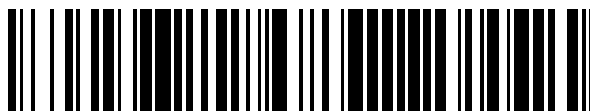


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 037**

51 Int. Cl.:

**F41H 5/04** (2006.01)

**B22D 19/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2017** **E 17180907 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** **EP 3270093**

54 Título: **Placa de blindaje y procedimientos para su fabricación**

30 Prioridad:

**15.07.2016 DE 102016008522**

**12.09.2016 DE 102016117071**

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

**06.11.2020**

73 Titular/es:

**CRACO GMBH (100.0%)**

**Neubergstraße 6**

**57629 Atzelgift, DE**

72 Inventor/es:

**SCHÖNENBERG, ERICH**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 792 037 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

Placa de blindaje y procedimientos para su fabricación

- 5 La invención se refiere a una placa de blindaje para protección contra proyectiles y a un procedimiento para fabricación de una placa de blindaje así como a un uso de un acero de fundición, estando la placa de blindaje conformada por al menos una capa metálica y al menos una capa compuesta, mientras la capa metálica está conformada por acero fundido, la capa compuesta consiste en un material dimensionalmente estable en acero líquido que conforma una estructura espacial, y un material de matriz que llena la estructura espacial, siendo el material de matriz un acero fundido, y la capa compuesta está conformada por colada de acero en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial.
- 10 Esas placas de blindaje, formadas por varias capas de materiales, son conocidas en general y tienen por objeto proporcionar una protección adecuada contra ataques de municiones perforadoras de blindaje, tal como, por ejemplo, los proyectiles de carga hueca y de energía cinética, la munición de cabeza de choque explosiva y las minas antitanque. Las placas de blindaje no sólo son usadas en vehículos militares, tal como tanques para la protección contra proyectiles, sino también en vehículos civiles, tal como automóviles, que requieren un cierto nivel de protección.
- 15 En principio, las placas de blindaje también pueden ser usadas para chalecos de protección personal o para la protección de objetos en general. En caso de bombardeo de la placa de blindaje, esta siempre debe impedir el paso de una bala, por lo que es considerado que ha sido producido el traspaso de una bala, cuando haya sido producida una abertura en la parte posterior de la placa de blindaje observándola en dirección opuesta a una dirección del fuego.
- 20 En las placas de blindaje formadas con material cerámico, el material cerámico reacciona al impacto de un proyectil con una formación de grieta, dado que el material cerámico es muy frágil y no puede ceder elásticamente, mientras absorbe o consume una parte considerable de la energía de impacto. Además, el material cerámico es resistente a temperaturas muy altas, como las que son producidas con las cargas huecas. Pero, la destrucción del material o la estructura de cerámica no ha de estar limitada al área inmediata del punto de impacto. La estructura espacial del material cerámico también puede ser destruida en una gran área por la denominada transmisión de choque. Los
- 25 granos de la cerámica también pueden penetrar en una espina metálica de una carga hueca o una bala de energía cinética y obstaculizar efectivamente su progreso. Es sabido, por ejemplo, que pueden ser pegados azulejos de cerámica en una placa de acero endurecido. También es habitual formar orificios ciegos en una placa de acero e insertar estos elementos de cerámica y, dado el caso, soldar los orificios ciegos. Esto evita que los elementos cerámicos resulten astillados, lo que mejora el efecto protector. En este tipo de placas de blindaje, la placa de acero
- 30 forma así un material de matriz para el material cerámico. Sin embargo, la desventaja de este procedimiento es que hay uniones en el material cerámico y en la matriz, que deben ser lo más pequeñas posible para evitar que el material cerámico resulte astillado. Además, puede ser proporcionada una capa de material compuesto de fibra o una capa metálica, que actúe como una placa posterior como soporte de la capa compuesta. Esta capa metálica puede soportar la capa compuesta en caso de un impacto de un proyectil, de modo que la capa compuesta no deba soportar elevados momentos de flexión. Sin embargo, la fabricación de estas placas de blindaje es comparativamente costosa.
- 35 Es conocido a partir del documento US 2002 / 136 857 A1 un procedimiento para fabricación de un rotor de una trituradora. Está previsto colocar un inserto de cerámica de óxido de aluminio y dióxido de circonio en un molde que también es cerámico, y fundirlo con metal. El inserto de cerámica puede ser como una esponja o tener una estructura de panal. El metal puede ser lo que se conoce habitualmente como acero al manganeso con 1 % de carbono y 14 % de manganeso.
- 40 En el documento WO 03/ 078 158 A1 es mostrada una placa de blindaje conformada por al menos una armadura de cerámica y una capa metálica. El material cerámico puede tener forma de ladrillo o cualquier otra forma, por lo que el metal puede ser fundido alrededor del material cerámico. Además, pueden ser proporcionadas diversas capas de material cerámico y metálico. La armadura de cerámica puede contener óxido de aluminio o carburo de silicio.
- 45 Es conocida a partir del documento WO 2013/ 022 490 A2 una placa de blindaje, que también puede ser usada para un blindaje. Para fabricarla, es insertado un núcleo de cerámica en un molde y es fundido alrededor del metal, especialmente acero al manganeso. Además, puede ser proporcionado un tratamiento térmico posterior mediante templado, revenido, endurecimiento, etc.
- 50 Otra placa de blindaje es mostrada en el documento FR 2 711 782 A1, en la que las partículas de cerámica son insertadas en un molde y son fundidas en el metal. La placa de blindaje es usada especialmente para protección contra proyectiles y el metal, por ejemplo, puede ser un acero martensítico que contenga manganeso. Las partículas de cerámica pueden estar conformadas por óxido de aluminio.
- El objeto de la invención es, por lo tanto, proporcionar una placa de blindaje y un procedimiento para su fabricación que mejoren una resistencia a la penetración del proyectil.
- 55 La tarea es cumplida por medio de una placa de blindaje con las características de la reivindicación 1 y un procedimiento con las características de la reivindicación 18 así como por un uso con las características de la reivindicación 20.

La placa de blindaje de acuerdo con la invención para protección contra proyectiles está conformada por una capa metálica para protección contra proyectiles que está conformada por al menos una capa metálica y al menos una capa compuesta, la capa metálica está conformada por acero fundido, la capa compuesta consiste en un material dimensionalmente estable en acero líquido que conforma una estructura espacial y un material de matriz que llena la estructura espacial, mientras el material de matriz es un acero fundido, la capa compuesta está conformada por colada de acero en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial, mientras el acero fundido contiene como un componente de la aleación de 4 a 30, preferentemente hasta 21 % en masa de manganeso (Mn), mientras el acero fundido presenta una estructura preponderantemente bainítica, austenítica o martensítica, el acero fundido de la capa metálica está conformado en frío, la capa metálica, con respecto a un espesor de capa de la capa metálica, es endurecida en frío al menos parcialmente, la capa compuesta está conformada por un material cerámico y el material de matriz, mientras el material cerámico está conformado por óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), carburo de silicio (SiC) o carburo de boro (B4C), siendo que el material cerámico está conformado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y un segundo componente con una base, que contiene una composición, preferentemente una composición eutéctica, de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ), estando el primero y el segundo componente unidos por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos, mientras la composición contiene de 57 a 63 % en peso de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y de 37 a 43 % en peso de dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ).

El material de la capa metálica, por lo tanto, es fundición de acero o bien acero fundido y el material de la capa compuesta es el material dimensionalmente estable en acero líquido que está combinado con el acero fundido. El acero fundido de la capa compuesta entonces funciona como el material de matriz, que llena al menos parcialmente espacios huecos de la estructura espacial y preferentemente los llena en su totalidad. La placa de blindaje en principio puede presentar cualquier forma geométrica que pueda ser obtenida por fundición. El material dimensionalmente estable en acero líquido o bien la estructura espacial del material dimensionalmente estable en ese caso también puede adoptar una forma geométrica correspondiente. Al menos la capa compuesta es producida al colocar el material dimensionalmente estable en acero líquido o la estructura espacial formada por el material dimensionalmente estable en el molde de fundición y es infiltrada con el acero o el material de la matriz al verter el acero en el molde. El molde es llenado completamente con el acero líquido para que la estructura espacial sea absorbida por el material de la matriz o el acero fundido solidificado. De esta manera pueden ser evitadas las uniones entre el material dimensionalmente estable y el acero fundido, haciendo que el material dimensionalmente estable sea más estable en caso de un tiroteo y menos propenso a resultar astillado. Ya no es necesario, por ejemplo, conformar orificios ciegos e insertos de cerámica con tolerancias estrechas, lo que hace que la placa de blindaje pueda ser producida a menor costo.

Debido a que el acero fundido presenta un contenido de manganeso de 4 a 30 % en masa, resulta sencillo obtener una estructura bainítica o austenítica del acero fundido. También es posible formar una estructura martensítica mediante el tratamiento térmico del acero fundido. La microestructura respectiva está disponible en la condición enfriada o lista para uso de la placa de blindaje. La microestructura en cuestión supera a otras posibles microestructuras del acero fundido con una proporción de > 50 % en masa. El acero fundido austenítico o bainítico en particular es endurecido tan fuertemente durante la formación en frío, de modo que el acero fundido es difícil de procesar. Sin embargo, al fundir la estructura espacial por medio de fundición de acero, ya no es necesario un procesamiento especial del acero fundido.

Cuando una bala impacta sobre la capa metálica, el acero fundido es deformado plásticamente y endurecido, al menos parcialmente, por lo que la resistencia o la fuerza de tensión y la dureza del acero fundido aumenta en diversos grados. Por el contrario, el alargamiento y el valor de resiliencia son reducidos. Ha sido demostrado que el aumento de la resistencia depende de la energía cinética aplicada a la deformación y de la tendencia del acero fundido al endurecimiento. Una alta tasa de endurecimiento de la tensión significa un rápido aumento de la resistencia en relación con la tasa de deformación decreciente. Este endurecimiento en la superficie de la placa de blindaje o también dentro de la placa de blindaje tiene lugar mediante una transformación de la estructura austenítica o una fase de austenita mecánicamente inestable de la estructura bainítica en una estructura martensítica. Esto resulta en un incremento de la dureza del acero fundido, lo que aumenta su resistencia a la penetración de proyectiles.

Por ejemplo, la capa metálica ya puede ser endurecida en frío si una bala impacta sobre la capa compuesta en dirección al disparo y la penetra. La placa de blindaje también puede exhibir un grado de dureza comparativamente alto a una gran dureza. Dependiendo de la adición de manganeso u otros elementos de aleación, también es posible formar el acero fundido de tal manera que tenga una estructura predominantemente martensítica, además de la estructura austenítica. La microestructura martensítica también puede ser obtenida mediante tratamiento térmico, en cuyo caso una capa endurecida del acero fundido puede estar seguida por una capa de alta resistencia con una microestructura bainítica o austenítica. En la microestructura bainítica en particular, se favorece la transformación de austenita retenida en martensita durante la deformación debido a una alta concentración de carbono. Por ejemplo, también puede ser logrado un alargamiento particularmente elevado a la rotura con una cantidad de austenita retenida de 33 a 57 % en volumen. La microestructura bainítica también puede ser sometida ventajosamente a un tratamiento térmico, ya que esto está asociado con cambios de volumen comparativamente pequeños.

El material dimensionalmente estable en acero líquido, puede ser cualquier material que conforme una estructura espacial y pueda ser dispuesto en el molde al fundir el acero o el acero fundido en un molde sin que la estructura

espacial sea deformada por el aumento de la temperatura en el acero líquido. La temperatura de reblandecimiento del material dimensionalmente estable está por lo tanto por encima de la temperatura de licuación del acero líquido. El material dimensionalmente estable también puede ser acero, por ejemplo, especialmente una aleación con cromo, wolframio u otro metal.

- 5 De acuerdo con la invención, la capa compuesta está conformada por un material cerámico y el material de matriz. El material cerámico preferentemente puede estar conformado por sinterización.

De acuerdo con la invención, el material cerámico está conformado por óxido de aluminio, carburo de silicio o carburo de boro. El material cerámico puede estar conformado completamente por uno de estos materiales o por una mezcla de estos materiales, en la que al menos uno de estos materiales está presente en una proporción predominante.

- 10 De acuerdo con la invención, el material cerámico está conformado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  y un segundo componente con una base, que contiene una composición, preferentemente una composición eutéctica, de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  y dióxido de circonio, en la que el primero y el segundo componente está unido por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos. Tal como se ha determinado, este material cerámico presenta una gran dureza y una elevada resistencia.

- 15 De acuerdo con la invención, la composición contiene de 57 a 63 % en peso de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  y de 37 a 43 % en peso de dióxido de circonio. El material cerámico puede presentar también una estructura porosa o esponjosa en la que puede penetrar metal fundido. De ese modo resulta posible unir el material cerámico de manera particularmente íntima con el acero fundido y anclarlo en la capa compuesta, lo que aumenta la resistencia a la penetración de proyectiles.

- 20 Debido a que la placa de blindaje está diseñada en forma de placa, tal placa o placa de blindaje puede estar fabricada de manera particularmente sencilla mediante fundición.

La capa metálica y la capa compuesta pueden estar conformadas en conjunto fundiendo acero en un molde de fundición en el que está dispuesta la estructura espacial. Por consiguiente, la capa metálica y la capa compuesta pueden estar conformadas en una sola fundición con el mismo acero. La capa metálica es entonces la capa de la placa de blindaje, dentro de la cual no está dispuesta ninguna estructura espacial. Sin embargo, en principio también es posible formar la capa metálica independientemente de la capa compuesta en un proceso de fundición separado y luego, por ejemplo, unir o soldar la capa metálica a la capa compuesta.

- 25 El acero fundido puede contener como un componente de la aleación de 0,01 a 2 % en masa de carbono, preferentemente de 0,3 a 1,5 % en masa de carbono. En particular, un contenido más elevado de carbono favorece una estructura austenítica, cuando presenta un contenido de manganeso mayor que 4 %. Mediante un contenido de carbono más bajo es posible obtener una estructura bainítica. Simultáneamente, el carbono desempeña un papel importante en la transformación de la estructura austenítica en una estructura martensítica, por lo que el acero fundido puede contener ventajosamente al menos 0,2 % de carbono.

- 30 Además, el acero fundido puede contener como un componente de la aleación de 0,4 a 3,5 % en masa de cromo, preferentemente de 1 a 2,5 % en masa de cromo. En primer lugar, de esta manera es posible lograr una mayor dureza y resistencia a la corrosión del acero fundido. Junto con un incremento de la resistencia a la tracción, por medio del cromo la estructura austenítica puede estar conformada incluso a temperaturas comparativamente bajas.

- 35 El acero fundido también puede estar templado, preferentemente por enfriamiento en un baño de sal y/o por templado en un horno en una atmósfera de aire. Al templar, por ejemplo, puede ser formada una estructura bainítica o martensítica. También puede ser proporcionado que estas microestructuras sólo sean formadas en una zona periférica de la placa de blindaje. Mediante el templado en el horno también es posible obtener una estructura bainítica o austenítica, que tiene una fase austenítica mecánicamente inestable, que puede ser transformada comparativamente rápido en una estructura martensítica cuando penetra un proyectil.

- 40 Preferentemente, la capa compuesta puede estar dispuesta en el sentido de una dirección del fuego, mientras entonces la capa metálica conforma un lado posterior de la placa de blindaje con orientación opuesta a la dirección del fuego.

De manera opcional también es posible disponer la capa metálica en el sentido de una dirección del fuego, cuando esto resulta razonable para la protección contra determinados proyectiles.

- 45 La placa de blindaje puede presentar otra capa metálica adicional, pudiendo entonces estar alojada la capa compuesta entre ambas capas metálicas. Las capas pueden estar conformadas en cada caso del mismo espesor o también de espesor diferentes, mientras la capa metálica dispuesta en una dirección del fuego puede reducir una energía cinética de un proyectil antes de penetrar en la capa compuesta. La capa metálica que conforma el lado posterior puede entonces conformar una placa posterior de soporte para la capa compuesta.

- 50 Dos capas metálicas pueden también conformar dos tercios y una capa compuesta un tercio de un espesor de la placa de blindaje. Por lo demás, también es posible que la placa de blindaje presente variaciones de espesores de las capas

respectivas, que son diferentes entre sí.

La placa de blindaje también puede presentar dos capas compuestas que están separadas entre sí por medio de una capa metálica. En principio, también puede haber más de dos capas compuestas. Las capas compuestas a su vez también pueden estar revestidas por otras capas metálicas adicionales. Asimismo, son posibles otras combinaciones de capas.

La placa de blindaje puede presentar una capa intermedia dispuesta entre la capa metálica y la capa compuesta y puede estar conformada por un material que en comparación presenta una mayor dureza y una mayor densidad. La capa intermedia, por ejemplo, puede consistir en uranio o wolframio o bien puede contener estas sustancias. De manera opcional también es posible conformar la capa intermedia de goma, siendo entonces relativamente reducida la dureza y la densidad de la capa intermedia. Por medio de una capa intermedia se puede continuar mejorando en forma adicional una protección contra proyectiles de energía cinética.

La estructura espacial puede ser una estructura de panales con preferentemente 6 o 8 ángulos, de forma rectangular o cuadrada. La estructura espacial o bien geométrica puede entonces conformar espacios huecos con las celdas de panal, rectángulos o cuadrados, que esencialmente están llenados en su totalidad con acero fundido.

De modo alternativo, la estructura espacial puede estar conformada por una pluralidad de capas en forma de placas del material dimensionalmente estable.

Resulta especialmente ventajoso cuando la estructura espacial o bien la estructura geométrica está dispuesta proyectándose en sentido ortogonal a una dirección del fuego, dentro de la capa compuesta. Los espacios huecos conformados por el material dimensionalmente estable también en este caso pueden ser infiltrados sin inconvenientes por el acero líquido y ser llenados completamente. Es esencial que en este caso el material dimensionalmente estable se extiende transversalmente a la dirección del fuego o bien se haya dispuesto en la capa compuesta, de modo que un proyectil en cualquier caso debe penetrar en el material dimensionalmente estable. La estructura espacial también puede conformar espacios huecos que presentan canales o aberturas, mientras los espacios huecos están infiltrados con el acero fundido y preferentemente están llenados completamente con el acero fundido. El material dimensionalmente estable también puede conformar una estructura geométrica no estructurada con espacios de diferentes tamaños. Esa estructura puede haber sido realizada como una esponja o también estar conformada por medio de sinterización de material cerámico. En principio, el material dimensionalmente estable puede estar conformada en cualquier estructura factible, en la que los espacios huecos entonces también pueden estar conformados por hendiduras irregulares en una estructura espacial casual o no estructurada o bien en una distribución del material dimensionalmente estable.

Además, la estructura espacial puede estar intercalada con canales o aberturas que permitan o faciliten la infiltración de los espacios huecos de la estructura espacial. Por ejemplo, en ese caso una estructura de panal puede entonces ser llenada completamente con el acero líquido al colar la capa compuesta y, si es necesario, la capa metálica. Además, las capas metálicas de ambos lados de la capa compuesta pueden estar conectadas directamente entre sí a través de los canales y aberturas. Las aberturas pueden ser perforaciones o cualquier otro tipo de abertura que asegure que la estructura espacial pueda ser completamente infiltrada con metal o acero.

De acuerdo con la disposición de la estructura espacial en un molde de fundición, la estructura puede estar completamente rodeada por el acero fundido o puede formar parcialmente una superficie exterior de la placa de blindaje. Por ejemplo, la estructura espacial puede formar espaciadores respecto de la disposición en el molde que todavía son visibles en la superficie exterior de la placa de blindaje después de la fundición. Sin embargo, es preferente que la superficie exterior esté formada por una proporción predominante de acero fundido.

La placa de blindaje puede formar un dispositivo de fijación, por lo que la placa de blindaje puede estar fijada a una base de montaje por medio del dispositivo de fijación en unión positiva y/o con arrastre de forma. Por ejemplo, una suspensión de la placa de blindaje puede entonces estar fijada fácilmente a una base de montaje, que puede estar formada por un vehículo, en particular un vehículo terrestre, tal como un vehículo ferroviario, un vehículo de carretera, un vehículo todoterreno, una aeronave, tal como un helicóptero, un avión de hélice, un avión a reacción y una nave espacial. No han sido proporcionadas perforaciones pasantes en la placa de blindaje para fijarla, pero en principio también pueden ser proporcionadas. El dispositivo de fijación puede estar conformado como una extensión de la placa de blindaje, por lo que el dispositivo de fijación puede estar conformada preferentemente en la parte posterior de la placa de blindaje, observándola en sentido contrario a la dirección del fuego.

En el procedimiento de acuerdo con la invención para fabricación de una placa de blindaje para protección contra proyectiles, la placa de blindaje está conformada por al menos una capa metálica y al menos una capa compuesta, la capa metálica está conformada por acero fundido, la capa compuesta consiste en un material dimensionalmente estable en acero líquido que conforma una estructura espacial y un material de matriz que llena la estructura espacial, mientras el material de matriz es un acero fundido, la capa compuesta está conformada por colada de acero en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial, mientras el acero fundido contiene como un componente de la aleación de 4 a 30, preferentemente hasta 21 % en masa de manganeso (Mn), mientras el acero fundido presenta una estructura preponderantemente bainítica, austenítica o martensítica, el acero fundido de la capa

metálica está conformado en frío, la capa metálica, con respecto a un espesor de capa de la capa metálica, es endurecida en frío al menos parcialmente, la capa compuesta está conformada por un material cerámico y el material de matriz, mientras el material cerámico está conformado por óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), carburo de silicio ( $\text{SiC}$ ) o carburo de boro ( $\text{B}_4\text{C}$ ), siendo que el material cerámico está conformado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) y un segundo componente con una base, que contiene una composición, preferentemente una composición eutéctica, de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) y dióxido de circonio ( $\text{ZrO}_2$ ), estando el primero y el segundo componente unidos por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos, mientras la composición contiene de 57 a 63 % en peso de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) y de 37 a 43 % en peso de dióxido de circonio ( $\text{ZrO}_2$ ). Respecto de las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención se hace referencia a la descripción de ventajas de la placa de blindaje de acuerdo con la invención.

A fin de obtener la estructura correspondiente es ventajoso si durante la fundición se mantiene constante una temperatura del acero fundido en un intervalo de +/- 1 a 5 ° C.

De acuerdo con la invención ha sido proporcionado someter al acero fundido de la capa metálica a una deformación en frío. Con la deformación en frío se puede entonces templar de manera ventajosa una estructura bainítica o austenítica y dado el caso transformarla en una estructura martensítica.

La deformación en frío es realizada de acuerdo con la invención de manera tal que la capa metálica sea endurecida al menos parcialmente en frío, con respecto a un espesor de capa de la capa metálica. Una primera capa de la capa metálica puede entonces estar conformada de manera relativamente dura y una segunda capa de la capa metálica relativamente resistente.

Otras realizaciones ventajosas del procedimiento resultan de las reivindicaciones secundarias referidas a la reivindicación 1 de la disposición.

De acuerdo con la invención, es usado acero fundido con 4 a 30 % en masa de manganeso, preferentemente con hasta 21 % en masa de manganeso como un componente de la aleación y con una estructura preponderantemente bainítica, austenítica o martensítica para la conformación de una capa metálica de una placa de blindaje para la protección contra proyectiles. Debido a esto resulta una posibilidad de uso completamente nueva del acero fundido correspondiente para placas de blindaje para la protección contra proyectiles.

De acuerdo con la invención, es usada la fundición de acero para conformación de la capa metálica y al menos una capa compuesta de la placa de blindaje, en la que la capa compuesta consiste en un material dimensionalmente estable en acero líquido que conforma una estructura espacial, y el acero fundido como material de matriz que llena la estructura espacial, mientras la capa compuesta está conformada mediante colada de acero fundido en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial, estando el acero fundido de la capa metálica conformado en frío, la capa metálica, con respecto a un espesor de capa de la capa metálica, está endurecida por trabajo al menos parcialmente, la capa compuesta consiste en un material cerámico y el material de matriz, en el que el material cerámico está conformado por óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), carburo de silicio ( $\text{SiC}$ ) o carburo de boro ( $\text{B}_4\text{C}$ ), siendo que el material cerámico está conformado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) y un segundo componente con una base, que contiene una composición, preferentemente una composición eutéctica, de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) y dióxido de circonio ( $\text{ZrO}_2$ ), estando el primero y el segundo componente unidos por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos, mientras la composición contiene de 57 a 63 % en peso de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) y de 37 a 43 % en peso de dióxido de circonio ( $\text{ZrO}_2$ ).

A continuación, la invención es explicada con mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

Es mostrado en las figuras:

- Fig. 1** una vista en corte de una primera realización de una placa de blindaje;
- Fig. 2** una vista en corte de una segunda realización de una placa de blindaje;
- Fig. 3** una vista en corte de una tercera realización de una placa de blindaje;
- Fig. 4** una vista en corte de una cuarta realización de una placa de blindaje;
- Fig. 5** una vista en corte de una primera realización de un dispositivo de fijación;
- Fig. 6** una vista en corte de una segunda realización de un dispositivo de fijación;
- Fig. 7** una vista en corte de una tercera realización de un dispositivo de fijación;
- Fig. 8** una vista en corte de una cuarta realización de un dispositivo de fijación;
- Fig. 9** una vista en corte de una quinta realización de un dispositivo de fijación;

**Fig. 10** una vista en corte de una primera realización de una estructura espacial;

**Fig. 11** una vista en corte de una segunda realización de una estructura espacial;

**Fig. 12** una vista en corte de una tercera realización de una estructura espacial;

**Fig. 13** una vista en corte de una cuarta realización de una estructura espacial;

5 **Fig. 14** una vista en corte de una quinta realización de una estructura espacial;

**Fig. 15** una vista en corte de una quinta realización de una placa de blindaje;

**Fig. 16** un diagrama de manganeso-carbono.

La **Fig. 1** muestra una vista en corte de una placa de blindaje 10 que está conformada en forma de placa 11. La placa de blindaje 10 consiste en una capa metálica 12 y una capa compuesta 13. La capa compuesta 13 está dispuesta frente a una dirección del fuego 14. La capa metálica 12, por lo tanto, forma el lado posterior 15 de la placa de blindaje 10. La capa metálica 12 está conformada por acero fundido y la capa compuesta 13 por un material cerámico no representado en este caso que conforma una estructura espacial, así como por acero fundido como un material de matriz. El acero fundido de la capa compuesta 13 y el acero fundido de la capa metálica 12 son idénticos, aunque no necesariamente deba ser este el caso. La placa de blindaje 10 es obtenida al colocar o disponer el material cerámico en un molde de fundición no representado en este caso, colando en el molde el acero fundido. El principio de fabricación de materiales compuestos por medio de colada con acero fundido ha sido descrito en el documento WO 2014/ 041 409 A2 que se refiere a un área técnica divergente. Resulta esencial que el acero fundido de la placa de blindaje 10 contenga como un componente de la aleación de 4 a 30 % en masa de manganeso, en el ejemplo representado, un 10 % en masa de manganeso. El acero fundido presenta una estructura preponderantemente austenítica que es transformada por el impacto de un proyectil en una estructura martensítica. La transformación es realizada mediante una deformación plástica del acero fundido y al menos parcialmente un endurecimiento en frío del acero, lo que incrementa la resistencia a la tracción y la dureza del acero fundido. Después, el material cerámico de la capa compuesta 13 resulta astillado cuando es producida la penetración de un proyectil en la capa compuesta 13, mientras durante el proceso es absorbida o consumida una parte considerable de una energía de impacto. Pero una destrucción del material cerámico no debe estar limitada a un eventual lugar de impacto. También puede ser producida una destrucción de una gran superficie de la estructura espacial debido a lo que es denominado una transmisión del choque. En forma simultánea, es producido el endurecimiento antes descrito de la capa metálica 12 en el área del punto de impacto. La resistencia al impacto de las muescas alrededor del punto de impacto no está reducida significativamente, ya que en este caso apenas se produce un endurecimiento. De esta manera, puede ser mejorada significativamente la resistencia a la penetración de proyectiles de la placa de blindaje 10 contra los proyectiles.

La **Fig. 2** muestra una placa de blindaje 16 en la que a diferencia de la placa de blindaje de la **Fig. 1**, la capa compuesta 13 está alojada entre dos capas metálicas 12.

La **Fig. 3** muestra una placa de blindaje 17 con dos capas compuestas 13 que están alojadas respectivamente entre capas metálicas 12.

35 La **Fig. 4** muestra una placa de blindaje 18 en la que a diferencia de la placa de blindaje de la **Fig. 2**, una capa metálica 19 adicional está conformada con un mayor espesor que la capa metálica 12.

La **Fig. 5** muestra una vista en corte esquemática de una placa de blindaje 20, en la que del lado posterior 21 de la placa de blindaje 20 está conformado un dispositivo de fijación 22 como un saliente 23. El saliente 23 está conformado como un gancho, de modo que pueda ser enganchado en una base de fijación 24 que también está conformada como un gancho.

La **Fig. 6** muestra un dispositivo de fijación 25 que a diferencia del dispositivo de fijación de la **Fig. 5** presenta otro saliente 26 en forma de gancho.

La **Fig. 7** muestra un dispositivo de fijación 27 con un saliente 28 en forma de T.

La **Fig. 8** muestra un dispositivo de fijación 29 con un saliente 30 conformado como cola de milano.

45 La **Fig. 9** muestra un dispositivo de fijación 31 con salientes 32 que presentan una escotadura 33 esencialmente en forma semicircular.

La **Fig. 10** muestra una estructura espacial 34 de un material cerámico, en particular, de óxido de aluminio. El material cerámico en ese caso está conformado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  y por un segundo componente con una base que contiene una composición eutéctica de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  y dióxido de circonio, mientras el primero y el segundo componente están unidos por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos. Otras realizaciones, así como una fabricación del material cerámico, son conocidas a partir del documento EP 1 663 548 B1 que se refiere a otra área técnica.

La estructura espacial 34 conforma una estructura de panales 35 que se proyecta en sentido transversal u ortogonal a una dirección del fuego de una placa de blindaje no representada en detalle en este caso. La estructura espacial 34 consistente del material cerámico conforma espacios huecos 36 y 37 los que para la conformación de la capa compuesta son infiltrados y preferentemente completamente llenados con acero fundido.

- 5 La **Fig. 11** muestra una estructura espacial 38 de material cerámico que está conformada por capas en forma de placas 39, mientras entre las capas 39 se encuentran espacios huecos 40 para llenar con acero fundido.

La **Fig. 12** muestra una estructura espacial 41 que conforma espacios huecos 42 cuadrados.

La **Fig. 13** muestra una estructura espacial 43 que presenta espacios huecos 44 cada uno en forma de una perforación 45.

- 10 La **Fig. 14** muestra una estructura espacial 46 conformada como una esponja 47 o bien por sinterización del material cerámico. Los espacios intermedios 48 de tamaños irregulares de la estructura espacial 46 conforman espacios huecos 49 correspondientes.

- 15 La **Fig. 15** muestra una placa de blindaje 50 con dos capas metálicas 51 y una capa compuesta 52 que están alojadas entre las dos capas metálicas 51. Un material cerámico de la capa compuesta 52 conforma en ese caso una estructura espacial 53, que es similar a la estructura espacial que se muestra en la **Fig. 10**. En la estructura espacial 53 está conformadas aberturas 54, de modo que la estructura espacial 53 puede ser atravesada completamente por el acero fundido de las capas metálicas 51 o bien ser llenada por medio de una colada. Las capas metálicas 51, por lo tanto, están unidas directamente entre sí. Las aberturas 54, por ejemplo, pueden ser una perforación o cualquier otro tipo de abertura que garantiza que la estructura espacial 53 pueda ser infiltrada completamente con acero fundido.

- 20 La **Fig. 16** muestra un diagrama de manganeso-carbono a partir del que pueden ser observados, con qué contenidos de manganeso y carbono puede estar conformada una estructura austenítica, bainítica o martensítica del acero fundido de una placa de blindaje.



**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50) para protección contra proyectiles que está formada por al menos una capa metálica (12, 19, 51) y al menos una capa compuesta (13, 52), estando formada la capa metálica por acero fundido, consistiendo la capa compuesta en un material dimensionalmente estable en acero líquido que conforma una estructura espacial (34, 38, 41, 43, 46, 53) y un material de matriz, que llena la estructura espacial, en donde el material de matriz es un acero fundido, en donde la capa compuesta está conformada por medio de colada de acero en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial,
- caracterizada porque**
- 10 el acero fundido contiene como un componente de la aleación del 4 al 30, preferentemente hasta el 21 % en masa de manganeso (Mn), en donde el acero fundido presenta una estructura preponderantemente bainítica, austenítica o martensítica, en donde el acero fundido de la capa metálica está conformado en frío, la capa metálica, con respecto a un espesor de capa de la capa metálica, está endurecida en frío al menos
- 15 parcialmente, la capa compuesta está formada por un material cerámico y el material de matriz, estando formado el material cerámico por óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), carburo de silicio (SiC) o carburo de boro (B<sub>4</sub>C), en donde que el material cerámico está formado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y un segundo componente con una base, que contiene una composición, preferentemente una composición eutéctica, de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ), estando el
- 20 primero y el segundo componentes unidos por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos, en donde la composición contiene del 57 al 63 % en peso de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y del 37 al 43 % en peso de dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ).
- 2.** Placa de blindaje de acuerdo con la reivindicación 1,
- caracterizada porque**
- 25 la capa metálica (12, 19, 51) y la capa compuesta (13, 52) están conformadas en conjunto por medio de la fundición de acero en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial (34, 38, 41, 43, 46, 53).
- 3.** Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque**
- 30 el acero fundido contiene como un componente de la aleación del 0,01 al 2, preferentemente del 0,3 al 1,5 % en masa de carbono (C).
- 4.** Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque**
- el acero fundido contiene como un componente de la aleación del 0,4 al 3,5, preferentemente del 1 al 2,5 % en masa de cromo (Cr).
- 35 **5.** Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque**
- el acero fundido está endurecido y templado, preferentemente por enfriamiento rápido en un baño de sal y/o por templado en un horno en una atmósfera de aire.
- 6.** Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- 40 **caracterizada porque**
- la capa compuesta (13, 52) está dispuesta en el sentido de una dirección del fuego (14).
- 7.** Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizada porque**
- la capa metálica (12, 19, 51) está dispuesta en el sentido de una dirección del fuego (14).
- 45 **8.** Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque**

la placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50) presenta otra capa metálica (12, 19, 51) adicional, estando la capa compuesta (13, 52) alojada entre ambas capas metálicas.

9. Placa de blindaje de acuerdo con la reivindicación 8,

**caracterizada porque**

5 dos capas metálicas (12, 19, 51) conforman dos tercios y una capa compuesta (13, 52) un tercio de un espesor de la placa de blindaje (17, 18, 20, 50).

10. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

10 la placa de blindaje (17, 18, 20, 50) presenta dos capas compuestas (13) que están separadas entre sí por una capa metálica (12).

11. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

15 la placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50) presenta una capa intermedia que está dispuesta entre la capa metálica (12, 19, 51) y la capa compuesta (13, 52) y está formada por un material que comparativamente presenta una mayor dureza y una mayor densidad.

12. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

la estructura espacial (34, 41, 53) es una estructura de panales con preferentemente seis u ocho ángulos, de forma rectangular o cuadrada.

20 13. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11,

**caracterizada porque**

la estructura espacial (38) está conformada por una pluralidad de capas en forma de placas (39) del material dimensionalmente estable.

14. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

25 **caracterizada porque**

la estructura espacial (34, 38, 41, 43, 46, 53) está dispuesta en sentido ortogonal a una dirección del fuego (14).

15. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

30 la estructura espacial (34, 38, 41, 43, 46, 53) conforma espacios huecos (36, 37, 40, 42, 49) que presentan los canales o las aberturas (54), estando los espacios huecos infiltrados, y preferentemente completamente llenados, con el acero fundido.

16. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

35 la estructura espacial (34, 38, 41, 43, 46, 53) está completamente rodeada por el acero fundido o conforma parcialmente una superficie exterior de la placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50).

17. Placa de blindaje de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

40 la placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50) forma un dispositivo de fijación (22, 25, 27, 29, 31), pudiendo estar fijada la placa de blindaje por medio del dispositivo de fijación en unión positiva y/o con arrastre de forma en una base de fijación (24).

18. Procedimiento de fabricación de una placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50) para protección contra proyectiles, en el que la placa de blindaje está formada por al menos una capa metálica (12, 19, 51) y al menos

una capa compuesta (13, 52), estando formada la capa metálica por acero fundido, consistiendo la capa compuesta en un material dimensionalmente estable en acero líquido, que conforma una estructura espacial (34, 38, 41, 43, 46, 53), y un material de matriz, que llena la estructura espacial, en donde el material de matriz es un acero fundido, estando conformada la capa compuesta por colada de acero en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial,

**caracterizado porque**

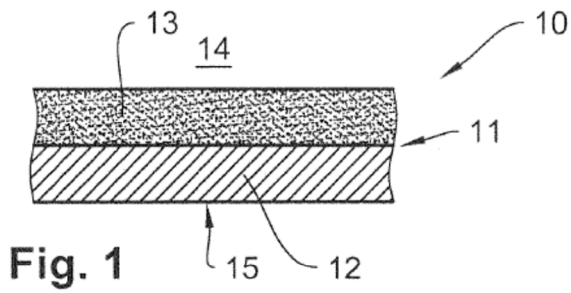
el acero fundido contiene como un componente de la aleación del 4 al 30, preferentemente hasta el 21 % en masa de manganeso (Mn), en donde el acero fundido presenta una estructura preponderantemente bainítica, austenítica o martensítica, en donde el acero fundido de la capa metálica está conformado en frío, la capa metálica, con respecto a un espesor de capa de la capa metálica, está endurecida en frío al menos parcialmente, la capa compuesta está formada por un material cerámico y el material de matriz, estando formado el material cerámico por óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), carburo de silicio (SiC) o carburo de boro ( $B_4C$ ), en donde el material cerámico está formado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y por un segundo componente con una base, que contiene una composición, preferentemente una composición eutéctica, de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ), estando el primero y el segundo componentes unidos por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos, en donde la composición contiene del 57 al 63 % en peso de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y del 37 al 43 % en peso de dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ).

19. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18,

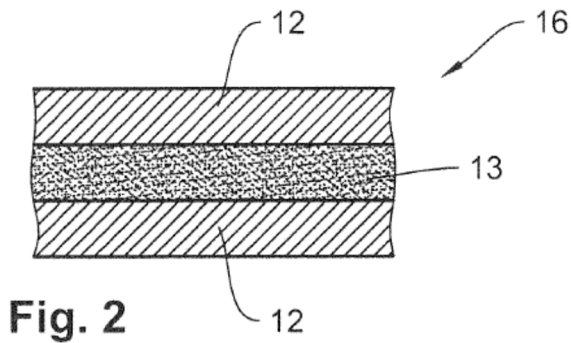
**caracterizado porque**

durante la fundición es constante una temperatura del acero fundido en un intervalo de +/- 1 a 5 °C.

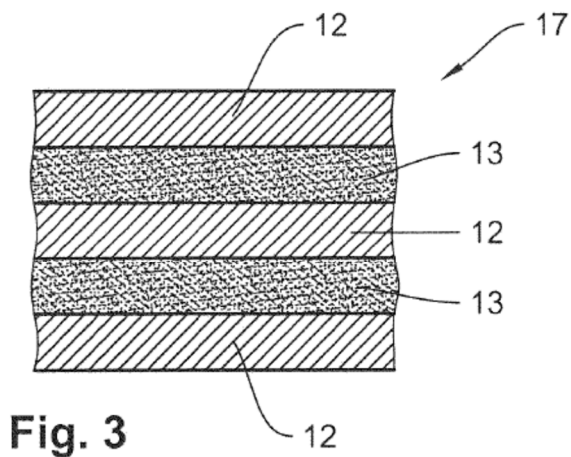
20. Uso de acero fundido con del 4 al 30, preferentemente hasta el 21 % en masa de manganeso (Mn) como un componente de la aleación, en donde el acero fundido presenta una estructura preponderantemente bainítica, austenítica o martensítica, para formar una capa metálica (12, 19, 51) de una placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50) para la protección contra proyectiles, en donde la fundición de acero es usada para la formación de la capa metálica (12, 19, 51) y al menos una capa compuesta (13, 52) de la placa de blindaje (10, 16, 17, 18, 20, 50), estando formada la capa compuesta de un material dimensionalmente estable en acero líquido, que conforma una estructura espacial (34, 38, 41, 43, 46, 53), y el acero fundido como material de matriz, que llena la estructura espacial, en donde la capa compuesta está conformada por colada de acero en un molde de fundición, en el que está dispuesta la estructura espacial, estando el acero fundido de la capa metálica conformado en frío, en donde la capa metálica, con respecto a un espesor de capa de la capa metálica, está endurecida en frío al menos parcialmente, estando la capa compuesta formada por un material cerámico y el material de matriz, estando el material cerámico formado por óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), carburo de silicio (SiC) o carburo de boro ( $B_4C$ ), en donde el material cerámico está formado por un primer componente con una base de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y un segundo componente con una base, que contiene una composición, preferentemente una composición eutéctica, de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ), estando el primero y el segundo componentes unidos por medio de un ligante, preferentemente un ligante metálico o silicatos, mientras la composición contiene del 57 al 63 % en peso de óxido de aluminio en forma  $\alpha$  ( $\alpha-Al_2O_3$ ) y del 37 al 43 % en peso de dióxido de circonio ( $ZrO_2$ ).



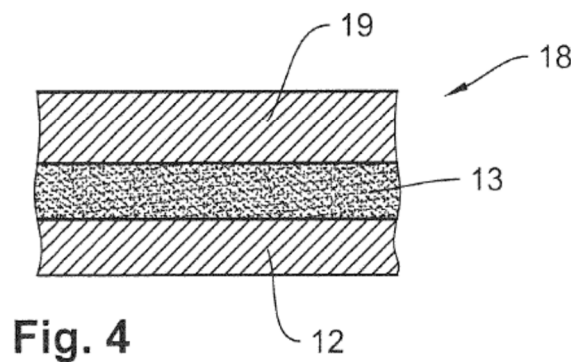
**Fig. 1**



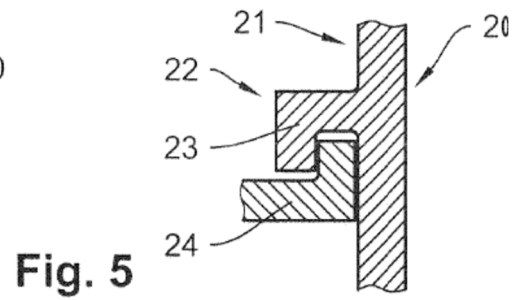
**Fig. 2**



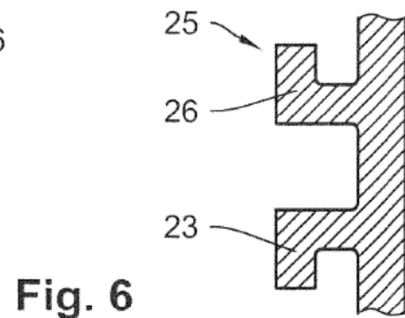
**Fig. 3**



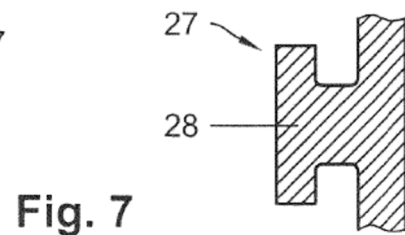
**Fig. 4**



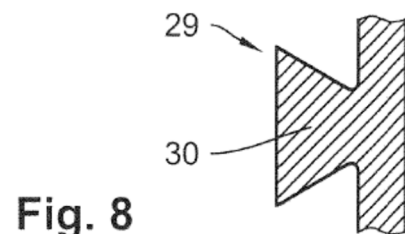
**Fig. 5**



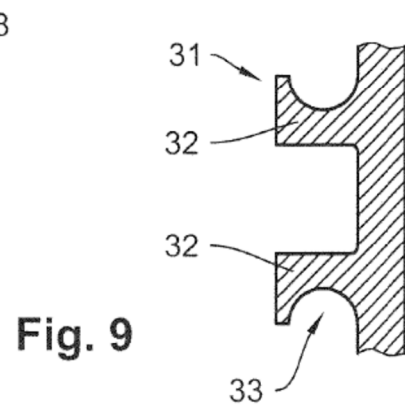
**Fig. 6**



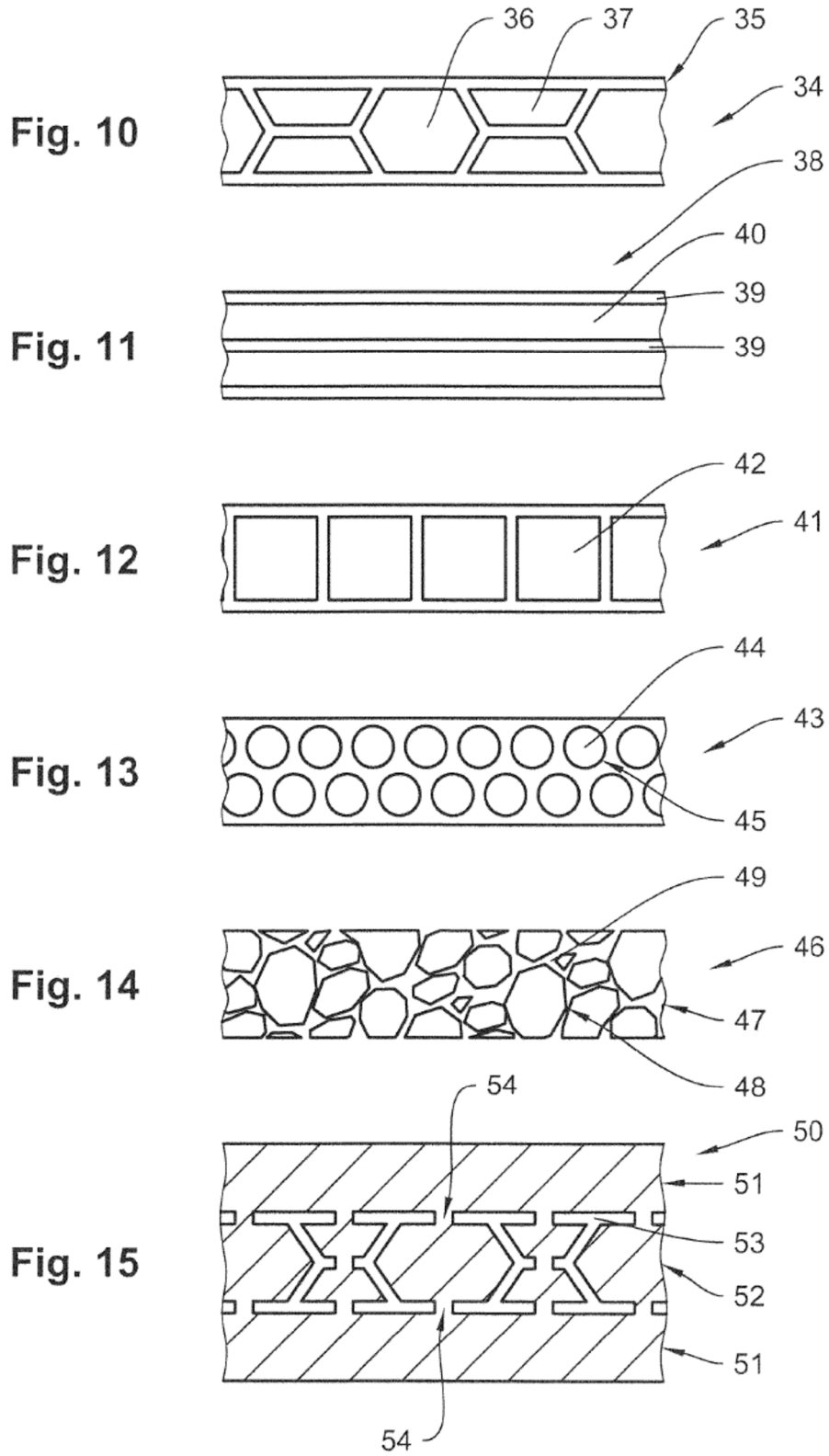
**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**



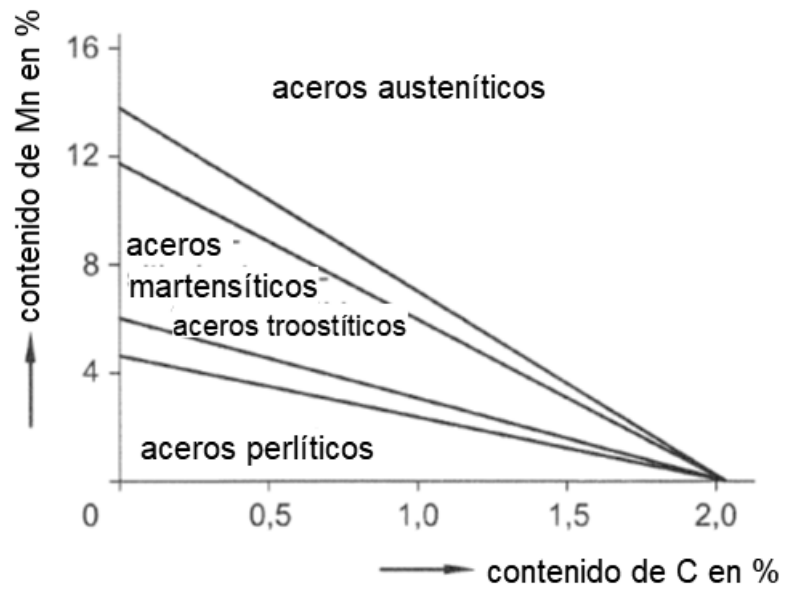


Fig. 16