

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 783**

51 Int. Cl.:

A61C 8/00 (2006.01)

A61C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2013** **E 19196496 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3795112**

54 Título: **Sistema y método para protocolo y calibración de escaneo intraoral mejorado**

30 Prioridad:

16.04.2012 US 201261624623 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.10.2023

73 Titular/es:

BIOMET 3I, LLC (100.0%)
4555 Riverside Drive, Palm Beach Gardens
Florida 33410, US

72 Inventor/es:

SUTTIN, ZACHARY B. y
CRUZ, JOELL

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 951 783 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

Sistema y método para protocolo y calibración de escaneo intraoral mejorado

Campo técnico

5 Esta divulgación se refiere a técnicas de restauración dental y específicamente para obtener resultados de escaneo intraorales precisos para las áreas de conexión entre segmentos de un arco.

Antecedentes

10 Las restauraciones en forma de prótesis dentales pueden ser necesarias para tratar condiciones de edentulidad parcial o total. Tradicionalmente, tales restauraciones se han realizado formando un modelo al proporcionar una impresión de las áreas afectadas de la boca de un paciente, desarrollando un modelo de yeso a partir de la impresión y fabricando un dispositivo protésico personalizado en el modelo de yeso. El proceso es engorroso y requiere una intrusión excesiva en la boca del paciente. Sin embargo, el modelo de yeso proporciona suficiente precisión para producir prótesis que minimizan el estrés y la interferencia con el área edéntula.

15 Recientemente, el escaneo intraoral (IOS) se ha convertido en una técnica de impresión dental preferida para la odontología convencional (osteointegrada) e implantológica. IOS generalmente implica el uso de un escáner de mano con sensores ópticos para capturar un conjunto tridimensional de datos del área de interés. El conjunto de datos resultante puede usarse para construir un modelo para preparar prótesis específicas para pacientes. Un ejemplo del uso de dichos conjuntos de datos para construir un modelo se puede encontrar en la publicación de patente de Estados Unidos No. 2011-0183289, presentada el 7 de diciembre de 2007, titulada "Método para fabricar componentes de implantes dentales". El proceso IOS ofrece un medio muy eficiente y rentable para adquirir y transmitir datos anatómicos con el fin de formar una prótesis. Si bien se ha demostrado que la precisión del IOS es suficiente para restauraciones de un solo diente y segmentos de dientes múltiples de corto alcance, a menudo está contraindicado para escanear segmentos edéntulos más grandes, como un escaneo de área del arco completo o segmentos potencialmente más pequeños que son "muy" edéntulos.

20 Hay muchos factores potenciales que contribuyen a la dificultad de aplicar IOS a restauraciones del arco completo. Por ejemplo, pequeños errores adyacentes de sitio a sitio, aunque tienen un impacto mínimo en un solo diente o segmentos de dientes múltiples de corto alcance, pueden acumularse donde el error resultante en todo el arco es inaceptable.

25 Si bien IOS es robusto al escanear puntos de referencia bien definidos (es decir, dientes versus tejido), las áreas grandes y homogéneas necesarias para la restauración del arco completo son problemáticas. Cuando se escanea un arco, si hay segmentos homogéneos, especialmente grandes, estos puntos de referencia son vagos y, por lo tanto, no pueden interpretarse con precisión. Los dientes sirven como puntos de referencia robustos en un escaneo de un arco, pero las superficies de tejido blando entre segmentos del arco, como las superficies de la boca y la lengua, son superficies homogéneas y, por lo tanto, son difíciles de escanear con precisión. El documento US2011275029 divulga un método para proporcionar un escaneo intraoral óptico de un área del arco dental, teniendo el área del arco dos segmentos, por ejemplo las áreas de los dientes molares derechos y los dientes molares izquierdos, y un área de tejido blando entre los dos segmentos correspondiente a los dientes incisivos y caninos perdidos. El método conocido a partir de este documento incluye el uso de una plantilla de escaneo que comprende características de calibración en el área del tejido blando. Las áreas de conexión, tales como la lengua o el paladar se ven esencialmente como "océanos" de superficies homogéneas en el conjunto de datos escaneados, ya que estas superficies homogéneas son difíciles de distinguir entre sí porque todas parecen iguales en el conjunto de datos escaneados.

30 La geometría adquirida para la geometría de conexión del arco cruzado (es decir, la lengua o el paladar) cubre un área relativamente grande, pero solo se escanea una pequeña porción de los datos dentro de esta área. Esto puede conducir a un error del arco cruzado y/o distorsión del arco completo y, a menudo, es más visible al evaluar los segmentos posteriores del modelo resultante, ya que estas zonas son adyacentes al área más grande de "espacio muerto digital" (o el espacio no escaneado). Por ejemplo, la figura 1A muestra un área 100 del arco completo que incluye un arco 102 que tiene varios dientes 104 en dos segmentos 106 y 108. En este ejemplo, las áreas edéntulas entre los dientes 104 en el arco 102 requieren la aplicación de un proceso de restauración dental. Un área de conexión geométrica del arco transversal 110 separa los dos segmentos 106 y 108 del arco 102. Para formar dispositivos restauradores adecuados, tales como un puente para el arco 102, la distancia entre los dos segmentos 106 y 108 debe determinarse con precisión.

35 El escaneo del área 110 de conexión tiene una eficacia limitada para determinar dimensiones precisas porque el área 110 de conexión no tiene características distintas. El área 110 de geometría de conexión está relativamente no definida (o vaga). Si bien un escaneo de esta área elimina el espacio muerto digital, la calidad de los datos no proporciona una adquisición digital suficientemente precisa y la posterior reconstrucción de la anatomía dental del área 100 del arco. Dichos errores se magnifican al final de los segmentos 106 y 108 debido a la geometría de los segmentos 106 y 108 en relación con el frente del arco 102. Por ejemplo, un error acumulativo de más de 180μ para esta área 110 de conexión del arco transversal posterior que se muestra en la figura 1A en un modelo resultante sería mucho mayor

que la tolerancia permitida para asentar pasivamente un marco de barra de soporte de dentadura del arco completo. Si bien la distorsión puede ser pequeña, la relevancia clínica de este error es significativa, evitando la fabricación adecuada del dispositivo restaurador.

La figura 1B muestra un área 150 del arco completo que incluye un arco 152 con una condición edéntula completa con dos segmentos 156 y 158. En este ejemplo, las áreas edéntulas en el arco 152 requieren la aplicación de un proceso de restauración dental. En este ejemplo, ya se ha implantado una serie de implantes en el arco 102 en preparación para modelar el área 150 del arco. Cada uno de los implantes 170 tiene un pilar 170 de cicatrización gingival que se extiende a través del tejido blando. Un área 160 de conexión geométrica del arco transversal separa los dos segmentos 156 y 158 del arco 152. Para formar dispositivos restauradores adecuados, como un puente para el arco 152, se debe determinar con precisión la distancia entre y alrededor de los dos segmentos 156 y 158.

La figura 2A muestra un modelo 202 de control formado por un escaneo láser 3Shape de un molde del área 150 del arco y los implantes 170 mostrados en la figura 1B. El modelo 202 de control es muy preciso ya que se prepara escaneando el molde producido a partir de un molde tomado del área de interés. Tal sistema de escaneo más grande es más preciso que los escáneres de mano utilizados para las técnicas IOS debido a las diferencias en los algoritmos asociados requeridos para adquirir los datos y reconstruir los conjuntos de datos tridimensionales. La figura 2B muestra un modelo 204 que se fabrica usando un conjunto de datos de escaneo del área 150 del arco tomado por técnicas conocidas de IOS. Como se explicó anteriormente, la homogeneidad del área 160 de conexión da como resultado inconsistencias dimensionales entre el modelo 204 y el área 150 del arco real. La figura 2C muestra el modelo 204 de escaneo en la figura 2B superponiendo el modelo 202 de control en la figura 2A. Como se muestra en la figura 2C, las áreas 210 sombreadas representan distorsiones entre las dimensiones reales del área 150 del arco representada por el modelo 202 de control producido por fundición y el modelo 204 producido por técnicas de escaneo intraoral conocidas. Como se muestra en la figura 2C, las distorsiones 210 se producen en todo el arco, pero son mayores en los extremos de los segmentos del modelo 204 debido a las imprecisiones en la determinación de las dimensiones de la geometría de conexión entre y alrededor de los segmentos. Dichas imprecisiones pueden dar como resultado un estiramiento positivo donde los segmentos del modelo son más anchos que los del área del arco real. El estiramiento positivo puede verse por las flechas marcadas con "EE" en la figura 2C. Las inexactitudes también pueden dar como resultado un modelo que sufre de estiramiento negativo donde los segmentos son más angostos que las áreas del arco reales. Por lo tanto, los modelos resultantes no son útiles en el proceso de restauración, ya que los dispositivos de prótesis resultantes no interactuarán correctamente con el área real del arco.

Una solución propuesta ha sido rociar el área de la geometría de conexión con un recubrimiento para ayudar a establecer características escaneables dentro del área de conexión. El arco y el área de conexión se escanean y se produce un conjunto de datos resultante. Sin embargo, la técnica de pulverización todavía da como resultado escaneos inexactos porque las características del área de conexión, como la lengua, suponiendo que contienen geometría que es lo suficientemente distinguible como para proporcionar datos sólidos, pueden moverse desde la ubicación capturada durante el escaneo.

Por lo tanto, existe la necesidad de mejorar la precisión del escaneo intraoral conocido para permitir un escaneo del arco completo confiable. Es necesario calibrar un conjunto de datos de escaneo intraoral con dimensiones conocidas para mejorar la precisión del conjunto de datos escaneados. Existe una necesidad adicional de realizar una corrección de errores en tiempo real en un conjunto de datos escaneados en el proceso de adquisición de los puntos escaneados de datos.

Sumario

Un ejemplo de la presente descripción es un método para proporcionar un escaneo tridimensional de un área del arco dental, el área del arco tiene dos segmentos y un área de conexión entre los dos segmentos. Se fija una herramienta de geometría de conexión con al menos una característica definible en relación con el área del arco dental. La al menos una característica definible superpone al menos parte del área de conexión. El área del arco se escanea para producir un conjunto de datos escaneados del área del arco. Los datos relacionados con la característica definible de la herramienta de geometría de conexión que superpone el área de conexión se determinan en función del conjunto de datos escaneados. Las dimensiones del área de conexión se determinan en función de los datos relacionados con la característica definible.

Otro ejemplo es un sistema para producir un conjunto de datos escaneados de un área del arco dental, el área del arco dental incluye dos segmentos y un área de conexión entre los dos segmentos. El sistema incluye un controlador y un escáner intraoral acoplado al controlador. Una herramienta de geometría de conexión fija al área del arco dental se superpone al área de conexión. La herramienta de geometría de conexión incluye al menos una característica definible. El controlador está operativo para aceptar datos de escaneo del escáner intraoral y determinar las dimensiones del área de conexión en función de los datos relacionados con la función definible.

Otro ejemplo es un método para producir un conjunto de datos escaneados de un área del arco dental, el área del arco incluye dos segmentos separados por un área de conexión. Se realiza un escaneo por tomografía computarizada sobre el área del arco. El escaneo por tomografía computarizada incluye al menos un objeto de referencia en el área del arco. Un valor de dimensión de referencia del objeto de referencia se determina en el área del arco a partir del

escaneo por tomografía computarizada. Se realiza un escaneo intraoral sobre el área del arco que incluye al menos un objeto de referencia y el área de conexión. La dimensión del objeto de referencia en el área del arco se determina a partir del escaneo intraoral. El valor de la dimensión de referencia se compara con la dimensión del objeto de referencia determinado a partir del escaneo intraoral para determinar la información de corrección de errores. La información de corrección de errores se aplica al conjunto de datos de escaneo intraoral del área del arco para producir un conjunto de datos de escaneo intraoral corregido.

Otro ejemplo es un método para proporcionar un escaneo tridimensional de un área del arco dental. El área del arco tiene dos segmentos y un área de conexión entre los dos segmentos. El área del arco incluye un primer implante incrustado en el área del arco. El primer implante tiene un eje central. Una herramienta de geometría de conexión con al menos una característica definible está acoplada al primer implante. La al menos una característica definible es transversal al eje central del implante. La al menos una característica definible superpone al menos parte del área de conexión. El área del arco se escanea para producir un conjunto de datos escaneados del área del arco. Los datos relacionados con la característica definible de la herramienta de geometría de conexión que se superpone al área de conexión se determinan en función del conjunto de datos escaneados. Las dimensiones del área de conexión se determinan en función de los datos relacionados con la característica definible.

Los aspectos e implementaciones anteriores y adicionales de la presente divulgación serán evidentes para los expertos en la materia en vista de la descripción detallada de diversas realizaciones y/o aspectos, que se hace con referencia a los dibujos, una breve descripción de la cual se proporciona a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Las ventajas anteriores y otras de la presente divulgación se harán evidentes al leer la siguiente descripción detallada y al hacer referencia a los dibujos.

La figura 1A es una vista superior de un área del arco dental de un paciente con áreas edéntulas parciales que requieren restauración;

La figura 1B es una vista superior de otra área del arco dental de un paciente con áreas edéntulas enteras que requieren restauración;

La figura 2A es una vista superior de un modelo de control formado por un escaneo de un bastidor del área del arco que se muestra en la figura 1B;

La figura 2B es una vista superior de un modelo defectuoso formado a partir de un escaneo directa del área del arco mostrada en la figura 1B usando técnicas de escaneo intraorales conocidas;

La figura 2C es una vista superior del modelo mostrado en la figura 2B interpuesto en el modelo de control de la figura 2A para mostrar la desalineación debido a un error de escaneo;

La figura 3A es una vista superior de una rejilla de malla homogénea fijada al área del arco que se muestra en la figura 1A antes del escaneo intraoral;

La figura 3B es una vista superior de una rejilla de malla heterogénea fijada al área del arco en la figura 1A antes del escaneo intraoral;

La figura 4 es una vista superior de una rejilla de malla fijada al área del arco en la figura 1A antes del escaneo intraoral, donde la rejilla de malla incluye objetos que tienen diferentes dimensiones geométricas superpuestas al área de conexión;

La figura 5A es una vista superior del área del arco en la figura 1A con pilares de cicatrización codificados incrustados en el arco;

La figura 5B es una vista superior del área del arco en la figura 1A con placas de escaneo unidas a los pilares de cicatrización en la figura 5B antes del escaneo intraoral;

La figura 5C es una vista en perspectiva en primer plano del pilar de cicatrización y la placa de escaneo mostrada en la figura 5B;

La figura 6A es una vista superior del área del arco en la figura 1A con pilares de cicatrización y pasadores que anclan una rejilla de malla;

La figura 6B es una vista en perspectiva en primer plano de uno de los pilares y pasadores de cicatrización en la figura 6A; y

La figura 7 es un diagrama de flujo del proceso de escaneo del área del arco en la figura 1A realizado con corrección de errores en tiempo real.

Si bien la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle en el presente documento. Sin embargo, debe entenderse que la invención no pretende limitarse a las formas particulares descritas. Más bien, la invención debe cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

La figura 3A es una vista superior del área 100 del arco mostrada en la figura 1A con una herramienta 300 de geometría de conexión fijada para mejorar la precisión de un escaneo intraoral del área del arco completo. El área 100 del arco incluye el arco 102 que incluye dientes 104 y áreas edéntulas que requieren restauración. El área 110 de conexión está dispuesta entre los segmentos 106 y 108 que forman el arco 102. Como se sabe, un proceso restaurador puede involucrar la creación de un modelo del área 100 del arco que luego puede usarse para la fabricación de dispositivos restauradores, como un puente dental que coincida con las características del área 100 del arco. El puente dental ejemplar estaría soportado por componentes restauradores, como implantes y pilares que pueden insertarse en las áreas edéntulas del arco 102. Por supuesto, los procesos restaurativos pueden abordar segmentos más pequeños del arco, como segmentos parciales con áreas edéntulas más altas.

El modelo del área 100 del arco dental puede crearse mediante el uso de un conjunto de datos obtenido a partir del escaneo intraoral tridimensional. Un ejemplo de escaneo intraoral involucra un escáner intraoral tridimensional portátil que puede usarse para escanear el área 100 del arco para producir el conjunto de datos. Un ejemplo de escáner intraoral tridimensional puede incluir dos cámaras estéreo que capturan datos de imágenes de un área de interés, como un diente individual o el área 100 completa del arco. Los sistemas ejemplares de escáner intraoral pueden incluir, entre otros, el 3M Lava C.O.S., el sistema de impresión digital Cadent iTero y el escáner intraoral Sirona CEREC. El software correspondiente captura todas las imágenes del escáner en tiempo real, genera un modelo tridimensional del área de interés y envía el conjunto de datos a una computadora. Usando software en la computadora, el conjunto de datos resultante puede usarse para fabricar modelos del área 100 del arco para la preparación de dispositivos de restauración. Dado que las dimensiones del área 100 del arco son necesarias para producir un modelo para toda el área 100 del arco, el conjunto de datos escaneados incluye imágenes del área 110 de conexión.

Durante el escaneo, el espacio muerto digital representado por el área 110 de conexión puede cubrirse con una herramienta de "geometría de conexión" que tiene características escaneables o definibles para cerrar la brecha entre los segmentos 106 y 108 abiertos del arco 102. La herramienta de geometría de conexión se fija temporalmente en el área de interés, como el arco 102, y se extiende sobre el área 110 de conexión. La herramienta de geometría de conexión idealmente contiene características distintas que se registran en el conjunto de datos de escaneo producido al escanear el área 110 de conexión. El conjunto de datos escaneados resultante, por lo tanto, incluye escaneos más precisos tanto del arco 102 como del área 110 de conexión con la herramienta de geometría de conexión debido a la inclusión de características escaneables o definibles que se superponen al área 110 de conexión.

Un ejemplo de una herramienta de geometría de conexión es una rejilla 300 de malla homogénea mostrada en la figura 3A. La rejilla 300 de malla está anclada en uno o ambos segmentos 106 y 108 del arco 102 antes de escanear el área 100 del arco. Esto puede hacerse mediante un adhesivo como un acrílico dental aplicado a los segmentos 106 y 108 y la rejilla 300 de malla o mediante un dispositivo mecánico como un pasador o pasadores que unen los segmentos 106 y 108 a la rejilla 300 de malla. Alternativamente, si los implantes están presentes en el arco 102, la rejilla 300 de malla se puede acoplar a esos implantes, directa o indirectamente, a través de componentes tales como pilares de cicatrización unidos a los implantes como se explicará a continuación. La rejilla 300 de malla en este ejemplo está fabricada con metal e incluye un marco 302 que tiene dos raíles 304 y 306 laterales. Como se explicó anteriormente, los raíles 304 y 306 laterales se fijan preferiblemente a los segmentos 106 y 108 durante el procedimiento de escaneo. La rejilla 300 de malla incluye cuadrados 310 uniformes que son de una dimensión establecida. Las dimensiones de los cuadrados 310 se seleccionan en base a la resolución del escáner para definir el área 110 de geometría de conexión y en este ejemplo son cuadrados de 2 mm. Por supuesto, se pueden usar otros materiales como polímeros para la malla 300. Además, se pueden seleccionar otras dimensiones para el tamaño de los cuadrados 310. Finalmente, se pueden usar otras formas como triángulos, polígonos, etc. en lugar de los cuadrados 310.

Con la rejilla 300 de malla fijada al arco 102, se puede tomar un escaneo del arco 102 y del área 110 de geometría de conexión. Las características del área 100 del arco, como los dientes 104, proporcionan características distintas y, por lo tanto, se pueden obtener dimensiones precisas por el conjunto de datos de escaneo resultante del arco 102. Dado que la rejilla 300 de malla se superpone al área 110 de geometría de conexión, la separación entre los segmentos 106 y 108 también está bien definida y el escaneo del área 110 de geometría de conexión discierne características distintas de la rejilla 300. Los datos relacionados con las características definibles de la herramienta de geometría de conexión, como la rejilla 300 de malla en el área 110 de conexión, se determinan en base al conjunto de datos escaneados. Las dimensiones del área 110 de conexión se determinan con base en los datos relacionados con las características definibles y, por lo tanto, proporcionan dimensiones precisas del área 110 de geometría de conexión. El conjunto de datos resultante se puede usar para crear un modelo preciso del arco 102 y el área 110 de geometría de conexión para la instalación del implante y/o procesos de restauración.

La figura 3B muestra otro tipo de herramienta de geometría de conexión que es una rejilla 350 de malla heterogénea que se fija al arco 102 en la figura 1A antes de escanear el área 100 del arco. La rejilla 350 de malla en la figura 3B contiene características heterogéneas de dimensiones y distancias conocidas para proporcionar reconocimiento en el conjunto de datos escaneados y proporcionar datos dimensionales para la evaluación de errores. La rejilla 350 de malla en este ejemplo está fabricada en alambre e incluye un marco 352 que tiene dos raíles 354 y 356 laterales. La rejilla de 350 malla incluye una estructura de rejilla 360 con varias formas en la estructura de rejilla 360, como un primer cuadrado 362, un segundo cuadrado 364 y un rectángulo 366. En este ejemplo, el cuadrado 362 tiene una dimensión de 4 x 4 mm, el cuadrado 364 tiene una dimensión de 1.5 x 1.5 mm y el rectángulo 366 tiene una dimensión de 1 x 2 mm. Las distancias entre las formas 362, 364 y 366 también se seleccionan para ayudar en el análisis del conjunto de datos de escaneo. Las formas de rejilla heterogéneas de la rejilla 350 de malla proporcionan mejores referencias debido a la naturaleza distinta de cada una de las formas de rejilla y las dimensiones conocidas entre ellas. El uso de las dimensiones conocidas de las formas en la estructura de rejilla 360 se puede comparar con las dimensiones obtenidas del conjunto de datos de escaneo de estas formas y se puede determinar un factor de corrección de errores basado en la diferencia de las dimensiones escaneadas y las dimensiones reales conocidas. Por lo tanto, el conjunto de datos escaneados puede corregirse en función del factor de corrección de errores para producir un conjunto de datos de escaneo intraoral corregido.

La figura 4 muestra otro tipo de herramienta de geometría de conexión para mejorar la precisión de los escaneos del arco completo. La herramienta de geometría de conexión en la figura 4 es una rejilla 400 de malla que puede insertarse en el área 100 del arco en la figura 1A. La rejilla 400 de malla en este ejemplo está fabricada en metal e incluye un marco 402 que tiene dos raíles 404 y 406 laterales. Como se explicó anteriormente, el arco 400 de malla está fijado al arco 102. La malla 400 incluye cuadrados 410 uniformes que son de una dimensión establecida y están compuestos en una rejilla. Los cuadrados 410 uniformes proporcionan características distinguibles al superponer el área 110 de geometría de conexión. Otras características se unen a puntos en la rejilla y pueden incluir objetos 412, 414, 416 y 418 que se incluyen para proporcionar características dimensionales distintas a la rejilla 400 de malla. Los objetos pueden incluir una forma cilíndrica como el objeto 412, una forma cuadrada como el objeto 414, una forma rectangular como el objeto 416 y una forma hexagonal como el objeto 418. Los objetos 412, 414, 416 y 418 forman una biblioteca de características con dimensiones conocidas para referencia a las características obtenidas del conjunto de datos escaneados.

En la figura 4, la malla 400 incluye objetos tales como los objetos 412, 414, 416 y 418 de dimensiones conocidas (y preferiblemente con distancias conocidas entre sí). La malla 400 se superpone en el área 110 de geometría de conexión en el área 100 del arco. La malla 400 y los objetos 412, 414, 416 y 418 crean características identificables que se superponen al área 110 de geometría de conexión. Las dimensiones conocidas pueden incluir el diámetro del objeto 412 circular, la longitud y el ancho de los objetos 414 y 416 cuadrados y rectangulares, y las longitudes laterales y la altura del objeto 418 hexagonal. Estos objetos y sus dimensiones, una vez escaneados, se identifican automáticamente mediante algoritmos de software utilizados para analizar el conjunto de datos escaneados. Luego se puede ejecutar una evaluación de error (o distorsión) para determinar el sesgo en los datos de escaneo evaluando la interpretación de escaneo intraoral de las dimensiones conocidas de los objetos en comparación con las dimensiones reales de los objetos. La salida de esta evaluación de errores permite la corrección de todo el conjunto de datos de escaneo (incluidas las características del área 100 del arco y el área 110 de geometría de conexión). Esta técnica es análoga a el escaneo simultánea tanto del paciente como de un objeto de calibración, y luego un error al corregir el conjunto de datos de escaneo en función de la interpretación de las dimensiones determinadas a partir del escaneo de los objetos de calibración.

Se puede emplear un proceso mejorado de corrección de errores con la inclusión de objetos con dimensiones conocidas en el área 110 de geometría de conexión, tales como los objetos 412, 414, 416 y 418. Dado que las dimensiones de los objetos 412, 414, 416 y 418 en la malla 400 son conocidas, Las dimensiones escaneadas de dichos objetos pueden analizarse en tiempo real durante el escaneo con el fin de corregir cualquier error entre las dimensiones escaneadas de todos los objetos escaneados en el área 100 del arco y las dimensiones reales de los objetos escaneados. La corrección para cualquier desviación se puede ingresar en los datos posteriores resultantes de la salida del escáner para corregir los datos de los escaneos de las otras características del área 100 del arco. Dicha corrección de errores se puede realizar en tiempo real a medida que se capturan los datos escaneados y es factible siempre que una parte del área 110 de conexión con un objeto correspondiente de dimensiones conocidas, como cualquiera o todos los objetos 412, 414, 416 y 418, está a la vista del escáner durante todo el procedimiento de adquisición de escaneo.

Otro proceso para aumentar la precisión es la incorporación de datos de una tomografía computarizada (CT) previa del paciente en el procedimiento de escaneo intraoral. Tales tomografías computarizadas se basan en la tecnología de rayos X y se pueden realizar para cualquier propósito, como la planificación quirúrgica. La tomografía computarizada del área del arco 110 capturará objetos emblemáticos como el hueso y los dientes en el área 100 del arco, pero no tejido blando debido a la naturaleza del proceso de escaneo por tomografía computarizada. Un escaneo intraoral posterior recogerá los dientes y el tejido en el área 100 del arco, pero está sujeto a distorsión en el área 110 de conexión homogénea como se explicó anteriormente. Sin embargo, los resultados de la tomografía computarizada pueden analizarse y compararse con el conjunto de datos de el escaneo intraoral para corregir por error el conjunto de datos de el escaneo intraoral.

En este caso, el escaneo intraoral del arco completo puede corregirse realineando virtualmente los dientes 104 (u otra geometría robusta) en esta escaneo secundaria para que coincida con el escaneo CT inicial más precisa. Esto elimina el sesgo en el escaneo intraoral del arco completo sin tener que escanear el área 100 del arco con una herramienta de geometría de conexión que recubre el área 110 de conexión. Siempre que ciertos objetos de referencia sean comunes a ambos escaneos, como los dientes 104 en la figura 1A, a corrección de errores se puede realizar en el conjunto de datos de escaneo intraoral basándose en la comparación de las dimensiones de referencia de los objetos de referencia obtenidos de el escaneo de CT y las dimensiones obtenidas de el escaneo intraoral de los objetos de referencia. La corrección de error resultante puede aplicarse al conjunto de datos de escaneo intraoral del área del arco para producir un conjunto de datos de escaneo intraoral corregido. Aunque es preferible, no todos los dientes u otras geometrías deben estar presentes en ambos escaneos para proporcionar una corrección de error suficiente.

Los pilares especializados también se pueden usar con otro tipo de herramienta de geometría de conexión para aumentar la precisión del conjunto de datos escaneados. La figura 5A muestra el área 100 del arco en la figura 1A donde los pilares 500 de cicatrización se han unido a los implantes (no mostrados) hundidos en la mandíbula del arco 102 con el fin de preparar el arco 102 para la restauración permanente. Como se sabe, los pilares 500 de cicatrización proporcionan una geometría conocida para la encía sobre el implante. En este ejemplo, los pilares 500 de cicatrización son pilares de cicatrización codificados que incluyen información sobre las dimensiones y ubicaciones de los pilares e implantes subyacentes como se muestra en la Patente de Estados Unidos No 6.790.040, titulada "Componentes curativos para usar en la toma de impresiones y métodos para hacer lo mismo".

La figura 5B muestra placas 502 de escaneo especializadas que están unidas a los pilares 500 de cicatrización antes de escanear el área 100 del arco. Las placas 502 de escaneo pueden extenderse dentro del área 110 de geometría de conexión y usarse como una herramienta de geometría de conexión en el área 100 del arco en la figura 1A. Dado que las placas 502 de escaneo tienen características distintas, el conjunto de datos de escaneo del área 110 de conexión proporciona dimensiones geométricas más precisas.

La figura 5C es una vista en primer plano de un pilar 500 de cicatrización y una placa 502 de escaneo en la figura 5B. El pilar 500 de cicatrización incluye una superficie 512 superior que incluye una cavidad 514 que sujeta un tornillo (parcialmente mostrado) con una cabeza 516 de tornillo. La cabeza 516 del tornillo incluye una cavidad 518 que tiene superficies laterales entrelazadas para la fijación de un dispositivo de accionamiento para apretar el tornillo para sostener el pilar 500 en el implante incrustado en el arco 102. La superficie 512 superior del pilar 500 de cicatrización incluye una o más características 520 codificadas que indican mediciones dimensionales conocidas y la ubicación del pilar 500 de cicatrización y el implante subyacente.

Una pared 522 lateral se extiende desde el pilar 500 e incluye una característica 524 de hoyuelo que sirve para soportar y orientar la placa 502 de escaneo. La placa 502 de escaneo incluye un orificio 530 que tiene el mismo diámetro que el pilar 500. La placa 502 de escaneo está conectada al pilar 500 a través de la pared 522 lateral y descansa sobre el hoyuelo 524 fijando así la placa 502 de escaneo en su lugar con respecto al área 110 de conexión. Alternativamente, el orificio 530 puede incluir un retén que coincida con el hoyuelo 524 para ayudar a fijar la placa 502 de escaneo en su lugar. Alternativamente, las placas 502 de escaneo pueden incluir un poste de acoplamiento en lugar del orificio 530. El poste de acoplamiento puede bloquearse en la cavidad 518 en la cabeza del tornillo 516 para proporcionar una fijación a presión de la placa 502 de escaneo. Hay otras formas de conectar la herramienta de geometría de conexión al pilar 500 de cicatrización.

La placa 502 de escaneo incluye una superficie 534 superior que tiene objetos 536 y 538 sobresalientes de dimensiones conocidas. Dado que las placas 502 de escaneo se extienden dentro del área 110 de geometría de conexión, el escaneo intraoral se puede hacer para detectar las características distintivas de las placas 502 de escaneo tales como los objetos 536 y 538 o la forma general de la propia placa 502 de escaneo. Alternativamente, la porción de la placa de escaneo puede ser soportes para estructuras de malla que se extenderán dentro del área 110 de geometría de conexión.

Un clínico une las placas 502 de escaneo a los pilares 500 de cicatrización en el área 100 del arco antes del proceso de escaneo. Las placas 502 de escaneo no tienen que llenar toda el área 110 de geometría de conexión, pero para porciones óptimas de escaneo de al menos dos placas 502 de escaneo deben capturarse dentro de cada marco de escaneo digital IOS. El proceso de escaneo del arco 102 y el área 110 de conexión con las placas de escaneo superpuestas 502 puede comenzar entonces. Como se explicó anteriormente, dado que las dimensiones de los objetos 536 y 538 en las placas 502 de escaneo son conocidas, la corrección de errores se puede realizar en tiempo real comparando las dimensiones conocidas con las dimensiones obtenidas cuando los objetos se determinan a partir del conjunto de datos escaneados. El conjunto de datos escaneado resultante puede ser corregido por error en tiempo real.

Si las placas 502 de escaneo bloquean la geometría subyacente en el área 100 del arco necesaria, como los dientes 104 u otras áreas de interés del arco 102, se puede tomar un escaneo inicial del área 100 del arco sin las placas 502 de escaneo. Entonces se puede tomar un segundo escaneo del área 100 del arco con las placas 502 de escaneo en su lugar. El escaneo inicial sin las placas 502 de escaneo puede entonces ser corregido por error usando los pilares 500 de cicatrización del segundo escaneo como un objeto de referencia.

Se pueden incorporar otros dispositivos compatibles con implantes que están incrustados en el arco 102. Por ejemplo, en lugar de usar los pilares 500 de cicatrización y las placas 502 en la figura 5B, una herramienta de geometría de conexión se puede acoplar directamente al implante durante el proceso de escaneo y antes de la fijación de los pilares. El implante tiene un eje central que es perpendicular a la superficie del arco 102. Una herramienta de geometría de conexión acoplable a un implante tiene un cuerpo de soporte que se puede conectar al implante. Por ejemplo, si el implante tiene una cavidad roscada, el cuerpo de soporte de la herramienta de geometría de conexión puede estar roscado. Otras alternativas pueden incluir un miembro correspondiente a la forma de la cavidad o una interfaz de conexión hexagonal. La herramienta de geometría de conexión compatible con un implante puede incluir un brazo que es transversal al eje central del implante. Cuando la herramienta de geometría de conexión se inserta en el implante, el brazo se extiende sobre el área de conexión similar a las placas 502 de escaneo mostradas en la figura 5B. Como se explicó anteriormente, el brazo proporciona una característica que al superponer el área 110 de conexión proporciona un escaneo más preciso. Por supuesto, cualquier cantidad de herramientas de geometría de conexión acoplables a un implante puede unirse a los implantes para proporcionar características escaneables que se superponen al área 110 de conexión en la figura 1A. Por ejemplo, si los implantes están incrustados en los segmentos 106 y 108, las herramientas de geometría de conexión correspondientes se extenderían desde los lados opuestos del arco 102 al área 110 de conexión. En resumen, la herramienta de geometría de conexión puede tener características sobre el implante (como las marcas de la Patente de Estados Unidos No. 6,790,040) que permiten discernir la ubicación y orientación del implante subyacente, mientras que también tiene porciones que se extienden lateralmente (malla, brazos, etc.) que se conectan sobre el tejido blando del área 110 de conexión, como la lengua o el paladar.

Cuando se instala en el arco 102, los pilares 500 de cicatrización en la figura 5A pueden usarse para fijar otros tipos de herramientas de geometría de conexión para superponer el área 110 de geometría de conexión. Por ejemplo, la figura 6A muestra una malla 600 similar a la malla 300 en la figura 3A que se superpone al área 110 de conexión en la figura 1A. En este ejemplo, se han insertado insertos (no mostrados) en el arco 102. Los pilares 610 de cicatrización se han conectado a los insertos incrustados en el arco 102 en la figura 6A en este ejemplo. Cada uno de los pilares 610 de cicatrización tiene una cavidad 612 para la fijación del pilar 610 a otros dispositivos durante el proceso de restauración. En este ejemplo, se han insertado pasadores 614 especializados en las cavidades 612 respectivas de los pilares 610 de cicatrización como se muestra en la figura 6B. Los pasadores 614 están a su vez unidos a la malla 600 para mantener la malla 600 en su lugar sobre el área 110 de conexión durante el proceso de escaneo. Por supuesto, otros miembros de unión que están conectados a los insertos incrustados en el arco 102 pueden usarse en lugar de los pilares 610 de cicatrización para mantener la malla 600 en su lugar.

El funcionamiento del proceso de escaneo de ejemplo, que puede ejecutarse en un controlador, se describirá ahora con referencia a las figuras 1 y 3-6 junto con el diagrama de flujo mostrado en la figura 7. El diagrama de flujo en la figura 7 es representativo de instrucciones ejemplares legibles por máquina para implementar un escaneo intraoral preciso. En este ejemplo, las instrucciones legibles por máquina comprenden un algoritmo para su ejecución por: (a) un procesador, (b) un controlador y/o (c) uno o más dispositivos de procesamiento adecuados. El algoritmo se puede incorporar en software almacenado en medios tangibles como, por ejemplo, una memoria flash, un CD-ROM, un disquete, un disco duro, un disco de video digital (versátil) (DVD) u otros dispositivos de memoria, pero los expertos en la materia apreciarán fácilmente que todo el algoritmo y/o partes del mismo podrían ser ejecutados alternativamente por un dispositivo que no sea un procesador y/o incorporado en firmware o hardware dedicado de una manera bien conocida (por ejemplo, puede implementarse mediante un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un dispositivo lógico programable (PLD), un dispositivo lógico programable en campo (FPLD), una matriz de compuerta programable en campo (FPGA), lógica discreta, etc.). Por ejemplo, cualquiera o todos los componentes del proceso podrían implementarse mediante software, hardware y/o firmware. Además, algunas o todas las instrucciones legibles por máquina representadas por el diagrama de flujo de la figura 7 pueden implementarse manualmente. Además, aunque el algoritmo de ejemplo se describe con referencia al diagrama de flujo ilustrado en la figura 7, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que se pueden utilizar alternativamente muchos otros métodos para implementar las instrucciones legibles por máquina de ejemplo. Por ejemplo, el orden de ejecución de los bloques puede modificarse y/o algunos de los bloques descritos pueden modificarse, eliminarse o combinarse.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un proceso para proporcionar un escaneo preciso del área 100 del arco en la figura 1A para fines de restauración. Inicialmente, una herramienta de geometría de conexión como la malla 300 en la figura 3A, la malla 350 en la figura 3B, la malla 400 en la figura 4, o las placas 502 de escaneo en las figuras 5A-5C, se fijan con respecto al arco 102 para superponer al menos parte del área 110 de geometría de conexión en la figura 1A (700). Como se explicó anteriormente, la herramienta de geometría de conexión tiene características definibles que el escáner puede registrar. Las dimensiones de las características conocidas de la herramienta de geometría de conexión se ingresan en un controlador de escáner (702). Estas dimensiones también pueden almacenarse previamente en una biblioteca para la herramienta de geometría de conexión específica para un acceso conveniente por el controlador del escáner. Por ejemplo, si objetos tales como los objetos 412, 414, 416 y 418 en la figura 4 se superponen al área 110 de geometría de conexión, las dimensiones de los objetos se almacenan en la memoria con fines de corrección de errores.

Se inicia un escaneo del área 100 del arco y el área 110 de geometría de conexión para incluir al menos parte de la herramienta de geometría de conexión para cada marco (704) de escaneo. Un dispositivo IOS portátil se usa preferiblemente para capturar imágenes de las áreas de interés para producir el conjunto de datos escaneados. Los

5 datos relacionados con las características de la herramienta de geometría de conexión en el área de conexión se determinan en función del conjunto de datos del escaneo (706). Las dimensiones de los objetos capturados se comparan con las entradas registradas de las dimensiones conocidas para determinar la información de corrección de errores (708). La información (708) de corrección de errores se incorpora a las entradas de datos del escaneo para producir un conjunto de datos (710) de escaneo corregido. Luego se genera un conjunto de datos completo del área del arco y la geometría de conexión para su posterior procesamiento, como para determinar las dimensiones del área 100 del arco para fines de construcción (712) del modelo. Una determinación de las dimensiones de las características del arco 102, tales como áreas edéntulas y dientes 104, puede determinarse a partir del conjunto de datos (714) de escaneo corregido. Las dimensiones del área 110 de conexión pueden determinarse en base a los datos relacionados con las características de la herramienta de geometría de conexión del conjunto de datos (716) corregido.

10 Si bien se han ilustrado y descrito implementaciones y aplicaciones particulares de la presente divulgación, debe entenderse que la presente divulgación no se limita a la construcción precisa y las composiciones divulgadas en el presente documento y que pueden ser evidentes diversas modificaciones, cambios y variaciones a partir de las descripciones anteriores sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas

15

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un modelo tridimensional de un área (102) de arco dental en un paciente, incluyendo el área de arco dental dos segmentos (106, 108) separados por un área (110) de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando entre los dos segmentos (106, 108), comprendiendo el método:
- 5 recibir, en una computadora, un conjunto de datos de escaneo de una porción de la boca de un paciente que incluye los dos segmentos (106, 108), el área (110) de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando y una herramienta (300) de geometría de conexión con al menos una característica definible en relación con el área (102), del arco dental superponiendo al menos una característica definible al menos parte del área (110) de conexión transversal del arco homogéneo de tejido blando;
- 10 determinar datos relacionados con al menos una característica definible de la herramienta (300) de geometría de conexión que se superpone al área (110) de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando con base en el conjunto de datos de escaneo de la porción de la boca del paciente; y
determinar las dimensiones del área (110) de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando basándose en los datos relacionados con al menos una característica definible para construir el modelo.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que la herramienta de geometría de conexión es una rejilla de malla, incluyendo la rejilla de malla una pluralidad de formas geométricas.
3. El método de la reivindicación 2, en el que las formas geométricas tienen al menos dos dimensiones diferentes.
4. El método de la reivindicación 2, en el que la rejilla de malla incluye al menos un objeto que tiene dimensiones predeterminadas.
- 20 5. El método de la reivindicación 1, en el que determinar las dimensiones incluye realizar una evaluación de errores para determinar una desviación en el conjunto de datos de escaneo en relación con una dimensión conocida de al menos una característica definible y una dimensión correspondiente de al menos una característica definible determinada de los datos relativos a la al menos una característica definible.
6. El método de la reivindicación 5, que además incluye:
- 25 corregir el conjunto de datos de escaneo con base en la evaluación de errores para producir un conjunto de datos de escaneo intraoral corregido.
7. El método de la reivindicación 5, en el que la corrección de errores se realiza en tiempo real.
8. El método de la reivindicación 1, en el que el área del arco dental incluye al menos un pilar fijado en el área del arco dental y en el que la herramienta de geometría de conexión se une al pilar y se extiende sobre el área de conexión transversal del arco homogéneo de tejido blando.
- 30 9. El método de la reivindicación 8, en el que la herramienta de geometría de conexión es una placa.
10. El método de la reivindicación 9, en el que la placa incluye el al menos un objeto definible, teniendo el al menos un objeto definible una dimensión predeterminada.
- 35 11. Un sistema para producir un modelo tridimensional de un área (102) de arco dental en un paciente, incluyendo el área de arco dental dos segmentos (106, 108) separados por un área (110) de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando entre los dos segmentos, comprendiendo el sistema:
al menos un procesador; y
al menos un dispositivo de almacenamiento que comprende instrucciones, que cuando son ejecutadas por el al menos un procesador, configuran al menos un procesador para realizar operaciones que comprenden:
- 40 recibir, en una computadora, un conjunto de datos de escaneo de una porción de la boca de un paciente que incluye los dos segmentos, el tejido blando, el área de conexión de arco transversal homogéneo y una herramienta (300) de geometría de conexión con al menos una característica definible relativa al área del arco dental, la al menos una característica definible que superpone al menos parte del área de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando;
- 45 determinar datos (706) relacionados con al menos una característica definible de la herramienta de geometría de conexión que se superpone al área de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando con base en el conjunto de datos de escaneo de la porción de la boca del paciente; y
determinar las dimensiones (716) del área de conexión de arco transversal homogéneo de tejido blando con base en los datos relacionados con la al menos una característica definible para construir el modelo.

12. El sistema de la reivindicación 11, en el que determinar las dimensiones incluye realizar una evaluación de errores para determinar una desviación en el conjunto de datos de escaneo en relación con una dimensión conocida de la al menos una característica definible y una dimensión correspondiente de la al menos una característica definible determinada de los datos relativos a la al menos una característica definible.
- 5 13. El sistema de la reivindicación 12, que incluye además:
- corregir el conjunto de datos de escaneo con base en la evaluación de errores para producir un conjunto de datos de escaneo intraoral corregido.
14. Un método para proporcionar un escaneo tridimensional del área del arco dental en un paciente, teniendo el área del arco dos segmentos (106, 108) separados por un área (110) de conexión de arco transversal entre los dos segmentos, comprendiendo el método:
- 10 fijar una herramienta (300) de geometría de conexión con al menos una característica definible en relación con el área de arco dental, la al menos una característica definible que superpone al menos parte del área de conexión;
- 15 escanear (704) el área de arco para producir un conjunto de datos escaneados del área de arco, incluyendo dicho conjunto de datos escaneados los dos segmentos, el tejido blando, el área de conexión de arco transversal, homogéneo, y la herramienta de geometría de conexión;
- determinar datos (706) relacionados con la característica definible de la herramienta de geometría de conexión que se superpone al área de conexión con base en el conjunto de datos escaneados; y
- determinar (716) las dimensiones del área de conexión basándose en los datos relacionados con la característica definible.
- 20 15. El método de la reivindicación 14, en el que la herramienta de geometría de conexión es una rejilla de malla, incluyendo la rejilla de malla una pluralidad de formas geométricas.

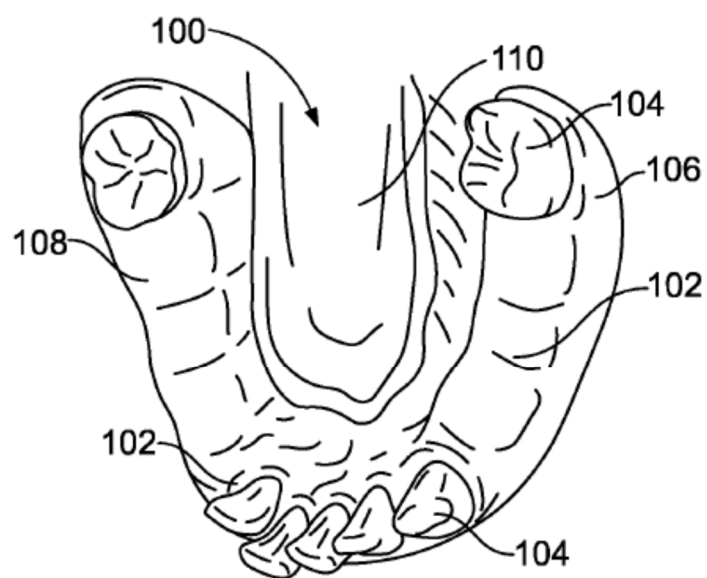


FIG. 1A

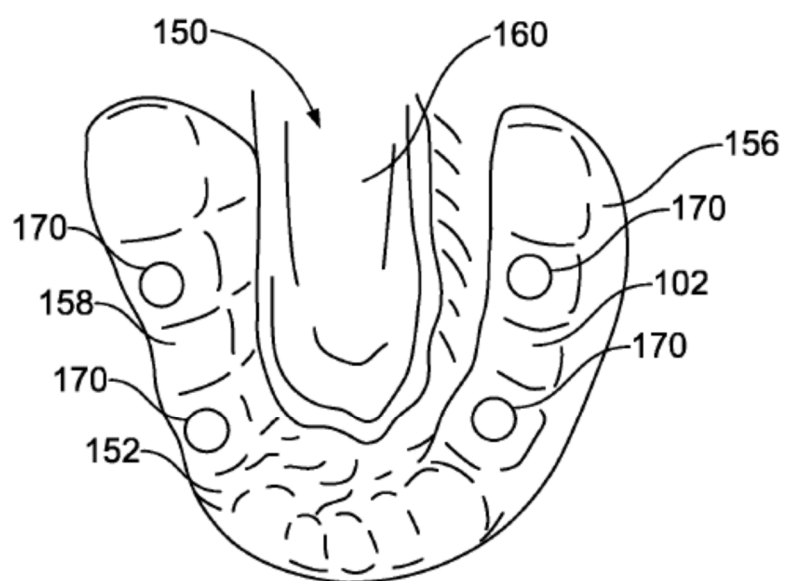


FIG. 1B

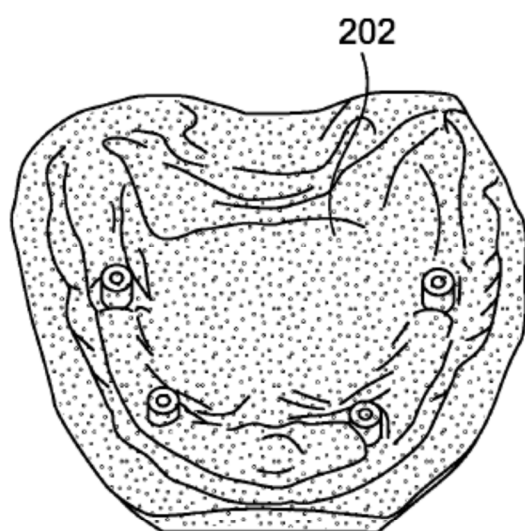


FIG. 2A

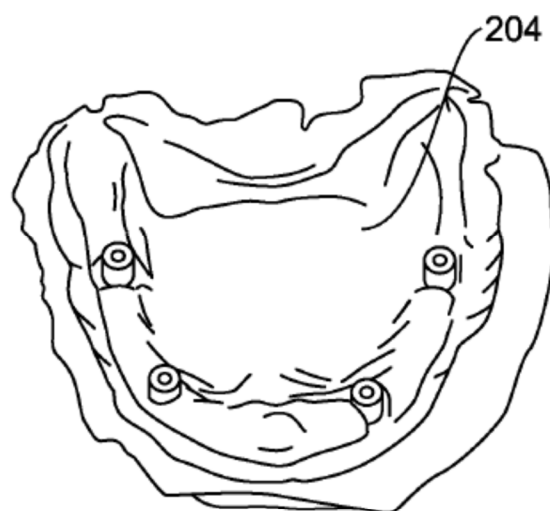


FIG. 2B

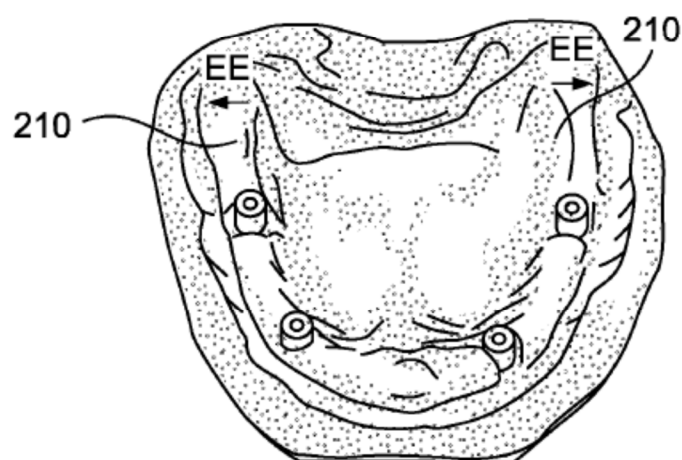


FIG. 2C

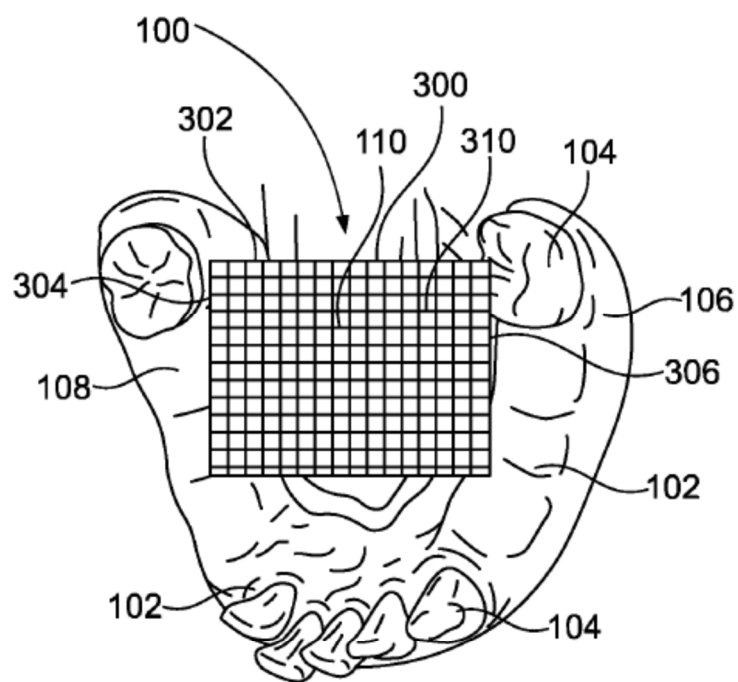


FIG. 3A

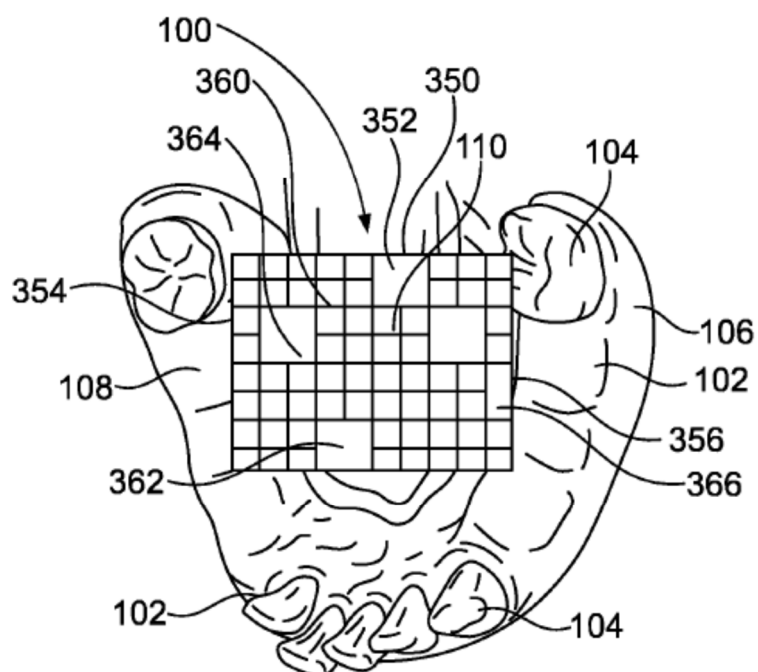


FIG. 3B

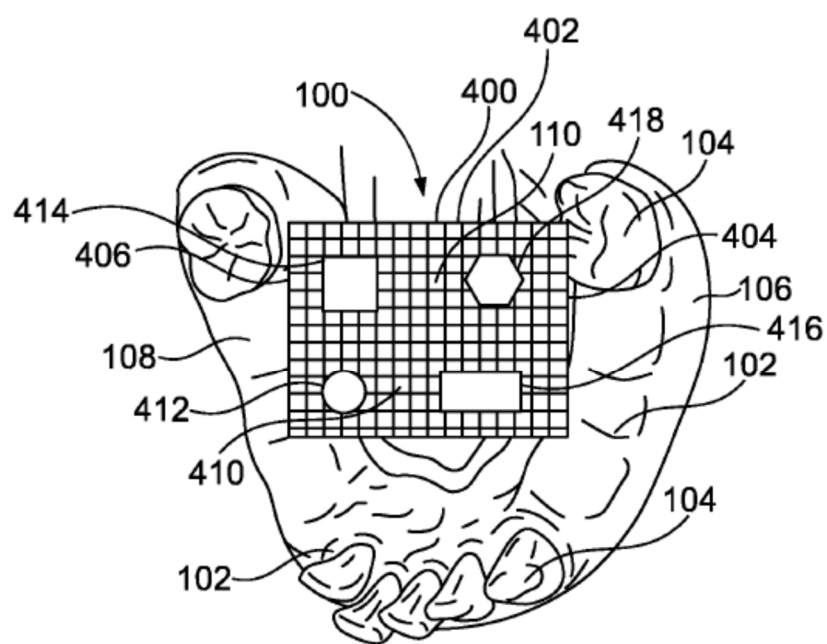


FIG. 4

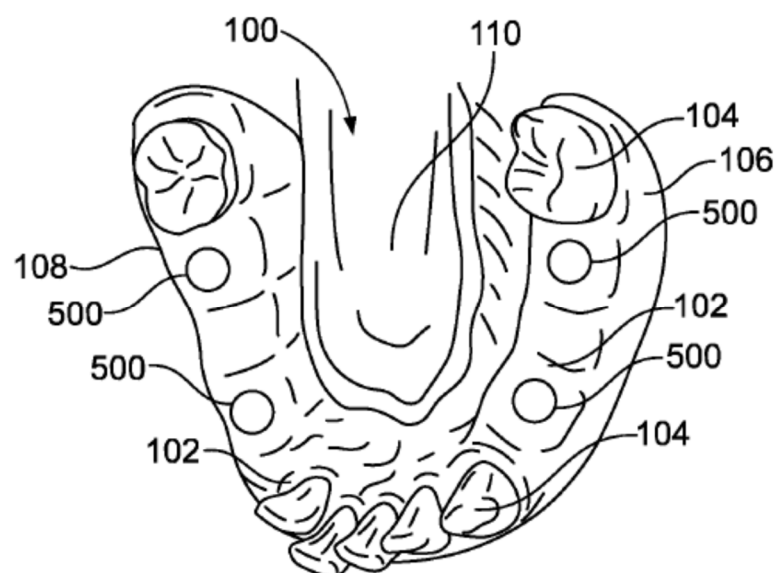


FIG. 5A

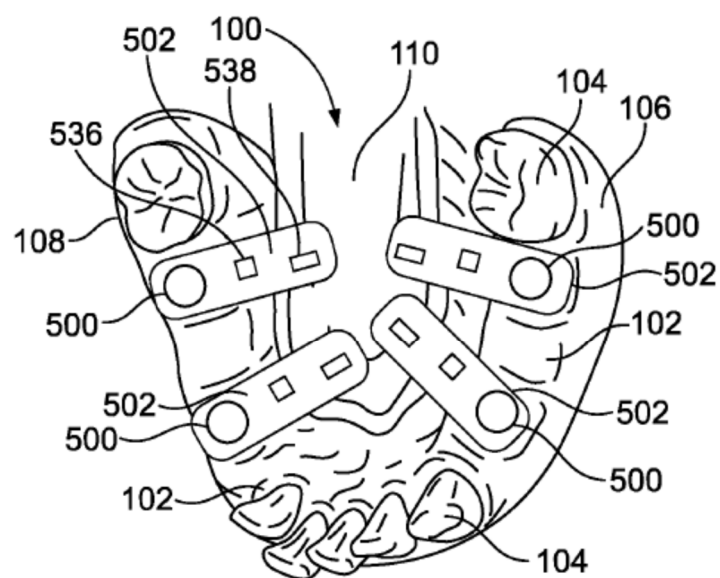


FIG. 5B

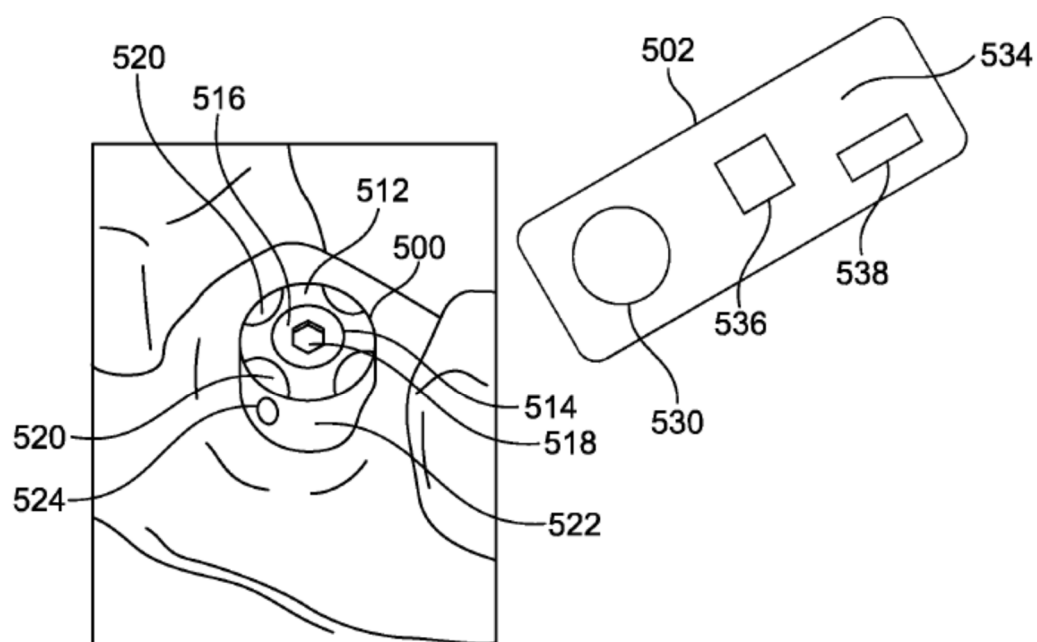


FIG. 5C

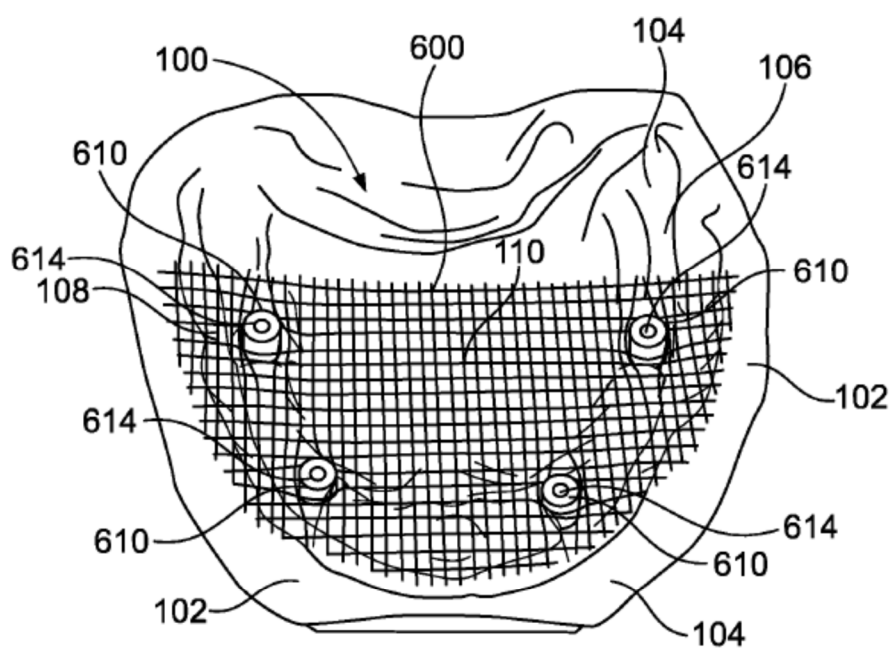


FIG. 6A

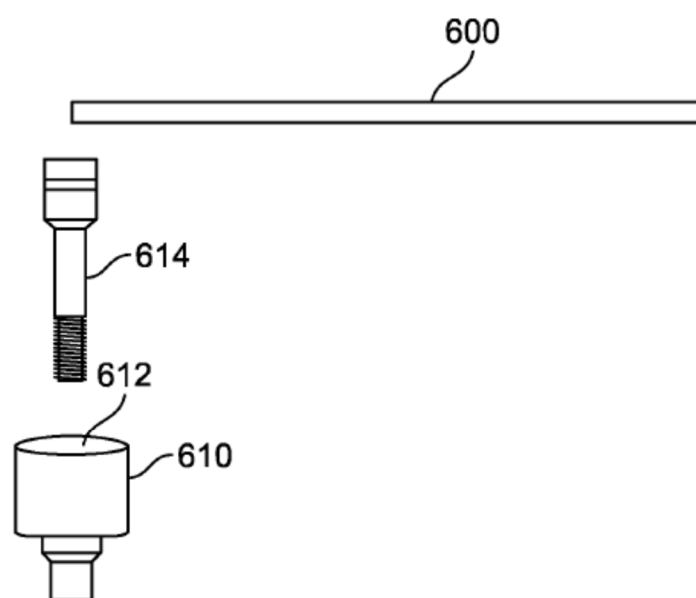


FIG. 6B

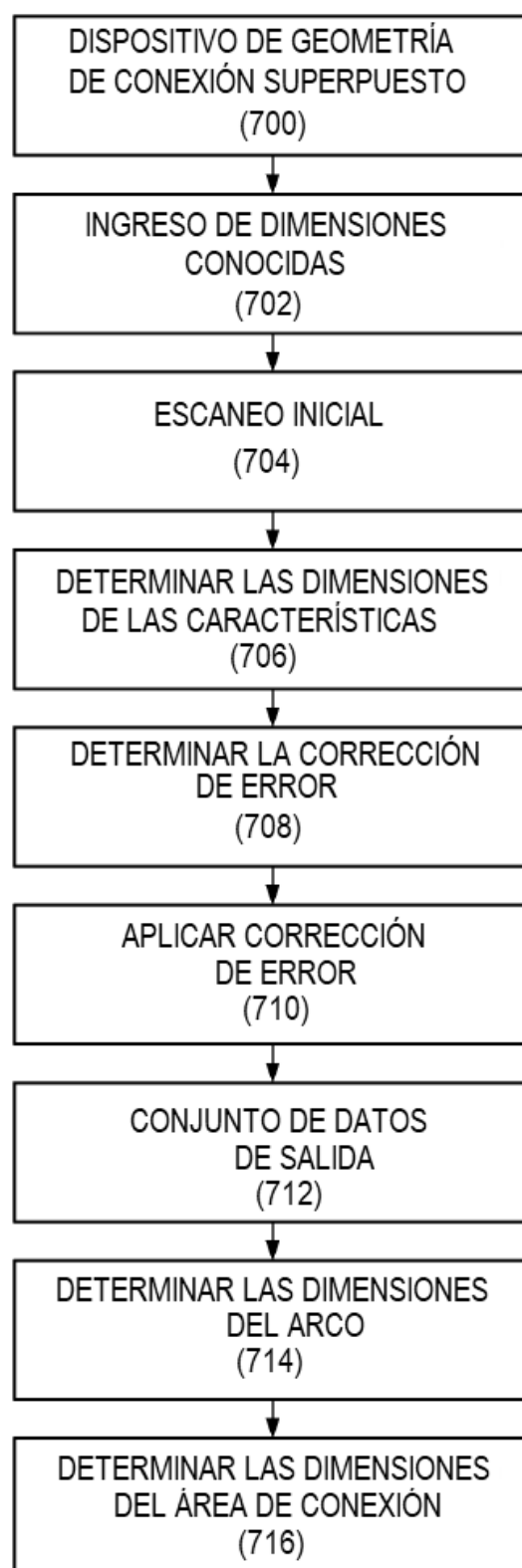


FIG. 7