(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 709 433**

(51) Int. Cl.:

B32B 15/01 (2006.01)
C21D 9/42 (2006.01)
F41H 5/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2008** **E 08103856 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** **EP 2123447**

(54) Título: **Material compuesto con efecto de protección balística**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2019

(73) Titular/es:

THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
47166 Duisburg, DE

(72) Inventor/es:

BECKER, JENS-ULRIK;
HOFMANN, HARALD;
HÖCKLING, CHRISTIAN;
KERN, ANDREAS;
SCHRIEVER, UDO;
TAMLER, HORST WALTER y
TSCHERSICH, HANS-JOACHIM

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 709 433 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

Material compuesto con efecto de protección balística

La invención se refiere a un material compuesto con un efecto de protección balística que comprende una primera capa exterior de una primera aleación de acero y al menos una segunda capa de una segunda aleación de acero, dispuesta debajo de la primera capa, y al menos una tercera capa de una tercera aleación de acero, dispuesta debajo de la segunda capa. Además, la invención se refiere a un uso de acuerdo con la invención del material compuesto.

Los aceros de seguridad se utilizan para la protección balística de seres vivos, objetos y dispositivos, en particular edificios o vehículos. Para lograr el mejor efecto de protección balística posible, los aceros de seguridad utilizados en este caso presentan, además de la mayor resistencia posible, la mayor tenacidad posible combinada con la mayor dureza posible. Una alta dureza de los aceros utilizados proporciona una alta resistencia a la penetración contra un impacto balístico y, por ejemplo, provoca la expansión de un proyectil. Por ello se puede reducir la profundidad de penetración en el material. Al mismo tiempo, una gran cantidad de energía del impacto balístico puede ser absorbida en el material debido a una gran tenacidad. Este tipo de material también ofrece una gran resistencia frente a una formación de fisuras no deseada del material. La dureza y la tenacidad del material por norma general se contrarrestan entre sí, por lo que un material con una dureza muy alta, por ejemplo, la mayoría de las veces tiende a la fragilización. Los materiales de alta tenacidad, por el contrario, no presentan grandes durezas. Al añadir elementos de aleación caros, tales como por ejemplo níquel, molibdeno, cromo o cobalto, ciertamente se puede encontrar una muy buena solución intermedia entre tenacidad y dureza, pero con unos costes de aleación y fabricación muy elevados. Además, también se debe asegurar que los materiales permanezcan conformables para que puedan ser utilizados en consecuencia.

Con el fin de proporcionar una solución significativamente más económica, por el estado de la técnica, por ejemplo, por el documento alemán abierto a inspección pública DE 29 21 854 C1, se conocen materiales compuestos que consisten en dos aleaciones de acero diferentes. La primera capa exterior de aleación de acero, por ejemplo, consiste en una aleación de acero con un contenido de carbono (contenido de C) del 0,35 al 0,7 % en peso, un contenido de Si del 0,10 al 0,70 % en peso, un contenido de Mn del 0,5 al 1 % en peso, P y S en cada caso menos del 0,02 % en peso, Cr del 1,3 al 2,6 % en peso, Ni del 0,2 al 3,6 % en peso, Mo del 0,4 al 0,7 % en peso y V del 0,04 al 0,3 % en peso, resto Fe. Esta capa exterior orientada hacia el lado del disparo debe presentar una dureza particularmente alta. Junto con la capa de aleación de acero dispuesta por debajo con una composición de aleación de menos del 0,15 % en peso de C, del 0,15 al 0,35 % en peso de Si, del 0,85 al 1,6 % en peso de Mn, P y S en cada caso menos del 0,02 % en peso, del 0,5 al 0,8 % en peso de Ni y del 0,20 al 0,40 % en peso de Al, resto Fe, que es más tenaz y blanda, resulta una protección balística mejorada. Si bien es cierto que con el material compuesto de dos capas se ha conseguido una clara mejora con respecto a un material de una capa en cuanto a un efecto de protección balística más económico, existe no obstante una necesidad constante de mejorar el efecto de protección balística con un espesor igual o menor, por ejemplo, para lograr una reducción del peso en el blindaje de vehículos.

Los materiales compuestos de tres capas, que se fabrican mediante plaqueado por laminación y son adecuados para su uso como chapas de blindaje, son ya conocidos por el estado de la técnica del documento AT 372 113. En los materiales compuestos desvelados en esta publicación, el estrato interior y los dos estratos exteriores pueden estar hechos de diferentes aleaciones de acero.

El documento US 2.438.759 A se refiere a un procedimiento para la producción de una chapa de blindaje como chapa compuesta de acero, en la que capas con distintos contenidos en carbono y, en consecuencia, diferentes propiedades en cuanto a la dureza y la tenacidad, se unen entre sí y se calientan hasta que se produce la configuración de una zona de difusión de carbono en la zona de la unión.

El documento DE 10 2005 006 606 B3 se refiere a un procedimiento para la fabricación de una cinta de laminación en caliente plaqueada por laminación para el procesamiento posterior hasta dar una cinta de laminación en frío. La Fig. 2 muestra un paquete de placas de tres capas, en el que las placas exteriores presentan una alta resistencia al desgaste, mientras que la placa interior es blanda y fácilmente deformable. Sin embargo, aparte del carbono, no se desvelan contenidos de aleaciones especiales.

El documento US 5.418.074 desvela un material compuesto con un material central del tipo de aleación de acero CK 15, que está plaqueado en ambos lados con un acero del tipo 16MnCr5.

El documento EP 0 509 854 A describe un procedimiento para la producción de una chapa de tres capas con capas exteriores exentas de aluminio, que debe tener una alta resistencia a la abrasión.

El documento US 4.645.720 A desvela una placa de blindaje que se compone por dos planos de acero plaqueado. Cada uno de estos planos consta, en cada caso, de la misma capa superior e inferior de acero, estando los planos unidos entre sí de tal manera que la respectiva capa superior de los planos se encuentra una encima de la otra. Por

consiguiente, la placa de blindaje consiste básicamente en tres capas de acero, a saber, la capa interior y las dos capas exteriores. En cuanto a las capas interiores se desvela que estas capas presentan una dureza particularmente alta. Las dos capas exteriores también deben tener el mayor grado de dureza posible.

Por el documento US 2003/0029530 A1 se conoce un material compuesto de acero con tres capas de aleación, que se produce para la generación de un gradiente de aleación plano mediante una compleja fundición simultánea. No se desvela un efecto de protección balística del material compuesto.

Partiendo de esto, la presente invención se basa en el objetivo de proponer un material compuesto con efecto de protección balística, que conduzca a una mejora adicional de las propiedades de efecto de protección balística y haga posible una reducción del peso o de los espesores de pared del material compuesto. Además, también deben reducirse los costes de producción y aleación de los materiales compuestos con efecto de protección balística.

El objetivo que se ha señalado anteriormente se consigue con un material compuesto con las características de las reivindicaciones independientes 1 a 4 y 5. Otras formas de realización resultan de las reivindicaciones dependientes.

La combinación de acuerdo con la invención de los componentes de la aleación conduce a una dureza mejorada con muy buenos valores de tenacidad o ductilidad en la primera capa exterior u orientada hacia el disparo. Al limitar el contenido de cromo a menos del 1,2 % en peso se previene la formación de carburos y, por lo tanto, la reducción de la tenacidad. Además, el elemento de aleación cromo es relativamente caro, de modo que la limitación del contenido de cromo al mismo tiempo lleva a una reducción del coste del material compuesto de acuerdo con la invención. Sin embargo, la presencia de cromo promueve la templabilidad completa de la capa de aleación de acero. Mayores contenidos en manganeso mejoran ciertamente la tenacidad, pero la templabilidad completa disminuye con el aumento del contenido de manganeso debido a la tendencia al afinamiento del grano. Dado que se requieren altas durezas en la capa exterior, el contenido de manganeso se limita al 2,65 % en peso, de modo que se mantiene la templabilidad completa. El aluminio se une al nitrógeno para formar nitruros y conduce a la estabilización del acero. Este efecto se nota a partir de contenidos del 0,015% en peso. Además, la formación de microestructura ferrítica es respaldada con contenidos más altos, por lo que se favorece la formación de microestructura de templado. Además, la temperatura de inicio de martensita de la aleación de acero se eleva por los contenidos en aluminio, pudiendo compensarse la caída de la temperatura de inicio de martensita debido a la aleación de cromo y manganeso con contenidos de Al de hasta el 1,55 % en peso. El ajuste de una temperatura de inicio "normal" de martensita favorece la templabilidad completa de la totalidad del material compuesto.

La combinación de acuerdo con la invención de los elementos de aleación de la primera aleación de acero permite el ajuste de una microestructura favorable de la aleación de acero de la capa exterior, de modo que se pueden facilitar durezas y tenacidades mejoradas. Debido a la dureza mejorada con valores constantes de tenacidad o ductilidad, un proyectil o una astilla que impacta en la capa exterior, por ejemplo, puede expandirse mucho sin producirse la formación de fisuras en el material compuesto. Debido a sus valores de ductilidad comparativamente más altos, la segunda capa asegura que, en particular, la primera capa no se astille o que las astillas creadas en ella vuelvan a quedar atrapadas con la segunda capa, de modo que, como resultado, se consigue un efecto de protección balística significativamente mejorado. Preferentemente, el contenido de carbono en la primera capa del material compuesto se limita al 0,45% del peso para aumentar la soldabilidad. Otra configuración de la primera capa exterior de aleación de acero del material compuesto de acuerdo con la invención se consigue por el hecho de que el contenido de manganeso asciende al menos al 0,65 % por peso, de modo que se pueden facilitar tenacidades más altas. Además, el contenido de cromo puede limitarse preferentemente al 0,7 % en peso, lo que, además de una mayor reducción de costes, permite una reducción de la formación de carburo al tiempo que se mantiene la templabilidad completa.

De acuerdo con la invención, el efecto de protección balística puede aumentarse adicionalmente al presentar la segunda aleación de acero de la segunda capa los siguientes componentes de la aleación en porcentaje en peso:

		C	≤	0,4 %,
		Si	≤	0,8 %,
0,05 %	≤	Mn	≤	1,5 %,
		Al	≤	10,0 %,
		Cr	≤	1,5 %,
		Ti	≤	0,5 %,
		Nb	≤	0,05 %,
		B	≤	0,005 %,

	V	≤	0,5 %,
	Mo	≤	0,6 %,
	P	≤	0,1 %,
	S	≤	0,03 %,
	N	≤	0,3 %,
	Ni	≤	1,5 %,
	Cu	≤	3,0 %,
opcionalmente	Sn	≤	0,04 %

resto Fe e impurezas inevitables.

Si está prevista al menos una tercera capa de una tercera aleación de acero por debajo de la segunda capa, la protección balística puede mejorarse aún más. Así, la composición de la tercera capa corresponde de acuerdo con la invención a la de la primera capa de aleación de acero y utilizando una capa inferior especialmente dura del material compuesto, un proyectil o una astilla se puede detener por la tercera capa inferior. Cuando se utilizan dos capas con mayor ductilidad que las capas media e inferior, la capacidad de absorción de energía puede aumentarse aún más o ajustarse específicamente a ciertos impactos balísticos, especialmente cuando se utiliza una tercera capa adicional con un alto contenido de manganeso.

Si, de acuerdo con una primera forma de realización del material compuesto de acuerdo con la invención, la aleación de acero de la primera capa es un acero revenido con las siguientes proporciones de componentes de la aleación:

0,06 %	≤	C	≤	0,25 %,
0,05 %	≤	Si	≤	0,4 %,
0,3%	≤	Mn	≤	1,4 %,
0,015 %	≤	Al	≤	1,55 %,
	Cr	+ Mo	≤	0,5 %,
		Ti	≤	0,05 %,
		Nb	≤	0,1 %,
		B	≤	0,005 %,
		P	≤	0,08 %,
		S	≤	0,01 %,
		Ni	≤	4,0 %,
		V	≤	0,5 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una ductilidad mayor que la primera, el material compuesto presenta buenas propiedades de conformación antes del revenido y es fácilmente conformable hasta dar un producto o una preforma, que puede endurecerse en un proceso final de revenido. La fabricación de componentes, por ejemplo piezas de automóvil, a partir del material compuesto puede simplificarse en consecuencia. Por ejemplo, una capa de un acero 22MnB5 puede utilizarse como capa de acero de revenido.

Otra forma de realización alternativa del material compuesto de acuerdo con la invención prevé que la aleación de acero de la primera capa sea un acero multifásico, que presenta las siguientes proporciones de componentes de la aleación en porcentaje en peso:

0, 065 %	≤	C	≤	0,23 %,

0,07 %	≤	Si	≤	1,65 %,
1,45 %	≤	Mn	≤	2,65 %,
0,02 %	≤	Al	≤	1,55 %,
0,06 %	≤	Cr	≤	0,65 %,
0,05 %	≤	Mo	≤	0,14 %,
		Nb	≤	0,03 %,
		Ti	≤	0,13 %,
		B	≤	0,005 %,
		P	≤	0,08 %,
		S	≤	0,01 %,
		Ni	≤	4,0 %,
		V	≤	0,5 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una mayor ductilidad que la primera.

Los aceros multifásicos proporcionan altas resistencias sin un proceso de revenido con propiedades de conformado aún aceptables.

Una mejora adicional con respecto a la soldabilidad con el uso de aceros multifásicos en la primera capa se consigue por la siguiente forma de realización alternativa del material compuesto de acuerdo con la invención por el hecho de que la aleación de acero de la primera capa es un acero multifásico que presenta las siguientes proporciones de componentes de aleación en porcentaje de peso:

0,065 %	≤	C	≤	0,16 %,
0,07 %	≤	Si	≤	0,75 %,
1,45 %	≤	Mn	≤	2,0 %,
0,02 %	≤	Al	≤	0,05 %,
		Cr	≤	0,6 %,
0,05 %	≤	Ti	≤	0,13 %,
		Mo	≤	0,05 %,
		B	≤	0,002%,
		Nb	≤	0,1 %,
		P	≤	0,08 %,
		S	≤	0,01 %,
		Ni	≤	4,0 %,
		V	≤	0,5 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una mayor ductilidad que la primera.

De acuerdo con otra configuración alternativa del material compuesto de acuerdo con la invención, la aleación de acero de la primera capa es un acero de seguridad que presenta las siguientes proporciones de componentes de aleación en porcentaje de peso:

0,06 %	≤	C	≤	0,4 %,
0,05 %	≤	Si	≤	1,0 %,
0,3 %	≤	Mn	≤	2,0 %,
0,015 %	≤	Al	≤	0,2 %,
		Mo	≤	0,7 %,
		B	≤	0,005%,
		V	≤	0,1 %,
		Ni	≤	3,7 %,
		Cr	≤	1,2 %,
		Ti	≤	0,13 %,
		Nb	≤	0,1 %,
		B	≤	0,005 %,
		P	≤	0,08 %,
		S	≤	0,01 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una mayor ductilidad que la primera.

Los aceros de seguridad se han utilizado hasta ahora para blindajes de una sola capa y, junto con la segunda capa más blanda, proporcionan también una mejora adicional en términos de penetración y prevención de la formación de astillas en caso de impacto de un proyectil.

De acuerdo con la invención, la segunda capa consiste en un acero estructural especial con los componentes de aleación especificados anteriormente en porcentaje de peso.

Debido a su dureza relativamente alta de aproximadamente 400 HB y una tenacidad relativamente alta con valores de ductilidad superiores al 12 %, un acero estructural especial correspondiente puede evitar que una capa exterior dura del material compuesto se rompa y, por ejemplo, proteger eficazmente a los ocupantes del vehículo contra astillas.

La segunda capa consiste, en un ejemplo de realización no de acuerdo con la invención, en un acero de alto contenido de manganeso con los siguientes componentes de aleación adicionales en porcentaje de peso:

10 % ≤ Mn ≤ 30 %.

Los aceros de alto contenido de manganeso con contenidos en manganeso de entre el 10 y el 30 % en peso presentan unas propiedades especialmente buenas con respecto a la segunda capa del material compuesto, ya que combinan altos valores de ductilidad con resistencias extremas alrededor de 1000 MPa. La dureza Brinell de las capas es de 300 a 350 HB y, por lo tanto, también contribuye significativamente a la expansión y al frenado de un proyectil que impacta. Mediante la utilización de los aceros con un alto contenido de manganeso, el espesor de pared de los materiales compuestos con efecto de protección balística puede reducirse significativamente una vez más. Incluso con cargas altamente dinámicas, como las que se producen bajo efectos balísticos, se consigue un alto efecto de protección debido a la característica específicas de consolidación de los aceros con un alto contenido de manganeso. Al alear del 1 % en peso al 10 % en peso de Al se puede reducir la densidad del material compuesto y, por lo tanto, se puede conseguir un ahorro de peso.

Si se utilizan aceros exentos de cobalto y/o níquel como segunda capa de aleación de acero de acuerdo con una configuración de acuerdo con la invención, los vapores o polvos nocivos para la salud pueden reducirse o evitarse completamente durante el procesamiento del material compuesto.

El material compuesto se produce mediante plaqueado por laminación de acuerdo con una forma de realización de acuerdo con la invención. El plaqueado por laminación es un procedimiento particularmente rentable con el que se pueden producir sin más materiales compuestos, en particular también de tres capas. Además, en el material

compuesto plaqueado por laminación hay una unión de superficie, con unión material, entre las capas del material compuesto, de modo que se producen efectos de cizalla en las capas límite entre los diferentes materiales durante el impacto balístico, que también sirven para la absorción de energía.
Finalmente, de acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención, el material compuesto es bobinable hasta un espesor de material de 10 mm, de modo que el material compuesto puede ser procesado desde la cinta. Esto puede lograrse mediante una selección específica de los espesores de capa de capa dura y tenaz y/o mediante un posterior revenido en el caso del uso de un acero de revenido.

De acuerdo con una segunda enseñanza de la presente invención, el material compuesto de acuerdo con la invención se utiliza para una protección balística de seres vivos, dispositivos, en particular automóviles o edificios. Especialmente en el caso de los automóviles, la ventaja especial es que, además del efecto de protección balística mejorado, se consigue una reducción de los espesores de pared y, por lo tanto, una reducción del peso.

Hay ahora una pluralidad de posibilidades para perfeccionar y configurar el material compuesto de acuerdo a la invención así como su uso. Para ello se hace referencia, por un lado, a las reivindicaciones que siguen a la reivindicación 1 y, por otro lado, a la descripción de dos ejemplos de realización en relación con el dibujo. El dibujo muestra en

la Fig. 1 una vista esquemática del corte a través de un ejemplo de realización de un material compuesto de acuerdo con la invención con dos capas de aleación de acero diferentes y

la Fig. 2 un segundo ejemplo de realización en una vista esquemática del corte de un material compuesto de acuerdo con la invención con tres capas de aleación de acero.

En la Fig. 1 se representa un ejemplo de realización de dos estratos de un material compuesto en una vista esquemática del corte. El material compuesto consiste en una capa exterior de aleación de acero 1, que consiste en una aleación de acero con una composición de aleación de acuerdo con la reivindicación 1. Esta capa de aleación de acero presenta durezas particularmente altas, por ejemplo en el intervalo de más de 600 HB, mientras que la segunda capa en el presente ejemplo de realización es una capa de aleación de acero de alto contenido de manganeso, que proporciona una alta tenacidad gracias a unos valores de ductilidad muy buenos de hasta el 60 % con unas resistencias altas de 1000 MPa y una dureza Brinell de 300 a 350 HB. Debido a esta capa inferior especialmente tenaz, un proyectil balístico que incide en el material compuesto en la dirección de la flecha se ensancha primero fuertemente en la capa 1, especialmente dura, para reducir a continuación la energía del impacto deformando la capa 2 inferior.

En contraste con los materiales compuestos de dos estratos previamente conocidos, de acuerdo con la invención resulta la ventaja al seleccionar la capa exterior particularmente dura en combinación con una capa inferior particularmente tenaz del material compuesto. En comparación con el acero de seguridad y los materiales compuestos de dos estratos previamente conocidos con efecto de protección balística, el espesor de pared del material utilizado para la protección balística puede reducirse con ello aún más, mientras que la protección balística sigue siendo la misma y, así, por ejemplo en automóviles, se puede conseguir una mejor protección balística o una clase de protección balística mejorada sin tener que realizar modificaciones adicionales y costosas en el chasis debido a la reducción del propio peso.

Por supuesto, también pueden estar previstas varias capas en el material compuesto de acuerdo con la invención. La Fig. 2 muestra un ejemplo de realización de acuerdo con la invención con tres capas en una vista esquemática del corte. Además de las capas 1 y 2, la capa más baja consiste en una aleación de acero, que es idéntica a la aleación de acero de la capa 1. De este modo, la capa inferior 3, de dureza extrema, sirve como capa de recepción para cualquier proyectil que pase a través de las capas compuestas 1 y 2. El material compuesto de tres estratos con efecto de protección balística que se muestra en la Fig. 2 conduce a un aumento adicional y significativo del efecto de protección. Se han obtenido buenos resultados con el compuesto de tres estratos, por ejemplo, con relaciones de espesor de las capas entre sí de 25 %/50 %/25 % o 30 %/40 %/30 %.

REIVINDICACIONES

1. Material compuesto con efecto de protección balística que presenta una primera capa exterior de una primera aleación de acero y al menos una segunda capa de una segunda aleación de acero, dispuesta debajo de la primera capa, y está prevista al menos una tercera capa de una tercera aleación de acero, dispuesta debajo de la segunda capa,

caracterizado por que

la primera aleación de acero de la primera capa presenta un acero de revenido con los siguientes componentes de la aleación en porcentaje en peso (% en peso):

0,06 %	≤	C	≤	0,25 %,
0,05 %	≤	Si	≤	0,4 %,
0,3 %	≤	Mn	≤	1,4 %,
0,015 %	≤	Al	≤	1,55 %,
	Mo	+ Cr	≤	0,5 %,
		Ti	≤	0,05 %,
		Nb	≤	0,1 %,
		B	≤	0,005 %,
		P	≤	0,08 %,
		S	≤	0,01 %,
		Ni	≤	4,0 %,
		V	≤	0,5 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una ductilidad mayor que la primera, siendo la segunda aleación de acero de la segunda capa un acero estructural especial, que presenta los siguientes componentes de la aleación en % en peso:

		C	≤	0,4 %,
		Si	≤	0,8 %,
0,05 %	≤	Mn	≤	1,5 %,
		Al	≤	10,0 %,
		Cr	≤	1,5 %,
		Ti	≤	0,5 %,
		Nb	≤	0,05 %,
		B	≤	0,005 %,
		V	≤	0,5 %,
		Mo	≤	0,6 %,
		P	≤	0,1 %,
		S	≤	0,03 %,
		N	≤	0,3 %,
		Ni	≤	1,5 %,

		Cu	≤	3,0 %,
	opcionalmente	Sn	≤	0,04 % y

resto Fe e impurezas inevitables, correspondiéndose la tercera capa en su composición a la primera aleación de metal.

2. Material compuesto con efecto de protección balística que presenta una primera capa exterior de una primera aleación de acero y al menos una segunda capa de una segunda aleación de acero, dispuesta debajo de la primera capa, y está prevista al menos una tercera capa de una tercera aleación de acero, dispuesta debajo de la segunda capa,
caracterizado por que
la primera aleación de acero de la primera capa es un acero multifásico, que presenta los siguientes componentes de la aleación en porcentaje en peso (% en peso):

0,065 %	≤	C	≤	0,23 %,
0,07 %	≤	Si	≤	1,65 %,
1,45 %	≤	Mn	≤	2,65 %,
0,02 %	≤	Al	≤	1,55 %,
0,06 %	≤	Cr	≤	0,65 %,
0,05 %	≤	Mo	≤	0,14 % y
		Ti	≤	0,13 %,
		Nb	≤	0,03 %,
		B	≤	0,005 %,
		P	≤	0,08 %,
		S	≤	0,01 %,
		Ni	≤	4,0 %,
		V	≤	0,5 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una ductilidad mayor que la primera, estando compuesta la segunda aleación de acero de la segunda capa por un acero estructural especial, que presenta los siguientes componentes de la aleación en % en peso:

		C	≤	0,4 %,
		Si	≤	0,8 %,
0,05 %	≤	Mn	≤	1,5 %,
		Al	≤	10,0 %,
		Cr	≤	1,5 %,
		Ti	≤	0,5 %,
		Nb	≤	0,05 %,
		B	≤	0,005 %,
		V	≤	0,5 %,
		Mo	≤	0,6 %,
		P	≤	0,1 %,

	S	≤	0,03 %,
	N	≤	0,3 %,
	Ni	≤	1,5 %,
	Cu	≤	3,0 %,
opcionalmente	Sn	≤	0,04 % y

resto Fe e impurezas inevitables, correspondiéndose la tercera capa en su composición a la primera aleación de metal.

3. Material compuesto con efecto de protección balística que presenta una primera capa exterior de una primera aleación de acero y al menos una segunda capa de una segunda aleación de acero, dispuesta debajo de la primera capa, y está prevista al menos una tercera capa de una tercera aleación de acero, dispuesta debajo de la segunda capa,
caracterizado por que
la primera aleación de acero de la primera capa es un acero multifásico, que presenta los siguientes componentes de la aleación en porcentaje en peso (% en peso):

0,065 %	≤	C	≤	0,16 %,
0,07 %	≤	Si	≤	0,75 %,
1,45 %	≤	Mn	≤	2,0 %,
0,02 %	≤	Al	≤	0,05 %,
		Cr	≤	0,6 %,
		Mo	≤	0,05 %,
0,05 %	≤	Ti	≤	0,13 %,
		Nb	≤	0,1 %,
		B	≤	0,002 %,
		P	≤	0,08 %,
		S	≤	0,01 %,
		Ni	≤	4,0 %,
		V	≤	0,5 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una ductilidad mayor que la primera, estando compuesta la segunda aleación de acero de la segunda capa por un acero estructural especial, que presenta los siguientes componentes de la aleación en % en peso:

	C	≤	0,4 %,
	Si	≤	0,8 %,
0,05 % ≤	Mn	≤	1,5 %,
	Al	≤	10,0 %,
	Cr	≤	1,5 %,
	Ti	≤	0,5 %,
	Nb	≤	0,05 %,
	B	≤	0,005 %,

	V	≤	0,5 %,
	Mo	≤	0,6 %,
	P	≤	0,1 %,
	S	≤	0,03 %,
	N	≤	0,3 %,
	Ni	≤	1,5 %,
	Cu	≤	3,0 %,
opcionalmente	Sn	≤	0,04 % y

resto Fe e impurezas inevitables, correspondiéndose la tercera capa en su composición a la primera aleación de metal.

4. Material compuesto con efecto de protección balística que presenta una primera capa exterior de una primera aleación de acero y al menos una segunda capa de una segunda aleación de acero, dispuesta debajo de la primera capa, y está prevista al menos una tercera capa de una tercera aleación de acero, dispuesta debajo de la segunda capa,
caracterizado por que
la primera aleación de acero de la primera capa es un acero de seguridad, que presenta los siguientes componentes de la aleación en porcentaje en peso (% en peso):

0,06 %	≤	C	≤	0,4 %,
0,05 %	≤	Si	≤	1,0 %,
0,3 %	≤	Mn	≤	2,0 %,
0,015 %	≤	Al	≤	0,2 %,
		Mo	≤	0,7 %,
		B	≤	0,005%,

Cr	≤	1,2 %,
Ti	≤	0,13 %,
Nb	≤	0,1 %,
B	≤	0,005 %,
P	≤	0,08 %,
S	≤	0,01 %,
Ni	≤	3,7 %,
V	≤	0,1 % y

resto Fe e impurezas inevitables, presentando la segunda capa una ductilidad mayor que la primera, estando compuesta la segunda aleación de acero de la segunda capa por un acero estructural especial, que presenta los siguientes componentes de la aleación en % en peso:

C	≤	0,4 %,
Si	≤	0,8 %,

0,05 % ≤	Mn	≤	1,5 %,
	Al	≤	10,0 %,
	Cr	≤	1,5 %,
	Ti	≤	0,5 %,
	Nb	≤	0,05 %,
	B	≤	0,005 %,
	V	≤	0,5 %,
	Mo	≤	0,6 %,
	P	≤	0,1 %,
	S	≤	0,03 %,
	N	≤	0,3 %,
	Ni	≤	1,5 %,
	Cu	≤	3,0 %,
opcionalmente	Sn	≤	0,04 % y

resto Fe e impurezas inevitables, correspondiéndose la tercera capa en su composición a la primera aleación de metal.

5. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado por que
las aleaciones de acero de las capas del material compuesto están exentas de níquel y/o cobalto.

6. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado por que
el material compuesto se produce mediante plaqueado por laminación.

7. Uso de un material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 como material para una protección balística de seres vivos, dispositivos, en particular automóviles o edificios.

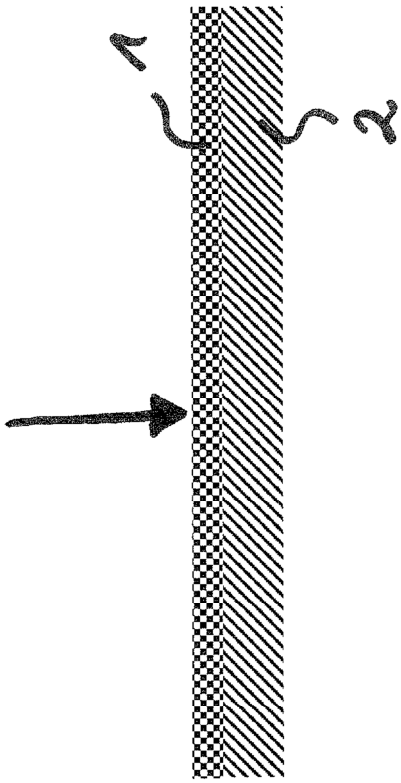

Fig. 1

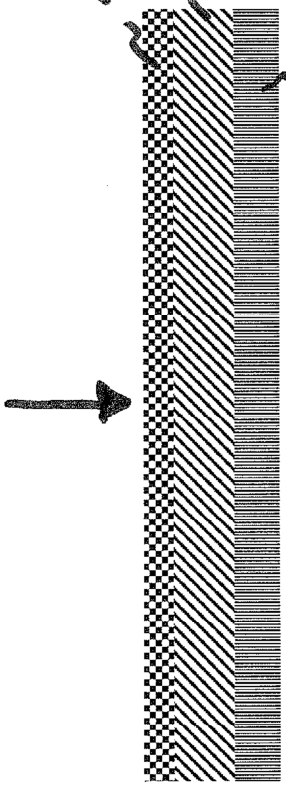

Fig. 2