

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 795**

51 Int. Cl.:

C23C 4/02 (2006.01)

C23C 4/12 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012** **E 12182382 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 2565290**

54 Título: **Sistema de protección balística**

30 Prioridad:

30.08.2011 DE 102011111404

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

15.11.2018

73 Titular/es:

**RHEINMETALL WAFFE MUNITION GMBH
(100.0%)
Heinrich-Ehrhardt-Strasse 2
29345 Unterlüss, DE**

72 Inventor/es:

**PEIKERT, BERTHOLD;
NIEFANGER, ROLAND, DR.;
GADOW, RAINER, PROF.DR.;
KILLINGER, ANDREAS, DR.;
MANZAT, ANDREI-SORIN y
SILBER, MARTIN TOBIAS**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 689 795 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

Sistema de protección balística

- 5 La invención se refiere a una capa de cermet depositada por vía termocinética o una capa compuesta de este tipo para o como sistemas de protección balística. La capa de recubrimiento proyectada térmicamente tiene aquí la función de fragmentar los proyectiles, en particular aquellos de metal duro, pero también otros proyectiles. El propio sistema de protección balística comprende un material de base y/o un sustrato, sobre el que se ha aplicado la capa de cermet y/o la capa compuesta de cermet como capa de protección balística o como protección de efecto balístico
- 10 mediante proyección térmica por llama de alta velocidad (HVOF, HVOLF). Además de los posibles combustibles gaseosos se tienen en cuenta también los combustibles líquidos (liquid fuel).
- Cuando una estructura de protección se somete a un proyectil o las esquirlas, tal estructura de protección experimenta esencialmente una carga puntual fuerte. La estructura de protección asume entonces la función de
- 15 reducir esta carga e impedir la entrada o la penetración ulterior del proyectil que ha impactado.
- Además de las estructuras simples de acero blindado se utilizan cada vez más las estructuras compuestas de cerámica. En este caso, la cerámica fragmenta o erosiona el proyectil, mientras que un llamado material liner, por ejemplo, aramida o elastómero u otros materiales tenaces, detiene o retiene los fragmentos que quedan.
- 20 Por el documento DE10323082A1 es conocido un material compuesto en capas de metal y cerámica reforzada con fibras. El documento DE102007025894B4 da a conocer un material blindado de cerámica de vidrio.
- El documento DE102009043492B4 describe otro concepto de protección o módulo de protección balística. En este caso, una placa cerámica y su soporte se encierran de manera ajustada en un tubo termorretráctil, lo que genera una tensión de compresión que impide la presencia de puntos débiles balísticos locales en este tipo de estructuras compuestas de cerámica.
- 25 El documento DE102009040305B4 describe un dispositivo de protección contra las cargas que forman el proyectil. El dispositivo de protección está formado por tiras de material fabricadas a partir de distintos materiales. Tales tiras están situadas una sobre otra como estructura sándwich y orientadas en la dirección de actuación. El documento DE102008028318A1 da a conocer una capa compuesta transparente que es resistente a las balas.
- 30 El dispositivo de protección según el documento DE102010054568A1 sirve de protección en particular contra proyectiles multislug. Las placas de protección están provistas de cuerpos de metal y/o cerámica.
- Las estructuras compuestas de cerámica y liner se caracterizan por tener un peso menor que las soluciones simples con acero blindado, pero la fabricación de estructuras y geometrías de superficie tridimensionales, particularmente complejas, resulta a menudo muy complicada.
- 40 El documento US2002/088340A1 se refiere a un sistema de blindaje ligero con un sustrato y capas compuestas escalonadas de matriz de metal. Las capas están formadas por un gran número de capas individuales con proporciones de mezcla diferentes (porcentaje en volumen) entre materiales cerámicos y metálicos. Las capas se aplican, por su parte, sobre el sustrato mediante proyección térmica. El sistema de blindaje está formado además
- 45 por una capa de impacto cerámica que está aplicada sobre los cuerpos compuestos de matriz de metal y en la que se ha de fragmentar el proyectil.
- La invención tiene el objetivo de mostrar un sistema de protección de efecto balístico con una fabricación simple que pueda fragmentar los proyectiles y similares y se caracterice por un peso propio bajo.
- 50 El objetivo se consigue mediante las características de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 9. En las reivindicaciones secundarias se pueden encontrar realizaciones ventajosas.
- La invención se basa en la idea de utilizar capas de cermet o capas compuestas depositadas por vía termocinética como capa de protección balística o de efecto balístico sobre (en) un material de base. Los cermets son, por su parte, materiales compuestos de materiales cerámicos en una fase aglutinante de matriz metálica y se caracterizan por una dureza y una resistencia al desgaste particularmente altas. Como material de base se utilizan materiales de sustrato o materias primas diferentes o distintas. La capa de recubrimiento proyectada térmicamente tiene y cumple aquí la función de fragmentar los proyectiles, por ejemplo, aquellos de metal duro, pero también con un núcleo
- 60 blando (por ejemplo, plomo, hierro, etc.) y similares. Se utilizan capas especiales de material duro (capas de cermet) que presentan, entre otros, durezas muy altas.
- Sobre el material de sustrato, el llamado "backing", se aplica de acuerdo con la función de protección (futura) del sistema de protección balística una capa de proyección térmica correspondiente que presenta, entre otros, durezas
- 65 altas similares a la cerámica, pero un peso menor. Los sistemas de capas o capas compuestas de materiales de cermet, que se han aplicado por vía termocinética, se pueden aplicar sobre los diferentes materiales de sustrato

para formas capas muy compactas.

La proyección de la capa o las capas posibilita la utilización de quemadores guiados por robot. La utilización de quemadores guiados por robot posibilita a su vez el recubrimiento de estructuras de componentes tridimensionales complejas y superficies curvadas.

El documento DE3515314A1 da a conocer un procedimiento para la aplicación de una capa metálica de protección contra la corrosión sobre polvos autoadhesivos, pero no autofluentes, como los cermets, etc., mediante proyección por llama. Antes de proyectarse la capa de protección sobre el material de base se proyecta en frío un polvo de metal autofluente que es resistente a la corrosión. Con este polvo de metal resistente a la corrosión se crea una capa de protección contra la corrosión. El documento DE202007012740U1 describe un dispositivo para la fabricación de una mezcla de metal duro o cermet.

Los quemadores, que se pueden utilizar preferentemente, son quemadores especiales HVOF (High Velocity Oxygen Fuel = proyección térmica por llama de alta velocidad) con una energía cinética extremadamente alta del chorro de partículas calientes a velocidades supersónicas. Al aplicarse sobre la superficie del componente (sustrato, material de base) se produce una fuerte adherencia y compactación de la capa, así como una configuración, condicionada por el proceso, de altas tensiones de compresión propias en la capa de material duro. Los quemadores HVOF funcionan usualmente con combustibles gaseosos, por ejemplo, propano, propeno o acetileno.

En una aplicación preferida se utiliza para las capas de protección balística, descritas aquí, un procedimiento de recubrimiento especial como variante particular del grupo de procedimiento HVOF, en el que se utiliza adicionalmente "liquid fuel", por ejemplo, keroseno, como combustible (quemador HVOLF). El procedimiento HVOLF se utiliza para el procesamiento de los cermets (partículas cerámicas de material duro en matriz metálica), por ejemplo, $\text{Cr}_3\text{C}_2/\text{NiCr}$ y WC/Co . En particular el grupo de los materiales ultraduros WC/Co se puede procesar muy bien con el procedimiento, porque la carga térmica en el polvo se puede mantener baja.

La utilización de combustible líquido aumenta la densidad de energía en la cámara de combustión y sobre todo la energía cinética del chorro de gas caliente, cargado de partículas, sin aumentar la temperatura del gas. En este caso se alcanzan velocidades de las partículas de polvo de hasta 1000 m/s. Estas velocidades altas de las partículas dan lugar a capas homogéneas muy compactas de poca porosidad, simultáneamente con una gran adherencia en el sustrato. Las capas presentan también, además de una alta dureza, una alta resistencia a la corrosión y al desgaste. Debido a la transferencia intensa de calor y material durante el proceso de recubrimiento, así como al impacto cinético alto (extremo) se generan tensiones propias condicionadas por el proceso y el enfriamiento en la capa compuesta, que se aprovechan ventajosamente para una dirección específica del proceso. Asimismo, el procedimiento HVOLF permite un alto rendimiento del material, es decir, una alta productividad, resultando, por tanto, adecuado el procedimiento en particular para recubrimientos de gran superficie, así como para la producción de capas de gran espesor. La utilización de sistemas robóticos y controles inteligentes con trayectorias optimizadas posibilita el recubrimiento también de componentes y superficies libres curvadas con una forma parcialmente compleja.

Las capas utilizadas están formadas preferentemente por un porcentaje lo más alto posible de polvo cerámico de material duro y un porcentaje bajo de fase aglutinante metálica o de metal refractario, a partir de lo que se obtiene precisamente una capa compuesta o la capa compuesta dura y tenaz deseada como capa de recubrimiento. Tal composición de capa junto con una alta dureza, una buena adherencia y un alto pretensado bajo presión crea una combinación de la función de la capa de protección para fragmentar los proyectiles. Al mismo tiempo posibilita desde el punto de vista técnico, como ya se explicó, el recubrimiento de geometrías de componentes complejas, por ejemplo, esquinas, radios, cantos, zonas redondeadas, etc., de una manera fiable, uniforme y reproducible.

Debido a la gran variedad de combinaciones posibles de materiales de capa de material duro y materiales de sustrato (aceros, aceros especiales, metales ligeros, materiales compuestos, aleaciones de titanio, aleaciones de aluminio, etc.) se pueden conseguir soluciones a medida para aplicaciones diferentes (en relación con la respectiva reivindicación de la protección del propio sistema de protección = nivel de protección) y el ahorro adicional del peso.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de un ejemplo de realización con dibujo. Muestran:

Fig. 1 una representación simple de un sistema de protección balística según la invención;

Fig. 2 una representación a modo de ejemplo de un material estratificado a escala ampliada; y

Fig. 3 una representación general simplificada de un dispositivo de recubrimiento para crear el sistema de protección según la figura 1.

En la figura 1 está representado de manera simplificada un sistema de protección 1 que comprende al menos un material de base o sustrato 3, sobre el que se ha proyectado una capa de cermet o una capa compuesta de cermet 2. La capa de cermet ya puede formar la capa de protección de efecto balístico.

La figura 2 muestra a modo de ejemplo un material de capa 2, aplicado sobre el sustrato 3, en una representación a escala ampliada.

La figura 3 muestra un dispositivo 10 representado de manera simplificada para el recubrimiento del sustrato 3. Con el número 11 se ha representado de manera simplificada un quemador HVOF (o quemador HVOLF) que proyecta partículas fundidas 12, materiales de cermet, sobre el sustrato 3, que se endurecen a continuación para formar una capa 2 en la superficie 4 (interfaz) del sustrato 3. (Dado que el endurecimiento se produce durante el propio procedimiento, la capa 2 se representó de manera ligeramente separada del sustrato 3. Sin embargo, en la práctica, la capa 2 está situada directamente o mediante un medio de apoyo adhesivo sobre o en el sustrato 3.) No se han representado en detalle los refrigerantes necesarios, pero también conocidos, incluido el circuito/integración en el quemador 11.

El desarrollo del procedimiento se describe aquí detalladamente por medio de un quemador HVOLF (11):

En el caso del procedimiento High Velocity Liquid Fuel se inyecta también combustible líquido 15, además de oxígeno 16, en una cámara de combustión 14 del quemador 11, que se pulveriza y se quema aquí junto con oxígeno puro. Los gases de combustión generados circulan a alta velocidad a través de una tobera de expansión 13 hacia el exterior. En la salida de la cámara de combustión 14', el material de recubrimiento en polvo 12 se inyecta radialmente 17. Debido a la alta temperatura del gas se funden entonces parcial o completamente las partículas de polvo 12 que son arrastradas, aceleradas y depositadas finalmente por la corriente de gas sobre el componente (3) a recubrir. Como materiales en polvo se utilizan, por ejemplo, $\text{Cr}_3\text{C}_2/\text{NiCr}$ y (o) materiales WC/Co.

El sustrato 3 (material) y el material de capa 2 deberán estar coordinados preferentemente entre sí. Si el material de sustrato es, por ejemplo, acero, el material de capa se ha de aplicar con un grosor diferente a otros materiales de sustrato. Asimismo, se ha de tener en cuenta la coordinación de los parámetros de proceso sustrato 3 y material de capa 2. Así, por ejemplo, los parámetros de proceso para una capa más gruesa y un sustrato 3 más ligero se configuran de una manera diferente a los parámetros utilizados para capas delgadas y un material más pesado.

La capa de cermet o la capa compuesta 2 puede tener una parte de fase de material duro de, por ejemplo, 60 a 98 % en peso y la parte restante es la fase de aglutinante (partículas 12).

La fase de material duro puede estar formada, entre otros, por un carburo, por ejemplo, carburo de tungsteno, carburo de cromo, carburo de titanio, carburo de tántalo, carburo de niobio, carburo de vanadio, carburo de silicio, etc., así como mezclas de los mismos.

Como fase de aglutinante están presentes el cobalto (Co) o las aleaciones de cobalto, por ejemplo, CoCr, CoCr30W12C2.5 (STELLIT), CoNi32Cr21Al8Y0.5, CoMo28Cr18 (TRIBALLOY). Además de estos elementos es posible utilizar también níquel (Ni) o aleaciones de níquel, así como hierro (Fe) o aleaciones de hierro como fase de aglutinante, entre las que se encuentran, por ejemplo, Ni99, NiCr13, NiCr18Al6, NiCr16Fe9, NiAl5, NiCr21Mo9Nb3 (INCOTEL), etc., o FeCr13C0.5, FeNi2C0.2, FeAl10Mo1C0.2 y FeCr17Ni12Mo2Si1C.

Como agente de apoyo adhesivo se puede prever una llamada capa de agente adhesivo, aunque esto no es una condición indispensable. Así, por ejemplo, se puede utilizar NiCr, NiAl y similares como una capa adhesiva de este tipo. Esta capa sirve para que la capa de protección 2 se pueda adherir mejor al material de base 3, es decir, la capa aumenta el comportamiento adhesivo de la capa de cermet 2 sobre el material de base 3. El espesor de esta capa de agente adhesivo, aplicada sobre el material de base 3, puede estar situado en un intervalo de pocos cientos de micrómetros como máximo, pero también se puede suprimir, como ya se mencionó.

La superficie del material de base 3 puede ser una superficie no tratada. Si se desea un tratamiento previo, la superficie se puede pretratar de manera correspondiente, por ejemplo, mediante chorro de arena, chorro de agua, mecanizado con arranque de virutas, erosión, ablación por láser y/o mecanizado por láser, etc. Esta medida provoca una rugosidad adicional de la superficie y contribuye en general al anclaje micromecánico de las capas.

Todos los datos mencionados antes, tales como la cantidad, la composición de los componentes individuales de la capa de protección 2, etc., no se han de considerar como datos limitantes. Más bien, a partir de esto se obtienen informaciones sobre otros materiales, proporciones, espesores y posibilidades de pretratamiento.

Con preferencia, la capa aplicada térmicamente se puede proyectar de manera directa sobre la estructura a proteger. Alternativamente, un sistema de protección 1 de este tipo o los sistemas de protección 1 de este tipo se fijan de manera separable en el objeto a proteger (no representado en detalle), por ejemplo, mediante atornillado o similar. Una combinación de ambas posibilidades amplía el campo de aplicación o la adaptación individual de la protección balística a los requerimientos o las circunstancias. Los objetos/vehículos a proteger, etc., se pueden adaptar a los requerimientos de protección individuales y en el caso de una incorporación posterior de los sistemas de protección 1 se pueden adaptar también in situ. El peso propio menor del sistema de protección 1 permite cumplir también requerimientos impuestos a diversas condiciones de transporte.

REIVINDICACIONES

1. Utilización de una capa de cermet, aplicada sobre el material de base (3) y/o el sustrato (3), como capa de protección (2) de efecto balístico en un sistema de protección balística (1), estando formada la capa de cermet por una parte de fase de material duro y una parte restante de fase de aglutinante (12), siendo la parte de fase de material duro de 60 a 98 % en peso, estando compuesta la fase de material duro, entre otros, de un carburo, por ejemplo, carburo de tungsteno, carburo de cromo, carburo de titanio, carburo de tántalo, carburo de niobio, carburo de vanadio, carburo de silicio, etc., así como mezclas de los mismos, y estando presentes como fase de aglutinante el cobalto (Co) o las aleaciones de cobalto, el níquel (Ni) o las aleaciones de níquel y también el hierro (Fe) o las aleaciones de hierro.
2. Utilización de una capa compuesta de cermet, aplicada sobre el material de base (3) y/o el sustrato (3), como capa de protección (2) de efecto balístico en un sistema de protección balística (1), estando formada la capa compuesta de cermet (2) por una parte de fase de material duro y una parte restante de fase de aglutinante (12), siendo la parte de fase de material duro de 60 a 98 % en peso, estando compuesta la fase de material duro, entre otros, de un carburo, por ejemplo, carburo de tungsteno, carburo de cromo, carburo de titanio, carburo de tántalo, carburo de niobio, carburo de vanadio, carburo de silicio, etc., así como mezclas de los mismos, y estando presentes como fase de aglutinante el cobalto (Co) o las aleaciones de cobalto, el níquel (Ni) o las aleaciones de níquel y también el hierro (Fe) o las aleaciones de hierro.
3. Sistema de protección balística (1) mediante la utilización de una capa de cermet, aplicada sobre el material de base (3) y/o el sustrato (3), como capa de protección (2) de efecto balístico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la capa de cermet es una capa de recubrimiento (2).
4. Sistema de protección balística (1) mediante la utilización de una capa compuesta de cermet, aplicada sobre el material de base (3) y/o el sustrato (3), como capa de protección de efecto balístico de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** la capa compuesta de cermet es una capa de recubrimiento (2).
5. Sistema de protección balística (1) de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, **caracterizado por que** el material de base (3) y/o el sustrato (3) están compuestos de materiales de sustrato diferentes o distintos, por ejemplo, aceros, aceros especiales, metales ligeros, materiales compuestos, aleaciones de titanio, aleaciones de aluminio, etc.
6. Sistema de protección balística (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado por que** el material de base (3) y/o el sustrato (3) se forman mediante estructuras de componentes tridimensionales complejas y/o superficies curvadas.
7. Sistema de protección balística (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado por que** una capa de agente adhesivo, que se puede aplicar sobre el material de base (3) y/o el sustrato (3), está integrada entre la capa de cermet y/o la capa compuesta de cermet (2), así como el material de base (3) y/o el sustrato (3).
8. Sistema de protección balística (1) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** como capa de agente adhesivo se utilizan NiCr, NiAl y similares.
9. Procedimiento para la fabricación de un sistema de protección (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizado por que** un quemador HVOF o quemador HVOLF (11) proyecta partículas fundidas (12), materiales de cermet, sobre el material de base o el sustrato (3), que se endurecen a continuación para formar una capa de protección de cermet depositada por vía termocinética en la superficie (4) del material de base o del sustrato (3).
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** la superficie (4) del material de base (3) no está tratada.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** la superficie (4) está pretratada mediante chorro de arena, chorro de agua, mecanizado con arranque de virutas, erosión, ablación por láser y/o mecanizado por láser, etc.
12. Objeto con un sistema de protección (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 11.
13. Objeto de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** el sistema de protección (1) se ha proyectado directamente sobre el objeto.
14. Objeto de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** el sistema de protección (1) se ha fijado de manera separable en el objeto a proteger.
15. Objeto de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** el sistema de protección (1) se ha atornillado en el objeto.

