

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 252**

51 Int. Cl.:

A61C 13/34 (2006.01)

A61B 6/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2009** **E 09835492 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015** **EP 2381881**

54 Título: **Ajuste espacial automático de una fuente de rayos X panorámica bucal en respuesta a la dentadura real de un paciente**

30 Prioridad:

23.12.2008 US 342418

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.08.2015

73 Titular/es:

APTERYX, INC. (100.0%)
313 South High Street Suite 200
Akron, Ohio 44308, US

72 Inventor/es:

CRUCS, KEVIN M.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 543 252 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

Ajuste espacial automático de una fuente de rayos X panorámica bucal en respuesta a la dentadura real de un paciente

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

- 5 La presente solicitud de patente internacional reivindica prioridad respecto, y el beneficio, de la solicitud de la patente norteamericana número de serie 12/342.418 depositada el 23 de diciembre de 2008. La patente norteamericana número 3.932.756, expedida el 13 de enero de 1976 a Cowell et al. , proporciona información de antecedentes y de soporte relacionada con la formación de una imagen panorámica bucal. La patente norteamericana número 4.044.265 expedida el 23 de agosto de 1977 a Schmidt, proporciona información de
10 antecedentes y de soporte relacionada con la formación de una imagen panorámica bucal. La patente norteamericana número 4.125.774, expedida el 14 de noviembre de 1978 a Ciavattoni et al. , proporciona información de antecedentes y de soporte relacionada con la formación de una imagen panorámica bucal.

Campo técnico

- 15 Ciertas realizaciones de la presente invención se refieren a la formación de una imagen panorámica bucal. Más en particular, ciertas realizaciones se refieren a un sistema y procedimiento para el ajuste espacial automático de una fuente de rayos X panorámica bucal en respuesta a la dentadura real de un paciente.

Antecedentes

- 20 La radiografía panorámica es un modo bien conocido de formación de imagen utilizado en odontología. Las radiografías panorámicas (también conocidas como imágenes panorámicas bucales) proporcionan una visión global del complejo dentomaxilofacial y se utilizan para ayudar al diagnóstico del paciente.

- 25 Cuando se trata de formar la imagen de la dentadura de un paciente para formar una imagen panorámica bucal, es deseable hacer que la dentadura se encuentre dentro del canal focal formado por el sistema de formación de una imagen panorámica bucal (también conocido como sistema de formación de una imagen panorámica). En general, un canal focal es una zona de nitidez en forma de herradura utilizada por el sistema de rayos X panorámico bucal, y en general está fijado en el espacio de tres dimensiones. La dentadura colocada dentro del canal focal aparecerá relativamente clara y enfocada en una película o pantalla. El canal focal del sistema de rayos X panorámico bucal es una zona curvada en tres dimensiones en la que la dentadura y otras estructuras están razonablemente bien definidas en las radiografías panorámicas. Las estructuras detrás o delante del canal focal tenderán a estar distorsionadas, ser de tamaño reducido, estar borrosas, o ampliadas. Por lo tanto, las dimensiones limitadas del
30 canal focal con respecto a la dentadura del paciente, error del operador, y antigüedad de la máquina o desalineación pueden hacer que se produzcan errores en la anatomía de interés que se muestra en la imagen adquirida.

- 35 Hoy en día, un número de diferentes perfiles de aproximación de la dentadura pueden ser recogidos y almacenados en una máquina de formación de una imagen panorámica bucal. Un usuario puede seleccionar entonces el perfil de aproximación que el usuario decide es el que más se aproxima al paciente actual. La máquina de formación de una imagen panorámica bucal a continuación seguirá ese perfil, con independencia de la dentadura real del paciente.

Otras limitaciones y desventajas adicionales de los enfoques tradicionales, convencionales y propuestos se pondrán de manifiesto a un experto en la técnica por medio de la comparación de estos enfoques con la materia objeto de la presente solicitud, como se establece en el resto de la presente solicitud con referencia a los dibujos.

- 40 El documento US 4.418.419 A desvela un aparato de tomografía dental que comprende tres motores de accionamiento para el desplazamiento de la película y de la fuente de rayos X en dos direcciones mutuamente perpendiculares en un plano horizontal y para pivotar el soporte que conecta la película y la fuente de rayos X.

- 45 El documento US 2008/0299511 A1 desvela un procedimiento para determinar la posición relativa de un conjunto de un paciente en un aparato de rayos X panorámico dental durante el cual se determina la curvatura de un área frontal de un arco dental de un paciente. Las coordenadas de posición del conjunto para el paciente se calculan en base a esta curvatura y en una superficie de arco de proyección.

Sumario

- 50 Una realización de la presente invención comprende un procedimiento para generar una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal para una fuente de formación de imagen de rayos X. El procedimiento incluye generar una pluralidad de puntos de datos representativos de las posiciones espaciales de una dentadura real de un paciente con respecto a un sistema de coordenadas espacial definido. El procedimiento incluye, además, el cálculo de una curva ajustada a través de al menos una porción de las posiciones espaciales de la dentadura usando la pluralidad de puntos de datos. La curva ajustada se puede calcular a partir de las posiciones espaciales de la

dentadura superior del paciente, de las posiciones espaciales de la dentadura inferior del paciente, o de ambas. El cálculo de la curva ajustada se puede realizar, por ejemplo, utilizando una técnica de mínimos cuadrados o alguna otra técnica de regresión lineal. El procedimiento incluye también el cálculo de una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal con respecto al sistema de coordenadas espacial definido utilizando la curva ajustada, en el que la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal es la trayectoria que debe ser recorrida por la fuente de formación de imagen de rayos X para la adquisición de una imagen panorámica bucal de la dentadura, en el que la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal está definida por puntos de adquisición calculados de tal manera que las direcciones de incidencia de la radiación de rayos X son sustancialmente perpendiculares a la curva ajustada y de manera que los puntos de adquisición se encuentran sustancialmente a una distancia focal definida desde de la curva ajustada, en el que la citada trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal (800) permite la adquisición de la citada imagen panorámica bucal de la citada dentadura en un orden anatómico al permitir que al menos una porción de los citados puntos de adquisición (810) que definen la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal (800) sea recorrida en un orden de exploración diferente de un orden de exploración general.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la adquisición de la imagen panorámica bucal se lleva a cabo, al menos en parte, mediante la formación de un canal focal que contiene la curva ajustada dentro del sistema de coordenadas espacial definido.

Estas y otras características novedosas de la materia objeto de la presente solicitud, así como detalles de las realizaciones ilustradas de la misma, se comprenderán más plenamente a partir de la descripción y los dibujos que siguen.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de una realización de un sistema para realizar la formación de una imagen panorámica bucal;

la figura 2 es un diagrama de flujo de una primera realización de un procedimiento para realizar la formación de una imagen panorámica bucal;

la figura 3 es un diagrama de flujo de una segunda realización de un procedimiento para realizar la formación de una imagen panorámica bucal;

la figura 4 ilustra un ejemplo de la dentadura de un paciente;

la figura 5 ilustra una realización de una placa de mordedura utilizada en el sistema de la figura 1;

la figura 6 ilustra una pluralidad de puntos de datos de presión espaciales producidos por la dentadura de la figura 4 y registrados por la placa de mordedura de la figura 5;

la figura 7 ilustra una curva ajustada calculada por el sistema de la figura 1 por medio de los puntos de datos de la figura 6; y

la figura 8 ilustra una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal, calculada por el sistema de la figura 1 utilizando la curva ajustada de la figura 7.

Descripción detallada

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de una realización de un sistema de formación de imagen 100 para llevar a cabo la formación de una imagen panorámica bucal. El sistema 100 incluye una placa de mordedura sensible a la presión 110 posicionada de forma fija con respecto a un sistema de coordenadas espacial definido 120 que tiene un origen 121. El sistema de coordenadas espacial 120 puede ser un sistema de coordenadas espacial de dos dimensiones definido en el espacio de dos dimensiones (por ejemplo, un plano $x - y$) o un sistema de coordenadas espacial de tres dimensiones definido en el espacio de tres dimensiones (x, y, z), de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención.

La placa de mordedura 110 está construida para que se ajuste dentro de la boca de un paciente entre los dientes o la dentadura del paciente, de manera que el paciente sea capaz de morder la placa de mordedura 110 (usando tanto los dientes superiores como los inferiores). La placa de mordedura 110 puede ser en forma de U o una forma medio ovalada sólida, por ejemplo. La placa de mordedura 110 incluye una pluralidad de sensores piezoeléctricos distribuidos a través de una superficie superior y / o una superficie inferior de la placa de mordedura 110. Cada sensor piezoeléctrico se coloca en la placa de mordedura 110 en una posición conocida con respecto al sistema de coordenadas espacial 120.

Cuando un paciente muerde la placa de mordedura 110, los sensores piezoeléctricos son capaces de detectar la presión producida por los dientes en la placa de mordedura 110 y convertir la presión detectada en señales eléctricas. De acuerdo con una realización de la presente invención, las señales eléctricas pueden ser señales eléctricas digitales que representan una presión aplicada (por ejemplo, un "1" digital) o ninguna presión aplicada (por ejemplo, un "0" digital) en los diversos sensores piezoeléctricos. De esta manera, un mapeo de puntos de datos puede ser creado dentro del sistema de coordenadas espacial 120 representativo de las posiciones espaciales de la dentadura real del paciente en la que la dentadura hace contacto con la placa de mordedura 110 (es decir, forma un patrón característico de la dentadura real). Se pueden utilizar otros tipos de sensores sensibles a la presión (distintos de los sensores piezoeléctricos), de acuerdo con realizaciones alternativas de la presente invención. Como una alternativa adicional, algún otro tipo de sensores que no sean de presión puede ser utilizado, por ejemplo, que simplemente indican dónde la dentadura hace contacto con la placa de mordedura. De acuerdo con una realización de la presente invención, la placa de mordedura 110 incluye un dispositivo de memoria capaz de almacenar las señales eléctricas generadas por los sensores piezoeléctricos (u otros).

El sistema 100 incluye también una plataforma basada en ordenador 130 conectada operativamente a la placa de mordedura 110 para recibir las señales eléctricas generadas por la placa de mordedura 110 y para procesar las señales eléctricas de acuerdo con diversos procedimientos que se describen en la presente memoria descriptiva. Los procedimientos para comunicar tales señales eléctricas (información digital) de un dispositivo a otro son bien conocidos en la técnica. La plataforma basada en ordenador puede incluir un ordenador personal (PC) programable en software, una estación de trabajo, un procesador de aplicación específica, o un dispositivo de hardware programable, por ejemplo, que puede realizar los procedimientos que se describen en la presente memoria descriptiva.

El sistema 100 incluye, además, una fuente de formación de imagen 140 (por ejemplo, una fuente de rayos X) y un detector 150 (por ejemplo, un detector de rayos X digital o un cartucho de película de rayos X) situado directamente enfrente de la fuente de formación de imagen 140. La placa de mordedura 110 se coloca entre la fuente de formación de imagen 140 y el detector 150 de tal manera que la energía de radiación (por ejemplo, rayos X) emitida por la fuente de formación de imagen 140 se proyecta a través del paciente a la placa de mordedura 110 y es capturada por el detector 150. Tales fuentes y detectores de formación de imagen son bien conocidos en la técnica. El detector está conectado operativamente a la plataforma basada en ordenador 130 para recibir los datos de imagen desde el detector 150, de acuerdo con una realización de la presente invención. De acuerdo con una realización alternativa de la presente invención, se proporciona una plataforma de procesamiento de imagen separada que recibe los datos de imagen del detector 150. Se conoce la relación espacial actual entre la placa de mordedura 110 y la fuente de formación de imagen 140. Un manguito de esterilización se puede colocar sobre la placa de mordedura 110 durante el uso.

El sistema incluye también una plataforma de servo - controlador 160 conectada operativamente a la plataforma basada en ordenador 130, la fuente de formación de imagen 140 y el detector 150. La fuente de formación de imagen 140 y el detector 150 puede ser denominados en combinación en la presente memoria descriptiva como subsistema de formación de imagen. La plataforma de servo - controlador 160 es capaz de mover la fuente de formación de imagen 140 a lugares determinados dentro del sistema de coordenadas espacial definido 120 de acuerdo con lo ordenado por la plataforma basada en ordenador 130, y mantener el detector 150 posicionado adecuadamente frente a la fuente de formación de imagen 140 a medida que se mueve la fuente de formación de imagen 140.

De acuerdo con una realización de la presente invención, en lugar de una simple rotación del subsistema de formación de imagen alrededor de un eje vertical único, la plataforma de servo - controlador 160 es capaz de mover el subsistema de formación de imagen en el espacio de tres dimensiones teniendo hasta seis grados de libertad (6 GdL) que incluye adelante / atrás, arriba / abajo, izquierda / derecha (traslación en tres ejes perpendiculares), combinada con la rotación alrededor de tres ejes perpendiculares (guiñada, cabeceo, balanceo). Otros números de grados de libertad son posibles también, de acuerdo con diversas realizaciones alternativas de la presente invención. Por ejemplo, la fuente de rayos X 140 se puede ajustar de forma continua en el espacio (x, y, z) por la plataforma de servo - controlador 160 cuando la fuente de rayos X 140 es rotada alrededor de la cabeza de un paciente. Tales plataformas de servo - controlador son bien conocidas.

La figura 2 es un diagrama de flujo de una primera realización de un procedimiento 200 para realizar la formación de una imagen panorámica bucal. En el paso 210 del procedimiento 200, se generan una pluralidad de puntos de datos representativos de las posiciones espaciales de la dentadura real de un paciente con respecto a un sistema de coordenadas espacial definido. De acuerdo con una realización de la presente invención, la pluralidad de puntos de datos se deriva de la placa de mordedura sensible a la presión 110 en tiempo real. En el paso 220, se calcula una curva ajustada por medio de al menos una porción de las posiciones espaciales de la dentadura utilizando la pluralidad de puntos de datos.

La curva ajustada se puede calcular a partir de las posiciones espaciales de la dentadura superior del paciente, las posiciones espaciales de la dentadura inferior del paciente, o de ambas. Alternativamente, se pueden calcular

múltiples curvas ajustadas. Por ejemplo, una primera curva ajustada se puede calcular para la dentadura superior y una segunda curva ajustada se puede calcular para la dentadura inferior. Múltiples curvas ajustadas correspondientes a otras porciones de la dentadura también son posibles. De esta manera, el sistema 100 puede crear varias imágenes por la exploración a lo largo de las distintas curvas ajustadas, o crear una sola imagen panorámica bucal por la transición desde una curva ajustada a otra, por ejemplo. Por otra parte, la curva ajustada puede ser actualizada en tiempo real durante una sesión de exploración de adquisición de una imagen cuando el paciente puede mover su mordedura de la placa de mordedura 110. Por otra parte, sólo un conjunto inicial de datos de la placa de mordedura se puede utilizar para llevar a cabo la exploración.

El cálculo de una curva ajustada se puede realizar utilizando una técnica de mínimos cuadrados o alguna otra técnica de regresión lineal, por ejemplo, lo que resulta en una curva de ajuste óptimo. En el paso 230, se calcula una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal con respecto al sistema de coordenadas espacial definido utilizando la curva ajustada. La trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal es la trayectoria espacial que será recorrida por la fuente de formación de imagen 140. En el paso 240, se adquiere una imagen panorámica bucal de la dentadura del paciente a lo largo de la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal. De acuerdo con una realización de la presente invención, los pasos 201 a 240 se llevan a cabo mientras el paciente muerde la placa de mordedura sensible a la presión 110.

La imagen panorámica bucal puede ser adquirida de tal manera que una dirección incidente de radiación de rayos X de una fuente de rayos X es sustancialmente perpendicular a los puntos a lo largo de la curva ajustada dentro del sistema de coordenadas espacial definido. Además, la imagen panorámica bucal puede ser adquirida de manera que un canal focal sea formado por una fuente de rayos X, en el que el canal focal contiene la curva ajustada dentro del sistema de coordenadas espacial definido.

La figura 3 es un diagrama de flujo de una segunda realización de un procedimiento 300 para realizar la formación de una imagen panorámica bucal. En el paso 310 del procedimiento 300, se proporciona una placa de mordedura que tiene una posición y orientación espaciales conocidas en el espacio de tres dimensiones con respecto a un sistema de coordenadas espacial de tres dimensiones definido. La placa de mordedura 110 está asegurada con respecto a la sistema de coordenadas espacial definido. En el paso 320, se hace que el paciente sitúe la placa de mordedura dentro de la boca del paciente y muerda en la placa de mordedura. Un apoyo de mentón se puede proporcionar para que el paciente descanse su barbilla mientras muerde la placa de mordedura.

En el paso 330, la placa de mordedura produce una pluralidad de señales eléctricas en respuesta a la mordedura, en el que la pluralidad de señales eléctricas es representativa de las posiciones espaciales de la dentadura del paciente con respecto al sistema de coordenadas espacial de tres dimensiones definido. En el paso 340, se comunica la pluralidad de señales eléctricas a una plataforma basada en ordenador. En el paso 350, la plataforma basada en ordenador calcula una curva ajustada por medio de al menos una porción de las posiciones espaciales de la dentadura en respuesta a las señales eléctricas.

De nuevo, la curva ajustada se puede calcular a partir de las posiciones espaciales de la dentadura superior del paciente, de las posiciones espaciales de la dentadura inferior del paciente, o de ambas. El cálculo de la curva ajustada se puede realizar utilizando una técnica de mínimos cuadrados o alguna otra técnica de regresión lineal, por ejemplo, lo que produce la curva de ajuste óptimo. En el paso 360, la plataforma basada en ordenador calcula una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal con respecto al sistema de coordenadas espacial de tres dimensiones definido en respuesta a la curva ajustada.

En el paso 370, se adquiere una imagen panorámica bucal de la dentadura moviendo una fuente de rayos X a lo largo de la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal. La imagen panorámica bucal puede ser adquirida de manera que una dirección incidente de la radiación de rayos X de una fuente de rayos X 140 sea sustancialmente perpendicular a los puntos a lo largo de la curva ajustada dentro del sistema de coordenadas espacial definido. Además, la imagen panorámica bucal puede ser adquirida de manera que un canal focal está formado por una fuente de rayos X 140, en el que el canal focal contiene la curva ajustada dentro del sistema de coordenadas espacial definido.

La figura 4 ilustra un ejemplo de la dentadura superior 400 de un paciente. Existe un hueco 410 en la dentadura 400 debido a, por ejemplo, un diente que falta. La figura 5 ilustra una realización de la placa de mordedura 110 utilizada en el sistema 100 de la figura 1. La placa de mordedura 110 incluye una pluralidad de sensores de presión 115 (por ejemplo, sensores piezoeléctricos) que cubren una superficie superior de la placa de mordedura 110. La placa de mordedura 110 está conformada para encajar dentro de la boca de un paciente. Se pueden proporcionar placas de mordedura de varios tamaños con el fin de acomodar bocas de diferentes tamaño de los diferentes pacientes. Por ejemplo, se pueden proporcionar placas de mordedura más pequeñas para los niños.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la placa de mordedura 110 se posiciona con respecto a un sistema de coordenadas espacial 120 que tiene un punto de origen de coordenadas 121. El sistema de coordenadas espacial 120 proporciona el marco espacial de referencia que se utiliza para posicionar finalmente la fuente de

formación de imagen 140 con las distancias y ángulos apropiados con respecto a la dentadura 400. La posición de cada sensor 115 en la placa de mordedura 110 es conocida con respecto al sistema de coordenadas espacial 120.

La figura 6 ilustra una pluralidad de puntos de datos de presión espaciales 600 producidos por la dentadura 400 de la figura 4 y registrada por la placa de mordedura 110 de la figura 5. A medida que el paciente muerde la placa de mordedura 110, los sensores piezoeléctricos 115 generarán señales eléctricas en los puntos de presión que se capturan y almacenan como puntos de datos de presión espaciales 600. La posición de cada punto de datos de presión espaciales es conocida con respecto al sistema de coordenadas espacial 120 puesto que la posición de la placa de mordedura 110 es conocida y la posición de cada sensor 115 en la placa de mordedura 110 es conocida. Se hace notar el hueco 610 en los puntos de datos 600 se corresponde al hueco 410 en la dentadura.

Una vez que los puntos de datos de presión espaciales 600 están registrados dentro de la placa de mordedura 110, los puntos de datos 600 son leídos por la plataforma basada en ordenador 130 (por medios cableados o inalámbricos). La plataforma basada en ordenador 130 es capaz de procesar los puntos de datos 600 para formar una curva ajustada por medio de los puntos de datos. De acuerdo con una realización de la presente invención, la curva ajustada es la curva de ajuste óptimo.

La figura 7 ilustra una curva ajustada 700 calculada por el sistema 100 de la figura 1 por medio de los puntos de datos 600 de la figura 6. La curva ajustada 700 esencialmente traza un trayecto a través de la dentadura 400 en un espacio de tres dimensiones (o de dos dimensiones) con respecto al sistema de coordenadas espacial 120. Una vez más, el sistema de coordenadas espacial 120 se muestra en dos dimensiones espaciales (x, y) pero puede ser en realidad un sistema de coordenadas de tres dimensiones (x, y, z). La curva ajustada 700 se puede calcular utilizando una técnica de ajuste de curva matemática bien conocido, tal como, por ejemplo, una técnica de mínimos cuadrados o alguna otra técnica de regresión lineal.

La curva ajustada 700 forma la base espacial a partir de la cual se puede calcular una trayectoria de adquisición de imagen. En el ejemplo de la figura 7, se hace notar que la porción izquierda de la curva ajustada 700 forma una curva que se comporta sustancialmente uniformemente, mientras que la porción derecha de la curva ajustada 700 es algo lineal en una primera porción y a continuación se tuerce y gira sobre una segunda porción. Esta torsión y giro se debe a porciones desalineadas o deformes de la dentadura 400.

La figura 8 ilustra una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal 800 calculada por el sistema 100 de la figura 1 utilizando la curva ajustada 700 de la figura 7. Una vez que la curva ajustada 700 es calculada, una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal 800 puede ser calculada en base a la curva ajustada 700. De acuerdo con una realización de la presente invención, es deseable colocar la fuente de formación de imagen 140 de tal manera que una dirección incidente de la radiación de la fuente de formación de imagen 140 hacia un punto sobre la curva ajustada 700 que debe ser procesado por imagen es sustancialmente perpendicular a la curva ajustada 700 en ese punto que debe ser procesado por imagen, y que el punto que debe ser procesado por imagen está a una distancia focal definida 830 de la fuente de formación de imagen 140. En general, la dirección de exploración o adquisición de la imagen se muestra en la figura 8 como de derecha a izquierda a lo largo de la trayectoria 800 de adquisición de una imagen de los puntos 1 a 21. Sin embargo, tal como se describe más adelante en la presente memoria descriptiva, esta exploración de derecha a izquierda puede no ser respetada estrictamente.

La suposición es que, usando esta orientación perpendicular y la distancia focal, la dentadura 400 en el punto que debe ser procesado por imagen en la curva ajustada 700 también será sustancialmente perpendicular a la dirección incidente de la radiación y a la distancia focal, proporcionando así una imagen clara y nítida de la dentadura. Durante la adquisición de la imagen, el subsistema de formación de imagen es continuamente reposicionado en puntos a lo largo de la trayectoria de adquisición de una imagen 800 de una manera similar (es decir, perpendicular y a la distancia focal) con el fin de adquirir y construir una imagen panorámica bucal completa cuando la fuente de formación de imagen 140 recorre la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal 800.

La figura 8 muestra veintiuna posiciones de adquisición 810 (es decir, los puntos 1 a 21) y veintiuna direcciones incidentes perpendiculares de radiación asociadas 820 a lo largo de la trayectoria de adquisición de una imagen calculada 800. Sin embargo, pueden haber muchos más puntos de adquisición intermedios que componen la trayectoria de adquisición de una imagen 800. Se muestran veintiún puntos para el propósito de ilustrar el concepto. Los puntos a lo largo de la trayectoria de adquisición de una imagen 800 se calculan de tal manera que las direcciones de incidencia de la radiación 820 son sustancialmente perpendiculares a la curva ajustada 700 y de tal manera que los puntos de adquisición 810 en la trayectoria de adquisición de una imagen 800 se encuentran sustancialmente a una distancia focal definida 830 de la curva ajustada 800. Una técnica de proyección geométrica conocida puede ser utilizada para calcular la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal 800 usando la curva ajustada 700.

La porción derecha de la trayectoria de adquisición de una imagen 800 está asociada con la porción derecha de la curva ajustada 700. Una vez más, la porción derecha de la curva ajustada 700 es lineal a lo largo de una porción y a continuación se tuerce y gira sobre otra porción debido a las porciones desalineadas o deformes de la dentadura

400. Cuando se generan los puntos en la trayectoria de adquisición de una imagen 800, que están a distancia focal 830 y que se proyectan sustancialmente perpendicularmente a los puntos de la curva ajustada 700, se puede ver en la porción derecha de la figura 8 que en ciertos puntos de adquisición de una imagen (es decir, los puntos 1 a 5) no todos aparecen en el orden de exploración general de derecha a izquierda.

5 Con el fin de adquirir imágenes de la dentadura estrictamente de derecha a izquierda a lo largo de la curva ajustada 700 con un orden anatómico correcto, la fuente de formación de imagen 140 se iniciaría en el punto de adquisición 1 y procedería a los puntos de adquisición 2, 3, 4, 5, etc. en orden. Sin embargo, los puntos de adquisición 1 a 5 no están en el orden derecho a izquierdo en la trayectoria de adquisición de una imagen 800. Esto se debe a que, con el fin de permanecer siendo sustancialmente perpendicular, y a una distancia focal definida 830 de la curva ajustada 700, la fuente de formación de imagen 140 tiene que empezar en el punto de adquisición 1 y a continuación proceder al punto de adquisición 2, a continuación al punto 3, que se encuentran a la izquierda del punto de adquisición 1, y a continuación proceder al punto de adquisición 4 que está a la derecha del punto de adquisición 1 a lo largo de la trayectoria 800. A continuación la fuente de imagen 140 procede al punto de adquisición 5, que está a la izquierda del punto de adquisición 4 a lo largo de la trayectoria 800, pero aún está a la derecha del punto de adquisición 1. A continuación, la fuente de formación de imagen se mueve una distancia significativa al punto de adquisición 6 a lo largo de la trayectoria que va a la izquierda a lo largo de la trayectoria 800, y completa la adquisición yendo desde los puntos 6 a 21 de derecha a izquierda a lo largo de la trayectoria 800. De esta manera, los datos de imagen se adquieren a lo largo de la curva ajustada 700 en el orden anatómico correcto de derecha a izquierda. Como resultado, un canal focal formado por la fuente de formación de imagen 140 (por ejemplo, una fuente de formación de imagen de rayos X) encapsulará o contendrá la curva ajustada 700.

De acuerdo con una realización alternativa no comprendida en la presente invención, los datos de imagen pueden ser adquiridos recorriendo la trayectoria 800 estrictamente de derecha a izquierda comenzando en el punto 4 y yendo al punto 5, a continuación, yendo al punto 1, a continuación al punto 2, a continuación al punto 3, a continuación al punto 6, etc. Sin embargo, los datos de imagen de la dentadura 400 a lo largo de la curva ajustada 700 no serían adquiridos en orden anatómico correcto y entonces tendrían que ser reconstruidos para disponerlos en el orden anatómico correcto. Tal realización alternativa es muy factible en un sistema digital que es capaz de realizar la reconstrucción de imagen digital.

De acuerdo con una realización alternativa de la presente invención, el subsistema de formación de imagen puede tener su propio sistema de coordenadas espacial. En tal realización alternativa, la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal calculada es transformada desde el sistema de coordenadas espacial 120 al sistema de coordenadas espacial del subsistema de formación de imagen.

Una realización adicional de la presente invención comprende un producto de programa de ordenador, que comprende un medio utilizable por ordenador (por ejemplo, un disco compacto (CD) o un dispositivo de memoria) que tiene un código de programa legible por ordenador (es decir, una aplicación de software) incrustado en el mismo. El código de programa legible por ordenador está adaptado para ser ejecutado por la plataforma basada en ordenador 130 para implementar un procedimiento de generación de una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal 800, como se describe en la presente memoria descriptiva, a partir de una pluralidad de puntos de datos que representan localizaciones espaciales de la dentadura real de un paciente. Por ejemplo, el procedimiento puede incluir la lectura de una pluralidad de puntos de datos representativos de localizaciones espaciales de la dentadura real de un paciente con respecto a un sistema de coordenadas espacial definido, el cálculo de una curva ajustada a lo largo de al menos una porción de las posiciones espaciales de la dentadura usando la pluralidad de puntos de datos, y los puntos de cálculo de adquisición de una imagen que se proyecta sustancialmente perpendicular hacia el exterior desde puntos a lo largo de la curva ajustada a una distancia focal definida dentro del sistema de coordenadas espacial definido. Los puntos de adquisición de una imagen definen una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal que puede ser recorrida por una fuente de adquisición de imagen.

En resumen, se desvela un sistema, procedimiento y producto de programa de ordenador para realizar la formación de una imagen panorámica bucal. Son generados una pluralidad de puntos de datos que son representativos de las posiciones espaciales de la dentadura real de un paciente con respecto a un sistema de coordenadas espacial definido. Una curva ajustada a lo largo de al menos una porción de las posiciones espaciales de la dentadura se calcula utilizando la pluralidad de puntos de datos. Una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal se calcula entonces con respecto a un sistema de coordenadas espacial definido usando la curva ajustada. Una imagen panorámica bucal de la dentadura se adquiere a continuación a lo largo de la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal.

Aunque la materia objeto reivindicada de la presente solicitud ha sido descrita con referencia a ciertas realizaciones, será entendido por los expertos en la técnica que se pueden hacer diversos cambios y que se pueden sustituir equivalentes sin apartarse del ámbito de la materia objeto reivindicada. Además, muchas modificaciones pueden realizarse para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la materia objeto reivindicada sin apartarse de su ámbito. Por lo tanto, se pretende que el objeto reivindicado no se limite a la realización particular que se ha descrito, sino que la materia objeto reivindicada incluya todas las realizaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de generación de una trayectoria de adquisición de una imagen para una fuente de formación de imagen de rayos X (140), comprendiendo el citado procedimiento:

5 generar una pluralidad de puntos de datos (600) representativos de las posiciones espaciales de la dentadura real de un paciente con respecto a un sistema de coordenadas espacial definido (120);

 calcular una curva ajustada (700) que pasa por al menos una porción de las citadas posiciones espaciales de la citada dentadura utilizando la citada pluralidad de puntos de datos (600);

 calcular una trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal (800) con respecto al citado sistema de coordenadas espacial definido (120) utilizando la citada curva ajustada (700), en el que la citada trayectoria de adquisición de una imagen (800) es la trayectoria que va a ser recorrida por la citada fuente de formación de imagen de rayos X (140) para la adquisición de una imagen panorámica bucal de la citada dentadura, **caracterizado porque** la citada trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal (800) está definida por puntos de adquisición (810) calculados de manera que las direcciones de incidencia de la radiación de rayos X son sustancialmente perpendiculares a la citada curva ajustada (700) y de manera que los citados puntos de adquisición (810) se encuentran sustancialmente a una distancia focal definida (830) de la citada curva ajustada (700),

 en el que la citada trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal (800) permite la adquisición de la citada imagen panorámica bucal de la citada dentadura en un orden anatómico al permitir que al menos una porción de los citados puntos de adquisición (810) que definen la trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal (800) sea recorrida en un orden de exploración diferente de un orden de exploración general.

20 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la citada curva ajustada (700) es calculada a partir de las posiciones espaciales de la dentadura superior del citado paciente.

 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la citada curva ajustada (700) es calculada a partir de las posiciones espaciales de la dentadura inferior del citado paciente.

25 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la citada curva ajustada (700) es calculada a partir de las posiciones espaciales de las dentaduras superior e inferior del citado paciente.

 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la citada adquisición se lleva a cabo, al menos en parte, por medio de la formación de un canal focal que contiene la citada curva ajustada (700) dentro del citado sistema de coordenadas espacial definido (120).

30 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el citado cálculo de la citada curva ajustada (700) es realizada usando una técnica de mínimos cuadrados.

 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el citado cálculo de la citada curva ajustada (700) es realizada utilizando una técnica de regresión lineal.

35 8. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además, la adquisición de la citada imagen panorámica bucal de la citada dentadura lo largo de la citada trayectoria de adquisición de una imagen panorámica bucal (800).

100

FIG. 1

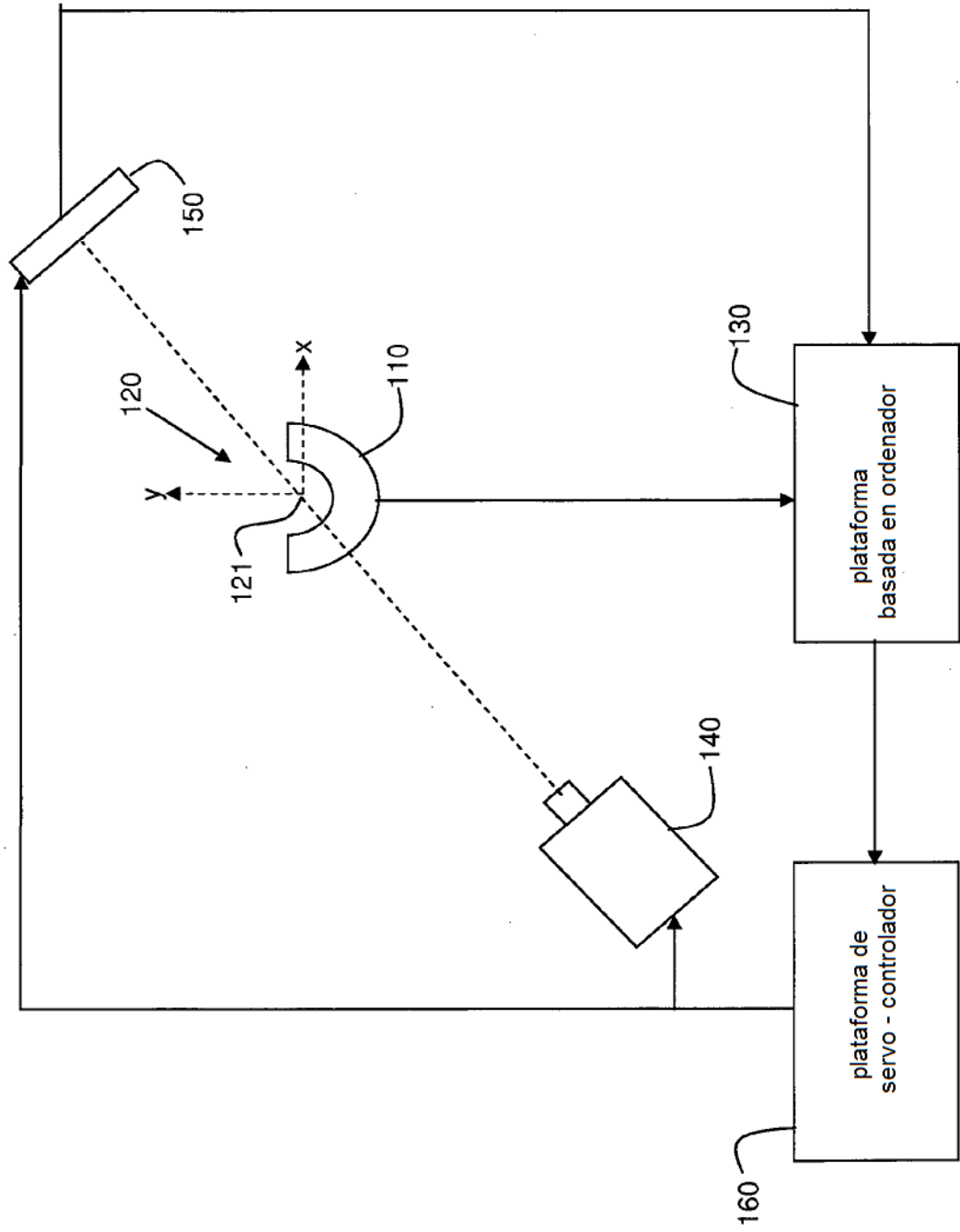


FIG. 2

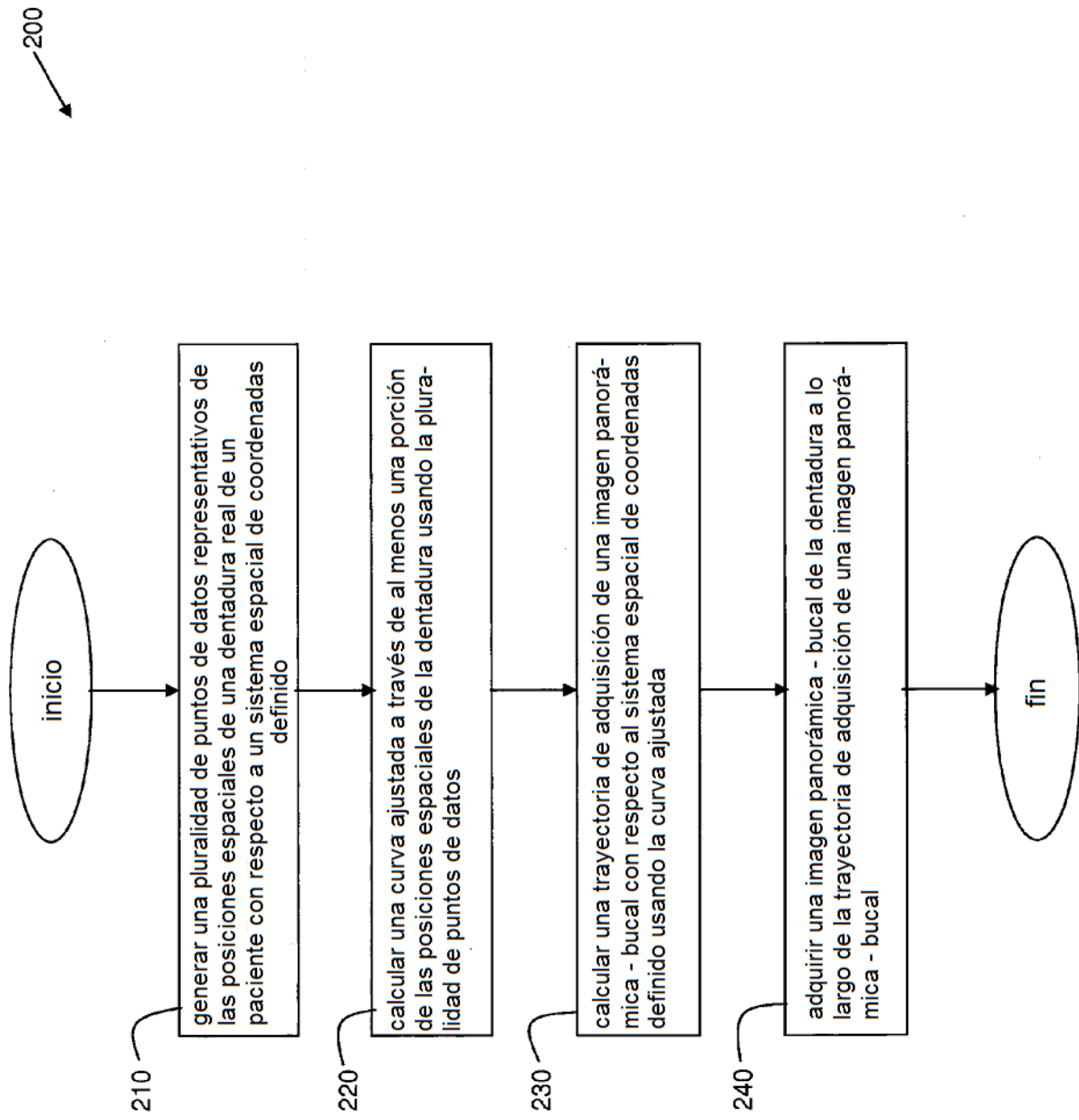


FIG. 3

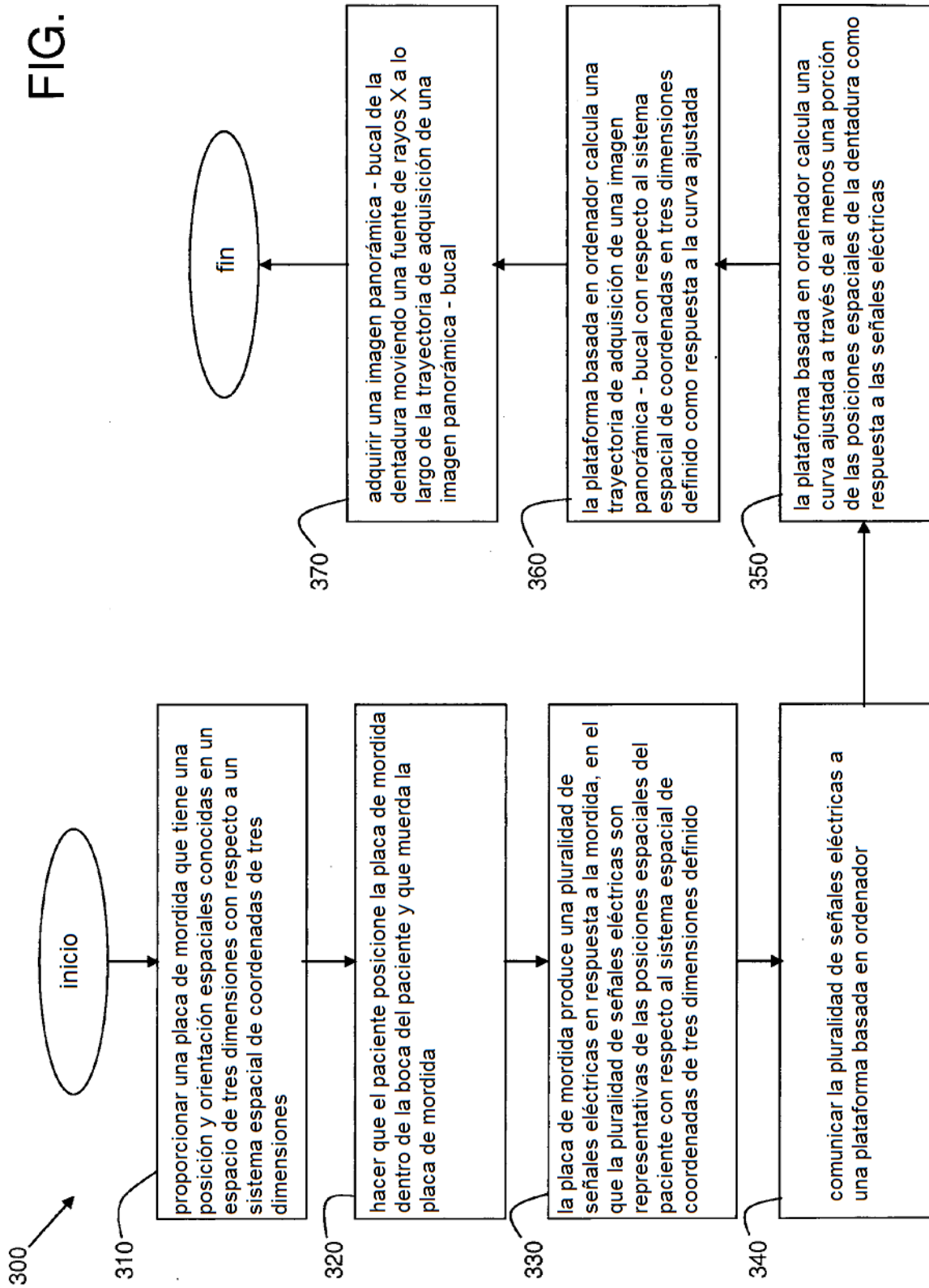
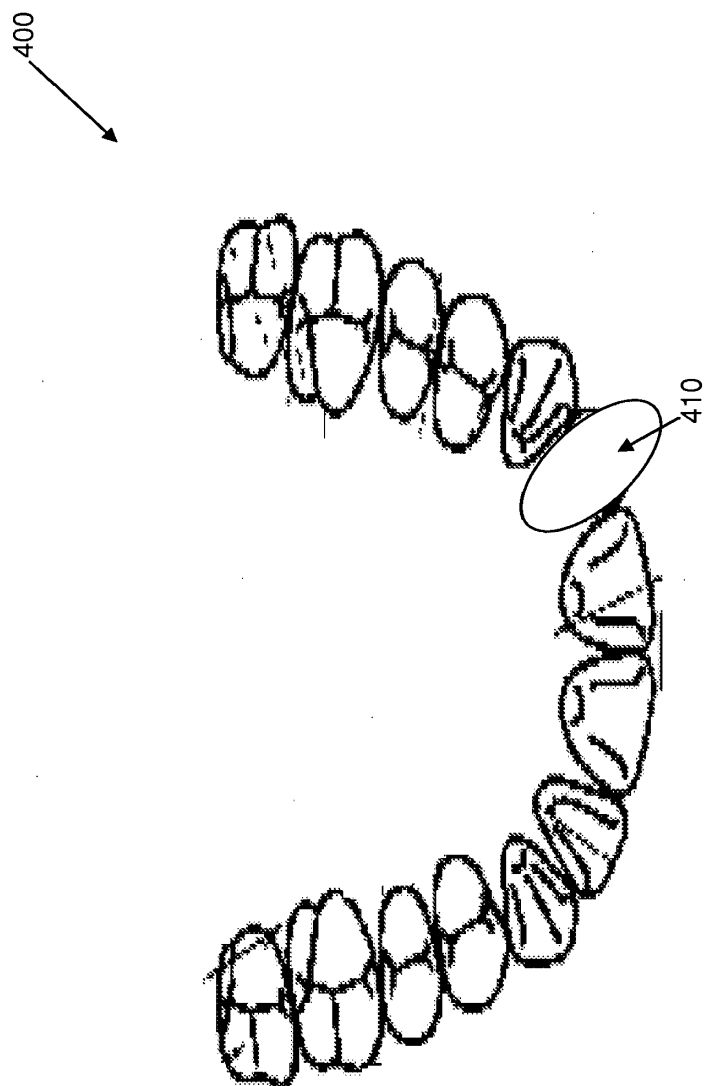


FIG. 4



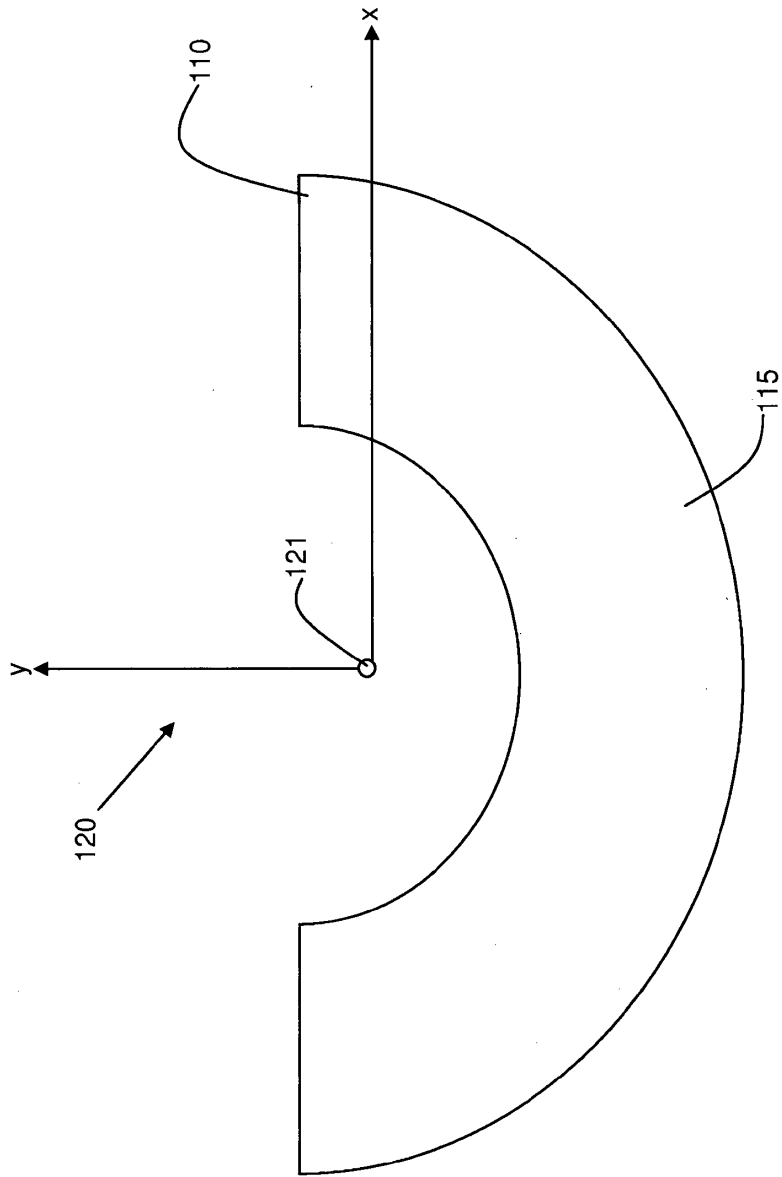


FIG. 5

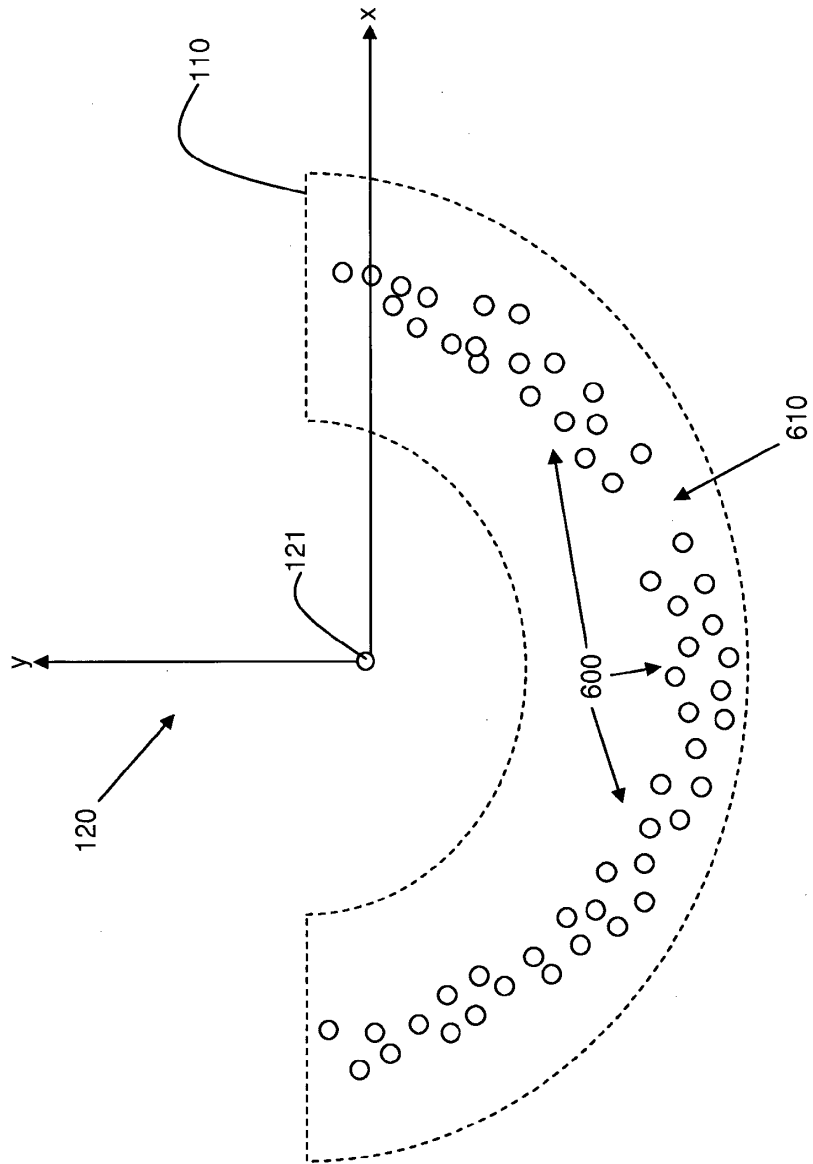


FIG. 6

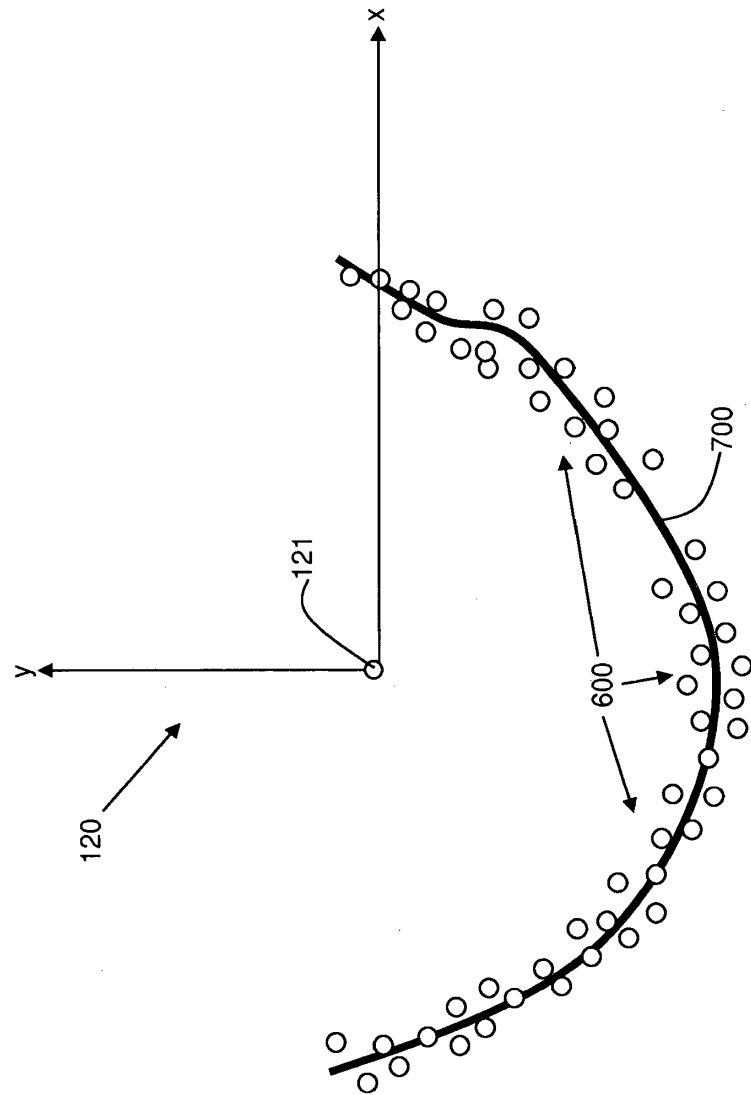


FIG. 7

FIG. 8

