

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 957**

51 Int. Cl.:

B60R 22/10	(2006.01)
B62H 5/08	(2006.01)
B60N 2/26	(2006.01)
B60R 22/26	(2006.01)
F41H 1/08	(2006.01)
B60R 21/04	(2006.01)
B62B 5/00	(2006.01)
A42B 3/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2009 PCT/IB2009/006133**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2010 WO10001230**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2009 E 09772892 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2293696**

54 Título: **Un revestimiento compresible para la protección contra impactos**

30 Prioridad:

02.07.2008 US 166447

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

06.02.2017

73 Titular/es:

**DONALD, EDWARD MORGAN (50.0%)
33 Kingsley Parade Yoronga
4104 Brisbane, Queensland, AU y
STRATEGIC SPORTS LIMITED (50.0%)**

72 Inventor/es:

DONALD, EDWARD MORGAN

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 599 957 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).

Un revestimiento compresible para la protección contra impactos

DESCRIPCIÓN

5

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10

La presente invención se refiere a un aparato y un método para mejorar la protección contra impactos usando un revestimiento compresible.

Descripción de la técnica

15

El solicitante fue coautor de un estudio titulado "Improved Shock Absorbing Liner for Helmets", Oficina para la Seguridad en el Transporte de Australia (ATSB), www.atsb.gov.au, publicado en julio de 2001. En dicha publicación, una combinación de espuma de baja densidad incrustada en espuma de alta densidad se desveló como un objeto del estudio. Sin embargo, el estudio no contemplaba o analizaba la combinación de los elementos estructurales o el método desvelados en el presente documento.

20

Las investigaciones anteriores han demostrado que los revestimientos de espuma de una sola densidad habituales usados en los cascos actuales son demasiado duros y demasiado rígidos para absorber de manera eficaz una fuerza de impacto. Un revestimiento de espuma de una sola densidad también está limitado en su capacidad para adaptarse a la variación de la fuerza sobre el cráneo humano. Además, los revestimientos en los cascos de bicicleta para niños usan revestimientos diseñados para cráneos adultos, sin tener en cuenta que el cráneo de un niño es más deformable en comparación con el de un adulto. El cráneo más deformable de un niño protege menos el cerebro. Se incorporan a modo de referencia: Corner et al, "Motorcycle and Bicycle Protective Helmets -Requirement Resulting from a Post Crash Study and Experimental Research", informe n.º CR 55, 1987, Oficina Federal de Seguridad Vial, Canberra, Australia y Mohan et al, "A Biomechanical Analysis of Head Impact Injuries to Children", vol. 101, 1979, actas de la ASME, Revista de Ingeniería Biomecánica.

25

30

Además, el cerebro también es susceptible de sufrir lesiones por impacto contra el interior del cráneo. El cerebro es un tejido blando similar a gelatina suspendido dentro del recinto del cráneo duro en un baño de líquido cefalorraquídeo. Además, el cerebro se soporta de manera flexible dentro del cráneo por el tronco cerebral y la médula espinal en la base del cerebro, mientras que alrededor de la periferia exterior general del cerebro, la membrana duramadre conecta el cerebro con el cráneo en diversos puntos de sutura. Un impacto sobre el cráneo en desplazamiento puede hacer que el cráneo desacelere rápidamente mientras que el cerebro soportado de manera flexible continúa desplazándose e impacta contra el interior del cráneo. El impacto del cerebro contra el

35

40

cráneo puede provocar contusiones y/o hemorragias en el cerebro. Por lo tanto, puede ser importante desacelerar la cabeza adecuadamente para minimizar las lesiones internas.

Los ensayos sobre huesos para el cráneo humano han indicado que la porción temporal del cráneo tiene una resistencia ósea significativamente reducida en comparación con otras porciones del cráneo. En consecuencia, la porción temporal del cráneo es más vulnerable a las lesiones por impacto en comparación con otras porciones del cráneo. Sin embargo, los cascos actuales no se fabrican con un revestimiento compresible para proporcionar diferentes zonas de protección contra impactos alrededor del cráneo.

45

50

55

60

De manera similar a otras áreas de aplicación para la protección contra impactos, tales como las cápsulas de bebés y los asientos de seguridad para niños para los vehículos de pasajeros, los revestimientos de cabina de vehículo y las armaduras corporales, existen profundas deficiencias en la prestación de diferentes zonas de protección contra impactos alrededor del cuerpo humano. La palabra "cápsula de bebés" en la memoria descriptiva y las reivindicaciones se considera que incluye uno o más asientos infantiles o para bebés orientados hacia atrás para el asiento de un coche, asientos orientados hacia atrás reclinables para un bebé y asientos o cápsulas para niños de hasta aproximadamente 1 año de edad. La palabra "asiento de seguridad para niños" en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones se considera que incluye uno o más asientos para niños pequeños orientados hacia delante, asientos para niños pequeños en general, asientos para niños de hasta aproximadamente 4 años de edad, asientos elevadores/cojines, asientos sin respaldo y asientos, en general, para niños de aproximadamente 4 a 8 años de edad. Los asientos elevadores pueden describirse como asientos sin respaldo que están diseñados con el fin de elevar la posición de asiento del niño, de tal manera que la banda de hombro del cinturón de seguridad de tres puntos para adultos existente se acople adecuadamente al hombro y el pecho del niño. Los asientos para niños pequeños pueden diferenciarse de los asientos elevadores en que pueden tener un arnés de cinco puntos independiente para sujetar al niño al asiento para niños pequeños, sujetándose el asiento para niños pequeños, a continuación, al asiento u otros puntos de unión ya existentes dentro de un coche u otro vehículo.

- Las cápsulas de bebés y los asientos de seguridad para niños pueden tener paneles o refuerzos (o salientes o "alas") laterales de protección para muslo, torso y cabeza en los lados de la cápsula de bebés o los asientos de seguridad para niños. Estos paneles o refuerzos laterales sirven para limitar la cantidad de movimientos laterales que puede experimentar un bebé o un niño en caso de impacto lateral. También pueden servir para proteger al bebé o al niño del impacto de un airbag lateral en caso de que el airbag se dispare en una colisión. En otros términos, los paneles laterales de protección pueden formar un "canal" de protección alrededor del bebé o el niño.
- Habitualmente, las cápsulas de bebés y los asientos de seguridad para niños no distinguen entre la cabeza y el torso del bebé o el niño en términos del nivel de protección contra impactos requerido. Una cápsula de bebés orientada hacia atrás para un coche puede revestirse con un revestimiento de espuma de una sola densidad suficiente para proporcionar protección contra impactos al bebé externamente como un todo, pero puede ser insuficiente para evitar contusiones y/o hemorragias en la parte posterior del cerebro del bebé en caso de una colisión frontal del coche.
- Los asientos de seguridad para niños que se usan habitualmente con niños mayores de aproximadamente un año de edad, se construyen normalmente de o tienen revestimientos de espuma de poliestireno que pueden ser tan duros o más duros que los revestimientos de espuma de poliestireno de una sola densidad habituales usados en los cascos para adultos. Estas espumas de poliestireno de baja compresibilidad (alta rigidez) no proporcionan una adecuada protección contra impactos a los niños ya que son demasiado duras. Los asientos de seguridad para niños también pueden aumentarse con un revestimiento o una estructura espesos de una espuma de tapicería o de cojín muy compresible que es tan blanda y maleable como para proporcionar una protección contra impactos mínima o nula a un niño. El fin de tales revestimientos o estructuras de espuma de tapicería o de cojín es principalmente la comodidad y el aspecto.
- Nada de la técnica anterior proporciona una solución totalmente satisfactoria al problema de proporcionar diferentes niveles de una protección contra impactos adecuada para la cabeza o para otras partes del cuerpo, ni a la facilidad de fabricación para obtener una protección contra impactos más satisfactoria con un revestimiento compresible.
- El documento US 2007/600032 desvela un revestimiento compresible a partir del que puede derivarse la parte de precaracterización de la reivindicación 1 adjunta a la misma.

Sumario de la invención

- La presente invención tiene como objetivo proporcionar realizaciones de un revestimiento compresible para la protección contra impactos que superen o mejoren las desventajas de la técnica anterior.
- En una forma, la invención proporciona un aparato para la protección contra impactos para al menos una parte de un cuerpo humano que comprende: un revestimiento compresible con una capa interna y una capa externa, en el que la capa interna incluye un primer material de una primera compresibilidad, y la capa externa incluye un segundo material de una segunda compresibilidad; y en el que la capa interna tiene una compresibilidad mayor que la de la capa externa;
- en el que la capa interna tiene una superficie de contacto y una primera superficie de unión, en el que la primera superficie de unión incluye una pluralidad de protuberancias, en el que la capa externa tiene una segunda superficie de unión y una superficie externa,
- en el que la segunda superficie de unión incluye una pluralidad de rebajes adaptados para recibir las protuberancias de la capa interna; en el que dicha capa interna está formada por una pluralidad de segmentos de capa interna; y en el que la pluralidad de segmentos de capa interna tiene una primera compresibilidad que es diferente entre los segmentos de capa interna.
- Preferentemente, las protuberancias son cónicas. El revestimiento compresible de la invención puede instalarse dentro de o formar, por ejemplo, un revestimiento de cabina de vehículo, una cápsula de bebés, un asiento de seguridad para niños, un asiento, un reposacabezas o una armadura corporal. Preferentemente, en todas las aplicaciones, el revestimiento compresible puede ser un accesorio removible y reemplazable.
- Opcionalmente, el revestimiento compresible puede estar formado por uno o más segmentos de capa externa y la compresibilidad entre los respectivos segmentos de capa puede ser diferente.
- Opcionalmente uno o más de los materiales que forman el revestimiento compresible pueden ser de espuma, preferentemente poliestireno expandido (EPS). Como alternativa, uno o más de los materiales pueden ser viscoelásticos. Preferentemente, las densidades de los materiales de espuma de EPS pueden ser:
- La capa interna puede tener una densidad en el intervalo de 15 a 50 kgm⁻³;
 - La capa externa puede tener una densidad en el intervalo de 35 a 90 kgm⁻³ o más preferentemente una densidad en el intervalo de 35 a 55 kgm⁻³.

- La capa interna puede tener una densidad en el intervalo de 25 a 35 kgm⁻³ y la capa externa puede tener una densidad en el intervalo de 35 a 50 kgm⁻³.
- La capa interna puede tener una densidad en el intervalo de 15 a 25 kgm⁻³ y la capa externa puede tener una densidad en el intervalo de 35 a 45 kgm⁻³.

5 Opcionalmente, la penetración de una o más protuberancias de la capa interna en la capa externa puede estar en el intervalo del 50 al 100 %. Preferentemente, un extremo apical de una o más protuberancias es contiguo a la superficie externa.

10 Preferentemente, la distancia entre las bases circulares adyacentes está en el intervalo de 0 a 20 mm y más preferentemente en el intervalo de 5 a 15 mm.

Preferentemente, el diámetro de la base circular está en el intervalo de 15 a 22 mm.

15 Opcionalmente, el revestimiento compresible puede tener un espesor en el intervalo de 15 a 45 mm, una altura de una o más protuberancias desde la base circular puede estar en el intervalo de 20 a 25 mm y una distancia desde la base circular de una o más protuberancias a la superficie de contacto puede estar en el intervalo de 5 a 10 mm.

En otra forma de la invención, la capa interna puede verse a través de la capa externa.

20 La invención proporciona un método de protección contra impactos usando el aparato mencionado anteriormente para al menos una parte del cuerpo humano, en el que el método proporciona una baja resistencia inicial a un impacto en al menos una parte de un cuerpo humano y, a continuación, aumenta progresivamente el nivel de resistencia al impacto en al menos una parte del cuerpo humano a medida que progresa el impacto.

25 En otra forma, que no forma parte de la invención reivindicada, puede proporcionarse un aparato para la protección contra impactos de al menos una parte de un artículo, en el que el aparato incluye un revestimiento compresible con un gradiente de rigidez. El gradiente de rigidez durante un impacto varía de una rigidez baja adyacente al artículo a una rigidez más alta a través del espesor del revestimiento compresible. "Artículos" incluye productos, animales o cualquier cosa de valor.

30 Otras formas de la invención son como se exponen en las reivindicaciones adjuntas y como se hacen evidentes a partir de la descripción.

35 **Divulgación de la invención**

Breve descripción de los dibujos

40 A continuación, se describirán otras realizaciones preferidas de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección transversal esquemática del revestimiento compresible en un casco en una realización de la presente invención.

45 La figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1.

La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva, en sección parcial, de una realización alternativa de un revestimiento compresible en la realización de casco.

50 La figura 4 es una vista despiezada de la figura 3.

La figura 5 es una vista en sección transversal esquemática del revestimiento compresible.

55 La figura 6 es una realización alternativa del revestimiento compresible de la figura 5.

La figura 7 es una vista en sección transversal esquemática del revestimiento compresible en una parte de una cabina de vehículo, en una realización de la invención.

60 La figura 8 es una ilustración transversal esquemática del interior de un coche de pasajeros civil con una realización instalada del revestimiento compresible de cabina de vehículo de la figura 7.

La figura 9 ilustra esquemáticamente, en una vista en perspectiva, un ejemplo de una realización de un revestimiento compresible de bebé para una cápsula de bebés.

La figura 10 es una vista en perspectiva esquemática de un asiento de seguridad para niños con un revestimiento compresible de asiento de seguridad para niños.

5 La figura 11 es una representación esquemática de una vista en alzado frontal de un chaleco protector con inserciones de un revestimiento compresible de armadura corporal.

La figura 12 es una vista en sección transversal esquemática de un doble revestimiento compresible, en una realización de la invención.

10 La figura 13 es una vista esquemática del revestimiento interno en forma de tira.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

15 En primer lugar se hace referencia a las figuras 1 y 2 que son vistas en sección transversal ortogonales, que muestran esquemáticamente una primera realización de un revestimiento compresible 110 instalado en un casco 112 llevado por una persona 114. El casco 112 puede incluir una carcasa externa dura 116 contra la superficie externa 118 del revestimiento compresible 110 y también puede incluir un revestimiento de confort 120 contra la superficie de contacto 122 del revestimiento compresible 110. Si un revestimiento de confort 120 está presente, entonces se aprecia que la cabeza está inmediatamente adyacente a la superficie de contacto 122 a través del revestimiento de confort 120. Si el revestimiento de confort no está presente, la superficie de contacto 122 se acopla a la cabeza directamente.

20 El revestimiento compresible 110 puede tener una capa interna de espuma de densidad relativamente baja 124 fusionada, adherida o unida de otro modo en las superficies de unión respectivas 126 a una capa externa de espuma de densidad relativamente alta 128, donde la espuma de densidad más baja se comprime más fácilmente que la espuma de densidad más alta. Es decir, el primer material que forma la capa interna 124 es más compresible que el segundo material que forma la capa externa 128. La capa interna 124 tiene muchas protuberancias 130 que se introducen en los rebajes coincidentes 132 de la capa externa 128 en la superficie de unión 126. La capa interna 124 tiene una primera región 134 de una capa de espesor relativamente uniforme. Extendiéndose radialmente hacia fuera de la primera región 134 están la multiplicidad de protuberancias 130 formadas de manera integral con la capa interna 124. Las protuberancias 130 tienen unos extremos apicales 136, así como unas bases 138 que tienen unas periferias externas 140 estrechamente espaciadas con respecto a las bases 138 de las protuberancias adyacentes 130. La distancia de las periferias externas 140 también puede considerarse como la distancia más cercana entre las bases adyacentes 138 de las protuberancias 130.

35 En una realización del revestimiento compresible 110, el material de espuma puede ser espuma de poliestireno expandido (EPS) donde la densidad de la espuma es habitualmente proporcional a una compresibilidad o una rigidez de la espuma, donde la rigidez tiene una relación inversamente proporcional a la compresibilidad. En una realización preferida, la capa interna 124 puede tener una densidad en el intervalo de 20 a 50 kgm⁻³ (o 1,25 a 3,12 libras por pie cúbico). La capa externa 128 puede tener una densidad en el intervalo de 35 a 90 kgm⁻³ (o 2,18 a 5,62 libras por pie cúbico) y más preferentemente de 35 a 55 kgm⁻³. En todas las opciones de la densidad de espuma respectiva para la capa interna 124 y la capa externa 128, la densidad de espuma de la capa interna 124 es menor que la de la capa externa 128. En una realización más preferible, la densidad de espuma de la capa interna 124 puede estar en el intervalo de 25 a 35 kgm⁻³ y la densidad de espuma de la capa externa 128 puede estar en el intervalo de 35 a 50 kgm⁻³. De acuerdo con las enseñanzas de la presente invención, la espuma empleada puede ser de cualquier tipo adecuado que permita lograr la compresibilidad o rigidez deseada como para la realización de espuma de EPS proporcionada anteriormente y a continuación. En todos los casos descritos antes y después, se observará que el primer material que forma la capa interna 124 tiene una primera compresibilidad que es mayor que la compresibilidad del segundo material que forma la capa externa 128, que tiene una segunda compresibilidad.

50 Las líneas 142 representan los límites 142 entre los segmentos adyacentes 144, 146, 148, 150 del revestimiento compresible 110. La división del revestimiento compresible 110 en un número de segmentos, como se ilustra en la figura 1 permite que diferentes zonas de protección contra impactos puedan personalizarse para el casco 112. Por ejemplo, el segmento trasero 150 del revestimiento compresible 110 puede configurarse y construirse para ofrecer un mayor nivel de protección contra impactos que el segmento de corona 146.

60 En la figura 2, se muestra otro ejemplo de la división del revestimiento compresible 110 en un número de segmentos 210, 212, 214, 216 para proporcionar diferentes zonas de protección contra impactos. Los segmentos temporales 210, 216 pueden configurarse y construirse para ofrecer un mayor nivel de protección contra impactos en comparación con los segmentos de corona 212, 214 debido al mayor nivel de vulnerabilidad de las porciones temporales del cráneo.

La figura 3 es una vista en perspectiva, en sección parcial, de una realización alternativa del revestimiento compresible 310 con un énfasis en la ilustración de las protuberancias 130 de la capa interna 124. Para mayor

claridad, se omite de la figura 3 la parte del casco 112 que cubre la oreja. En la realización ilustrada, las protuberancias 130 son cónicas con unas bases circulares 138. En realizaciones alternativas, las protuberancias cónicas pueden tener unas bases 138 que son poligonales en configuración, por ejemplo, triangulares, cuadradas, pentagonales, hexagonales, octogonales, etc. Además, si se desea, las protuberancias 130 pueden hacerse troncocónicas en lugar de cónicas con vértices puntiagudos 136. En otra realización más, las protuberancias pueden ser semiesféricas.

En la figura 3, la segmentación del revestimiento compresible 310 se muestra de nuevo con las líneas de límite 142. Sin embargo, en esta realización, solo está segmentada la capa interna 124 mientras que la capa externa no está segmentada. La segmentación de la capa interna 124, para esta realización del revestimiento compresible 310, se describe en detalle con respecto a la figura 4.

La figura 4 es una vista despiezada de la capa interna 124 y la capa externa 128 de la figura 3. Puede observarse que la capa externa 128 incluye una multiplicidad de rebajes cónicos 132 dimensionados y configurados para recibir las protuberancias 130 con la superficie de contacto de la manera mostrada en las figuras 1 y 2. La capa interna 124 puede dividirse en una serie de segmentos, 410, 412, 414, 416, 418, 420, 422, 424, 426, 428. En el ejemplo ilustrado se proporcionan 10 segmentos. Sin embargo, ejemplos alternativos pueden tener un número de segmentos en el intervalo de uno (no reivindicado) a diez, siendo cinco el número más preferible de segmentos. El uso de un número de segmentos 410-428 permite que la compresibilidad o la rigidez de la capa interna 124 se ajuste de acuerdo con el nivel de protección contra impactos personalizado requerido para una porción o segmento del cráneo. Por ejemplo, los segmentos temporales 414, 416 pueden ser más compresibles en comparación con la parte superior de los segmentos de cráneo 418, 420. Las secciones temporales del cráneo son más vulnerables a las lesiones por impacto que otras secciones del cráneo, habiendo indicado los ensayos con huesos que la porción temporal del cráneo tiene la mitad o una tercera parte de la resistencia de otras porciones del cráneo. En otra realización de la invención, las densidades de espuma de EPS de los diversos segmentos pueden ser las siguientes: segmentos frontales 410, 412 de 30 kgm^{-3} de densidad, segmentos temporales 414, 416 de 25 kgm^{-3} de densidad, segmentos superiores 418, 420 de 35 kgm^{-3} de densidad y segmentos traseros 422, 424, 426, 428 de 30 kgm^{-3} de densidad.

De acuerdo con lo anterior, los segmentos pueden tener formas circunferenciales tal como se definen por la líneas de límite 142, como se ilustra en la figura 4, o cualquier otro intervalo de formas circunferenciales que permite que los segmentos adyacentes se acoplen de una manera bastante ajustada a lo largo de los límites 142. La elección de las formas circunferenciales de los segmentos individuales es tal que cuando se monta el revestimiento compresible 110, los segmentos forman una capa interna continua 124 dentro del revestimiento compresible 110. Por ejemplo, la forma circunferencial plana de un segmento puede ser cualquier número de formas poligonales.

En otra realización más, la capa externa 128 también puede segmentarse (no mostrado), de manera que puedan usarse diferentes densidades de espuma alrededor del cráneo para la capa externa 128. Esta realización puede permitir una adaptación mayor e independiente de la protección contra impactos alrededor del cráneo. Esta realización también puede usarse para proporcionar diferentes niveles de protección requerida entre, por ejemplo, un niño y un adulto. La capa externa 128 puede segmentarse de una manera similar a la descrita anteriormente para la capa interna 124. Las formas circunferenciales planas de los segmentos de la capa externa 128 pueden o no corresponder a los segmentos de la capa interna. Por ejemplo, las líneas de límite 142 para los segmentos de la capa interna 124 y la capa externa 128 pueden corresponderse como se muestra en las figuras 1 y 2, o las líneas de límite 142 puede ser discontinuas entre los segmentos de la capa interna 124 y la capa externa 128, como se describe en detalle con respecto a la figura 5.

En otra realización más, la densidad y las dimensiones de las protuberancias 130 y los rebajes coincidentes 132 y las dimensiones generales del revestimiento compresible pueden variarse entre los segmentos de la capa interna 124 y/o la capa externa 128 con el fin de variar las propiedades de compresión o de rigidez del revestimiento compresible 110. Por ejemplo, los segmentos temporales 414, 416 pueden tener unas protuberancias cónicas 130 de diámetro de base 138 reducido en comparación con los otros segmentos de la capa interna 124, aunque los segmentos temporales 414, 416 pueden tener una mayor densidad de área de protuberancias cónicas 130 en comparación con los otros segmentos de la capa interna 124. Por ejemplo, en la figura 4, los segmentos delanteros 410, 412 pueden tener en conjunto 23 protuberancias cónicas 130 con una base 138 de 20 mm de diámetro, los segmentos superiores 418, 420 pueden tener en conjunto 47 protuberancias cónicas 130 con la base 138 también de 20 mm de diámetro, los segmentos traseros pueden tener en conjunto 39 protuberancias cónicas 130 con la base 138 también de 20 mm de diámetro, mientras que los segmentos temporales pueden tener en conjunto 36 protuberancias cónicas 130 pero con una base 138 de 15 mm de diámetro. Además, el intervalo en la distancia de las periferias exteriores 140 (o la distancia más cercana entre las bases adyacentes 138) puede ser de 0 a 20 mm y más preferentemente de 5 a 15 mm, dependiendo del segmento. Las separaciones correspondientes entre los extremos apicales adyacentes 136 de las protuberancias 130 pueden ser de hasta 40 mm, estando la mayoría entre 25 y 35 mm.

- 5 Durante la fabricación, la capa externa 128 puede formarse normalmente en una o una serie de piezas o segmentos usando técnicas de moldeo. De manera similar, la capa interna 124 puede formarse por separado en una o una serie de piezas o segmentos. Las piezas de la capa externa 128 y la capa interna 124 se ensamblan y se funden juntas para formar el revestimiento compresible 110 adecuado para un casco u otra aplicación de protección contra impactos. Las dimensiones, el número y la configuración de las protuberancias 130 y los rebajes 132 pueden ajustarse por una persona experta en la materia de las técnicas de fabricación con el fin de que pueda formar el revestimiento compresible. Por ejemplo, el ángulo del lado de las protuberancias cónicas 130 y la forma del extremo apical 136 pueden ajustarse para permitir unas propiedades de liberación de molde adecuadas en función de un tipo de espuma específico u otro material usado.
- 10 La figura 5 es una vista en sección transversal de otra realización de un revestimiento compresible 510 que ilustra esquemáticamente las dimensiones de los diversos elementos del revestimiento compresible 110, 310, 510, y que muestra una línea de límite discontinua 142 para la segmentación. Las dimensiones proporcionadas son a modo de ejemplo para las diversas realizaciones descritas anteriormente y a continuación. El revestimiento compresible 510 puede tener un espesor 524 que va de 20 a 45 mm, dependiendo del área de aplicación y/o la porción del cráneo a proteger. En una realización preferida para un casco de motocicleta, el espesor 524 puede ser de 25 mm en la parte temporal de un casco y 42 mm de espesor para las partes superior o de corona del casco. Para un revestimiento compresible de espesor uniforme, el espesor preferido 524 puede estar en un intervalo de 30 a 35 mm para cascos de motocicleta. Para cascos de uso en deportes relacionados con caballos, el espesor 524 de un revestimiento compresible puede reducirse al intervalo de 15 a 25 mm o a un espesor uniforme más preferible 524 de 20 mm.
- 15 En la figura 5, el espaciamiento de la periferia exterior 140 (entre las bases 138) está entre las dos flechas que apuntan hacia dentro. La superficie de unión 126 de la periferia exterior 140 puede ser plana o redondeada. Por ejemplo, el radio de curvatura puede estar en un intervalo de 0 a 2,5 mm o más. En consecuencia, las protuberancias 130 pueden cubrir la totalidad de la parte radialmente hacia fuera de la capa interna 124 o estar separadas entre sí.
- 20 En la figura 5, los extremos apicales 136 de las protuberancias 130 están separados de la superficie externa 118 de la capa externa 128 por una región de separación 526. La región de separación 526 puede tener un espesor en el intervalo de 1 a 5 mm o más. En una realización alternativa, los extremos apicales 136 de las protuberancias 130 de la capa interna 124 pueden extenderse para ser contiguos a la superficie externa 118 de la capa externa 128. Para esta realización, el espesor de la región de separación 526 sería de manera eficaz de 0 mm.
- 25 El extremo apical 136 de la protuberancia 130 puede ser puntiagudo (o agudo), redondeado con un radio de curvatura en el intervalo de 1 a 2 mm o simplemente truncado.
- 30 La figura 5 también ilustra una realización del revestimiento compresible segmentado 510 donde las líneas de límite entre los segmentos de la capa interna 124 y la capa externa 128 son discontinuas. La capa interna 124 se divide en dos segmentos 512, 514 por una línea de límite 516. Mientras que la capa externa 128 se divide en dos segmentos 518, 520 en una línea de límite diferente 522.
- 35 La figura 6 ilustra un ejemplo de realización alternativa a la figura 5. En la figura 6, la región de separación 526 se aumenta de manera que las protuberancias 130 se introducen en la capa externa 128 a aproximadamente el 50 % del espesor de la capa externa 128. El intervalo en la penetración de las protuberancias 130 en la capa externa 128 puede ser del 50 al 100 %. La línea de límite correspondiente 522 entre los dos segmentos 518, 520 de la capa externa 128 se extiende para corresponderse con la región de separación aumentada 526.
- 40 Con referencia a las figuras 5 y 6, las protuberancias 130 pueden tener una altura desde la base 138 hasta el vértice 136 en el intervalo de aproximadamente 20 a 25 mm. La base 138 de las protuberancias 130 puede tener un diámetro o anchura en el intervalo de aproximadamente 15 a 22 mm.
- 45 En las figuras 1, 2, 5 y 6, la primera región 134 de la capa interna 124 forma una capa delgada sobre la que se unen las bases 138 de las protuberancias 130. El espesor de la primera región 134 puede variar de 5 a 10 mm o más, siendo 5 mm el espesor más preferible.
- 50 El revestimiento compresible puede emplearse con cualquier casco deseado, incluyendo cascos de motocicleta, así como cascos usados por el personal de construcción, ciclistas, jinetes, jinetes de rodeo, jugadores de fútbol, jugadores de béisbol y jugadores de cricket.
- 55 En otra realización más, el revestimiento compresible puede reequiparse en un casco con el fin de mejorar su protección contra impactos. El reequipamiento del revestimiento compresible puede consistir en sustituir todo el revestimiento anterior en un casco o puede consistir simplemente en sustituir secciones específicas del revestimiento de un casco. Un reequipamiento parcial puede ser especialmente útil para aquellas partes del revestimiento adyacentes a las secciones temporales del cráneo.
- 60

Alternativas a la espuma

Los materiales alternativos que pueden usarse para la capa interna 124 y/o la capa externa 128 incluyen espumas que son elásticas. Una espuma elástica tiene la propiedad de permitir que el revestimiento compresible se comprima elásticamente, de tal manera que las dimensiones originales y el rendimiento de la protección contra impactos antes del impacto se restablecen después del impacto. Un material alternativo a una espuma elástica puede ser un caucho sintético o natural, o bien como un material sólido continuo o como un material compuesto con otros materiales, por ejemplo aire, tejido o como se ha diseñado o seleccionado por una persona experta en la materia del diseño o la fabricación de dispositivos de absorción de golpes, vibraciones o impactos.

Otros materiales alternativos a la espuma para el revestimiento compresible pueden ser los materiales viscoelásticos o tixotrópicos. Tales materiales muestran un comportamiento viscoso o líquido cuando no se aplica fuerza o tensión sobre los mismos, sin embargo, cuando se aplica una fuerza, tal como un impacto, el material actúa de manera elástica mostrando una rigidez a la fuerza de impacto. Un ejemplo de este tipo de material es un juguete para niños conocido habitualmente como "plastilina". La capa interna 124 y/o la capa externa 128 pueden ser total o parcialmente viscoelásticas. Una ventaja del uso de los materiales viscoelásticos es que un revestimiento compresible puede construirse de manera que se adapte fácilmente a las diversas formas de los cráneos (o cualquier otra parte del cuerpo) presentes en la población humana y puede recuperarse lo suficiente después del impacto para que el revestimiento compresible pueda reutilizarse fácilmente.

Casco de bicicleta o de motocicleta alternativo

En una realización alternativa al revestimiento compresible para un casco, la capa externa 128 puede sustituirse por un material transparente o translúcido adecuado. Por ejemplo, el material transparente o translúcido puede ser una gelatina viscoelástica o un material de caucho sintético transparente con las propiedades compresibles y/o de rigidez adecuadas. La carcasa externa 116 del casco puede o bien estar ausente o ser un material transparente o translúcido adecuado. La capa interna 124 puede ser de un material opaco, por ejemplo, espuma de poliestireno expandido (EPS) de color negro. Un casco de este tipo puede tener el llamativo aspecto visual de muchos conos o puntas visibles que irradian de la cabeza de la persona, una característica estéticamente atractiva para algunos conductores de bicicletas y de motocicletas, pudiendo todavía proporcionar protección contra impactos al usuario del casco.

Revestimiento de cabina de vehículo

La figura 7 ilustra esquemáticamente el uso del revestimiento compresible 710 como un revestimiento de cabina de vehículo (VCL) dentro de una parte de una cabina de vehículo que transporta personas. El revestimiento compresible VCL 710 puede unirse a través de una capa de unión 714 a la estructura de vehículo 712 que forma el interior de la cabina de vehículo (no mostrada). Para los coches, la estructura de vehículo 712 puede ser un soporte de puerta, el salpicadero, el techo o cualquier estructura dentro de la cabina de un coche. El uso del revestimiento compresible VCL 710 dentro de una cabina de vehículo es de especial interés para las colisiones por impacto laterales de los vehículos de pasajeros donde hay una tendencia a una mayor proporción de lesiones en la cabeza provocadas por el impacto de la cabeza de un pasajero (o el conductor) con el interior de la cabina del vehículo.

El revestimiento compresible VCL 710 puede fijarse permanentemente a la estructura de vehículo 712 a través de la adherencia de la capa de unión 714 a la superficie externa 118 del revestimiento compresible 710. Por ejemplo, unido a los soportes de puerta laterales y los soportes de parabrisas en los vehículos de pasajeros. Como alternativa, el revestimiento compresible VCL 710 puede ser un accesorio removible y reemplazable que puede reequiparse en los vehículos existentes. Para el accesorio removible y reemplazable, la capa de unión 714 puede comprender un material tal como el velcro o incorporar uno cualquiera de los muchos métodos de sujeción conocidos por los expertos en la materia del acondicionamiento interior de los vehículos.

La instalación del revestimiento compresible VCL 710 dentro de un vehículo puede incorporar además un revestimiento de embellecimiento interior opcional 716 unido a la superficie de contacto 122 del revestimiento compresible VCL 710. El revestimiento de embellecimiento interior 716 puede proporcionar propiedades estéticas, táctiles y/o de insonorización. El revestimiento de embellecimiento interior 716, o revestimiento de confort, puede fabricarse de tejido, espuma de cojín, plástico de "envoltura de burbujas" y/o un revestimiento contra el desgaste de plástico.

Los ejemplos de vehículos a los que puede aplicarse el uso del revestimiento compresible VCL 710 incluyen: coches y camiones civiles, vehículos militares tales como tanques, aeronaves y similares, embarcaciones marinas y naves espaciales. Otra área de aplicación más es el asiento y el reposacabezas de los vehículos y, en particular, aeronaves y naves espaciales donde estas naves pueden enfrentarse a graves impactos.

La figura 8 es una ilustración de corte transversal del interior de un coche de transporte civil. La figura 8 muestra

esquemáticamente la aplicación del revestimiento compresible VCL 710 para proporcionar diferentes zonas de protección contra impactos en el interior de la cabina del vehículo. Por ejemplo, pueden identificarse tres zonas diferentes de protección, los soportes delanteros y laterales con el alféizar de ventanilla de puerta 810, la parte trasera de los asientos delanteros 812 y el salpicadero y la consola central 814. Para cada una de las tres zonas

- 5 810, 812, 814 de la capa externa 128 del revestimiento compresible VCL 710, la rigidez o la compresibilidad pueden ser las mismas, mientras que la capa interna 124 varía en compresibilidad entre las zonas 810, 812, 814 para proporcionar el nivel deseado de protección contra impactos con la consideración adicional del desgaste del día a día y la durabilidad al desgaste esperada de un revestimiento de cabina interior para un coche.
- 10 En otra realización más del revestimiento compresible VCL 710 (no mostrado), puede dividirse aún más una zona de protección contra impactos. Por ejemplo, la parte trasera de los asientos delanteros 812 puede tener una parte superior con un segmento de la capa interna 124 que puede ser más compresible que un segmento de la capa interna 124 para una parte inferior de la parte trasera de los asientos delanteros 812. Esta disposición puede proporcionar una zona de mayor protección contra impactos para la cabeza de un pasajero de atrás sin asegurar
- 15 donde son más propensos a un impacto inicial en la parte superior de la parte trasera de los asientos delanteros 812. La parte inferior menos compresible de la parte trasera de los asientos delanteros 812 permite una mayor durabilidad al desgaste por fricción de los pies y las piernas de los pasajeros de atrás al entrar y salir de la parte trasera de la cabina de pasajeros.
- 20 En otro ejemplo de aplicación, una realización del revestimiento compresible 110 puede aplicarse a las superficies delanteras exteriores de los coches y los camiones para ayudar a la protección contra impactos de los peatones que puedan ser atropellados por el coche o el camión.

Cápsulas de bebés y asientos de seguridad para niños

25 Otra aplicación del revestimiento compresible dentro de un vehículo es para cápsulas de bebés y asientos de seguridad para niños que se usan habitualmente en coches, camiones o aeronaves.

30 Una cápsula de bebés o un asiento de seguridad para niños (CSS) puede incorporar revestimientos compresibles segmentados de acuerdo con la localización del torso y la cabeza del bebé o el niño dentro de la cápsula de bebés o el CSS con el fin de ofrecer la protección contra impactos adecuada para esas partes del cuerpo del bebé. En otras palabras, pueden proporcionarse diferentes zonas de protección contra impactos dentro de una cápsula de bebés o un CSS. Habitualmente, el revestimiento compresible puede añadirse al interior de la cápsula de bebés o el CSS, o bien como una serie de paneles para formar el revestimiento compresible completo o el revestimiento compresible

35 puede insertarse como una unidad de revestimiento. En otra realización, el revestimiento compresible también puede formar la cápsula de bebés o el CSS. Además, el revestimiento compresible puede formar los paneles o refuerzos laterales de protección o, en otra realización, puede añadirse a los paneles o refuerzos laterales existentes de una cápsula de bebés o un asiento de seguridad para niños. Opcionalmente, también puede añadirse un revestimiento de confort a la cápsula de bebés o el CSS.

40 La figura 9 ilustra esquemáticamente, en una vista en perspectiva, un ejemplo de una realización de un revestimiento compresible para bebés 910 para una cápsula de bebés. Una cápsula de bebés 912 se sujeta en un asiento de coche para adultos 914 por el uso de la base de cápsula de bebés 916 en el asiento de coche para adultos 914 con unas correas de seguridad hacia atrás 918 que se anclan en un punto adecuado en la estructura del vehículo. Un bebé (no mostrado) está sujeto dentro de la cuna removible 920 de la cápsula de bebés 912. Dentro de la cuna 920, el revestimiento compresible para bebés 910 puede segmentarse en dos zonas de protección contra impactos, la zona de cabeza de bebé 922 y una zona de torso de bebé 924. En la figura 9, el revestimiento compresible para bebés 910 se muestra como un revestimiento insertado en la estructura de la cuna 920. En una realización preferida, la densidad de la espuma de EPS para el revestimiento compresible para bebés 910 puede estar en un intervalo inferior al descrito anteriormente para los cascos. La capa interna 124 puede tener una densidad en el intervalo de 15 a 25 kgm⁻³, con una capa externa 128 de densidad en el intervalo de 35 a 45 kgm⁻³. Para una mayor protección contra impactos para la cabeza del bebé, los segmentos que comprenden la zona de cabeza de bebé 922 del revestimiento compresible para bebés 910 pueden tener unas densidades de EPS para las capas interna y externa 124, 128 inferiores a las de los segmentos que comprenden la zona de torso de bebé 924.

55 En otra realización más del revestimiento compresible para bebés 910, la zona de cabeza de bebé 922 puede conformarse en la forma parcial de un casco. Con referencia a la figura 4, la zona de cabeza de bebé 922 puede conformarse en una forma aproximada por los segmentos traseros 422, 424, 426, 428 y los segmentos temporales 414, 416, con los segmentos correspondientes de la capa externa 128.

60 La figura 10 es una vista en perspectiva de un CSS 1012 con un revestimiento compresible de CSS 1010. Habitualmente, el CSS 1012 puede tener una base 1014 que descansa sobre un asiento de coche para adultos 914. Sobre la base 1014 está el asiento para niños 1016 que habitualmente incluye un asiento, un respaldo y unos refuerzos laterales. El CSS 1012 se sujeta al asiento de coche 914 mediante el uso del cinturón de seguridad de tres

puntos para adultos (no mostrado) y/o unas correas de seguridad adicionales (no mostradas) a los puntos de anclaje del vehículo. El revestimiento compresible de CSS 1010 puede segmentarse en dos zonas para la protección contra impactos; la zona de cabeza de CSS 1018 y la zona de torso de CSS 1020. Cada zona 1018, 1020 también puede disponer de unos refuerzos laterales (o alas) 1022, 1024 para “encauzar” o confinar y proteger aún más al niño. En la figura 10, el revestimiento compresible de CSS 1010 se muestra como un revestimiento insertado en la estructura del asiento para niños 1016. En una realización preferida, la densidad de la espuma de EPS para el revestimiento compresible de CSS 1010 puede ser como la descrita anteriormente para el revestimiento compresible para bebés 910.

10 **Armadura corporal**

Otra área de aplicación de una realización del revestimiento compresible 110 es su uso en armaduras corporales, incluyendo chalecos protectores. Para los deportes que implican impactos tales como el motociclismo, rodeo, fútbol, fútbol americano, cricket y béisbol, a menudo se llevan sobre el cuerpo armaduras corporales en forma de chalecos y almohadillas de protección. Un revestimiento compresible de armadura corporal puede tener una realización adaptada a la protección contra impactos en los deportes. Por ejemplo el revestimiento compresible de armadura corporal puede tener un espesor reducido 524 adecuado para el deporte, en el intervalo de 5 a 30 mm. Los materiales seleccionados para el revestimiento compresible de armadura corporal pueden ser elásticos y robustos para permitir que el revestimiento compresible se mantenga en buen estado durante muchos impactos.

Para una armadura corporal balística, puede usarse una realización del revestimiento compresible de armadura corporal en relación con la armadura balística. El revestimiento compresible de armadura corporal puede absorber la fuerza de impacto de la armadura balística en su reacción a un proyectil que impacta.

La figura 11 es una vista en alzado frontal de un chaleco protector 1112 con inserciones de un revestimiento compresible de armadura corporal 1110. El chaleco protector 1112 puede tener unas lengüetas de hombro de velcro 1114 para ayudar al usuario a ponerse y quitarse la prenda de chaleco protector 1112. Los segmentos pectorales 1116 y abdominales 1118 del revestimiento compresible 1110 se muestran como paneles insertados en el chaleco protector 1112, donde las líneas discontinuas 1120 indican la extensión de cada segmento 1116, 1118 para la parte delantera de la prenda de chaleco protector 1112. Los segmentos abdominales de revestimiento compresible 1118 pueden ofrecer un mayor nivel de protección contra impactos en comparación con los segmentos pectorales de revestimiento compresible 1116 debido a que la caja torácica en el pecho ofrece un nivel de protección para los órganos internos que está ausente para el abdomen.

35 **Protección de artículos de alto valor**

(que no forma parte de la invención reivindicada)

Otra área de aplicación para el revestimiento compresible puede ser para la protección de artículos de alto valor tales como: productos, dispositivos electrónicos, mecanismos frágiles, animales, plantas y similares. Pueden usarse ejemplos del revestimiento compresible para proteger artículos de alto valor en el tránsito de mercancías. Otros ejemplos pueden incorporarse en vehículos militares, aeronaves y naves espaciales para la protección del equipamiento sensible para mejorar la capacidad de supervivencia del equipamiento en el caso de un impacto catastrófico para la nave.

45 **Rendimiento del revestimiento compresible**

El rendimiento del revestimiento compresible en las realizaciones descritas anteriormente puede comprenderse mejor en términos de las siguientes descripciones de cómo se evalúa el rendimiento del aparato y los métodos de protección contra impactos por los expertos en la materia junto con el rendimiento relativo del revestimiento compresible. A modo de referencia y de ejemplo se incorpora lo siguiente en el presente documento: “Improved Shock Absorbing Liner for Helmets”, Oficina para la Seguridad en el Transporte de Australia (ATSB), www.atsb.gov.au, publicado en julio de 2001.

El revestimiento compresible proporciona una baja resistencia inicial al impacto para la parte deseada del cuerpo humano, por ejemplo, el cráneo para un casco de motocicleta cuando el casco del conductor de la motocicleta impacta contra la superficie de la carretera. A medida que progresa el impacto, el nivel de resistencia proporcionado por el revestimiento compresible aumenta de una manera controlada, de modo que la desaceleración controlada del cráneo y el cerebro (siguiendo con el ejemplo anterior) se produce a lo largo de todo el impacto. En la siguiente exposición, se usará el ejemplo de realización de un revestimiento compresible con un material de espuma de EPS en un casco de motocicleta, sin embargo, se apreciará que pueden hacerse observaciones similares para todas las otras realizaciones del revestimiento compresible expuestas anteriormente y a continuación.

La configuración específica del revestimiento compresible con la capa interna 124 y la capa externa 128 de

materiales que difieren en la compresibilidad relativa permite que el revestimiento compresible proporcione una variación continua y gradual en la compresibilidad y/o la rigidez a medida que el revestimiento compresible se comprime o se aplasta en un impacto.

- 5 La configuración específica del revestimiento compresible también permite que se fabrique fácilmente con una masa total reducida para un casco, en particular, en comparación con los cascos de espuma de una sola densidad. Esto es una ventaja en la reducción del efecto de la aceleración rotatoria para la cabeza y el cuello durante un impacto.

Duración de tiempo de impacto (tiempo de desaceleración)

- 10 El revestimiento compresible proporciona una compresión y un aplastamiento controlados ampliados con el fin de ampliar el período de tiempo durante el que se produce el impacto. El cráneo humano o cualquier otra parte del cuerpo pueden entonces desacelerarse de manera más gradual hasta descansar. El tiempo de aplastamiento o de deformación para el revestimiento compresible puede producirse por un tiempo de hasta y más allá del 20 % sobre el de un revestimiento con una sola densidad de espuma. En otros términos: la fuerza de impacto trasladada al cráneo se reduce porque la desaceleración del cráneo es más lenta debido a la acción del revestimiento compresible.

Aplastamiento

- 20 Aplastamiento es la penetración en el revestimiento compresible por el cráneo durante un impacto. La compresión del revestimiento compresible disipa la energía del impacto. El revestimiento compresible puede aplastarse hasta y más allá del 10 % con respecto a un revestimiento construido con una sola densidad de espuma.

Agrietamiento

- 25 Los agrietamientos en forma de placa y de arco durante la compresión de un revestimiento de espuma de EPS son habitualmente parte de la protección contra impactos. El agrietamiento en forma de arco es una línea de grietas de superficie circunferenciales alrededor de la penetración del cráneo en el revestimiento de espuma. El agrietamiento en forma de placa es una grieta en todo su espesor a través del revestimiento de espuma en la región de la penetración en el revestimiento de espuma. El agrietamiento en forma de placa se ve habitualmente en los revestimientos de espuma de una sola densidad y debe evitarse ya que la protección contra impactos por el revestimiento de espuma ha comenzado entonces a fallar.

- 35 El revestimiento compresible no muestra un agrietamiento en forma de placa durante los ensayos de impacto. El agrietamiento en forma de arco se reduce considerablemente para el revestimiento compresible. La reducción en el agrietamiento en forma de arco puede deberse en parte a que la capa interna 124 hace uso de una espuma de densidad más baja en comparación con los revestimientos de espuma de una sola densidad habituales que usan normalmente una densidad de espuma en el intervalo de 45 a 90 kgm⁻³. Las espumas de EPS de menor densidad se deformarán más de una manera plástica y/o elástica que las espumas de EPS de mayor densidad, por lo que una capa interna de espuma de menor densidad 124 es menos probable que muestre un agrietamiento en forma de arco. Además, el uso de una espuma de menor densidad para la capa interna 124 permite que la superficie de contacto 122 del revestimiento compresible se adapte al cráneo mejor que un revestimiento de espuma de una sola densidad. En consecuencia, la fuerza de impacto se extiende de manera más uniforme sobre un área mayor del cráneo, una característica deseable.

Desaceleración pico (Atenuación de energía de impacto o atenuación de choque, “fuerza-g”)

- 50 Las normas nacionales de Australia y Nueva Zelanda exigen que la desaceleración pico experimentada dentro de un casco durante un tipo de impacto simulado sea menor de 300 g (siendo “g” la aceleración de la gravedad 9,8 ms⁻²). Existen normas similares en Norteamérica y Europa. La desaceleración pico para el revestimiento compresible en todas las situaciones ensayadas fue inferior a la de los revestimientos de espuma de una sola densidad convencionales, y muy por debajo de la de los requisitos normativos nacionales obligatorios para Australia y Nueva Zelanda.

Fuerzas rotatorias

- 60 La masa del revestimiento compresible dentro de un casco puede contribuir a las fuerzas rotatorias experimentadas por la cabeza en un accidente. Es una ventaja de seguridad para el casco y el revestimiento compresible que sean ligeros con el fin de reducir las lesiones asociadas con las fuerzas rotatorias. Los cascos con revestimientos de espuma de una sola densidad que pueden rendir de manera similar a su equivalente con un revestimiento compresible, en términos de los otros ensayos de rendimiento descritos anteriormente, son significativamente más grandes y pesados. Esto es porque el revestimiento de espuma de una sola densidad debe ser más grueso y de una espuma de una sola densidad menor, lo que da como resultado una masa de revestimiento adicional, así como una

carcasa exterior más grande y más pesada para el casco.

Se apreciará por la descripción anterior que, si bien se requiere que la capa interna 124 sea más compresible y/o menos rígida que la capa externa 128, la configuración de las protuberancias 130 y los rebajes 132 puede invertirse de tal manera que las protuberancias se asocien con la capa externa 128 y los rebajes con la capa interna 124. En otro ejemplo, la superficie de unión 126 puede ser simétrica, de tal manera que tanto la capa interna 124 como la capa externa 128 tengan las protuberancias y los rebajes en una disposición que permita el acoplamiento de la capa interna 124 con la capa externa 128 en la superficie de unión 126. Sin embargo, en todas las configuraciones descritas anteriormente y a continuación, la compresibilidad de la capa interna 124 es mayor que la compresibilidad de la capa externa 128. O en términos de rigidez, la rigidez de la capa interna 124 es menor que la de la capa externa 128.

También se apreciará que las dimensiones, capacidades y materiales del revestimiento compresible proporcionado anteriormente y a continuación se proporcionan a modo de ejemplo para la realizaciones descritas. Otras dimensiones, capacidades y materiales distintos a los proporcionados también pueden seleccionarse o diseñarse por un experto en la materia, por ejemplo, para otras aplicaciones de protección contra impactos.

La figura 12 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de un doble revestimiento compresible 1210. El doble revestimiento compresible 1210 es una realización alternativa del revestimiento compresible 510 mostrado en la figura 5. El doble revestimiento compresible 1212 son dos revestimientos compresibles 510 unidos entre sí en la superficie externa 118, para formar la nueva unión 1212. El doble revestimiento compresible 1210 puede ser útil en aplicaciones tales como los deportes de contacto donde es habitual un contacto corporal vigoroso entre los participantes. En tales situaciones, es deseable que cuando dos participantes impacten entre sí ambos participantes reciban los beneficios de la baja resistencia inicial de la capa interna 124. Otro ejemplo es el uso del doble revestimiento compresible 1210 entre mecanismos sensibles, o artículos, de tal manera que los dos mecanismos reciban el beneficio de la capa interna 124. El doble revestimiento compresible 1210 también puede segmentarse (no se muestra) para proporcionar diferentes zonas de protección contra impactos como se ha descrito anteriormente.

Un revestimiento continuo (no mostrado) puede construirse con propiedades similares o superiores al revestimiento compresible. El revestimiento continuo puede incluir un revestimiento fabricado en la forma deseada, por ejemplo un casco, de un primer material. El primer material puede ser altamente compresible y/o de una baja rigidez, por ejemplo, una gelatina viscoelástica. Además, es deseable producir el efecto de disminución de la compresibilidad (aumento de la rigidez) a través del espesor del revestimiento, avanzando en la dirección desde el interior del casco al exterior del casco. Para aplicar un aumento del gradiente de rigidez como este, el primer material puede transformarse de una manera continua en un segundo material. Cuando el segundo material tiene menos compresibilidad (más rigidez) que el primer material, el segundo material y el primer material existen en diversas proporciones en todo el revestimiento continuo con el fin de producir el gradiente de rigidez deseado.

El segundo material puede producirse mediante una serie de procesos, incluyendo:

- Una radiación ionizante para reticular las moléculas del primer material a diversos grados de reticulación para formar un segundo material.
- Un agente químico para transformar el primer material en el segundo material a diversos grados.

La radiación ionizante o el agente químico pueden aplicarse al exterior de la forma de casco, u otras formas, fabricadas del primer material. El nivel de transformación del primer material en el segundo material se controlaría cuidadosamente por el nivel de atenuación de profundidad a través del espesor del revestimiento continuo.

De una manera similar, el nivel de radiación ionizante o de agente químico que se aplica sobre la forma de casco del primer material puede controlarse para aplicar diferentes zonas de niveles de protección contra impactos requeridas sobre la forma de casco. Para la realización alternativa con zonas de protección contra impactos, el límite entre los segmentos para cada zona puede no ser una línea de límite específica sino un gradiente como resultado de la técnica específica usada para transformar el primer material en el segundo material.

Un tipo diferente de casco de bicicleta (no mostrado y no reivindicado) puede producirse sin la presencia de la capa externa 128. Para este casco, los vértices 136 de las protuberancias 130 de la capa interna 124 se conectan a la carcasa externa 116. Un experto en la materia del diseño y la fabricación de cascos puede seleccionar un material o materiales adecuados para formar la capa interna 128, de tal manera que las normas de seguridad adecuadas se cumplen para este casco de bicicleta diferente. Por ejemplo, la densidad de la espuma de EPS de la capa interna 124 puede ser como se ha descrito anteriormente o transformarse en dos materiales de acuerdo con el revestimiento continuo descrito anteriormente. En otro ejemplo (no mostrado y no reivindicado) del casco de bicicleta diferente, la capa externa 116 puede adaptarse a la superficie externa de la capa interna 124 con el fin de formar una capa externa dura en la forma de las protuberancias cónicas.

5 El uso de un revestimiento segmentado, en el que se proporcionan diferentes zonas de protección contra impactos, puede reducir sustancialmente el peso del revestimiento en comparación con una construcción no segmentada. El ahorro de peso es posible usando un material de densidad reducida, donde no se requiere una alta resistencia a la fuerza aplicada. En el caso de un revestimiento de casco segmentado, el peso del casco puede reducirse hasta en un 20 %, lo que es un beneficio considerable para el usuario.

10 El revestimiento de la invención puede perforarse o abrirse para proporcionar áreas sin protección, por ejemplo, para facilitar aberturas de ventilación. Tal disposición es especialmente útil para cascos y similares.

15 En una realización de la invención, la capa interna está constituida por un panel en forma de una tira que tiene protuberancias o rebajes en el mismo para funcionar conjuntamente en las aberturas con la otra capa. Una tira puede, por ejemplo, comprender una sola fila de protuberancias, y moldearse con una curvatura para adaptarse a la otra capa, como sería necesario, por ejemplo, en un casco.

20 Varias de estas tiras pueden formar parte de una pieza de inserción y moldearse con una conexión para conectarlas. La conexión puede comprender la capa de material desde la que sobresalen las protuberancias, y es habitualmente un único moldeo. En una realización, la conexión se extiende transversalmente en la dirección general de las tiras. Esta realización es especialmente adecuada para un casco debido a que el hueco entre las tiras puede alinearse con las aberturas de ventilación habituales.

25 Aunque la invención se ha mostrado y descrito en el presente documento en lo que se concibe como las realizaciones más prácticas y preferidas, se reconoce que pueden hacerse variaciones dentro del alcance de la invención, que no deben estar limitadas a los detalles descritos en el presente documento, sino que debe concedérseles el alcance completo de las reivindicaciones adjuntas con el fin de abarcar todos y cada uno de los conjuntos, dispositivos y aparatos equivalentes.

30 En la presente memoria descriptiva, la palabra "comprender" debe entenderse en su sentido más "abierto", es decir, en el sentido de "incluir", y por lo tanto no se limita a su sentido "cerrado", es decir, el sentido de "consistir solamente en". Debe atribuirse un significado correspondiente a las palabras correspondientes "comprenden, comprendido y comprende" cuando aparezcan.

35 También se entenderá que toda referencia a la técnica anterior conocida en el presente documento no constituye, a menos que se indique lo contrario, el reconocimiento de que dicha técnica anterior sea conocida habitualmente por los expertos en la materia a la que se refiere la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la protección contra impactos para al menos una parte de un cuerpo humano que comprende: un revestimiento compresible (110, 310, 510) con una capa interna (124) y una capa externa (128), en el que la capa interna (124) incluye un primer material de una primera compresibilidad, y la capa externa (128) incluye un segundo material de una segunda compresibilidad; y en el que la capa interna (124) tiene una compresibilidad mayor que la de la capa externa (128);
 5 en el que la capa interna (124) tiene una superficie de contacto (122) y una primera superficie de unión, en el que la primera superficie de unión incluye una pluralidad de protuberancias (130), en el que la capa externa (128) tiene una segunda superficie de unión y una superficie externa (118),
 10 en el que la segunda superficie de unión incluye una pluralidad de rebajes (132) adaptados para recibir las protuberancias (130) de la capa interna;
caracterizado por que dicha capa interna (124) está formada por una pluralidad de segmentos de capa interna (212, 214); y
 15 en el que la pluralidad de segmentos de capa interna (212, 214) tiene una primera compresibilidad que es diferente entre los segmentos de capa interna.
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una parte de la superficie de contacto de la capa interna del revestimiento compresible (110, 310, 510) está adaptada para ser inmediatamente adyacente a, o acoplarse con, una parte del cuerpo humano.
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que las protuberancias (130) son cónicas.
- 25 4. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha capa externa (128) está formada por uno o más segmentos de capa externa (210, 216).
5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la segunda compresibilidad es diferente entre los segmentos de capa externa (210, 216).
- 30 6. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que uno o más del primer material y el segundo material son viscoelásticos o tixotrópicos.
7. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que tanto el primer material como el segundo material son de espuma.
- 35 8. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7 cuando depende de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicha espuma es poliestireno expandido.
9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el primer material tiene una densidad en el intervalo de 15 a 50 kgm⁻³.
- 40 10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el primer material tiene una densidad en el intervalo de 25 a 35 kgm⁻³ y el segundo material tiene una densidad en el intervalo de 35 a 50 kgm⁻³.
- 45 11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el primer material tiene una densidad en el intervalo de 15 a 25 kgm⁻³ y el segundo material tiene una densidad en el intervalo de 35 a 45 kgm⁻³.
12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el segundo material tiene una densidad en el intervalo de 35 a 90 kgm⁻³.
- 50 13. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el segundo material tiene una densidad en el intervalo de 35 a 55 kgm⁻³.
- 55 14. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que una penetración de una o más protuberancias (130) en la capa externa (128) está en el intervalo del 50 al 100 %.
15. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que un vértice de una o más protuberancias (130) es contiguo a la superficie externa.
- 60 16. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la distancia entre las bases adyacentes de las protuberancias (130) está en el intervalo de 0 a 20 mm.
17. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 16, en el que la distancia entre las bases adyacentes de las

protuberancias (130) está en el intervalo de 5 a 15 mm.

- 5 18. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la dimensión transversal máxima de una base de las protuberancias (130) está en el intervalo de 15 a 22 mm.
- 10 19. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el revestimiento compresible (110, 310, 510) tiene un espesor en el intervalo de 15 a 45 mm; una altura de una o más protuberancias (130) desde la base de la protuberancia respectiva está en el intervalo de 20 a 25 mm; y una distancia desde la base de una o más protuberancias (130) a la superficie de contacto (122) está en el intervalo de 5 a 10 mm.
- 15 20. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la capa interna (124) puede verse a través de la capa externa (128).
- 20 21. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el revestimiento compresible (110, 310, 510) comprende un accesorio removible y reemplazable.
- 25 22. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3-21, en el que el revestimiento compresible (110, 310, 510) está instalado dentro de o forma: un revestimiento de cabina de vehículo, una cápsula de bebés, un asiento de seguridad para niños, un asiento, un reposacabezas o una armadura corporal.
- 30 23. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-21, en el que el revestimiento compresible está instalado dentro de o forma un casco.
24. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la capa interna (124) comprende una tira desde la que las protuberancias sobresalen en una línea.
- 25 25. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 24, en el que se proporciona una pluralidad de dichas tiras y se conectan mediante una conexión con el fin de formar un componente de una sola pieza.
- 30 26. Un método de protección contra impactos para al menos una parte del cuerpo humano, que proporciona un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, teniendo dicho aparato: una baja resistencia inicial a un impacto en al menos una parte de un cuerpo humano; y, a continuación, un aumento progresivo del nivel de resistencia al impacto en al menos una parte del cuerpo humano a medida que progresa el impacto.

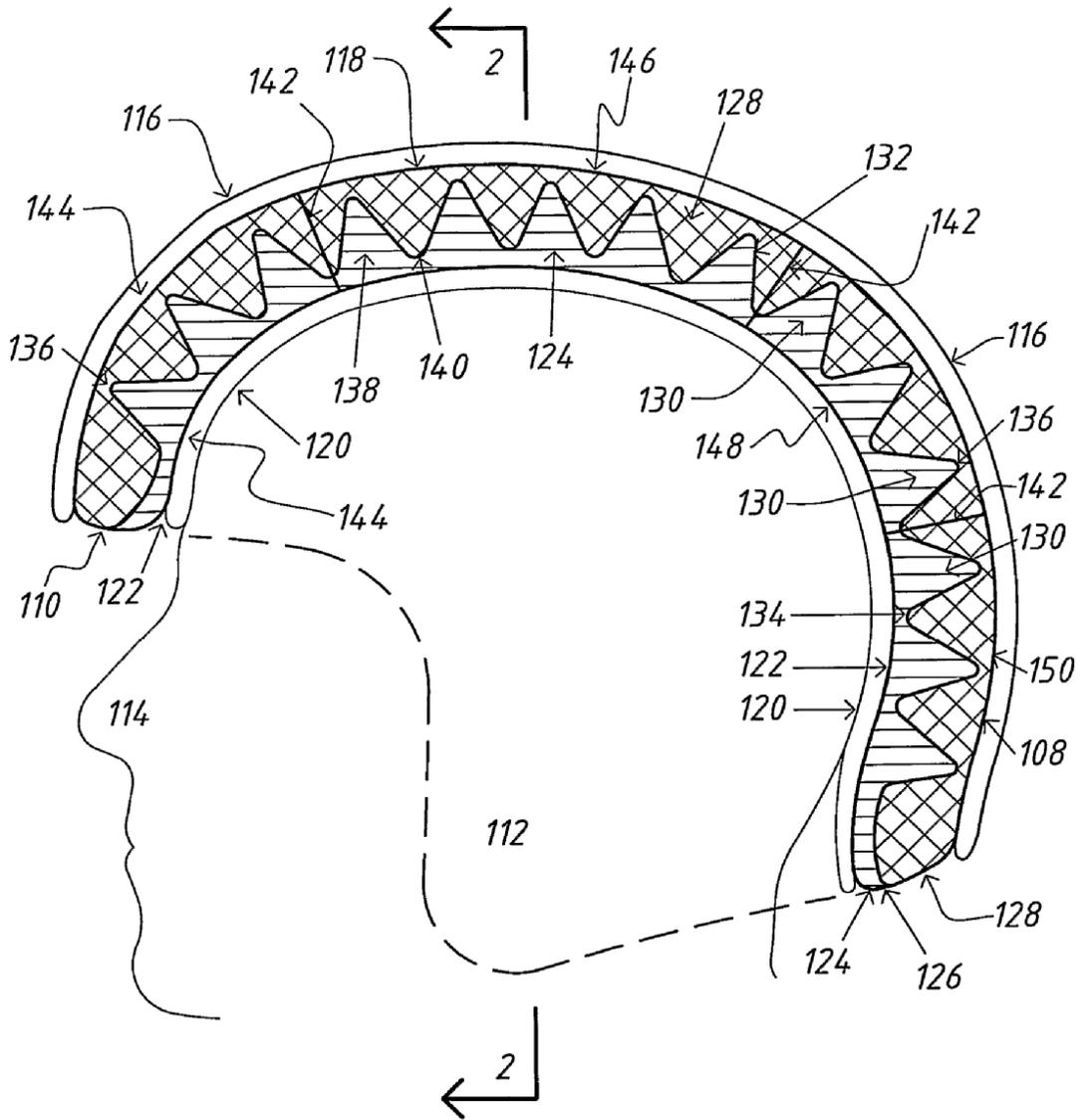


FIG 1

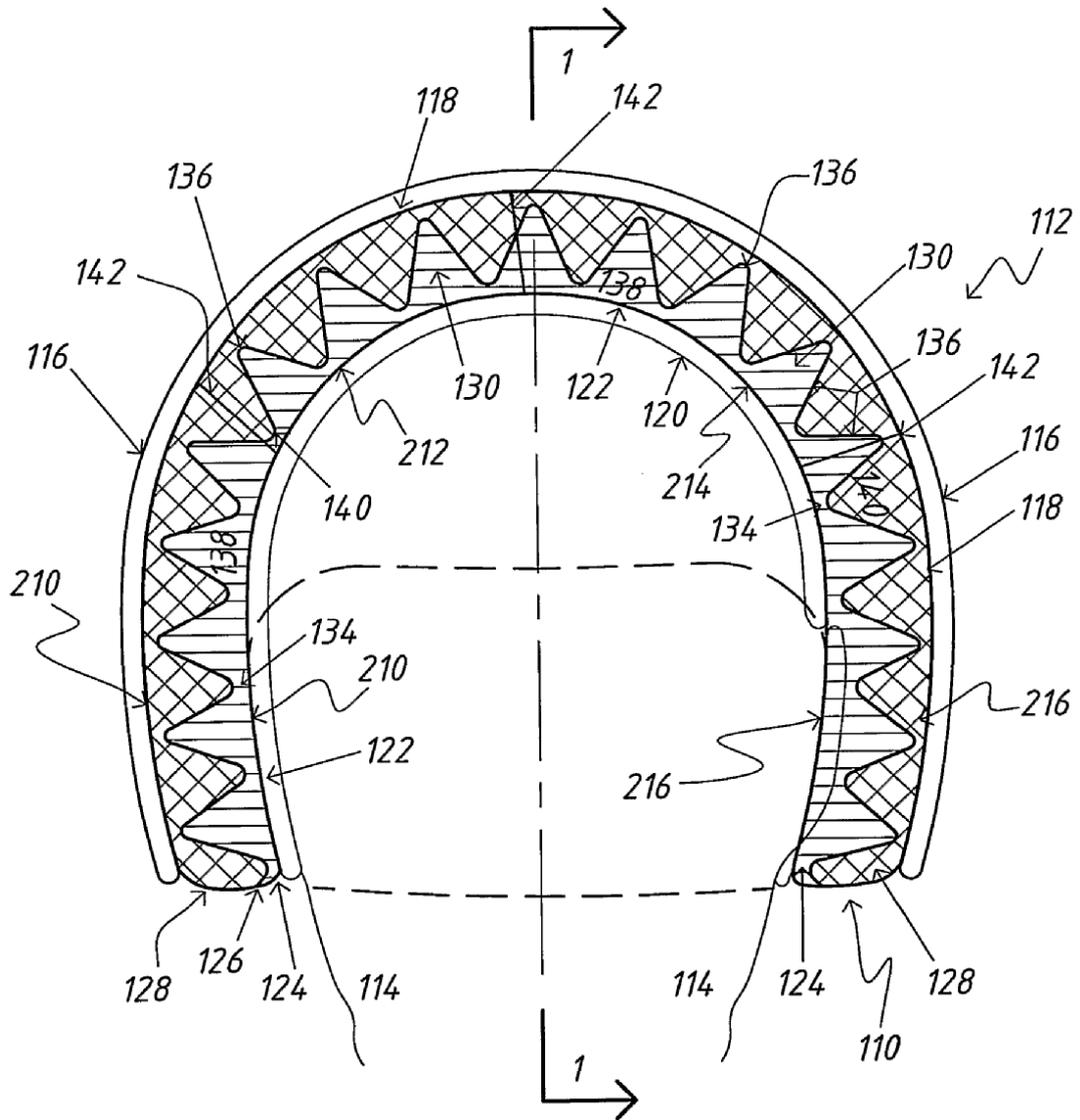


FIG 2

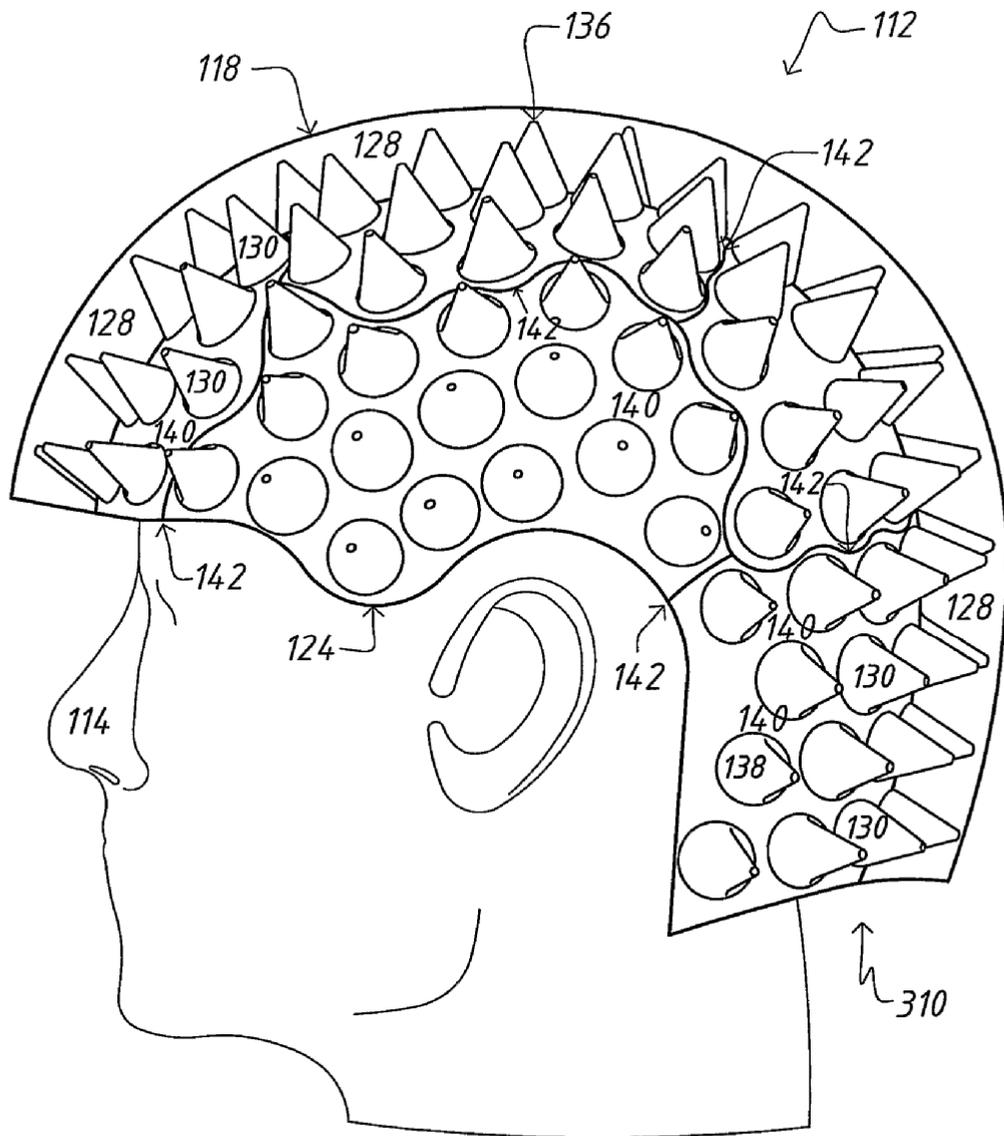


FIG 3

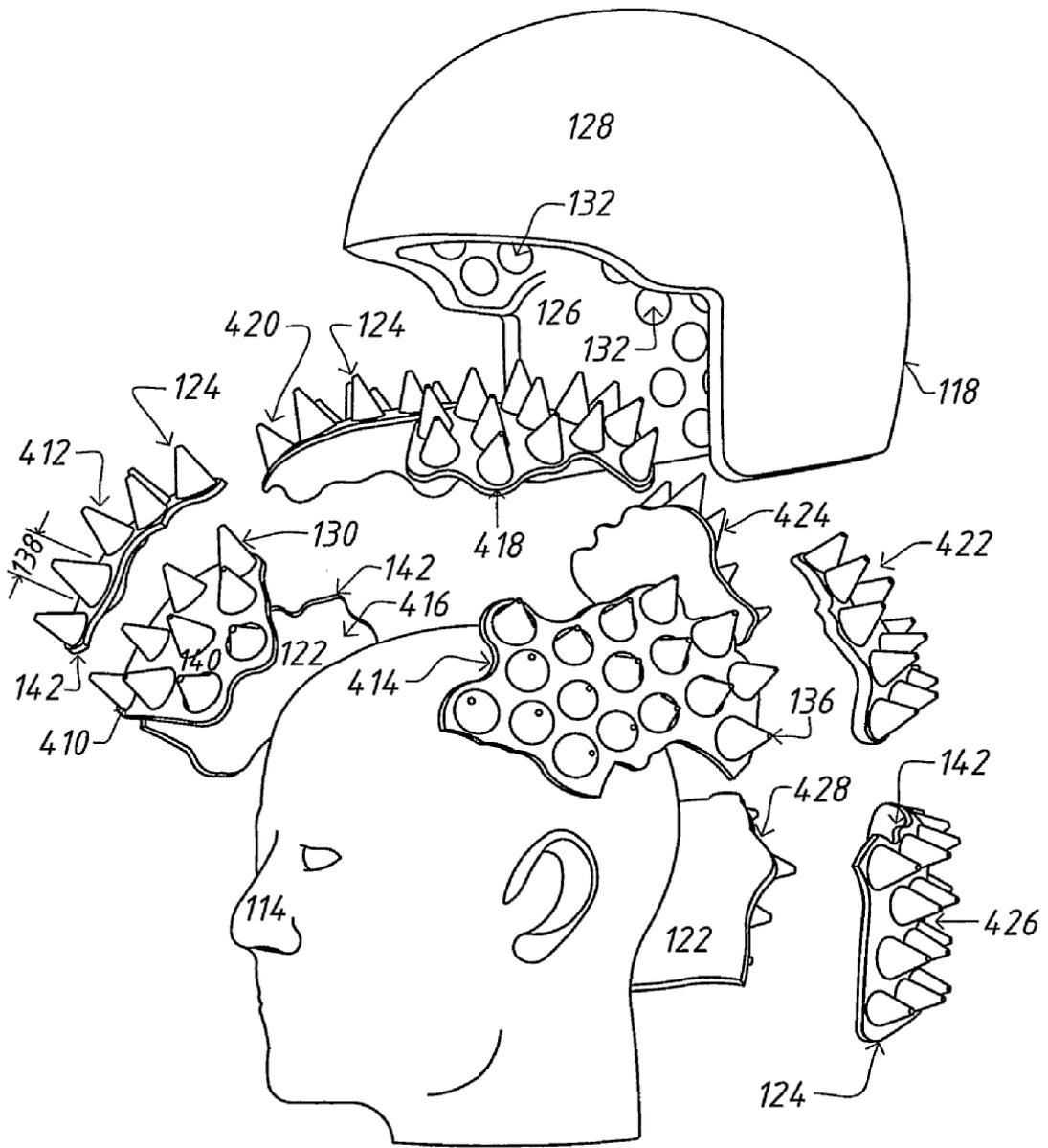


FIG 4

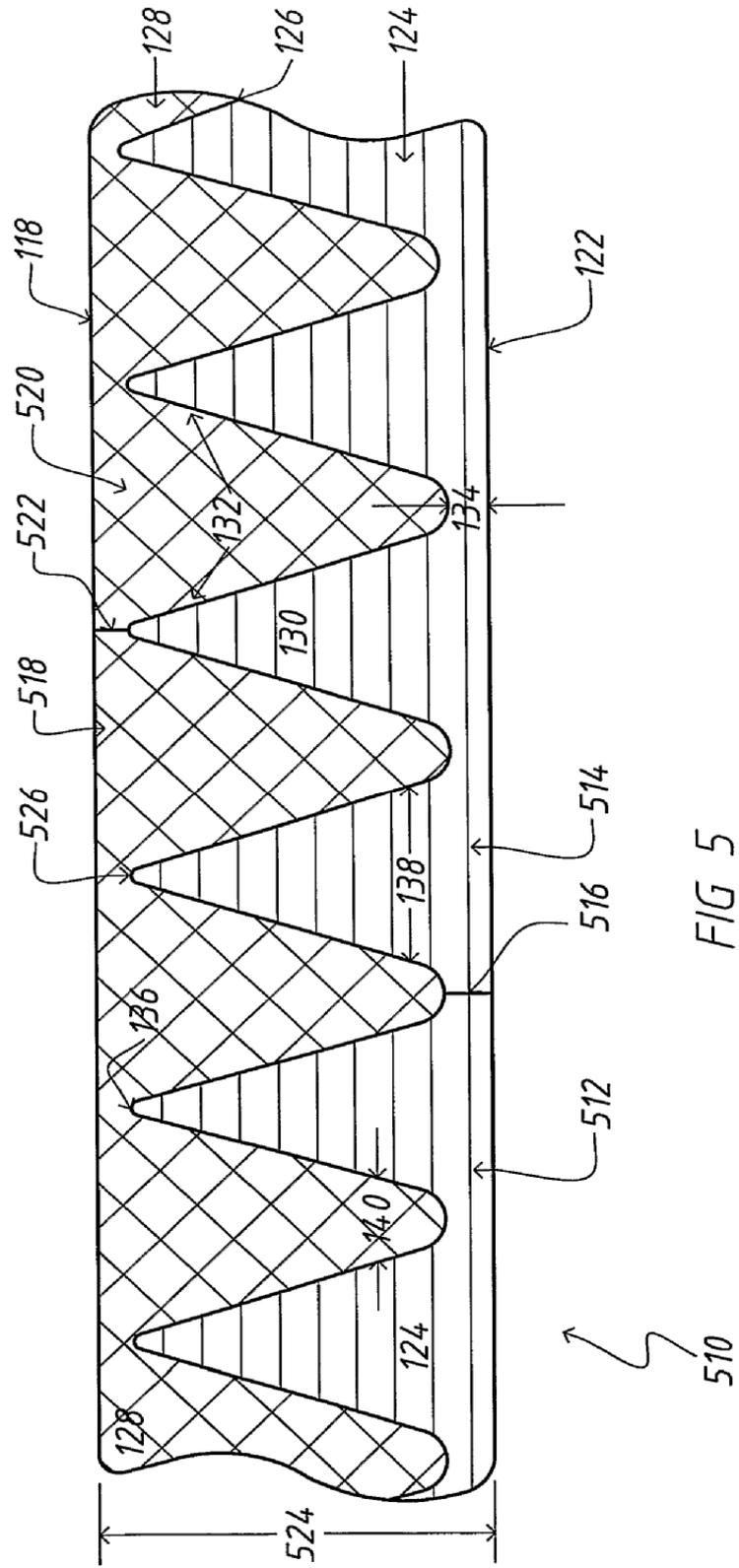
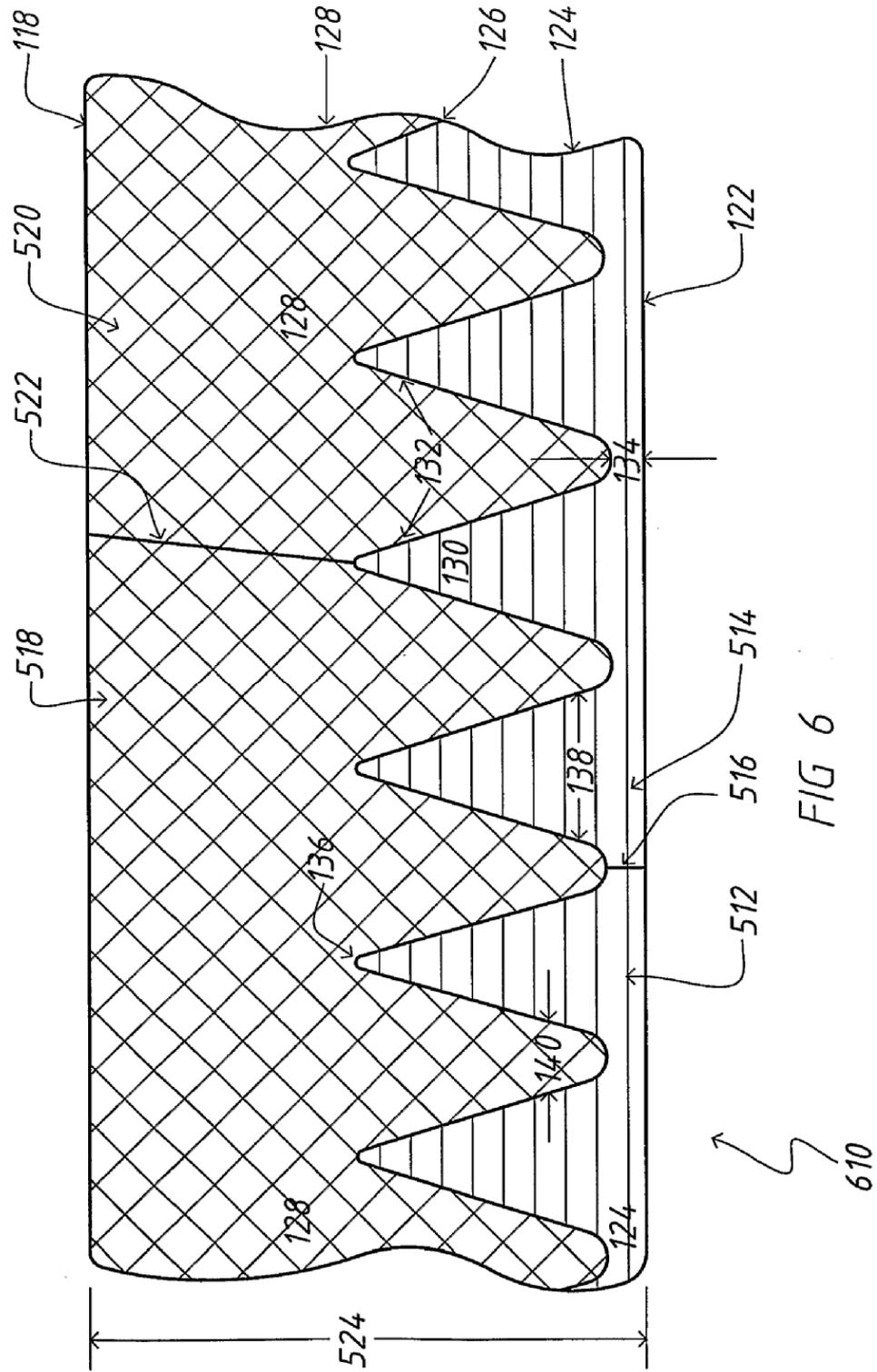
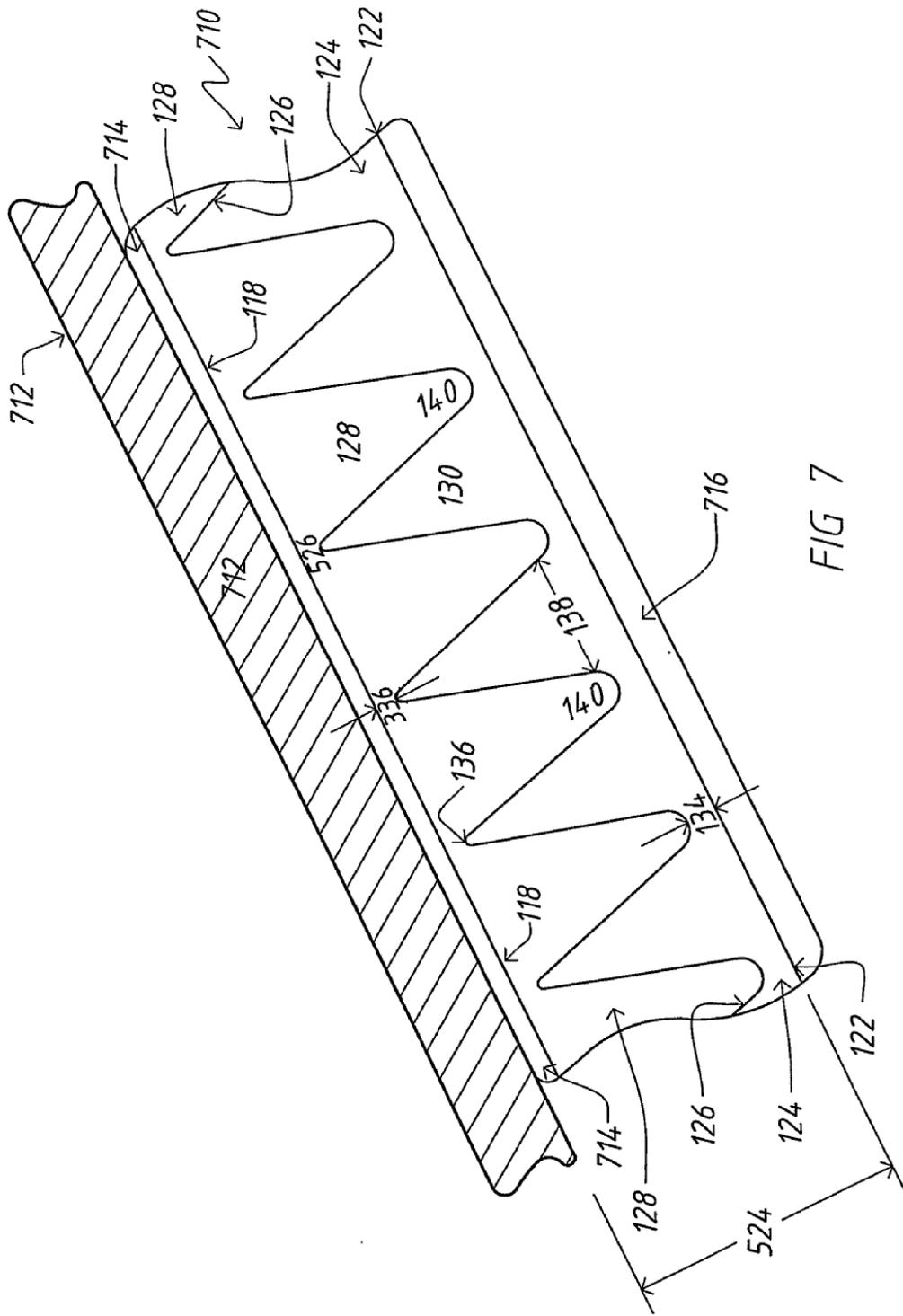


FIG 5





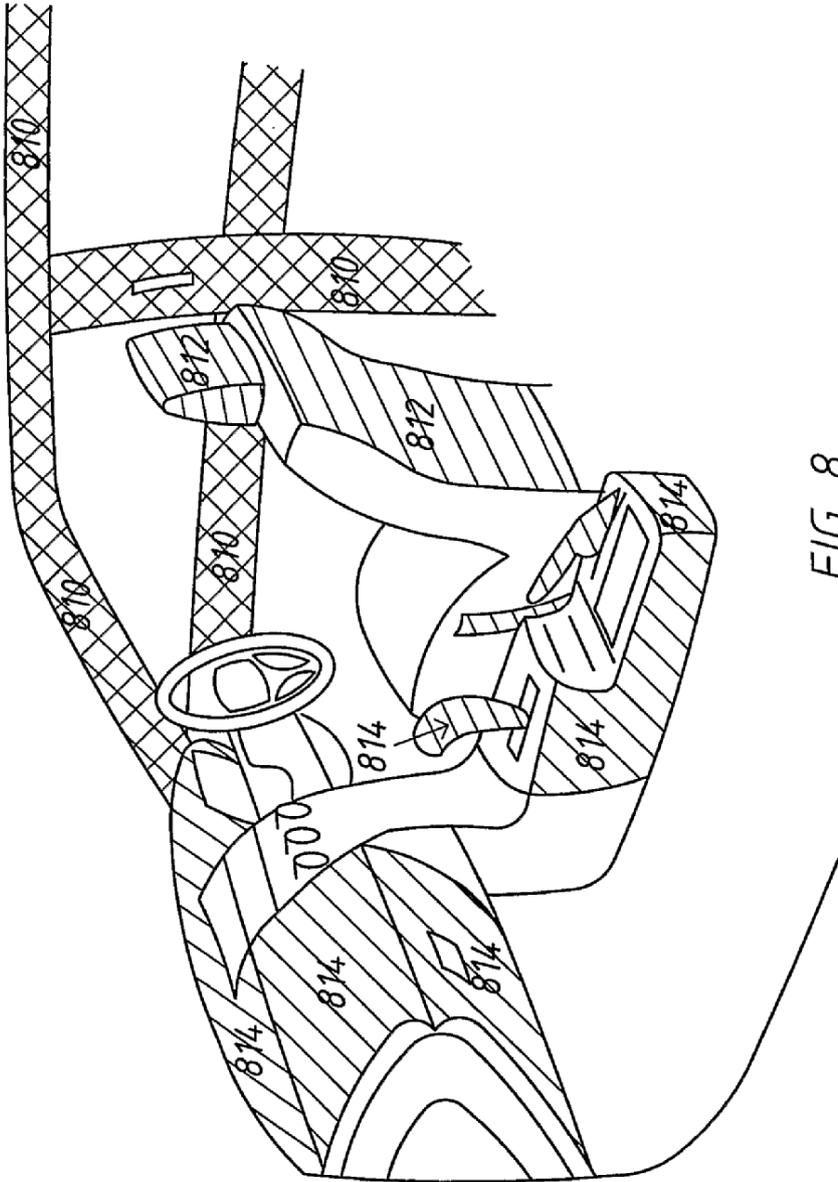


FIG 8

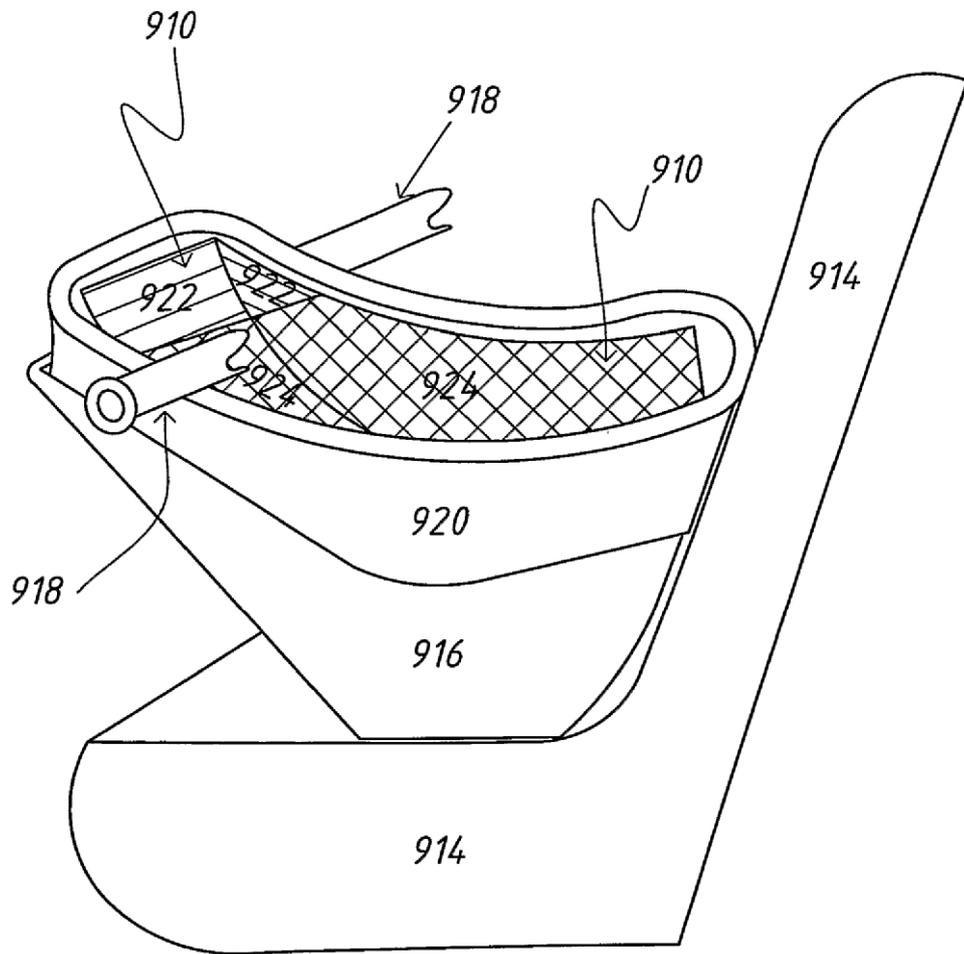


FIG 9

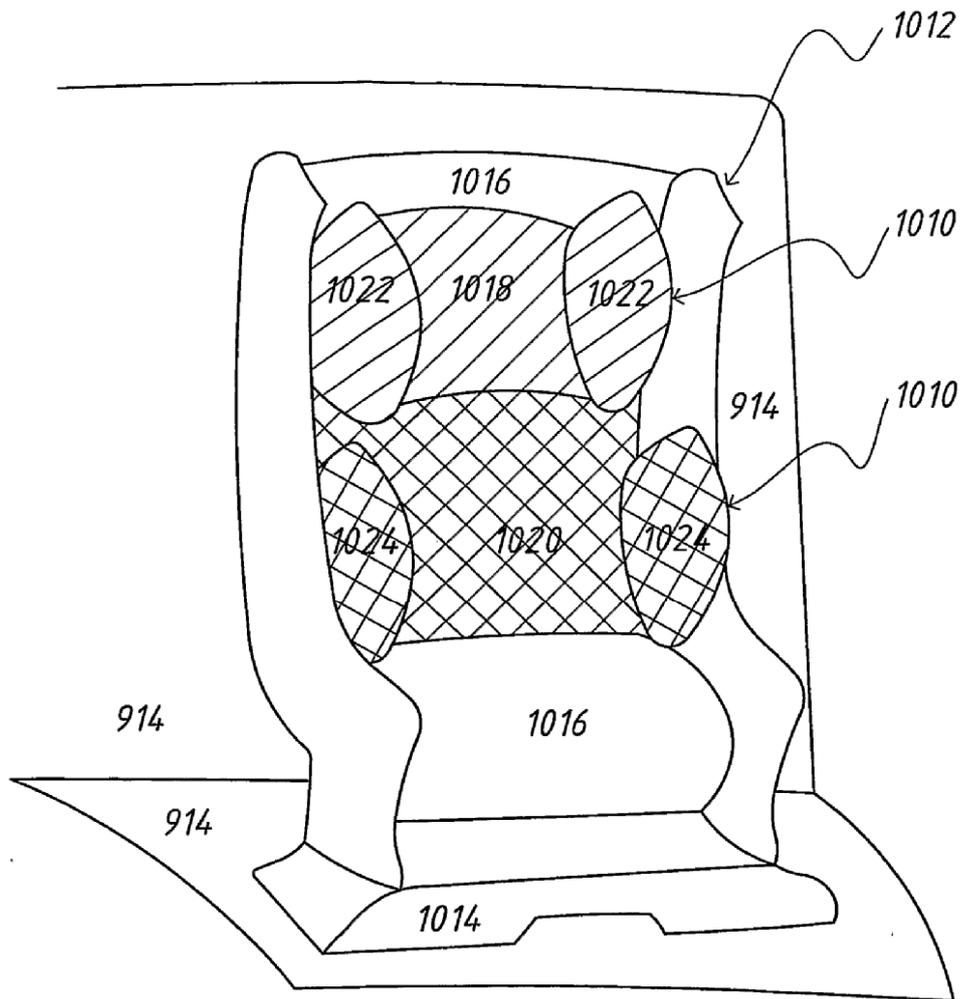


FIG 10

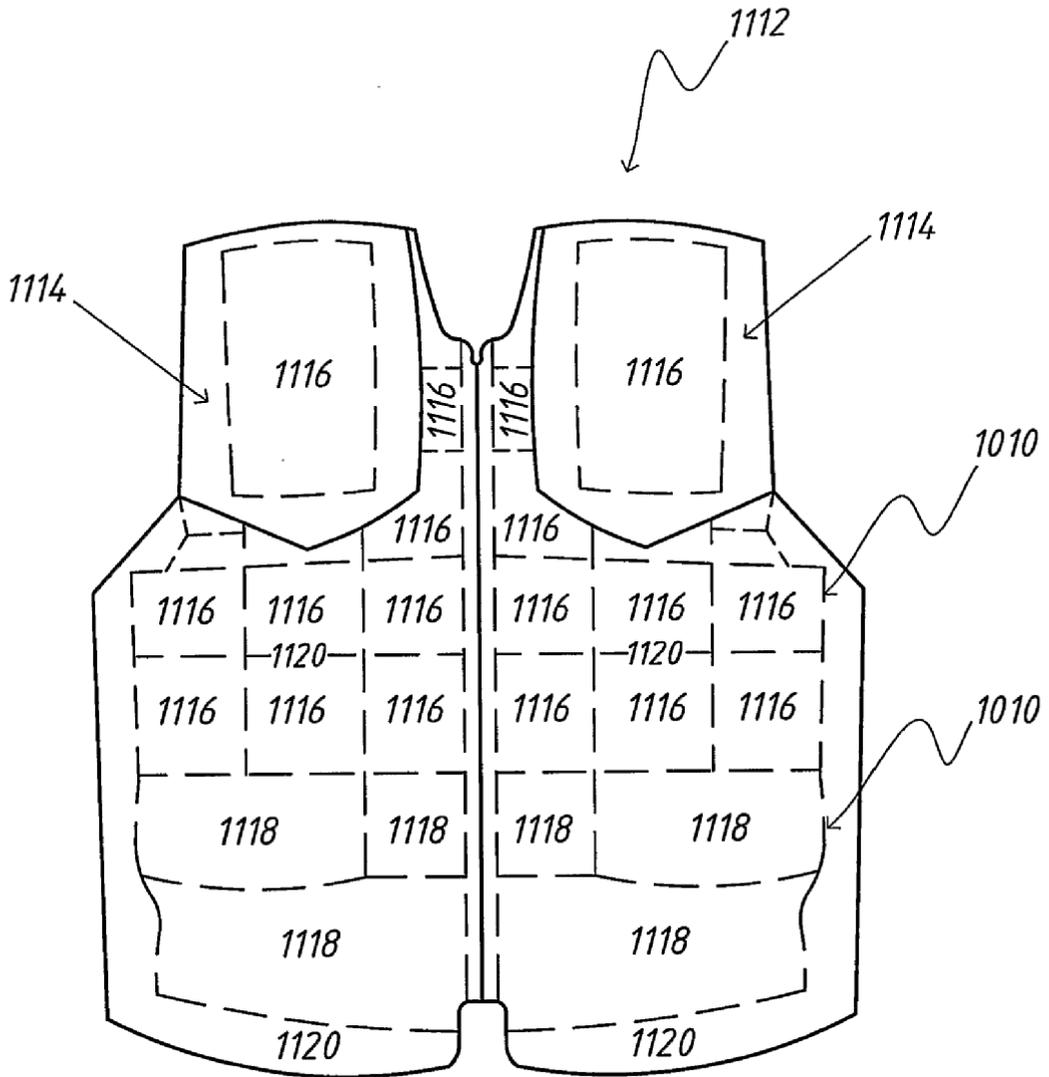


FIG 11

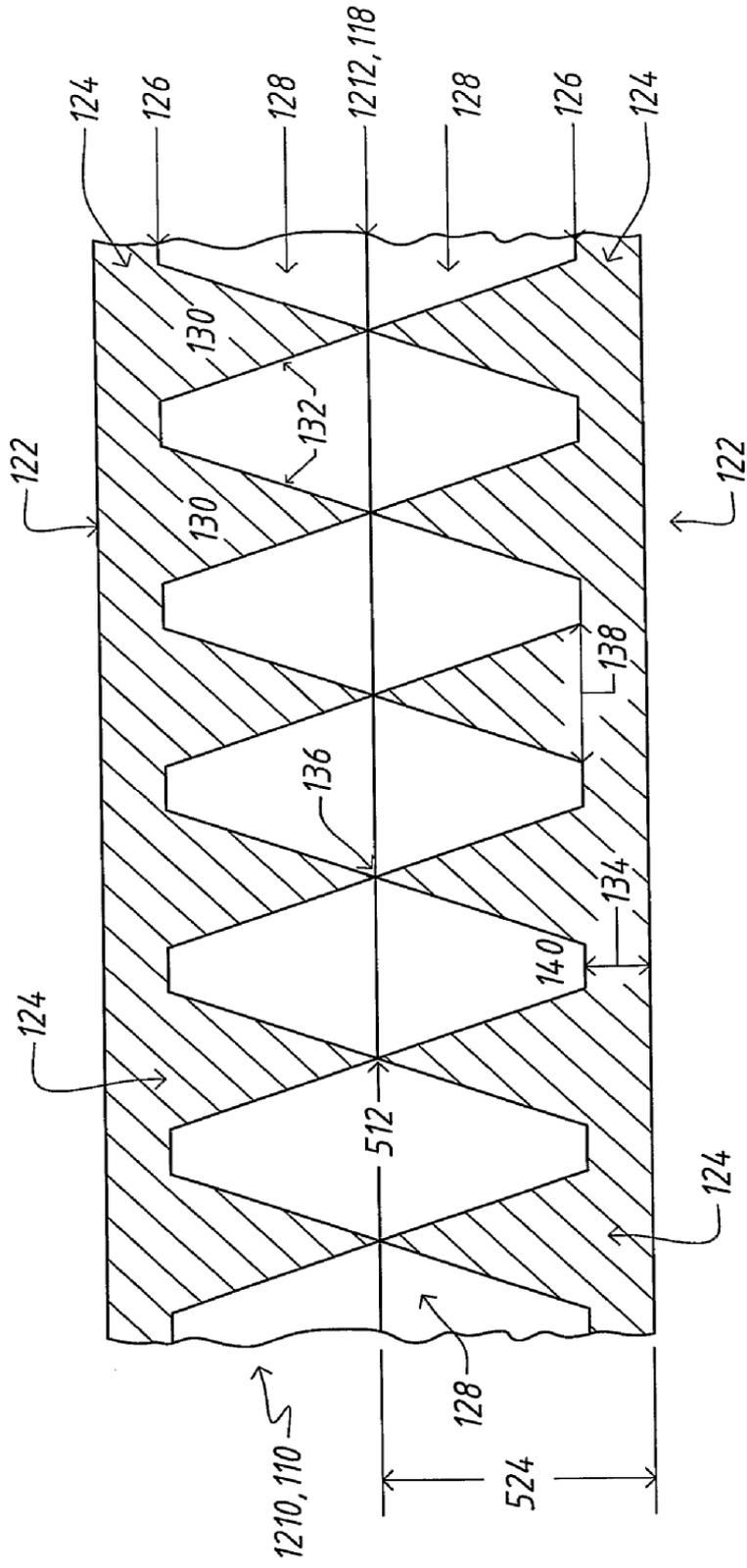


FIG 12

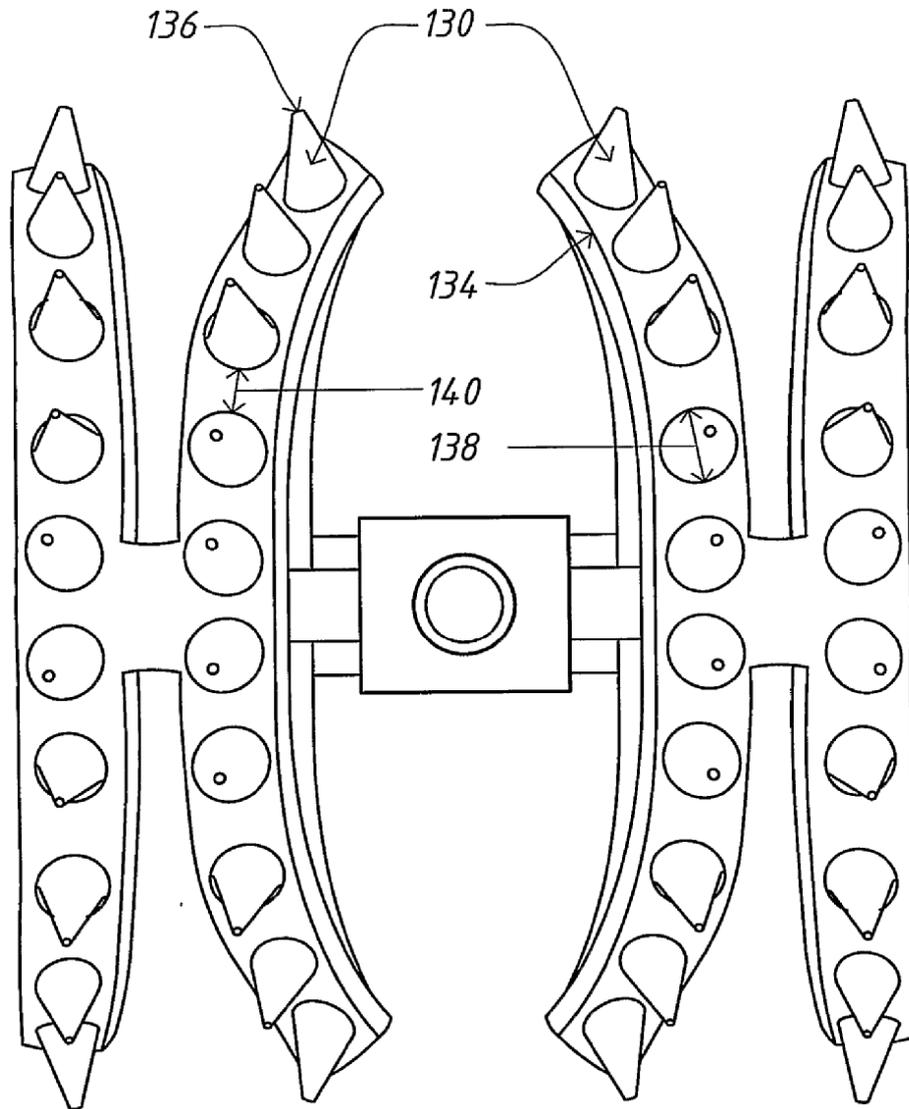


FIG 13