

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 145**

51 Int. Cl.:
F41H 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04255559 .9**
96 Fecha de presentación: **09.11.1999**
97 Número de publicación de la solicitud: **1517111**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.03.2005**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA NEUTRALIZAR PROYECTILES DE ALTA VELOCIDAD.**

30 Prioridad:
09.11.1998 US 189105
30.04.1999 US 302734

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.01.2012

73 Titular/es:
PINNACLE ARMOR, LLC.
P.O. BOX 5839
FRESNO, CALIFORNIA 93755, US

72 Inventor/es:
Neal, Murray L. y
Bain, Allan D.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 373 145 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para neutralizar proyectiles de alta velocidad

Antecedentes de la invención**(1) Campo de la invención**

- 5 La invención se refiere a prendas de protección. Más específicamente, la invención se refiere a una armadura corporal flexible que se diseña para neutralizar proyectiles de alta velocidad.

(2) Antecedentes

10 Los avances en armadura corporal se refieren con frecuencia al desarrollo de materiales mejorados a partir de los cuales se forma la armadura. En años recientes, se han hecho de uso común en el sector unos materiales resistentes balísticos que se forman a partir de fibras con una alta resistencia a la tracción, tal como fibras de aramida o fibras de polietileno. Desafortunadamente, la armadura corporal blanda, incluso con estos materiales avanzados, se ha mostrado insuficiente incluso para anular munición para pistola de perforación de armadura, herramientas de empuje afiladas, y penetradores circulares, la totalidad de los cuales son ahora de uso común.

15 Para tratar este problema, se han desarrollado diversos sistemas de blindaje de metal duro. Un sistema de este tipo emplea un número de discos de titanio de una pulgada de diámetro (2,54 cm) y de 0,813 mm a 1,27 mm (de 0,032 a 0,050 pulgadas) de espesor que se disponen en filas superpuestas de tal modo que en el interior de una fila, un disco se superpone a su predecesor en la fila y su sucesor en la fila se superpone a él. Las filas posteriores se superponen a su predecesora y su sucesora se superpone a ellas. La disposición de monedas se acopla entonces a un sustrato tal como un tejido de aramida impregnado de adhesivo. Una segunda capa de aramida impregnada de adhesivo puede usarse para envolver la "placa" que se forma mediante las monedas. Esta placa envuelta puede acoplarse a una armadura corporal flexible convencional por encima de los órganos vitales. Ésta proporciona una buena flexibilidad y es lo bastante delgada para quedar oculta.

20 De forma similar, las patentes de los Estados Unidos con n.ºs 3.563.836 y 5.196.252 dan a conocer una armadura resistente a proyectiles que comprende una pluralidad de placas sin fresar que se fijan a la superficie de un sustrato flexible. Las placas se fijan de manera adyacente al sustrato flexible de forma no superpuesta en una capa cualquiera, los sustratos con capas de placas pueden a continuación disponerse en capas uno encima del otro para crear una configuración de placas superpuestas. Las capas de sustrato adicionales se usan para revestir las capas de placas y crear una armadura resistente a proyectiles.

30 Aunque se ha mostrado que esta superposición de las monedas y placas dispersa la fuerza de forma efectiva para neutralizar la mayoría de los proyectiles de pistola de perforación de armadura existentes, herramientas de empuje afiladas, y penetradores circulares, desafortunadamente los proyectiles de rifle continúan desgarrando a través de esta estructura de blindaje, así como la armadura corporal flexible subyacente como un cuchillo caliente corta a través de la mantequilla. Por lo tanto, para una protección frente a proyectiles de rifle, se ha requerido que los usuarios empleen unas placas rígidas grandes para proteger los órganos vitales. Estas placas grandes son pesadas y nada flexibles, y en general poco cómodas de usar. Adicionalmente, éstas son casi imposibles de usar de manera que queden ocultas. Los esfuerzos para emplear el diseño de monedas con unos discos más espesos han sido incapaces de producir un producto comercialmente viable para neutralizar los proyectiles de rifle. Los discos más espesos dan como resultado menos flexibilidad y no se disponen bien. El resultado es una estructura de blindaje más espesa, que deja de ser flexible, y más pesada que las placas sólidas que se han analizado anteriormente. La comodidad del usuario es también una preocupación especial en la producción de la armadura corporal. En consecuencia, estas limitaciones hacen una estructura de este tipo poco práctica como producto comercial.

A la vista de lo anterior, sería deseable tener un sistema de blindaje flexible que neutralizara los proyectiles de alta velocidad, tal como los proyectiles de rifle.

Breve resumen de la invención

45 Un aparato para neutralizar proyectiles de alta velocidad se da a conocer en la reivindicación 1 y un procedimiento de fabricación de éste se da a conocer en la reivindicación 15. Preferentemente, una pluralidad de discos de igual tamaño y que tienen un espesor mayor que 2,54 mm (0,100") se fresan en una pluralidad de lugares. Teniendo cada lugar fresado un radio de curvatura aproximadamente igual al radio de curvatura del disco. Los discos se disponen a continuación en un patrón imbricado fila a fila de tal modo que cada disco de una fila se encuentra en una línea substancialmente recta con los otros discos de la fila y se superpone a un lugar fresado de un disco en una fila por encima de su fila y tiene su lugar fresado solapado por un disco de la fila por debajo de su fila. El patrón imbricado se adhiere a continuación a un sustrato flexible de alta resistencia a la tracción y queda solapado por una segunda capa de alta resistencia a la tracción de tal modo que el patrón imbricado se envuelve entre el sustrato y la segunda capa. La envoltura se acopla a continuación a un soporte de armadura corporal flexible.

55 En una realización alternativa, se dan a conocer un procedimiento y un aparato para neutralizar proyectiles de alta

velocidad. Se proporciona una pluralidad de discos de igual tamaño que comprenden unos materiales compuestos de cerámica inducida por fibra. Los discos se disponen en un patrón imbricado fila a fila de tal modo que cada disco de una fila se encuentra en una línea substancialmente recta con los otros discos de la fila y se superpone a un segmento de un disco de una fila adyacente. El patrón imbricado se adhiere a continuación a un sustrato flexible de alta resistencia a la tracción y queda solapado por una segunda capa de alta resistencia a la tracción de tal modo que el patrón imbricado se envuelve entre el sustrato y la segunda capa. La envoltura se acopla a continuación a un soporte de armadura corporal flexible.

Breve descripción de los dibujos

La **figura 1** es un diagrama esquemático en corte de un conjunto de armadura corporal de una realización de la presente invención.

La **figura 2** es un diagrama en perspectiva de la disposición de los discos en una realización de la invención.

La **figura 3** es un diagrama de un patrón imbricado que se adhiere a un sustrato.

La **figura 4** es un diagrama de envoltura del patrón imbricado entre un sustrato y una capa adicional.

La **figura 5** es una vista en perspectiva de un disco de una realización alternativa de la invención.

La **figura 6** es una vista en sección del disco de la realización de la figura 5.

La **figura 7** es una vista en perspectiva de un disco de una segunda realización alternativa de la invención.

La **figura 8** es una vista en sección transversal del disco de la realización de la figura 7.

La **figura 9** es una vista frontal de una realización de armadura corporal.

La **figura 10** es una vista en corte de una realización de la armadura corporal.

La **figura 11** es una vista en sección transversal en corte lateral de una realización de la armadura corporal.

La **figura 12** es una vista en perspectiva de una realización de un disco.

La **figura 13** es una vista en perspectiva de la realización de un disco de la figura 4 con un revestimiento de Eglass y resina modificada epoxi.

La **figura 14** es una vista en sección de la realización de un disco de la figura 5 que ilustra los revestimientos.

La **figura 15** es una vista en perspectiva de una realización de un disco.

La **figura 16** es una vista en sección de una realización de un disco.

Descripción detallada de la invención

La **figura 1** es un diagrama esquemático en corte de un conjunto de armadura corporal de una realización de la presente invención. La armadura 10 corporal cubre el torso de un usuario y se diseña para proteger las áreas vitales frente a los proyectiles de alta velocidad. A través de la disposición de forma adecuada de los discos en un patrón imbricado, la armadura 10 corporal global sigue siendo flexible y también proporciona una buena protección frente a los proyectiles de alta velocidad. A diferencia de las 10 x 12 placas rígidas de la técnica anterior, el patrón imbricado puede flexionarse alrededor de los contornos del cuerpo y es por lo tanto considerablemente más cómodo y también puede ocultarse más fácilmente. El patrón 12 imbricado está intercalado normalmente entre dos capas 14 de tejido que se fabrican de fibras con una alta resistencia a la tracción, tal como fibras de aramida o fibras de polietileno. El tejido 14 ha de ser resistente a desgarrar y a corte y es preferentemente material de calidad balística que se diseña para reducir la fragmentación. Este tejido 14 puede estar impregnado de adhesivo, por lo tanto, el adhesivo en el tejido se adhiere a los discos que componen el patrón 12 imbricado y retiene su posición relativa. Una o más capas adicionales del tejido 14 pueden añadirse al intercalado. Esto se analizará de forma adicional posteriormente.

Subyacente al patrón 12 imbricado que está intercalado entre dos o más capas de las capas 14 de tejido resistente a desgarrar y corte hay una armadura 16 corporal flexible convencional. Un proyectil de alta velocidad se considera neutralizado incluso si éste penetra el blindaje del patrón imbricado y todas las capas de tejido si no penetra la armadura corporal flexible subyacente o da lugar a una deformación de la parte posterior superior a 44 mm (1,73"), tal como se define la deformación de la parte posterior por el *National Institute of Justice* (NIJ). Unas tiras de acoplamiento, tal como la tira 18, acoplan un panel frontal de la armadura 10 corporal a un panel posterior de la armadura 10 corporal de una forma convencional. La tira 18 de acoplamiento puede ser cualquier sistema de tiras convencional común en la industria.

La **figura 2** es un diagrama en perspectiva de la disposición de los discos en una realización de la invención. En este caso, los discos se disponen desde la izquierda hacia la derecha. Cada fila posterior se dispone también desde la izquierda hacia la derecha. Se ha determinado que la conmutación desde la izquierda hacia la derecha, a continuación desde la derecha hacia la izquierda, crea una debilidad en el patrón resultante que a menudo da lugar a fallos. La figura 2 muestra sólo una parte de dos filas del patrón imbricado definitivo. Los discos dentro de cada fila forman una línea substancialmente recta. Debido a que los discos se superponen, cada disco tiene una ligera pendiente en relación con una línea normal a la superficie de disposición. Adicionalmente, cada disco se gira ligeramente de tal modo que una línea a través del centro de una fila en conjunción con un eje que corta en dos partes iguales el arco de fresado central no es un ángulo recto. En una realización, este ángulo es de aproximadamente 60°. Un disco 52 típico se muestra elevado por encima de su colocación final en el patrón 50. El disco 52 es normalmente un material de alta dureza, que tiene una dureza mayor que 450 Brinell. Existen muchos materiales adecuados, incluyendo acero de alto carbono, acero inoxidable, aleaciones de acero, y diversas

aleaciones de titanio. Un material preferente se comercializa bajo la marca comercial de Mars 300™, y está disponible de Creusot-Loire Industries, una división de Creusot Marrel de Francia. Mars 300™ normalmente tiene una dureza de 630 a 650 Brinell. Otro material adecuado se vende bajo la marca comercial BP 633™ de Astralloy de Birmingham, Alabama. Más materiales adecuados se venden en láminas. Mars 300™ se compra en láminas que tienen un espesor de aproximadamente 0,4267 mm (0,168"). Los discos individuales han de cortarse a partir de las láminas. Esto puede lograrse mediante corte por plasma, corte por láser, o corte por chorro de agua, dependiendo del material que se use. "Corte" tal como se usa en el presente documento (cuando no se ha modificado) hace referencia de forma genérica a cualquier técnica mediante la cual se produce un disco.

En una realización, el disco 52 se corta por láser usando una tecnología por láser convencional para garantizar un diámetro uniforme y un borde suave tal como entre múltiples discos. Puede usarse el corte por chorro de agua pero no se cree que sea tan bueno como el corte por láser. También sería posible un corte por plasma pero requeriría a continuación unas etapas de desbarbado y de suavizado adicionales para obtener la misma suavidad en los bordes. Después del corte, cada disco 52 se fresa, el disco 52 se fresa en tres lugares - un lugar 54 fresado izquierdo, un lugar 58 fresado central, y un lugar 56 fresado derecho. Este fresado puede realizarse en cualquier orden.

En una realización, cada lugar fresado se fresa en múltiples pases. Por ejemplo, el lugar 54 fresado izquierdo se rebaja a aproximadamente la mitad de la profundidad de fresado final. El mismo fresado de media profundidad se realiza a continuación en el lugar 56 fresado derecho seguido por el lugar 58 fresado central. A continuación se realiza un segundo pase para llevar la profundidad de fresado hasta aproximadamente su profundidad final. Un pase de pulido de alta velocidad final se realiza a continuación para garantizar un acabado suave para cada uno de los lugares fresados.

Normalmente, el disco 52 tiene un radio de entre 12,7 mm (1/2") y 50,8 mm (2"). Unos radios mayores reducen la flexibilidad pero también el coste de fabricación. En una realización actualmente preferente, se emplea un radio de 25,4 mm (1"). Dependiendo del material, pueden usarse unos discos que tienen unos espesores de entre 2,032 mm (0,080") y 4,750 mm (0,187"). El radio de curvatura de cada lugar fresado es aproximadamente idéntico al radio del disco 52. Por lo tanto, si el disco 52 tiene un radio de una pulgada, cada lugar fresado, el lugar 54 fresado izquierdo, el lugar 58 fresado central, y el lugar 56 fresado derecho también tienen un radio de curvatura de 25,4 mm (1"). La profundidad del fresado es normalmente de 1,010 a 2,032 mm (de 0,040" a 0,080") para discos de entre 2,45 mm (0,100") y 4,750 mm (0,187") en espesor.

Cada lugar fresado tiene una "distancia de fresado". La distancia de fresado se define tal como se usa en el presente documento como la distancia perpendicular entre el borde del disco 52 y el vértice del lugar 54, 56, 58 fresado. En una realización, los lugares fresados 54, 56 derecho e izquierdo tienen la misma distancia de fresado que en un disco de radio 25,4 mm (1") es de 0,540". El lugar fresado central tiene una distancia de fresado de 0,50 en un disco de radio 25,4 mm (1"). Es importante que al disponerse en el patrón imbricado, tres discos dispuestos de este modo definan un arco 60 en el que puede colocarse un disco adicional. En particular, un disco que se asienta en el arco 60 sólo puede estar en contacto con el borde 62 de fresado de los discos sobre cuyo lugar fresado derecho e izquierdo se superpone. Esto dependerá de la profundidad del fresado. En una realización, el borde 62 de fresado tiene una ligera pendiente a diferencia de ser exactamente perpendicular a la superficie fresada. Esto reduce la fisuración del disco durante un evento balístico y reduce el desgaste en el equipo de fresado.

Mientras que en una realización todos los discos sean idénticos al disco 52, esto conduce a un número de lugares fresados a lo largo de los bordes finales (por ejemplo, el borde derecho y la parte inferior si una disposición desde la izquierda hacia la derecha se usa o a la inversa, el borde izquierdo y la parte inferior si se usa una disposición desde la derecha hacia la izquierda). Las piezas encajan entre sí perfectamente y no hay un hueco significativo entre discos superpuestos. Se ha encontrado que la superposición del patrón que se muestra dispersa de forma efectiva la fuerza de un impacto de un proyectil de alta velocidad a los discos adyacentes, evitando de ese modo la penetración y deformación de la parte posterior. Los bordes en los que los discos tienen lugares fresados que no son solapados por otro disco se consideran fuera de la "zona de protección" que prevé la armadura.

Adicionalmente, debido a la ligera inclinación de cada disco en el patrón, un impacto perpendicular es muy poco probable y parte de la energía se absorberá en el desvío. Finalmente, durante el evento balístico, la dureza del disco material tiende a expandir o desafilar la punta del proyectil, lo que da lugar a una reducción adicional en su capacidad de perforación. En particular, la disposición puede fabricarse de una forma cualquiera de tal modo que la zona de protección sea conforme al torso u otra área vital.

En una realización alternativa, pueden usarse unos discos de acabado especial con menos lugares fresados para garantizar que un disco de espesor completo se superpone a todos los lugares fresados. Por ejemplo, una fila inferior de discos puede fresarse sólo para permitir la superposición de un disco adyacente en la fila inferior, por ejemplo, teniendo sólo un lugar fresado derecho (para una disposición desde la izquierda hacia la derecha), y puesto que ningún otro disco se superpondrá a los discos en la fila inferior, esto evitará los puntos delgados en la fila inferior.

La **figura 3** muestra un patrón imbricado de discos 52 que se acopla a un sustrato 80. Tal como se ha analizado anteriormente, el sustrato 80 puede ser un tejido de polietileno o de fibra de aramida impregnado de adhesivo. Los

tejidos adecuados incluyen el tejido que se vende bajo la marca comercial SPECTRA® de Allied-Signal de Morristown, Nueva Jersey, TWARON® microfílm de Akzo-Nobel de Blacklawn, Georgia, SB31 y SB2, que se vende bajo la marca comercial DYNEEMA, de DSM de Holanda, PBO que se vende bajo la marca comercial ZYLON® de Toyobo de Tokio, Japón, KEVLAR® o PROTERA® de E. I. Dupont de Nemours & Company de Chattanooga, Tennessee. Un experto en la técnica encontrará otros tejidos adecuados.

Algunos sustratos adecuados están disponibles con un revestimiento adhesivo corrosivo cubierto por un papel antiadhesivo. Además de ser corrosivo, es importante que el adhesivo una vez se cura siga siendo flexible para reducir la disociación de los discos y el sustrato durante un evento balístico. El sustrato de un tamaño deseado puede cortarse y el papel antiadhesivo despegarse para exponer la superficie de adhesivo. El disco puede a continuación disponerse directamente sobre el adhesivo que lo retiene en una posición en relación entre sí. Debido a que el sustrato es flexible y a que los discos se doblan alrededor de su intersección, la unidad combinada es flexible. Alternativamente, el patrón puede disponerse y el sustrato adherirse por encima de la parte superior.

Tal como se muestra en la figura 4, la etapa siguiente es colocar otra capa de este sustrato flexible recubierto de adhesivo en el otro lado de las monedas dispuestas a mano para fijarlas en una posición flexible que no cambia cuando el panel se flexiona, de tal modo que a pesar de que cada moneda pivotará fuera de las monedas adyacentes, la posición real de cada moneda sigue estando substancialmente en el mismo lugar en el que se dispuso. Esta segunda capa de tejido adhesivo que se usa para envolver el patrón imbricado proporciona una capacidad de resistencia adicional, reduciendo de ese modo el riesgo de que un disco se desvíe y la armadura corporal falle.

El NIJ define diversos niveles de amenaza. Una amenaza de nivel tres es un proyectil de camisa de metal completa de 7,62 x 51 milímetros de 150 granos (9,72 gramos) que se desplaza a 2700 - 2800 pies/segundo (823 - 853 m/s). Se ha determinado que la invención que se ha dado a conocer anteriormente neutralizará las amenazas de nivel tres y todas las menores. Pueden añadirse unas capas adicionales del sustrato flexible recubierto de material adhesivo a uno u otro lado en cualquier proporción (es decir, esto se encuentra dentro del alcance de y se contempla en la invención tener más capas de sustrato a un lado de la placa que al otro lado de la placa) en múltiples capas para obtener diferentes criterios de rendimiento. Algunas situaciones se benefician al permitir que las monedas se desplacen ligeramente durante el evento balístico, mientras que otras hacen deseable que la moneda permanezca tan fija en su lugar como sea posible.

En una realización alternativa de la invención, se proporciona un sustrato flexible "seco" de alta resistencia a la tracción. Éste se recubre a continuación con un agente adherente flexible, por ejemplo, una resina de elastómero de silicio. Los discos pueden disponerse a continuación tal como se ha descrito anteriormente. El agente adherente se cura a continuación para mantener de forma flexible las ubicaciones relativas de los discos. Una capa recubierta de forma similar puede usarse para intercalar la placa desde el lado opuesto. Está también dentro del alcance de la invención, y contemplándose en la misma, el uso de una capa con un agente adherente flexible mientras que una capa enfrentada es de la variedad que se pela y se pega que se ha descrito anteriormente. Tal como se usa en el presente documento, "sustrato impregnado de adhesivo" hace referencia a un material de alta resistencia a la tracción y flexible adecuado que tiene un adhesivo que se dispone a un lado, ya se encuentre disponible comercialmente con adhesivo aplicado o se recubra más tarde tal como se ha descrito anteriormente.

En otra realización más, un sustrato impregnado de adhesivo se crea mediante uno u otro de los procedimientos anteriormente descritos y la capa (de intercalado) es no adhesiva y meramente se acopla al sustrato subyacente alrededor de la periferia de la placa. Esto degradará en cierta medida la retención del disco en comparación con el intercalado entre las capas de adhesivo. En consecuencia, esta configuración no sobrevivirá a tantos impactos y la capa frontal que se acopla alrededor de la periferia sirve principalmente como una protección frente a pequeños fragmentos.

La **figura 5** es una vista en perspectiva de un disco de una segunda realización alternativa de la invención. En esta realización, un disco plano se prepara de la forma normal y a continuación se curva ligeramente alrededor de un eje que corta en dos partes iguales el arco del lugar fresado central. La flexión variará normalmente entre los 2° y los 15° con respecto a la horizontal, dependiendo de las dimensiones y de la curvatura del área que ha de protegerse por la armadura. Esta realización es más adecuada donde se usan como la curva ligera unos discos grandes, por ejemplo, con un radio de 50,8 mm (2"), lo que permite que los discos se correspondan mejor con los contornos del cuerpo. Esto es deseable con discos grandes debido a que los discos más grandes implican una flexibilidad reducida del ensamblaje global. Por lo tanto, desde el punto de vista de la comodidad, es deseable tener un disco curvado para alojar el contorno y el movimiento del cuerpo. Para unos discos de un radio de 1" (2,54 cm) o menos, tal flexión se considera innecesaria y poco deseable. La **figura 6** es una vista en sección transversal del disco de la realización de la figura 5.

La **figura 7** es una vista en perspectiva de un disco de una realización alternativa de la invención. En esta realización, el disco se prepara tal como se ha descrito anteriormente. Después del fresado pero antes de la disposición, se usa una prensa para dar una forma cóncava al disco con respecto a la parte posterior lo que da lugar a que el disco sea convexo en la dirección de la superficie fresada. La **figura 8** es una vista en sección del disco de la realización de la figura 7. En esta vista, la concavidad es claramente evidente. Este diseño de disco puede tener

unas características de desvío mejoradas frente al disco plano y también puede mejorar la comodidad para algunos usuarios.

5 La **figura 9** es una vista frontal de un conjunto de armadura corporal tal como puede llevarse puesto en una realización de la presente invención. La armadura corporal 110 cubre el torso de un usuario y se diseña para proteger las áreas vitales frente a los proyectiles de alta velocidad. Unas solapas 120 en la armadura corporal se extienden alrededor del cuerpo del usuario para extender protección a los lados del usuario. En una realización la armadura corporal se enrolla alrededor de un segmento del usuario, por ejemplo el torso, lo que proporciona una protección de armadura substancialmente uniforme en una circunferencia envolvente.

10 La **figura 10** es una vista en corte frontal de una realización de un conjunto de armadura corporal. Los discos 152 se distribuyen en un patrón imbricado para cubrir unas áreas vitales en las que la armadura corporal se lleva puesta. A diferencia de las 10 x 12 placas rígidas de la técnica anterior, el patrón imbricado puede flexionarse alrededor de los contornos del cuerpo y es por lo tanto considerablemente más cómodo y también puede ocultarse más fácilmente. Cada disco 152 se forma de un material de alta dureza. En una realización, cada disco tiene una forma de lámina circular que tiene un espesor máximo en el centro del disco y que disminuye en espesor hacia el borde exterior proporcionando uno o más segmentos de superficie inclinada hacia abajo. En una realización, el espesor del disco con forma de lámina circular disminuye en una pendiente inclinada hacia abajo uniforme con respecto al centro hacia el borde exterior. En otra realización la forma de lámina circular tiene una circunferencia interna dentro de la cual el disco tiene un espesor uniforme y unas pendientes uniformemente hacia abajo entre la circunferencia interna y el borde circunferencial del disco.

20 Normalmente, el espesor del borde tendrá aproximadamente la mitad del espesor en el centro. En ese sentido, al disponerse en el patrón imbricado, los discos muestran una capacidad de pivotar que permite una flexibilidad del orden de un 60 % mayor que las disposiciones de moneda o de placas de metal existentes. Existen muchos de tales materiales adecuados de cerámica que son también de un peso relativamente más ligero en comparación con el acero u otros metales de alta dureza.

25 El diseño cuya sección transversal disminuye gradualmente, intrínseco a la forma de lámina circular de una realización de la invención, hace la superficie de disco no plana, lo que proporciona una pendiente para desviar los impactos balísticos en comparación con una superficie plana uniforme plano. A este respecto, el material compuesto de cerámica puede sinterizarse y/o moldearse en una forma de lámina circular de calidad balística homogénea con más facilidad y menor coste de lo que puede hacerse con un disco de metal, que o bien ha de tornearse o bien mecanizarse para producir una forma de lámina circular similar cuya sección transversal disminuye gradualmente. No obstante, los discos de metal con forma de lámina circular están dentro del alcance de la invención y se contemplan en la misma. A través de la disposición de forma adecuada de los discos en un patrón imbricado, la armadura corporal global 110 sigue siendo flexible y también proporciona una buena protección frente a los proyectiles de alta velocidad.

35 Adicionalmente, el peso más ligero y la flexibilidad mayor del material compuesto de cerámica en comparación con la protección de la técnica anterior frente a los proyectiles de alta velocidad, permite una mayor movilidad y gama de movimientos por parte del usuario. Por ejemplo, los chalecos de armadura corporal compuestos de discos de cerámica imbricados de dureza y tenacidad a la fractura de calidad balística pueden enrollarse en su totalidad alrededor de un segmento del usuario, por ejemplo el torso, lo que amplía la protección de disco hasta los 360 grados alrededor del usuario. El material de cerámica más ligero también evita la marcada flotabilidad negativa de las monedas o placas de metal de alta dureza típicas de la armadura corporal de la técnica anterior. Esto permite su uso en el campo mientras se nada o se escala, algo para lo que la armadura corporal de la técnica anterior no es adecuada.

45 También en esta realización, para disponer el patrón imbricado, los discos se disponen desde la izquierda hacia la derecha. Cada fila posterior se dispone también desde la izquierda hacia la derecha. Se ha determinado que la conmutación desde la izquierda hacia la derecha, a continuación desde la derecha hacia la izquierda, crea una debilidad en el patrón resultante que a menudo da lugar a fallos. Los discos dentro de cada fila forman una línea horizontal substancialmente recta. Debido a que los discos se superponen, cada disco reposa sobre una pendiente en ligera inclinación en relación con una línea normal con la superficie de disposición horizontal. En una realización, esta ligera pendiente de los discos complementa su forma de lámina circular inclinada para aumentar la probabilidad de desvío del impacto.

55 Después de que los discos se disponen desde la izquierda hacia la derecha y desde la parte superior hacia la parte inferior y se intercalan entre un par de capas de adhesivo, la totalidad del patrón se invierte para su ensamblaje en la armadura corporal. Se ha determinado que la mayoría de las amenazas llegan en una trayectoria descendente. Por lo tanto es deseable que cada fila de discos se superponga a la fila por debajo de ésta cuando la armadura se lleva puesta. Está, no obstante, dentro del alcance de y se contempla en la invención disponer los discos en un orden alternativo, por ejemplo de derecha a izquierda, de parte inferior a parte superior. Se contempla también que invirtiendo el patrón imbricado en el curso del ensamblaje la armadura corporal puede conectarse de tal modo que cada fila se superpone a la fila por encima de ésta.

Se ha encontrado un cierto número de posibles materiales compuestos de cerámica adecuados como materiales de alta dureza para los discos. Estos incluyen cerámicas inducidas por fibra que se venden bajo las marcas comerciales SINTOX® FA y DERANOX® de Morgan Matroc, Ltd. de Bedfordshire, Inglaterra. En particular, la cerámica de óxido de alúmina SINTOX® FA y DURANOX® D995L, para un material compuesto de cerámica de óxido de alúmina endurecido con zirconia, que se compone de aproximadamente un 88 % en peso de alúmina más aproximadamente un 12 % en peso de zirconia endurecida por transformación (TTZ), han demostrado ser materiales compuestos de cerámica adecuados.

Aunque se prefieren los materiales compuestos basados en alúmina, pueden usarse otras bases para formar el material compuesto de cerámica incluyendo titanato de bario, titanato de estroncio, zirconato de calcio, zirconato de magnesio, carburos de silicio y carburos de boro. Tal como se indica, estas bases de cerámica potenciales no se limitan a los materiales oxicerámicos sino que también incluyen óxidos mixtos, materiales diferentes de óxidos, silicatos así como cerámicas MICATHERM®, (siendo la última una marca comercial para materiales termoplásticos inorgánicos que se vende por Morgan Matroc, Ltd. de Bedfordshire, Inglaterra).

Los materiales compuestos de cerámica adecuados tendrán una dureza y tenacidad a la fractura relativamente altas. Normalmente, tales materiales tendrán al menos aproximadamente 12 GPa en dureza y al menos 3,5 MPa m^{1/2} en tenacidad a la fractura con el fin de que la armadura soporte un evento balístico de nivel tres tal como lo define el *National Institute of Justice* (NIJ). Una amenaza de nivel tres es un proyectil de camisa de metal completa de 7,62 x 51 milímetros de 150 granos (9,72 gramos) que se desplaza a 2700 - 2800 pies/segundo (823 - 853 m/s). En última instancia, los niveles de dureza y de tenacidad a la fractura dependerán del tipo de material compuesto de cerámica que se emplee. Para las realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención que usan bases de alúmina, la tenacidad a la fractura mínima para la alúmina sería de 3,8 MPa m^{1/2} y de 4,5 MPa m^{1/2} para alúmina endurecida con zirconia. La dureza para la alúmina estaría en el intervalo aproximado de 12 a 15 GPa, y para la alúmina endurecida con zirconia, la dureza sería al menos de aproximadamente 15 GPa.

En determinados casos, las cerámicas que se emplean pueden complementarse con la adición de un agente de aumento de tenacidad tal como óxidos metálicos endurecidos. En una realización, se añade TTZ a la base de alúmina. La inclusión de óxidos metálicos aumenta la resistencia del material compuesto de cerámica resultante y resiste la disociación del disco tras un impacto durante un evento balístico. Para los materiales compuestos de cerámica basados en alúmina, el intervalo de porcentaje de TTZ en peso para unas cerámicas de calidad balística adecuadas sería de entre un 0,05 % y un 20 %. En una realización, el porcentaje de TTZ en peso con respecto a la base de alúmina es de aproximadamente un 12 % del material compuesto.

Las cerámicas se mezclan de formas que se conocen comúnmente en la técnica. Los procedimientos de sinterización y moldeo, incluyendo moldeo por inyección, para formar el disco se conocen bien en la técnica. En una realización, los discos pueden formarse por moldeo por inyección y a continuación prensarse a la forma deseada. Una vez que se forman, determinadas realizaciones de los discos se engloban a continuación con un material de envuelta de contención. Este material proporciona una mayor integridad para el disco y aumenta su tenacidad a la fractura, aumentando en consecuencia su capacidad para absorber el impacto de los proyectiles balísticos sin disociación. En una realización, esta envuelta es una envuelta de fibra de vidrio que se adhiere mediante un sustrato adhesivo. Materiales de fibra de vidrio adecuados incluyen Eglass y Vidrio S-2 disponible de Owens Corning Fiberglas Technology, Inc. de Summit, Illinois. Adhesivos adecuados incluyen resinas epoxi modificadas. La envuelta de contención y el sustrato de resina epoxi pueden aplicarse al disco mediante curación con vapor de agua a alta presión, o de otras formas conocidas en la técnica. Pueden también impartirse resistencia, cohesión e integridad estructural superponiendo a la superficie de disco con fibras de aramida, en capas o de forma transversal sobre un sustrato adhesivo.

Normalmente, el disco 152 tiene un radio entre 12,7 mm (1/2") y 25,4 mm (1"). Unos radios mayores reducen la flexibilidad pero también el coste de fabricación. En una realización actual, se emplea un radio de 25,4 mm (1"). Cada disco disminuye su espesor en sección transversal variando entre su zona central (en la que el espesor está en su máximo) y su borde (en el que el espesor está en un mínimo). Los espesores máximo y mínimo variarán de acuerdo con el nivel de amenaza balística que ha de neutralizarse. Por ejemplo, para neutralizar una amenaza de rifle balístico de alta velocidad, puede usarse un espesor máximo de 9,53 mm (3/8") en el centro cuya sección transversal disminuye gradualmente hasta un espesor mínimo de 7,81 mm (3/20") en el borde. Una amenaza de rifle de baja velocidad (o una amenaza de pistola de alta velocidad) puede requerir sólo un espesor de entre 3,18 mm (1/8") (máximo) y 2,54 mm (1/10") (mínimo). En una realización, los discos con forma de lámina circular tienen un espesor en el centro de aproximadamente 6,36 mm (1/4") y un espesor en el borde de 3,18 mm (1/8").

La superposición del patrón de colocación imbricado se ha determinado para dispersar de forma efectiva la fuerza de un impacto de un proyectil de alta velocidad a los discos adyacentes, evitando de ese modo la penetración y deformación de la parte posterior. Adicionalmente, debido a la ligera inclinación de cada disco superpuesto en el patrón imbricado, un impacto perpendicular es muy poco probable y parte de la energía se absorberá en el desvío. En la realización de la lámina circular, la disminución gradual de espesor en la sección transversal, que forma una superficie inclinada no plana hace que un impacto perpendicular sea extraordinariamente poco probable.

La **figura 11** muestra un patrón imbricado de discos 152 que se acopla a un sustrato. Tal como se ha analizado

anteriormente, el sustrato puede ser un tejido de polietileno o de fibra de aramida impregnado de adhesivo. Los mismos tejidos que se han analizado anteriormente son adecuados para su uso con los discos de cerámica. La disposición sobre los sustratos adhesivos es también análoga.

5 La **figura 12** es una vista en perspectiva de un disco. En esta realización, el disco tiene una forma de lámina circular de espesor variable, 6,36 mm (1/4") en el centro cuya sección transversal disminuye gradualmente con una pendiente uniforme hasta los 3,18 mm (1/8") en el borde circunferencial. En un patrón imbricado, los bordes de los discos adyacentes se superponen, creando unas áreas de espesor significativo que tienen múltiples capas de discos. Normalmente, este patrón no se superpondrá en el centro, o la zona más gruesa, del disco. Por lo tanto, un proyectil que golpea el patrón de discos en cualquier punto golpeará o bien un disco singular cerca de su zona más gruesa, o múltiples discos en capas al menos tan espesos, y probablemente más espesos, que la zona más gruesa del disco singular. Además, la pendiente de la forma de lámina circular entre áreas de espesor variable desalienta cualquier impacto balístico perpendicular.

10 La **figura 13** muestra una vista en perspectiva de un disco después de la aplicación de una envuelta de contención. Tal como se ha indicado anteriormente, esta envuelta puede ser un material compuesto de fibra de vidrio o de fibra de aramida que se adhiere a un sustrato que puede ser una resina epoxi modificada. La envuelta imparte una mayor tenacidad a la fractura y dureza, reduciendo la fracturación del disco y la disociación en respuesta a un evento balístico.

15 La **figura 14** muestra una sección transversal de un disco que ilustra su forma de lámina circular. Las capas de adhesivo 122 y la envuelta 124 de contención, tal como se ha indicado anteriormente, son evidentes.

20 La **figura 15** es una vista en perspectiva de un disco de una realización alternativa de la invención. En esta realización, la formación del disco es substancialmente tal como se ha descrito anteriormente, variando sólo en la pendiente del resultado final. Aunque varía el espesor desde el centro hasta el borde, la pendiente de dicha sección transversal que disminuye gradualmente no es uniforme, dejando un abultamiento más pronunciado en el centro que tiene una forma de cúpula. Esto deja el área superficial que se extiende desde el borde de la circunferencia hasta el centro en forma de cúpula substancialmente plana. Esta realización permite que los discos tengan un área superficial de solapamiento mayor, lo que aumenta el área superficial en la que un proyectil encontraría múltiples capas de disco. No obstante, la zona substancialmente plana aumenta la probabilidad de un impacto perpendicular. Los discos en forma de cúpula pueden disponerse de una forma análoga a lo que se ha descrito anteriormente y ensamblarse en la armadura corporal con capacidad para neutralizar amenazas de nivel tres.

30 La **figura 16** es una vista lateral de la realización alternativa que se muestra en la figura 15.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para neutralizar un proyectil de alta velocidad que comprende:
 - 5 una pluralidad de discos (52, 152) con forma de lámina circular, teniendo cada disco un radio, una primera superficie inclinada coincidente en extensión con un segmento del radio y un espesor, la pluralidad de discos (52, 152) dispuesta en un patrón (12) imbricado; y **caracterizado por** un sustrato (14) resistente al desgarro y corte que mantiene los discos (52) en un patrón (12) imbricado de tal modo que los discos adyacentes en una única capa se superponen, en el que el aparato puede resistir un evento balístico de nivel tres de NIJ.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que cada disco de la pluralidad comprende un material de cerámica.
- 10 3. El aparato de la reivindicación 1 o 2, en el que la primera superficie inclinada tiene una pendiente hacia abajo substancialmente uniforme a partir de un centro de cada disco de la pluralidad coincidente en extensión con una parte del radio.
4. El aparato de la reivindicación 1, 2 o 3, en el que cada disco de la pluralidad incluye un material de cerámica compuesto inducido por fibra que comprende alúmina y que tiene una dureza de al menos 12 Gpa, y una tenacidad a la fractura de al menos $3,8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.
- 15 5. El aparato de cualquiera las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada disco de la pluralidad comprende además una cerámica inducida por fibra que comprende una alúmina y material compuesto de óxido metálico endurecido.
6. El aparato de la reivindicación 5, en el que el óxido metálico endurecido es zirconia endurecida por transformación.
- 20 7. El aparato de la reivindicación 6, en el que la zirconia endurecida por transformación es de aproximadamente un 12 % en peso, de cada disco de la pluralidad.
8. El aparato de cualquiera las reivindicaciones 1 a 7, en el que cada disco de la pluralidad comprende además una envuelta de contención acoplada a la primera superficie inclinada.
9. El aparato de la reivindicación 8, en el que la envuelta de contención comprende:
 - 25 un revestimiento de sustrato adhesivo; y, material de fibra de vidrio que se superpone al sustrato adhesivo.
10. El aparato de la reivindicación 8, en el que la envuelta de contención comprende:
 - un revestimiento de sustrato adhesivo; y, fibra de aramida que se superpone al sustrato adhesivo.
- 30 11. El aparato de cualquiera las reivindicaciones 1 a 10, en el que el patrón imbricado comprende una pluralidad de filas de discos horizontales substancialmente lineales, con los discos de una fila superpuestos a un disco adyacente de la fila.
12. El aparato de cualquiera las reivindicaciones 1 a 11, que además comprende:
 - un soporte de armadura corporal blando acoplado al sustrato.
- 35 13. El aparato de la reivindicación 12, en el que el aparato se extiende alrededor de un usuario de tal modo que el patrón de discos imbricado protege al usuario en un arco de más de 180 grados.
14. Un procedimiento para fabricar una armadura corporal para neutralizar un proyectil de alta velocidad, comprendiendo el procedimiento:
 - 40 proporcionar una pluralidad de discos (52, 152) de cerámica que tienen una superficie inclinada; disponer la pluralidad de discos en un patrón (12) imbricado sobre una superficie de disposición; y **caracterizado por** adherir un sustrato de alta resistencia a la tracción a un primer lado del patrón (12) imbricado de tal modo que los discos adyacentes de una capa individual se superponen.
15. El procedimiento de la reivindicación 14, en el que la disposición comprende:
 - 45 colocar un subconjunto de la pluralidad de discos en una fila horizontal substancialmente recta que se origina a partir de una primera dirección horizontal; y, colocar filas horizontales substancialmente rectas superpuestas y sucesivas que se originan a partir de la primera dirección.

16. El procedimiento de la reivindicación 14 o 15, en el que el patrón imbricado comprende:

superponer cada disco encima de un disco sucesivo de tal modo que cada disco se inclina a partir de un plano horizontal que se define por la superficie de disposición.

17. El procedimiento de cualquiera las reivindicaciones 14 a 16, que además comprende:

5 englobar una superficie de los discos con una envuelta de contención.

18. El procedimiento de cualquiera las reivindicaciones 14 a 17, que además comprende:

adherir una capa superpuesta de fibra de vidrio a una superficie de los discos.

19. El procedimiento de cualquiera las reivindicaciones 14 a 17, que además comprende:

adherir una capa superpuesta de fibra de aramida a la superficie de los discos.

10

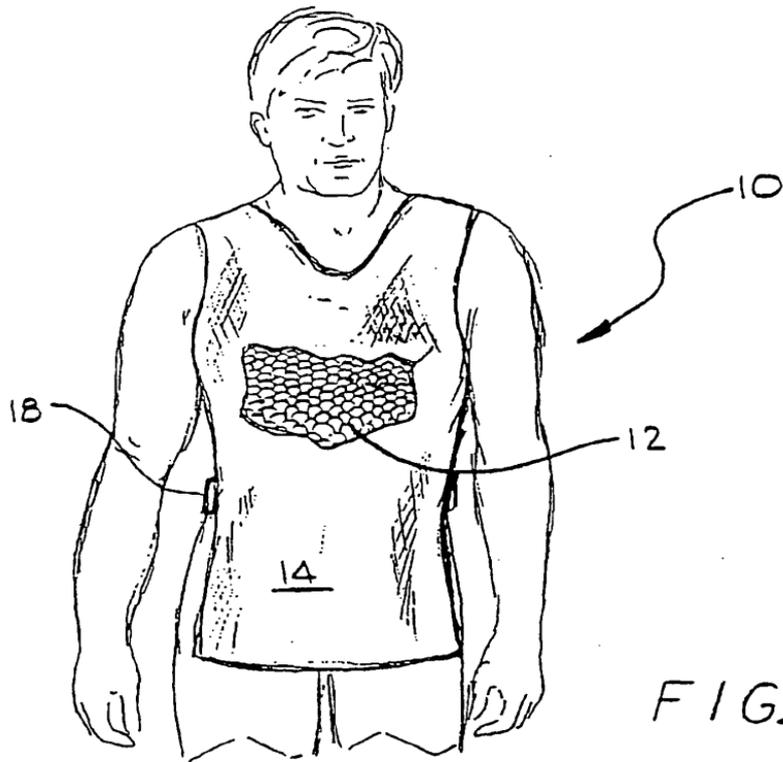


FIG. 1

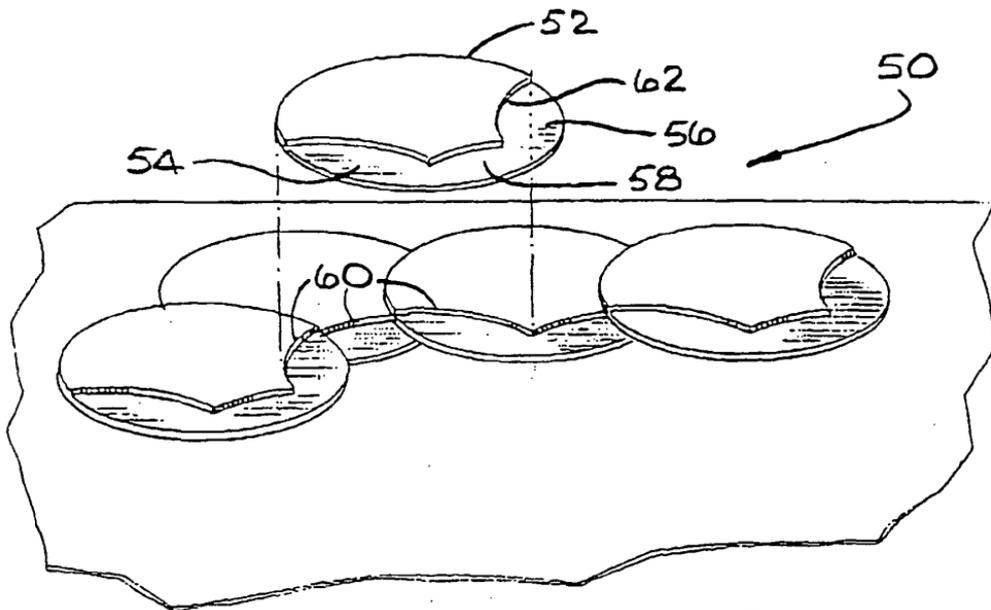


FIG. 2

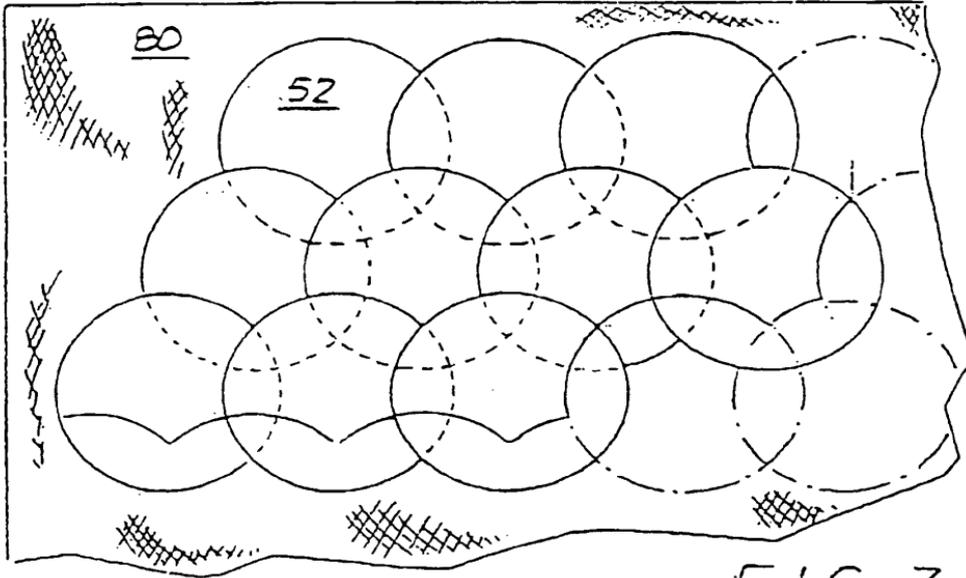


FIG 3

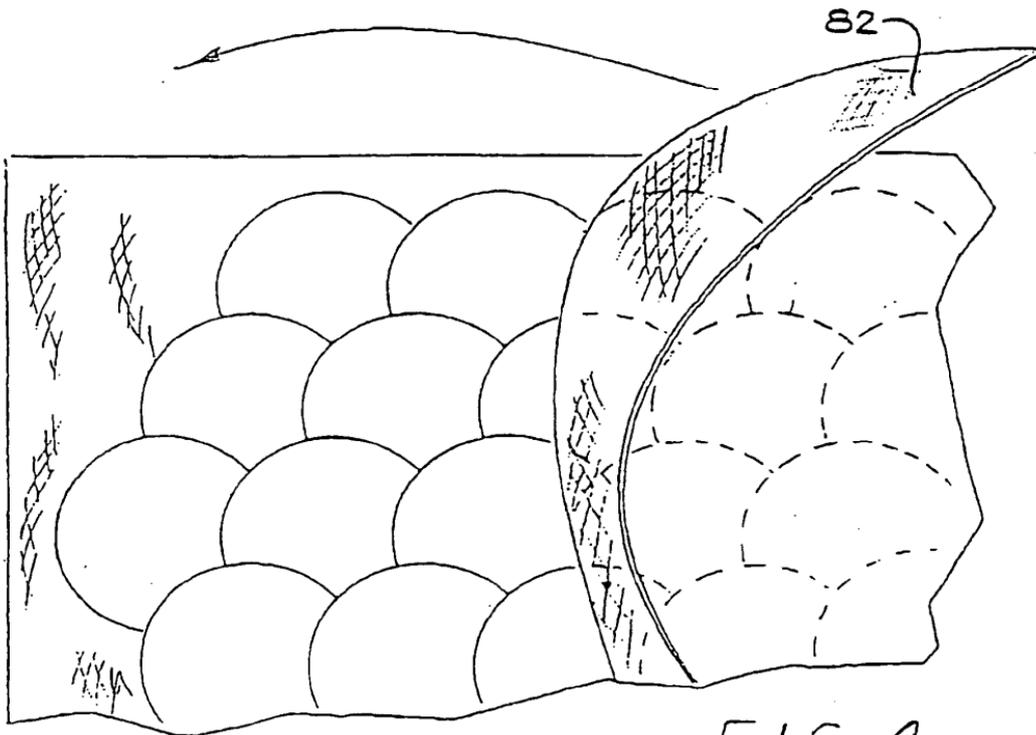


FIG 4

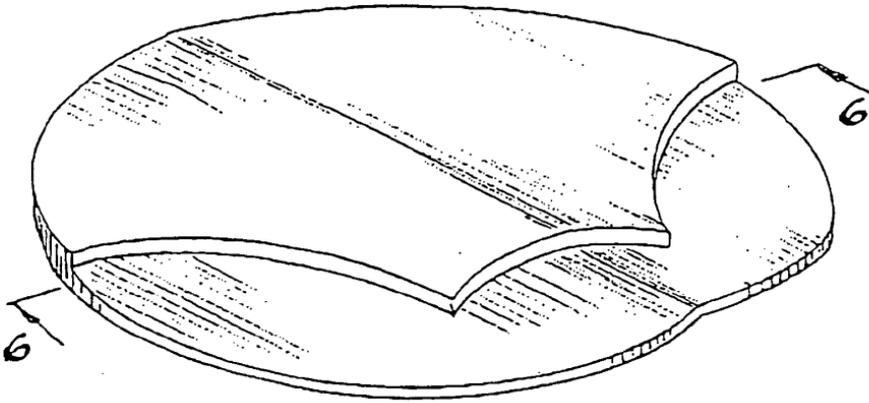


FIG. 5



FIG. 6

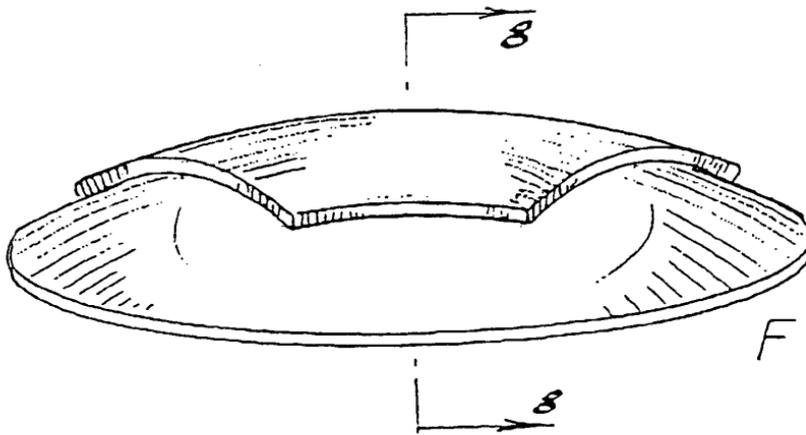


FIG. 7

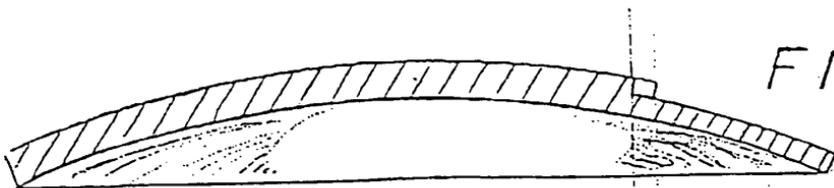
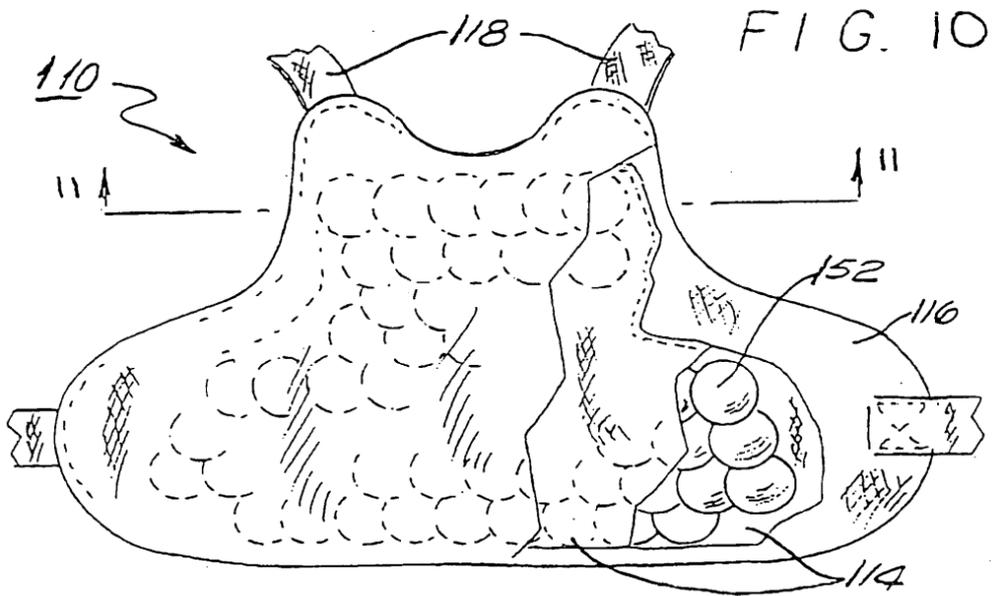
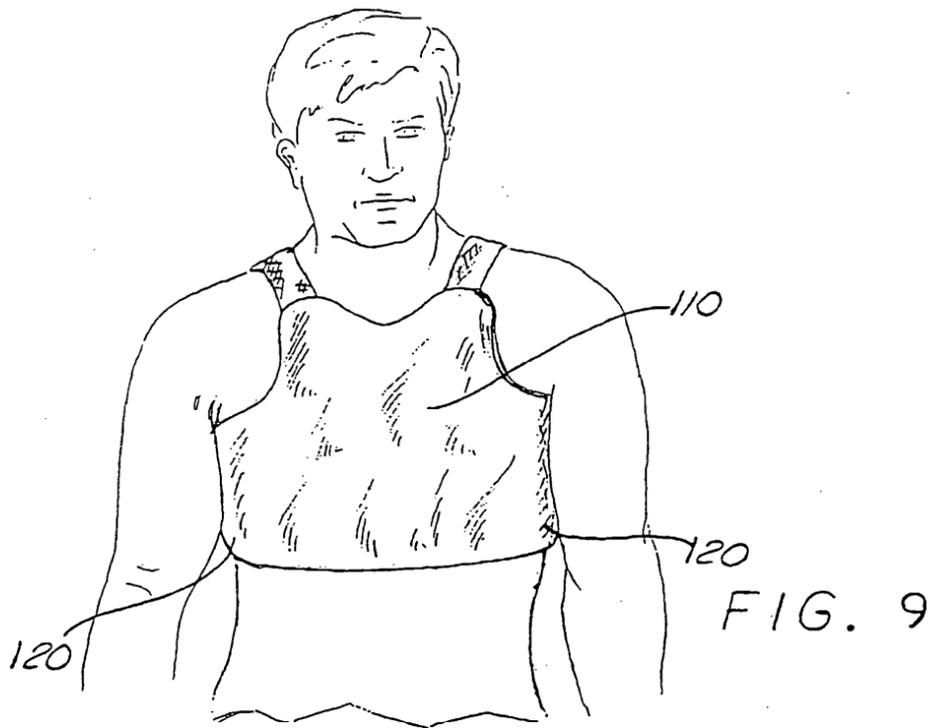


FIG. 8



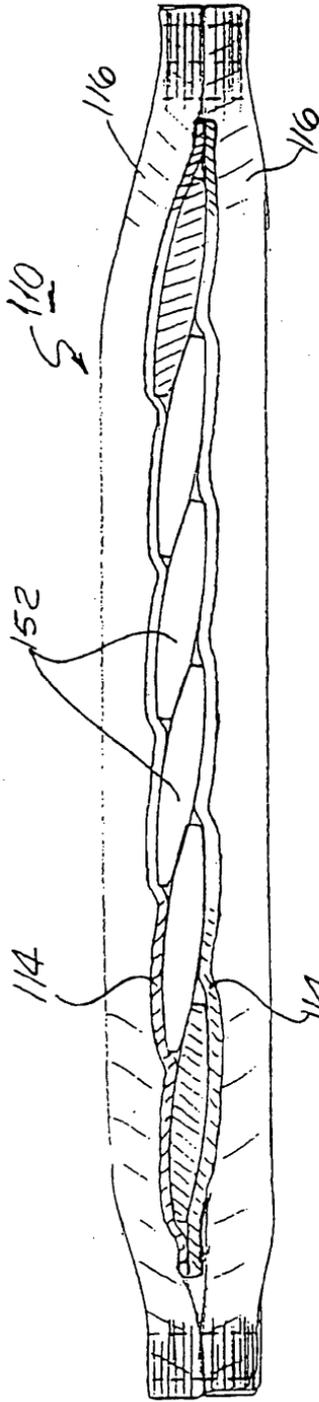


FIG. 11

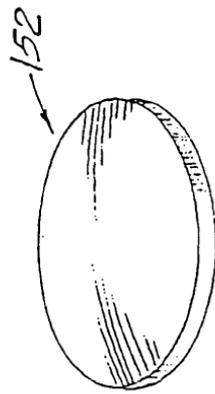


FIG. 12

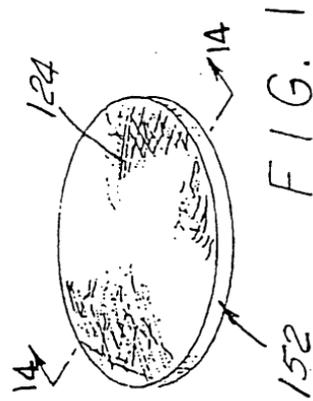


FIG. 13

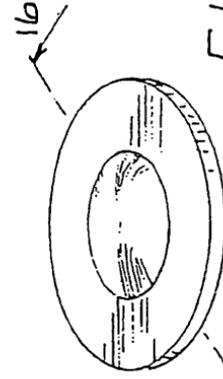


FIG. 15

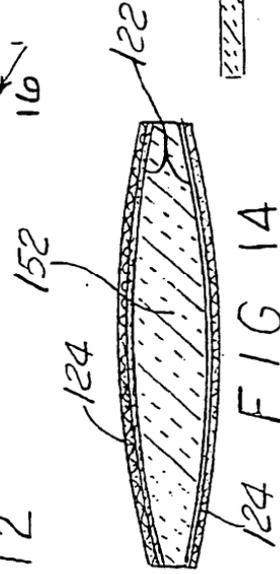


FIG. 14



FIG. 16