) cerrado a más tardar en una posición prevista para realizar un examen con rayos X,
  - dirigir un haz de rayos X en forma de abanico, que proviene de un primer punto focal ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ), hacia el objeto de examen, siendo detectada la radiación de rayos X por detectores (4) de al menos dos elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26),
  - generación de un segundo punto focal ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ), que se encuentra en el perímetro del anillo emisor-detector (10) desplazado frente al primer punto focal ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) a razón de un primer ángulo diferencial,
  - generación de puntos focales adicionales ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ), los cuales están desplazados en el perímetro del anillo emisor-detector (10) respectivamente con respecto al punto focal anterior ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) a razón de un ángulo diferencial, siendo la diferencia entre dos ángulos diferenciales sucesivos menor que la diferencia entre la distancia angular mínima entre posiciones de punto focal en elementos emisores-detectores (11, 12, 13, 14, 26) adyacentes y la distancia angular máxima entre dos posiciones de punto focal adyacentes dentro de un mismo elemento emisor-detector (11, 12, 13, 14, 26).
- 15 12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque mediante la conmutación sucesiva entre diferentes posiciones de punto focal se describen varias vueltas alrededor del eje central (MA) del anillo emisor-detector (10), adoptándose todas las posibles posiciones de punto focal solo una vez que se ha producido una pluralidad de vueltas.
- 20 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque en el caso de cada una de las vueltas se generan puntos focales ( $BF^-$ ,  $BF$ ,  $BF^+$ ) en ajustes diferentes entre sí de diferentes electrodos (21, 22, 23) que influyen en los haces de electrones.

Fig. 1

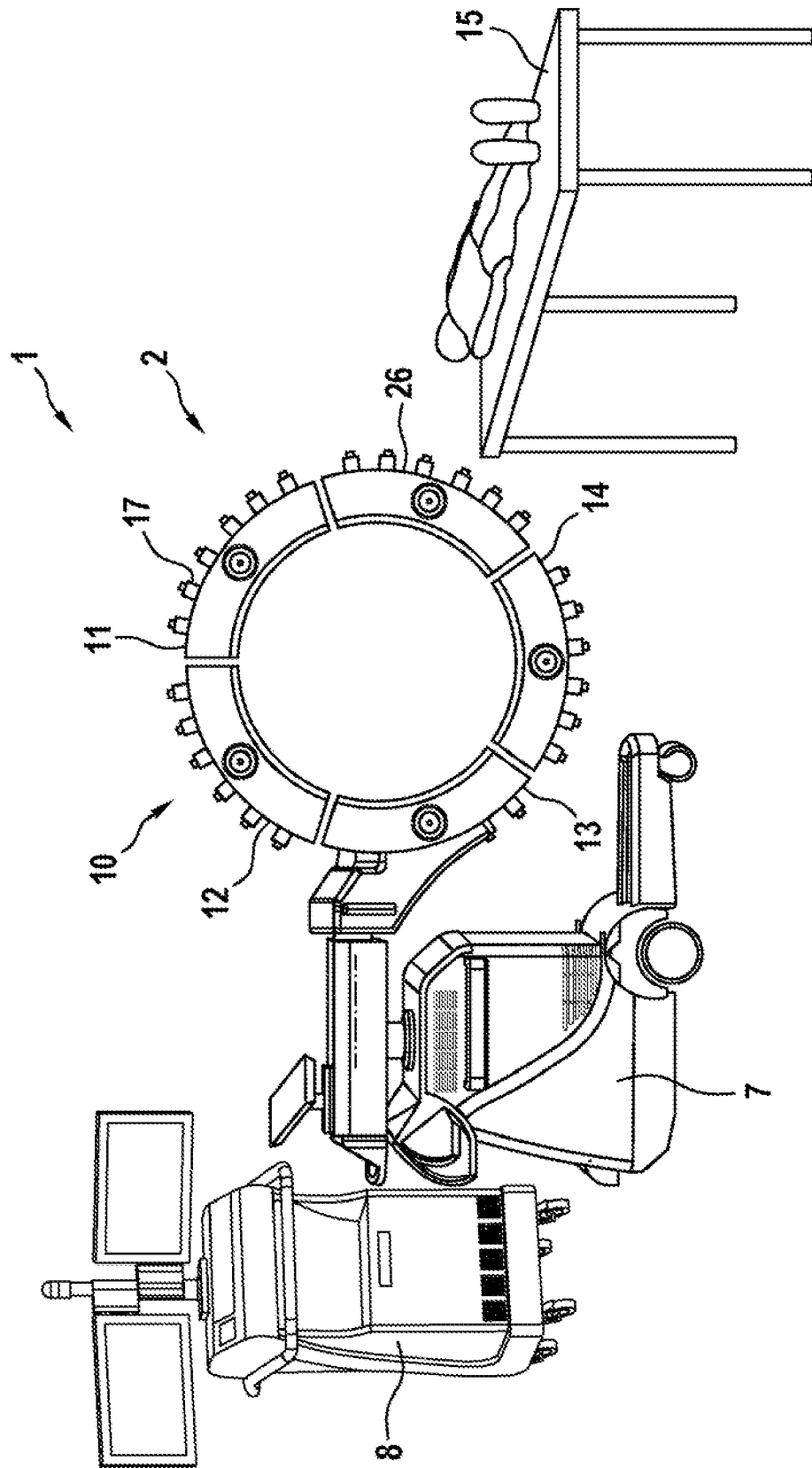


Fig. 2

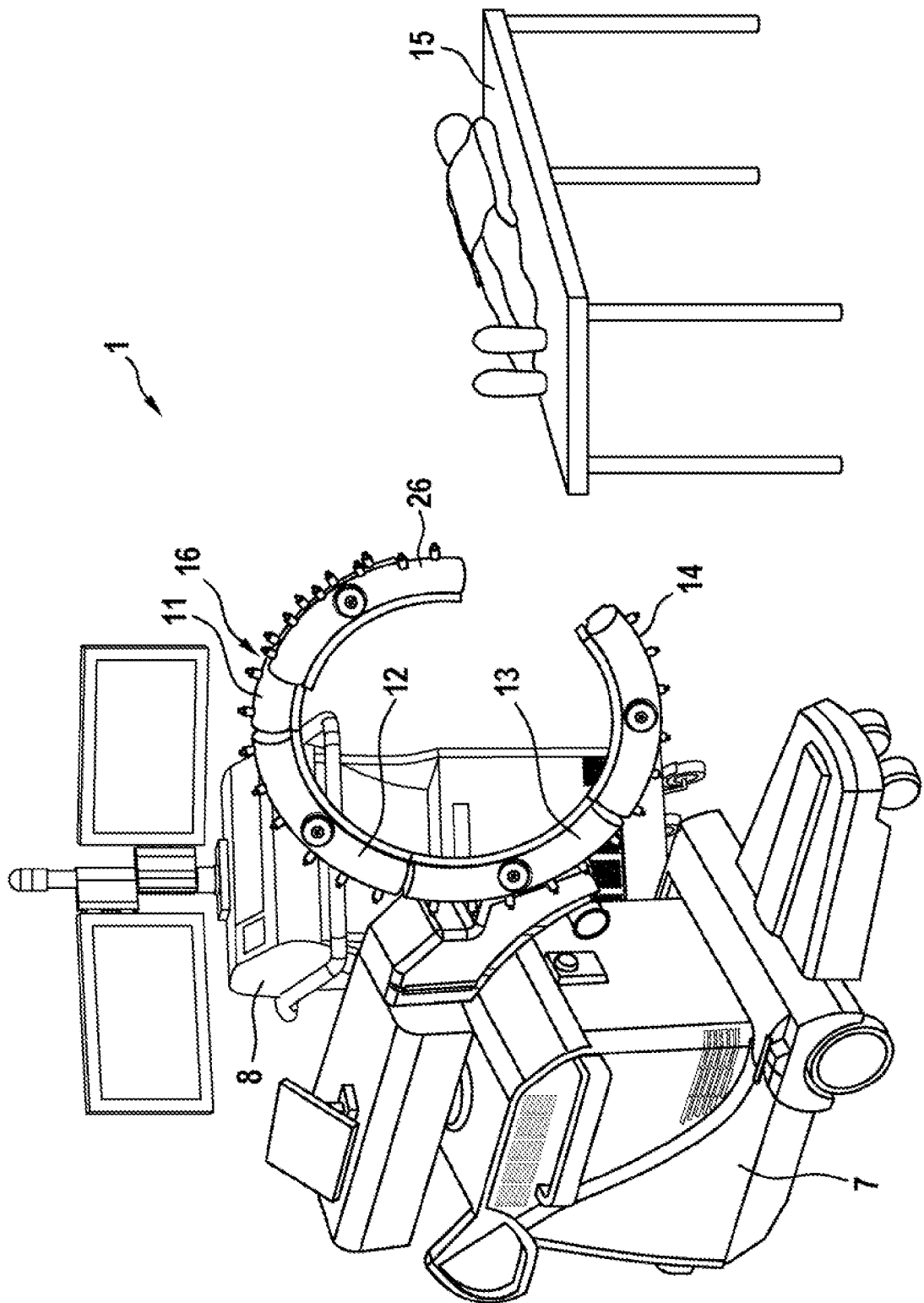


Fig. 3

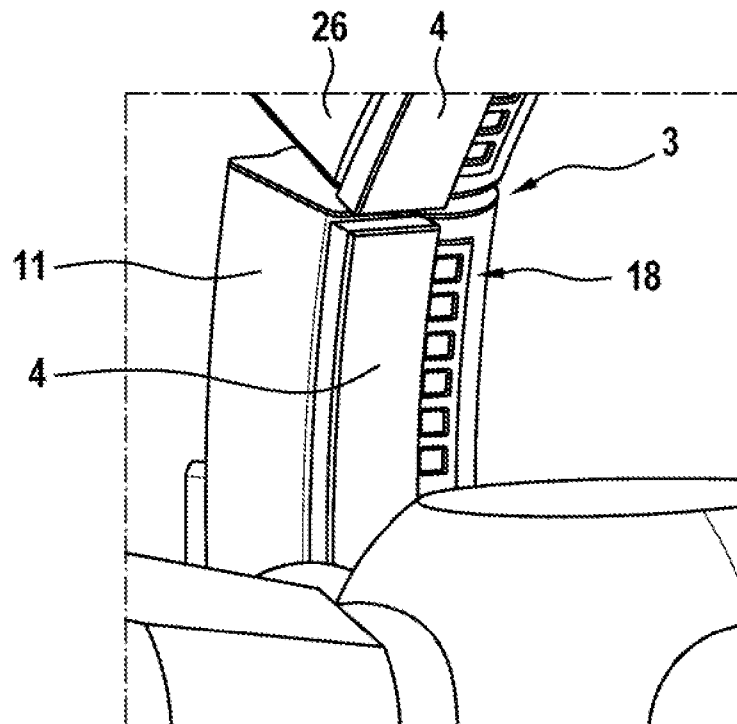


Fig. 4

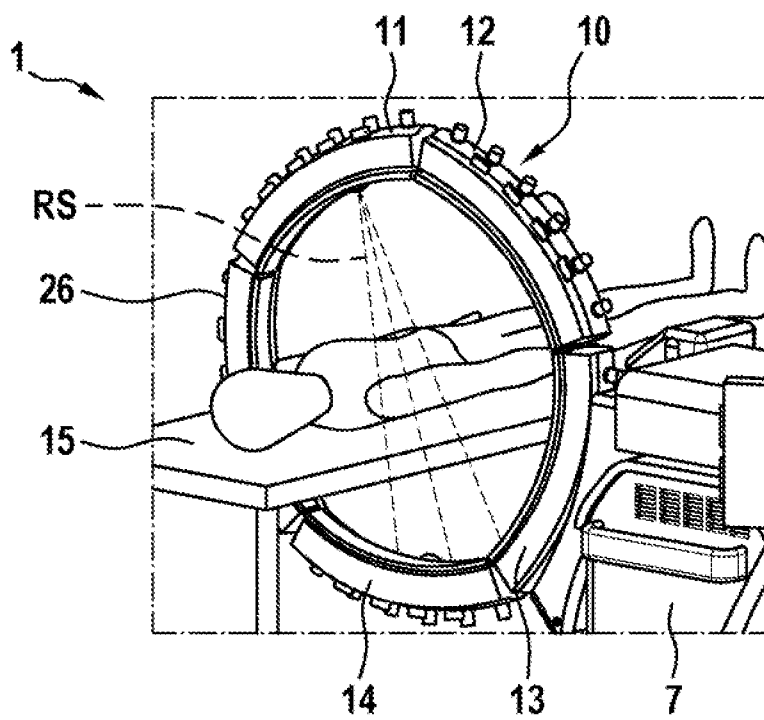


Fig. 5

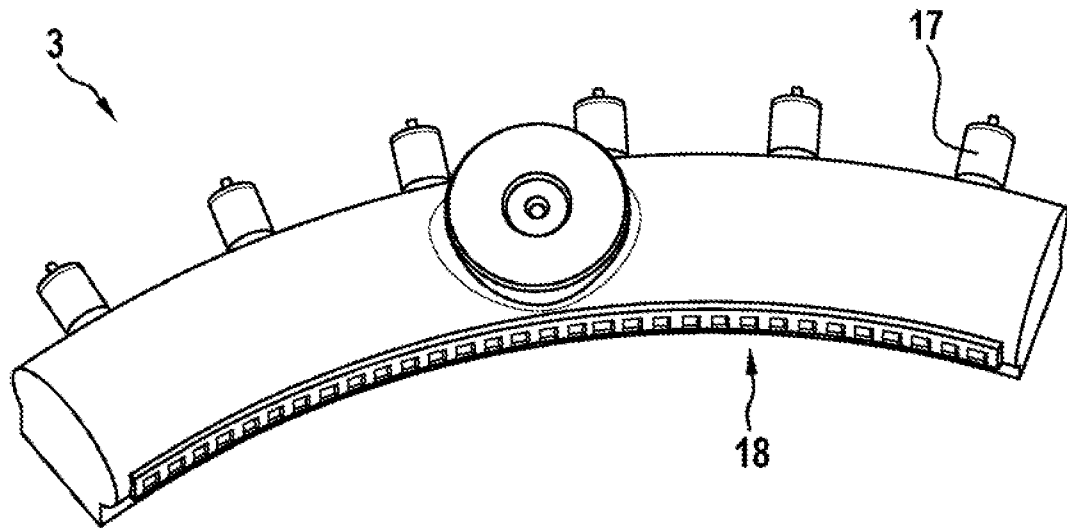


Fig. 6

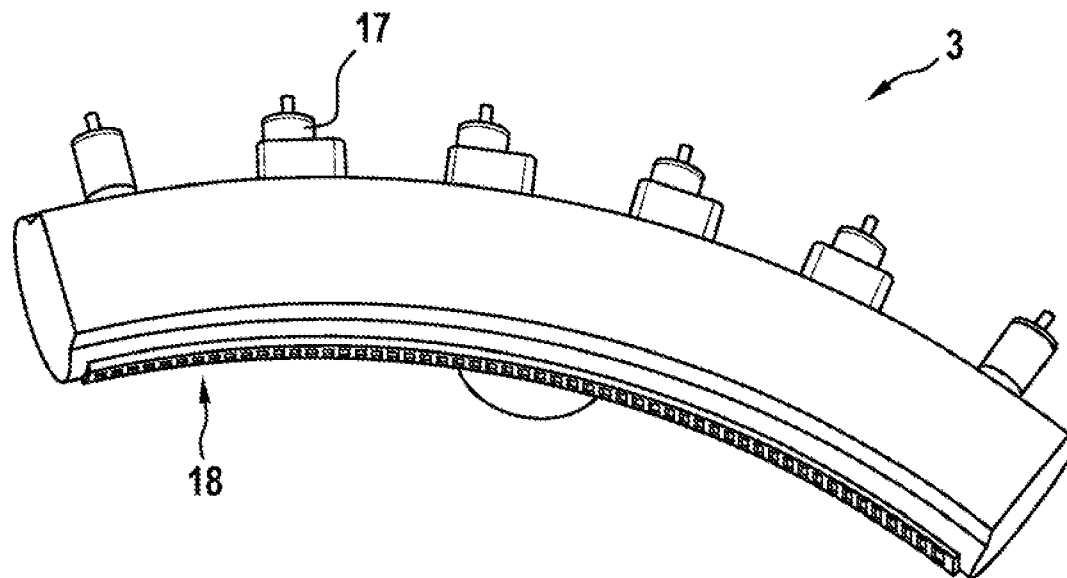


Fig. 7

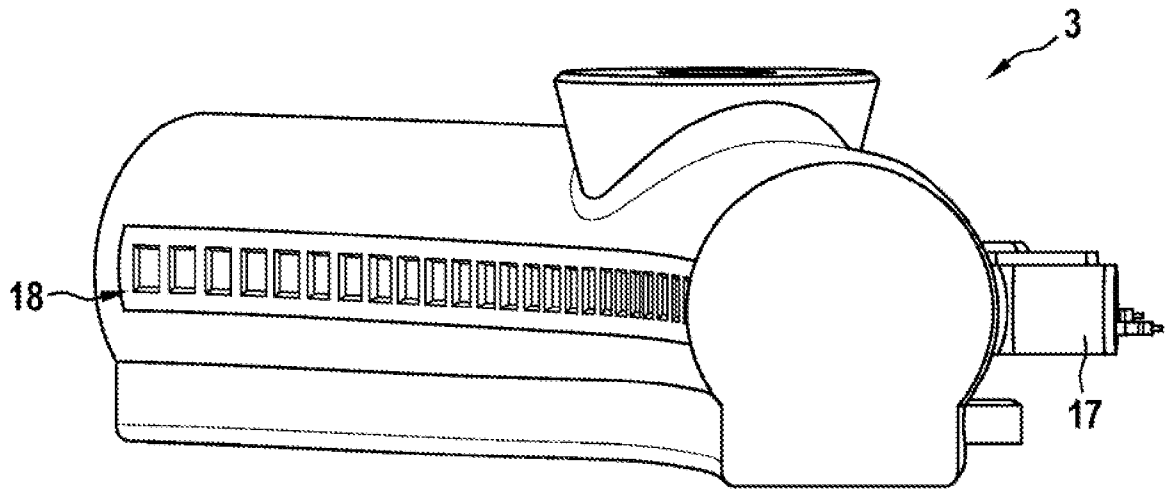


Fig. 8

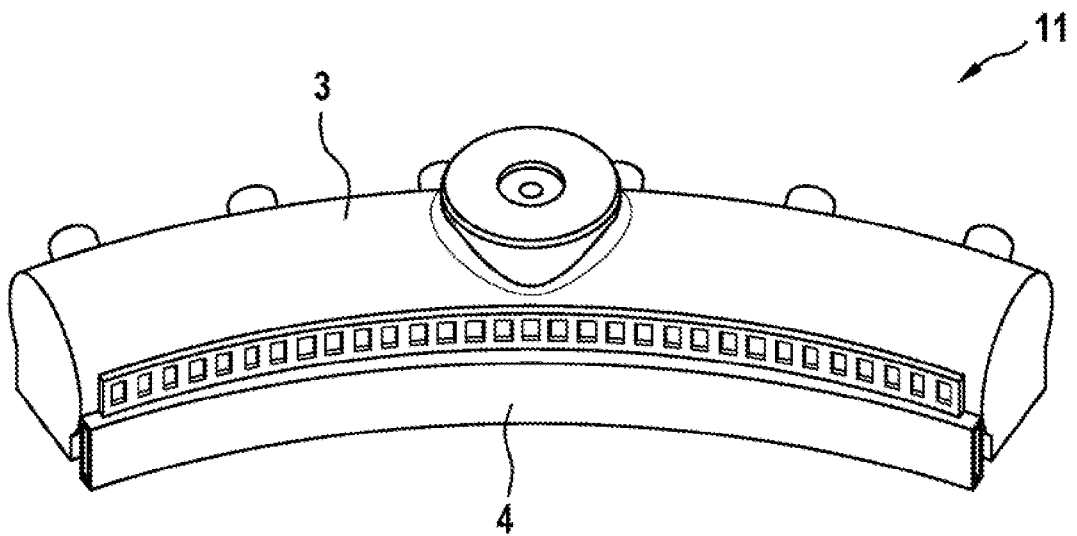


Fig. 9

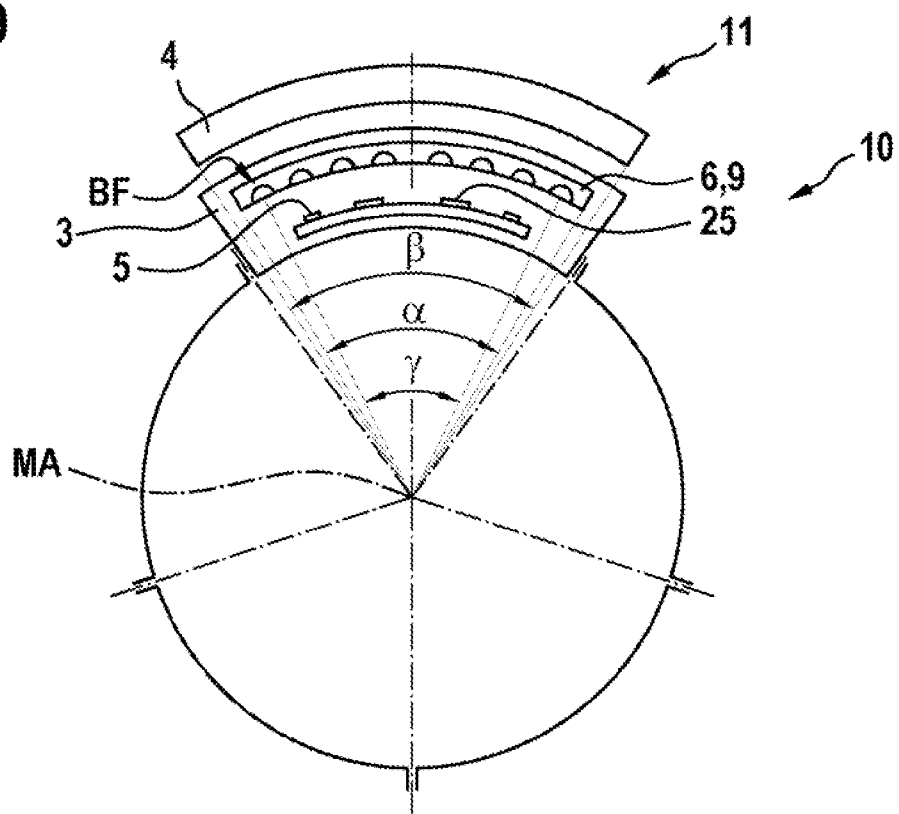


Fig. 10

