

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 867**

51 Int. Cl.:  
**A42B 3/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06808377 .3**  
96 Fecha de presentación: **31.10.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1942759**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2008**

54 Título: **DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CORPORAL.**

30 Prioridad:  
**31.10.2005 GB 0522148**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.01.2012**

73 Titular/es:  
**LLOYD (SCOTLAND) LIMITED**  
**152 BATH STREET**  
**GLASGOW G2 4TB, GB**

72 Inventor/es:  
**SAJIC, Peter**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 372 867 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCION**

Dispositivo de protección corporal

La presente invención está relacionada con los dispositivos de protección corporal. En particular, pero no exclusivamente, la invención está relacionada con los materiales de absorción de energía utilizados en los dispositivos que tienen una curvatura relativamente grande, tal como los cascos (o yelmos), coderas, rodilleras, hombreras y similares.

Los cascos o yelmos de seguridad comprenden convencionalmente un revestimiento exterior substancialmente esférico de material de plástico duro y un revestimiento interior de material flexible tal como una espuma dura. El revestimiento exterior rígido actúa como una superficie de impacto para transmitir una carga de impacto de forma más uniforme hacia el revestimiento interior el cual absorbe la energía impartida por la carga de impacto.

El fin de cualquier dispositivo de protección corporal es primeramente reducir la carga de impacto inicial transmitida al usuario y en segundo lugar absorber toda la energía del impacto de una forma controlada y constante. Es con frecuencia altamente deseable que la rigidez o la respuesta de absorción de la energía del dispositivo varíen en todo el dispositivo. Típicamente, el revestimiento de un casco puede tener entre dos y diez porciones de densidad variable. Es deseable el proporcionar un dispositivo o bien un material para el dispositivo, en donde la rigidez o respuesta de absorción de la energía pueda variarse fácilmente. No se conoce como proporcionar un revestimiento que use distintos materiales o distintas configuraciones geométricas en distintos lugares.

Se sabe que los dispositivos de protección del cuerpo, en particular los cascos de seguridad para motocicletas, están sujetos con frecuencia a impactos más frecuentemente en áreas en particular o lugares del dispositivo. Así mismo, algunas partes del cuerpo de un usuario están más predispuestas a las heridas o lesiones, o bien los efectos de las lesiones son más severos que otros. Es por tanto deseable el proporcionar un dispositivo que tenga el nivel más alto de protección en estas áreas respectivas. No obstante, un dispositivo que proporcione este alto nivel de protección en todas las zonas es más difícil o costoso de fabricar.

Un dispositivo de protección corporal que incluye una matriz de tubos de absorción de energía es el expuesto en el documento WO 2005/060778. Los tubos están dispuestos de forma tal que en su utilización están cargados axialmente. El dispositivo supera a los dispositivos convencionales utilizando un material de espuma dura para absorber la energía de impacto.

Las columnas cargadas axialmente han sido utilizadas durante algún tiempo para mejorar la capacidad de absorción de la energía de choque estructural de los vehículos, elementos del mobiliario urbano y similar. Las columnas de cada uno de estos sistemas conocidos están típicamente sin conectar y funcionan en forma independiente.

Es deseable que las columnas de metal muestren un pandeo local múltiple y un modo de fallo de doblado, el cual es efectivo en la absorción de la energía de impacto. Las columnas de plástico y de composite tienen un número de modos de fallos que son eficientes para la absorción de la energía de impacto, pero todos los modos incluyen típicamente el aplastamiento progresivo en un extremo de la columna.

El rendimiento y el modo de fallo de las columnas de plástico y de composite dependen de una interacción compleja de varios parámetros distintos incluyendo el material utilizado, la geometría (forma y grosor), la alineación de las fibras en los composites, el uso de disparadores, y las condiciones de la carga. No obstante, una selección cuidadosa de estos parámetros puede dar lugar a un dispositivo de seguridad que supere al equivalente de metal.

Con independencia del material usado, se ha encontrado que las matrices de las columnas independientes dispuestas en forma paralela o coaxial con respecto a la carga, proporcionan un rendimiento eficiente de absorción de energía, y mejorando la estabilidad del dispositivo de seguridad. Las columnas tienden a producir un nivel relativamente constante de absorción de la energía conforme la columna se pandea progresivamente o bien durante su aplastamiento.

Es conocido también el uso de uno o más miembros estructurales cilíndricos, los cuales están cargados lateralmente. En otras palabras, el eje del miembro estructural cilíndrico es normal a la carga. La energía de impacto es absorbida conforme la sección circular se aplasta en forma plana progresivamente.

Es conocido el uso de materiales de composite que tengan fibras direccionales reforzadas dentro de un material de matriz. La dirección de las fibras con respecto a la carga puede variarse para proporcionar la respuesta a la carga deseada. No obstante, puesto que el material de la matriz es sólido, el material de composite es relativamente denso. Así mismo, la respuesta a la carga de un material de composite que tiene fibras orientadas con un ángulo está dominada típicamente por las propiedades del material de la matriz. Estas propiedades son frecuentemente del orden una magnitud inferior a las del material de la fibra. Así mismo, aunque el material puede tener fibras orientadas con un ángulo oblicuo con la carga, la estructura como un conjunto está dispuesta en forma paralela o bien normal con la carga.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un dispositivo de protección del cuerpo para el uso por un usuario que comprende:

una superficie de impacto;

una matriz de células de absorción de energía, en donde cada una de las mencionadas células comprenden un tubo, y en donde el eje longitudinal de los tubos de una o más células mencionadas está dispuesto con un ángulo oblicuo con respecto a la superficie de impacto.

- 5 El término "tubo" se utiliza para denotar una estructura hueca que tiene una geometría regular o irregular. Preferiblemente, el tubo tiene una estructura cilíndrica o cónica, más preferiblemente una estructura circular cilíndrica o cónica.
- 10 Preferiblemente, el eje longitudinal de los tubos está dispuesto con un ángulo de entre 5° y 45° con una línea normal a la superficie de impacto, más preferiblemente con un ángulo de entre 5° y 30° con respecto a una línea normal a la superficie de impacto.
- Preferiblemente, la disposición oblicua de los tubos está adaptada para proporcionar unos medios de deflexión para provocar una deflexión lateral del impacto de un objeto impactante en la superficie de impacto.
- Preferiblemente, la superficie de impacto es convexa.
- Alternativamente, la superficie de impacto es plana o bien cóncava.
- 15 Preferiblemente, el dispositivo de protección del cuerpo tiene una capa exterior que proporciona la superficie de impacto. Preferiblemente, el dispositivo de protección del cuerpo tiene una superficie interna y el eje de uno o más tubos se extienden desde la superficie de impacto hacia la superficie interna. Preferiblemente, el dispositivo de protección del cuerpo incluye una capa interior que proporciona la superficie interior. Preferiblemente, el dispositivo de protección del cuerpo incluye una capa intermedia que proporciona la matriz de las células de absorción de la energía.
- 20 Preferiblemente, la matriz está localizada en un área en particular en el plano del dispositivo de protección del cuerpo. Preferiblemente, está provista una pluralidad de matrices en diferentes localizaciones del dispositivo de protección del cuerpo. Preferiblemente, la capa intermedia comprende una pluralidad de matrices proporcionadas en lugares discretos por debajo de la superficie de impacto.
- 25 Preferiblemente, una o más de la pluralidad de las matrices incluyen tubos que están orientados con un ángulo oblicuo distinto para los tubos de las demás pluralidades de las matrices. Preferiblemente, el dispositivo incluye también una o más matrices de tubos en donde el eje de uno o más tubos está dispuestos con un ángulo que es normal a la superficie del impacto.
- 30 Preferiblemente, cada una de las pluralidades de las matrices comprenden una inserción proporcionada en un miembro de separación. Preferiblemente, el miembro de separación está formado desde al menos un material de espuma.
- Preferiblemente, el dispositivo de protección del cuerpo comprende un casco o yelmo de seguridad. Alternativamente, el dispositivo de protección del cuerpo comprende un acolchado de seguridad o un revestimiento para una prenda de vestir. El término "dispositivo de protección del cuerpo" tiene por objeto también el incluir un revestimiento para un casco de seguridad, acolchado de seguridad o similar.
- 35 Preferiblemente en forma substancial cada tubo tiene una pared lateral que está en contacto con la pared lateral de al menos otro tubo. Preferiblemente en forma substancial cada tubo tiene una pared lateral que está conectada a la pared lateral de al menos otro tubo.
- 40 Preferiblemente, cada tubo tiene una pared lateral que está conectada a la pared lateral de al menos otro tubo mediante un adhesivo. Preferiblemente en forma substancial cada tubo tiene una pared lateral que está conectada a la pared lateral de al menos otro tubo substancialmente a lo largo de la longitud del tubo.
- Alternativa y substancialmente cada tubo tiene una pared lateral que está soldada o fundida en la pared lateral de al menos otro tubo.
- 45 Uno o más tubos pueden formarse a partir de un núcleo interno que comprende un primer material y un núcleo exterior que comprende un segundo material. Preferiblemente, cada uno del primer y segundo material es un polímero. Preferiblemente el segundo material tiene una temperatura de fusión inferior que el primer material.
- Preferiblemente, en forma sustancial, cada tubo está cerca o es adyacente al menos a otros tres tubos. Preferiblemente, en forma sustancial, cada tubo está cerca o adyacente a otros seis tubos.
- 50 Preferiblemente en forma sustancial, cada tubo tiene un diámetro de entre 2 y 25 mm. Preferiblemente, cada tubo tiene un diámetro de aproximadamente 8 mm.
- Preferiblemente, el grosor de la pared lateral de cada tubo es menor de 0,5 mm. Preferiblemente, el grosor de la pared lateral de cada tubo está entre 0,1 y 0,3 mm.
- Preferiblemente, la longitud de cada tubo está entre 10 y 50 mm.

Preferiblemente, la matriz de las células de absorción de energía están provistas como un material integral. Preferiblemente, la densidad del material está entre 60 y 100 kg/m<sup>3</sup>, y más preferiblemente en torno a 80 kg/m<sup>3</sup>.

5 Preferiblemente el material integral comprende policarbonato, polipropileno, polietileno, polieterimida, polietersulfona, polifensilsulfona, cloruro de polivinilo, tereftalato de polietileno, acetato de vinilo de etileno, o bien estireno de butadieno de acrilonitrilo. Preferiblemente, el material comprende los elementos de la marca comercial Tubus Honeycombs<sup>TM</sup>.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un método de energía de absorción impartido por una carga de impacto aplicada en una primera dirección según lo definido en la reivindicación 20.

10 Una realización de la presente invención se describirá a continuación a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

la figura 1 (a) es una vista en perspectiva de un casco de seguridad de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención;

la figura 1 (b) es una vista lateral en sección de una porción del casco de seguridad de la figura 1 (a);

15 la figura 2 es una vista en planta de una matriz tubular de células utilizadas en el casco de seguridad de la figura 1 (a);

la figura 3 es una vista lateral de una matriz tubular de células utilizada en el casco de seguridad de la figura 1 (a);

la figura 4 es una selección de gráficos de los resultados de pruebas para una configuración de células a 5° para las condiciones de varias pruebas bajo carga;

20 la figura 5 es una selección de gráficos de los resultados de pruebas para una configuración de las células a 30° para la carga bajo varias condiciones de carga;

la figura 6 es un gráfico de un resumen de resultados de pruebas para una configuración de células en varios ángulos para la carga y en tres velocidades de impactos y para un material a una temperatura fría;

la figura 7 es un gráfico de un resumen de resultados de pruebas para una configuración de células a varios ángulos de carga y en tres velocidades de impacto y para un material a una temperatura ambiente;

25 la figura 8 es un gráfico de un resumen de resultados de pruebas para una configuración de células a varios ángulos de carga y para tres velocidades de impactos y para un material a una temperatura caliente;

la figura 9 es una vista lateral en sección transversal de una porción de un casco de seguridad de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 10 es una vista en planta de las porciones del casco de seguridad de la figura 9;

30 la figura 11 es una vista lateral de un casco de seguridad que muestra las localizaciones de prueba; y

la figura 12 es una vista frontal del casco de seguridad de la figura 11.

35 Las figuras 1 (a) y (b) muestran una primera realización de un dispositivo de protección del cuerpo en la forma de un casco 10 de seguridad. El casco 10 comprende un primer material o núcleo 20 el cual está emparedado entre un segundo material o capa exterior 30 y un tercer material o capa interna 40. La capa exterior 30 proporciona una superficie de impacto. Cada una de las capas exterior 30 e interior 40 están unidas al núcleo que utiliza un adhesivo. En esta realización, cada uno del primer, segundo y tercer materiales son continuos globalmente a través del plano principal (arqueado) del casco 10.

40 El núcleo tiene una estructura tubular que puede tener una configuración cilíndrica tal como se muestra en la figura 2. Los tubos 22 están dispuestos en una matriz empaquetada cerrada tal que el espacio libre entre los tubos adyacentes está minimizado.

La figura 3 (a) muestra una primera configuración de los tubos 22 de acuerdo con la invención cuando están sujetos a una carga 50. La carga 50 es normal al plano del núcleo 20. Cada tubo 22 tiene un eje longitudinal 24 que tiene un ángulo oblicuo 26 en la dirección de la carga 50. El eje longitudinal 24 de cada tubo 22 es también un ángulo oblicuo recíproco 26 hacia el plano del núcleo.

45 La figura 3 (b) muestra una segunda realización de los tubos 22 de acuerdo con la invención cuando se somete a una carga 50 que se aplica en una primera dirección. En este caso, cada tubo 22 tiene un eje longitudinal 24 que es normal al plano del núcleo 20. No obstante, el núcleo 20 está dispuesto de forma tal que el plano del núcleo está con un ángulo oblicuo 26 con la primera dirección. Esta configuración representa otro método de absorción de la energía impartida por una carga de impacto.

50 Aunque la figura 3 (a) y (b) muestran una disposición plana de los tubos 32, se observará que la carga de impacto a una estructura esférica tal como un casco o una zona de seguridad tiende a una dirección normal a la tangente de la esfera. En consecuencia, la misma configuración oblicua estaría presente cuando los tubos estén curvados para formar el núcleo de un casco de impacto o zona de seguridad.

Cada tubo tiene un diámetro de 8 mm, un grosor de entre 0,1 y 0,3 mm, y una longitud de aproximadamente 35 mm. Esto proporciona una relación de delgadez (la relación de la longitud al diámetro) de aproximadamente 4, y una relación de aspecto (la relación del diámetro al grosor) de entre 25 y 80.

5 El uso de estos valores geométricos, particularmente el bajo grosor utilizado, da lugar a un modo de fallos estable de un pandeo progresivo que se consigue, incluso con los tubos que están formando un ángulo para la carga.

La inestabilidad, que podría conducir a un modo de fallos de pandeo global puede evitarse puesto que los tubos están conectados y soportados por los tubos adyacentes. Están conectados a otros seis tubos que están separados circunferencialmente alrededor del tubo que proporcionan dicho soporte en cualquier dirección normal al eje del tubo.

10 Los tubos pueden unirse conjuntamente utilizando un adhesivo. Otro método adecuado es formar los tubos a partir de un núcleo interno de un primer material y el otro núcleo a un segundo material, estando los núcleos co-extruidos. El segundo material puede seleccionarse para tener una temperatura de fusión inferior que el primer material. Típicamente, puede utilizarse una diferencia de entre 15° y 20°. Durante la formación, los tubos pueden calentarse a una temperatura de entre la temperatura de fusión del primer y segundo materiales. Esto provoca que las paredes laterales de los tubos lleguen a soldarse o fundirse conjuntamente. Este método permite una formación más fácil de las formas y proporciona una mejor consistencia durante la formación.

15 Se observará que los tubos no necesitan estar conectados para proporcionar soporte entre sí, o incluso un contacto físico, en tanto que los tubos estén en cercana proximidad de forma tal que entren en contacto siguiendo una pequeña magnitud de deformación.

20 Se ha encontrado que entran en contacto siguiendo una pequeña magnitud de deformación.

25 Se ha encontrado que la presente invención puede ejecutar unas configuraciones en donde los tubos son paralelos o normales a la carga. Se cree que la principal razón para esto es que la configuración en ángulo de los tubos produce una carga de reacción que tiene componentes paralelos y normales con respecto a la carga. El componente normal provoca una deflexión lateral del objeto de impacto con respecto al dispositivo de protección del cuerpo durante la deformación de los tubos. El desplazamiento en ángulo global del cabezal resulta en un periodo de tiempo total más prolongado para el evento del impacto. Así mismo, la deflexión del objeto impactante reduce la magnitud de la carga en la dirección paralela. Así pues, la energía de impacto total es absorbida con una pequeña magnitud a traves de un periodo de tiempo más prolongado.

30 Otra razón para el rendimiento superior de la invención puede ser la contribución de la dobladura de los tubos sin pandeo. Existe por tanto otro modo de absorber la energía para el modo del pandeo progresivo exhibido por una configuración convencional de la invención.

35 Las figuras 4 y 5 son ejemplos representativos de los resultados de las pruebas para un material de acuerdo con la invención, que es impactado en dos distintas velocidades de impacto: 4 y 6,7 m/s. Así mismo, se utilizaron tres temperaturas distintas del material: una temperatura relativamente fría de -30° C, una temperatura ambiente de 20°C, y una temperatura relativamente caliente de 110°C. En la figura 4, se utilizó un ángulo en el tubo de 5°. En la figura 5, se utilizó un ángulo del tubo de 30° para la carga.

40 Los resultados de las pruebas de las figuras 4 y 5 miden la aceleración del objeto de impacto durante el evento del impacto. La fuerza de impacto es directamente proporcional a la aceleración del objeto de impacto, puesto que la fuerza de impacto es sencillamente el producto de la masa del objeto de impacto y su aceleración. En cada una de las pruebas, la fuerza se incrementa y después se reduce de una forma constante. En consecuencia, la energía de impacto es absorbida de una forma controlada y constante.

45 Se resumen varios resultados de las pruebas en las figuras 6 a 8. Está claro que la fuerza de impacto que se transmitiría a un usuario del dispositivo de protección del cuerpo asociado tenderá a disminuir conforme se incrementa el ángulo del tubo. Este es particularmente el caso de las temperaturas ambiente o frías que son probablemente el caso de las condiciones del medio ambiente durante la utilización.

La reproducción en video de alta velocidad de un evento de impacto muestra el objeto de impacto que se deflexiona lateralmente conforme se deforman los tubos.

50 En un dispositivo de protección del cuerpo, es posible variar el ángulo de los tubos con respecto a la superficie de impacto tal que la rigidez o respuesta de absorción de la energía pueda variar en su totalidad en el dispositivo. Utilizando un material de núcleo integral se permite el moldeo de un material que tiene una matriz de tubos en cualquier ángulo hasta de 45°. Esto elimina la necesidad de cortar el material con un ángulo en particular que podría dar lugar a un desperdicio substancial.

La figura 9 muestra un dispositivo de protección del cuerpo para utilizarlo un usuario, de nuevo un casco de seguridad 100, de acuerdo con una realización de la presente invención.

55 El casco 100 comprende un miembro de separación 110 formado a partir de un primer material, el cual es una espuma de poliestireno expandido. El miembro de separación 110 define varios receptáculos o cavidades 112 en lugares seleccionados en el plano principal (arqueado) del miembro de separación 110.

La inserción 120, 122, 124 formada por un segundo material, está encapsulada dentro de cada cavidad. Alternativamente, las aberturas o hendiduras pueden formarse en el miembro de separación 110. Los métodos de proporcionar tales formaciones en los materiales de espuma son bien conocidos.

5 Las inserciones 120, 122, 124 pueden posicionarse durante la formación del miembro de separación 110 o bien insertadas después, tal como por la formación de bolsas en el espacio de separación 110.

10 Cada inserción 120, 122, 124 comprenden una matriz de tubos de absorción de energía tal como se describe para la primera realización de la invención. Para algunas de las inserciones 122, 124, el eje de los tubos están dispuestos con un ángulo oblicuo con respecto a una superficie de impacto 102 del casco 100. Así mismo, el ángulo oblicuo específico puede diferir para estas inserciones 122, 124. Para el resto de las inserciones 120, el eje de los tubos está dispuesto con un ángulo que es normal a la superficie de impacto 102.

La figura 10 es una vista en planta del casco 100 con la flecha 140 apuntando hacia fuera desde el frontal del casco 100.

15 En el frontal y parte posterior del casco 100, que tienen una sección de menor radio, el casco 100 es más rígido y en donde se utiliza una inserción 120 con un ángulo de  $90^\circ$  con respecto a la superficie del impacto 102 que es ventajosa. En las dos porciones laterales del casco 100, que tienen una sección de radio mayor, el caso 100 es más flexible y utiliza una inserción 124 con un ángulo de  $30^\circ$ , e incluso hasta de  $45^\circ$ , con la superficie de impacto 102 que es ventajosa. La parte superior del casco 100 tiene una sección de un radio intermedio y utiliza una inserción 120 con un ángulo de  $15^\circ$  para la superficie de impacto 102 que es ventajosa.

20 La rigidez del casco en cualquier lugar en particular puede variar, dependiendo de la rigidez o grosor de los materiales utilizados, así como también con el radio de curvatura. El ángulo del tubo puede variar para poder cumplir con los requisitos y poder optimizar el rendimiento de absorción de la energía global del casco 100.

Tal como se ha descrito previamente, las matrices de las inserciones están provistas como un material integral. Las inserciones pueden ser de cualquier forma geométrica. Las dimensiones típicas de las inserciones son de  $75 \text{ mm}^2$  para una inserción cuadrada y un diámetro de 90 mm para una inserción circular.

25 Cada matriz define una primera 130 y una segunda 132 superficie discontinua. Se proporciona un material de sellado (no mostrado) en ambas de estas superficies discontinuas. Esto previene al material de espuma que pueda entrar en los extremos abiertos de los tubos.

30 Las inserciones 120, 122 proporcionan un alto nivel de protección contra las cargas de impacto. Las matrices están localizadas en áreas particularmente predeterminadas en donde los impactos tienen lugar más frecuentemente o bien adyacentes a las partes del cuerpo de un usuario, que son más propensas a las heridas o lesiones, o a los efectos de lesiones más severas. Además de ello, la orientación de los tubos puede disponerse para proporcionar la protección óptima para un emplazamiento en particular.

35 Los cascos tienden a probarse en estas áreas vulnerables para asegurar que cumplen los niveles aceptables de seguridad. Dos estándares de seguridad son el estándar europeo EC R22-05 y el estándar US SNELL 2005, en donde ambos especifican los emplazamientos de pruebas similares. Las figuras 11 y 12 muestran los emplazamientos de las pruebas 151-155 para EC R22-05.

La distancia a los emplazamientos de prueba 151-155 se toma desde un punto de referencia 160 localizado en la parte superior central de la abertura del visor 162. Estas distancias están dadas en el estándar. Las inserciones pueden proporcionarse en cada una de estas áreas 151-155.

40 En otras áreas del casco 100, el aceptable nivel de protección está provisto todavía por el miembro 100 de separación de la espuma. En realidad, el nivel de protección es al menos igual que para los cascos convencionales que utilizan solamente un núcleo de espuma.

Pueden realizarse varias modificaciones y mejoras sin desviarse del alcance de la presente invención, tal como se define por las reivindicaciones.

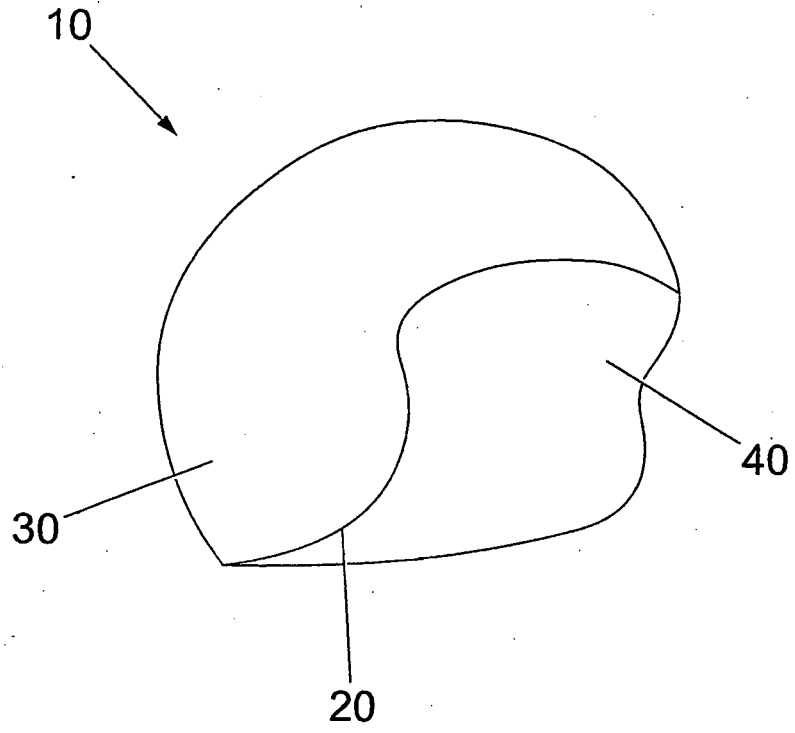
**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de protección del cuerpo para su uso que comprende:  
una superficie de impacto;  
una matriz de células de absorción de energía, en donde cada de las mencionadas células comprenden un tubo (22) caracterizado porque el eje longitudinal (24) de los tubos, de una o mas de las células está dispuesto con un ángulo oblicuo (26) hacia la superficie de impacto.
- 5 2. Un dispositivo de protección del cuerpo según la reivindicación 1, en donde el eje de cada tubo (22) está dispuesto con un ángulo de entre 5° y 45° con una línea normal a la superficie de impacto.
3. Un dispositivo de protección del cuerpo según la reivindicación 1, en donde el eje de cada tubo (22) está dispuesto con un ángulo de entre 15° y 30° con una línea normal a la superficie de impacto.
- 10 4. Un dispositivo de protección del cuerpo según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en donde la configuración oblicua de los tubos (22) está adaptada para proporcionar unos medios de deflexión para provocar la deflexión lateral del impacto de un objeto impactante en la superficie de impacto.
5. Un dispositivo de protección del cuerpo según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en donde la superficie de impacto es convexa.
- 15 6. Un dispositivo de protección del cuerpo según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, incluyendo una superficie interior, y en donde el eje de uno o más tubos (22) se extiende desde la superficie de impacto hacia la superficie interna.
7. Un dispositivo de protección del cuerpo según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en donde la matriz está localizada en un área en particular en el plano del dispositivo de protección del cuerpo.
- 20 8. Un dispositivo de protección del cuerpo según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en donde la pluralidad de matrices están provistas en distintos lugares del dispositivo de protección del cuerpo.
9. Un dispositivo de protección del cuerpo según la reivindicación 8, en donde una o más de la pluralidad de matrices incluyen tubos (22) que están orientados con un ángulo oblicuo distinto con respecto a los tubos (22) de otra pluralidad de matrices.
- 25 10. Un dispositivo de protección del cuerpo según la reivindicación 8 ó 9, en donde el dispositivo incluye también una o más matrices de tubos (22), en donde el eje de uno o más tubos (22) están dispuestos con un ángulo que es normal a la superficie de impacto.
11. Un dispositivo de protección del cuerpo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde cada una de la pluralidad de matrices comprende una inserción (120, 122, 124) provistas en un miembro de separación (110).
- 30 12. Un dispositivo de protección del cuerpo según la reivindicación 11, en donde el miembro de separación (110) está formado por al menos un material de espuma.
13. Un dispositivo de protección del cuerpo según cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo de protección del cuerpo comprende un casco de seguridad (10).
- 35 14. Un dispositivo de protección del cuerpo según cualquier reivindicación anterior, en donde substancialmente cada tubo (22) tiene una pared lateral que está conectada a la pared lateral de al menos otro tubo.
15. Un dispositivo de protección del cuerpo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde uno o más tubos (22) están formados a partir de un núcleo interno que comprende un primer material y un núcleo exterior que comprende un segundo material.
- 40 16. Un dispositivo de protección del cuerpo según la reivindicación (15), en donde cada uno del primer y segundo material es un polímero, y en donde el segundo material tiene una temperatura de fusión inferior a la del primer material.
17. Un dispositivo de protección del cuerpo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde substancialmente cada tubo (22) está cerca o adyacente al menos a otros tres tubos.
- 45 18. Un dispositivo de protección del cuerpo según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en donde substancialmente cada tubo (22) está cerca o adyacente a otros seis tubos.
19. Un dispositivo de protección del cuerpo según cualquier reivindicación anterior, en donde la matriz de las células de absorción de energía se proporciona como un material integral.
20. Un método de absorción de energía impartido por una carga de impacto (50) aplicada en una primera dirección, en un dispositivo de protección del cuerpo según lo definido en cualquiera de las reivindicaciones 1-19 que tiene una superficie convexa, que comprende:
- 50

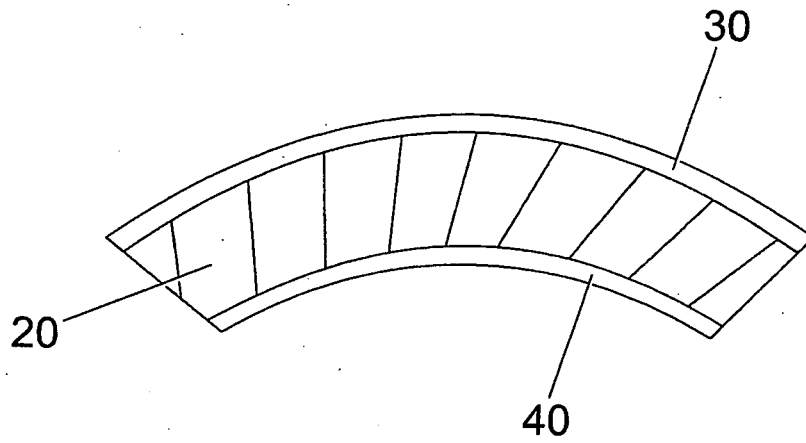
proporcionar una matriz de células de absorción de energía, en donde cada una de las mencionadas células comprende un tubo (22),

5 la orientación de la matriz tal que el eje longitudinal de los tubos de una o más de las mencionadas células se encuentra en un ángulo oblicuo con la superficie de impacto del dispositivo de protección del cuerpo y por tanto la carga de impacto (50).

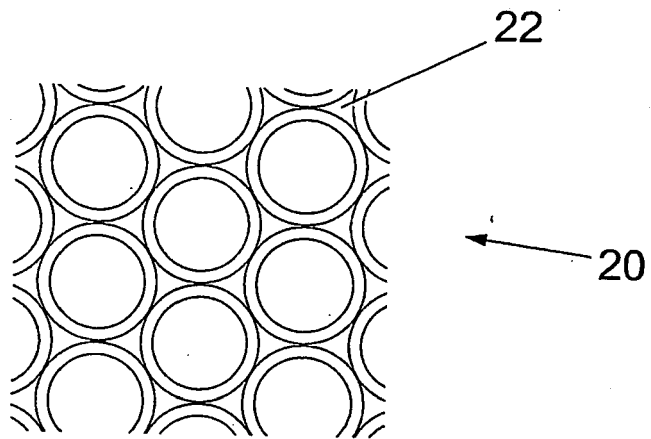




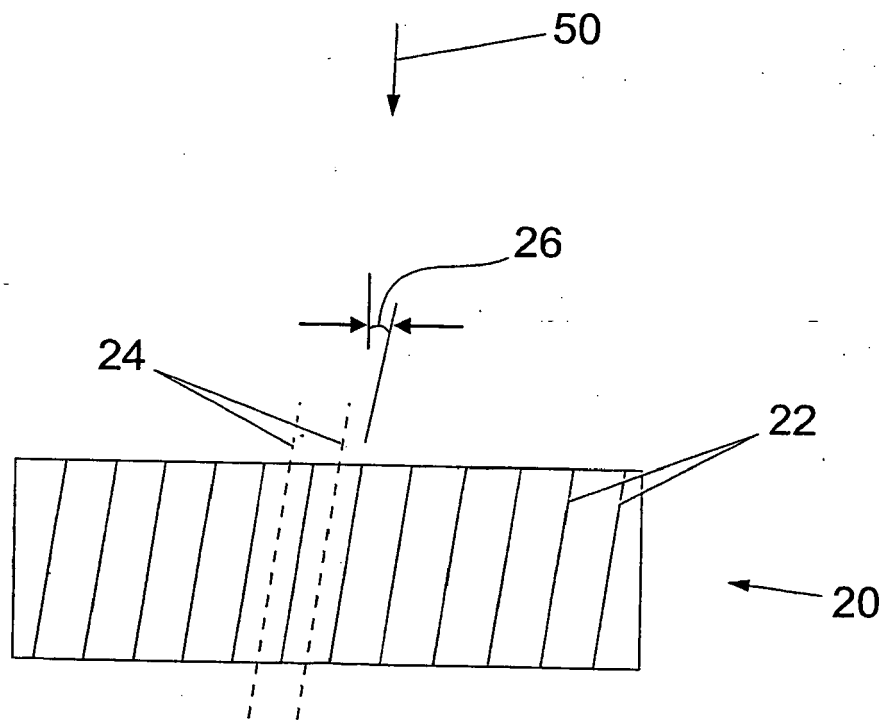
*Fig. 1a*



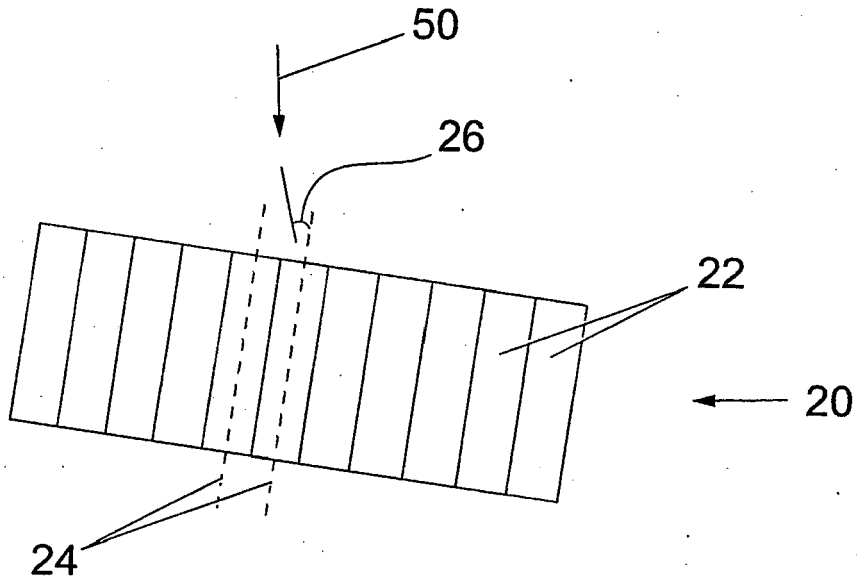
*Fig. 1b*



*Fig. 2*



*Fig. 3a*



*Fig. 3b*

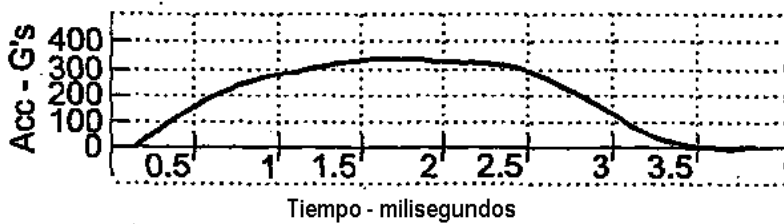
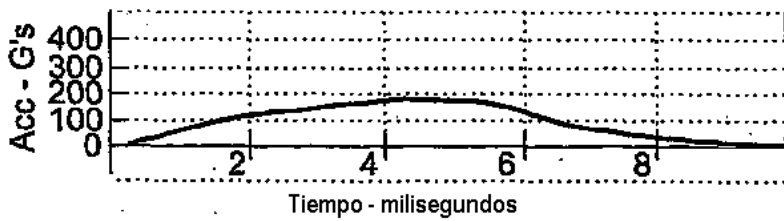
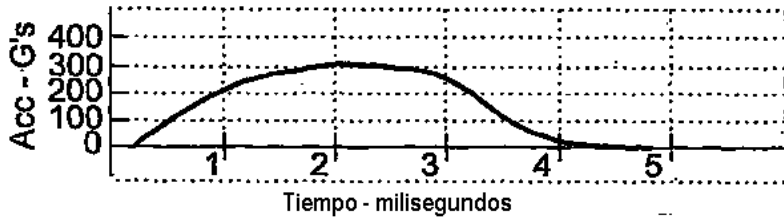
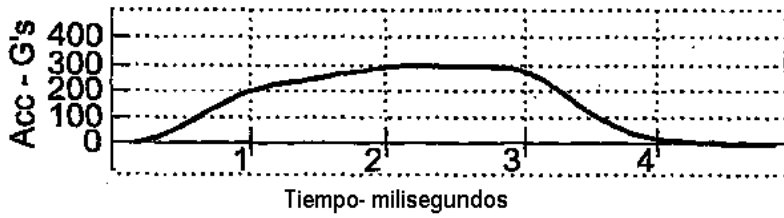
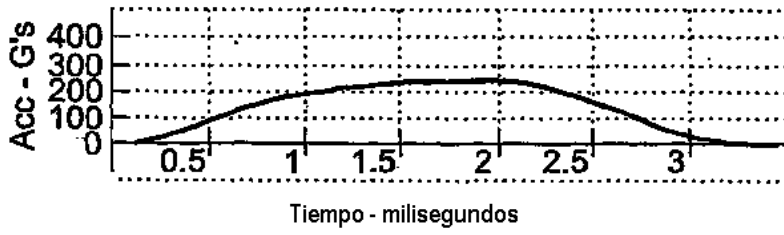
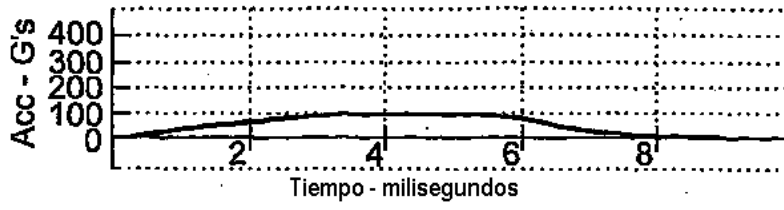


Fig. 4

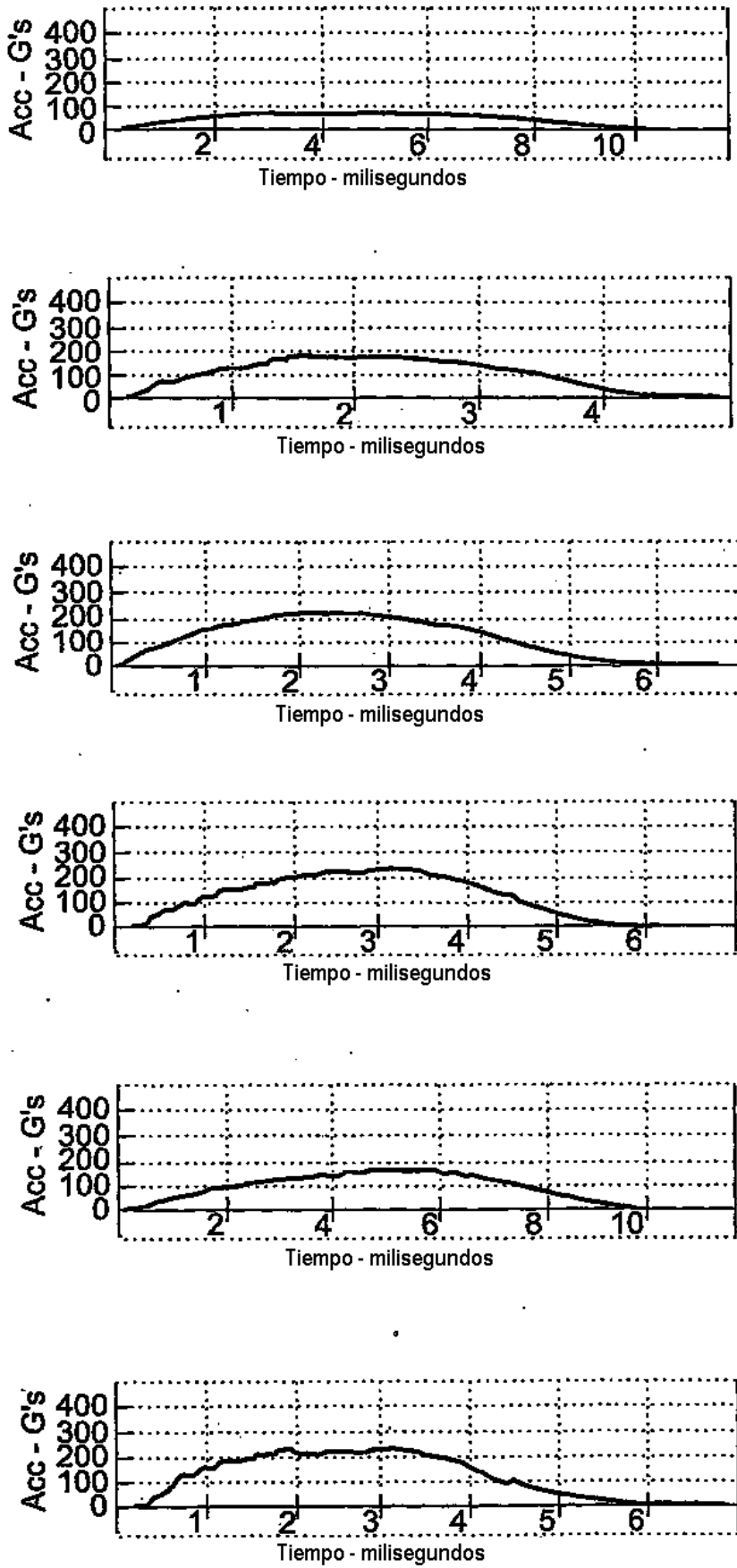
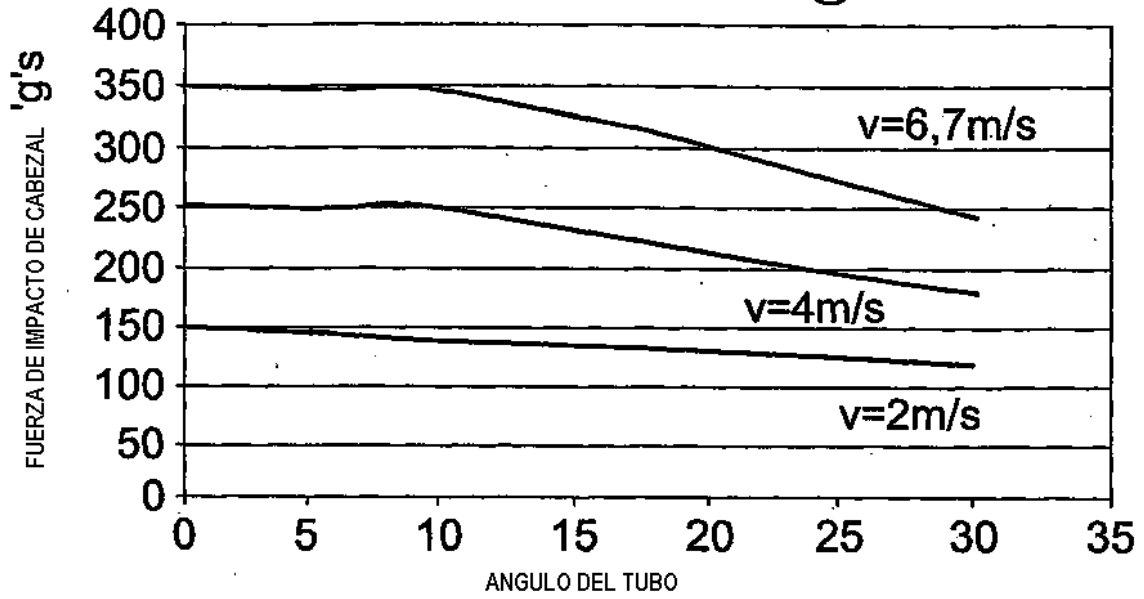


Fig. 5

**Fig. 6**

DATOS DE IMPACTO DE CABEZAL @ -30C FRIO



**Fig. 7**

DATOS DE IMPACTO DE CABEZAL @ AMBIENTE

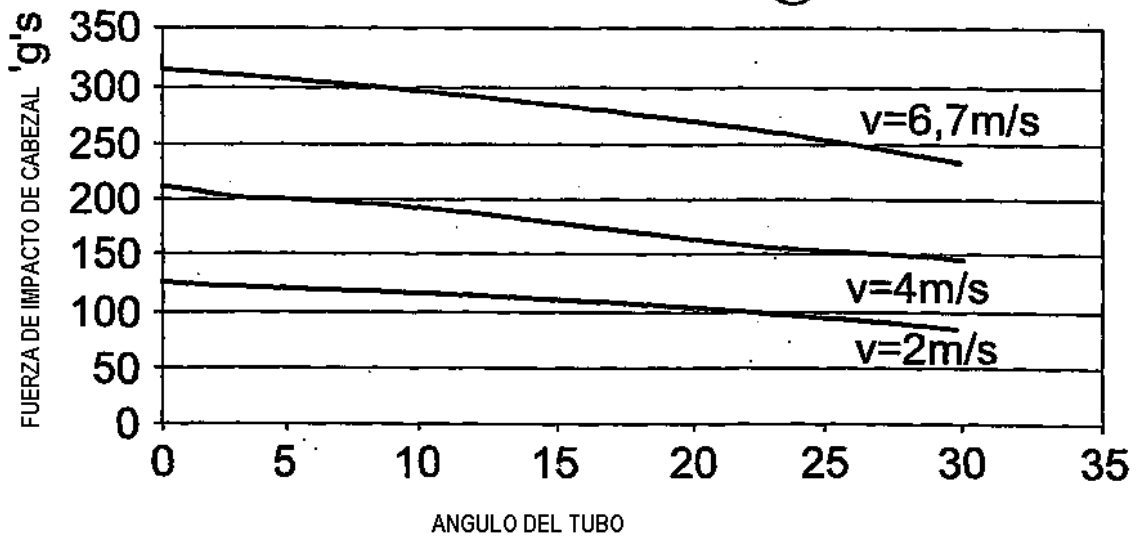
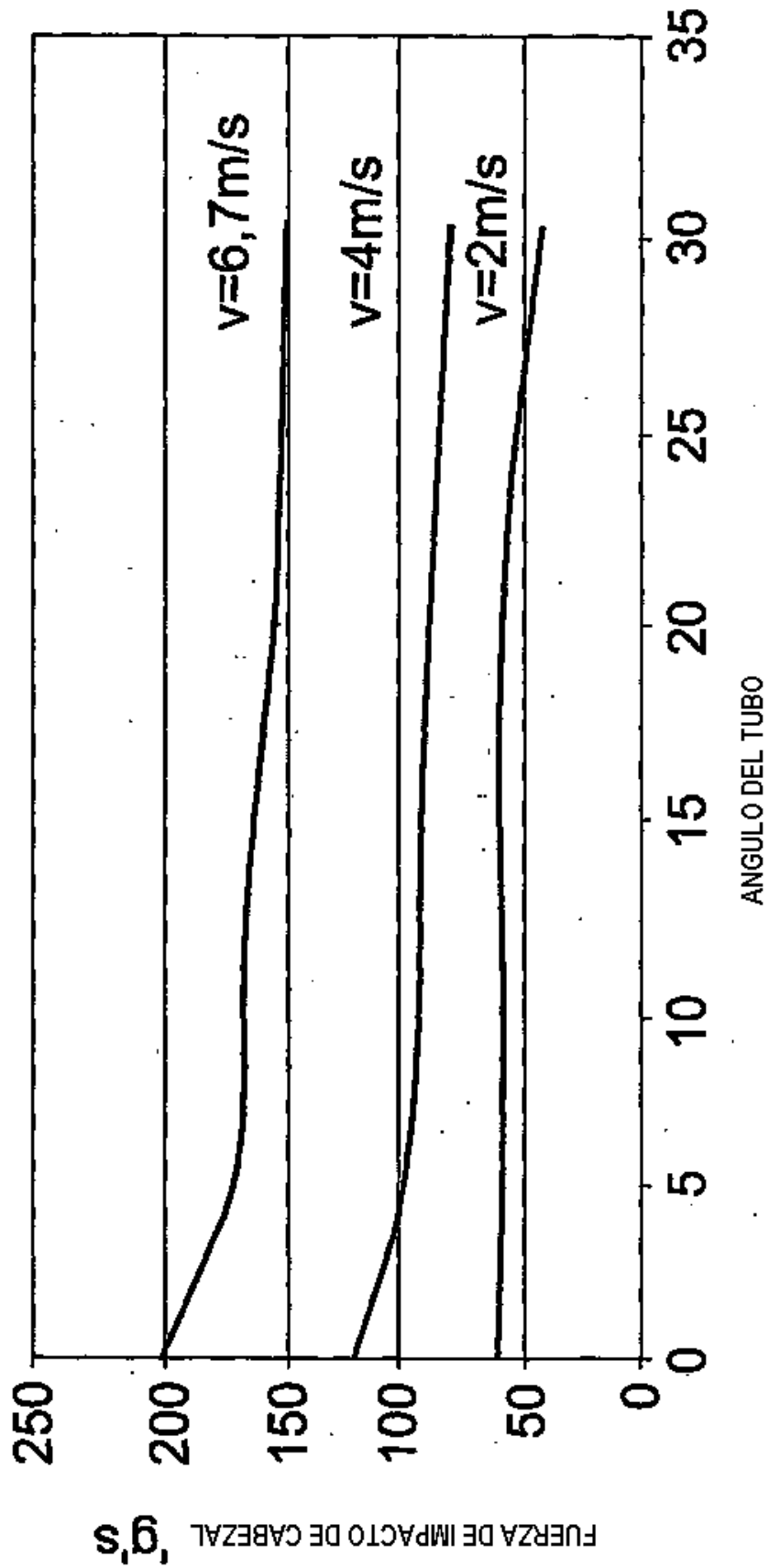
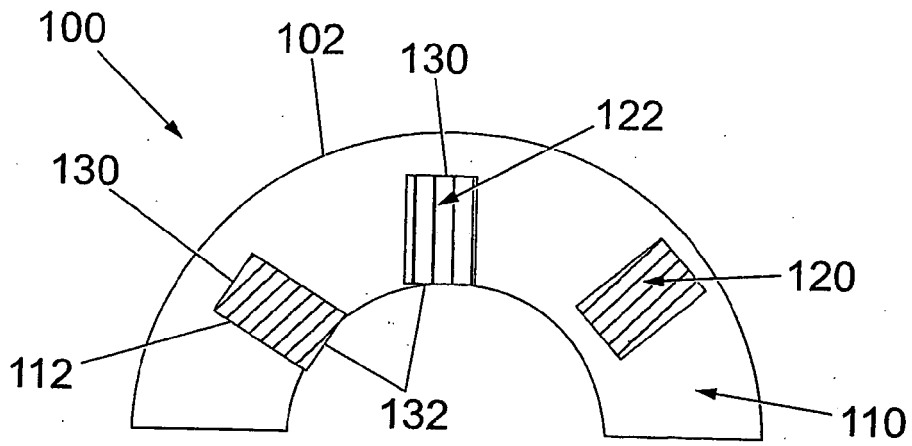


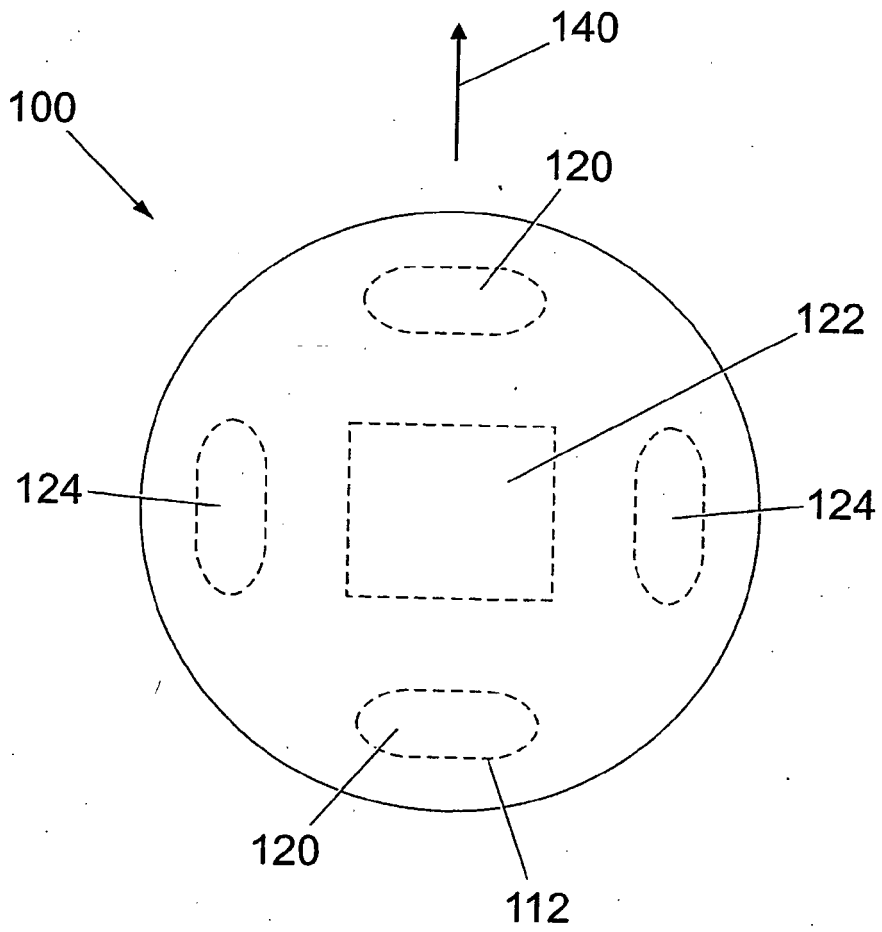
Fig. 8

DATOS DE IMPACTO DE CABEZAL @ 110C CALIENTE





*Fig. 9*



*Fig. 10*



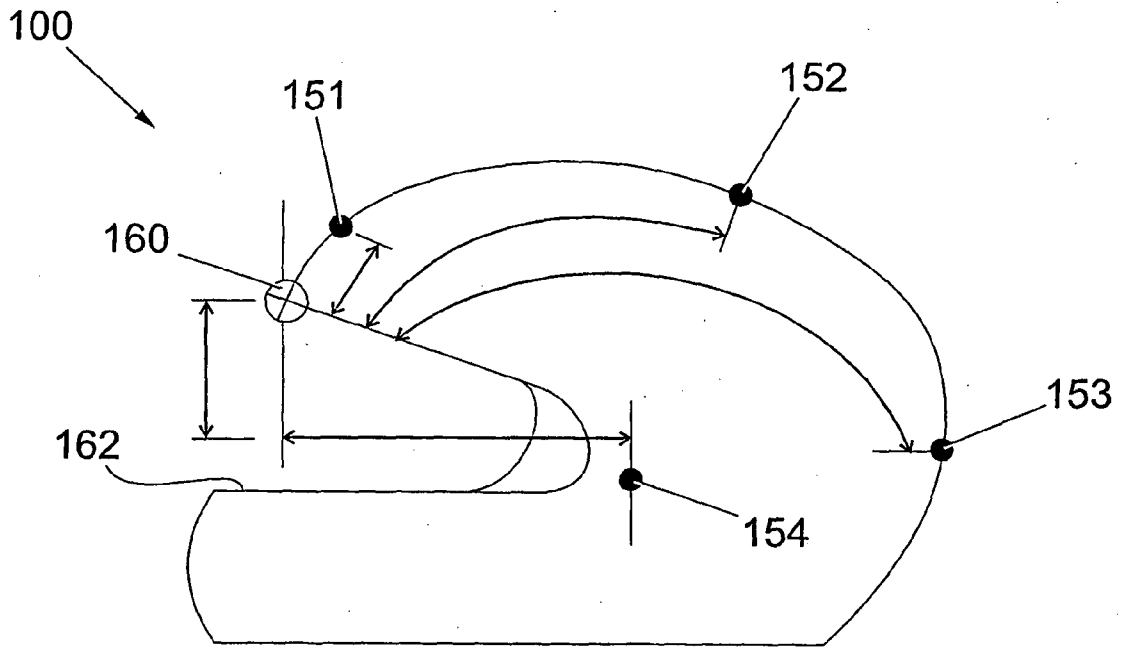


Fig. 11

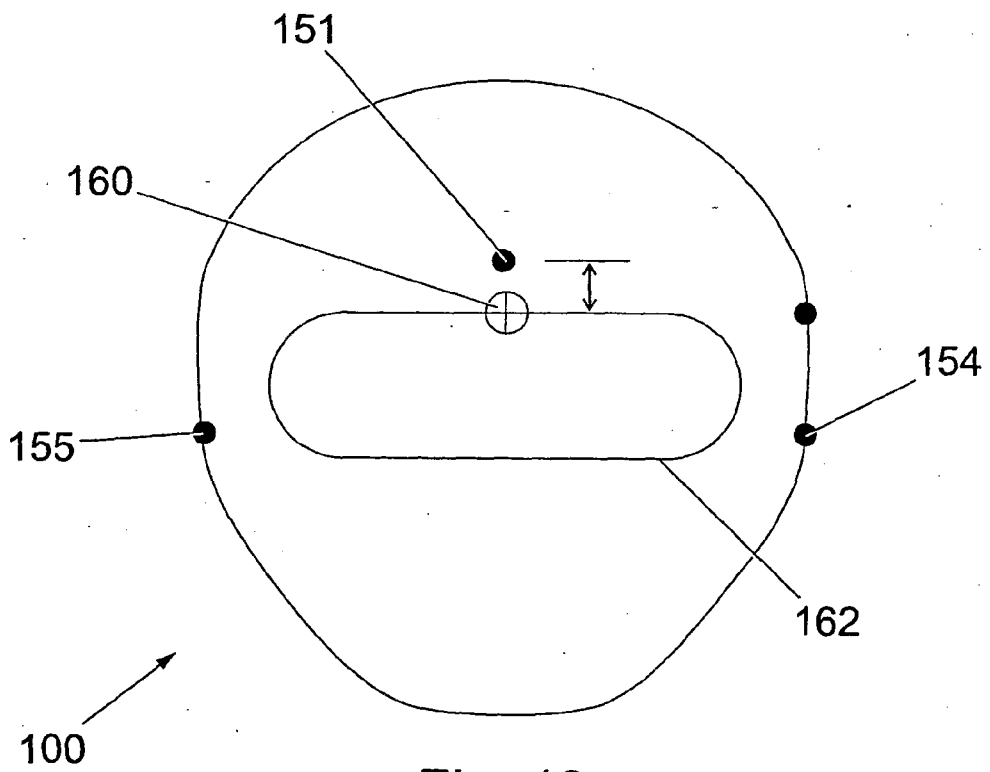


Fig. 12