

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 867**

51 Int. Cl.:

G06F 19/00 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2009 PCT/US2009/000189**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2009 WO09089073**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2009 E 09701082 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2229119**

54 Título: **Reconocimiento anatómico y análisis dimensional para asistir en la cirugía de mama**

30 Prioridad:

09.01.2008 US 10591 P

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

25.07.2019

73 Titular/es:

**ALLERGAN, INC. (100.0%)
2525 Dupont Drive
Irvine, CA 92612, US**

72 Inventor/es:

**MORDAUNT, DAVID H.;
MAXWELL, PATRICK G. y
LIOLIOS, THOMAS J.**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 720 867 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

Reconocimiento anatómico y análisis dimensional para asistir en la cirugía de mama.

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere en general a métodos de diagnóstico médico y obtención de imágenes. En particular, la invención se refiere a tales métodos para asistir en la cirugía de mama.

10 **Antecedentes de la invención**

En la mayoría de las especialidades médicas, se utilizan dispositivos de obtención de imágenes de diagnóstico cuantitativo para asistir a los médicos en el diagnóstico, el desarrollo del plan operativo y el análisis posoperatorio, ofreciendo medición exacta e identificación de posibles complicaciones. En la cirugía de aumento y reconstrucción de la mama, las principales herramientas de diagnóstico utilizadas son la cinta métrica, los calibradores y la cámara conjuntamente con el "talento estético" de los médicos. Aunque satisfactorias, las tasas de nueva operación para el aumento de mama siguen siendo altas.

Al ser la cirugía de mama uno de los procedimientos quirúrgicos más comunes y con la introducción de diversos tipos de implantes de mama, algunos de los cuales tienen forma anatómica, existe una alta probabilidad de las tasas de nueva operación continuadas, si no aumentadas. Sería beneficioso tener un sistema de diagnóstico que pudiera medir con precisión los parámetros dimensionales críticos para identificar posibles regiones de complicaciones, para la identificación de asimetrías de la paciente, el dimensionamiento apropiado y la selección de implantes de mama y el desarrollo del plan operativo, y el análisis y la documentación postoperatorios. La presente invención aborda esta necesidad y hace avanzar la técnica al proporcionar nuevas técnicas para el reconocimiento automático de características y puntos de referencia anatómicos. Se refiere a proporcionar mediciones sistemáticas y precisas entre estas ubicaciones, a la determinación de los volúmenes de mama y a la identificación de asimetrías, de manera que se incorporen en un dispositivo para asistir en la cirugía de mama.

30 Farinella *et al.* en Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2006, vol. 4190, 2006, páginas 776-783, divulgan un método para definir la división geométrica de modelos 3-D de un tórax femenino.

Kovacs *et al.* en The Breast, vol. 16, n.º 2, 2007, páginas 137-145, divulgan una comparación entre la medición del volumen de la mama usando obtención de imágenes de superficie 3-D y técnicas clásicas.

35 Lee *et al.* en Applied Ergonomics, vol. 35, n.º 4, 2004, páginas 353-359 divulgan un protocolo de medición de mamas desnudas de mujeres usando una técnica de exploración 3-D.

40 **Sumario de la invención**

La presente invención proporciona nuevas técnicas para el reconocimiento automático de características y puntos de referencia anatómicos a partir de una representación tridimensional (3-D) de la parte superior de un torso. Los diversos métodos, técnicas o módulos en esta invención permiten el análisis automatizado de la representación 3-D de la parte frontal superior del torso (i) para reconocer características anatómicas clave, (ii) para orientar al sujeto con referencia a su anatomía o a una pantalla, (iii) para determinar el análisis dimensional, incluyendo líneas de punto a punto (lineales) directas, líneas de superficie 3-D y valores de volumen, (iv) para simular el resultado con la adición de implantes de mama, (v) para asistir en la selección de los implantes de mama y/o (vi) para asistir en la planificación de la cirugía de mama. El análisis automatizado se basa en el análisis de cambios en un mapa de contorno 3-D de la parte superior del torso, el análisis de orientación de las características y planos 3-D, el análisis de color de las características 3-D y/o el análisis dimensional de las características y las posiciones 3-D de la parte superior del torso.

En una realización (no reivindicada), se proporciona un método implementado por ordenador de determinación del volumen de la mama. Esto se logra de manera automática a partir de una representación tridimensional (3-D) de la parte superior de un torso. En primer lugar, se reconoce una representación 3-D de un pliegue de la mama. El pliegue de la mama se define como una curva no cerrada a lo largo de la superficie 3-D de la representación 3-D que define la parte inferior de la mama. Los parámetros torácicos 3-D se reconocen a partir de la representación 3-D, que se usan para determinar o bien una pared torácica parcial relacionada con el pliegue de la mama reconocido o bien una pared torácica que incluye ambos lados del pecho (también denominada pared torácica completa). Ejemplos de parámetros torácicos 3-D son al menos una línea axilar anterior correspondiente al lado del pliegue de la mama reconocido (correspondiendo al menos dos líneas al pliegue de la mama izquierda y derecha cuando se determina el volumen de ambas mamas), una línea media torácica anterior, o una combinación de las mismas.

65 La pared torácica parcial o completa está optimizada para las características de un modelo 3-D de una pared torácica. El volumen de mama de la mama original mostrado en la representación 3-D se determina a partir del pliegue de la mama reconocido, la pared torácica parcial o completa optimizada y la integral de la superficie 3-D de

la representación 3-D de la parte superior del torso. En caso de determinar el volumen de mama de ambas mamas (por ejemplo, en una etapa del método), podría usarse la pared torácica completa.

5 La representación 3-D de la parte superior del torso podría modificarse añadiendo una mama 3-D resultante a la superficie 3-D de la pared torácica o bien parcial o bien completa. La mama 3-D resultante se define en el presente documento como la suma de un volumen de implante de mama 3-D y el volumen de mama determinado originalmente multiplicado por un factor (por ejemplo, que oscila entre 0,3 y 0,6). La mama 3-D resultante se sitúa cerca o en la parte inferior del pliegue de la mama correspondiente.

10 En otra realización, se proporciona un método implementado por ordenador de determinación de las mediciones de mama. De nuevo, esto se logra de manera automática a partir de una representación tridimensional (3-D) de la parte superior de un torso. En un ejemplo del reconocimiento automático de características 3-D, se realiza un análisis de contorno para reconocer un primer conjunto de características y ubicaciones 3-D de la parte superior del torso de la representación 3-D. Este primer conjunto de características 3-D se usa entonces para reconocer adicionalmente un segundo conjunto de características y ubicaciones 3-D de la parte superior del torso. En el reconocimiento de la segunda de las características, podría usarse un análisis de contorno, un análisis relacional de características, un análisis de color o un análisis dimensional, o bien individualmente o bien en cualquier combinación.

20 Los ejemplos del primer conjunto de características y posiciones 3-D reconocidas se refieren a uno o ambos pezones, una o más líneas axilares anteriores, el ombligo, una o más características faciales, o el cuello, o cualquier combinación de los mismos. Tal como se indica en el presente documento, la representación 3-D de la parte superior del torso también podría ser en color. La información en color es útil, por ejemplo, en el reconocimiento de la areola. Los ejemplos del segundo conjunto de características y posiciones 3-D reconocidas se refieren a la horquilla esternal, el esternón, una o más clavículas, uno o más parámetros de la pared torácica, una línea media de la parte superior del torso, un plano frontal, una o ambas areolas, una o más líneas de pliegue de la mama, o una o más líneas axilares anteriores, o cualquier combinación de las mismas.

25 Usando al menos algunas de las características y ubicaciones 3-D reconocidas, pueden determinarse una pluralidad de mediciones 3-D de superficie relacionadas con la mama de manera automática. Por ejemplo, pueden determinarse una pluralidad de distancias directas punto a punto relacionadas con la mama o la medición 3-D de la superficie relacionada con la mama.

30 Además, los planos y las orientaciones con respecto a la parte superior del torso pueden determinarse de manera automática usando las características 3-D reconocidas. Por ejemplo, la línea media de la parte superior del torso podría determinarse a partir de al menos una de las clavículas, la horquilla esternal, una o más de las líneas de pliegue de la mama, el esternón o uno o más de los parámetros de la pared torácica. El plano frontal podría determinarse a partir de al menos una de las clavículas, la horquilla esternal, la línea media de la parte superior del torso, una o más de las líneas axilares, una o más líneas de pliegue de la mama, el esternón o uno o más parámetros de la pared torácica. En otras palabras, la línea media de la parte superior del torso o el plano frontal de la parte superior del torso podrían definirse mediante al menos una de las características y ubicaciones 3-D reconocidas del segundo conjunto.

35 Un ejemplo de una distancia de punto a punto relacionada con la mama es un primer diámetro de areola en paralelo a un plano transversal, por lo que el plano transversal se define como el plano ortogonal tanto al plano frontal como a la línea media de la parte superior del torso. Otro ejemplo de una distancia de punto a punto relacionada con la mama es un segundo diámetro de areola paralelo al plano sagital medio, por lo que el plano sagital medio se define como el plano ortogonal a ambos planos frontal y transversal.

40 La anchura de la base de la mama es otro ejemplo más de una distancia de punto a punto relacionada con la mama y corresponde a un pliegue de la mama de la mama o bien izquierda o bien derecha de la parte superior del torso. En esta determinación, el pliegue de la mama se reconoce automáticamente a partir de la representación 3-D de la parte superior del torso. La anchura de la base de la mama es el saliente del pliegue de la mama sobre el plano frontal de la parte superior del torso. En una variación, la anchura de la base de la mama también podría determinarse a la altura del límite superior de la areola de la mama o bien izquierda o bien derecha de la parte superior del torso. La anchura de la base de la mama es entonces el saliente de un pliegue de la mama sobre el plano frontal de la parte superior del torso.

45 Otros ejemplos de distancias de punto a punto relacionadas con la mama directas son, pero sin limitarse a, una distancia de pezón a pezón, una distancia de pezón a línea media esternal, una distancia entre mamas, una anchura de la base de la mama, uno o más diámetros de areola, una distancia entre la zona medioclavicular y el pezón, una altura de mama, o una distancia de la línea de pliegue de la mama a la posición sobresaliente del pezón sobre una pared torácica, o una combinación de las mismas.

50 Un ejemplo de una medición 3-D de superficie relacionada con la mama es un pliegue de la mama que corresponde o bien a la mama izquierda o bien a la derecha de la parte superior del torso. El pliegue de la mama (también denominado línea de pliegue de la mama) se define como una curva no cerrada a lo largo de la superficie 3-D de la

representación 3-D que define la parte inferior de la mama.

Otros ejemplos de medición 3-D de superficie relacionada con la mama son, pero sin limitarse a, una línea de superficie 3-D de pezón a pliegue de la mama, una línea de superficie 3-D de horquilla esternal a pezón, una línea de superficie 3-D de clavícula a pezón, o una línea de superficie 3-D de zona medioclavicular a pezón, o una combinación de las mismas.

Otra medición que podría determinarse automáticamente a partir de las mediciones 3-D y las características 3-D es el tamaño de copa de mama. En primer lugar, se reconocerían las líneas de pliegue de la mama y las características 3-D del pezón correspondientes a la mama izquierda y derecha de la parte superior del torso. Entonces se determina la longitud de la curva de busto en un plano de busto, por lo que el plano de busto divide los pezones reconocidos y es ortogonal al plano frontal. Se determina otra longitud que se denomina la longitud de curva de superficie inferior. La curva de superficie interior se define como una curva de superficie 3-D a través de un plano inferior con respecto a las líneas de pliegue de la mama, por lo que el plano inferior es aproximadamente paralelo al plano transversal. El tamaño de copa de mama se basa en la diferencia entre la longitud de la curva de busto y la longitud de la curva de superficie interior. Esta diferencia puede consultarse en una tabla que enumera la diferencia en relación con el tamaño de copa de mama.

En otra realización más (no reivindicada), se proporciona un método implementado por ordenador de orientación y presentación visual de una representación tridimensional (3-D) de la parte superior de un torso, que es útil para la sistematicidad y repetibilidad de las mediciones y para el reconocimiento de la(s) representación/representaciones 3-D.

De nuevo, esto se logra de manera automática a partir de una representación tridimensional (3-D) de una parte superior del torso. En primer lugar, una pluralidad de características y ubicaciones 3-D de la parte superior del torso a partir de la representación 3-D de la parte superior del torso. Además, la línea media de la parte superior del torso está definida por al menos una de las características y ubicaciones 3-D reconocidas. Además, un plano frontal de la parte superior del torso está definido por al menos dos de las características y ubicaciones 3-D reconocidas. La representación 3-D puede hacerse rotar entonces y presentarse visualmente en una pantalla de modo que el plano frontal de la parte superior del torso coincida con el plano de visualización de la pantalla, y de manera que la línea media de la parte superior del torso sea paralela al eje vertical de la pantalla.

En una realización con respecto al análisis de asimetría, pueden reconocerse y presentarse visualmente una o más líneas de bisección. Cada una de las líneas biseca una característica anatómica o biseca dos características anatómicas del mismo tipo (por ejemplo, el pezón de la mama izquierda o la derecha, la areola de la mama izquierda o la derecha, o una o más líneas de pliegue de la mama de la mama izquierda o la derecha). Al menos una de las líneas de bisección puede usarse como medida de asimetría de la característica anatómica relacionada con la mama izquierda y la derecha. Un plano transversal puede definirse como el plano ortogonal tanto al plano frontal como a la línea media de la parte superior del torso, por lo que las líneas de bisección pueden presentarse visualmente paralelas al plano transversal.

En otra realización (no reivindicada), se proporciona un método implementado por ordenador de comparación visual de diferentes representaciones tridimensionales (3-D) de la misma parte superior del torso de manera automática. Para una primera representación 3-D, se reconocen un primer conjunto y un segundo conjunto (tal como se describió anteriormente) de características y ubicaciones 3-D de la parte superior del torso. Entonces, para una segunda representación 3-D, se reconocen un primer conjunto y un segundo conjunto (tal se describió anteriormente) de características y ubicaciones 3-D de la parte superior del torso. Dados estos análisis, la primera y la segunda representaciones 3-D se orientan una hacia la otra minimizando una o más de las diferencias en las posiciones y orientaciones 3-D respectivas entre sus respectivos primer y segundo conjuntos de características reconocidas en las representaciones 3-D correspondientes.

Todavía en otra realización (no reivindicada), se proporciona un método implementado por ordenador de determinación de una forma de la mama tridimensional (3-D) resultante de manera automática a partir de una representación 3-D de la parte superior del torso. La determinación de la forma de la mama 3-D resultante se basa en los pliegues de mama reconocidos, los parámetros torácicos 3-D y la pared torácica optimizada (parcial o total). Con estos parámetros y características, se añade una forma de la mama 3-D resultante a la superficie 3-D de la pared torácica optimizada. En este procedimiento, el límite inferior de la forma de la mama 3-D resultante está ubicado cerca o en su línea de pliegue de la mama respectiva. Además, la forma de la mama resultante está definida por los parámetros de anchura, altura y saliente. La altura está determinada por una altura de pared torácica o una línea de pliegue de la mama, o una combinación de las mismas. La anchura es menor que o igual a la anchura de la base de la mama. El saliente está determinado por un volumen de mama resultante de la mama 3-D resultante. El volumen de la forma de la mama 3-D resultante se define como la suma de un volumen de implante de mama 3-D y un volumen de mama determinado originalmente a partir de la representación 3-D multiplicado por un factor (por ejemplo, que oscila entre 0,3 y 0,6).

En un aspecto de esta realización, el/los pliegue(s) de mama podrían moverse en la dirección inferior, superior,

lateral o medial a lo largo de la superficie de la forma de la mama 3-D resultante o en cualquier combinación de las direcciones. La forma de la mama 3-D resultante se añade entonces a la superficie 3-D de la pared torácica optimizada, por lo que el límite inferior de la forma de la mama 3-D resultante está ubicado cerca o en su línea de pliegue de la mama respectiva, por lo que la línea de pliegue de la mama está en la posición nueva y movida.

5
 10
 15
 Todavía en otra realización, una característica y posición del pezón 3-D resultante en la mama 3-D resultante pueden determinarse automáticamente a partir de la representación 3-D. En general, la característica y posición del pezón 3-D resultante se determinan a partir de una característica y posición del pezón 3-D determinadas originalmente en la representación 3-D. Al igual que la línea de pliegue de la mama, la característica del pezón 3-D resultante podría moverse en la dirección inferior, superior, lateral o medial a lo largo de la superficie de la forma de la mama 3-D resultante o en cualquier combinación de las direcciones. Además, podrían determinarse automáticamente un color de la areola resultante y el límite 3-D en la mama 3-D resultante. En esta determinación, el límite de la areola 3-D contiene la característica y posición del pezón 3-D resultante. Además, el límite de color de la areola 3-D resultante podría determinarse a partir de un límite y color de la areola 3-D determinados originalmente en la representación 3-D. Al igual que el pliegue de la mama resultante y el pezón resultante, el límite de color de la areola 3-D resultante podría moverse en la dirección inferior, superior, lateral o medial a lo largo de la superficie de la forma de la mama 3-D resultante o en una combinación de las direcciones.

20
 25
 Todavía en otra realización (no reivindicada), se proporciona una determinación automática de un desplazamiento de medial a lateral del pezón resultante en la forma de la mama resultante. En este ejemplo, las características y posiciones 3-D de un pezón original, una línea media de la parte superior del torso, un plano frontal y un plano transversal se reconocen a partir de la representación 3-D. Entonces se determina un vector perpendicular a la pared torácica que biseca la posición original del pezón, por lo que el vector está en el plano transversal. El desplazamiento de medial a lateral del pezón resultante se define como la intersección de la forma de la mama resultante con el vector en el plano transversal.

30
 35
 Todavía en otra realización (no reivindicada), se proporciona una determinación automática de un desplazamiento de inferior a superior del pezón resultante en la forma de la mama 3-D resultante. En este ejemplo, las características y la posición 3-D de un pezón original y la clavícula correspondiente al lado del pezón, una línea media de la parte superior del torso, un plano sagital medio de la representación 3-D. La distancia entre el pezón y la clavícula se determina en un plano paralelo al plano sagital medio. El desplazamiento de inferior a superior del pezón resultante se define al conservar la distancia entre el pezón y la clavícula en la superficie 3-D de la forma de la mama 3-D resultante dentro del plano paralelo al plano sagital medio.

40
 45
 El método para determinar el desplazamiento superior del pezón resultante en la forma de la mama 3-D resultante puede variarse mediante el análisis de las representaciones 3-D en diferentes posturas. Por ejemplo, una segunda representación 3-D de la parte superior de un torso que representa la parte superior del torso con las manos elevadas por encima de la cabeza en comparación con la primera u original representación 3-D que representa la parte superior del torso con las manos en las proximidades de las caderas. Para ambas representaciones 3-D, se reconoce(n) el/los pliegue(s) de mama, los parámetros torácicos 3-D y las características 3-D de los pezones en relación con los parámetros torácicos a partir de sus respectivas representaciones 3-D. El desplazamiento superior del pezón resultante se define como la diferencia entre las posiciones del pezón reconocidas en la representación 3-D (primera u original) y la segunda representación 3-D.

45 **Breve descripción de las figuras.**

La presente invención, junto con sus objetivos y ventajas, se entenderá leyendo la siguiente descripción junto con los dibujos, en los que:

50 La figura 1 muestra, según una realización de la presente invención, una representación 3-D de la parte superior de un torso 100 (vista frontal).

La figura 2 muestra, según una realización de la presente invención, una representación 3-D de la parte superior de un torso 200 (vista frontal).

55 La figura 3 muestra, según una realización de la presente invención, una representación 3-D de un cuello 300 (vista frontal).

60 La figura 4 muestra, según una realización de la presente invención, una representación 3-D de una cara 400 (vista frontal).

La figura 5 muestra, según una realización de la presente invención, una vista frontal 500 de la parte superior del torso que indica una línea media del torso 510.

65 La figura 6 muestra, según una realización de la presente invención, una vista lateral 600 que indica una línea axilar 610.

La figura 7 muestra, según una realización de la presente invención, una representación 3-D de la parte superior del torso en diferentes vistas (vista frontal 710, vista lateral 720 y vista de inferior a superior 730).

5 La figura 8 muestra, según una realización de la presente invención, una representación 3-D de una pared torácica virtual o determinada en diferentes vistas (vista frontal 810, vista lateral 820 y vista de inferior a superior 830).

La figura 9 muestra, según una realización de la presente invención, una vista frontal 900 con la línea de pared torácica que se usan como parámetros de la pared torácica.

10 La figura 10 muestra, según una realización de la presente invención, vistas en el plano transversal de un contorno de mama (mostrado en 1010) que se usa para calcular la longitud de la curva de busto (que se muestra en 1020) y la longitud de una curva de superficie interior (mostrada en 1030).

15 La figura 11 muestra, según una realización de la presente invención, vistas en planta frontales para determinar asimetrías en, por ejemplo, las características 3-D de los pezones (mostrados en 1110), la areola (mostrada en 1120) y los pliegues inframamarios (mostrados en 1130).

La figura 12 muestra, según una realización alternativa de la presente invención, vistas en plano transversal (1210 y 20 1220) para determinar asimetrías en, por ejemplo, las características 3-D de los pezones.

La figura 13 muestra, según una realización alternativa de la presente invención, vistas en plano transversal (1310 y 1320) para determinar asimetrías en, por ejemplo, las características 3-D de los pezones.

25 La figura 14 muestra, según una realización de la presente invención, una representación 3-D de la parte superior de un torso en diferentes vistas con una forma de la mama resultante simulada para las mamas izquierda y derecha (vista frontal 1410, vista lateral 1420 y vista de inferior a superior 1430). Estas figuras pueden compararse con la representación 3-D original antes de la simulación, tal como se muestra en la figura 7.

30 La figura 15 muestra, según una realización de la presente invención, una vista en plano transversal 1500 de una posición del pezón resultante con desplazamiento en la dirección de medial a lateral.

La figura 16 muestra, según una realización de la presente invención, una vista lateral 1600 de presentaciones 3-D de solapamiento 720 y 1420 usadas para determinar una posición del pezón resultante con desplazamiento en la 35 dirección de interior a superior.

La figura 17 muestra, según una realización alternativa de la presente invención, vistas frontales 1710, 1720 usadas para determinar una posición del pezón resultante con desplazamiento en la dirección de interior a superior.

40 **Descripción detallada**

La invención es un método implementado por ordenador de analizar de manera automática una representación tridimensional (3-D) de la parte superior de un torso. La representación 3-D es una representación de contorno 3-D de la parte superior del torso, o su representación en color de contorno 4-D asociada, que es la representación de 45 contorno 3-D con color fotográfico aplicado. En el presente documento, la representación de contorno 3-D o la representación en color de contorno 4-D se denomina la representación 3-D.

La representación 3-D puede generarse con una variedad de técnicas y esta invención es independiente de los medios de generación y/o captura de la misma. La representación 3-D de la parte superior del torso de la paciente se obtiene preferiblemente con la paciente en una posición específica (y preferiblemente repetible). En un ejemplo, esta posición refleja a la paciente colocada con los hombros en una dirección posterior, los omóplatos lo más cerca posible y los brazos a los lados. Para mayor sistematicidad, las manos pueden colocarse en la parte lateral de los muslos o en empuñaduras asociadas con un dispositivo. Además, pueden incorporarse huellas asociadas con el dispositivo para ubicar preferentemente los pies. Todos estos aspectos de la colocación asisten en la orientación de 55 la paciente con respecto al dispositivo y para proporcionar mediciones sistemáticas.

Los diversos métodos, técnicas o módulos en esta invención permiten el análisis automatizado de la representación 3-D de la parte frontal superior del torso (i) para reconocer características anatómicas clave, (ii) para orientar al sujeto con referencia a su anatomía, (iii) para determinar el análisis dimensional, incluyendo líneas punto a punto (lineales) directas, líneas de superficie 3-D y valores de volumen, (iv) para simular el resultado con la adición de implantes de mama, (v) para asistir en la selección de dichos implantes de mama, y/o (vi) para asistir en la planificación de la cirugía de mama.

60 **RECONOCIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS 3-D**

65 La etapa inicial es realizar un análisis de contorno 3-D en la representación 3-D de la parte superior del torso. En

una realización, las características y ubicaciones 3-D se reconocen y analizan automáticamente a partir tanto de los contornos como de la tasa de cambio de los contornos en la representación 3-D (por ejemplo, 100, 200, 300 y 400 en las figuras 1-4 respectivamente). Para fines de ilustración en esta solicitud, los ejemplos mostrados en las figuras 1-4 están en escala de grises donde las regiones blancas no tienen o tienen una tasa de cambio mínima, las regiones grises tienen una tasa de cambio reflejada por la escala de grises y las regiones negras son máximas o mínimas. Tal como entendería fácilmente un experto habitual en la técnica a la que se refiere esta invención, también podrían usarse mapas de contorno en color en lugar de los mapas de contorno de escala de grises. Ejemplos de características y ubicaciones anatómicas 3-D que pueden reconocerse automáticamente son uno o ambos pezones (110, 112), el ombligo (120), la axila (130, 132), una o más líneas axilares (también definidas como la parte lateral de la línea de pliegue de la mama; véase 610 en la figura 6, que también muestra el brazo elevado 620), las líneas de pliegue de la mama (140, 142), la horquilla esternal o la cabeza (150), una o más clavículas (160, 162), uno o más parámetros de la pared torácica (comentados más adelante), una línea media de la parte superior del torso (170, es decir, el esternón; véase también la línea media esternal 510 en la figura 5), un plano frontal (comentado más adelante), una o ambas areolas (180, 182), los músculos esternocleidomastoideos (190, 192), el cuello (210), los músculos trapecios (220, 310), las características de la cara (por ejemplo, la boca (410), las comisuras palpebrales (420, 422), los pliegues de los lados de la nariz (430, 432), la barbilla (440) o el pliegue de la barbilla (442)). Otras características no enumeradas en el presente documento también podrían reconocerse a partir de la representación 3-D. Por consiguiente, la invención no se limita a estas características reconocidas.

En otra realización, un primer conjunto de características y ubicaciones 3-D se reconoce y analiza automáticamente a partir de tanto los contornos como la tasa de cambio de los contornos en la representación 3-D. En particular, al menos una de las características anatómicas 3-D prominentes que se reconocen son uno o ambos pezones, el ombligo, una o más características de la cara, el cuello, una o más líneas de pliegue de la mama, una o más líneas axilares (anteriores), o cualquier combinación de los mismos. Una vez que se reconocen al menos algunas del primer conjunto de características 3-D, pueden reconocerse otras características 3-D (denominadas el segundo conjunto) a partir de la representación 3-D usando en un ejemplo al menos una o más del primer conjunto de características reconocidas como guía. Ejemplos del segundo conjunto de características y ubicaciones 3-D son la horquilla esternal, una o más clavículas, uno o más parámetros de la pared torácica, una línea media de la parte superior del torso (es decir, el esternón), un plano frontal, un plano sagital, un plano transversal, una o ambas areolas, una o más líneas de pliegue de la mama, o una o más líneas axilares anteriores.

Tres planos principales (frontal, sagital y transversal) a través de la parte superior del torso, y las direcciones inferior, superior, medial, lateral, anterior y posterior se definen según la nomenclatura anatómica, que se reconoce automáticamente. En la representación 3-D, las características convexas 3-D de la parte superior del torso podrían asociarse con las clavículas. El plano frontal podría definirse entonces por dos líneas, tales como: (i) una línea ajustada a través de las clavículas izquierda y derecha, y (ii) la línea media de la parte superior del torso (véase también más adelante). El plano transversal se define como el plano ortogonal tanto al plano frontal como a la línea media de la parte superior del torso. El plano sagital restante es paralelo a la línea media de la parte superior del torso y ortogonal tanto al plano frontal como al transversal.

Los aspectos de orientación de la parte superior del torso pueden definirse automáticamente, por ejemplo, en una realización a modo de ejemplo, reconociendo las características anatómicas y comparando su ubicación con una referencia, como la imagen ilustrada en las figuras 1-4. Por ejemplo, si el ombligo define una característica que es inferior con respecto a la mayoría de las otras características, define la dirección inferior desde el centro de la representación 3-D. Un enfoque alternativo es transformar el marco de la cámara de la representación 3-D de referencia en un marco de referencia determinado en la calibración del sistema o en el punto de diseño, que no es exactamente el marco anatómico de referencia. Para los fines de esta invención, la dirección inferior-superior se define dentro del plano frontal paralelo a la línea media de la parte superior del torso, y tiene direccionalidad desde el ombligo a los pezones a la horquilla esternal y al cuello. De medial a lateral se define dentro del plano frontal y es perpendicular a la línea media de la parte superior del torso y tiene direccionalidad desde la línea media a los pezones y a las axilas. De posterior a anterior se define dentro del plano transversal y es perpendicular a la línea media de la parte superior del torso y tiene direccionalidad desde la horquilla esternal a los pezones.

En general, la tasa de cambio en los contornos puede calcularse a partir de la representación 3-D para cada punto como la diferencia en x, y, z en coordenadas cercanas o sus equivalentes. Normalmente, para la parte frontal superior del torso, esto produce dos máximos locales prominentes y cuatro mínimos locales prominentes. Habitualmente, estos máximos se reconocen como los pezones. El ombligo, la horquilla esternal y las axilas se reconocen como los mínimos. Puede utilizarse un conjunto detallado de criterios para reconocer las características 3-D.

Por ejemplo, un pezón puede reconocerse en el análisis de la tasa de cambio del contorno 3-D como un máximo local, con una gran tasa de cambio en todas las direcciones radiales con los centros como los máximos a lo largo de una pequeña región de aproximadamente 8 a 15 mm en diámetro. Para la parte superior del torso, los pezones habitualmente son las dos regiones con la mayor tasa de cambio en los contornos que son máximos. Los dos pezones se reconocen y están separados una distancia aproximadamente igual a o mayor de 15 cm. Pueden usarse otros criterios para confirmar adicionalmente el reconocimiento de los pezones, tal como confirmar que se

encuentran dentro de una región que tiene un color más oscuro que el color de piel promedio en la representación 3-D.

5 El ombligo se reconoce en el análisis de la tasa de cambio del contorno 3-D como que tiene un mínimo local, con una gran tasa de cambio en todas las direcciones radiales con los centros como el mínimo desde este centro a lo largo de una pequeña región de aproximadamente una región ovalada o circular, variando los ejes mayor y menor desde aproximadamente 10 hasta 30 mm, respectivamente. Para la parte superior del torso, el ombligo normalmente es la región con la mayor tasa de cambio en los contornos, que es un mínimo.

10 La cara tiene muchas características 3-D presentes, como la barbilla, los labios, la nariz y los ojos, que pueden reconocerse como máximos prominentes cuando se observan con el análisis de la tasa de cambio del contorno (véanse las figuras 3-4). Aunque sólo se incluya la parte inferior de la cara en la representación 3-D, es distinta porque la forma de superficie general es ovalada hasta la barbilla y hay muchas características prominentes que son máximas y regiones de convexidad muy cercanas entre sí. La línea del borde de la barbilla que define la línea de la mandíbula es distintiva. En general, la cara puede reconocerse con la barbilla y el cuello definiendo la parte superior del torso.

20 El cuello se reconoce en la representación 3-D como la región más estrecha del torso, es decir, la distancia más corta entre dos límites (véanse las figuras 1-4). Un criterio adicional que puede usarse para diferenciar el cuello de la superficie de los brazos y las piernas es que el cuello está muy cerca de la barbilla. Además, el cuello tiene características 3-D distintivas cuando se considera con el análisis de la tasa de cambio del contorno. La barbilla define un borde de convexidad (línea de máximos). El músculo esternocleidomastoideo define dos prominentes bordes convexos en la superficie del cuello que definen el triángulo anterior del cuello, que rodea un mínimo local y una región de concavidad que define la horquilla esternal. De manera lateral a cada lado del triángulo anterior del
25 cuello están las estructuras cóncavas de los triángulos que también están presentes en el análisis de la tasa de cambio del contorno. Estas son características anatómicas de los músculos trapecios y están limitadas de manera inferior por los bordes convexos de las clavículas. La ubicación de la horquilla esternal podría ajustarse de manera fina o refinarse como la bisección de esta línea media y una curva ajustada a los bordes convexos laterales con respecto al cuello asociadas con la geometría de la clavícula, tal como se muestra en las figuras 1 y 5. Además, la horquilla esternal es el mínimo local en una dirección posterior más próxima a las intersecciones de la línea media y las curvas ajustadas a la clavícula.

35 Se reconoce una línea de pliegue de la mama individual en la representación 3-D. La línea de pliegue de la mama es la línea de transición entre la mama convexa y las regiones cóncavas adyacentes a la mama. Las líneas de pliegue de la mama podrían refinarse adicionalmente con el conocimiento de las ubicaciones de los pezones. La región de búsqueda podría restringirse entonces a distancias radiales desde el pezón de aproximadamente 3 a 15 cm en lugar de la totalidad de la parte superior del torso. En una realización a modo de ejemplo y para los fines de un análisis adicional en esta invención, la línea de pliegue de la mama se define como una curva no cerrada a lo largo de la superficie 3-D de la representación 3-D que define la parte inferior de la mama.

40 Las axilas se determinan con el conocimiento de características 3-D adicionales, tales como las líneas de pliegue de la mama y la orientación de la parte superior del torso. En un ejemplo, se podría encontrar una axila como el mínimo local superior y lateral con respecto al límite lateral de la línea de pliegue de la mama. La areola podría determinarse usando la información de límite de color y la ubicación del pezón reconocida en la representación 3-D.

45 La línea media de la parte inferior del torso también es visible en el análisis de la tasa de cambio del contorno, sin embargo, se observa que el análisis deriva la línea media de la parte superior del torso; como tal, la línea media inferior del torso y la posición del ombligo pueden no corresponder a la línea apropiada. Para determinar la línea media de la parte superior del torso, se examinan al menos dos regiones: la región medial entre los pliegues de la mama superiores con respecto a la altura de los pezones y la región medial del cuello y más específicamente el triángulo anterior del cuello, tal como se muestra en las figuras 1-3 y en la figura 5 (indicadas por los puntos negros). En la región medial superior con respecto a la altura de los pezones entre las líneas superiores del pliegue de la mama, se revisan los datos de las propias líneas de pliegue y el contorno local para determinar el plano del sistema entre los lados izquierdo y derecho de la pared torácica. Lo mismo para la región medial del cuello con las
50 características convexas inferiores izquierda y derecha asociadas con los músculos esternocleidomastoideos. La línea media de la parte superior del torso se determina ajustando la línea a través de la mitad de estos puntos.

PARED TORÁCICA VIRTUAL

60 Esta invención incluye construir una pared torácica virtual (por lo que la envoltura de tejido blando puede incluirse o excluirse) y restar la superficie de contorno 3-D de la paciente. Un supuesto clave en este método es que el tejido de mama (incluido el parénquima y la envoltura del tejido blando) está situado sobre la pared torácica anterior. En una realización a modo de ejemplo, la pared torácica debajo de las mamas puede describirse aproximadamente mediante las siguientes características y análisis anatómicos.

- 65 • La línea de pliegue de la mama que determina el límite del tejido de mama, tal como se ilustra en las figuras

1-2. El pecho cerca de los pliegues de la mama es aproximadamente una línea curva que rodea la mama y se determina donde la distancia es aproximadamente 1 cm radialmente más allá de la línea de pliegue de la mama;

- 5 • la curvatura medial de la pared torácica en el plano sagital que se define por la curvatura del esternón a lo largo de la línea media de la parte superior del torso;
- las líneas de pliegue de la mama tanto para la izquierda como para la derecha definen las líneas de curvatura laterales respectivas de la pared torácica (también denominadas líneas axilares); y
- 10 • para compensar la presencia del músculo pectoral, la línea horizontal del surco axilar se obtiene desde justo la parte inferior de la axila y biseca la línea de pliegue de la mama con respecto a la línea media de la parte superior del torso. Esta línea tampoco tiene que ser una línea horizontal, siempre que se conecte con la línea axilar anterior y pueda tomar una ruta más curvada hacia la línea media esternal.

15 Las figuras 810, 820 y 830 muestran ejemplos de la pared torácica virtual en diferentes planos de vista, que se definen con estas líneas de curvatura y que pueden crearse utilizando interpolación spline o ajuste a una forma funcional (por ejemplo, un modelo de una pared torácica, por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 710, 720 y 730) o una combinación de ambas técnicas. Para mejorar la precisión anatómica y la continuidad entre la pared torácica virtual con la pared torácica expuesta, otro método para usar la interpolación spline es tener más de una curva (910, 920, 930) encerrando el tejido de mama, tal como se muestra en la figura 9. Estas líneas de curvatura a lo largo de la pared torácica contienen información relacionada con la pared torácica y se denominan parámetros de la pared torácica.

25 MEDICIONES

El reconocimiento de características de la representación 3-D permite calcular de manera automática adicionalmente las distancias de punto a punto directas relacionadas con la mama, mediciones de superficie 3-D (líneas 3-D), que son útiles para asistir en la obtención de imágenes de la mama, los análisis de los implantes y el dimensionamiento de la mama, los análisis de asimetrías y la planificación de la cirugía de mama. A continuación se facilita una descripción de tales mediciones y cómo se determinan automáticamente (puede hacerse referencia a las figuras 1-8 para estas mediciones).

35 DISTANCIAS PUNTO A PUNTO

La anchura de la base de la mama. En un ejemplo, la anchura de la base de la mama correspondiente a un pliegue de la mama de la mama o bien izquierda o bien derecha de la parte superior del torso se determina como el saliente de la línea de pliegue de la mama sobre el plano frontal de la parte superior del torso. En otro ejemplo, la anchura de la base de la mama se determina a la altura del límite superior de la areola de la mama o bien izquierda o bien derecha de la parte superior del torso. La anchura de la base de la mama es la distancia de punto a punto entre los lados lateral y medial del saliente de un pliegue de la mama sobre el plano frontal de la parte superior del torso a la altura apropiada.

45 De pezón a línea media esternal. La medición lineal del pezón a la línea media esternal se determina como la distancia más corta entre las coordenadas 3-D para los pezones y la línea media esternal.

50 Diámetros de areola. El reconocimiento de la areola se determina usando la información de límite de color y la ubicación del pezón reconocida en la representación 3-D. El área en la que el color se oscurece con respecto al tejido circundante es el límite de color resultante de la areola. La areola tiene normalmente aspecto redondo, pero las mediciones de la representación 3-D determinan una forma redonda general. La característica 3-D del pezón está contenida dentro del límite de la areola, estando ubicado generalmente el pezón en el centro de cada areola. Pueden determinarse dos mediciones de diámetro de areola para cada areola, una paralela al plano transversal y la segunda paralela al plano sagital medio, en las que la medición del diámetro es una medición de punto a punto desde un borde del límite hasta el otro borde del límite de la misma areola.

55 Distancia de pezón a pezón. La medición lineal entre las dos posiciones de pezón se calcula como la distancia más corta entre las coordenadas 3-D de los pezones izquierdo y derecho.

60 Distancia entre mamas. La medición lineal de la distancia entre mamas se calcula como la distancia más corta entre las coordenadas 3-D de los límites mediales de ambas líneas de pliegue de la base de la mama correspondientes a la mama izquierda y derecha.

65 Distancia de línea de pliegue de la mama a la posición sobresaliente del pezón sobre una pared torácica. La medición lineal de la línea de pliegue de la mama a la posición sobresaliente del pezón en la pared torácica se calcula como la distancia más corta entre el punto más inferior en la línea de pliegue de la mama y el saliente del

pezón sobre la pared torácica virtual en el lado izquierdo y de manera similar para el lado derecho.

5 Distancia de zona medioclavicular a pezón. La medición lineal de la distancia de la zona medioclavicular al pezón se calcula como la distancia más corta entre el punto central de la clavícula en el lado izquierdo al pezón izquierdo y de manera similar para el lado derecho.

10 Altura de la mama. La medición lineal de la altura de la mama se calcula como la distancia más corta entre la línea horizontal que se obtiene desde justo la parte inferior de la axila y biseca la línea de pliegue de la mama con respecto a la línea media esternal (no es necesario que sea una línea horizontal siempre que se conecte con la línea axilar anterior y pueda tomar una ruta más curvada hacia la línea media esternal) y el punto más inferior de la línea de pliegue de la mama.

MEDICIONES DE SUPERFICIE

15 Distancia 3-D de horquilla esternal a pezón. La medición de la superficie 3-D de la horquilla esternal al pezón se calcula como la integral de la línea 3-D sobre la superficie de contorno 3-D de la paciente a lo largo del vector definido entre las coordenadas 3-D para la horquilla esternal y el pezón.

20 Distancia 3-D de pezón a pliegue de la mama. La medición de la superficie 3-D del pezón al pliegue inframamario o de la mama se calcula como la integral de la línea 3-D sobre la superficie de contorno 3-D de la paciente a lo largo del vector definido como las coordenadas 3-D del pezón a la línea de pliegue inframamario/de la mama, siendo el vector paralelo al plano sagital medio.

25 Distancia 3-D de clavícula a pezón. La medición de la superficie 3-D de la clavícula al pezón se calcula como la integral de la línea 3-D sobre la superficie de contorno 3-D de la paciente a lo largo del vector paralelo al plano sagital medio que biseca el pezón. La distancia 3-D se determina como la integral de línea 3-D entre el pezón y la clavícula.

30 Distancia 3-D de zona medioclavicular a pezón. La medición de la superficie 3-D de zona medioclavicular a pezón se calcula como la integral de la línea 3-D sobre la superficie de contorno 3-D de la paciente a lo largo del vector definido entre las coordenadas 3-D para el punto central de la clavícula y el pezón.

TAMAÑO DE COPA DE MAMA

35 El tamaño de copa de mama (también denominado sostén) podría determinarse de manera automática a partir de la representación 3-D de la parte frontal superior del torso. En primer lugar, se reconocen las líneas de pliegue de la mama y las características del pezón 3-D correspondientes a las mamas izquierda y derecha. Entonces se define un plano que contiene los pezones y que es ortogonal al plano frontal. La figura 10 muestra la curva de busto que determina la intersección de la representación 3-D de la parte frontal superior del torso bisecada por el plano del busto, por lo que la curva de busto comienza en forma lateral para la línea de pliegue de la mama y sigue la intersección de la representación 3-D y el plano hacia la región de un pezón, punto en el que la curva de busto es lineal desde un pezón hasta el otro pezón, luego sigue la intersección de la representación 3-D y el plano hasta un punto que es lateral a la línea de pliegue de la mama. Se determina la longitud de la curva de busto (línea gruesa 1040 en la figura 10). Una segunda curva se define como la curva de superficie inferior (línea gruesa 1050 en la figura 10), en la que una línea de superficie 3-D atraviesa un plano inferior de las líneas de pliegue de la mama, por lo que el plano es aproximadamente paralelo al plano transversal o al plano del busto. La longitud de la curva de la superficie inferior se determina comenzando y terminando en puntos a lo largo de la curva de la superficie (es decir, el plano del pecho 1060) que son paralelos a los planos frontales que bisecan el punto de comienzo y los puntos de terminación en la curva de busto. La diferencia entre la curva de busto y la medición de la curva de superficie inferior produce un valor, que al hacer referencia a tablas de valores guardadas produce un tamaño de copa de sostén.

ORIENTACIÓN, PRESENTACIÓN VISUAL Y ASIMETRÍAS

55 Se indica que puede observarse una diferencia en las líneas medias para la parte superior e inferior del torso, así como para otras regiones del cuerpo que también tienen líneas medias diferentes. La línea media es un componente clave para derivar el sistema de coordenadas anatómicas y los planos frontal, sagital y transversal correspondientes. Para el aumento de la mama, son apropiados la línea media de la parte superior del torso y los planos asociados. La presentación visual del torso con respecto a estos planos tiene beneficios más que en la cámara nativa u otro marco de referencia.

60 Las vistas informativas de las vistas frontal, oblicua, de perfil, de ojo de gusano y vista de pájaro de la representación 3-D con el torso alineado con la línea media en los ejes vertical u horizontal pueden generarse de manera automatizada.

65 Si la representación 3-D está orientada y se presenta visualmente de manera tal que el plano frontal es paralelo al plano de visualización y la representación 3-D está orientada adicionalmente de manera que la línea media es

paralela al eje vertical de la pantalla, las asimetrías se hacen evidentes. La realización preferida para el análisis de las asimetrías de las características anatómicas izquierdas y derechas del mismo tipo en la representación 3-D son líneas horizontales paralelas al plano transversal que se presentan visualmente bisecando las características anatómicas de interés. La figura 11 ejemplifica esto para las características anatómicas del pezón de la mama izquierda o derecha, la areola de la mama izquierda o derecha, o el límite inferior de las líneas de pliegue de la mama de la mama izquierda o derecha. El grado de asimetría puede determinarse por la distancia mínima entre las líneas de bisección en el plano de visualización, en este caso el plano frontal. La figura 12 demuestra una asimetría de saliente del pezón al presentar visualmente la representación 3-D orientada con el plano transversal paralelo al plano de visualización y el plano sagital medio paralelo al eje vertical. Dos líneas horizontales (1230) en el plano frontal se presentan visualmente bisecando cada una las ubicaciones del pezón respectivas (110, 112). La diferencia vertical en las líneas horizontales es el grado de asimetría en el saliente. En otra realización, las asimetrías pueden derivarse como una medición angular 1240, por ejemplo el ángulo relativo al plano transversal, de una línea entre ambos pezones, entre ambas areolas o entre dos pliegues de la mama proyectados sobre el plano frontal (no mostrado).

La figura 13 muestra otra forma de presentar visualmente asimetrías con respecto a la pared torácica 1060 con una vista de "ojo de gusano", es decir, la vista desde inferior a superior con el plano de visualización paralelo al plano transversal. En esta realización, se presenta visualmente la línea de parámetros torácicos inferior a la línea de pliegue de la mama y se perfila la superficie que sobresale de la mama 1330. Estas dos líneas pueden reflejarse en torno al plano sagital medio, de manera que pueden observarse la asimetría del saliente de la mama y la pared torácica subyacente. Esto se muestra al voltear 1330 de izquierda a derecha dando como resultado 1330' y la superposición 1330 y 1330' (debe observarse que los pezones 110, 112 son imágenes especulares para 1330' en comparación con 1330). Si hay un gran cambio en la pared torácica con la imagen reflejo, entonces, se origina asimetría en el tejido duro. Si hay una gran asimetría en el saliente de la mama y no en la pared torácica, entonces se origina asimetría en el tejido blando.

VOLUMEN DE LA MAMA

El volumen de la mama se determina para una mama individual o para ambas mamas en una sola etapa del método. La técnica para determinar el volumen de la mama requiere reconocer los pliegues de la mama que definen la parte inferior de las mamas a partir de la representación 3-D, los parámetros torácicos 3-D y la pared torácica virtual, tal como se comentó anteriormente. El volumen de cada mama es la integral 3-D entre las dos superficies. Específicamente, la integral 3-D de la representación 3-D y la pared torácica virtual en la región de la mama específica descrita por los parámetros torácicos.

En cuanto al volumen de la mama para una mama individual, solo requiere el pliegue de la mama individual asociado, los parámetros torácicos alrededor del pliegue de la mama individual y una pared torácica virtual que podría ser o bien una pared torácica parcial o bien la pared torácica incluyendo la característica 3-D de la otra mama. En otras palabras, el volumen de la mama individual es entonces la integral 3-D entre la representación 3-D y la representación de la pared torácica virtual parcial o la pared torácica virtual con el lado izquierdo y derecho del pecho.

SIMULACIÓN

El reconocimiento automático de las características 3-D proporciona una plataforma para realizar simulaciones de las formas y posiciones de la mama resultante con respecto a la pared torácica virtual así como a la posición del pezón en las formas de la mama resultante. Los resultados simulados pueden asistir adicionalmente en la obtención de imágenes de la mama, análisis de dimensionamiento e implantes de mama, análisis de asimetrías y planificación de cirugía de mama.

Las formas 3-D simuladas que simulan el resultado con la adición de implantes de mama y la cirugía asociada a la forma existente (también denominada original (véase por ejemplo la figura 7 que es la representación 3-D original)) en la representación 3-D crean mamas resultantes (figura 14). La mama 3-D resultante calculada se sitúa en la pared torácica virtual 3-D (figura 8 que es la pared torácica determinada 3-D de la figura 7) de tal manera que el límite inferior-posterior de la forma de la mama resultante se ubica en o cerca de la línea de pliegue de la mama (por ejemplo, 140, 142). La mama resultante tiene una forma de mama 3-D resultante que tiene una altura, anchura y saliente. El volumen de cada forma de mama resultante es igual al volumen del implante más el volumen de la forma de la mama existente con cierto grado de atrofia. El grado de atrofia reduce el volumen de la mama existente en un factor (por ejemplo, en el intervalo de 0,3 a 0,6).

La ubicación de las líneas de pliegue de la mama puede moverse en la dirección inferior, superior, lateral o medial a lo largo de la superficie de la pared torácica virtual 3-D resultante o en cualquier combinación de estas direcciones. La mama simulada y resultante 3-D se actualiza con la forma de la mama 3-D resultante convertida de modo que se corresponda con la conversión en la línea del pliegue de la mama.

En otro aspecto de la simulación, podría determinarse la ubicación 3-D resultante del pezón. En este caso, la

simulación 3-D resultante es la forma de la mama 3-D resultante situada en la pared torácica virtual, con la adición de la característica 3-D del pezón añadida en la ubicación del pezón. La característica 3-D del pezón resultante es igual a la característica 3-D del pezón original en la representación 3-D original. Además, la representación 3-D de la areola y la característica del pezón en la representación 3-D original podrían añadirse a la simulación 3-D con la forma de la mama 3-D resultante en la ubicación determinada del pezón 3-D resultante. Además, podría añadirse el color de la areola y el pezón de la representación 3-D original al resultado simulado.

La ubicación resultante del pezón depende de la ubicación original del pezón reconocida en la representación 3-D. Al igual que la línea de pliegue de la mama, la posición del pezón resultante también podría ajustarse en la dirección superior, inferior, lateral, medial o en cualquier combinación de estas direcciones.

La posición 3-D resultante del pezón puede determinarse de varias maneras. Por ejemplo, el desplazamiento del pezón resultante desde la posición original del pezón puede determinarse a lo largo de dos direcciones, es decir, la dirección de medial a lateral y la dirección de inferior a superior.

La figura 15 muestra el desplazamiento de medial a lateral del pezón resultante en la forma de la mama resultante mediante la determinación de un vector 1510, 1512 perpendicular a la pared torácica 1060 que biseca la posición del pezón original 110, 112. Este vector está definido en el plano transversal. La posición del pezón resultante 1520, 1522 es el punto de intersección del vector con la forma de mama resultante.

La figura 16 muestra desplazamiento de inferior a superior del pezón resultante 1610 en la forma de la mama resultante (1420) mediante la determinación de la distancia 1620 entre el pezón 112 y la clavícula 162 en un plano paralelo al plano sagital medio en la representación 3-D original 720, a la vez que se conserva la distancia entre el pezón y la clavícula en la superficie 3-D de la forma de mama 3-D resultante en un plano paralelo al plano sagital medio (es decir, las dos líneas 1620 son de longitud constante).

La figura 17 muestra un método alternativo para determinar el desplazamiento de inferior a superior resultante en la forma de la mama resultante comparando las posiciones de pezón de dos representaciones 3-D. En la primera representación 3-D 1710, los brazos están en las proximidades de las caderas; las características y la posición del pezón 3-D se identifican en relación con los mismos parámetros torácicos (la primera representación 3-D también se denomina la representación 3-D en el presente documento). En la segunda representación 3-D 1720, los brazos se elevan por encima de la cabeza de la paciente; las características y la posición 3-D del pezón se identifican en relación con algunos parámetros torácicos. El desplazamiento de inferior a superior de la posición del pezón se determina entonces tomando la diferencia de posición en las alturas de pezón correspondientes (es decir, se determina por la diferencia en las líneas 1730).

Tal como apreciará un experto habitual en la técnica, podrían realizarse o implementarse de otro modo diversos cambios, sustituciones y alteraciones sin apartarse de los principios de la presente invención. Los métodos descritos podrían programarse en un código informático ejecutable y almacenarse en un medio informático o medio de almacenamiento. Las etapas del método también podrían ser códigos en diversos módulos (independientes), incluyendo cada uno, una o más etapas del método tales como, por ejemplo, un módulo de medición, un módulo de reconocimiento de características, un módulo de asimetría, un módulo de volumen de la mama, un módulo de orientación, un módulo de simulación mediante el cual podría distinguirse adicionalmente un módulo de simulación de la forma de la mama o un módulo de simulación del pezón, o similares. Los métodos o partes de las etapas como módulos también podrían integrarse en chips semiconductores o informáticos capaces de realizar o ejecutar las etapas del método, por lo que podría recurrirse a los algoritmos de chips y ejecutarlos como parte de un sistema integrado. Los chips podrían usarse, por ejemplo, en dispositivos de diagnóstico u obtención de imágenes de la mama o en sistemas informáticos. En otras palabras, las etapas de los métodos podrían ser módulos o medios individuales para ejecutar las etapas de los métodos. Por consiguiente, el alcance de la invención debe determinarse por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Método implementado por ordenador de determinación de mediciones de la mama de manera automática a partir de una representación tridimensional (3-D) de la parte superior de un torso, comprendiendo el método las etapas de
- 5
- (a) reconocer automáticamente a partir de dicha representación 3-D un primer conjunto de características y ubicaciones 3-D de dicha parte superior del torso mediante el análisis del contorno de dicha representación 3-D;
- 10
- (b) reconocer un segundo conjunto de características y ubicaciones 3-D de dicha parte superior del torso a partir de dicho primer conjunto de características y ubicaciones 3-D reconocidas; y
- (c) determinar una pluralidad de mediciones 3-D de superficie relacionadas con la mama usando al menos algunas de dichas características y ubicaciones 3-D, o determinar una pluralidad de distancias directas, de punto a punto, relacionadas con la mama usando al menos algunas de dichas características y ubicaciones 3-D, o determinando una combinación de las mismas.
- 15
2. Método según la reivindicación 1, en el que dicho primer conjunto de características y posiciones 3-D reconocidas se refieren a uno o ambos pezones (110, 112), una o más líneas axilares anteriores, el ombligo (120), una o más características faciales (410, 420, 422, 430, 432, 440, 442), el cuello, o cualquier combinación de las mismas.
- 20
3. Método según la reivindicación 1, en el que dicho segundo conjunto de características y posiciones 3-D reconocidas se refieren a la horquilla esternal (150), el esternón (170), una o más clavículas (160, 162), uno o más parámetros de la pared torácica, una línea media de la parte superior de un torso, un plano frontal, una o ambas areolas (180, 182), una o más líneas de pliegue de la mama, una o más líneas axilares anteriores, o cualquier combinación de las mismas.
- 25
4. Método según la reivindicación 3, en el que dicha línea media de la parte superior del torso se determina a partir de al menos una de dichas clavículas, dicha horquilla esternal, una o más de dichas líneas de pliegue de la mama, dicho esternón o uno o más de dichos parámetros de la pared torácica.
- 30
5. Método según la reivindicación 3, en el que dicho plano frontal se determina a partir de al menos una de dichas clavículas, dicha horquilla esternal, dicha línea media de la parte superior del torso, una o más de dichas líneas axilares, una o más de dichas líneas de pliegue de la mama, dicho esternón o uno o más parámetros de la pared torácica.
- 35
6. Método según la reivindicación 1, que comprende además determinar una línea media de la parte superior de un torso o un plano frontal de dicha parte superior del torso definido por al menos uno de dicho segundo conjunto de características y ubicaciones 3-D reconocidas, o determinar una combinación de dicha línea media de la parte superior del torso y dicho plano frontal.
- 40
7. Método según la reivindicación 6, en el que una de dichas distancias de punto a punto relacionadas con la mama es un primer diámetro de areola paralelo a un plano transversal, por lo que dicho plano transversal se define como el plano ortogonal tanto a dicho plano frontal como a dicha línea media de la parte superior del torso, o una de dichas distancias de punto a punto relacionadas con la mama es un segundo diámetro de areola paralelo al plano sagital medio, por lo que dicho plano sagital medio se define como el plano ortogonal a los planos tanto frontal como transversal, o una combinación de ambos diámetros de areola.
- 45
- 50

FIG. 1

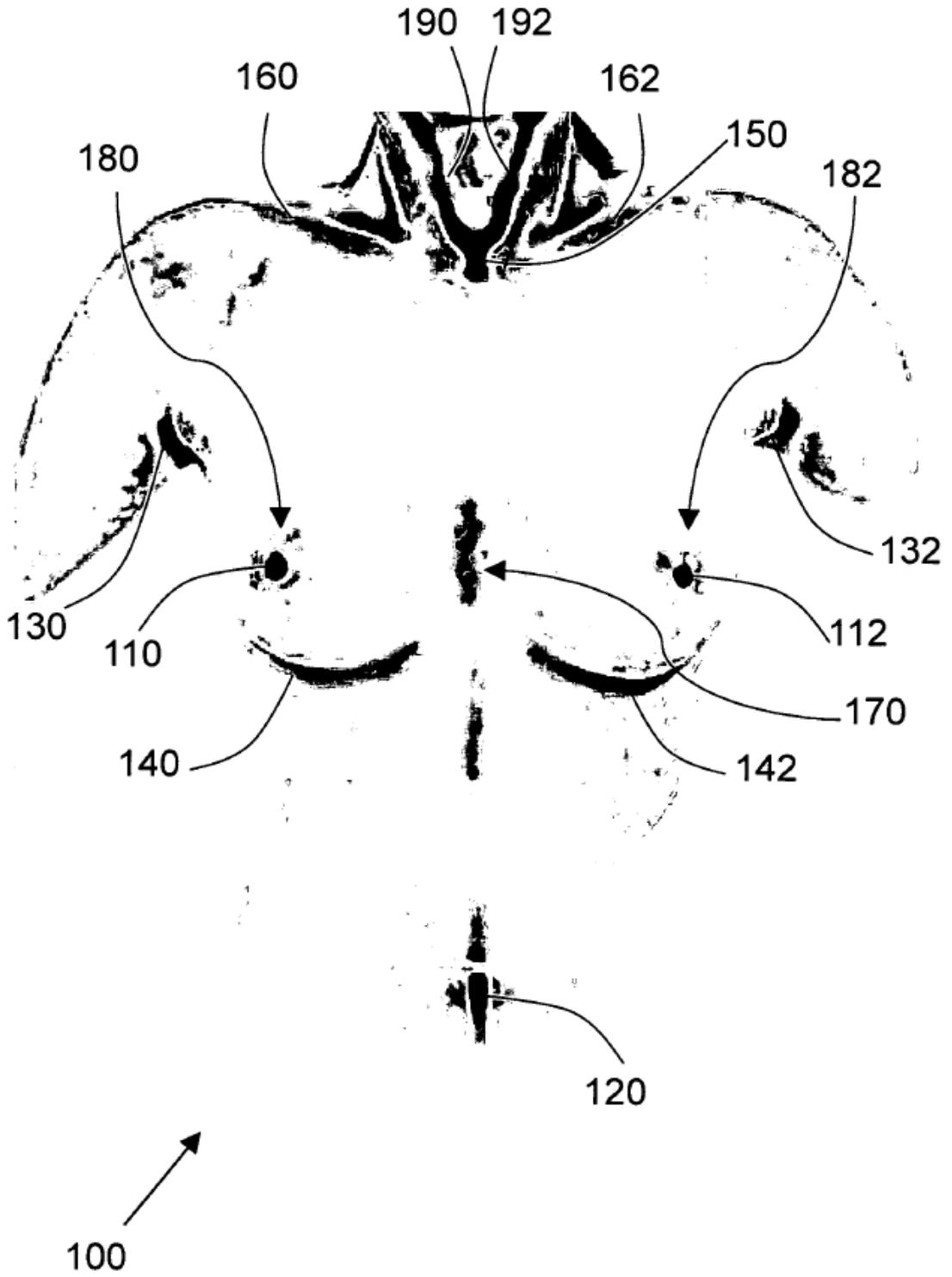


FIG. 2

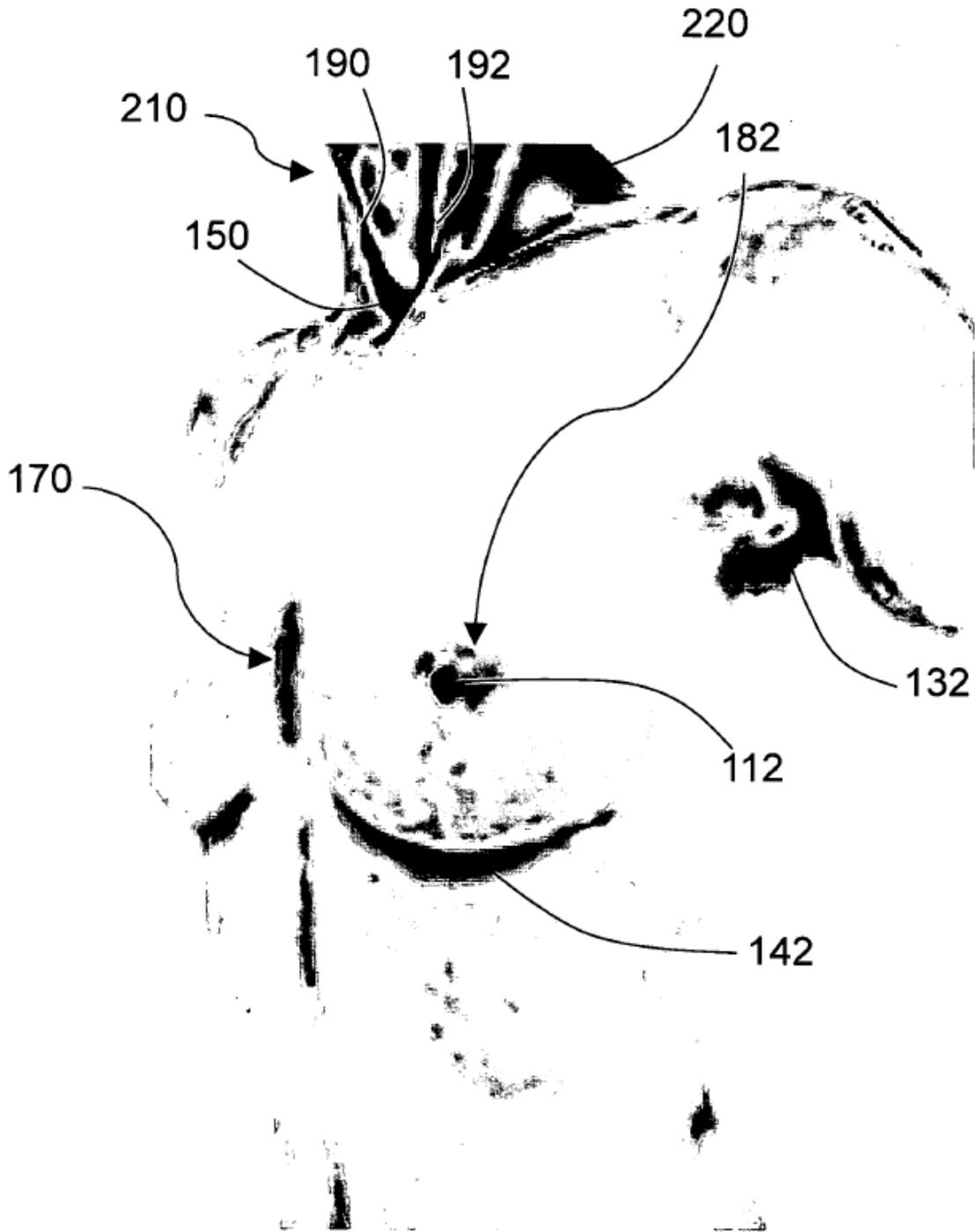


FIG. 3

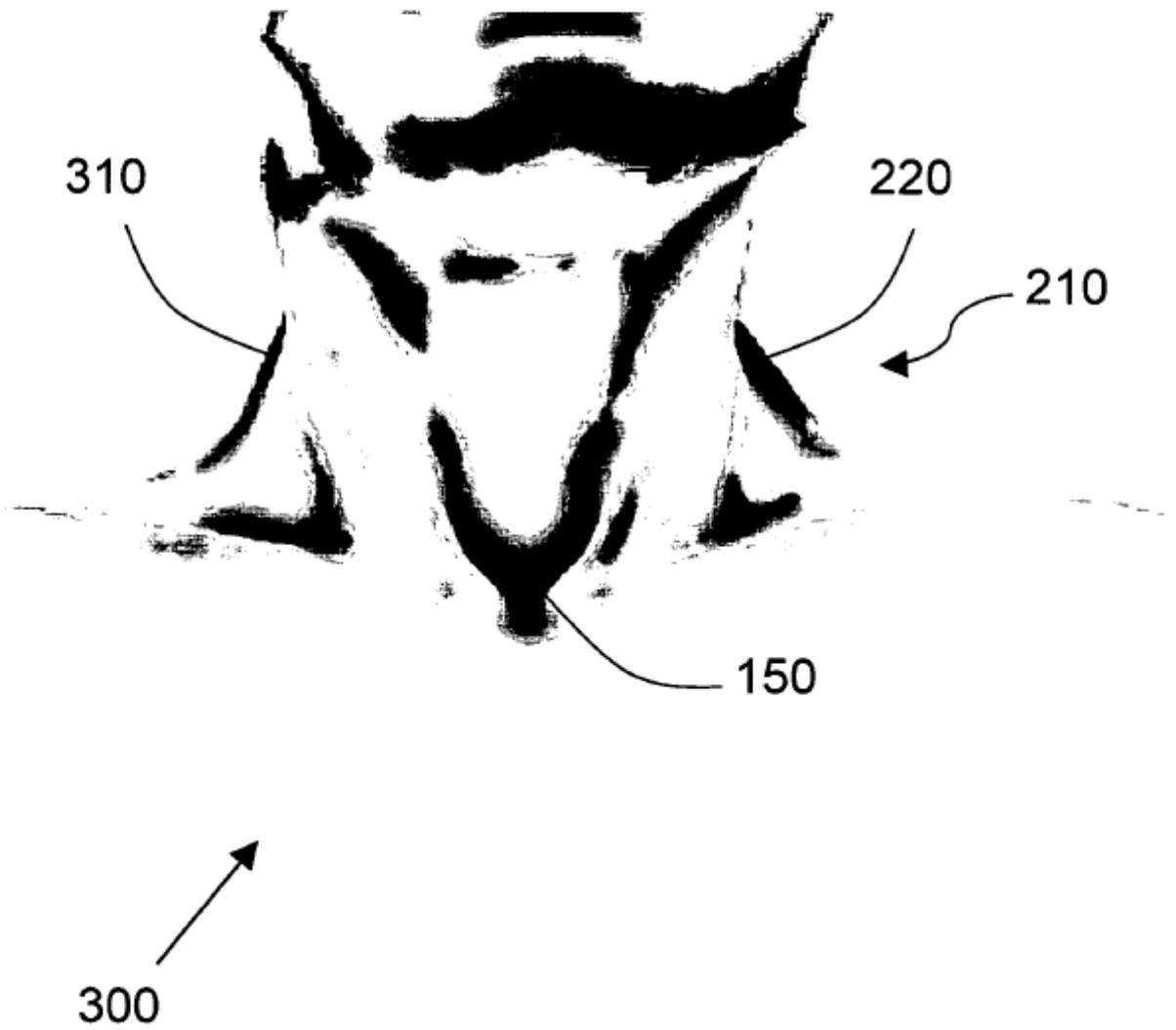


FIG. 4

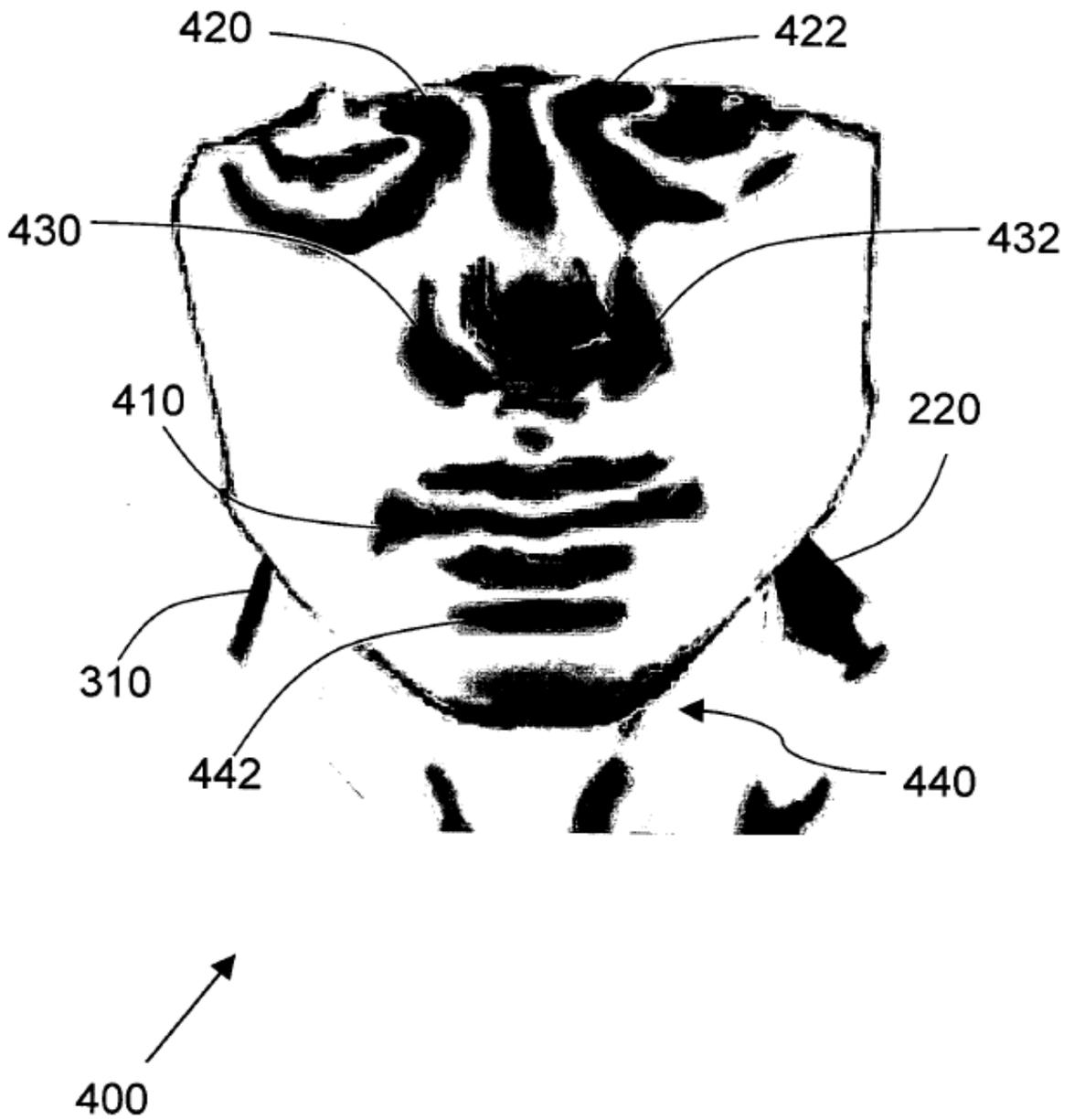


FIG. 5

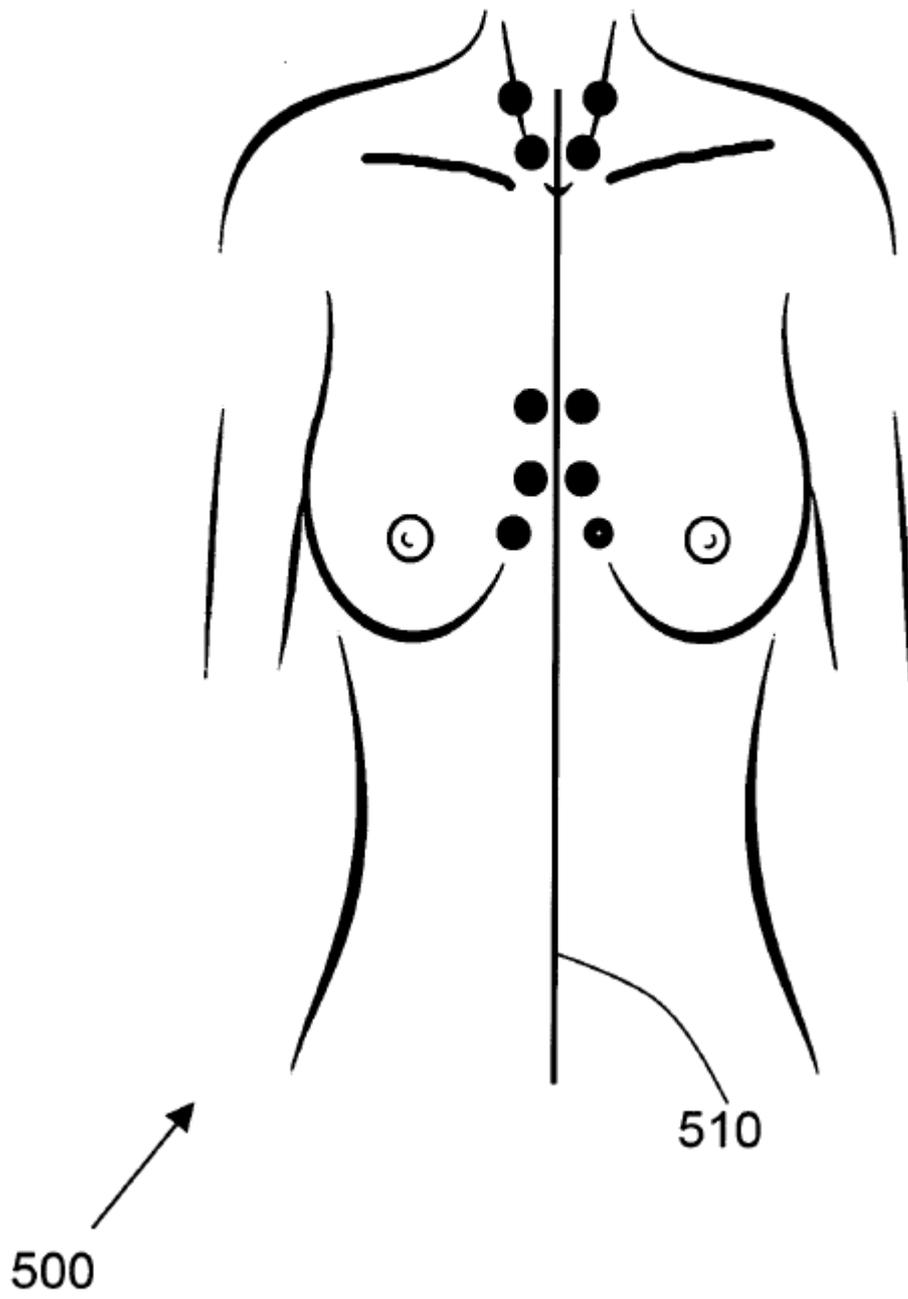


FIG. 6

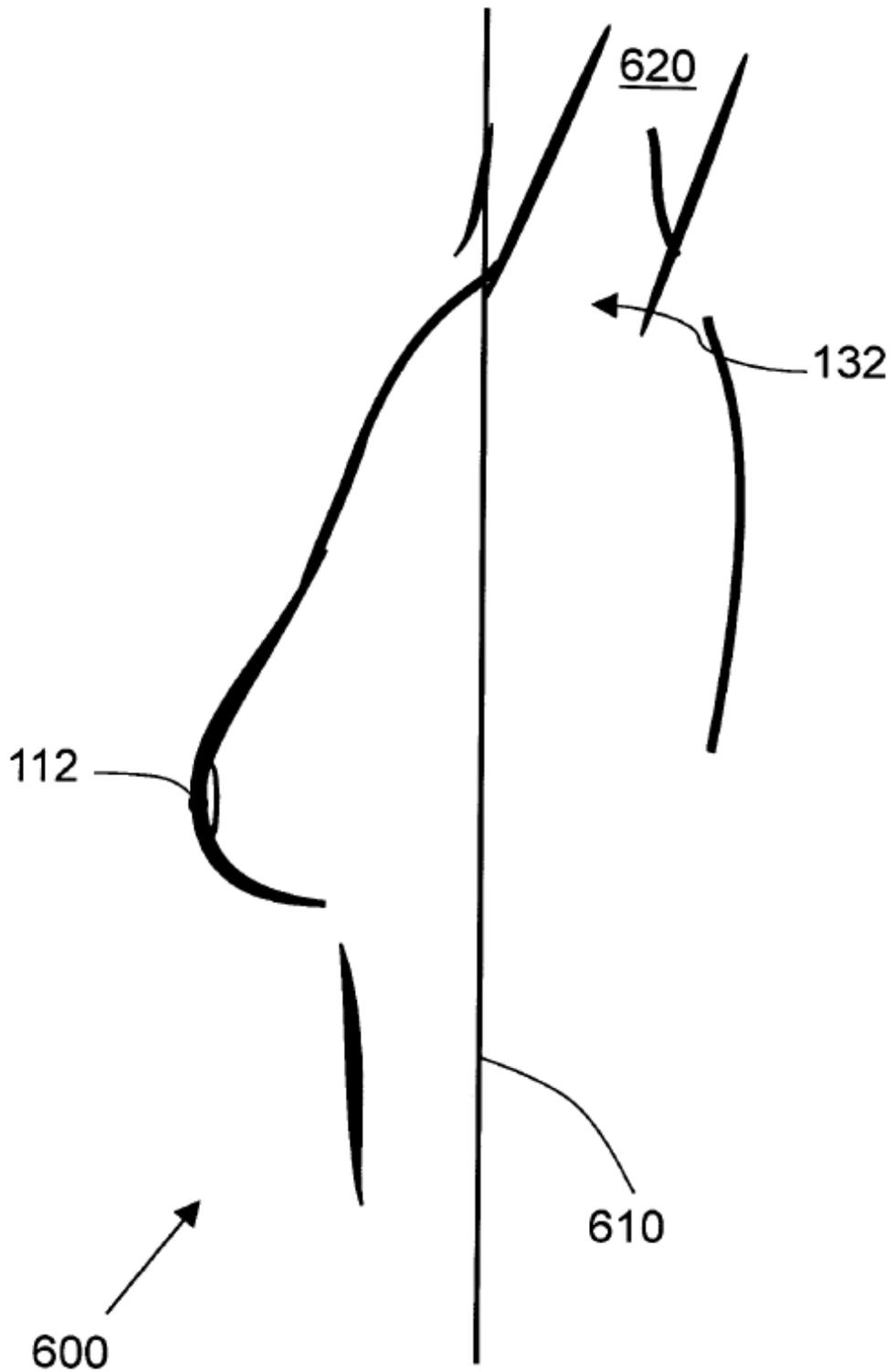
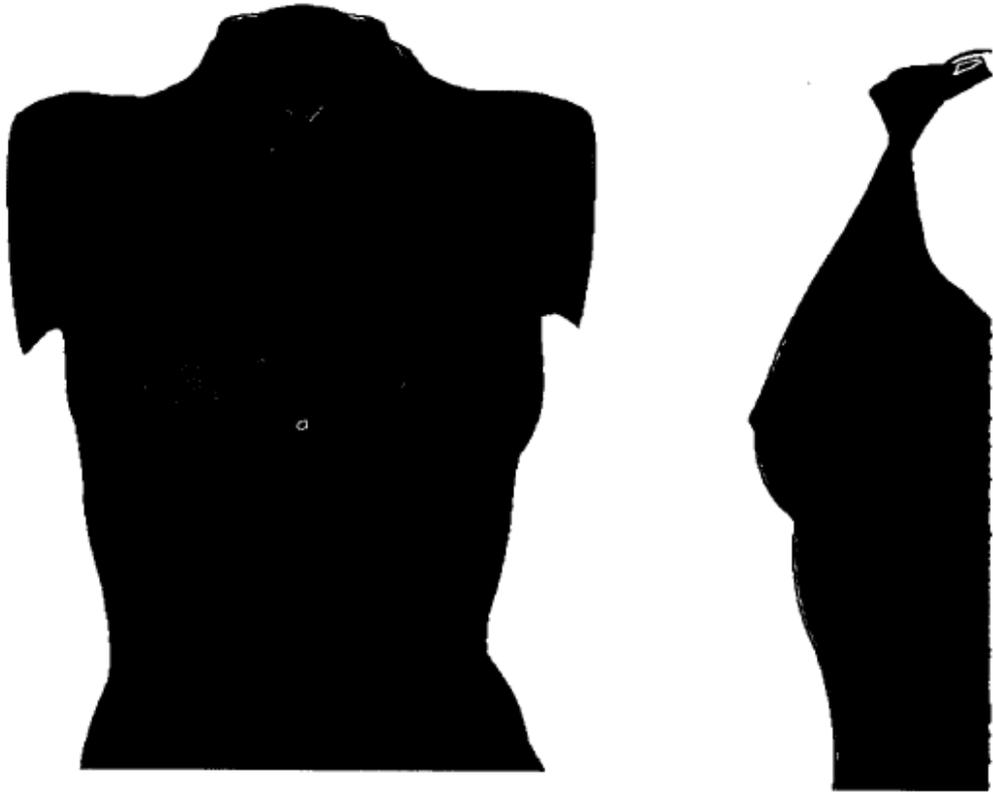


FIG. 7



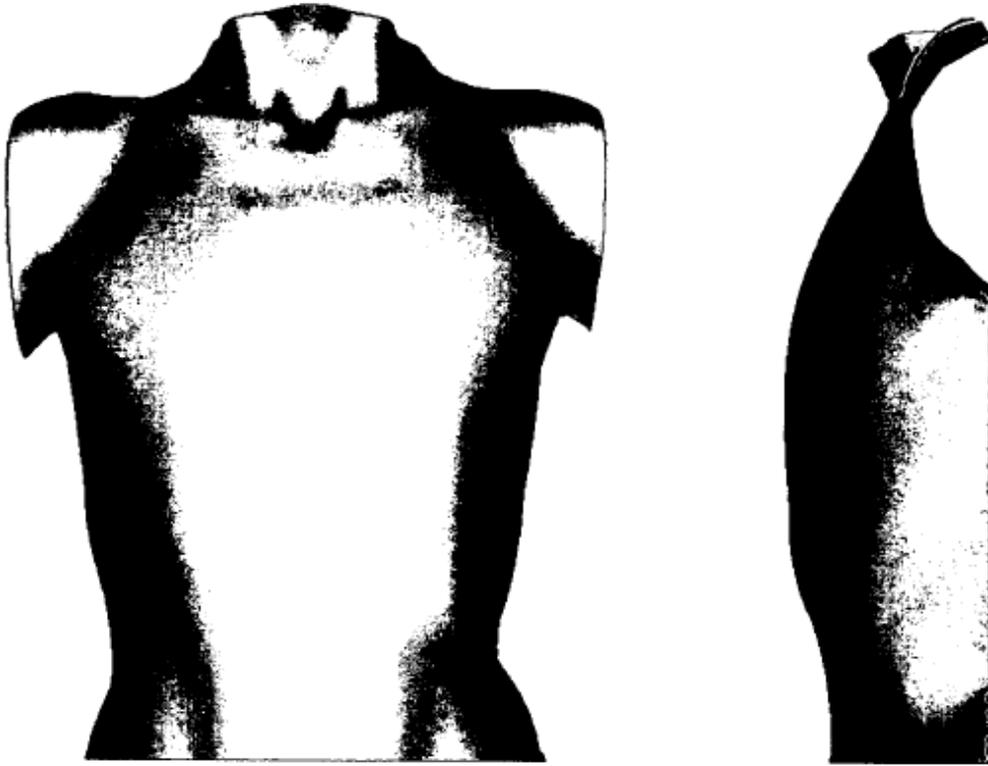
710

720



730

FIG. 8



810

820



830

FIG. 9

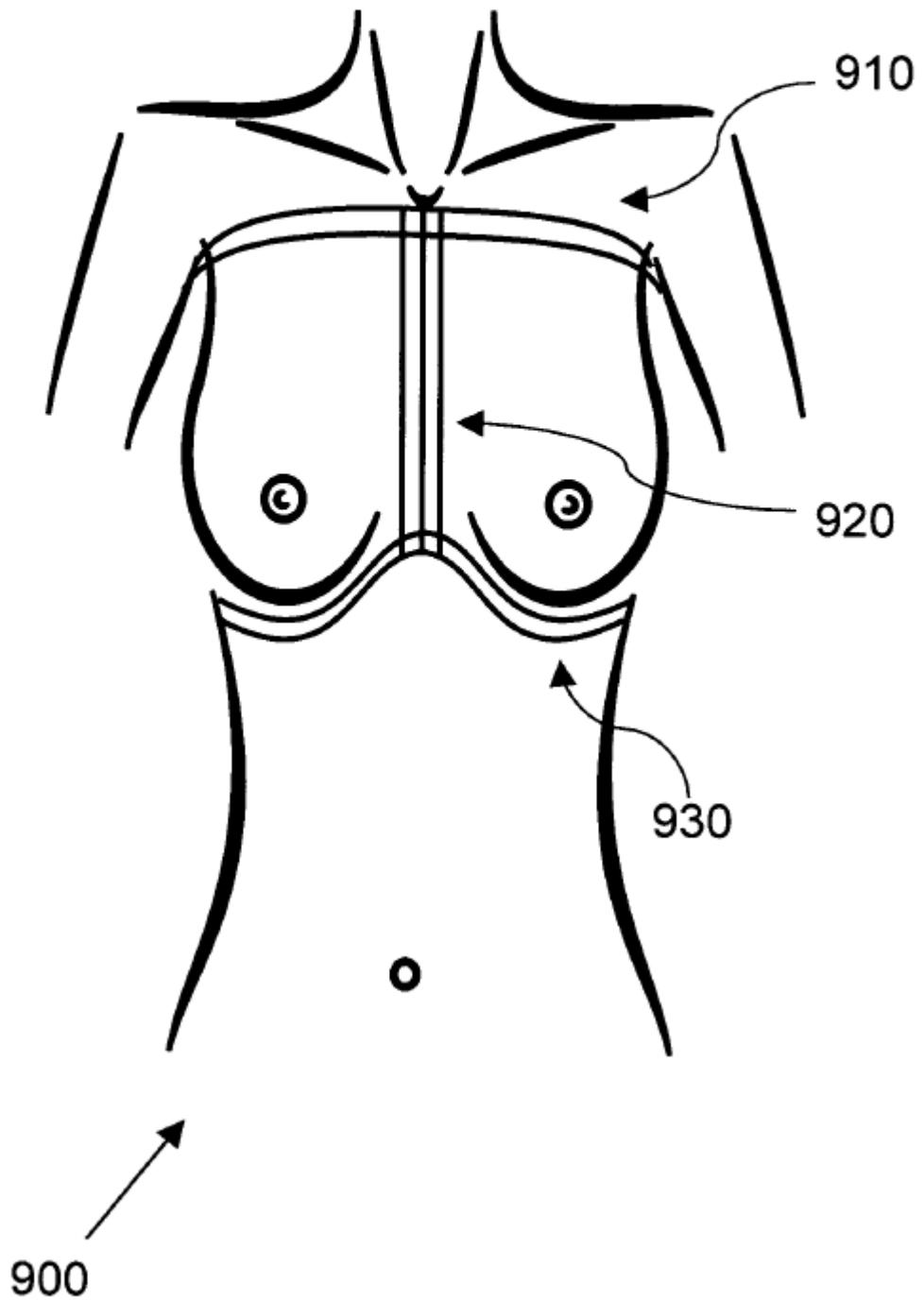


FIG. 10

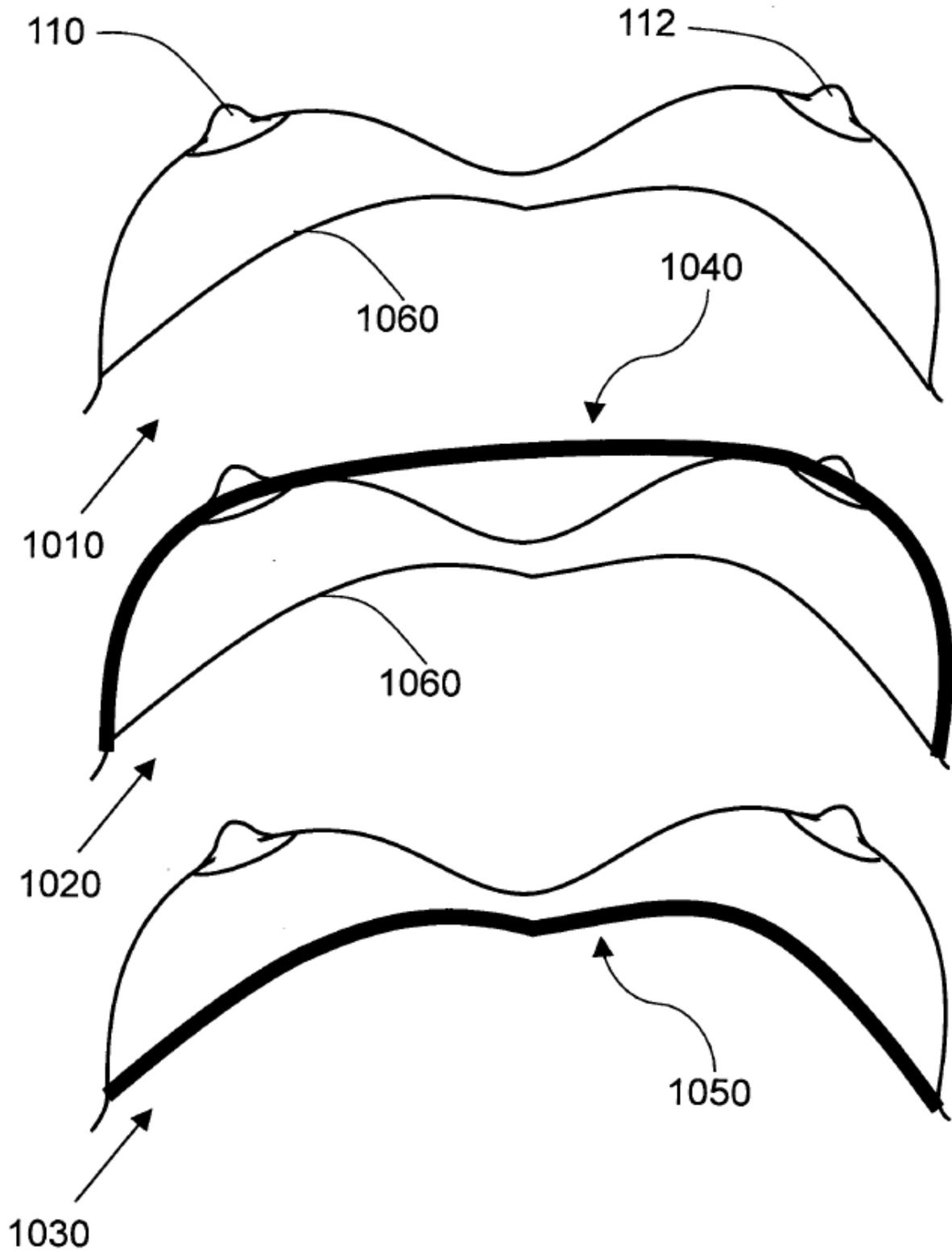


FIG. 11

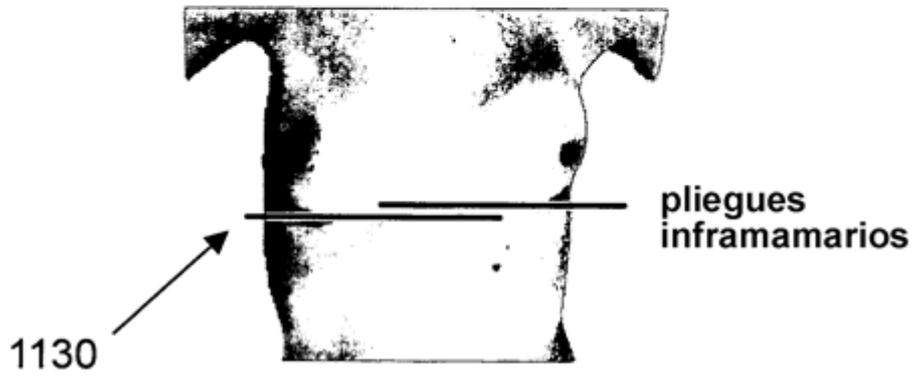
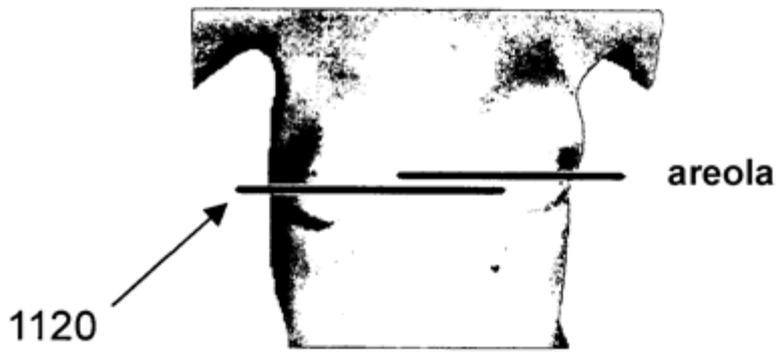
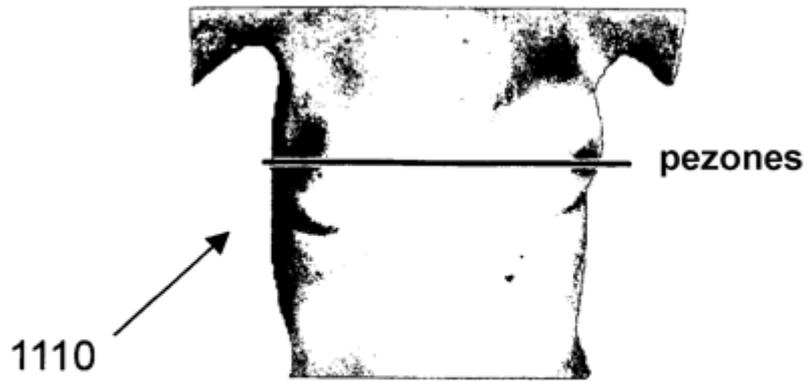


FIG. 12

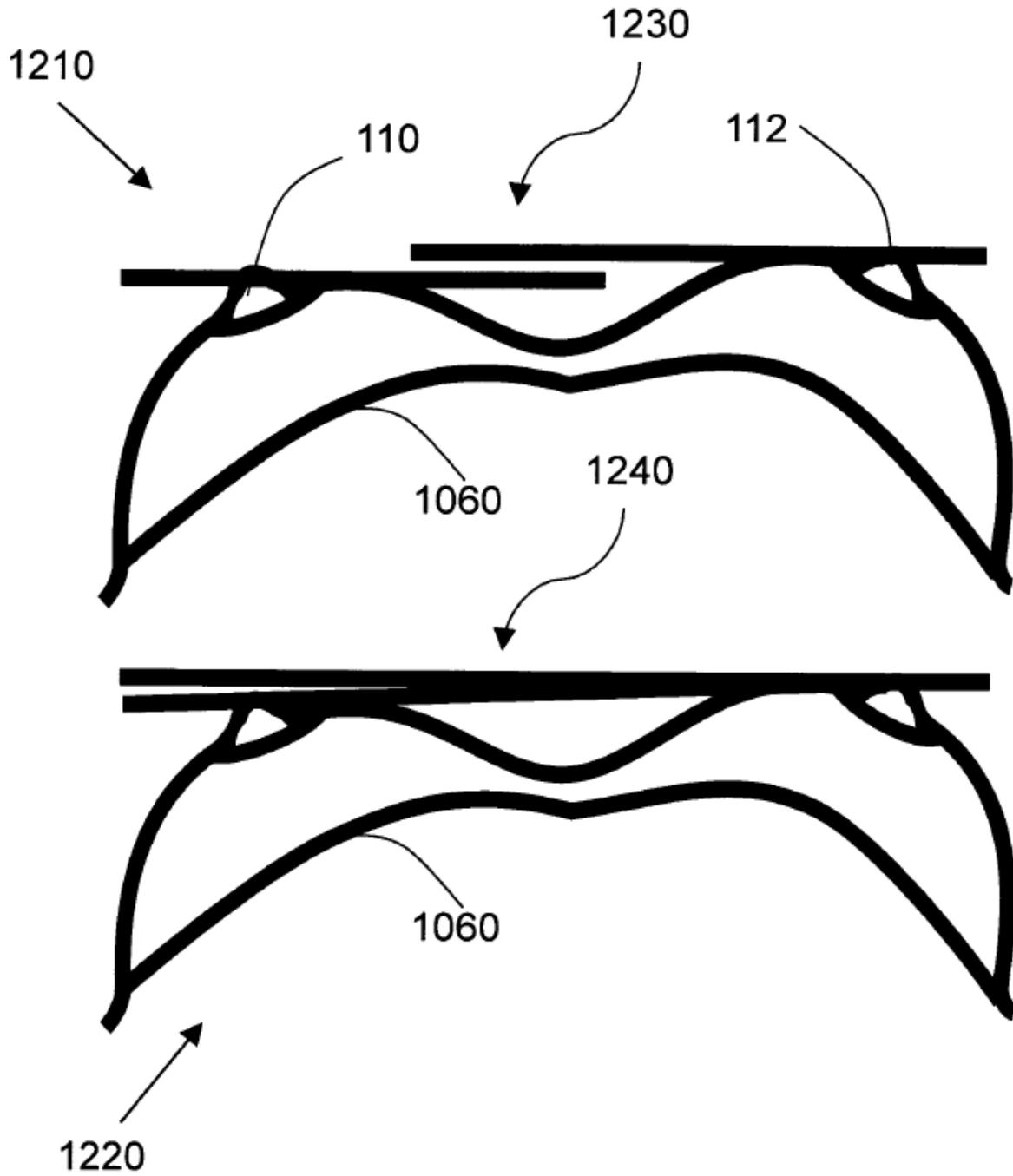


FIG. 13

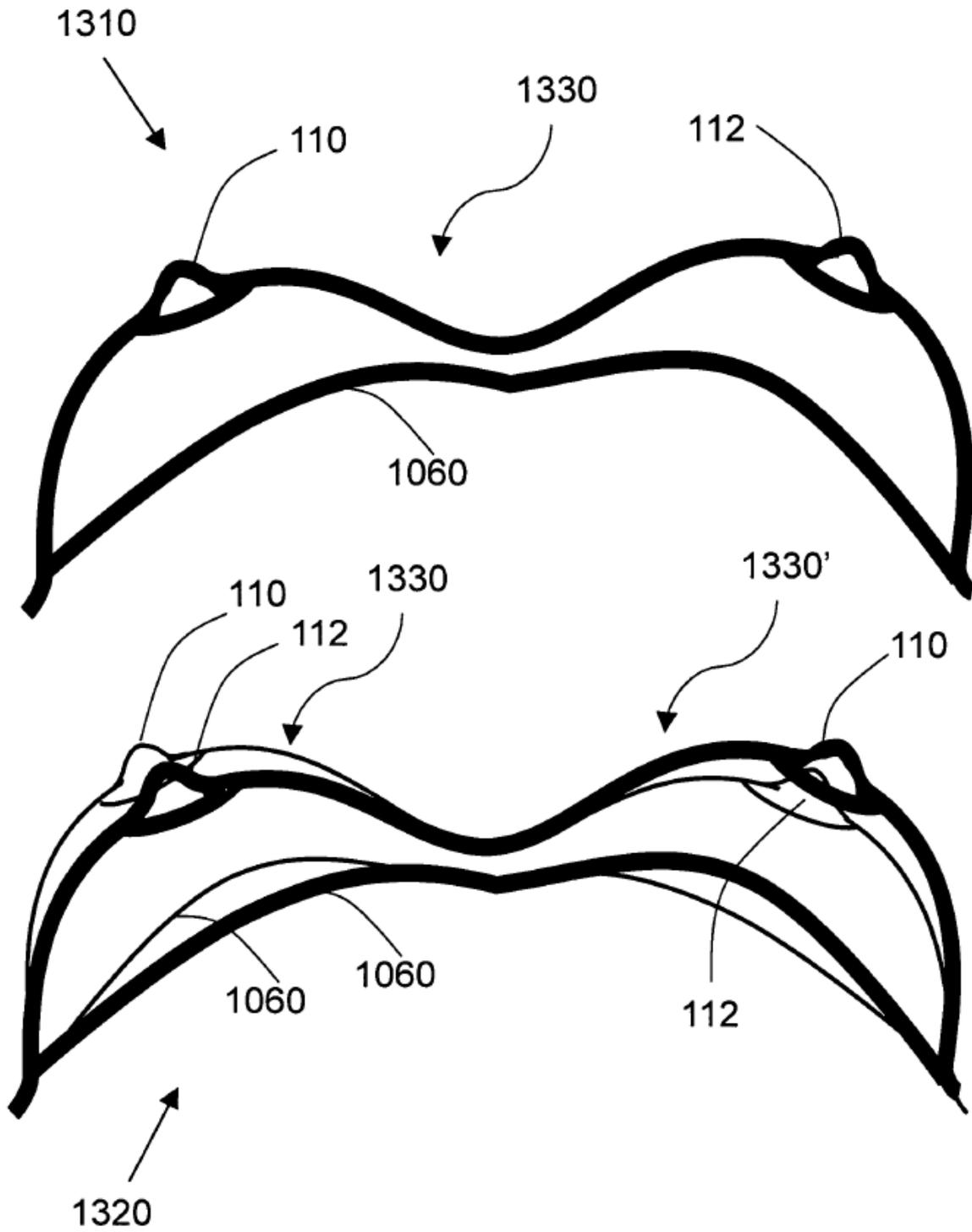
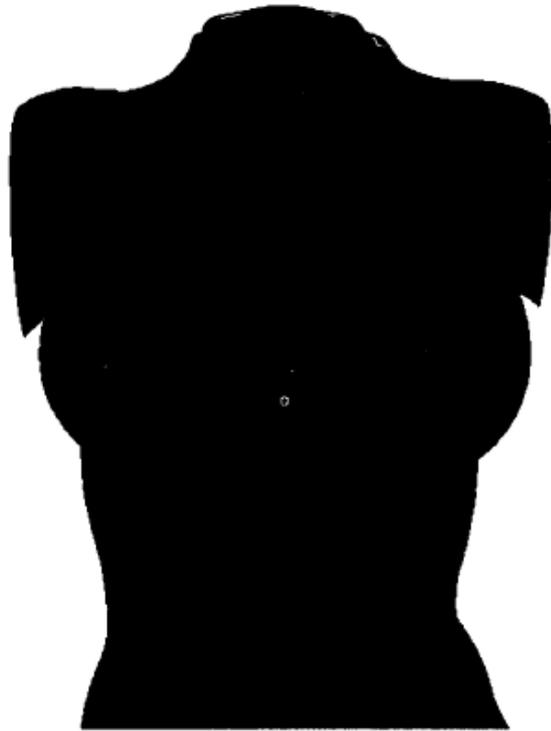


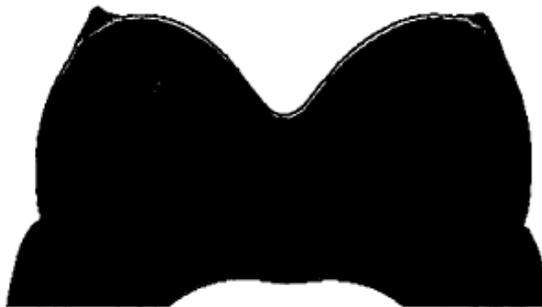
FIG. 14



1410



1420



1430

FIG. 15

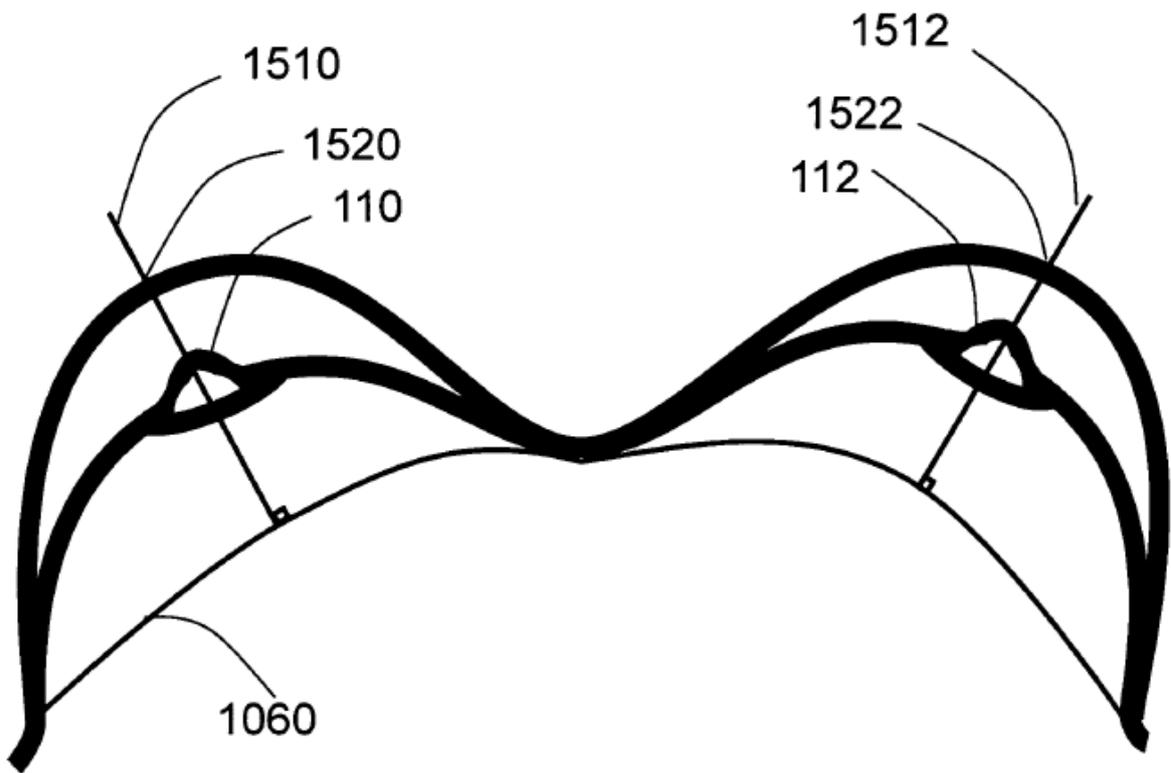


FIG. 16

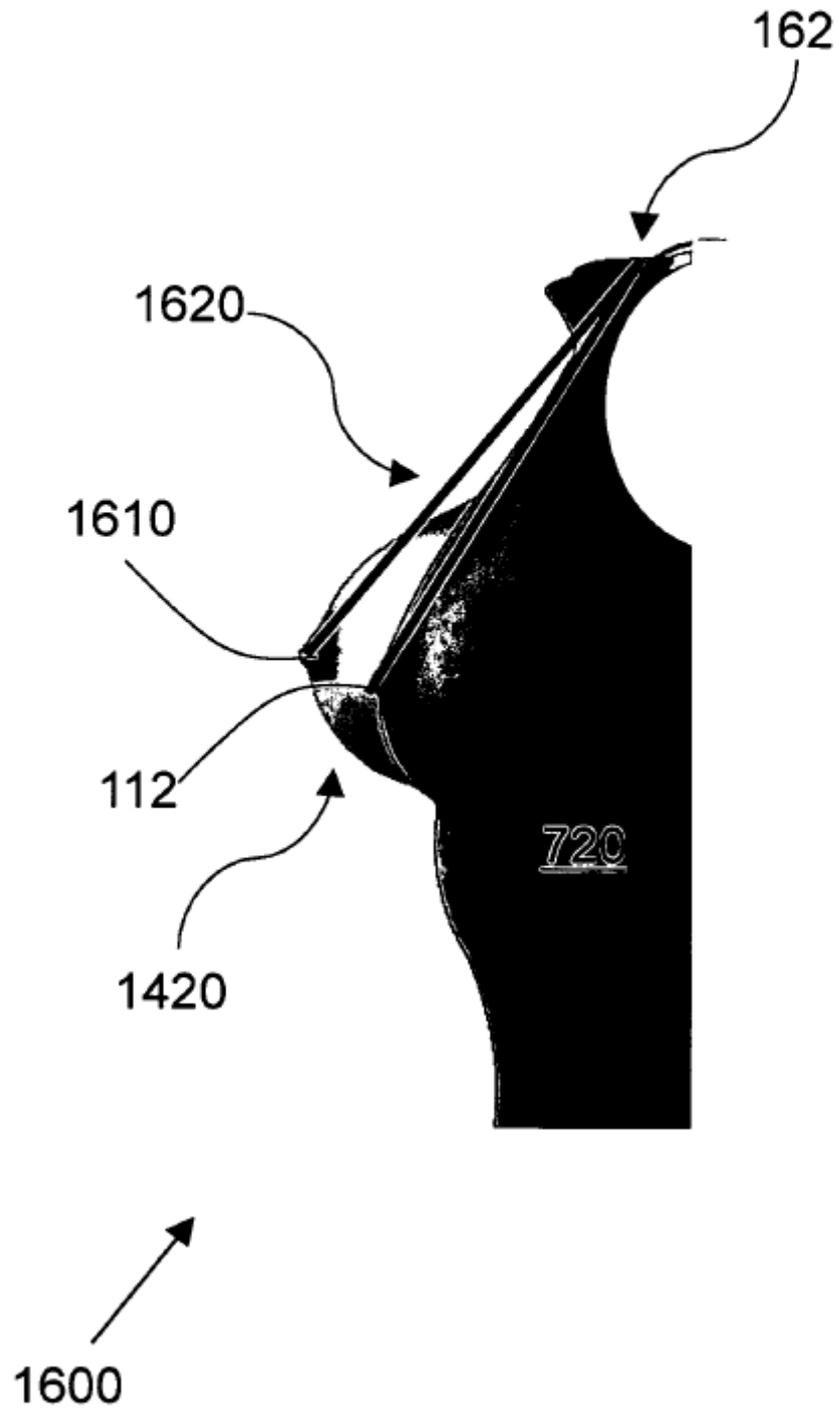


FIG. 17

