

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 706**

51 Int. Cl.:

**G09B 23/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2016** E 16193863 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** EP 3156989

54 Título: **Costillas tridimensionales y método de impresión tridimensional de costillas para maniquí para pruebas de choque**

30 Prioridad:

**14.10.2015 US 201562241548 P**

**13.10.2016 US 201615293100**

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

**10.10.2018**

73 Titular/es:

**HUMANETICS INNOVATIVE SOLUTIONS, INC.**  
**(100.0%)**

**23300 Haggerty Road**  
**Farmington Hills, MI 48335 , US**

72 Inventor/es:

**BEEBE, MICHAEL S. y**  
**VARA, THOMAS M.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 685 706 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

Costillas tridimensionales y método de impresión tridimensional de costillas para maniquí para pruebas de choque

### 5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos, en tramitación, número de serie 62/241.548, presentada el 14 de octubre de 2015.

### 10 Antecedentes de la invención

#### 1. Campo de la invención

15 La presente invención se refiere en general a maniqués para pruebas de choque y, más en concreto, a costillas tridimensionales y un método de impresión tridimensional de costillas para un maniquí para pruebas de choque.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

20 Los fabricantes de automóviles, aviones y otros vehículos realizan una amplia variedad de pruebas de colisión para medir los efectos de una colisión en un vehículo y sus ocupantes. Mediante pruebas de colisión, un fabricante de vehículos obtiene valiosa información que puede ser utilizada para mejorar el vehículo, las autoridades examinan los vehículos para conceder la homologación, y las organizaciones de consumidores proporcionan al público información acerca de las clasificaciones de seguridad de los vehículos.

25 Las pruebas de colisión a menudo implican el uso de dispositivos antropomórficos de pruebas, más conocidos como "maniqués para pruebas de choque", para hacer una estimación del riesgo de lesión de una persona. Los maniqués deben poseer las propiedades mecánicas generales, las dimensiones, las masas, las articulaciones y la rigidez de articulaciones de los humanos de interés. Además, deben poseer suficiente sensibilidad y similitud de respuesta al impacto mecánico para hacer que interactúen con el interior del vehículo de forma parecida a la humana.

30 El maniquí para pruebas de choque incluye típicamente un conjunto de cabeza, un conjunto de columna vertebral (incluyendo cuello), un conjunto de caja torácica, abdomen, un conjunto de pelvis, conjuntos de brazos derecho e izquierdo, y conjuntos de piernas derecha e izquierda. Por lo general, el conjunto de caja torácica incluye una pluralidad de costillas. Las costillas están unidas de ordinario al conjunto de columna vertebral.

35 Las impresoras tridimensionales (3D) y los sistemas rápidos de desarrollo de prototipos (RP) se usan actualmente primariamente para producir de forma rápida objetos y piezas prototipo a partir de herramientas de diseño 3D asistido por ordenador (CAD). La mayoría de los sistemas RP utilizan un método aditivo de capa a capa para formar partes uniendo materiales líquidos, en polvo o laminares para formar objetos físicos. Los datos referenciados con el fin de crear las capas son generados a partir de un sistema CAD usando secciones transversales horizontales finas de un modelo CAD.

45 Actualmente, las costillas del maniquí para pruebas de choque usan amortiguamiento de "capa libre". Este tipo de construcción usa material amortiguador al interior de una banda de acero 1095 estándar para crear la costilla. Sin embargo, es deseable hacer costillas que tengan forma más parecida a la humana. Así, se necesitan en la técnica nuevas costillas que tengan amortiguamiento de capa retenida hecho por un proceso de impresión tridimensional para un maniquí para pruebas de choque. Las costillas tridimensionales impresas son conocidas a partir de Hannah Rose Mendoza: "Training Pediatric Surgeons Using 3D Printer Rib Cages", 3Dprint.com, 3 noviembre 2014 (2014-11-03), recuperado de Internet: URL:<https://3dprint.com/22767/3d-printed-rib-cage/> y a partir de Amit Chowdhry: "How Surgeons Implanted 3D-Printed Titanium Rib In A Cancer Patient", Forbes, 19 septiembre 2015 (2015-09-19), recuperado de Internet: URL:<http://www.forbes.com/sites/amitchowdhry/2015/09/19/how-surgeons-implanted-3d-printed-titanium-ribs-in-a-cancer-patient/#3ca5de9a9a09>.

### 55 Resumen de la invención

Consiguientemente, la presente invención proporciona una costilla tridimensional para un maniquí para pruebas de choque. La costilla incluye al menos dos capas de un material de banda y una capa de material amortiguador intercalada entre las al menos dos capas del material de banda.

60 Además, la presente invención proporciona un método de hacer una costilla tridimensional para un maniquí para pruebas de choque. El método incluye el paso de proporcionar una impresora tridimensional. El método también incluye los pasos de hacer un modelo CAD de la costilla e imprimir, por la impresora tridimensional, la costilla con al menos dos capas de un material de banda y una capa de material amortiguador intercalada entre las al menos dos capas del material de banda.

65

Además, la presente invención proporciona un conjunto de caja torácica para un maniquí para pruebas de choque incluyendo una pluralidad de costillas tridimensionales. Cada costilla incluye al menos dos capas de un material de banda y una capa de material amortiguador intercalada entre las al menos dos capas del material de banda.

5 Además, la presente invención proporciona un maniquí para pruebas de choque incluyendo un cuerpo y un conjunto de caja torácica operativamente montado en el cuerpo. El conjunto de caja torácica incluye una pluralidad de costillas tridimensionales. Cada una de las costillas incluye al menos dos capas de un material de banda y una capa de material amortiguador intercalada entre las al menos dos capas del material de banda.

10 Una ventaja de la presente invención es que se facilita una nueva costilla tridimensional para un maniquí para pruebas de choque. Otra ventaja de la presente invención es que la costilla incluye al menos dos capas de un material de banda y una capa de material amortiguador intercalada entre las capas del material de banda para proporcionar una costilla tridimensional que tiene amortiguamiento de capa retenida. Otra ventaja adicional de la presente invención es que se usa un proceso de impresión tridimensional para hacer costillas más parecidas a las humanas que antes. Otra ventaja adicional de la presente invención es que el proceso de impresión tridimensional permite la impresión de al menos dos materiales diferentes en una impresión.

15 Otras características y ventajas de la presente invención se apreciarán fácilmente, cuando ésta se entienda mejor, después de la lectura de la descripción siguiente tomada en unión con los dibujos acompañantes.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización de un conjunto de caja torácica, según la presente invención, ilustrado en relación operativa con un maniquí para pruebas de choque.

25 La figura 2 es una vista lateral del conjunto de caja torácica ilustrado en relación operativa con el maniquí para pruebas de choque de la figura 1.

30 La figura 3 es una vista superior de una realización de una costilla tridimensional para el conjunto de caja torácica de las figuras 1 y 2.

La figura 4 es una vista lateral de la costilla tridimensional de la figura 3.

35 La figura 5 es una vista superior de otra realización de una costilla tridimensional para el conjunto de caja torácica de las figuras 1 y 2.

La figura 6 es una vista lateral de la costilla tridimensional de la figura 5.

40 La figura 7 es una vista esquemática de una realización de un sistema de impresión tridimensional para imprimir las costillas tridimensionales de las figuras 3 a 6.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un método, según la presente invención, para impresión tridimensional de las costillas tridimensionales de las figuras 3 a 6.

45 **Descripción de la realización o realizaciones preferidas**

Con referencia a los dibujos y en particular a las figuras 1 y 2, una realización de un maniquí para pruebas de choque, indicado en general en 12. El maniquí para pruebas de choque 12 es de tipo femenino de quinto percentil (5%) y se ilustra en una posición sentada. Este maniquí para pruebas de choque 12 se usa principalmente para probar el rendimiento del interior del automóvil y de los sistemas de retención para adultos sentados en los asientos delanteros y traseros. El tamaño y el peso del maniquí para pruebas de choque 12 se basan en estudios antropométricos, que llevan a cabo típicamente por separado las organizaciones siguientes: Instituto de Investigación para el Transporte de la Universidad de Michigan (UMTRI), Estudio Antropométrico Militar de Estados Unidos (ANSUR), y Centro Civil de Antropometría Superficial Americano y Europeo (CESAR). Se deberá apreciar que los rangos de movimientos, los centros de gravedad y las masas segmentales simulan los de los sujetos humanos definidos por los datos antropométricos.

60 Como se ilustra en las figuras 1 y 2, el maniquí para pruebas de choque 12 incluye un conjunto de cabeza 14, que incluye un cráneo de plástico de una pieza, un núcleo de instrumentación, y una piel de vinilo. El núcleo de instrumentación es extraíble para acceso a la instrumentación de cabeza contenida dentro del conjunto de cabeza 14.

65 El maniquí para pruebas de choque 12 también incluye un conjunto de columna vertebral 15 que tiene un extremo superior montado en el conjunto de cabeza 14 por un bloque de inclinación de cabeza (no representado) y una articulación de inclinación de cabeza (no representada). El conjunto de columna vertebral 15 tiene un extremo

inferior que se extiende a una zona de torso del maniquí para pruebas de choque 12 y está conectado a una pieza soldada de montaje en columna vertebral (no representada) por un conjunto adaptador (no representado).

El maniquí para pruebas de choque 12 incluye un torso o conjunto de caja torácica 16 conectado al conjunto de columna vertebral 15. El conjunto de columna vertebral 15 también incluye un cuello (no representado) conectado al conjunto de cabeza 14 y una caja de columna vertebral (no representada) conectada al cuello. El cuello tiene un extremo inferior conectado por un montaje adecuado, tal como uno o más sujetadores (no representados), a la caja de columna vertebral. Se deberá apreciar que los sujetadores enganchan a rosca agujeros (no representados) en la caja de columna vertebral para fijar el cuello a la caja de columna vertebral. El maniquí para pruebas de choque 12 también tiene un par de conjuntos de brazo incluyendo un conjunto de brazo derecho 18 y un conjunto de brazo izquierdo 20, que están montados en el maniquí para pruebas de choque 12. El conjunto de brazo izquierdo 20 incluye una articulación de clavícula (no representada), que conecta una clavícula (no representada) a la parte superior del conjunto de columna vertebral 15. Se deberá apreciar que el conjunto de brazo derecho 18 se forma de manera similar.

Como se ilustra en las figuras 1 y 2, un extremo inferior de la columna vertebral lumbar está conectado a un adaptador lumbar-torácico (no representado), que está conectado a un adaptador lumbar a pélvico (no representado). El maniquí para pruebas de choque 12 incluye un conjunto de pelvis 22 conectado al adaptador. El maniquí para pruebas de choque 12 también incluye un conjunto de pierna derecha 24 y un conjunto de pierna izquierda 26, que están montados en el conjunto de pelvis 22. Se deberá apreciar que varios componentes del maniquí para pruebas de choque 12 están cubiertos con un forro de uretano tal como un conjunto de carne y piel (no representado) para mejor acoplamiento con el esqueleto del maniquí para pruebas de choque 12. También se deberá apreciar que un aro elevador (no representado) puede ir montado en el conjunto de cabeza 14 para introducir y sacar el maniquí para pruebas de choque 12 de los dispositivos de prueba y los vehículos.

Con referencia a las figuras 1 y 2, el conjunto de caja torácica 16 incluye una o varias costillas tridimensionales 36. Las costillas 36 se extienden entre la caja de columna vertebral y un esternón 34. Como se ilustra en una realización en las figuras 3 y 4 con respecto a una costilla #3 y otra realización de las figuras 5 y 6 con respecto a una costilla #4, las costillas 36 están arqueadas en general y son de forma rectangular, pero pueden ser de cualquier forma adecuada. Las costillas 36 están verticalmente espaciadas a lo largo de la caja de columna vertebral y el esternón 34. Las costillas 36 están conectadas a la caja de columna vertebral y el esternón 34 por un mecanismo adecuado, tal como sujetadores (no representados).

Cada costilla 36 tiene una forma general en "C". Cada costilla 36 tiene al menos dos capas. En una realización, cada costilla 36 tiene una capa delantera 40 y una capa trasera 42 con un interior 44 espaciado entremedio. La capa delantera 40 y la capa trasera 42 se hacen de un material de banda. Cada capa 40 y 42 tiene un grosor de aproximadamente 2,0 milímetros a aproximadamente 6,0 milímetros, preferiblemente de aproximadamente 4,0 milímetros. Cada costilla 36 incluye una capa de material amortiguador 46 dispuesta o intercalada entre las dos capas 42 y 44. El material amortiguador tiene un grosor de aproximadamente 8,0 milímetros a aproximadamente 10,0 milímetros, preferiblemente de aproximadamente 9,5 milímetros. Cada costilla 36 incluye al menos uno, preferiblemente múltiples agujeros 48, para poder pasar sujetadores (no representados) a su través para conexión del conjunto de caja torácica 16 al maniquí para pruebas de choque 12. Los materiales imprimibles para la costilla se pueden obtener en el mercado de Stratasy Ltd., 7665 Commerce Way, Eden Prairie, Minnesota, 55344. Se deberá apreciar que los materiales son termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet de Stratasy Ltd. También se deberá apreciar que las dimensiones y los grosores de las costillas 36 variarán dependiendo del maniquí para pruebas de choque. También se deberá apreciar que este proceso también podría aplicarse a otros diseños de costillas, por ejemplo, más grandes, más pequeñas y de formas diferentes.

Con referencia a la figura 7, una impresora tridimensional o sistema de impresión, indicado en general con 100, incluye uno o varios cabezales de impresión 112, y al menos dos dispensadores 114 e indicados individualmente 114a y 114b, conteniendo materiales imprimibles, indicados en general 116 e indicados individualmente con 116a y 116b, respectivamente. Se deberá apreciar que se puede usar otros componentes y otros conjuntos de componentes.

El cabezal de impresión 112 tiene una pluralidad de boquillas del tipo de inyección de tinta 118, a través de las que se lanzan materiales imprimibles 116a y 116b. En una realización, el primer dispensador 114a está conectado a un primer conjunto de boquillas 118a, y el segundo dispensador 114b está conectado a un segundo conjunto de boquillas 118b. Así, el primer material imprimible 116a es lanzado a través de las boquillas 118a, y el segundo material imprimible 116b es lanzado a través de boquillas 118b. En otra realización (no representada), el sistema de impresión tridimensional 110 puede incluir al menos dos cabezales de impresión 112. El primer cabezal de impresión 112 está conectado al primer dispensador 114a y se usa para lanzar un primer material imprimible 116a; y el segundo cabezal de impresión 112 está conectado al segundo dispensador 114b que se usa para lanzar el segundo material imprimible 116b.

El sistema de impresión tridimensional 110 incluye además un controlador 120, un sistema de diseño asistido por ordenador (CAD) 122, una unidad de curado 124, y opcionalmente un aparato de colocación 126. El controlador 120

está acoplado al sistema CAD 122, la unidad de curado 124, el aparato de colocación 126, el cabezal de impresión 112 y cada uno de los dispensadores 114. Se deberá apreciar que el control puede ser efectuado por otras unidades distintas de las representadas, tal como una o más unidades separadas.

5 La costilla tridimensional 36 se forma en capas, pudiendo controlarse de ordinario la profundidad de cada capa ajustando selectivamente la salida de cada una de las boquillas de inyección de tinta 118.

10 Combinando o mezclando materiales de cada uno de los dispensadores 114, donde cada dispensador 114 contiene material imprimible que tiene una dureza diferente, es posible ajustar y controlar la dureza del material que forma la costilla tridimensional 36 que se produce. Así, combinando los materiales de interfaz primero y segundo salidos de cada uno de los dispensadores 114, respectivamente, se pueden producir partes diferentes de la costilla tridimensional 36 que tiene un módulo de elasticidad diferente y una resistencia diferente. Se deberá apreciar que tal sistema de impresión tridimensional se describe en la Patente de Estados Unidos número 8.481.241 de Napadensky y colaboradores, cuya descripción se incorpora expresamente en su totalidad por referencia.

15 Con referencia a la figura 8, la presente invención proporciona un método 200, según una realización de la presente invención, de hacer la costilla tridimensional 36 para el maniquí para pruebas de choque 12. El método 200 empieza en la burbuja 202 y avanza al bloque 204. En el bloque 204, el método 200 incluye el paso de proporcionar una impresora tridimensional o sistema de impresión 110. El método 200 avanza al bloque 206 e incluye el paso de hacer un modelo CAD de la costilla 36. En una realización, se hizo un modelo CAD de la costilla 36 para que la impresora 3D pudiese imprimir en un modelo. El método 200 pasa al bloque 208 e incluye el paso de imprimir, por la impresora tridimensional o sistema de impresión 110, la costilla 36 con al menos dos capas 40, 42 de un material de banda y una capa 46 de material amortiguador intercalada entre las capas 40, 42 del material de banda en una impresión.

20 25 Consiguientemente, la costilla 36 y el conjunto de caja torácica 16 de la presente invención tiene costillas 36 que son incluso más parecidas a las humanas que en el pasado. Debido a la ventaja de la impresión tridimensional de dos materiales diferentes en una impresión, las costillas 36 pueden incluir histéresis o amortiguamiento que se pueden incrementar para hacer las costillas 36 más parecidas a las humanas que antes.

30 La presente invención se ha descrito de manera ilustrativa. Se ha de entender que la terminología, que ha sido usada, es de tipo descriptivo más bien que limitativo.

35 Muchas modificaciones y variaciones de la presente invención son posibles a la luz de las ideas anteriores. Por lo tanto, la presente invención se puede poner en práctica de forma distinta a la descrita específicamente.

**REIVINDICACIONES**

1. Una costilla tridimensional (36) para un maniquí para pruebas de choque (12), **caracterizada porque** la costilla tridimensional incluye:
- 5 al menos dos capas de un material de banda (40, 42); y
- una capa de material amortiguador (46) intercalada entre dichas al menos dos capas de dicho material de banda.
- 10 2. Una costilla tridimensional (36) como se expone en la reivindicación 1, donde dicho material de banda es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet.
3. Una costilla tridimensional (36) como se expone en la reivindicación 1,
- 15 donde dicho material amortiguador es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet.
4. Una costilla tridimensional (36) como se expone en la reivindicación 1, donde dicho material de banda tiene un grosor de aproximadamente 4,0 milímetros.
- 20 5. Una costilla tridimensional (36) como se expone en la reivindicación 1, donde dicho material amortiguador tiene un grosor de aproximadamente 9,5 milímetros.
6. Un método de hacer una costilla tridimensional (36) para un maniquí para pruebas de choque (12), **caracterizado porque** dicho método incluye los pasos de:
- 25 proporcionar una impresora tridimensional (100);
- hacer un modelo CAD de la costilla para el maniquí para pruebas de choque;
- 30 imprimir, por la impresora tridimensional, la costilla con al menos dos capas (40, 42) de un material de banda y una capa (46) de material amortiguador intercalada entre las capas del material de banda.
7. Un método expuesto en la reivindicación 6, donde dicho material de banda es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet.
- 35 8. Un método expuesto en la reivindicación 6, donde dicho material amortiguador es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet.
9. Un método expuesto en la reivindicación 6, donde dicho paso de imprimir incluye imprimir las al menos dos capas del material de banda y la capa del material amortiguador en una impresión.
- 40 10. Un método expuesto en la reivindicación 6, donde el material amortiguador tiene un grosor de aproximadamente 9,5 milímetros.
- 45 11. Un método expuesto en la reivindicación 6, donde cada una de las capas de material de banda tiene un grosor de aproximadamente 4,0 milímetros.
12. Un conjunto de caja torácica (16) para un maniquí para pruebas de choque (12) incluyendo:
- 50 una pluralidad de costillas tridimensionales (36), **caracterizado porque**
- cada una de dichas costillas que tiene al menos dos capas (40, 42) de un material de banda y una capa (46) de material amortiguador intercalada entre dichas al menos dos capas del material de banda.
- 55 13. Un conjunto de caja torácica (16) como se expone en la reivindicación 12, donde dicho material de banda es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet; o donde dicho material amortiguador es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet; o
- 60 donde dicho material de banda tiene un grosor de aproximadamente 4,0 milímetros; o
- donde dicho material amortiguador tiene un grosor de aproximadamente 9,5 milímetros.
14. Un maniquí para pruebas de choque (12) incluyendo:
- 65 un cuerpo;

un conjunto de caja torácica (16) operativamente montado en dicho cuerpo;

5 incluyendo dicho conjunto de caja torácica una pluralidad de costillas tridimensionales (36), **caracterizado porque** cada una de dichas costillas tiene al menos dos capas (40, 42) de un material de banda y una capa (46) de material amortiguador intercalada entre las al menos dos capas del material de banda.

15. Un maniquí para pruebas de choque (12) como se expone en la reivindicación 14, donde dicho material de banda es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet; o

10 donde dicho material amortiguador es termoplásticos FDM o fotopolímeros de Polyjet; o

donde dicho material de banda tiene un grosor de aproximadamente 4,0 milímetros; o

15 donde dicho material amortiguador tiene un grosor de aproximadamente 9,5 milímetros.

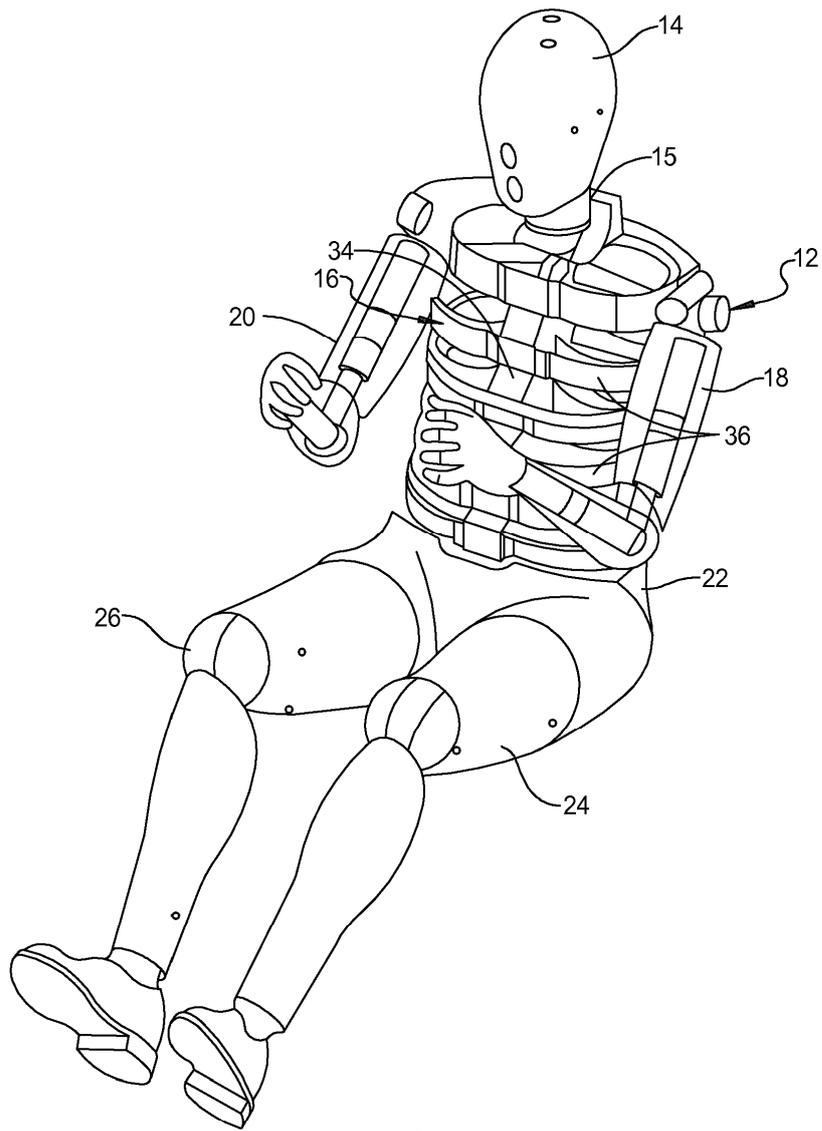


FIG 1

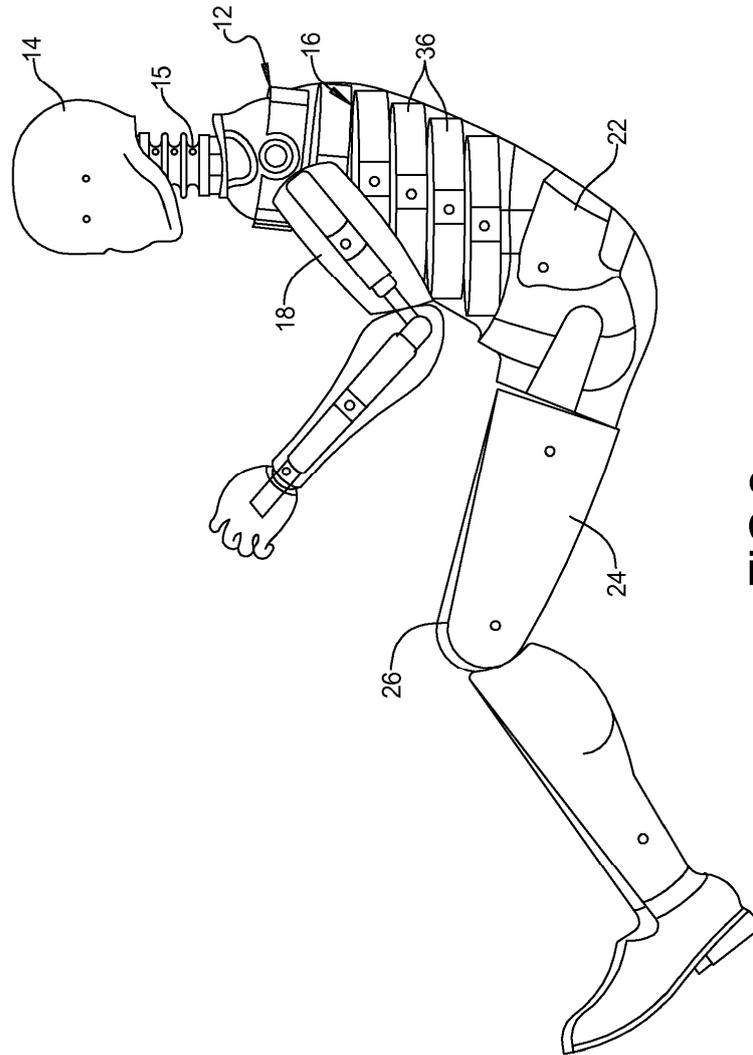


FIG 2

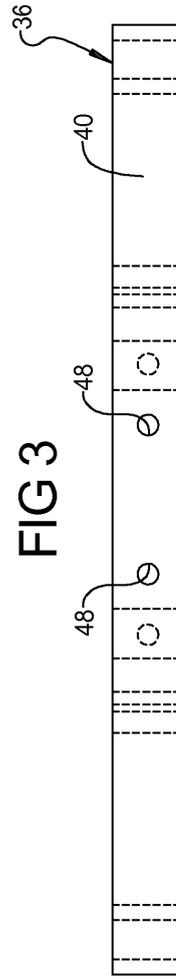
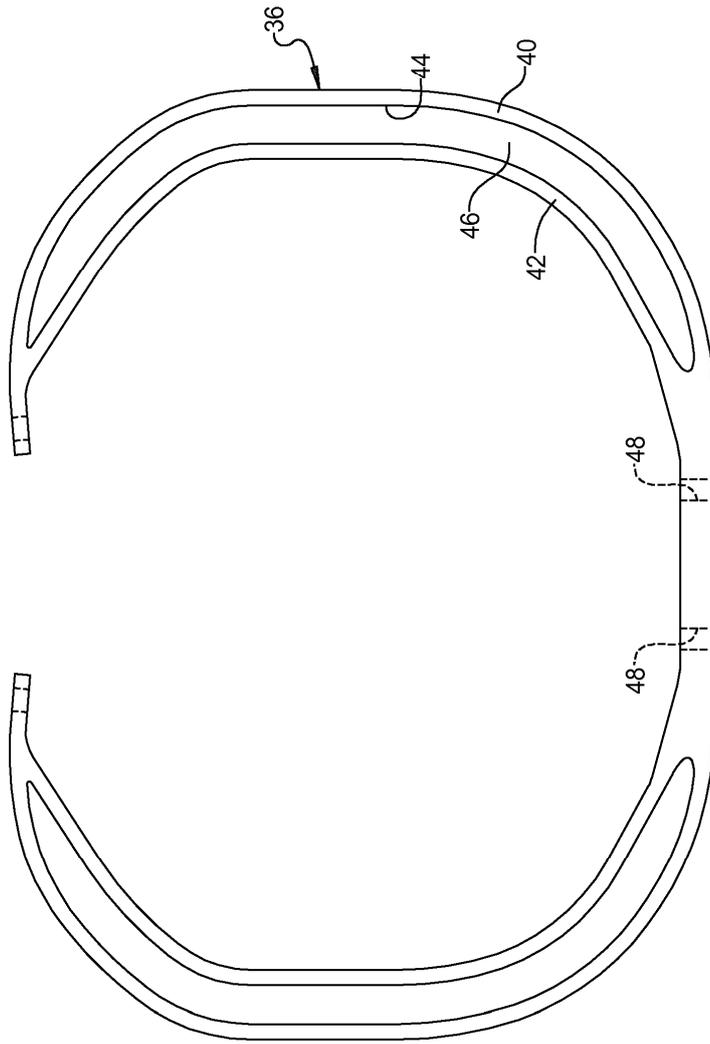


FIG 3

FIG 4

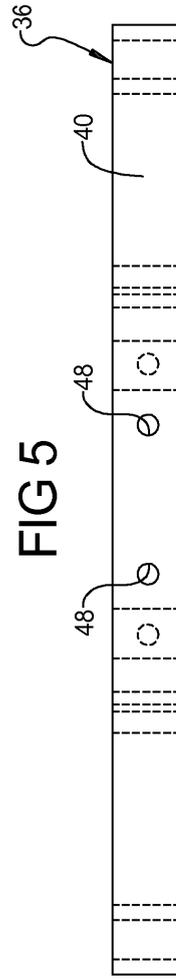
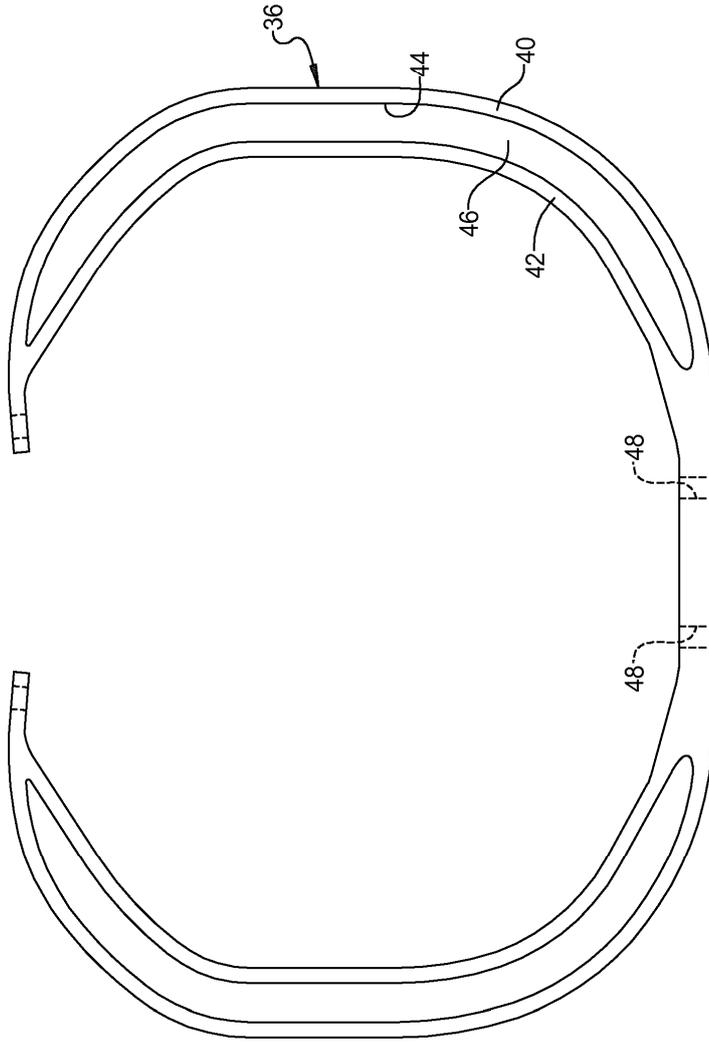


FIG 5

FIG 6

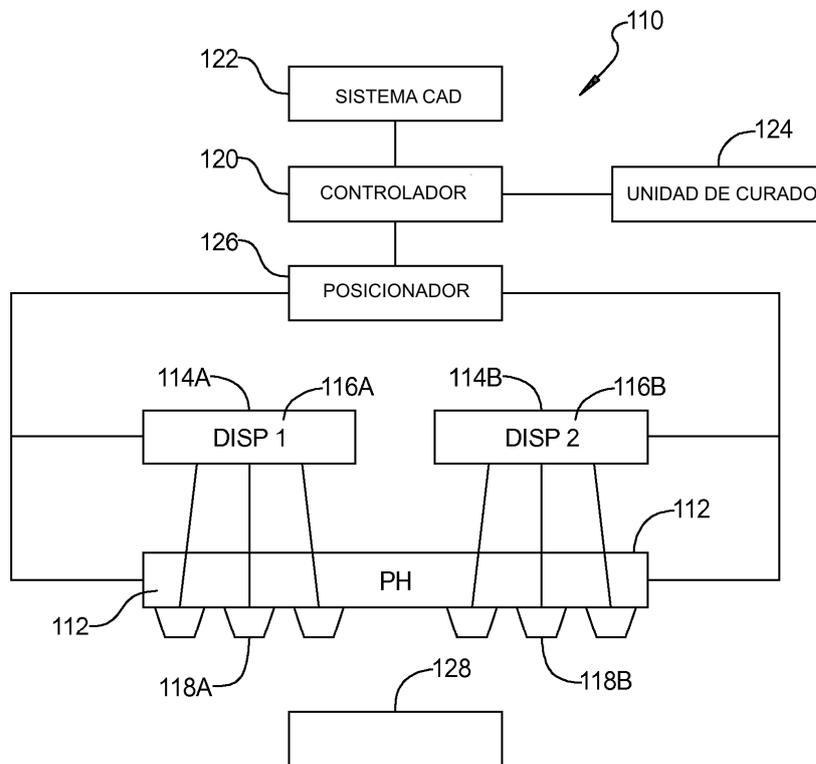


FIG 7

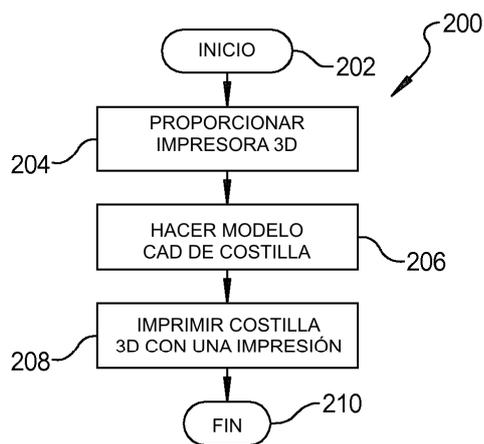


FIG 8