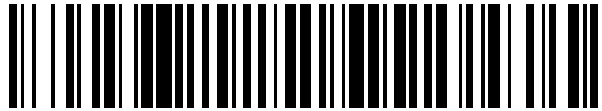


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 420 280**

51 Int. Cl.:

F41H 5/007 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2002 E 02719270 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.02.2011 EP 1377788**

54 Título: **Dispositivo de blindaje ligero con capacidades de resistencia a choques repetidos y de alta absorción de energía**

30 Prioridad:

15.03.2001 US 809548

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

23.08.2013

73 Titular/es:

**ATI PROPERTIES, INC. (100.0%)
1600 N.E. OLD SALEM ROAD
ALBANY, OR 97321-0580, US**

72 Inventor/es:

REICHMAN, STEVEN H.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 420 280 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

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

CAMPO DE LA INVENCIÓN

5 [0001] La invención refiere en general a componentes estructurales, y, en concreto, a blindajes. En particular, la invención se refiere a blindajes que incluyen un material que es capaz de experimentar al menos uno de un cambio de fase reversible y / o una deformación elástica por tensión de al menos 5% cuando un objeto impacta el blindaje y transfiere suficiente energía al blindaje. La presente invención se refiere también a los métodos de fabricación de blindajes tales. Los blindajes de la invención tienen aplicación como, por ejemplo, material de cubierta de protección para vehículos blindados, como tanques, helicópteros, camiones, y similares.

10 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

[0002] Históricamente, los vehículos acorazados de combate estaban protegidos por pesados blindajes metálicos a partir de, por ejemplo, hierro o aceros de alta aleación. A medida que se han desarrollado proyectiles más potentes perforantes de blindajes, los blindajes hechos de estos materiales convencionales tenían que hacerse más resistentes a la penetración. Esto se consiguió en general haciendo el blindaje más grueso, lo que tenía el inconveniente de hacer el blindaje más pesado.

15 [0003] En respuesta al desarrollo de cartuchos sofisticados de perforación de blindajes, comenzaron a usarse materiales más fuertes pero más ligeros. Por ejemplo, Ti-6Al-4V (nominalmente 6 por ciento en peso de aluminio, 4 por ciento en peso de vanadio, el resto esencialmente titanio) tiene buena resistencia a la penetración y, por tanto, se ha convertido en un material de blindaje ampliamente utilizado. Esta aleación, que es relativamente ligera, absorbe la energía de un proyectil por difusión de la energía a través de su masa, por lo que hace roma la punta del proyectil y resistiendo la penetración. La especificación militar MIL-A-40677 establece los requisitos militares para tales blindajes. Se han propuesto varias modificaciones a la composición de los blindajes en base a titanio, algunas de los cuales se enseñan en las patentes de EE.UU. N° 6053993, 5980655 y 5332545.

20 [0004] Recientemente, blindajes ligeros convencionales, incluyendo blindajes a base de titanio, se han visto contrarrestados por proyectiles avanzados perforantes de blindajes diseñados para concentrar su energía en un área muy pequeña que puede fundir el material del blindaje. En respuesta, se han desarrollado blindajes de base cerámica. Los materiales cerámicos se utilizan en la fabricación de blindajes, ya que son materiales ligeros y extremadamente duros. Uno de los inconvenientes con blindajes cerámicos, sin embargo, es que disipan la energía del proyectil en parte por agrietamiento. Por lo tanto, los blindajes cerámicos adolecen de falta de capacidad contra choques repetidos, es decir, no resistirán la penetración si se golpea en la misma posición varias veces, y se desintegran si son golpeados por múltiples proyectiles. Se han hecho intentos para resolver este problema, uno de los cuales se describe en la patente de EE.UU. N° 4987033, que enseña un blindaje que utiliza una capa de Ti-6Al-4V alrededor de un núcleo de base cerámica. Sin embargo, a pesar de que este diseño proporciona algo mejor rendimiento, el núcleo cerámico se agrieta cuando se golpea varias veces, eliminando así la eficacia del blindaje. Además, el costo de los blindajes de cerámica puede ser exorbitante.

25 [0005] La patente alemana número 4031550 describe un material con capas de cerámica y capas de chapa fijadas a la capa cerámica por soldadura fuerte, hecho de una aleación con memoria de forma. Preferiblemente, la capa de cerámica es un óxido cerámico, con preferencia de óxido cerámico de aluminio o de silicio. Si el material comprende exclusivamente capas de cerámica y de chapa, la capa de chapa es de un material dúctil convencional, especialmente de acero tenaz de alta resistencia, integrado en el sándwich por unión soldada a la capa de chapa SMA, que está soldada a la capa cerámica. La soldadura es a través de una capa de soldadura activa. La capa de chapa SMA tiene una capa chapada de bloqueo, en el lado hacia la soldadura, de niobio, plata u otro metal noble con un espesor de capa chapada de al menos 5-10 micras. La capa cerámica y la capa de chapa SMA son inicialmente soldadas a temperatura de fusión de soldadura superior a 800 °C. La capa de chapa de acero está soldada a la capa SMA a menos de 500 °C.

30 [0006] La patente de EE.UU. número 5614305 describe un material polimérico reforzado con fibra que tiene resistencia a impacto y resistencia a la delaminación y perforación mejorada cuando las fibras que muestran transformaciones de fase martensítica se incorporan al material compuesto.

35 [0007] Otra clase de diseño de blindaje es el blindaje llamado reactivo. En este caso, el blindaje incluye un material explosivo que, cuando contactado por el proyectil, estalla violentamente. En este diseño, la fuerza hacia el exterior de la explosión del blindaje reactivo contrarresta la fuerza del proyectil, resistiendo por ello la penetración del blindaje. Diseños de blindaje reactivo también pueden incluir elementos móviles que pueden, por ejemplo, absorber la energía del proyectil, hacer roma el proyectil, modificar la trayectoria del proyectil, y / o destruir el proyectil. Un ejemplo de este tipo de diseño del blindaje se describe en la patente de EE.UU. N° 5293806. Los blindajes reactivos, sin embargo, como los blindajes cerámicos, son deficientes en que no tienen capacidad multi-disparo, es decir, que no proporcionan una protección sustancial contra impactos múltiples que ocurren en la misma región. Una vez que el blindaje reactivo se activa, un segundo disparo que golpea el blindaje en el mismo lugar es mucho más probable que penetre el blindaje.

[0008] Por lo tanto, es deseable proporcionar un blindaje ligero que tiene capacidad multi-disparo que es capaz de soportar la energía de las proyectiles avanzados de perforación de blindaje.

RESUMEN DE LA INVENCION

5 [0009] La invención proporciona un blindaje según la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas. La invención proporciona además un método de fabricación de un blindaje tal, según la reivindicación 12 de las reivindicaciones adjuntas.

10 [0010] La presente invención se refiere a un componente estructural, en particular un blindaje y un método de fabricación de tal blindaje. En particular, la presente invención se refiere a un blindaje que comprende una primera placa u otra estructura que incluye un material metálico que absorbe energía de un objeto tras un impacto por al menos uno de un cambio de fase reversible y / o una deformación elástica por tensión de al menos 5%. La invención da lugar a un blindaje ligero con capacidad ante choques repetidos. Tales materiales de absorción de energía pueden incluir, por ejemplo, aleaciones de níquel-titanio, aleaciones de cobre-zinc, y aleaciones de cobre-aluminio-níquel-manganeso.

15 [0011] Según una realización de la invención, el blindaje incluye una primera placa y el material de absorción de energía de la primera placa comprende al menos una capa de una aleación que consiste esencialmente de 45 hasta 55 de porcentaje atómico de níquel (40 - 50% en peso de níquel), de 45 hasta 55 de porcentaje atómico de titanio (50 - 60% en peso de titanio), e impurezas incidentales. Por ejemplo, la primera placa puede comprender dos capas de absorción de energía en donde la composición de una capa de absorción de energía se manipula de tal manera que absorbe la energía de un objeto tras impacto por un cambio de fase reversible y la composición de la otra capa de absorción de energía es manipulada de forma que absorbe tal energía por deformación elástica bajo tensión de al menos 5%.

20 [0012] El blindaje de la presente invención también puede comprender una primera placa y una segunda placa, en donde la segunda placa comprende un material que es diferente del material de la primera placa. Por ejemplo, la segunda placa puede consistir de cualquiera de los diversos materiales tradicionales de blindaje. Del mismo modo, el blindaje de la presente invención también puede incluir una tercera placa que se dispone opuesta a la segunda placa y también se compone de un material que es diferente del material de la primera placa.

25 [0013] La presente invención se refiere también a un método de fabricación de un blindaje. Según el método, una primera placa que comprende al menos una capa de absorción de energía es proporcionada por técnicas convencionales. La primera placa se pone luego en contacto con la segunda placa, que también está formada por técnicas convencionales, y luego se une a la misma. Las superficies de contacto de la primera placa y la segunda placa se pueden limpiar, por ejemplo, por amolado y decapado, antes de ponerlas en contacto. La unión de las placas primera y segunda puede ser completada mediante calentamiento de las placas y luego aplicando presión de unión a las mismas, como por laminado, prensado isostático en caliente (HIP), o unión por explosión, hasta que se forma entre ellas una unión metalúrgica.

30 [0014] Si se proporciona una tercera placa, se pone también en contacto con la primera placa, y se une a ella. La tercera placa se coloca opuesta a la segunda placa y en contacto con la primera placa. Las superficies de contacto de la primera placa y la tercera placa se puede limpiar, por ejemplo, por amolado y decapado, antes de ponerlas en contacto. La tercera placa también se puede unir con la primera placa calentando las placas y luego aplicando presión a ellas, como por laminado, prensado isostático en caliente (HIP), o unión por explosión, hasta que se forma entre ellas una unión metalúrgica.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

[0015] Las ventajas de la presente invención puede ser mejor entendido por la referencia a los dibujos en los cuales:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una realización del blindaje ligero de la presente invención; Y

45 La Figura 2 es una microfotografía que ilustra la unión entre placas según una realización del blindaje ligero de la presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

50 [0016] En referencia ahora a la Figura 1, en una forma la presente invención proporciona un blindaje 10 incluyendo un material que absorbe energía de un objeto cuando el objeto impacta en el blindaje. El blindaje 10 puede ser en forma de una placa o en alguna otra forma apropiada. El material metálico utilizado en la presente invención absorbe la energía mediante al menos uno de un cambio de fase reversible y / o deformación elástica (y por consiguiente reversible). Blindajes dentro de la presente invención que absorben la energía de impacto únicamente por deformación elástica son aquellos en donde el material tiene deformación elástica de al menos 5%. El blindaje ligero 10 tiene capacidad ante choques repetidos, incluso contra proyectiles avanzados de perforación de blindaje. En otra forma, la presente invención se refiere a un método de fabricación de un blindaje tal construido según la presente invención.

- 5 [0017] El blindaje 10 incluye una primera capa en forma de una primera placa 20. Esta primera placa 20 comprende al menos una capa de absorción de energía 22 que incluye un material que absorbe la energía de un objeto, como un proyectil antiblindaje, que impacta al blindaje 10. El material incluido en la capa 22 absorbe energía por cambio de fase reversible y / o por deformación elástica. El material también puede absorber energía a la vez por
- 10 [0018] Según una realización de la presente invención, la primera placa 20 comprende una aleación que consiste esencialmente de 45 hasta 55 de porcentaje atómico de níquel (40 - 50% de níquel en peso) y 45 hasta el 55 de porcentaje atómico de titanio (50 - 60 % en peso de titanio), conocido por los expertos normales como Nitinol. Otros elementos, como, por ejemplo, Cu, Fe, Cr, Pd y V, también pueden estar presentes en el material de Nitinol como elementos de aleación en pequeñas cantidades.
- 15 [0019] El nitinol es una bien conocida aleación con memoria de forma (SMA), que es una aleación binaria de níquel y titanio y puede cambiar de una forma a otra forma "memorizada" en caso de cambio de temperatura. Una manera con la que Nitinol presenta esta característica es sometiéndose a un cambio reversible de fase endotérmica cuando se calienta a una temperatura predeterminada. Sin embargo, adaptando la composición de este material, es posible manipular el mecanismo por el cual el material absorbe energía de un objeto tras el impacto por el objeto. Por
- 20 ejemplo, un material de Nitinol que es relativamente rico en titanio, es decir, mayor que alrededor del 51 en porcentaje atómico de titanio se encuentra en un estado o fase martensítica a temperaturas de operación de hasta 200 °C (212 °F). Tras el impacto, este efecto de memoria de forma (SME) de la aleación absorbe energía al someterse a un cambio reversible de la fase endotérmica desde el estado martensítico al estado austenítico. Dado que la austenita es la configuración original recordada, la forma original de la placa se restablece después de que la
- 25 energía del objeto ha sido absorbida y disipada, lo que resulta en una placa de blindaje 10 con capacidad de impacto repetido.
- [0020] Por otra parte, un material de Nitinol que es relativamente rico en níquel, es decir, menos del 50 de porcentaje atómico de titanio, está en el estado o fase austenítico a temperaturas de hasta unos -50 °C (-58 °F) . En esta aleación superelástica SME, la puede gran deformación elástica absorbe una gran cantidad de energía de un objeto
- 30 entrante. Estas deformaciones pueden ser del orden de 10%. A los efectos de la presente invención se contempla una deformación por tensión de al menos 5%. Después de liberar la tensión, el material recupera su forma inicial sin la aportación adicional de calor o de otra energía. Esto da también como resultado un blindaje 10 con capacidad de impacto repetido.
- [0021] Adaptando la composición del material de Nitinol, es posible pre-establecer la temperatura o, en otras
- 35 palabras, la entrada de energía, a la que se producirá la transformación de la aleación de una fase austenítica a una fase martensítica. A medida que el porcentaje atómico de níquel en el material nitinol se incrementa, disminuye la transformación martensítica de la temperatura. Para las aleaciones compuestas de 45 hasta 55 de porcentaje atómico de níquel y 45 hasta el 55 de porcentaje atómico de titanio, opcionalmente junto con trazas de impurezas, la temperatura de transformación martensítica puede ser de alrededor de -50 ° C hasta 200 ° C dependiendo de la
- 40 composición elemental real del material. Así, según la presente invención, el blindaje 10 puede comprender un material que sufre un cambio de fase reversible endotérmico a una temperatura que está predeterminada. Esto puede ser especialmente útil si la temperatura normal encontrada por el material en servicio es conocida. En este caso, la temperatura a la que se produce el cambio de fase puede ser "preestablecida" a un nivel superior que la temperatura de servicio nominal.
- 45 [0022] Según otra realización de la presente invención, la primera placa 20 puede contener una segunda capa de absorción de energía 24. Según esta realización, la composición de las capas de absorción de energía 22, 24 son manipuladas de tal manera que una de ellas, sea la primera capa de absorción de energía 22 o la segunda capa de absorción de energía 24, comprende un material que absorbe la energía de un proyectil entrante por un cambio de
- 50 fase reversible, es decir, es martensítica a temperaturas de operación de hasta 200 ° C (212 ° F), y la otra capa de absorción de energía comprende un material que absorbe la energía de un proyectil entrante por deformación bajo tensión de al menos 5%, es decir, es austenítica a temperatura de hasta -50 ° C (-58 ° F). Esta combinación de mecanismos se puede incorporar para gestionar la velocidad de la transformación.
- [0023] La presente invención también puede incluir una segunda placa 30 que comprende un material diferente del material que comprende la primera placa 20. Esta segunda placa 30 puede, por ejemplo, comprender cualquier
- 55 material de blindaje tradicional, como, por ejemplo, el titanio, la fase gamma de aluminio-titanio, aleación de titanio α (como, por ejemplo, CPTI grados (1-4)), aleación de titanio z3 (como, por ejemplo, Ti (10-2-3) o Ti (15-3-3-3)), o aleación de titanio $\alpha\beta$ (como, por ejemplo, Ti (6-4)). Preferiblemente, la segunda placa 30 se dispone contigua a la primera placa 20 y la segunda placa 30 puede ser unida por difusión a la primera placa 20.
- [0024] La presente invención también puede incluir una tercera placa 40, que también comprende un material
- 60 diferente del material que comprende la primera placa 20. La tercera placa 40 se dispone opuesta a la segunda

placa 30. Al igual que la segunda placa 30, esta tercera placa 40 se puede comprender, por ejemplo, de cualquier material de blindaje tradicional, como, por ejemplo, el titanio, la fase gamma de aluminio-titanio, aleación de titanio α (como, por ejemplo, CPTI grados (1 -4)), la aleación de titanio β (como, por ejemplo, Ti (10-2-3) o Ti (15-3-3-3)), o aleación de titanio $\alpha\beta$ (como, por ejemplo, Ti (6 -4)). Además, la tercera placa 40 se puede disponer contigua a la primera placa 20 y la tercera placa 40 puede ser unida por difusión a la primera placa 20.

[0025] La placa de blindaje 10 de la presente invención puede ser fabricada proporcionando una primera placa 20 que comprende al menos una capa de absorción de energía 22. Como se discutió anteriormente, la primera placa 20 puede comprender una capa única de absorción de energía 22 o puede comprender varias capas de absorción de energía 22, 24, como se muestra en la Figura 1. Preferiblemente, la primera placa 20 comprende nitinol, en donde el nitinol puede ser de varias capas de diferentes composiciones con composiciones superelásticas y SME, como se discutió anteriormente. El método de formación de placas de Nitinol es bien conocido por los expertos en la materia.

[0026] La primera placa 20 se pone en contacto con la segunda placa 30 y se une a ella. La primera placa 20 y la segunda placa 30 pueden ser puestas inicialmente en contacto por soldadura de la primera placa 20 a costuras (o bordes) de la segunda placa 30. Preferiblemente, las superficies de contacto de la primera placa 20 y la segunda placa 30 se limpian, por ejemplo, por amolado y decapado, antes de que se pongan en contacto.

[0027] En referencia ahora a la figura 2 se ilustra una microfotografía de la unión entre las placas según una realización del blindaje ligero de la presente invención. La unión de la primera placa 20 a la segunda placa 30 puede ser completado calentando la primera placa 20 y la segunda placa 30 y aplicando presión de unión, como por laminado, HIP, o unión por explosión, a la primera placa 20 y la segunda placa 30 para proporcionar una unión metalúrgica. Por ejemplo, cuando la primera placa 20 comprende Nitinol y la segunda placa 30 comprende Ti (6-4), las placas pueden ser laminadas a menos de 1800 ° F para lograr un contacto íntimo entre la primera placa 20 y la segunda placa 30. Las placas se puede calentar entonces por encima de 1830 ° F para crear una fase líquida limitada (La unión de nitinol a Ti (6-4) se complica por la existencia de una fase de bajo punto de fusión que se forma alrededor de 1830 ° C. Dado que la temperatura de unión está por encima de 1830 ° F, la unión por laminación crea una fase líquida que impide el procesamiento con éxito). Las placas se pueden entonces enfriar por debajo de 1800 ° F y laminar hasta efectuar una buena unión metalúrgica. El método de formación de placas Ti (6-4) es bien conocido por los expertos en la materia.

[0028] Puede proporcionarse también una tercera placa 40. Como se muestra en la Figura 1, la tercera placa 40 está también en contacto con la primera placa 20 y unida a ella. Cuando se utiliza una tercera placa 40, la tercera placa 40 puede soldarse a la segunda placa 30, tal como en la zona de los bordes sobresalientes como se muestra en la Figura 1. Preferiblemente, las superficies de contacto de la primera placa 20 y la tercera placa 40 se limpian, por ejemplo por amolado y decapado, antes de que se pongan en contacto. La unión de la primera placa de 20 a la tercera placa 40 puede ser completada por el mismo método descrito anteriormente para la unión de la primera placa 20 a la segunda placa 30.

[0029] En la práctica, varias placas múltiples de blindaje en capas 10 pueden ser fabricadas y apiladas unas sobre otras. En tal disposición, un material inerte que impide que se forme un enlace metalúrgico debe separar las placas individuales de blindaje 10. Tales materiales de recubrimiento o separación son bien conocidos por los expertos en la materia e incluyen BN, TiO₂ y MgO.

[0030] El espesor de cada placa que comprende la placa del blindaje 10 de la presente invención se selecciona en función de varios factores, incluidos los requisitos de absorción de energía, costo y peso. Una medida de la eficacia de las placas del blindaje es la velocidad media (V50) de un proyectil requerido para penetrar el blindaje. La presente invención proporciona una placa de blindaje con capacidad para impactos repetidos y una V50 incrementada respecto a placas de blindaje convencionales de un peso similar.

[0031] Debe entenderse que la presente descripción ilustra aspectos de la invención importantes para una clara comprensión de la invención. Ciertos aspectos de la invención que serían evidentes a los expertos en la materia y que, por lo tanto, no facilitarían una mejor comprensión de la invención pueden no haberse presentado con el fin de simplificar la presente descripción. Aunque la invención se ha descrito en relación con ciertas realizaciones, los expertos en la materia, al considerar la descripción anterior, reconocerán que pueden ser empleadas muchas modificaciones y variaciones de la invención.

[0032] La descripción anterior y las reivindicaciones siguientes se destinan a cubrir todas las variaciones, modificaciones, y formas de realización adicional de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un blindaje capaz de resistir la penetración de un proyectil que impacta en el blindaje en el que el blindaje comprende:
 - 5 una primera capa que absorbe energía que consiste esencialmente de un material metálico, dicho material metálico siendo al menos uno de un material metálico que experimenta un cambio de fase reversible tras la absorción de energía y de un material metálico que presenta una deformación elástica bajo tensión de al menos 5%, y **caracterizado porque** el blindaje comprende
 - 10 una segunda capa de un material metálico que está contiguo con y metalúrgicamente unido a la primera capa que absorbe energía, en donde dicha segunda capa comprende un material seleccionado del grupo consistente de una aleación de titanio α que es al menos una de grados 1 –4 CPTi, una aleación de titanio $\alpha\beta$ que es Ti (6 -4), y una aleación de titanio β que es al menos una de Ti (10-2-3) o Ti (15-3-3-3), e.n donde el material metálico de dicha segunda capa es diferente de dicho material metálico de dicha primera capa que absorbe energía
 - 15 2. El blindaje de la reivindicación 1, en donde dicho material que experimenta un cambio de fase reversible experimenta un cambio reversible de fase endotérmica cuando se calienta a una temperatura predeterminada.
 3. El blindaje de la reivindicación 2, en donde dicha temperatura predeterminada es por lo menos -50°C y no es superior a 200°C.
 4. El blindaje de la reivindicación 3, en donde dicha primera capa de absorción de energía se selecciona del grupo que consiste en aleaciones de níquel-titanio, aleaciones de cobre-zinc y aleaciones de cobre-aluminio-níquel-manganeso.
 - 20 5. El blindaje de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha primera capa absorbente de energía es una aleación que consiste esencialmente de 45 hasta 55 de porcentaje atómico de níquel, de 45 hasta 55 de porcentaje atómico de titanio, e impurezas incidentales.
 6. El blindaje de la reivindicación 5, en donde dicha primera capa absorbente de energía es Nitinol.
 - 25 7. El blindaje de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha segunda capa está unida por difusión a dicha primera capa absorbente de energía.
 8. El blindaje de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende una tercera capa dispuesta opuesta a dicha segunda capa y compuesta de un material que difiere de dicho material metálico de dicha primera capa absorbente de energía, dicha tercera capa estando contigua con y metalúrgicamente unida a por lo menos una porción de dicha primera capa absorbente de energía.
 - 30 9. El blindaje de la reivindicación 8, en donde dicha tercera capa comprende un material seleccionado del grupo que consiste de titanio, fase gamma de titanio-aluminio, aleación de titanio α , aleación de titanio β , y aleación de titanio $\alpha\beta$.
 10. El blindaje de la reivindicación 8, en donde dicha primera capa es contigua a dicha tercera capa.
 - 35 11. El blindaje de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha primera capa es una primera placa, dicha segunda capa es una segunda placa, y dicha tercera capa, si está presente, es una tercera placa.
 12. Un método de hacer un blindaje consistente de dos o más capas o placas, el método comprendiendo:
 - 40 proporcionar una primera placa que incluye un material metálico que absorbe energía de un proyectil que impacta en el blindaje, en donde dicho material metálico se selecciona de al menos uno de un material metálico que experimenta un cambio de fase reversible tras la absorción de energía y un material metálico que presenta una deformación elástica bajo tensión de al menos 5%;
 - 45 proporcionar una segunda placa que consiste de un material metálico que contiene titanio diferente de la primera placa y que comprende un material seleccionado del grupo que consiste en una aleación de titanio α que es al menos una de grados 1-4 CPTi, una aleación de titanio $\alpha\beta$ que es Ti (6 -4), y una aleación de titanio β que es al menos una de Ti (10-2-3) o Ti (15-3-3-3);
 - poner en contacto la primera placa y la segunda placa,
 - y
 - unir metalúrgicamente la primera placa a la segunda placa y, opcionalmente, reducir una dimensión de espesor de la primera placa y la segunda placa.

13. El método de la reivindicación 12, en el que dicha primera placa comprende una primera capa absorbente de energía y una segunda capa absorbente de energía, en donde una de dicha primera capa absorbente de energía y dicha segunda capa absorbente de energía es una capa de dicho material metálico, y en donde dicha primera capa absorbente de energía contacta con dicha segunda capa absorbente de energía.
- 5 14. El método de la reivindicación 12, en el que las superficies de contacto de la primera placa y la segunda placa se limpian antes de poner en contacto la primera placa y la segunda placa.
15. El método de la reivindicación 12, en el que unir la primera placa y la segunda placa comprende:
- calentar la primera placa y la segunda placa, y
- aplicar presión de unión a la primera placa y la segunda placa para proporcionar una unión metalúrgica.
- 10 16. El método de la reivindicación 15, en el que aplicar presión de unión a la primera placa y la segunda placa comprende laminar la primera placa y la segunda placa.
17. El método de la reivindicación 12, que además comprende:
- proporcionar una tercera placa de un material diferente de la primera placa, disponer la tercera placa opuesta a la segunda placa,
- 15 poner en contacto la tercera placa y la primera placa, y
- unir la primera placa a la tercera placa.
18. El método de la reivindicación 17, en el que las superficies de contacto de la primera placa y la tercera placa se limpian antes de ponerse en contacto la primera placa y la tercera placa.
19. El método de la reivindicación 17 en donde unir la primera placa y la tercera placa comprende:
- 20 calentar la primera placa y la tercera placa, y
- aplicar presión de unión a la primera placa y la tercera placa para proporcionar una unión metalúrgica.
20. El método de la reivindicación 19, en el que aplicar presión de unión a la primera placa y la tercera placa comprende laminar la primera placa y la tercera placa.
21. Un artículo de fabricación incluyendo un blindaje según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
- 25 22. El artículo de fabricación de la reivindicación 21, en el que el artículo es un vehículo blindado.
23. Un método de absorción de energía de un proyectil que comprende la formación de un blindaje según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
24. Un método de protección de un artículo de fabricación contra la penetración de un proyectil que impacta, el método comprendiendo aplicar al artículo de fabricación un blindaje según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

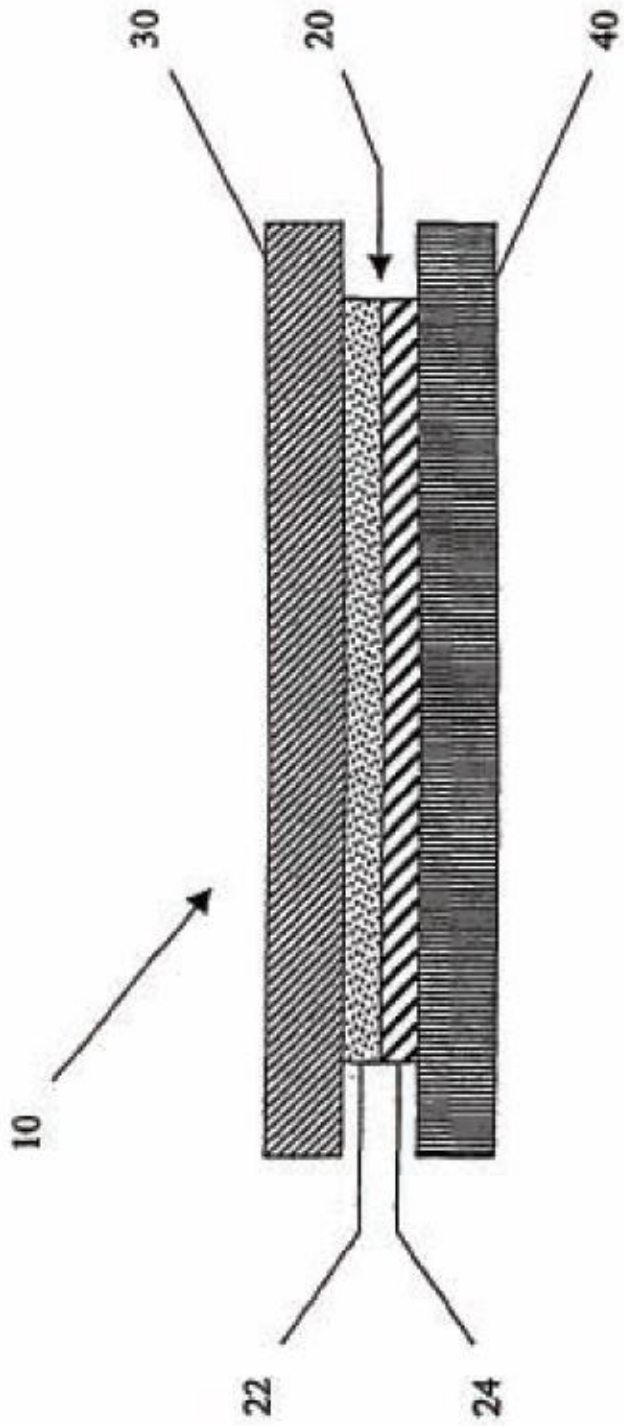


FIGURA 1

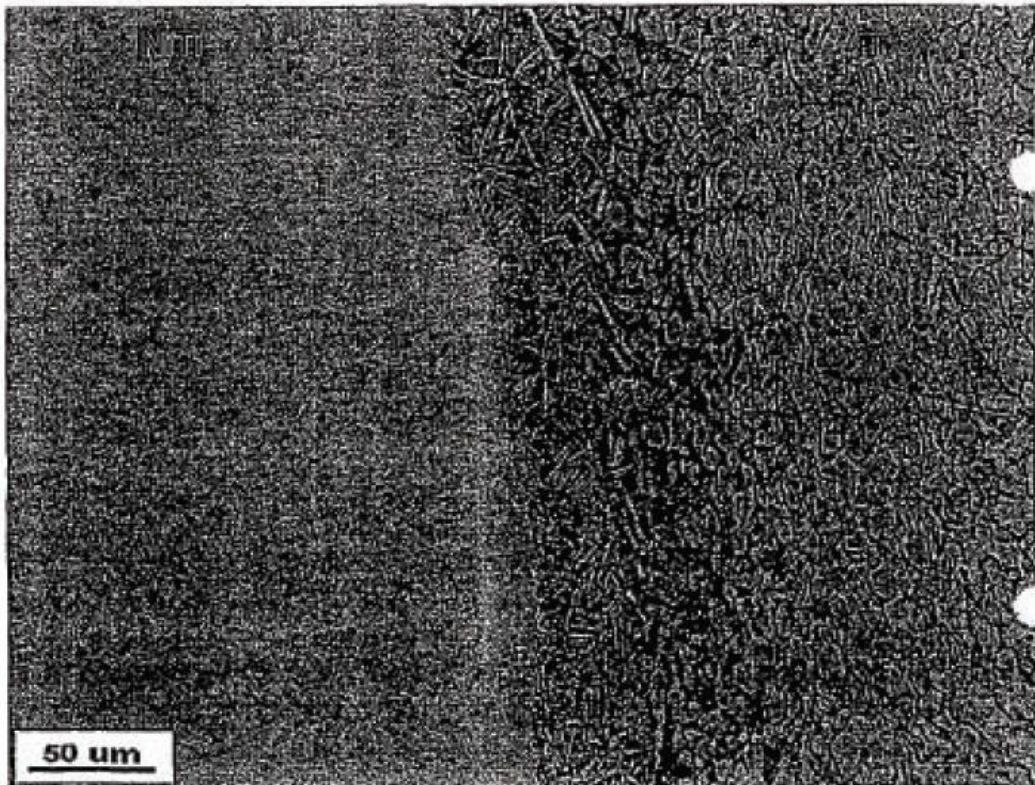


FIGURA 2

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es solamente para conveniencia del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. A pesar de que se ha tenido especial cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO declina toda responsabilidad en este asunto.

5

Documentos de la patente citados en la descripción

10

- US 6053993 A [0003]
- US 5980655 A [0003]
- US 5332545 A [0003]
- US 4987033 A [0004]
- DE 4031550 [0005]
- US 5614305 A [0006]
- US 5293806 A [0007]