

(19)



(11)

EP 2 565 290 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.08.2018 Patentblatt 2018/31

(51) Int Cl.:
C23C 4/02 (2006.01) **C23C 4/12 (2016.01)**
C23C 28/00 (2006.01) **F41H 5/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12182382.7**

(22) Anmeldetag: **30.08.2012**

(54) **Ballistisches Schutzsystem**

Ballistic protection system

Système de protection balistique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **30.08.2011 DE 102011111404**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.03.2013 Patentblatt 2013/10

(73) Patentinhaber: **Rheinmetall Waffe Munition GmbH**
29345 Unterlüss (DE)

(72) Erfinder:
 • **Peikert, Berthold**
29345 Unterlüss (DE)
 • **Niefanger, Roland, Dr.**
38557 Osloß (DE)

- **Gadow, Rainer, Prof.Dr.**
70569 Stuttgart (DE)
- **Killinger, Andreas, Dr.**
70569 Stuttgart (DE)
- **Manzat, Andrei-Sorin**
70569 Stuttgart (DE)
- **Silber, Martin Tobias**
70569 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Dietrich, Barbara**
Thul Patentanwaltsgesellschaft mbH
Rheinmetall Platz 1
40476 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 323 082 **JP-A- H1 171 664**
US-A1- 2002 088 340

EP 2 565 290 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschäftigt sich mit einer thermokinetisch abgeschiedenen cermetischen Schicht bzw. einem derartigen Schichtverbund für bzw. als ballistische Schutzsysteme. Die thermisch gespritzte Auflageschicht hat dabei die Aufgabe, Geschosse, insbesondere solche mit Hartmetallcharakter aber auch andere, zu brechen. Das ballistische Schutzsystem selbst umfasst ein Basismaterial und / oder ein Substrat, auf dem die cermetische Schicht und / oder der cermetische Schichtverbund als ballistische Schutzschicht bzw. als ballistisch wirkenden Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF, HVOLF) aufgebracht ist. Neben möglichen gasförmigen Energieträgern kommen bevorzugt auch flüssige Energieträger (liquid fuel) zum Tragen.

[0002] Bei einer Beaufschlagung einer Schutzstruktur mit einem Geschoss oder mit Splintern erfährt diese Schutzstruktur im Wesentlichen eine starke punktuelle Belastung. Die Schutzstruktur übernimmt dabei die Aufgabe, diese Belastung abzubauen und das auftreffende Geschoss am weiteren Eindringen bzw. Durchdringen zu hindern.

[0003] Neben reinen Panzerstahlstrukturen werden immer häufiger Keramik-Verbunde eingesetzt, wobei die Keramik das Geschoss bricht oder erodiert, während ein so genanntes Liner-Material, z. B. Aramid oder Elastomere oder andere zähe Materialien, die noch verbleibenden Fragmente stoppt bzw. zurückhält.

[0004] Aus der DE 103 23 082 A1 ist ein Schichtverbundstoff aus Metall und faserverstärkter Keramik bekannt. Glaskeramisches Panzermaterial offenbart die DE 10 2007 025 894 B4.

[0005] Ein weiteres ballistisches Schutzkonzept bzw. Schutzmodul beschreibt die DE 10 2009 043 492 B4. Hierbei werden eine Keramik-Kachel und deren Träger von einem Schrumpfschlauch eng umschlossen, wodurch eine Druckspannung erzeugt wird, die lokale ballistische Schwachstellen in derartigen Keramik-Verbunden verhindert.

[0006] Eine Schutzeinrichtung gegen Projektil bildende Ladungen zeigt die DE 10 2009 040 305 B4 auf. Die Schutzeinrichtung besteht aus Werkstoffstreifen, bestehend aus verschiedenen Werkstoffen. Diese sind übereinander liegend zur Einwirkungsrichtung weisend als Sandwich aufgebaut. Die DE 10 2008 028 318 A1 offenbart einen Durchschuss hemmenden transparenten Schichtverbund.

[0007] Die Schutzeinrichtung nach der DE 10 2010 054 568 A1 schützt insbesondere gegen Multislug-Geschosse. In den Schutzplatten sind Metall- und / oder Keramik-Körper eindotiert.

[0008] Keramik-Liner-Verbunde zeichnen sich zwar durch ein geringeres Gewicht als reine Panzerstahlösungen aus, doch ist die Herstellung von insbesondere komplexen dreidimensionalen Strukturen und Flächengeometrien oftmals sehr aufwändig.

[0009] Die US 2002/088340 A1 betrifft ein leichtes

Panzerungssystem mit einem Substrat und abgestuften Metallmatrix-Verbundschichten. Die Schichten bestehen aus vielen Einzelschichten mit unterschiedlichen Mischungsverhältnissen (Volumenanteil) von keramischen zu metallischen Werkstoffen. Die Schichten werden ihrerseits auf das Substrat durch thermisches Aufspritzen aufgebracht. Das Panzerungssystem besteht zudem aus einer, auf den Metallmatrix-Verbundkörpern aufgetragenen keramischen Aufprallschicht, an der das Geschoss zersplittern soll.

[0010] Hier stellt sich die Aufgabe, ein ballistisch wirkendes Schutzsystem aufzuzeigen, das einfach in der Herstellung ist, Geschosse und dergleichen brechen kann und sich durch ein geringes Eigen-gewicht auszeichnet.

[0011] Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale der Patentansprüche 1, 2, 3, 4 und 9. Vorteilhafte Ausführungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

[0012] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, thermokinetisch abgeschiedene cermetische Schichten oder Schichtverbunde als ballistische bzw. ballistisch wirkende Schutzschicht auf (an) einem Basismaterial einzusetzen. - Cermetes sind ihrerseits Verbundwerkstoffe aus keramischen Werkstoffen in einer metallischen Matrixbindephase und zeichnen sich durch eine besonders hohe Härte und Verschleißfestigkeit aus. - Als Basismaterial werden unterschiedliche bzw. verschiedene Substrat- oder Rohwerkstoffe angesehen. Die thermisch gespritzte Auflageschicht hat und erfüllt dabei die Aufgabe, die Geschosse, beispielsweise solche mit Hartmetallcharakter aber auch mit einem Weichkern (z.B. Blei, Eisen etc.), und dergleichen zu brechen. Es werden spezielle Hartstoff-Schichten (Cermetische-Schichten) eingesetzt, die unter anderem sehr hohe Härten aufweisen.

[0013] Auf das Substratmaterial, dem so genannten >Backing<, wird entsprechend der (zukünftigen) Schutz-aufgabe des ballistischen Schutzsystems eine entsprechende thermische Spritzschicht aufgebracht, die unter anderem hohe Härten ähnlich einer Keramik aufweist, jedoch im Gewicht leichter ist. Die thermokinetisch aufgetragenen Schichtsysteme bzw. Schichtverbunde aus cermetischen Materialien können dabei zu sehr dichten Schichten auf den unterschiedlichen Substratwerkstoffen aufgebracht werden.

[0014] Das Aufspritzen der Schicht(en) ermöglicht den Einsatz von robotergeführten Brennern. Der Einsatz von robotergeführten Brennern wiederum ermöglicht die Beschichtung von komplexen dreidimensionalen Bauteilstrukturen und gekrümmten Oberflächen.

[0015] Ein Verfahren zum Aufbringen einer metallischen Korrosions-Schutzschicht aus selbsthaftenden, aber nicht selbstfließenden Pulvern wie Cermetes etc. mittels Flammspritzen offenbart die DE 35 15 314 A1. Vor dem Aufspritzen der Schutzschicht auf den Grundwerkstoff wird ein selbstfließendes, korrosionsbeständiges Metallpulver kalt aufgespritzt. Durch dieses korrosionsbeständige Metallpulver wird die Korrosions-Schutzschicht geschaffen. Eine Vorrichtung zur Herstellung ei-

ner Hartmetall- oder Cermetmischung beschreibt die DE 20 2007 012740 U1.

[0016] Als bevorzugt einzusetzende Brenner bieten sich spezielle HVOF- Brenner (High Velocity Oxygen Fuel = Hochgeschwindigkeitsflammspritzen) mit extrem hoher kinetischer Energie des Überschall schnellen heißen Partikelstrahls an. Bei dessen Auftragen auf der Bauteiloberfläche (Substrat, Basismaterial) kommt es zu einer starken Haftung und Verdichtung der Schicht sowie zu einer prozessbedingten Ausbildung von hohen Druckeigenstressspannungen in der Hartstoffschicht. Klassisch werden HVOF-Brenner mit gasförmigen Energieträgern wie z.B. Propan, Propen oder Acetylen betrieben.

[0017] In einer bevorzugten Anwendung wird für die hier beschriebenen ballistischen Schutzschichten ein spezielles Beschichtungsverfahren als besondere Variante aus der HVOF-Verfahrensgruppe eingesetzt, bei dem zusätzlich ein >liquid fuel<, z.B. Kerosin, als Energieträger genutzt wird (HVOLF- Brenner). Das HVOLF-Verfahren wird zur Verarbeitung der Cermets (keramische Hartstoffpartikel in metallischer Matrix), wie z.B. $\text{Cr}_3\text{C}_2/\text{NiCr}$ und WC/Co , herangezogen. Vor allem die Gruppe der ultraharten WC/Co - Werkstoffe lassen sich mit dem Verfahren sehr gut verarbeiten, da die thermische Belastung des Pulvers gering gehalten werden kann.

[0018] Der Einsatz von Flüssigbrennstoff erhöht die Energiedichte in der Brennkammer und vor allem die kinetische Energie des partikelbeladenen Heißgasstrahls ohne die Gastemperatur zu erhöhen. Dabei werden Geschwindigkeiten der Pulverpartikel von bis zu 1000 m/s erreicht. Diese hohen Partikelgeschwindigkeiten führen zu sehr dichten, homogenen Schichten mit geringer Porosität bei gleichzeitig hoher Haftung am Substrat. Die Schichten weisen neben der hohen Härte eine hohe Korrosionsbeständigkeit und Verschleißfestigkeit auf. Durch den intensiven Wärme- und Stoffübergang beim Beschichtungsprozess sowie durch den (extrem) hohen kinetischen Impact entstehen prozess- und abkühlbedingte Eigenspannungen im Schichtverbund, welche bei einer zielgerichteten Prozessführung vorteilhaft genutzt werden. Ebenso erlaubt das HVOLF- Verfahren einen hohen Werkstoffdurchsatz, d.h., eine hohe Produktionsleistung, wodurch sich das Verfahren insbesondere für großflächige Beschichtungen sowie zur Erzeugung hoher Schichtstärken eignet. Der Einsatz von intelligenten Robotersystemen und Steuerungen mit optimierten Trajektorien ermöglicht die Beschichtung von auch teilweise komplex geformten Bauteilen und gekrümmten Freiflächen.

[0019] Die eingesetzten Schichten bestehen bevorzugt aus einem möglichst hohen Anteil an keramischem Hartstoffpulver und einem geringen Anteil an metallischer oder refraktärmetallischer Bindephase, aus der eben ein bzw. der gewünschte hartzähe(r) Schichtverbund als Auflageschicht resultiert. - Eine solche Schichtzusammensetzung in Verbindung mit einer hohen Härte, einer guten Haftung und einer hohen Druckvorspannung

bildet eine Kombination der Schutzschichtfunktion zum Brechen der Geschosse. Gleichzeitig schafft es, wie bereits ausgeführt, fertigungstechnisch die Möglichkeit, komplexe Bauteilgeometrien, wie Ecken, Radien, Kanten, Verrundungen etc., zuverlässig, gleichmäßig und reproduzierbar beschichten zu können.

[0020] Durch die Vielfalt an möglichen Kombinationen aus Hartstoff- Schichtmaterialien und Substratmaterialien (Stähle, Sonderstähle, Leichtmetalle, Verbundwerkstoffe, Titanlegierungen, Aluminiumlegierungen, etc.) können maßgeschneiderte Lösungen für unterschiedliche Anwendungsfälle (bezogen auf den jeweiligen Schutzanspruch an das Schutzsystem selbst = Schutzlevel) und zusätzliche Gewichtseinsparungen erzielt werden.

[0021] Anhand eines Ausführungsbeispiels mit Zeichnung soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 eine einfache Darstellung eines ballistischen Schutzsystems nach der Erfindung,

Fig. 2 eine beispielhafte Abbildung eines Schichtwerkstoffs, vergrößerte Darstellung,

Fig. 3 eine allgemeine, vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung für das Beschichten zur Schaffung des Schutzsystems nach Fig. 1.

[0022] In Fig. 1 ist vereinfacht dargestellt ein Schutzsystem 1, umfassend zumindest ein Basismaterial bzw. Substrat 3, auf dem eine cermetische Schicht bzw. ein cermetischer Schichtverbund 2 aufgespritzt ist. Bereits die cermetische Schicht kann die ballistisch wirkende Schutzschicht bilden.

[0023] Fig. 2 zeigt beispielhaft einen auf das Substrat 3 aufgetragenen Schichtwerkstoff 2 in einer vergrößerten Darstellung.

[0024] Fig. 3 gibt eine vereinfacht dargestellte Vorrichtung 10 für das Beschichten des Substrates 3 an. Mit 11 ist ein HVOF- Brenner (bzw. HVOLF-Brenner) vereinfacht dargestellt, der schmelzflüssige Partikel 12 - cermetische Materialien - auf das Substrat 3 aufspritzt, die dann zu einer Schicht 2 an der Oberfläche 4 (Interface) des Substrates 3 erstarren. (Da das Erstarren im Verlaufe des Verfahrens selbst erfolgt, wurde die Schicht 2 leicht getrennt vom Substrat 3 dargestellt. In der Praxis ist jedoch die Schicht 2 direkt oder über eine Haftunterstützung auf bzw. am Substrat 3.) - Nicht näher dargestellt sind die notwendigen aber auch bekannten Kühlmittel inkl. Kreislauf / Einbindung im Brenner 11.

[0025] Der Ablauf des Verfahrens wird hier anhand eines HVOLF- Brenners (11) näher beschrieben: Beim High Velocity Liquid Fuel - Verfahren wird zusätzlich Flüssigbrennstoff 15 neben Sauerstoff 16 in eine Brennkammer 14 des Brenners 11 eingedüst, zerstäubt und verbrennt dort zusammen mit reinem Sauerstoff. Die entstehenden Verbrennungsgase strömen mit hoher Geschwindigkeit durch eine Expansionsdüse 13 nach au-

ßen. Am Brennkammeraustritt 14' wird radial der pulverförmige Beschichtungswerkstoff 12 eingedüst 17. Aufgrund der hohen Gastemperatur kommt es dabei zum partiellen oder vollständigen Aufschmelzen der Pulverpartikel 12, die vom Gaststrom mitgerissen, beschleunigt und schließlich auf dem zu beschichtenden Bauteil (3) abgeschieden werden. Als Pulverwerkstoffe kommen beispielsweise $\text{Cr}_3\text{C}_2/\text{NiCr}$ und (oder) WC/Co -Werkstoffe zum Einsatz.

[0026] Das Substrat 3 (Material) und das Schichtmaterial 2 sollten vorzugsweise aufeinander abgestimmt werden. Handelt es sich beim Substratmaterial beispielsweise um Stahl, dann ist das Schichtmaterial in einer anderen Dicke aufzutragen als bei anderen Substratmaterialien. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die Abstimmung der Prozessparameter Substrat 3 und Schichtmaterial 2. So werden die Prozessparameter für eine dickere Schicht und ein leichteres Substrat 3 anders angesetzt als für dünne Schichten und einem dichteren Material.

[0027] Die cermetische Schicht bzw. der Schichtverbund 2 kann einen Anteil Hartstoffphase in Gew% von beispielsweise 60-98 betragen, der Rest ist Binderphase (Partikel 12).

[0028] Die Hartstoffphase kann unter anderem aus einem Carbid, wie Wolframcarbid, Chromcarbid, Titancarbid, Tantalcarbid, Niobcarbid, Vanadiumcarbid, Siliziumcarbid etc. sowie Mischungen aus diesen bestehen.

[0029] Als Binderphase bieten sich Cobalt (Co) oder Cobaltlegierungen, wie CoCr , CoCr30W12C2.5 (STELLIT), CoNi32Cr21A18Y0.5 , CoMo28Cr18 (TRIBALLOY), an. Neben diesen können auch Nickel (Ni) oder Nickellegierungen sowie Eisen (Fe) oder Eisenlegierungen als Binderphase eingesetzt werden. Hierzu zählen beispielsweise Ni99 , NiCr13 , NiCr18Al6 , NiCr16Fe9 , NiAl5 , NiCr21Mo9Nb3 (INCOTEL) etc., bzw. FeCr13Co0.5 , FeNi2Co0.2 , FeAl10Mo1Co0.2 und FeCr17Ni12Mo2Si1C .

[0030] Als Haftunterstützung kann eine so genannte Haftvermittlerschicht vorgesehen werden, was aber nicht zwangsläufig Bedingung ist. So kann z.B. NiCr , NiAl und dergleichen als eine derartige Haftschrift genutzt werden. Diese Schicht dient dann dazu, dass die Schutzschicht 2 auf dem Basismaterial 3 besser haften kann, d.h., die Schicht erhöht das Haftverhalten der cermetischen Schicht 2 auf dem Basismaterial 3. Die Dicke dieser auf das Basismaterial 3 aufgetragenen Haftvermittlungsschicht kann in einem Bereich von max. wenigen hundert Mikrometern liegen, kann aber auch, wie bereits erwähnt, entfallen.

[0031] Die Oberfläche des Basismaterials 3 kann unbehandelt sein. Ist eine Vorbehandlung erwünscht, kann die Oberfläche beispielsweise durch Sandstrahlen, Wasserstrahlen, spanende Bearbeitung, Erodieren, Lasersablation und / oder Laserbearbeitung etc. entsprechend vorbehandelt werden. Diese Maßnahme bewirkt eine zusätzliche Aufrauung der Oberfläche und dient allgemein zur Förderung der mikromechanischen Verklammerung der Schichten.

[0032] Alle vorgenannten Angaben wie Menge, Zu-

sammensetzung der einzelnen Bestandteile der Schutzschicht 2 etc. sind nicht als einschränkend zu sehen. Vielmehr ergeben sich daraus Hinweise auf weitere Materialien, Mengenverhältnisse, Dicken und Vorbehandlungsmöglichkeiten.

[0033] Bevorzugt kann die thermisch aufgebrachte Schicht direkt auf die zu schützende Struktur aufgespritzt werden. Alternativ wird ein derartiges Schutzsystem 1 bzw. werden derartige Schutzsysteme 1 an dem zu schützenden Objekt (nicht näher dargestellt), lösbar befestigt, beispielsweise angeschraubt oder dergleichen. Eine Kombination der beiden Möglichkeiten erweitert das Einsatzgebiet bzw. die individuelle Anpassung des ballistischen Schutzes an die Anforderungen bzw. Gegebenheiten. Die zu schützenden Objekte / Fahrzeuge etc. können den individuellen Schutzanforderungen und im Falle einer nachträglichen Anbindung der Schutzsysteme 1 auch vor Ort angepasst werden. Durch das geringere Eigengewicht des Schutzsystems 1 können auch Anforderungen an diverse Transportbedingungen erfüllt werden.

Patentansprüche

1. Verwendung einer auf das Basismaterial (3) und / oder dem Substrat (3) aufgetragenen cermetischen Schicht als ballistisch wirkende Schutzschicht (2) in einem ballistischen Schutzsystem (1), wobei die cermetische Schicht aus einem Anteil Hartstoffphase und einem Rest Binderphase (12) besteht, wobei der Anteil Hartstoffphase in Gew% 60-98 beträgt, die Hartstoffphase unter anderem aus einem Carbid, wie Wolframcarbid, Chromcarbid, Titancarbid, Tantalcarbid, Niobcarbid, Vanadiumcarbid, Siliziumcarbid etc. sowie Mischungen aus diesen besteht und als Binderphase sich Cobalt (Co) oder Cobaltlegierungen, Nickel (Ni) oder Nickellegierungen als auch Eisen (Fe) oder Eisenlegierungen anbieten.
2. Verwendung einer auf das Basismaterial (3) und / oder dem Substrat (3) aufgetragenen cermetischen Schichtverbund als ballistisch wirkende Schutzschicht (2) in einem ballistischen Schutzsysteme (1), wobei der cermetische Schichtverbund (2) aus einem Anteil Hartstoffphase und einem Rest Binderphase (12) besteht, wobei der Anteil Hartstoffphase in Gew% 60-98 beträgt, die Hartstoffphase unter anderem aus einem Carbid, wie Wolframcarbid, Chromcarbid, Titancarbid, Tantalcarbid, Niobcarbid, Vanadiumcarbid, Siliziumcarbid etc. sowie Mischungen aus diesen besteht und als Binderphase sich Cobalt (Co) oder Cobaltlegierungen, Nickel (Ni) oder Nickellegierungen als auch Eisen (Fe) oder Eisenlegierungen anbieten.
3. Ballistisches Schutzsystem (1) unter Verwendung eines auf das Basismaterial (3) und / oder dem Sub-

- strat (3) aufgebracht cermetischen Schicht als ballistisch wirkende Schutzschicht (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die cermetische Schicht eine Auflageschicht (2) ist.
4. Ballistisches Schutzsystem (1) unter Verwendung eines auf das Basismaterial (3) und / oder dem Substrat (3) aufgebracht cermetischen Schichtverbund als ballistisch wirkende Schutzschicht nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der cermetische Schichtverbund eine Auflageschicht (2) ist.
5. Ballistisches Schutzsystem (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basismaterial (3) und / oder das Substrat (3) aus unterschiedlichen bzw. verschiedenen Substratwerkstoffen, wie Stähle, Sonderstähle, Leichtmetalle, Verbundwerkstoffe, Titanlegierungen, Aluminiumlegierungen etc. besteht.
6. Ballistisches Schutzsystem (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basismaterial (3) und / oder das Substrat (3) durch komplexe dreidimensionale Bauteilstrukturen und / oder gekrümmte Oberflächen gebildet wird.
7. Ballistisches Schutzsystem (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine auf dem Basismaterial (3) und / oder dem Substrat (3) aufbringbare Haftvermittlerschicht zwischen der cermetischen Schicht und / oder dem cermetischen Schichtverbund (2) sowie dem Basismaterial (3) und / oder dem Substrat (3) eingebunden sein kann.
8. Ballistisches Schutzsystem (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Haftvermittlerschicht NiCr, NiAl und dergleichen genutzt werden.
9. Verfahren zur Herstellung eines Schutzsystems (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein HVOF- Brenner oder HVOLF-Brenner (11) schmelzflüssige Partikel (12), cermetische Materialien, auf das Basismaterial bzw. Substrat (3) aufspritzt, die dann zu einer thermisch-kinetisch abgeschiedenen cermetischen Spritzschicht an der Oberfläche (4) des Basismaterials bzw. Substrates (3) erstarren.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche (4) des Basismaterials (3) unbehandelt ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche (4) vorbearbeitet ist, durch Sandstrahlen, Wasserstrahlen, spanende Bearbeitung, Erodieren, Laserablation und / oder Laserbearbeitung etc.
12. Objekt mit einem Schutzsystem (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 11.
13. Objekt nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schutzsystem (1) direkt auf das Objekt aufgespritzt ist
14. Objekt nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schutzsystem (1) am zu schützenden Objekt lösbar befestigt ist.
15. Objekt nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schutzsystem (1) am Objekt angeschraubt ist

Claims

1. Use of a cermet layer, applied to the base material (3) and/or on the substrate (3), as ballistic-effect protection layer (2) in a ballistic protection system (1), where the cermet layer consists of a fraction of hard material phase and a balance of binder phase (12), where the fraction of hard material phase in wt% is 60-98, the hard material phase consists of components including a carbide, such as tungsten carbide, chromium carbide, titanium carbide, tantalum carbide, niobium carbide, vanadium carbide, silicon carbide, etc., and also mixtures of these, and the binder phase is suitably cobalt (Co) or cobalt alloys, nickel (Ni) or nickel alloys and iron (Fe) or iron alloys.
2. Use of a cermet laminate, applied to the base material (3) and/or on the substrate (3), as ballistic-effect protection layer (2) in a ballistic protection system (1), where the cermet laminate (2) consists of a fraction of hard material phase and a balance of binder phase (12), where the fraction of hard material phase in wt% is 60-98, the hard material phase consists of components including a carbide, such as tungsten carbide, chromium carbide, titanium carbide, tantalum carbide, niobium carbide, vanadium carbide, silicon carbide, etc., and also mixtures of these, and the binder phase is suitably cobalt (Co) or cobalt alloys, nickel (Ni) or nickel alloys and iron (Fe) or iron alloys.
3. Ballistic protection system (1) using a cermet layer, applied to the base material (3) and/or on the substrate (3), as ballistic-effect protection layer (2) according to Claim 1, **characterized in that** the cermet layer is a covering layer (2).
4. Ballistic protection system (1) using a cermet laminate, applied to the base material (3) and/or on the substrate (3), as ballistic-effect protection layer ac-

cording to Claim 2, **characterized in that** the ceramic laminate is a covering layer (2).

5. Ballistic protection system (1) according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the base material (3) and/or the substrate (3) consist of different or various substrate materials, such as steels, speciality steels, light metals, composite materials, titanium alloys, aluminium alloys, etc. 5
6. Ballistic protection system (1) according to any of Claims 3 to 5, **characterized in that** the base material (3) and/or the substrate (3) are formed by complex three-dimensional component structures and/or curved surfaces. 10
7. Ballistic protection system (1) according to any of Claims 3 to 6, **characterized in that** an adhesion promoter layer which can be applied on the base material (3) and/or on the substrate (3) may be incorporated between the cermet layer and/or the cermet laminate (2) and also the base material (3) and/or the substrate (3). 15
8. Ballistic protection system (1) according to Claim 7, **characterized in that** NiCr, NiAl and the like are utilized as adhesion promoter layer. 20
9. Process for producing a protection system (1) according to any of Claims 3 to 8, **characterized in that** an HVOF burner or HVOLF burner (11) sprays molten particles (12), cermet materials, onto the base material or substrate (3), these particles then solidifying to form a thermokinetically deposited cermet sprayed layer on the surface (4) of the base material or substrate (3). 25
10. Process according to Claim 9, **characterized in that** the surface (4) of the base material (3) is untreated. 30
11. Process according to Claim 10, **characterized in that** the surface (4) has been processed, by sand-blasting, water jetting, machine cutting, eroding, laser ablation and/or laser machining, etc. 35
12. Object having a protection system (1) according to any of Claims 3 to 11. 40
13. Object according to Claim 12, **characterized in that** the protection system (1) has been sprayed directly onto the object. 45
14. Object according to Claim 12, **characterized in that** the protection system (1) has been detachably fastened on the object to be protected. 50
15. Object according to Claim 13, **characterized in that** the protection system (1) has been screwed onto the

object.

Revendications

1. Utilisation d'une couche de cermet déposée sur le matériau de base (3) et/ou le substrat (3) comme couche de protection balistique (2) dans un système de protection balistique (1), dans laquelle la couche de cermet se compose d'une part de phase dure et d'un reste de phase de liant (12), dans laquelle la part de phase dure vaut 60 - 98 % en poids, la phase dure se compose entre autres d'un carbure, comme le carbure de tungstène, le carbure de chrome, le carbure de titane, le carbure de tantale, le carbure de niobium, le carbure de vanadium, le carbure de silicium, etc. ainsi que de mélanges de ceux-ci et le cobalt (Co) ou des alliages de cobalt, le nickel (Ni) ou des alliages nickel ainsi que le fer (Fe) ou des alliages de fer se présentent comme phase de liant. 5
2. Utilisation d'une couche composite de cermet déposée sur le matériau de base (3) et/ou le substrat (3) comme couche de protection balistique (2) dans un système de protection balistique (1), dans laquelle la couche composite de cermet (2) se compose d'une part de phase dure et d'un reste de phase de liant (12), dans laquelle la part de phase dure vaut 60 - 98 % en poids, la phase dure se compose entre autres d'un carbure, comme le carbure de tungstène, le carbure de chrome, le carbure de titane, le carbure de tantale, le carbure de niobium, le carbure de vanadium, le carbure de silicium, etc. ainsi que de mélanges de ceux-ci et le cobalt (Co) ou des alliages nickel ainsi que le fer (Fe) ou des alliages de fer se présentent comme phase de liant. 10
3. Système de protection balistique (1) avec utilisation d'une couche de cermet déposée sur le matériau de base (3) et/ou le substrat (3) comme couche de protection balistique (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche de cermet est une couche de placage (2). 15
4. Système de protection balistique (1) avec utilisation d'une couche composite de cermet déposée sur le matériau de base (3) et/ou le substrat (3) comme couche de protection balistique (2) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la couche composite de cermet est une couche de placage (2). 20
5. Système de protection balistique (1) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** le matériau de base (3) et/ou le substrat (3) se compose de différents matériaux de substrat, comme des aciers, des aciers spéciaux, des métaux légers, des matériaux composites, des alliages de titane, des alliages

d'aluminium, etc.

6. Système de protection balistique (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** le matériau de base (3) et/ou le substrat (3) est formé par des structures de pièces tridimensionnelles complexes et/ou des surfaces courbes. 5
7. Système de protection balistique (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce qu'**une couche d'agent adhésif pouvant être appliquée sur le matériau de base (3) et/ou le substrat (3) peut être liée entre la couche de cermet et/ou la couche composite de cermet (2) ainsi que le matériau de base (3) et/ou le substrat (3). 10
15
8. Système de protection balistique (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'on utilise du NiCr, NiAl et analogues comme agent adhésif. 20
9. Procédé de fabrication d'un système de protection (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce qu'**un brûleur HVOF ou un brûleur HVOLF (11) projette des particules fondues (12), des matériaux de cermet, sur le matériau de base ou le substrat (3), qui se solidifient ensuite en une couche pulvérisée de cermet déposée par voie thermique-cinétique sur la surface (4) du matériau de base ou du substrat (3). 25
30
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la surface (4) du matériau de base (3) n'est pas traitée.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la surface (4) est prétraitée, par grenailage, jet d'eau, usinage avec enlèvement de copeaux, érosion, ablation laser et/ou usinage laser, etc. 35
12. Objet avec un système de protection (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 11. 40
13. Objet selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le système de protection (1) est pulvérisé directement sur l'objet. 45
14. Objet selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le système de protection (1) est fixé de façon séparable à l'objet à protéger. 50
15. Objet selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le système de protection (1) est vissé sur l'objet. 55

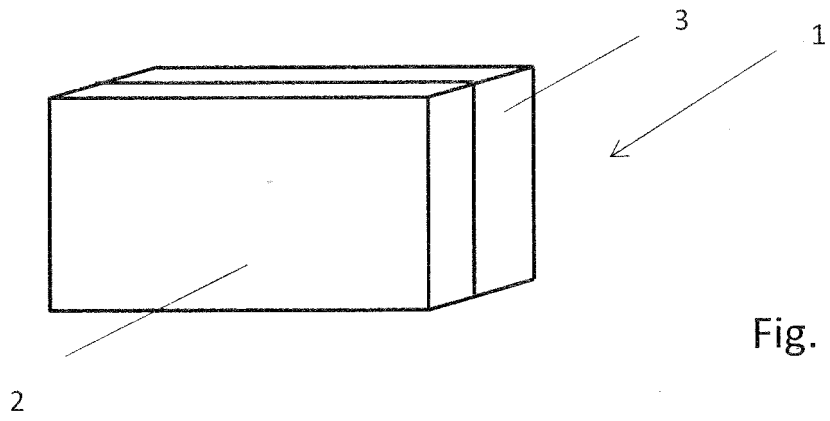


Fig. 1

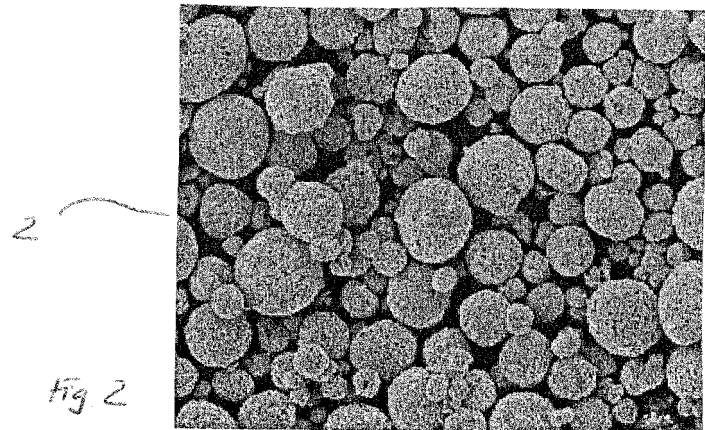


Fig. 2

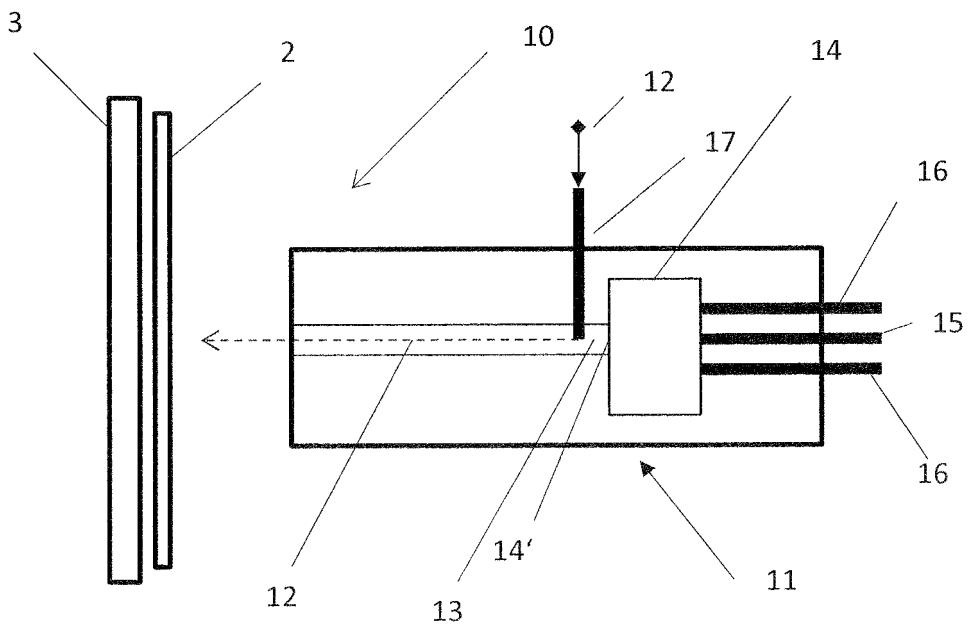


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10323082 A1 [0004]
- DE 102007025894 B4 [0004]
- DE 102009043492 B4 [0005]
- DE 102009040305 B4 [0006]
- DE 102008028318 A1 [0006]
- DE 102010054568 A1 [0007]
- US 2002088340 A1 [0009]
- DE 3515314 A1 [0015]
- DE 202007012740 U1 [0015]