



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 305 260**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02745594 .8**

86 Fecha de presentación : **09.07.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1404189**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.04.2004**

54 Título: **Casco de protección y armadura de protección, y método de modificación de un casco de protección y armadura de protección.**

30 Prioridad: **09.07.2001 GB 0116738**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **PHILLIPS HELMETS LIMITED**
47, Azalea Walk, Eastcote
Pinner, Middlesex HA5 2EH, GB

72 Inventor/es: **Phillips, Kenneth, David**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 305 260 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).

ES 2 305 260 T3

DESCRIPCIÓN

Casco de protección y armadura de protección, y método de modificación de un casco de protección y armadura de protección.

5 La presente invención se refiere a cascos de protección tales como cascos de seguridad para uso al montar en moto o en bicicleta, o al tomar parte en actividades deportivas peligrosas tales como escalar, montar a caballo o practicar rafting en aguas blancas. La presente invención también es relevante en un contexto industrial para cascos de seguridad usados en lugares de construcción, en factorías y en aplicaciones militares. De hecho, la presente invención puede ser empleada en cualquier entorno donde se desee una forma de casco de protección que sea ligera y no engorrosa para el usuario, siendo al mismo tiempo efectiva para evitar o minimizar los efectos de un impacto en la cabeza. Una característica particular de la presente invención es su capacidad de imitar las características de la cabeza humana con el fin de proporcionar protección contra lesiones.

15 La presente invención también se refiere a armadura de protección tal como una armadura de cuerpo usada por policía antidisturbios y las fuerzas armadas.

20 Se conocen en la técnica varias formas de proteger la cabeza que pretenden difundir y distribuir el impacto de caídas o golpes construyendo cascos de protección de materiales duros. Es usual proporcionar un revestimiento de poliestireno o espuma similar o soporte laminar dentro de tales cascos tanto para absorción de energía como para comodidad. Sin embargo, muchos de tales “sombrreros duros” tienen limitada capacidad de absorción de energía y simplemente transmitir las fuerzas de un impacto a la cabeza de un usuario, aunque sobre una zona más ancha. Peor aún, algunos cascos han permitido que la fuente de un impacto entrase en contacto directo con la cabeza de un usuario una vez que el material duro ha sido sacrificado o se ha roto, en particular en casos de impacto severo. Por ejemplo, en US-A-3946441 se describe un casco de seguridad que incluye una envuelta primaria que tiene propiedades de gran resistencia al impacto y un segundo envuelta exterior formada de un material quebradizo que está diseñado para romperse incluso a impactos menores.

30 También se conoce en la técnica una armadura de protección y en el pasado un uso particular de tal armadura ha sido proteger el cuerpo al practicar deportes peligrosos o de contacto. En US-A-3500472 se describe una prenda de protección que tiene medios amortiguadores que se introducen en cavidades en la prenda de protección e inflan. En la práctica, la prenda de vestir está diseñada restringir cualquier movimiento relativo entre los medios amortiguadores y los medios de cavidad cuando la prenda de vestir se somete a impactos.

35 La presente invención toma nota e incorpora ciertas características de protección de la cabeza humana, que en sí misma es capaz de absorber y disipar considerables cantidades de energía, protegiendo por ello contra los impactos. El casco de protección y la armadura de protección que incorporan tales características los describe el solicitante en EP 0790787. La presente invención se refiere a mejoras en el aparato y métodos descritos en EP 0790787.

40 La presente invención proporciona, en un primer aspecto, un casco de protección incluyendo:

una envuelta que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso mira a la cabeza de un usuario del casco de protección y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria a la cabeza de un usuario;

45 una capa exterior que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la envuelta; y

medios de rotura para unir fijamente la capa exterior al resto del casco de protección en una o más posiciones, donde:

50 los medios de rotura están configurados de manera que fallen cuando en una superficie exterior del casco de protección se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial para girar el casco de protección y la cabeza del usuario, y

55 al fallo de los medios de rotura en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la envuelta de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

60 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un casco de protección incluyendo:

una envuelta que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso mira a la cabeza de un usuario del casco de protección y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria a la cabeza de un usuario;

65 una capa exterior que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la envuelta; y

medios para unir fijamente la capa exterior al resto del casco de protección en una o más posiciones, donde

ES 2 305 260 T3

la capa exterior está configurada de manera que se deforme cuando en una superficie exterior del casco de protección se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior del casco de protección para girar el casco de protección y la cabeza del usuario, y

5 a la deformación de la capa exterior, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la envuelta de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

10 En un tercer aspecto, la presente invención proporciona una armadura de protección incluyendo:

una capa base que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso mira al cuerpo de un usuario de la armadura y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria al cuerpo de un usuario;

15 una capa exterior que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la capa base; y

medios de rotura para unir fijamente la capa exterior al resto de la armadura en una o más posiciones, donde:

20 los medios de rotura están configurados de manera que fallen cuando en una superficie exterior de la armadura se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial para girar la armadura y el cuerpo del usuario, y

25 al fallo de los medios de rotura en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la capa base de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

En un cuarto aspecto, la presente invención proporciona una armadura de protección incluyendo:

30 una capa base que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso mira al cuerpo de un usuario de la armadura y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria al cuerpo de un usuario;

una capa exterior que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la capa base; y

35 medios para unir fijamente la capa exterior al resto de la armadura en una o más posiciones, donde:

40 la capa exterior está configurada de manera que falle cuando en una superficie exterior de la armadura se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior de la armadura para girar la armadura y el cuerpo del usuario, y

45 al fallo de la capa exterior, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la capa base de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

En un quinto aspecto, la presente invención proporciona un método de modificar casco de protección existente donde:

50 se ha previsto una capa exterior para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente; y

se han previsto medios de rotura para unir fijamente la capa exterior al resto del casco de protección existente en una o más posiciones,

55 estando configurados los medios de rotura de manera que fallen cuando en una superficie exterior del casco de protección se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado modificado que actúa en al menos una dirección tangencial parcial para girar el casco de protección modificado y la cabeza del usuario, y

60 al fallo de los medios de rotura en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

En un sexto aspecto, la presente invención proporciona un método de modificar un casco de protección existente donde:

se ha previsto una capa exterior para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente; y

ES 2 305 260 T3

se han previsto medios para unir fijamente la capa exterior al resto del casco de protección existente en una o más posiciones,

5 estando configurada la capa exterior de manera que falle cuando en una superficie exterior del casco de protección se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado modificado que actúa en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior del casco de protección modificado para girar el casco de protección modificado y la cabeza del usuario, y

10 al fallo de la capa exterior, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

15 En un séptimo aspecto, la presente invención proporciona un método de modificar armadura de protección existente donde:

se ha previsto una capa exterior para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente; y

20 se han previsto medios de rotura para unir fijamente la capa exterior al resto de la armadura de protección existente en una o más posiciones,

25 estando configurados los medios de rotura de manera que fallen cuando en una superficie exterior de la armadura se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado modificada que actúa en al menos una dirección tangencial parcial para girar la armadura modificada y el cuerpo del usuario, y

30 al fallo de los medios de rotura en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

En un octavo aspecto, la presente invención proporciona un método de modificar armadura de protección existente donde:

35 se ha previsto una capa exterior para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente; y

40 se han previsto medios para unir fijamente la capa exterior al resto de la armadura de protección existente en una o más posiciones,

estando configurada la capa exterior de manera que falle cuando en una superficie exterior de la armadura se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado modificada que actúa en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior de la armadura modificada para girar la armadura modificada y el cuerpo del usuario, y

45 al fallo de la capa exterior, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

50 Realizaciones preferidas de la presente invención se describirán ahora a modo de ejemplo solamente con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La figura 1 es una representación esquemática de una cabeza humana en sección transversal coronal.

55 La figura 2 es una vista de detalle ampliada de la sección transversal coronal de la figura 1.

La figura 3 ilustra una forma típica de casco de protección según la presente invención en uso.

60 La figura 4 es una sección transversal de una primera realización del casco de protección según la presente invención.

La figura 5 es una vista de detalle ampliada que ilustra un método de unión de una capa exterior a un borde periférico inferior del casco de protección de la figura 4.

65 Las figuras 6a, 6b y 6c son vistas de detalle en sección transversal que ilustran métodos de unión alternativos de una capa exterior a un borde periférico inferior del casco de protección según la presente invención.

ES 2 305 260 T3

Las figuras 7a, 7b y 7c son vistas en perspectiva (desde arriba) que ilustran posiciones de unión distribuidas típicas de una capa exterior al casco de protección de las figuras 6a, 6b y 6c respectivamente.

5 Las figuras 8a y 8b son vistas de detalle de un borde periférico inferior de una realización alternativa de casco de protección según la presente invención, que ilustra una capa exterior en posiciones primera y segunda (antes y durante/después del impacto).

10 Las figuras 9a, 9b y 9c son vistas de detalle de un borde periférico inferior de otra realización del casco de protección según la presente invención, que ilustra posiciones sucesivas de una capa exterior (antes, durante y después del impacto).

15 Las figuras 10a y 10b son vistas de detalle de un borde periférico inferior de otra realización del casco de protección según la presente invención, que ilustra posiciones primera y segunda de una capa exterior (antes y durante/después del impacto).

La figura 11 es una representación esquemática que ilustra características preferidas de esfuerzo/deformación de una capa exterior del casco de protección de las figuras 4 y 5.

20 La figura 12 es una representación esquemática que ilustra características preferidas de esfuerzo/deformación de una capa exterior del casco de protección de las figuras 8a y 8b.

La figura 13 es una representación esquemática que ilustra características preferidas de esfuerzo/deformación de una capa exterior del casco de protección de las figuras 9a, 9b y 9c, y de las figuras 10a y 10b.

25 La figura 14 es una ilustración esquemática de una armadura de cuerpo según la presente invención.

La figura 15 es una vista en sección transversal a través de la armadura de cuerpo de la figura 14.

30 Y las figuras 16a, 16b, 16c, 16d y 16e son vistas de detalle en sección transversal que ilustran métodos de unión alternativos de una capa exterior a una capa base de la armadura de protección según la presente invención.

35 Con referencia primero a la figura 1, se puede ver una representación esquemática de la cabeza humana 10 en sección transversal coronal. El cerebro 12 está rodeado por fluido cerebroespinal 14 y ambos se contienen dentro del cráneo 16. En el exterior del cráneo 16 está el cuero cabelludo 18. Una vista de detalle ampliada de la sección transversal coronal de la figura 1 se ilustra en la figura 2.

Las características de protección de la cabeza humana 10 son las siguientes:

40 *El cuero cabelludo*

El cuero cabelludo 18 es una capa fibrosa firme que es sustancialmente inelástica en cizalladura, pero elástica cuando se somete a carga en la dirección normal. De particular importancia es el hecho de que el cuero cabelludo 18 no está unido firmemente al cráneo 16, sino que, en cambio, se puede mover libremente con relación al cráneo 16 45 distancias reducidas antes de que comience a rasgarse. La capacidad del cuero cabelludo 18 de moverse con relación al cráneo 16 es importante porque éste es un mecanismo que ayuda a contrarrestar los efectos de componentes de fuerza tangenciales en un impacto, siendo el cerebro 12 especialmente susceptible a daño de movimiento rotacional repentino con relación al cráneo 16. La elasticidad del cuero cabelludo 18 en la dirección normal permite la compresión que sirve para absorber energía de impactos que tienen un componente de fuerza normal.

50 *El cráneo*

El cráneo 16 está compuesto de dos capas de hueso denso y compacto 15 en las que “se intercala” una capa de hueso canceloso esponjoso 17. Esta estructura proporciona una superficie dura 15 para disipación de energía, permitiendo 55 un grado de compresión o aplastamiento del hueso canceloso 17 para absorción de energía y ensanchando también la zona sobre la que actúa un impacto. El hueso canceloso 17 también puede permitir un grado de distorsión del cráneo 16 antes de que tenga lugar una fractura.

60 *El fluido cerebroespinal*

El fluido cerebroespinal 14 que rodea el cerebro 12 actúa como otro elemento de absorción de energía, amortiguando el cerebro 12 contra movimientos dentro del cráneo. Los golpes o impactos en la cabeza 10 empujan el cerebro 12 hacia la caja craneana, y el desplazamiento resultante del fluido cerebroespinal incompresible 14 actúa como un 65 medio de deceleración, absorbiendo energía.

Imitando algunas de las características de protección anteriores de la cabeza humana 10, el casco de protección y la armadura de protección de la presente invención pueden ser efectivos para atenuar, y en ciertos casos neutralizar, componentes de fuerza tanto normales como tangenciales sostenidos durante un impacto.

ES 2 305 260 T3

La figura 3 ilustra una primera realización del casco de protección según la presente invención en forma de un casco de ciclo 20 fijado a la cabeza 10 de un usuario mediante una cinta de barbilla 21. Se apreciará que el casco de protección de la presente invención puede tomar la forma de otras realizaciones tal como un “sombrero duro” tradicional o casco de motocicleta, encerrando éste último más completamente la cabeza 10 del usuario. Otros medios conocidos de fijar el casco de protección a la cabeza de un usuario pueden ser utilizados en la presente invención. Los impactos recibidos en la superficie exterior del casco 20 tendrán componentes de fuerza tangenciales α y normales β .

Las figuras 4 y 5 ilustran en sección transversal el casco 20 de la figura 3 que, como se puede ver, incluye una capa exterior 28, una envuelta 26, y un revestimiento interior 24.

Aunque no es esencial, el revestimiento interior 24 se puede disponer dentro de la envuelta 26 para unión con la cabeza 10 del usuario. El revestimiento 24 puede servir para imitar la suspensión por fluido realizada por el fluido cerebroespinal 14 y/o asegurar un ajuste más cómodo y más seguro del casco 20 sobre la cabeza 10 del usuario. Preferiblemente, el revestimiento interior 24 incluye una bolsa flexible llena de un líquido viscoso apropiado (no representado) que se fijará a la superficie interior de la envuelta 26 usando cualquier medio de fijación convencional (por ejemplo por unión con un adhesivo o por sujetadores mecánicos). Dado que el fluido en una bolsa unicelular gravitaría al borde periférico inferior del casco 20, la compartimentalización puede ser necesaria para permitir un modo adecuado de desplazamiento de fluido bajo impacto. Se puede incluir mecanismos de control de flujo entre compartimientos para controlar el flujo entre los compartimientos. Los mecanismos de control de flujo evitan el flujo de fluido entre compartimientos en el uso normal, pero permiten el flujo de fluido entre compartimientos cuando el casco 20 se somete a un impacto. La interconexión de compartimientos contribuirá al desarrollo de una presión uniforme en todos los compartimientos, distribuyendo por ello el efecto de un impacto sobre una zona grande. El fluido en el revestimiento interior 24 puede ser un fluido viscoso o acuoso y actúa para amortiguar el movimiento de la cabeza 10 de un usuario con relación al casco 20 cuando el casco 20 se somete a un impacto. Los medios de control del flujo podría incluir líneas débiles en paredes que dividen los compartimientos, permaneciendo intactas las paredes para sellar los compartimientos en el uso normal, pero rompiéndose las líneas débiles para formar agujeros en las paredes (y así permitir el flujo de fluido) en condiciones de impacto. En una realización alternativa se puede prever un revestimiento interior del tipo de “paquete de burbujas” 24 lleno de líquido, una combinación de líquido y gas, o únicamente gas.

Además, un revestimiento fino de poliestireno o similar (no representado) unido o fijado de otro modo en la cara interior del revestimiento interior de la bolsa flexible 24 podría ser usado para mantener la forma y así la distribución fluido dentro de la bolsa, en cuyo caso no habría que usar necesariamente la compartimentalización de la bolsa. El revestimiento fino de poliestireno o similar podría estar diseñado para encerrar completamente la bolsa flexible.

Además, se puede interponer una capa o capas adicionales (no representadas) entre la envuelta 26 y el revestimiento interior de bolsa flexible 24. De hecho, también se puede disponer alternativamente una capa o capas adicionales en la cara interior del revestimiento interior de la bolsa flexible 24. La capa o capas adicionales pueden tomar la forma de cualquier material de recubrimiento convencional usado en un casco de protección conocido en la técnica, tal como espuma de baja densidad o combinaciones de espumas de densidad baja y más alta.

Alternativamente, el revestimiento interior 24 puede tomar, en cambio, la forma de cualquier material de recubrimiento convencional de absorción de energía usado en un casco de protección conocido en la técnica y omitir la bolsa flexible. Este revestimiento interior 24 puede ser de material de espuma que tiene inherente flexibilidad o alternativamente un material de cincha comúnmente usado en sombreros duros para la industria de la construcción. De hecho, el revestimiento interior 24 puede incluir un número de capas discretas o formarse como un material laminado. Por ejemplo, tal modificación implica disponer dos capas de espuma de plástico, en combinación con un revestimiento de poliestireno, fuera del revestimiento de poliestireno, o una fuera y la otra dentro del revestimiento de poliestireno. Estas capas de espuma pueden ser de bajo densidad o combinaciones de espumas de densidad baja y más alta. Se apreciará por lo anterior que la presente invención contempla muchas alternativas y combinaciones diferentes de revestimiento interior 24.

La envuelta 26 imita el cráneo 16 y proporciona así una superficie dura para disipación de energía (similar al hueso denso compacto 15 del cráneo 16) permitiendo al mismo tiempo un grado de compresión o aplastamiento para facilitar la mayor absorción de energía (similar al hueso canceloso 17 del cráneo 16). Usando técnicas de fabricación convencionales, tales propiedades se pueden lograr en un solo material o en una estructura compuesta o laminada. En pruebas realizadas se ha hallado que los materiales adecuados para la envuelta 26 incluyen polipropileno, policarbonato, ABS, mezcla de policarbonato/ABS, polietileno de alta densidad (HDPE), compuestos de fibra de carbono, plástico reforzado con vidrio, Zytel (un nylon fabricado por DuPont), Celstran (un vidrio de hilo largo, material de fibra de carbono o aramida en un soporte de módulo tal como polipropileno, polietileno, policarbonato, ABS, TPU o nylon), Twintex (polipropileno reforzado con fibra de vidrio fabricado por Vetrotex), Cury PP (un material reforzado con fibra de polipropileno fabricado por BP), y compuestos Kevlar (fibras de aramida en un soporte de resina).

La capa exterior 28 está diseñada para imitar el cuero cabelludo 18. Consiguientemente, en una primera realización, se facilita una capa exterior 28 que es sustancialmente inelástica en cizalladura, pero elásticamente compresible cuando se somete a fuerzas en la dirección normal (similar al cuero cabelludo 18). Sin embargo, se ha hallado en pruebas que puede ser efectiva una segunda realización incluyendo una capa exterior 28 que es sustancialmente elástica en cizalladura y cuando se somete a fuerzas en la dirección normal también. Consiguientemente, al seleccionar material(es)

ES 2 305 260 T3

adecuado(s) para la capa exterior 28, se debe considerar las propiedades mecánicas deseadas del (de los) material(es) en cuestión y el modo de operación deseado del casco de protección. En pruebas se ha hallado que los materiales adecuados para la capa exterior 28 incluyen elastómeros termoplásticos tal como Santoprene (fabricado por Advanced Elastomer Systems en un rango de calidades), Hytrel en una forma sólida o de espuma, elastómeros termoestables tales como elastómeros de poliuretano (típicamente en el rango de dureza 50 shore A a 70 shore D), High Q (un caucho fabricado por Astron), sorbotano, cauchos naturales o sintéticos o espumas plastificadas, polietileno de densidad baja o alta (LDPE o HDPE) así como plástico termoplástico y termoestable convencional bien conocido en la técnica. La capa exterior 28 puede estar opcionalmente reforzada con fibra de alta rigidez y baja elongación tal como fibras de vidrio, carbono o aramida (Kevlar) con el fin de reducir la elasticidad general de esta capa exterior. Tal refuerzo de fibras puede tomar la forma de fibras aleatorias o unidireccionales, tejido o tejidos de punto o scrims que posteriormente se moldean a la capa exterior.

Se contempla que se pueda emplear beneficiosamente estructuras compuestas o laminadas hechas a medida con el fin de obtener óptimas propiedades mecánicas y características de rendimiento del casco de protección. Por ejemplo, para lograr una capa inelástica exterior 28 que sea compresible en la dirección normal, se puede combinar una capa sustancialmente inelástica (en cizalladura y en la dirección normal) con una capa elástica de tal manera que la estructura resultante sea sustancialmente inelástica en cizalladura, pero que sea capaz de compresión elástica en la dirección normal. Se puede fabricar estructuras compuestas o laminadas adecuadas usando métodos estándar conocidos en la técnica incluyendo, por ejemplo, técnicas en molde, comoldeo (o bimotoledo), cambrey de vidrio y coextrusión.

Dado que la capa exterior 28 podría ser un material poroso, la impermeabilización puede ser deseable para evitar la absorción de agua y que no afecte perjudicialmente a las propiedades mecánicas deseadas del casco 20. Esto se podría lograr usando técnicas de impermeabilización convencionales tales como composiciones de pulverización, o por la superposición (no representada) de una capa fina, pero duradera, que sea impermeable al agua, o por ambos métodos. Adicionalmente, donde es deseable reducir el coeficiente de rozamiento de la capa exterior 28, el tratamiento de impermeabilización seleccionado podría cumplir también esta finalidad. Alternativamente, donde la impermeabilización no se requiere o desea, se puede superponer solamente un material o capa de bajo coeficiente de rozamiento sobre la capa exterior 28.

Con el fin de reproducir las beneficiosas características de protección de la cabeza humana 10, la unión de la capa exterior 28 a la envuelta dura 26 es crítica. Se contemplan varios modos de unión de capa exterior 28 a la envuelta dura 26 y ahora se describirán por orden.

En la realización ilustrada en las figuras 4 y 5, la capa exterior 28 se une simplemente al borde periférico inferior de la envuelta 26 con una banda de adhesivo 30. Los adhesivos adecuados incluyen, por ejemplo, cinta VHB de dos caras 3M, adhesivo 3M tipo 10/99, Loctite cianoacrilato y resina epoxi. Alternativamente, se podría emplear medios convencionales de fijación mecánica. La capa exterior 28 no está unida de otro modo y por ello se puede mover libremente con relación a la envuelta 26 con el fin de imitar el movimiento protector del cuero cabelludo 18. Se puede aplicar un lubricante tal como un aceite o grasa (con o sin aditivos tal como disulfuro de molibdeno) u otro elemento de bajo rozamiento, tal como una capa de PTFE, a una o ambas superficies frontales o interponerse (no representado) entre la capa exterior 28 y la envuelta 26 con el fin de reducir el rozamiento y facilitar el movimiento relativo entremedio.

Al impacto, las componentes de fuerza 13 normales al casco 20 producen compresión elástica de la capa exterior 28 en una dirección normal, absorbiendo y disipando así energía. Las componentes de fuerza tangencial a inducen fuerzas de cizalladura en la capa exterior 28.

Con una capa exterior 28 que es sustancialmente inelástica en cizalladura, a condición de que la magnitud de la fuerza de cizalladura no exceda de la resistencia a la cizalladura del adhesivo 30 o que haga que el material de la capa exterior 28 se deforme y/o rasgue, estas fuerzas de cizalladura se transmiten directamente mediante la unión adhesiva 30 a la envuelta dura 26. Sin embargo, si la magnitud de un impacto es tal que el esfuerzo de cizalladura inducido en la capa exterior 28 excede de la resistencia a la cizalladura de la banda adhesiva 30 o la deformación y/o resistencia al rasgado del material de capa exterior 28, entonces se producirá fallo de la banda 30 o deformación o rasgado de la capa exterior 28 (o posiblemente los tres). En esta situación, la capa exterior 28 se puede mover libremente con relación a la envuelta dura 28 y proporciona una superficie de bajo rozamiento entre la fuente del impacto y la envuelta dura 26 que permite el movimiento relativo entremedio. Este denominado modo de "fallo" es deliberado y efectivo para contrarrestar la componente de fuerza tangencial a, limitar o evitar que las fuerzas rotacionales resultantes sean impartidas al resto del casco de seguridad 20 unido a la cabeza 10 del usuario. Esto es importante para reducir o eliminar la transmisión de fuerzas rotacionales mediante el casco 20 al cerebro 12.

Alternativamente, con una capa exterior 28 que es sustancialmente elástica en cizalladura, a condición de que la magnitud de la fuerza de cizalladura no exceda de la resistencia a la cizalladura del adhesivo 30 o que hace el material de capa exterior 28 se deforme o rasgue, estas fuerzas de cizalladura son transmitidas mediante la unión adhesiva 30 a la envuelta 26, pero típicamente en menor grado que las fuerzas reales recibidas. El nivel de transmisión de las fuerzas de cizalladura de la capa exterior 28 a la envuelta 26 varía dependiendo de la energía disipada en el estiramiento elástico y la relajación de la capa exterior 28. Si la capa exterior 28 se estira al impacto (por ejemplo, con la superficie de la carretera), pero relaja cuando el casco 20 ya no está en contacto con la fuente del impacto u otro cuerpo, no habrá fuerza de reacción distinta del interior de la capa exterior 28 y así se producirá poco o nulo retroceso del casco

ES 2 305 260 T3

20 y disipación de energía. Esto es porque la capa exterior 28 se puede mover libremente con relación a la envuelta 28 y proporciona una superficie de bajo rozamiento entre la fuente del impacto y la envuelta dura 26 que permite el movimiento relativo entremedio. Sin embargo, si la magnitud de un impacto es tal que el esfuerzo de cizalladura inducido en la capa exterior 28 excede de la resistencia a la cizalladura de la banda adhesiva 30 o la deformación y/o resistencia al rasgado del material de capa exterior 28, entonces se producirá fallo de la banda 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28 (o posiblemente los tres). En esta situación, la capa exterior 28 se puede mover libremente con relación a la envuelta dura 28 y proporciona una superficie de bajo rozamiento entre la fuente del impacto y la envuelta 26 que permite el movimiento relativo entremedio.

Estos modos (operativos) de “fallo” son efectivos al contrarrestar el componente de fuerza tangencial a, limitando o evitando que las fuerzas rotacionales resultantes sean impartidas al resto del casco de seguridad 20 unido a la cabeza 10 del usuario. Esto es importante al reducir o eliminar la transmisión de fuerzas rotacionales mediante el casco 20 al cerebro 12. Estudios han indicado que las fuerzas rotacionales que dan lugar a un nivel de esfuerzo del cerebro superior a 20 kpa pueden producir daño en el cerebro humano. Así, a los efectos de la presente invención, la cifra de 20 kpa de esfuerzo del cerebro representa un umbral crítico. Consiguientemente, la resistencia a la cizalladura de la banda adhesiva 30 y/o el material elegido para la capa exterior 28 se seleccionarán deliberadamente teniendo esto en mente (es decir, para fallar por debajo del umbral crítico que produce esfuerzos del cerebro de 20 kpa) dado que éste es claramente un factor importante para evitar que tenga lugar daño del cerebro en un impacto.

La figura 11 es una representación esquemática que ilustra características preferidas de esfuerzo/deformación de los modos de fallo descritos anteriormente. Con referencia primero a la realización que tiene una capa inelástica exterior 28, se puede ver que el esfuerzo (eje y) aumenta con un aumento marginal de la deformación (eje x) hasta un punto A que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de “extensión” de la deformación tiende al infinito. En segundo lugar, con referencia a la realización que tiene una capa elástica exterior 28, se puede ver que el esfuerzo aumenta al incrementar la deformación hasta un punto B que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de “extensión” de la deformación tiende al infinito.

Se debe recalcar que el esquema de la figura 11 (y de hecho de las figuras 12 y 13 referidas a continuación) es un esquema a efectos ilustrativos solamente. No refleja las características de rendimiento exactas que variarán naturalmente dependiendo de la combinación particular de materiales seleccionados para el casco 20.

Métodos alternativos de unir la capa exterior 28 a la envuelta dura 26 se ilustran en las figuras 6a, 6b y 6c donde, por razones de sencillez y claridad, el revestimiento interior 24 dentro de la envuelta 26 no se representa. Con referencia en primer lugar a la figura 6a, se puede ver que la capa exterior 28 incluye salientes 31 que terminan en cabezas con pestaña 32 que pasan a través de agujeros de acoplamiento dispuestos en la envuelta 26. Las cabezas con pestaña 32 están adyacentes a la superficie interior de la envuelta 26, reteniendo la capa exterior 28 en posición. Las cabezas con pestaña 32 juntamente con los salientes 31 mantienen la capa exterior 28 en posición hasta que tiene lugar fallo a una resistencia a la cizalladura prevista, por ejemplo de un nivel que origina esfuerzos del cerebro de 20 kpa o menos. Esta disposición obvia la necesidad de un adhesivo (aunque en algunas circunstancias se puede usar naturalmente un adhesivo en unión con dicha unión).

Se ilustra una disposición similar en la figura 6b. Sin embargo, en lugar de las cabezas con pestaña 32, se ha dispuesto una capa interior completa 33 con el fin de retener la capa exterior 28 en posición sobre la envuelta dura 26. Los salientes 31 y la capa interior 33 están diseñados de tal manera que el fallo de los salientes 31 tenga lugar a una resistencia a la cizalladura prevista, por ejemplo de un nivel que origine esfuerzos del cerebro de 20 kpa o menos. De nuevo, esta disposición puede obviar la necesidad de un adhesivo. Además, la presencia de una capa interior completa 33 se puede emplear beneficiosamente como un revestimiento interior 24, eliminando así la necesidad de un revestimiento interior separado adicional.

Otra disposición se ilustra en la figura 6c. En esta disposición, la envuelta 26 se ha formado con espigas de cola de milano 34 diseñadas para la unión con espigas de cola de milano de acoplamiento formadas en la capa exterior 28. Se ha previsto que el fallo de estas uniones tenga lugar a una resistencia a la cizalladura prevista, por ejemplo de un nivel que origine esfuerzos del cerebro de 20 kpa o menos. De nuevo, esta disposición puede obviar la necesidad de un adhesivo.

En cada una de las disposiciones ilustradas en las figuras 6a, 6b y 6c, la capa exterior 28 se forma preferiblemente directamente en la envuelta 26 usando, por ejemplo, métodos en molde, molde conjunto o dos disparos. Estos métodos convencionales, bien conocidos en la técnica, aseguran que las tolerancias se cumplen fiablemente y sistemáticamente con el fin de asegurar los modos de fallo deseados (por ejemplo, como se ha descrito anteriormente). La unión de la capa exterior 28 a la envuelta 26 en cada caso puede tener lugar únicamente en el borde periférico inferior de la envuelta 26, como se ilustra en las figuras 7a y 7b o en regiones sobre la superficie de la envuelta 26, como se ilustra en la figura 7c. La disposición ilustrada en la figura 7c “suelta por puntos” efectivamente la capa exterior 28 a la envuelta 26. Tal disposición se puede lograr naturalmente en la realización de la figura 4 descritas anteriormente usando adhesivo en cada posición de unión deseada.

Aunque un nivel umbral de esfuerzo del cerebro de 20 kpa es la cifra crítica por encima de la que se ha hallado que se produce daño del cerebro, puede naturalmente ser deseable (de hecho preferible) prever una cifra mucho menor a

ES 2 305 260 T3

la que tenga lugar el modo particular de fallo (por ejemplo de un nivel que origine esfuerzos del cerebro, por ejemplo, de 5, 10, o 15 kpa). Además, puede ser preferible en algunas aplicaciones proporcionar un método de unión que falla progresivamente a niveles equivalentes a los niveles de esfuerzo del cerebro, por ejemplo, de 5, 10, 15 y 20 kpa, o en una dirección del vértice del casco 20 hacia el borde periférico inferior del casco 20, o de otro modo. Tal disposición se ilustra en la figura 7a, donde agujeros de diámetro más pequeño en la envuelta dura 26 alojan salientes de diámetro correspondientemente más pequeño 31 de la capa exterior 28. Estas combinaciones de agujeros/salientes aumentan de diámetro hacia el borde periférico inferior del casco 20 para lograr el modo de fallo incremental deseado en un impacto.

Las figuras 8a y 8b son vistas de detalle que ilustran una realización alternativa de la capa exterior 28 que se emplea para obtener una característica particular de movimiento relativo entre ella y la envuelta 26 antes del fallo, como se describirá ahora con referencia a la figura 12.

La capa exterior 28 está unida a la envuelta 26 alrededor de su borde periférico inferior de forma similar a la descrita anteriormente e ilustrada en las figuras 4 y 5, es decir por unión con una banda adhesiva 30 (aunque son igualmente aplicables los otros métodos de unión mecánica descritos anteriormente). Sin embargo, la capa exterior 28 está provista adicionalmente de una banda intermedia 40 en forma de concertina. La banda intermedia 40 se puede formar como parte integral de la capa exterior 28 o como una parte separada montable en ella. La banda intermedia 40 está configurada de manera que esté cerca del borde periférico inferior del casco 20. En el caso de una capa exterior sustancialmente inelástica 28, la banda intermedia 40 retiene la capa exterior 28 descrita sobre la envuelta 26 como se ilustra en la figura 8a. Al impacto, la banda intermedia 40 experimenta deformación plástica y se expande como se ilustra en la figura 8b, permitiendo el movimiento relativo de la capa exterior 28 con respecto a la envuelta dura 26 antes de que se produzca fallo último de la forma usual descrita anteriormente (una vez que la banda intermedia 40 ha alcanzado su extensión plena). En el caso de una capa exterior sustancialmente elástica 28, la banda intermedia 40 es empujada naturalmente con el fin de retener la capa exterior 28 descrita sobre la envuelta 26 como se ilustra en la figura 8a. Al impacto, la banda intermedia 40 experimenta deformación elástica y se expande como se ilustra en la figura 8b, permitiendo el movimiento relativo de la capa exterior 28 con respecto a la envuelta 26 antes de que tenga lugar el fallo último de la forma usual descrita anteriormente (una vez que la banda intermedia 40 ha alcanzado su extensión plena).

Estos modos de fallo se ilustran en la figura 12, una representación esquemática que ilustra características de esfuerzo/deformación preferidas. Con referencia primero a la realización que tiene una capa inelástica exterior 28, se puede ver que la deformación (eje x) aumenta con un aumento marginal del esfuerzo (eje y) hasta que la banda intermedia 40 llega a extensión plena en el punto A. Después de este punto, se puede ver que el esfuerzo aumenta con incrementos marginales de deformación hasta un punto B que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de "extensión" del esfuerzo tiende al infinito. En segundo lugar, con referencia a la realización que tiene una capa elástica exterior 28, se puede ver que el esfuerzo aumenta al incrementar la deformación hasta un punto C que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de "extensión" de la deformación tiende al infinito.

La banda intermedia 40 puede constar del mismo material que la capa exterior 28 o se puede formar de un material que tenga mayor o menor flexibilidad que la capa exterior 28. La capa exterior 28 está unida a la envuelta 26 solamente mediante la banda intermedia 40 y así el resto de la capa exterior 28 se puede mover libremente con relación a la envuelta subyacente 26. La banda intermedia 40 no tiene que tener forma de concertina, sino que, en cambio, puede tomar cualquier forma que proporcione una región especificada para deformación plástica o elástica de la capa exterior 28 al impacto.

Se puede disponer una capa de gel lubricante u otro material reductor del rozamiento entre la capa exterior 28 y la envuelta 26 y esto facilita el movimiento relativo entre la capa exterior 28 y la envuelta 26. Los lubricantes y materiales reductores del rozamiento adecuados incluyen (aunque sin limitación) silicona, pintura Kluber en PTFE, grasa de molibdeno y grasa Kluber de calidad alimenticia.

Otra realización del casco 20 se ilustra en la figura 9a, 9b y 9c. En esta realización la capa exterior 28 también está provista de una banda intermedia 40 unida a la envuelta 26 de forma similar a la descrita anteriormente e ilustrada en las figuras 8a y 8b. Sin embargo, una banda de adhesivo periférica adicional 32 u otros medios de fijación están dispuestos en una posición generalmente próxima, pero más distal que la banda intermedia 40, como se ilustra mejor en la figura 9a. La capa exterior 28 está unida a la envuelta 26 solamente mediante las bandas adhesivas 30, 32 y así la capa exterior 28 se puede mover libremente de otro modo con relación a la envuelta 26. Preferiblemente, sin embargo, la banda adhesiva adicional 32 está diseñada de manera que tenga una menor resistencia a la cizalladura equivalente a los niveles de esfuerzo del cerebro, es decir, de 10 kpa. Así, bajo la acción de un impacto en el casco 20 que genera niveles de esfuerzo del cerebro de hasta 10 kpa, el modo de operación de la capa exterior 28 es similar al de las realizaciones ilustradas en las figuras 4 y 5. Sin embargo, si el nivel de esfuerzo cortante logrado en la capa exterior 28 excediese de un nivel equivalente al nivel de esfuerzo del cerebro de 10 kpa, la banda adhesiva 32 se cortará, dando lugar a un modo de operación posterior de la capa exterior 28 similar al de las realizaciones de las figuras 8a y 8b ilustradas y descritas anteriormente. De nuevo, el movimiento relativo puede ser asistido por la interposición de una superficie de bajo rozamiento (por ejemplo PTFE) u otra capa de lubricante entre la capa exterior 28 y la envuelta 26.

ES 2 305 260 T3

Estos modos de fallo se ilustran en la figura 13, una representación esquemática que ilustra características de esfuerzo/deformación preferidas. Con referencia primero a la realización que tiene una capa inelástica exterior 28, se puede ver que el esfuerzo (eje y) aumenta con un aumento marginal de la deformación (x- eje) hasta un punto A que representa el fallo de la banda adhesiva 32, después del que se puede ver que la deformación aumenta con un aumento marginal del esfuerzo hasta que la banda intermedia 40 llega a extensión plena en el punto C.

Después de este punto, se puede ver que el esfuerzo aumenta con un aumento marginal de la deformación hasta que un punto D que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de “extensión” de la deformación tiende al infinito. En segundo lugar, con referencia a la realización que tiene una capa elástica exterior 28, se puede ver que el esfuerzo aumenta con la deformación creciente hasta un punto B que representa fallo de la banda adhesiva 32, después de lo que se puede ver que la deformación aumenta con la deformación creciente hasta que la banda intermedia 40 llega a la extensión plena en el punto C. Después de este punto, se puede ver que el esfuerzo aumenta con la deformación creciente hasta un punto que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de “extensión” de la deformación tiende al infinito.

Otra realización del casco 20 se ilustra en la figura 10a y 10b. En esta realización, la capa exterior 28 está provista de una banda intermedia 40 y unida a la envuelta 26 de forma similar a la descrita anteriormente e ilustrada en las figuras 8a y 8b. Sin embargo, en lugar de proporcionar una banda de adhesivo adicional 32 como se ilustra en las figuras 9a, 9b y 9c, se dispone una banda cizallable 29 en paralelo con la banda intermedia 40. Esta banda cizallable 29, análoga a la banda adhesiva 32, está diseñada de manera que tenga una resistencia a la cizalladura equivalente a niveles de esfuerzo del cerebro, por ejemplo, de 10 kpa. Así, bajo la acción de un impacto al casco 20 que genera niveles de esfuerzo del cerebro de hasta 10 kpa, el modo de operación de la capa exterior 28 es similar al de la realización ilustrada en las figuras 4 y 5. Sin embargo, el nivel de esfuerzo de cizalladura logrado en la capa exterior 28 llegase o excediese de un nivel equivalente a niveles de esfuerzo del cerebro de 10 kpa, la banda cizallable 29 se cortará, dando lugar a un modo de operación de la capa exterior 28 similar al de la realización de las figuras 8a y 8b ilustrada y descrita anteriormente.

Estos modos de fallo también se ilustran en la figura 13. Con referencia primero a la realización que tiene una capa inelástica exterior 28, se puede ver que el esfuerzo (eje y) aumenta con un aumento marginal de la deformación (eje x) hasta un punto A que representa fallo de la banda cizallable 29, después de lo que se puede ver que la deformación aumenta con un aumento marginal del esfuerzo hasta que la banda intermedia 40 llega a extensión plena en el punto C. Después de este punto, se puede ver que el esfuerzo aumenta con un aumento marginal de la deformación hasta que un punto D que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de “extensión” de la deformación tiende al infinito. En segundo lugar, con referencia a la realización que tiene una capa elástica exterior 28, se puede ver que el esfuerzo aumenta con la deformación creciente hasta un punto B que representa fallo de la banda cizallable 29, después del que se puede ver que la deformación aumenta con un esfuerzo creciente hasta que la banda intermedia 40 llega a la extensión plena en el punto C. Después de este punto, se puede ver que el esfuerzo aumenta con la deformación creciente hasta un punto que representa fallo de la banda adhesiva 30 o deformación y/o rasgado de la capa exterior 28. Más allá de este punto, el componente de “extensión” de la deformación tiende al infinito.

Se deberá indicar que los materiales enumerados anteriormente como adecuados para la capa exterior 28 y la envuelta 26 son ejemplares y no limitativos, dado que los criterios importantes en cada caso son la disposición de particular los materiales y la interacción de las propiedades mecánicas de cada uno en un casco 20 que imita las características de protección de la cabeza humana 10. Se apreciará que el trabajo actual en el campo de la ciencia de los materiales dará nuevos materiales o nuevas combinaciones de materiales existentes (por no mencionar técnicas de fabricación) que son igualmente apropiadas para uso en la presente invención.

En todas las realizaciones anteriores, la superficie que mira hacia dentro de la capa exterior 28 y la superficie que mira hacia fuera de la envuelta 26 pueden incorporar un lubricante o material reductor del rozamiento para evitar la necesidad de una capa intermedia tal como una capa de gel lubricante o de reducción del rozamiento reducir.

Se han realizado pruebas sustanciales en realizaciones del casco según la invención, y se lograron reducciones muy significativas en la fuerza tangencial máxima transmitida por el casco de seguridad 20 a la cabeza 10 de un usuario. Además, se logró una moderada disminución de las fuerzas de aceleración lineal máxima.

La combinación de materiales para el casco de protección se eligieron teniendo en mente que las cualidades de aislamiento acústico de la combinación pueden representar un peligro en aplicaciones de motocicleta o ciclo de pedales. Siempre es posible realizar perforaciones en la zona del casco de protección correspondiente a la oreja.

En aplicaciones militares/aeronáuticas, un material adicional o protectores de oído realizarían una protección contra el ruido y una protección adicional contra golpes laterales que tienen a producir fracturas de la base del cráneo. También se podría incorporar dispositivos de mejora y protección visual en el casco, así como dispositivos de respiración como máscaras de gas y filtros de aire.

Dado que las cualidades de aislamiento térmico de los cascos descritos podrían ser altas si se eligen algunas combinaciones de materiales, hay que prever la ventilación en condiciones a la intemperie apropiadas. Los orificios

ES 2 305 260 T3

de entrada y salida estarán provistos de control variable de la entrada de aire y se tendrá en cuenta la provisión de orificios de ventilación en el vértice en aplicaciones donde no se genere flujo de aire.

En muchos accidentes, en particular los industriales que implican una caída, el casco sale volando. Por lo tanto, el sistema de retención es un elemento crítico de protección de la cabeza. En cada lado del casco 20 hay preferiblemente unos dos puntos de unión, uno en la parte delantera y el otro detrás del plano vertical central transversal. Típicamente, se facilita una tira doble 21 unida formando una cinta de barbilla o copa, o una sola tira de cada punto de unión, realizando la tira anterior una la retención de la barbilla y la tira posterior una retención occipital. El sistema de retención dependerá inevitablemente de forma del casco y su aplicación particular.

Otro aspecto de la presente invención es la conversión de “sombreros duros” existentes a sombreros con recubrimientos exteriores “blandos” según la invención, preferiblemente con la provisión de sistemas de retención efectivos. Las cubiertas blandas y los nuevos sistemas de retención diseñados para unión a cascos de protección existentes se incluyen en el alcance de la invención. Además, se contempla que se pueda producir capas exteriores intercambiables o sustituibles para uso con las varias realizaciones de la presente invención. Esencialmente, las capas exteriores se producirán en varios colores y diseños gráficos, de forma análoga a las cubiertas de sustitución de teléfonos móviles. No se recomienda usar estas capas exteriores para sustituir capas exteriores “dañadas” dado que la integridad estructural del resto del casco 20 puede haberse puesto en compromiso, aunque tal daño no sea fácilmente visible a la vista.

Aunque la presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a su uso para cascos de protección, la invención también se puede aplicar a armaduras de protección, tal como armaduras de cuerpo. Se puede utilizar el mismo principio de usar una capa exterior superyacente, así como los métodos de unión a una chapa base de la armadura, y los varios modos de “fallo” descritos anteriormente.

Con referencia a la figura 14, se ilustra una armadura de protección en forma de una chapa de tórax 100 que se puede llevar en la parte delantera de un usuario y fijada por tiras 101. La figura 15 ilustra una sección transversal de la armadura de protección de la figura 14, incluyendo la chapa de tórax 100 una capa base 102 que tiene una primera superficie que en la práctica se presenta para recibir golpes de impacto. La armadura también incluye una capa exterior 104 que recubre la primera superficie de la capa base 102. La capa exterior 104 está diseñada asemejándose al cuero cabelludo 18. Consiguientemente, en una primera realización, se facilita una capa exterior 104 que es sustancialmente inelástica en cizalladura, pero elásticamente compresible cuando se somete a fuerzas en la dirección normal (similar al cuero cabelludo 18). Sin embargo, se ha hallado en pruebas que también puede ser efectiva una segunda realización incluyendo una capa exterior 104 que es sustancialmente elástica en cizalladura y cuando se somete a fuerzas en la dirección normal. La capa base 102 imita el cráneo 16 y proporciona así una superficie dura para disipación de energía, permitiendo al mismo tiempo un grado de compresión o aplastamiento para facilitar la mayor absorción de energía. Los materiales adecuados para la capa exterior 104 y la capa base 102 incluyen los enumerados y descritos anteriormente para el casco de protección.

La capa exterior 104 se puede unir a la capa base 102 de forma similar, y usando cualquiera de los mecanismos descritos anteriormente para el casco de protección. Estas realizaciones se ilustran en las figuras 16a, 16b, 16c, 16d y 16e.

Se puede incluir beneficiosamente una capa intermedia de gel lubricante entre la capa exterior 104 y la capa base 102 y facilita el movimiento relativo entre ellas. Esta capa no es esencial y podría ser sustituida por una capa sólida de un material de un bajo coeficiente de rozamiento (por ejemplo una capa de PTFE). Alternativamente se podría incorporar un lubricante a la superficie interior de una u otra o ambas capas exterior 104 y base 102.

La armadura de protección se construye de tal forma que cuando los componentes de fuerza de un impacto sean recibidos por la superficie que mira hacia fuera de la capa exterior 104, el modo de disipación y absorción de la energía sea idéntico al del casco de protección descrito anteriormente.

La presente invención también proporciona un método de modificar una armadura de protección incluyendo proporcionar una capa exterior “blanda” para cubrir una chapa base existente.

ES 2 305 260 T3

REIVINDICACIONES

1. Casco de protección (20) incluyendo:

5 una envuelta (26) que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso mira a la cabeza (10) de un usuario del casco de protección (20) y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria a la cabeza (10) de un usuario; y

10 una capa exterior (28) que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la envuelta (26), **caracterizado** porque el casco de protección (20) incluye además:

medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones, donde:

15 los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) están configurados de manera que fallen cuando en una superficie exterior del casco de protección (20) se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial para girar el casco de protección (20) y la cabeza (10) del usuario, y

20 al fallo de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior (28) que recibe la fuerza se mueva con relación a la envuelta (26) de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

25 2. Casco de protección (20) según la reivindicación 1, donde los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) son un elemento discreto interpuesto entre la envuelta (26) y la capa exterior (28).

3. Casco de protección (20) según la reivindicación 1, donde los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) son una parte integral de la capa exterior (28).

30 4. Casco de protección (20) según la reivindicación 1, donde los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) son una parte integral de la envuelta (26).

35 5. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) incluyen un adhesivo.

6. Casco de protección (20) según la reivindicación 5, donde el adhesivo incluye alguno o una combinación de cinta VHB de dos caras 3M, adhesivo 3M tipo 10/99, Loctite cianoacrilato o resina epoxi.

40 7. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) incluyen medios mecánicos de sujeción.

45 8. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) están graduados de manera que fallen incrementalmente, teniendo lugar el fallo parcial de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) a una fuerza menor que el umbral seleccionado y continuando el fallo parcial con la fuerza creciente hasta que el fallo total de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) tenga lugar en el umbral seleccionado.

50 9. Casco de protección (20) según la reivindicación 8, donde la graduación de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) se logra variando la resistencia o características de unión de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) en una o más posiciones de unión.

10. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la capa exterior (28) es sustancialmente inelástica en cizalladura.

55 11. Casco de protección (20) según la reivindicación 10, donde la capa exterior (28) experimenta deformación plástica antes del fallo de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) cuando se recibe una fuerza menor que el umbral seleccionado en la superficie exterior del casco de protección (20).

60 12. Casco de protección (20) según la reivindicación 11, donde la capa exterior (28) está provista de regiones para deformación plástica localizada al recibir una fuerza que es menor que la fuerza requerida para hacer que los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) fallen.

65 13. Casco de protección (20) según la reivindicación 12, incluyendo además medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) que están configurados para fallar a un umbral seleccionado más bajo que el seleccionado para los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40).

ES 2 305 260 T3

14. Casco de protección (20) según la reivindicación 13, donde los medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) evitan la deformación plástica de la capa exterior (28) hasta que los medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) fallan.

5 15. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde la capa exterior (28) es sustancialmente elástica en cizalladura.

16. Casco de protección (20) según la reivindicación 15, donde la capa exterior (28) experimenta deformación elástica antes del fallo de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) cuando se recibe una fuerza menor que el umbral seleccionado en la superficie exterior del casco de protección (20), moviéndose la capa exterior (28) que recibe la fuerza menor que el umbral seleccionado con relación a la envuelta (26) de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

17. Casco de protección (20) según la reivindicación 16, donde la capa exterior (28) está provista de regiones para deformación elástica localizada que se deforman elásticamente a una fuerza menor que la requerida para producir la deformación elástica del resto de la capa exterior (28), siendo la fuerza recibida menor que la fuerza requerida para hacer que los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) fallen.

18. Casco de protección (20) según la reivindicación 17 incluyendo además medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) que están configurados para fallar a un umbral seleccionado inferior al seleccionado para los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40).

19. Casco de protección (20) según la reivindicación 18, donde los medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) evitan la deformación elástica de la capa exterior (28) en las regiones para deformación elástica localizada hasta que los medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) fallan.

20. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 13, 14, 18 o 19, donde los medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) incluyen un adhesivo.

21. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 13, 14, 18 o 19, donde los medios de rotura adicionales (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) incluyen una banda cizallable.

22. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la envuelta (26) incluye un material compuesto.

23. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la envuelta (26) incluye una estructura laminada.

24. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la envuelta (26) incluye uno o más de polipropileno, policarbonato, ABS, mezcla de policarbonato/ABS, polietileno de alta densidad (HDPE), compuestos de fibra de carbono, plástico reforzado con vidrio, Zytel (un nylon fabricado por DuPont), Celstran (un vidrio de hilo largo, material de fibra de carbono o aramida en un soporte de módulo tal como polipropileno, polietileno, policarbonato, ABS, TPU o nylon), Twintex (polipropileno reforzado con fibra de vidrio fabricado por Vetrotex), Cury PP (un material reforzado con fibra de polipropileno fabricado por BP), o compuestos Kevlar (fibras de aramida en un soporte de resina).

25. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la capa exterior (28) incluye un material compuesto.

26. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la capa exterior (28) es una estructura laminada.

27. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la capa exterior (28) incluye uno o varios elastómeros termoplásticos tal como Santoprene (fabricado por Advanced Elastomer Systems en un rango de calidades), Hytrel en una forma sólida o de espuma, elastómeros termoestables tales como elastómeros de poliuretano (típicamente en el rango de dureza 50 shore A a 70 shore D), High Q (caucho fabricado por Astron), sorbotano, cauchos naturales o sintéticos o espumas plastificadas, polietileno de densidad baja o alta (LDPE o HDPE) o plástico termoplástico o termoestable convencional.

28. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la capa exterior (28) está reforzada con fibra de alta rigidez y baja elongación tales como fibras de vidrio, carbono o aramida (Kevlar) con el fin de reducir la elasticidad general de la capa exterior (28).

29. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo además una capa (24) de espuma de baja densidad situada entre la envuelta (26) y la cabeza (10) de un usuario.

30. Casco de protección (20) según alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo además una capa de fluido incompresible situada entre la envuelta (26) y la cabeza (10) de un usuario y encapsulado en una bolsa flexible.

ES 2 305 260 T3

31. Casco de protección (20) según la reivindicación 30, donde la bolsa flexible conteniendo fluido incompresible está compartimentalizada en una pluralidad de compartimientos y la bolsa flexible incluye medios de conexión que conectan cada compartimiento con al menos otro compartimiento, pudiendo operar los medios de conexión para evitar el flujo de fluido de un compartimiento a otro hasta que un impacto en la superficie exterior del casco de protección (20) excede de un valor umbral, punto en el que los medios de conexión permiten el flujo de fluido entre los compartimientos.

32. Casco de protección (20) según la reivindicación 31, donde el fluido incompresible es un fluido que resiste el flujo entre compartimientos con el fin de amortiguar el movimiento de la envuelta (26).

33. Casco de protección (20) incluyendo:

una envuelta (26) que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso mira a la cabeza (10) de un usuario del casco de protección (20) y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria a la cabeza (10) de un usuario; y

una capa exterior (28) que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la envuelta (26), **caracterizado** porque el casco de protección (20) incluye además:

medios para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones, donde:

la capa exterior (28) está configurada de manera que falle cuando en una superficie exterior del casco de protección (20) se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior del casco de protección (20) para girar el casco de protección (20) y la cabeza (10) del usuario, y

al fallo de la capa exterior (28), la fuerza recibida hace que al menos la parte de la capa exterior (28) que recibe la fuerza se mueva con relación a la envuelta (26) de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

34. Casco de protección (20) según la reivindicación 33, donde los medios para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones incluye un adhesivo.

35. Casco de protección (20) según la reivindicación 34, donde el adhesivo incluye cualquiera o una combinación de cinta VHB de dos caras 3M, adhesivo 3M tipo 10/99, Loctite cianoacrilato o resina epoxi.

36. Casco de protección (20) según la reivindicación 33, donde los medios para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones incluyen medios mecánicos de sujeción.

37. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 36, donde la capa exterior (28) es sustancialmente inelástica en cizalladura.

38. Casco de protección (20) según la reivindicación 37, donde la capa exterior (28) experimenta deformación plástica antes del fallo de los medios para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones.

39. Casco de protección (20) según la reivindicación 37 o la reivindicación 38, donde la capa exterior (28) está provista de regiones para deformación plástica localizada al recibir una fuerza que es menor que la fuerza requerida para hacer que los medios unan fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones para fallo.

40. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 36, donde la capa exterior (28) es sustancialmente elástica en cizalladura.

41. Casco de protección (20) según la reivindicación 40, donde la capa exterior (28) experimenta deformación elástica antes del fallo de los medios para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones cuando se recibe una fuerza menor que el umbral seleccionado en la superficie exterior del casco de protección (20), moviéndose la capa exterior (28) con relación a la envuelta (26) de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

42. Casco de protección (20) según la reivindicación 40 o la reivindicación 41, donde la capa exterior (28) está provista de regiones para deformación elástica localizada que se deforman elásticamente a una fuerza menor que la requerida para producir deformación elástica del resto de la capa exterior (28), siendo la fuerza recibida menor que la fuerza requerida para producir el fallo de los medios para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección (20) en una o más posiciones.

ES 2 305 260 T3

43. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 42, donde la envuelta (26) incluye un material compuesto.

44. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 43, donde la envuelta (26) incluye una estructura laminada.

45. Casco de protección (20) como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 33 a 44, donde la envuelta (26) incluye uno o varios de polipropileno, policarbonato, ABS, mezcla de policarbonato/ABS, polietileno de alta densidad (HDPE), compuestos de fibra de carbono, plástico reforzado con vidrio, Zytel (un nylon fabricado por DuPont), Celstran (un vidrio de hilo largo, material de fibra de carbono o aramida en un soporte de módulo tal como polipropileno, polietileno, policarbonato, ABS, TPU o nylon), Twintex (polipropileno reforzado con fibra de vidrio fabricado por Vetrotex), Cury PP (un material reforzado con fibra de polipropileno fabricado por BP), o compuestos Kevlar (fibras de aramida en un soporte de resina).

46. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 45, donde la capa exterior (28) incluye un material compuesto.

47. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 46, donde la capa exterior (28) es una estructura laminada.

48. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 47, donde la capa exterior (28) incluye uno o varios elastómeros termoplásticos tales como Santoprene (fabricado por Advanced Elastomer Systems en un rango de calidades), Hytrel en una forma sólida o de espuma, elastómeros termoestables tales como elastómeros de poliuretano (típicamente en el rango de dureza 50 shore A a 70 shore D), High Q (un caucho fabricado por Astron), sorbotano, cauchos naturales o sintéticos o espumas plastificadas, polietileno de densidad baja o alta (LD PE o HDPE) o plástico termoplástico o termoestable convencional.

49. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 48, donde la capa exterior (28) está reforzada con fibra de alta rigidez y baja elongación tal como fibras de vidrio, carbono o aramida (Kevlar) con el fin de reducir la elasticidad general de la capa exterior (28).

50. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 49, incluyendo además una capa (24) de espuma de baja densidad situada entre la envuelta (26) y la cabeza (10) de un usuario.

51. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 50, incluyendo además una capa de fluido incompresible situada entre la envuelta (26) y la cabeza (10) de un usuario y encapsulada en una bolsa flexible.

52. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 51, donde la bolsa flexible conteniendo fluido incompresible está compartimentalizada en una pluralidad de compartimientos y la bolsa flexible incluye medios de conexión que conectan cada compartimiento a al menos otro compartimiento, pudiendo operar los medios de conexión para evitar el flujo de fluido de un compartimiento a otro hasta que un impacto en la superficie exterior del casco de protección (20) excede de un valor umbral, punto en el que los medios de conexión permiten el flujo de fluido entre los compartimientos.

53. Casco de protección (20) según la reivindicación 52, donde el fluido incompresible es un fluido que resiste el flujo entre compartimientos con el fin de amortiguar el movimiento de la envuelta (26).

54. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 33 a 53, donde al fallo de la capa exterior (28), el casco de protección (20) mantiene niveles de esfuerzo en el cerebro por debajo de 20 kpa.

55. Casco de protección (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 32, donde al fallo de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40), el casco de protección (20) mantiene niveles de esfuerzo en el cerebro por debajo de 20 kpa.

56. Armadura de protección (100) incluyendo:

una capa base (102) que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso mira al cuerpo de un usuario de la armadura (100) y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria al cuerpo de un usuario;

y una capa exterior (104) que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la capa base (102), **caracterizada** porque la armadura de protección (100) incluye además:

medios de rotura (106; 108; 110; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) para unir fijamente la capa exterior (104) al resto de la armadura (100) en una o más posiciones, donde:

ES 2 305 260 T3

los medios de rotura (106; 108; 110; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) están configurados de manera que fallen cuando se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado en una superficie exterior de la armadura (100) que actúa en al menos una dirección tangencial parcial para girar la armadura (100) y el cuerpo del usuario, y

5 al fallo de los medios de rotura (106; 108; 110; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior (104) que recibe la fuerza se mueva con relación a la capa base (102) de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

10 57. Armadura de protección (100) incluyendo:

una capa base (102) que tiene una superficie mirando hacia dentro que en el uso el mira al cuerpo de un usuario de la armadura (100) y una superficie mirando hacia fuera que en el uso mira en dirección contraria al cuerpo de un usuario; y

15 una capa exterior (104) que recubre al menos una porción de la superficie que mira hacia fuera de la capa base (102), **caracterizada** porque la armadura de protección (100) incluye además:

20 medios para unir fijamente la capa exterior (104) al resto de la armadura (100) en una o más posiciones, donde:

la capa exterior (104) está configurada de manera que falle cuando en una superficie exterior de la armadura (100) se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior de la armadura (100) para girar la armadura (100) y el cuerpo del usuario, y

25 al fallo de la capa exterior (104), la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior (104) que recibe la fuerza se mueva con relación a la capa base (102) de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

30 58. Un método de modificar un casco de protección existente, donde:

se ha previsto una capa exterior (28) para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente, **caracterizado** porque:

35 se han previsto medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección existente en una o más posiciones,

40 estando configurados los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) de manera que fallen cuando en una superficie exterior del casco de protección modificado (20) se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial para girar el casco de protección modificado (20) y la cabeza (10) del usuario, y

45 al fallo de los medios de rotura (29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior (28) que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

50 59. Un método de modificar un casco de protección existente, donde:

se ha previsto una capa exterior (28) para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente, **caracterizado** porque:

55 se han previsto medios para unir fijamente la capa exterior (28) al resto del casco de protección existente en una o más posiciones,

60 estando configurada la capa exterior (28) de manera que falle cuando en una superficie exterior del casco de protección modificado (20) se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior del casco de protección modificado (20) para girar el casco de protección modificado (20) y la cabeza (10) del usuario, y

65 al fallo de la capa exterior (28), la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior (28) que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera del casco de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

ES 2 305 260 T3

60. Un método de modificar una armadura de protección existente, donde:

se ha previsto una capa exterior (104) para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente, **caracterizado** porque:

5

se han previsto medios de rotura (106; 108; 110; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) para unir fijamente la capa exterior (104) al resto de la armadura de protección existente en una o más posiciones,

10

estando configurados los medios de rotura (106; 108; 110; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) de manera que fallen cuando en una superficie exterior de la armadura modificada (100) se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial para girar la armadura modificada (100) y el cuerpo del usuario, y

15

al fallo de los medios de rotura (106; 108; 110; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 40) en la única o más posiciones, la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior (104) que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

61. Un método de modificar una armadura de protección existente, donde:

20

se ha previsto una capa exterior (104) para recubrir al menos una porción de una superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente, **caracterizado** porque:

25

se facilitan medios para unir fijamente la capa exterior (104) al resto de la armadura de protección existente en una o más posiciones,

30

estando configurada la capa exterior (104) de manera que falle cuando en una superficie exterior de la armadura modificada (100) se reciba una fuerza superior a un umbral seleccionado que actúe en al menos una dirección tangencial parcial a la superficie exterior de la armadura modificada (100) para girar la armadura modificada (100) y el cuerpo del usuario, y

35

al fallo de la capa exterior (104), la fuerza recibida hace que al menos parte de la capa exterior (104) que recibe la fuerza se mueva con relación a la superficie que mira hacia fuera de la armadura de protección existente de manera similar al movimiento protector del cuero cabelludo humano con relación al cráneo.

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

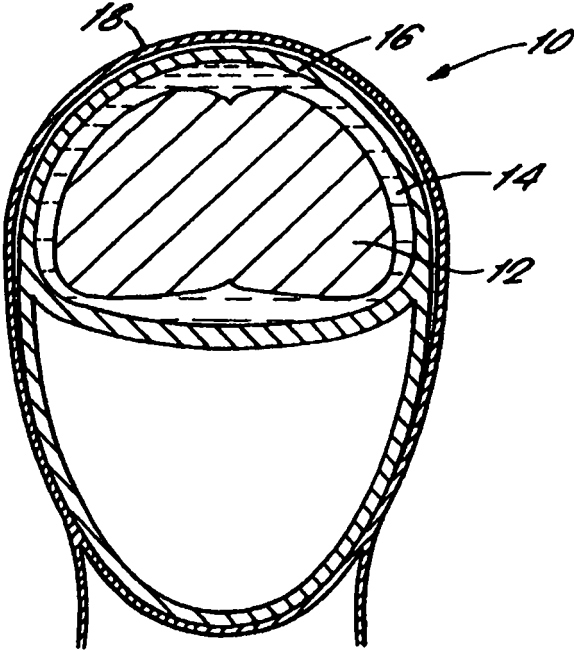
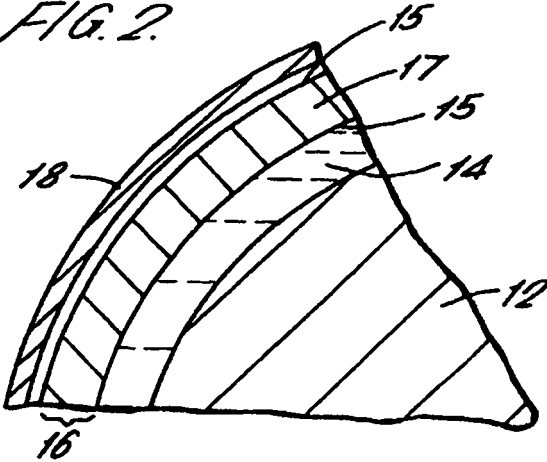
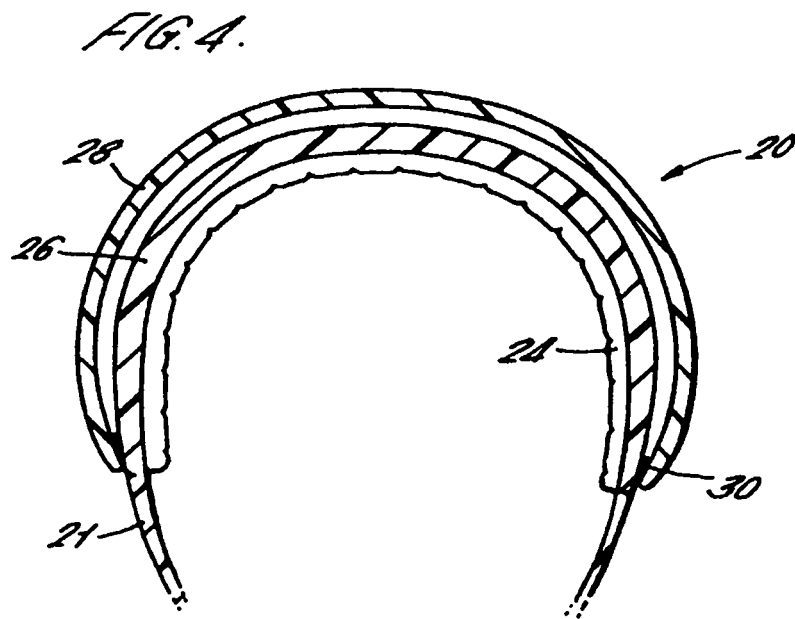
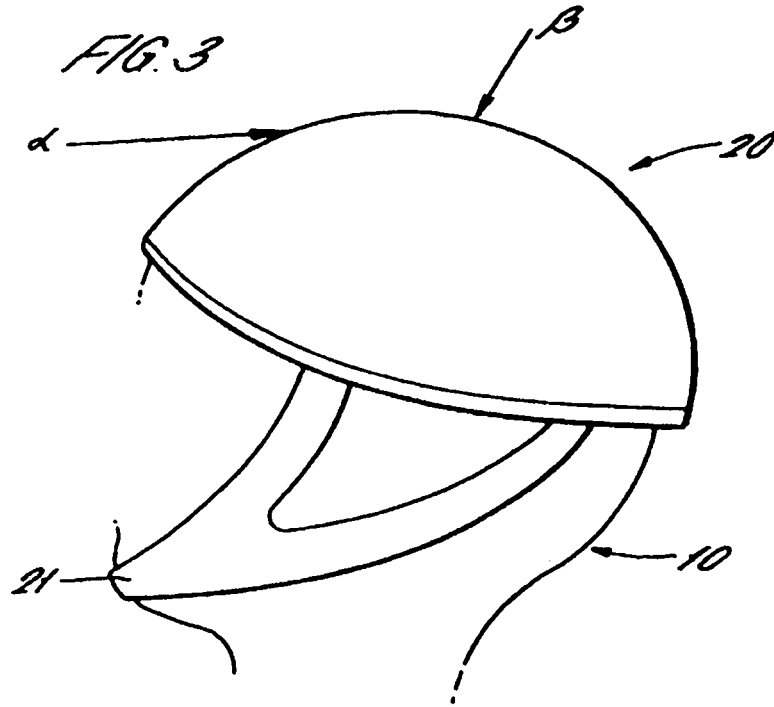


FIG. 2





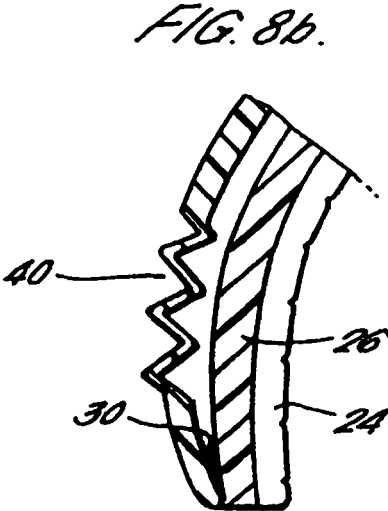
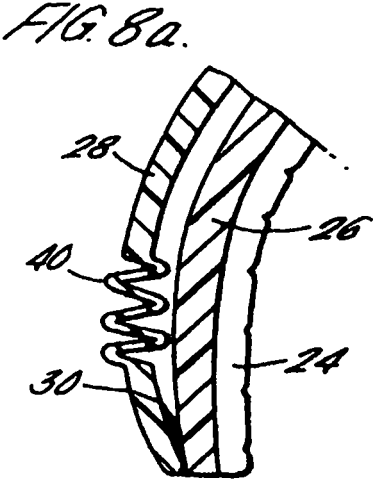
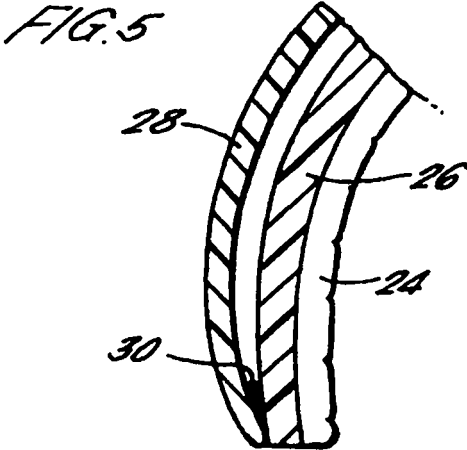


FIG. 6a.

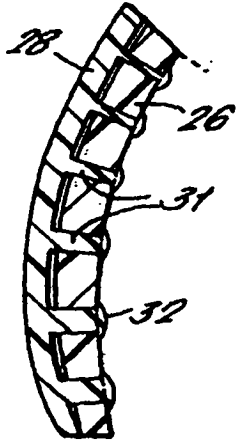


FIG. 6b.

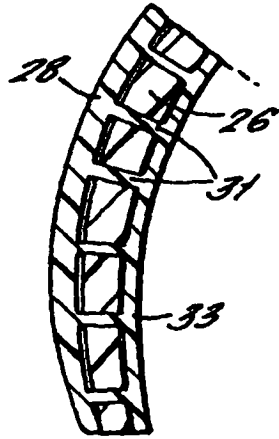


FIG. 6c.

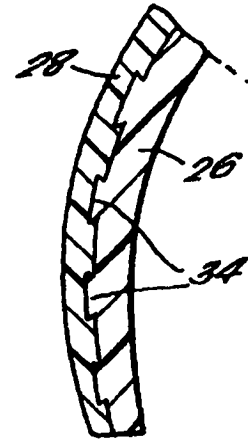


FIG. 7a.

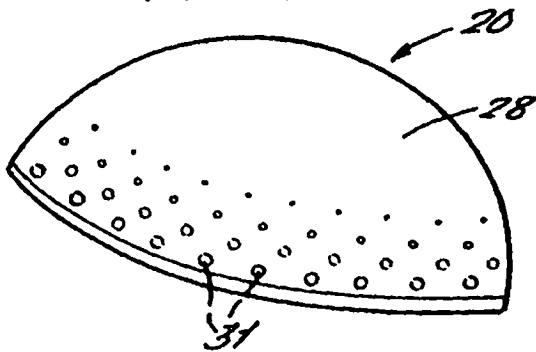


FIG. 7b.

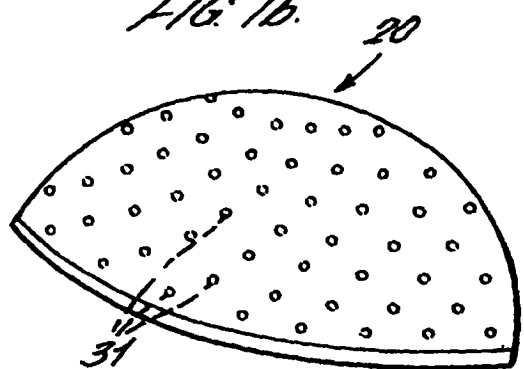


FIG. 7c.

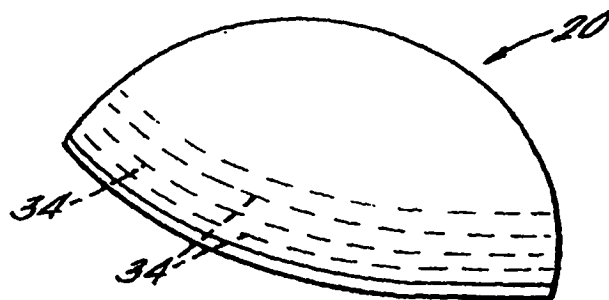


FIG. 9a.

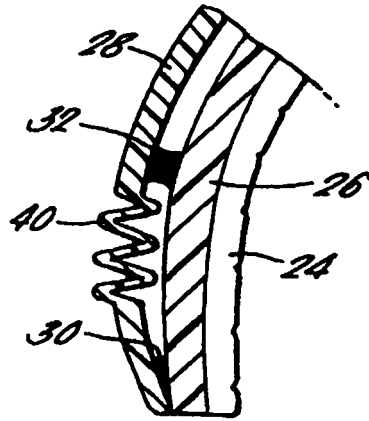


FIG. 9b.

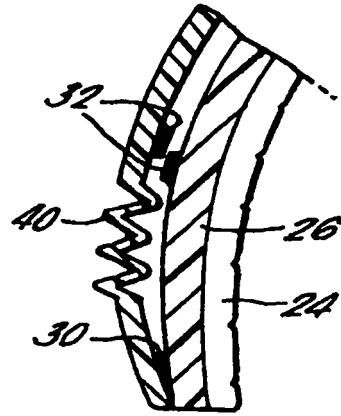


FIG. 9c.

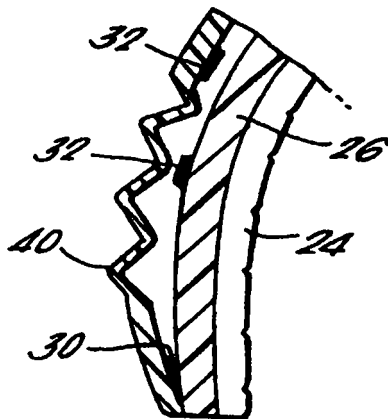


FIG. 10a.

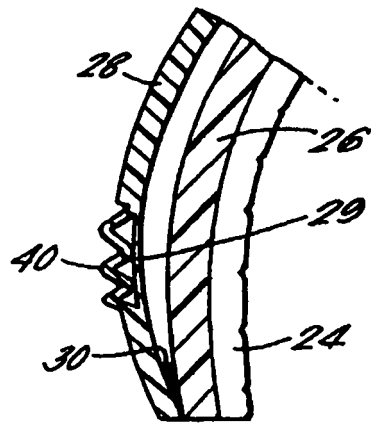
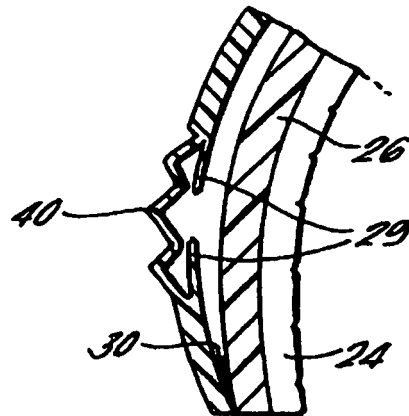


FIG. 10b.



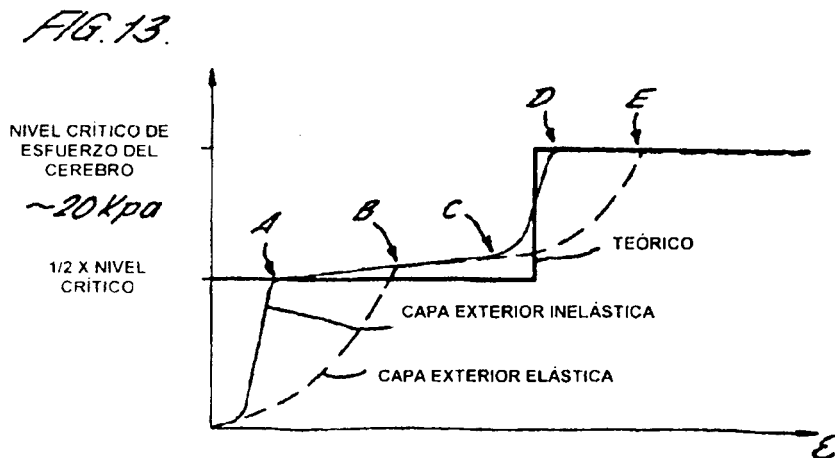
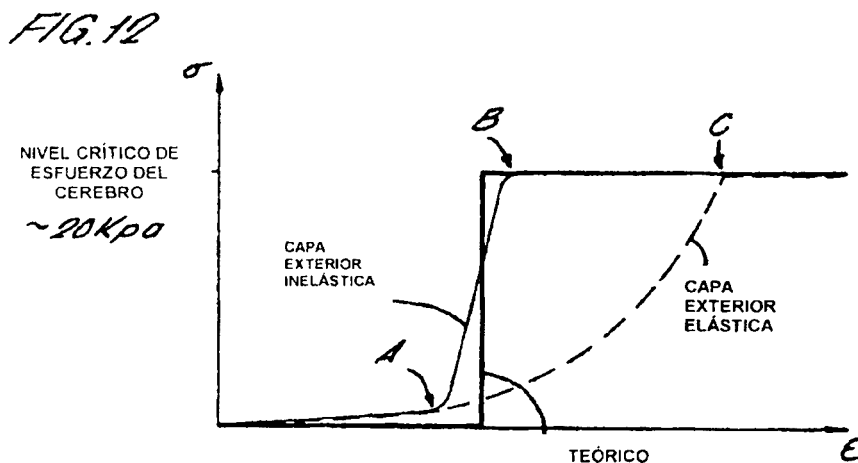
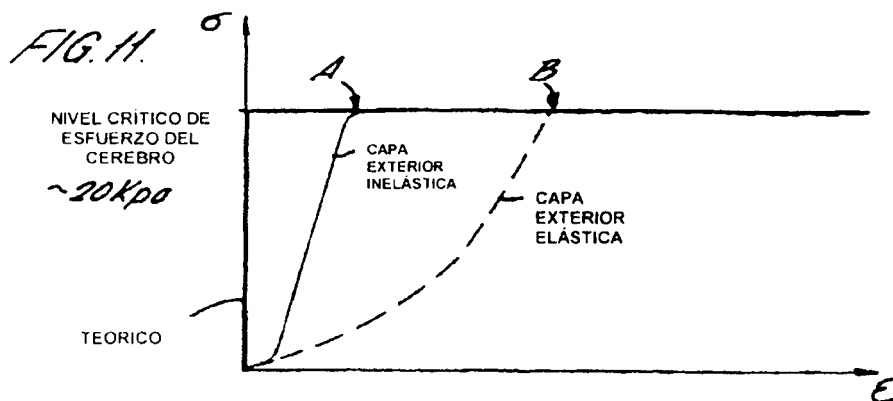


FIG. 14

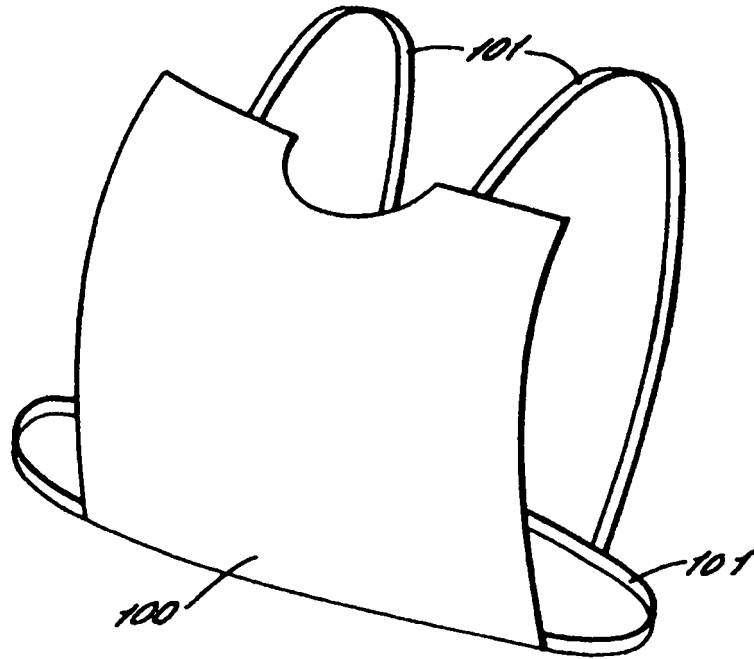


FIG. 15

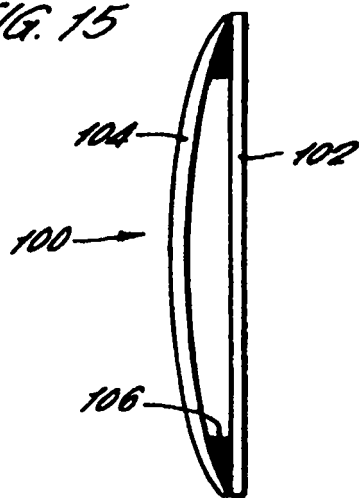


FIG. 16a.



FIG. 16b.

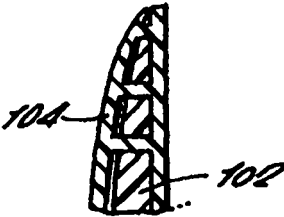


FIG. 16c.

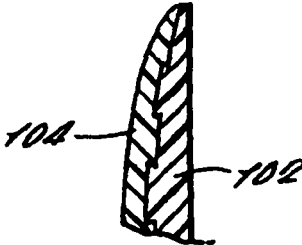


FIG. 16d.

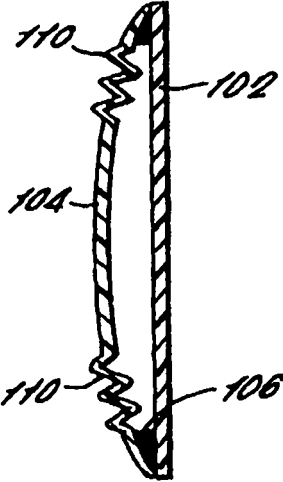


FIG. 16e.

