



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 536 199 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2005 Patentblatt 2005/22

(51) Int Cl.7: **F41H 5/04**

(21) Anmeldenummer: **03027067.2**

(22) Anmeldetag: **25.11.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(71) Anmelder: **SGL CARBON AG**
65203 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder: **Benitsch, Bodo**
86647 Buttenwiesen (DE)

(54) **Keramische ballistische Schutzschicht**

(57) Die Erfindung betrifft eine keramische ballistische Schutzschicht, welche als großflächiges, gegebenenfalls gekrümmtes Bauteil darstellbar ist und einem Mehrfachbeschuss bei geringem Trefferabstand Stand hält, und Verfahren zur Herstellung einer solchen Schutzschicht. Die erfindungsgemäße keramische ballistische Schutzschicht weist auf der dem Beschuss zugewandten Seite eine geschlossene Oberfläche auf, wohingegen die dem Beschuss abgewandte Oberfläche durch eine Segmentierung gekennzeichnet ist, die von dieser Oberfläche ausgehend sich in das Innere der Schutzschicht erstreckt, jedoch die Schicht nicht bis zur gegenüberliegenden, dem Beschuss zugewandte Oberfläche durchdringt.

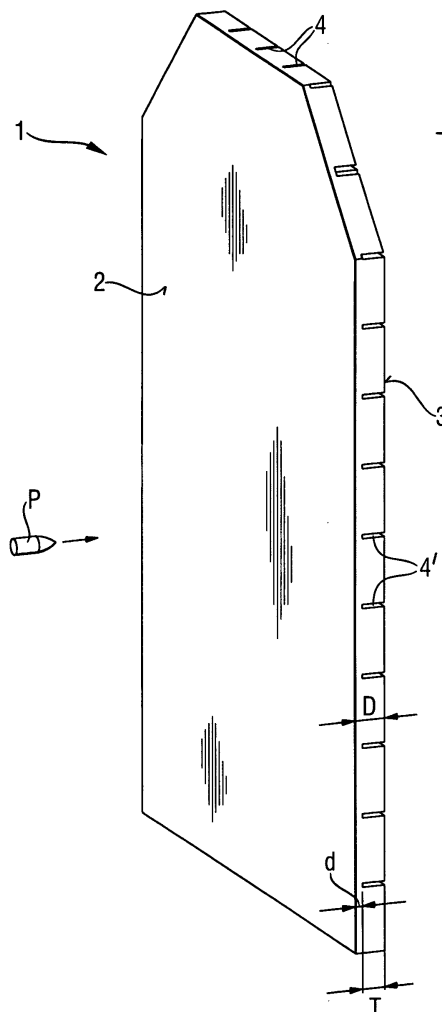


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine keramische ballistische Schutzschicht zum Schutz von Personen und Objekten, beispielsweise Fahrzeugen vor Beschuss, insbesondere Mehrfachbeschuss, und anderen punktförmig angreifenden mechanischen Belastungen, sowie Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0002] Bei ballistischen Schutzsystemen spielt neben einem möglichst geringen Flächengewicht und dem Vermögen, den Projektilkern zu stoppen bzw. zu zerstören, vor allem die Fähigkeit eine Rolle, mehrere, ggf. auch eng nebeneinander liegende Treffer ohne Durchschuss aufzuhalten.

[0003] Ein klassischer ballistischer Werkstoff ist Stahl in spezifischen Legierungsformen. Diese Legierungen halten bei Trefferabständen von etwa drei Kalibern noch einem Mehrfachbeschuss stand. Der größte Nachteil derartiger Systeme ist das auf die ballistischen Widerstandsklasse bezogene Flächengewicht von z.B. ca. 70 kg/m² für die Beschussklasse FB 7.

[0004] Demgegenüber weisen keramische Werkstoffe bezogen auf die Dichte und das Flächengewicht eine höhere ballistische Schutzwirkung auf (ca. 35 - 45 kg/m²). Einem Mehrfachbeschuss (Multi-Hit) mit einem Trefferabstand von etwa drei Kalibern halten solche Schutzpanzerungen jedoch wegen des großflächigen und totalen Versagensverhaltens konventioneller monolithischer Keramiken nicht stand.

[0005] Eine Lösung dieses Problems besteht darin, Schutzpanzerungen aus diskreten keramischen Segmenten, sogenannten Kacheln, mit lateralen Abmessungen in der Größenordnung 100 mm x 100 mm bis 20 mm x 20 mm aufzubauen. Bei einem Treffer wird nur die jeweils getroffene Kachel zerstört, das umliegende, durch den Spalt zwischen den benachbarten Kacheln entkoppelte System bleibt weitgehend unversehrt. Die zerstörte Fläche entspricht der Ausdehnung der getroffenen Kachel. Derartige aus einzelnen kachelförmigen Panzerungselementen zusammengesetzte Schutzpanzerungen sind beispielsweise aus den Patentanmeldungen DE 39 40 623 A1 und DE 198 34 393 bekannt. Die Schutzpanzerung nach DE 39 40 623 besteht aus einzelnen Panzerungselementen, bevorzugt Keramik-kacheln, die mittels eines Klebstoffs mit einer Schutzunterlage, beispielsweise einem Hochmodulwerkstoff aus Aramidfasern, verbunden sind. Die Beschussfläche eines Panzerungselements nach diesem Stand der Technik ist zur Auftreffrichtung des Geschosses hin erhaben ausgebildet und fällt zu den Rändern des Panzerungselementes hin ab. Beispielsweise ist die Beschussfläche als Kugelflächenabschnitt oder als Pyramiden- oder Kegelmantelfläche ausgebildet. Dadurch wird ein auf das Panzerungselement auftreffendes Geschoss seitlich abgelenkt, seine Auftrefffläche vergrößert und die Durchschlagswirkung herabgesetzt.

[0006] In der DE 198 34 393 wird ein aus einem keramischen Werkstoff bestehendes Plattenelement für

eine ballistische Schutzeinrichtung beschrieben, das auf mindestens einer seiner Oberflächen - also auf der dem Beschuss zugewandten Seite oder auf der dem Beschuss abgewandten Seite oder beidseitig - mit einzelnen, voneinander durch Materialstege beabstandeten Vertiefungen versehen ist. Dadurch wird eine Gewichtsreduktion der Schutzpanzerung erreicht. Außerdem wird, wenn die Vertiefungen auf der dem Beschuss zugewandten Seite angeordnet sind, der Impuls des auftreffenden Geschosses an den vorstehenden Materialstegen abgelenkt und größtenteils vernichtet. Bevorzugt sind die Vertiefungen so angeordnet, dass die stehengebliebenen Stege ein Gitterraster bilden.

[0007] Um auch bei geringen Trefferabständen eine Entkopplung der hervorgerufenen Zerstörungen zu gewährleisten, müssen die Kacheln entsprechend verkleinert werden. Damit erhöhen sich die Kosten derartiger Schutzpanzerungen. Insbesondere die Herstellung ein- oder mehrfach gekrümmter Bauteile aus diskreten Kacheln ist sehr aufwändig, da jede Kachel entsprechend ihrer individuellen Geometrie hergestellt werden muss.

[0008] Mit der vorliegenden Erfindung wird eine keramische ballistische Schutzschicht bereit gestellt, welche als großflächiges, gegebenenfalls gekrümmtes Bauteil darstellbar ist und einem Mehrfachbeschuss mit geringem Trefferabstand Stand hält. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung Verfahren zur Herstellung einer solchen Schutzschicht.

[0009] Die erfindungsgemäße keramische ballistische Schutzschicht weist auf der dem Beschuss zugewandten Seite eine geschlossene Oberfläche auf, wohingegen die dem Beschuss abgewandte Oberfläche durch eine Segmentierung gekennzeichnet ist, die von dieser Oberfläche ausgehend sich in das Innere der Schutzschicht erstreckt, jedoch die Schicht nicht bis zur gegenüberliegenden, dem Beschuss zugewandten Oberfläche durchdringt. Die Segmentstruktur wird entweder mittels Material abtragender Verfahren oder mittels Material verdrängender Verfahren oder mittels Platzhaltern hergestellt. Alternativ ist eine von einer Seite ausgehende, die Schicht nicht in ihrer gesamten Dicke durchquerende Segmentierung dadurch erhältlich, dass in einem bei erhöhter Temperatur ablaufenden Prozess zwei fest miteinander verbundene Schichten, deren thermische Ausdehnungskoeffizienten verschieden sind, erzeugt werden, so dass in der anschließenden Abkühlphase in der Schicht aus dem Material mit dem höheren Ausdehnungskoeffizienten Risse entstehen, welche diese Schicht in einzelne Segmente zerteilen, während die angrenzende Schicht aus dem Material mit dem geringeren Ausdehnungskoeffizienten rissfrei bleibt.

[0010] Ebenso ist eine einseitige Rissbildung beim Trocknen zur Herstellung der erfindungsgemäßen Schutzschicht nutzbar. Diese Variante ist sowohl bei zweischichtigem als auch bei homogenem Aufbau möglich.

[0011] Obwohl im folgenden die erfindungsgemäße

Schutzschicht vorwiegend unter dem Aspekt ihrer Verwendung zum Schutz gegen Beschuss beschrieben wird, ist die Erfindung nicht auf diesen Verwendungszweck beschränkt. Die erfindungsgemäße Schutzschicht ist auch geeignet, andere punktförmig angreifende mechanische Belastungen abzuhalten. In der folgenden Beschreibung ist der Begriff "Beschuss" daher nur als ein Beispiel für derartige Belastungen zu verstehen.

[0012] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Ausführungsformen der Erfindung werden in der folgenden detaillierten Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbart.

[0013] In den Figuren zeigen

- Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schutzschicht aus der Richtung des Beschusses P gesehen
- Figur 2 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schutzschicht von der dem Beschuss abgewandten Seite aus gesehen
- Figur 3 eine vergrößerte perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schutzschicht gemäß Figur 2, teilweise aufgebrochen
- Figur 4 eine vergrößerte perspektivische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schutzschicht, teilweise aufgebrochen

[0014] Die in den Figuren 1 bis 4 dargestellte erfindungsgemäße Schutzschicht 1 nach Anspruch 1 ist insgesamt etwa 5 bis 150 mm dick. Auf der dem Beschuss P zugewandten Seite weist die Schicht eine geschlossene Oberfläche 2 auf, wohingegen die dem Beschuss abgewandte Oberfläche 3 durch eine Segmentierung gekennzeichnet ist, die von dieser Oberfläche ausgehend sich in das Innere der Schutzschicht 1 erstreckt, jedoch die gegenüberliegende, dem Beschuss zugewandte Oberfläche 2 nicht durchdringt. D.h. die Tiefe T der Spalten 4, 4' zwischen den einzelnen Segmenten 5, aus denen die dem Beschuss abgewandte Seite 3 ausgebildet ist, ist kleiner als die Dicke D der Schutzschicht 1. Um eine zuverlässige Funktion und Stabilität der erfindungsgemäßen Schutzschicht zu gewährleisten, sollte die Tiefe T der Spalten 4, 4' zwischen den Segmenten 5 um mindestens 0,15 mm kleiner sein als die Dicke D der gesamten Schicht, d.h. zwischen den Böden 6, 6' der Spalten 4, 4' und der dem Beschuss zugewandten Oberfläche 2 muss Material mit einer Dicke d von mindestens 0,15 mm stehen bleiben.

[0015] Die Abmessungen der einzelnen Segmente 5 liegen zwischen 5 mm x 5 mm und 250 mm x 250 mm, wobei Segmente mit Ausdehnungen zwischen 10 mm x 10 mm bis 150 mm x 150 mm bevorzugt werden. Größere Segmente sind wie bereits beschrieben ungeeignet für den Schutz gegen Mehrfachbeschuss mit geringem Trefferabstand, während für kleinere Segmente

der Herstellungsaufwand stark zunimmt. Die Breite der Spalte zwischen den einzelnen Segmenten liegt zwischen wenigen μm , wenn die Spalte als Risse infolge ungleicher thermischer Ausdehnung oder beim Trocknen erhalten werden und im 1/10 mm Bereich, wenn sie mittels mechanischer Bearbeitungsverfahren hergestellt werden, sollte jedoch 5 mm nicht überschreiten.

[0016] Die Erfindung ist nicht an eine bestimmte Form der Segmente 5 gebunden. Die Segmente sind beispielsweise quadratisch, rechteckig, parallelogrammförmig, vieleckig, wabenförmig, kreisrund oder elliptisch. Es sind auch frei gestaltete Formen mit unregelmäßigen, beispielsweise schlangenförmigen Konturen möglich, jedoch erhöhen sich für eine komplizierte Formgebung der Fertigungsaufwand bzw. die Anforderungen an die dafür verwendeten Maschinen und Werkzeuge.

[0017] Die segmentierte, dem Beschuss abgewandte Oberfläche der erfindungsgemäßen Schutzschicht liegt ggf. auf einer Unterlage (sog. "backing") auf, welche zum Auffangen von Geschossbruchstücken (Splitter, Projektile) und zum Abbau von Restenergie dient. Aufbau und Herstellung solcher backings sind in der Fachwelt bekannt. Geeignete Materialien zur Herstellung solcher backings sind z. B. Metall, Aramidgewebe oder Dyneemagelege.

[0018] Es ist für die Funktion der Erfindung nicht zwingend erforderlich, dass die geschlossene, nicht segmentierte Oberfläche der erfindungsgemäßen Schutzschicht direkt dem Beschuss ausgesetzt ist. Die dem Beschuss zugewandte Oberfläche der erfindungsgemäßen ballistischen Schutzschicht ist ggf. mit einer oder mehreren weiteren Schichten überzogen, beispielsweise keramischen Schichten. Prinzipiell kann eine solche äußere Schicht auch aus einzelnen Kacheln hergestellt werden, wobei diese Variante jedoch wegen der eingangs erwähnten ökonomischen Nachteile nicht bevorzugt ist.

[0019] Entscheidend für die Funktion der erfindungsgemäßen Schutzschicht ist nur, dass die näher zum Beschuss liegende (dem Beschuss zugewandte) Oberfläche 2 der erfindungsgemäßen Schutzschicht im Gegensatz zu der dem Beschuss abgewandten, rückwärtigen Oberfläche 3 der Schutzschicht keine Segmentierung aufweist.

[0020] Die erfindungsgemäße Schutzschicht enthält mindestens ein keramisches Material. Die Herstellung solcher Materialien ist in der Fachwelt bekannt. Geeignete Materialien für erfindungsgemäße Schutzschichten sind sowohl oxidische Keramiken wie Aluminiumoxid und Zirkoniumoxid als auch nichtoxidische Keramiken wie Borcarbid, Bornitrid in einer der diamantförmigen Hochtemperaturmodifikationen, Siliciumnitrid, Siliciumcarbid und mit Silicium infiltriertes Siliciumcarbid (SiSiC). Besonders geeignet sind mit Fasern verstärkte Keramiken, wie mit Aluminiumoxidfasern verstärktes Aluminiumoxid, mit Siliciumcarbidfasern verstärktes Siliciumcarbid (SiC/SiC) oder mit Kohlenstofffasern ver-

stärktes Siliciumcarbid (C/SiC). Mit Kohlenstofffasern verstärktes Siliciumcarbid ist besonders bevorzugt für die Herstellung der erfindungsgemäßen Schutzschichten, weil während der Silicierung - im Gegensatz zur Materialschrumpfung beim Sintern konventioneller Keramiken - nur relativ geringe Formveränderungen eintreten, so dass eine hohen Konturtreue erreichbar ist. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Herstellung von Freiformbauteilen, beispielsweise gekrümmten Bauteilen. In einer Variante der erfindungsgemäßen ballistischen Schutzschicht werden die Spalte zwischen den Segmenten mit einem Metall oder/und einem Kunststoff oder/und einem keramischen Material, aufgefüllt. Dabei unterscheidet sich die Zusammensetzung des Materials in den Spalten von den Material aus dem die Segmente bestehen derart, dass das spaltfüllende Material verschieden ist von dem Material, dessen Anteil an der Zusammensetzung der Segmente 50 vol% überschreitet. Bestehen die Segmente beispielsweise aus silicierter Keramik, so enthält diese auch freies Silicium, jedoch in einem Volumenanteil von weniger als 50 %. In einer erfindungsgemäßen Schutzschicht aus silicierter Keramik können die Spalten zwischen den einzelnen Segmenten also vollständig oder teilweise mit metallischem Silicium gefüllt werden. "Teilweise gefüllt" bedeutet, dass die Spalte nicht in ihrem ganzen Volumen mit dem entsprechenden Material gefüllt sind.

[0021] In der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Variante der Erfindung ist die erfindungsgemäße Schutzschicht 1 homogen aus einem der vorgenannten Materialien aufgebaut und wird mittels eines der erfindungsgemäßen Verfahren von der Oberfläche 3 ausgehend mit einer Segmentstruktur versehen, wobei die Spalte 4, 4' zwischen den einzelnen Segmenten 5 sich nicht durch die gesamte Dicke der Schicht 1 erstrecken.

In einer zweiten Variante, die in Figur 4 dargestellt ist, besteht die erfindungsgemäße Schicht 1 aus zwei aufeinander liegenden, fest miteinander verbundenen Schichten A und B. Die erste Schicht A ist dem Beschuss zugewandt und die zweite Schicht B ist dem Beschuss abgewandt. Schicht A verfügt auf ihrer nach außen weisenden, dem Beschuss zugewandten Seite über eine geschlossene Oberfläche 2 ohne Segmentierungen und Spalte, während die nach außen weisende, dem Beschuss abgewandte Oberfläche 3 der Schicht B segmentiert ist. Die Spalte 4, 4', welche die einzelnen Segmente 5 begrenzen, erstrecken sich maximal durch die gesamte Dicke der Schicht B bis zur Grenzfläche zur Schicht A.

[0022] Die Schichten A und B können sich in ihrer Zusammensetzung unterscheiden.

[0023] Beispielsweise besteht die Schicht A, die für die dem Beschuss zugewandte Seite vorgesehen ist, aus einer faserverstärkten Keramik, während die dem Beschuss abgewandte, mit der Segmentierung zu versehene Schicht B aus einem keramischen Material ohne Faserverstärkung oder mit einem geringeren Volumenanteil an Verstärkungsfasern besteht. In dieser

Ausführungsform enthält die dem Beschuss zugewandte Schicht A einen Volumenanteil von bis zu 60 % an Verstärkungsfasern, während in der dem Beschuss abgewandten Schicht B der Volumenanteil der Verstärkungsfasern maximal 45 % beträgt. Besonders bevorzugt liegt der Volumenanteil der Verstärkungsfasern in der Schicht A unter 50 % und in der Schicht B unter 20 %. Der Volumenanteil des keramischen Materials in der dem Beschuss abgewandten faserverstärkten Schicht B beträgt mindestens 55 %. Zusätzlich zu dem matrixbildenden keramischen Material und den Verstärkungsfasern enthalten die Materialformulierungen für beide Schichten ggf. Bindemittel wie Harze, bevorzugt pyrolysierbare Bindemittel und gegebenenfalls Reste freier carbidbildender Metalle, z.B. wenn es sich um eine silicierte Keramik handelt.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform besteht die für die dem Beschuss abgewandte Seite vorgesehene Schicht B aus einem Material mit einem höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als der des Materials, aus dem die für die dem Beschuss zugewandte Seite vorgesehene Schicht A aufgebaut ist. Die Schichten mit den unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten werden in einem bei erhöhter Temperatur ablaufenden Prozess erzeugt. Beim Abkühlen nach der Behandlung bei erhöhter Temperatur, beispielsweise nach dem Silicieren, bilden sich in der Schicht mit dem größeren Ausdehnungskoeffizienten Risse, welche diese Schicht in Segmente zerteilen. Die Risse erstrecken sich maximal durch die gesamte Dicke der Schicht B bis an die Grenzfläche zur Schicht A, welche ihrerseits rissfrei bleibt und für die dem Beschuss zugewandte Seite vorgesehen ist.

[0025] Beispielsweise bestehen die Schichten A und B aus mit Kohlenstofffasern verstärkten, carbonisierbaren Formmassen, wobei der Fasergehalt in der Schicht A höher ist als in der Schicht B. Wird dieser aus den in unterschiedlich hohem Maße mit Fasern verstärkten Schichten A und B bestehende Körper anschließend mit flüssigem Silicium infiltriert, so erreicht die Konvertierung zu Siliciumcarbid in den Schichten A und B unterschiedliche Grade. Je geringer der Faseranteil, desto höher ist der Grad der Silicierung und der Konvertierung zu Siliciumcarbid. Die in unterschiedlich hohem Grade silicierten Schichten A und B unterscheiden sich in ihren thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Wegen des höheren Silicierungsgrades ist die thermische Ausdehnung der Schicht B größer, so dass sich beim Abkühlen Risse bilden, die zu einer Segmentierung dieser Schicht führen, während die Schicht A geschlossen bleibt. Die Rissbildung lässt sich über den Silicierungsgrad bzw. Konvertierungsgrad gezielt steuern.

[0026] Die Faserverstärkung der Keramikmatrix kann durch in die Formmasse in der gewünschten Menge eingebrachte Kurzfasern erhalten werden. Die dem Beschuss zugewandte Schicht kann aber auch mittels eines in die Keramikmatrix eingebrachten Gewebes, beispielsweise eines Gewebes aus Kohlenstofffasern, ver-

stärkt werden. Für die Faserverstärkung der dem Beschuss abgewandten, zu segmentierenden Schicht sind Filze aus Kohlenstofffasern oder carbonisierbare Produkte (z.B. Pressspanplatten) aus Cellulosefasern geeignet. Diese Cellulosefasern werden bei der Carbonisierung der Formmasse ebenfalls carbonisiert. Praktisch ist auch eine getrennte Carbonisierung der einzelnen Schichtwerkstoffe und deren anschließendes Zusammenfügen vor der abschließenden Hochtemperaturbehandlung.

[0027] Die Segmentierung der erfindungsgemäßen Schicht erfolgt entweder auf einer geeigneten Zwischenstufe des Herstellungsprozess oder als abschließender Verfahrensschritt.

[0028] Die Segmentstruktur auf der dem Beschuss abgewandten Oberfläche ist beispielsweise durch Material abtragende Verfahren wie Fräsen, Sägen, Schleifen, Erodieren, Ausbrennen, Laserstrahlschneiden, Wasserstrahlschneiden o.ä. herstellbar. Mittels eines dieser Verfahren wird auf der dem Beschuss abgewandten Seite entsprechend der gewünschten Segmentstruktur Material entfernt, so dass einzelne Materialinseln - die Segmente 5 - stehenbleiben, zwischen denen sich schmale Spalte 4, 4', aus denen das Material abgetragen wurde, erstrecken. Diese Verfahren werden angewendet, wenn sich der keramische Körper bereits verfestigt hat, also z.B. nach dem Trocknen oder nach dem Sintern des Grünkörpers.

[0029] Soll die erfindungsgemäße Schutzschicht aus silicierter Keramik hergestellt werden, dann erfolgt die materialabtragende Strukturierung entweder vor oder nach der Silicierung. Das noch nicht silicierte Ausgangsmaterial lässt sich leichter und mit einfacheren Mitteln bearbeiten als das silicierte Endprodukt. Jedoch hat eine vor der Silicierung erfolgte Segmentierung den Nachteil, dass sich bei der anschließenden Infiltration mit flüssigem Silicium auch die Spalte zwischen den Segmenten zumindest teilweise mit Silicium füllen können. Dieser Nachteil wird vermieden, wenn die Spalten beim Silicieren durch Platzhalter, beispielsweise auswaschbare Materialien aufgefüllt und blockiert werden, die nach dem Silicieren entfernt werden. Alternativ wird das fertig silicierte Produkt einseitig strukturiert, beispielsweise mittel Erodieren oder Laserstrahlschneiden.

[0030] Weiterhin ist eine erfindungsgemäße Segmentstruktur durch materialverdrängende Verfahren wie Einprägen, Eindrücken oder Einpressen der Segmentstruktur in die dem Beschuss abgewandte Oberfläche, beispielsweise mittels eines entsprechend strukturierten Stempels oder Presswerkzeugs erhältlich.

[0031] Ein anderes für die Herstellung einer Segmentstruktur geeignetes materialverdrängendes Verfahren ist das Trennschneiden, bei dem die dem Beschuss abgewandte Oberfläche durch Einschneiden segmentiert wird.

[0032] Eine weitere Methode zur Segmentierung der dem Beschuss abgewandten Oberfläche besteht darin,

in diese Oberfläche Platzhalter einzubringen, wenn das keramische Material noch formbar ist. Diese Platzhalter werden beispielsweise in die Oberfläche eingegossen, eingelegt oder eingepresst. Die Platzhalter werden in einem solchen Muster in die Oberfläche eingebracht, das dem Verlauf der Spalte zwischen den herzustellenden Segmenten entspricht. Bevorzugt werden stegförmige Platzhalter verwendet, die ein Gitter, beispielsweise ein orthogonales Gitter, bilden. Wenn das Material einen verfestigten Zustand angenommen hat, werden die Platzhalter unter Zurücklassen von Vertiefungen in der Oberfläche wieder entfernt. Beispielsweise werden die Platzhalter nach dem Trockenlassen des keramischen Materials abgenommen. Anschließend wird das keramische Material gesintert. Der Sinterprozess ist mit einer gewissen, in ihrem Ausmaß von der Zusammensetzung des keramischen Materials abhängigen Schrumpfung verbunden. Dadurch verringert sich vorteilhafterweise die Breite der Spalten 4, 4'.

[0033] In einer Variante dieses Verfahrens bestehen die Platzhalter aus einem Opfermaterial, d. h. einem auflösbaren oder chemisch oder thermisch zersetzbaren, beispielsweise pyrolysierbaren oder brennbaren Material und werden während eines der nachfolgenden Schritte des Herstellungsprozesses, beispielsweise einer thermischen Behandlung oder durch Behandlung mit einem Lösungsmittel aus dem verfestigten Material entfernt. Beispielsweise werden Platzhalter aus einem nahezu rückstandsfrei pyrolysierbaren Material wie Polyvinylalkohol, Polyvinylacetat, Polymethylmetacrylat oder Polymethylmetacrylimid in die zu segmentierende Oberfläche eingebracht. Diese Platzhalter werden während des Sinterns pyrolysiert und lassen dabei in der Oberfläche Vertiefungen zurück. Alternativ werden Platzhalter verwendet, die aus einem Material bestehen, das während der Hochtemperaturbehandlung herausbrennt.

[0034] Material abtragende, Material verdrängende und auf dem Einsatz von Platzhaltern basierende Segmentierungsverfahren sind sowohl für die Herstellung von erfindungsgemäßen Schutzschichten mit homogenem Aufbau nach den Figuren 1 bis 3 als auch für die Herstellung zweischichtiger Schutzschichten nach Figur 4 anwendbar. Bei zweischichtigen Schutzschichten wird die Schicht B, die für die dem Beschuss abgewandten Seite vorgesehen ist, mit einem der vorgenannten Verfahren bearbeitet, so dass eine Segmentstruktur erhalten wird.

[0035] Eine weitere Methode, zweischichtig aufgebaute erfindungsgemäße Schutzschichten mit einer einseitigen Segmentierung zu versehen, ist anwendbar, wenn sich bei erhöhter Temperatur zwei aufeinander haftende Schichten A und Schicht B mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten erzeugen lassen. Die für die dem Beschuss zugewandte Seite vorgesehene Schicht A hat den kleineren thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Wird eine so aufgebaute erfindungsgemäße Schutzschicht nach einem thermi-

schen Behandlungsschritt, beispielsweise nach dem Sintern oder nach dem Silicieren, abgekühlt, so bilden sich in der Schicht B aus dem Material mit dem höheren Ausdehnungskoeffizienten Risse, welche diese Schicht in Segmente zerteilen. Die Risse durchqueren die Schicht B maximal bis hin zur Grenzfläche zur Schicht A, die ihrerseits dank ihrer geringeren thermischen Ausdehnung rissfrei bleibt. Auf diese Weise wird eine erfindungsgemäße ballistische Schutzschicht erhalten, deren dem Beschuss zugewandte Oberfläche geschlossen ist, während die dem Beschuss abgewandte Oberfläche in einzelne, durch die Risse begrenzte Segmente strukturiert ist.

[0036] Ebenso ist eine nur an einer Oberfläche einer homogenen Schutzschicht oder nur in einer Schicht B einer zweischichtigen Schutzschicht auftretende Rissbildung beim Trockenprozess des keramischen Materials zur Herstellung einer erfindungsgemäßen ballistischen Schutzschicht nutzbar. Die einseitige Rissbildung wird beispielsweise dadurch hervorgerufen, dass der Grünkörper beim Trocknen von einer Seite her stärker beheizt wird als vom der anderen.

[0037] Die erfindungsgemäße Schutzschicht ist geeignet zum Schutz von Personen, Fahr- und Flugzeugen und anderen Objekten vor Beschuss auch im Fall von Mehrfachbeschuss mit geringem Trefferabstand, oder anderen Arten von punktförmig angreifender mechanischer Belastung. Eine weitere Anwendung der erfindungsgemäßen Schutzschicht betrifft den Schutz von Satelliten vor mechanischer Zerstörung.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

[0038] In eine Gussform wird ein gitterförmiges Stegsystem eingebracht. Dieses wird in einem Abstand von ca. 1 mm über dem Boden der Form fixiert. Die Stege, aus denen das Gitter aufgebaut ist, weisen untereinander einen Abstand von ca. 20 mm auf, haben eine Höhe von ca. 20 mm und bilden ein orthogonales Gitter. Die Wandung der Stege hat eine Dicke von weniger als 1 mm.

[0039] In eine derart vorbereitete Form wird eine sinterfähige keramische Masse eingegossen. Durch den Abstand zwischen Gitter und Formboden findet eine selbständige Nivellierung der flüssigen Masse statt. Nach dem Trocknen bei einer Temperatur oberhalb von 80 °C lassen sich die Stege entfernen. Der so entstandene Grünkörper weist eine einseitig geschlossene Oberfläche auf, wohingegen die gegenüberliegende Oberfläche eine Segmentierung mit einem dem Stegsystems entsprechenden Muster aufweist.

[0040] Derartige Grünkörper lassen sich in bekannter Weise sintern. Aufgrund der Schrumpfung des Materials beim Sintern verringert sich die Breite der Spalte, die bei der Entfernung des Stegsystems zurück geblieben sind, in vorteilhafter Weise auf den Bereich von ca.

0,1 bis 0,3 mm.

Beispiel 2

[0041] Die Form wird wie in Beispiel 1 vorbereitet und gefüllt, jedoch besteht das Stegsystem aus einem rückstandsfrei pyrolysierbaren Material, welches nach der Trocknung zunächst im Grünkörper verbleibt und bei dem nachfolgenden Hochtemperaturprozess vollständig pyrolysiert wird und dabei Spalte 4, 4', welche Segmente 5 umschließen, hinterlässt.

Beispiel 3

[0042] Eine sinterfähige keramische Masse wird in eine Form gegeben und zu einem Grünkörper vorgetrocknet. Anschließend wird eine entsprechende Segmentierung durch Einprägen eines Musters, beispielsweise mittels eines gitterförmig strukturierten Presswerkzeugs oder Stempels, oder durch Trennschneiden eingebracht. Die so entstandene Segmentierung durchdringt nicht die gegenüber liegende Oberfläche. Ein derart präparierter Grünkörper wird in bekannter Weise gesintert.

Beispiel 4

[0043] Ein poröser Körper aus mit Kohlenstofffasern verstärktem Kohlenstoff (C/C) mit einer Gesamtdicke von 8 mm wird einseitig mit einer Schneidevorrichtung so eingeschnitten, dass die Schnitte ein gitterförmiges Muster bilden. Die Schnitttiefe beträgt maximal 7,5 mm. Die Schnitte sind schmaler als 1 mm. Die Schnitte wurden orthogonal in jeweils 20 mm Abstand zueinander eingebracht.

[0044] Anschließend wurden die Schnitte mit einer Füllung aus Bornitrid (hexagonale Modifikation) versehen und der poröse Körper aus mit Kohlenstofffasern verstärktem Kohlenstoff (C/C) wird in inerter Atmosphäre oder unter Schutzgas mit flüssigem Silicium infiltriert. Die Bornitridfüllung in den Spalten verhindert, dass sich diese mit Silicium füllen. In diesem Sinne wirkt Bornitrid während des Silicierungsprozesses als Platzhalter, der anschließend durch Auswaschen entfernt wird.

[0045] Nach abschließender Reinigung stand eine Platte aus C/SiC zur Verfügung, die auf einer Seite eine durchgängige Oberfläche und auf der Kehrseite eine entsprechende Segmentierung aufweist.

Beispiel 5

[0046] Eine etwa 4 mm hohe Schicht kurzfaserverstärkten carbonisierbare Formmasse mit einem Volumenanteil von 50 % Kohlenstofffasern wird in eine Form eingebracht (Schicht A). Auf diese Schicht wird eine zweite Schicht (Schicht B) aus einer kurzfaserverstärkten carbonisierbare Formmasse mit einem Volumenanteil an Kohlenstofffasern von 20 % aufgebracht und bei-

de Schichten miteinander verpresst. Nach dem Pressvorgang besitzt die erste Schicht (Schicht A) eine Dicke von ca. 1 bis 1,5 mm, der gesamte Pressling hat eine Höhe von ca. 14 mm. Er wird anschließend bei ca. 900 °C carbonisiert.

[0047] Die Formmassen der beiden Schichten werden aufgrund ihres unterschiedlichen Fasergehaltes bei der nachfolgenden Silicierung in verschieden hohem Grad zu Siliciumcarbid konvertiert. Die Formmasse mit dem höheren Fasergehalt, deren Konvertierungsgrad geringer ist, bildet eine geschlossene Schicht A, die für die dem Beschuss zugewandte Seite vorgesehen ist.

[0048] Wegen des höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten des höher silicierten Materials in der Schicht B kommt es beim Abkühlen in dieser Schicht zur Bildung von Rissen, welche sich quer durch diese Schicht bis an die Grenzfläche zu Schicht A ausbreiten. Die durch das Rissmuster segmentierte Oberfläche der Schicht B ist für die dem Beschuss abgewandte Seite vorgesehen.

Beispiel 6

[0049] Wie in Beispiel 5 beschrieben, wird eine aus zwei mit Kohlenstofffasern verstärkten Keramikschichten A und B mit unterschiedlich hohem Silicierungsgrad bestehende Schutzschicht hergestellt, wobei jedoch die Matrix in der ersten Schicht (Schicht A) nicht mit Kurzfasern, sondern mit einem Gewebe aus Kohlenstofffasern verstärkt ist.

Beispiel 7

[0050] Wie in Beispiel 5 beschrieben, wird eine aus zwei mit Kohlenstofffasern verstärkten Keramikschichten A und B mit unterschiedlich hohem Silicierungsgrad bestehende Schutzschicht hergestellt, wobei jedoch in der zweiten Schicht (Schicht B) die Fasern in Form eines Filzes aus Kohlenstofffasern vorliegen.

Beispiel 8

[0051] Wie in Beispiel 5 beschrieben, wird eine aus zwei mit Kohlenstofffasern verstärkten Keramikschichten A und B mit unterschiedlich hohem Silicierungsgrad bestehende Schutzschicht hergestellt. Die für die Herstellung der Schicht B verwendete Formmasse enthält jedoch keine Kohlenstofffasern, sondern Cellulosefasern, die bei der Carbonisierung der Formmasse ebenfalls carbonisiert werden.

Beispiel 9

[0052] Aus Holzmehl und einem pyrolysierbarem Bindemittel wird ein Formkörper hergestellt und ausgehärtet. In diesen Formkörper werden im Abstand von 15 mm orthogonal zueinander angeordnete Sägeschnitte mit einer Schnittbreite von ca. 0,5 mm (Sägeblattbreite)

derart eingebracht, dass die Schnittiefe etwa 2 mm geringer ist als die Bauteildicke. Die dem Sägeblatt abgewandte Seite wird somit nicht durchbrochen.

[0053] Bei der anschließenden Pyrolyse tritt ein Volumenschumpf um ca. 50 % auf. Dabei verändern sich auch die Spaltmaße der Sägun auf ca. 50 % ihrer ursprünglichen Breite. Bei der anschließenden Silicierung bleiben diese verringerten Spaltbreiten erhalten.

Bezugszeichenliste

[0054]

- | | |
|-------|------------------------------------|
| 1 | ballistische Schutzschicht |
| 2 | dem Beschuss zugewandte Oberfläche |
| 3 | dem Beschuss abgewandte Oberfläche |
| 4, 4' | Spalte zwischen den Segmenten |
| 5 | Segmente |
| 6, 6' | Böden der Spalte 4, 4' |

- | | |
|---|---|
| A | dem Beschuss zugewandte Schicht |
| B | dem Beschuss abgewandte Schicht |
| P | Beschuss |
| T | Tiefe der Spalte 4, 4' |
| D | Gesamtdicke der Schutzschicht 1 |
| d | Restdicke der nicht segmentierten Schicht |

Patentansprüche

- Ballistische Schutzschicht (1), enthaltend mindestens ein keramisches Material, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Beschuss zugewandte Seite eine geschlossene Oberfläche (2) aufweist und die dem Beschuss abgewandte Seite eine segmentierte Oberfläche (3) aufweist, die aus einzelnen, von Spalten (4, 4') begrenzten Segmenten (5) zusammengesetzt ist, wobei die Tiefe (T) der Spalten (4, 4') zwischen den Segmenten (5) mindestens um 0,15 mm kleiner ist als die Dicke (D) der Schicht (1).
- Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Segmente (5) quadratisch, rechteckig, parallelogrammförmig, vieleckig, wabenförmig, kreisrund oder elliptisch sind oder schlangenförmige Konturen aufweisen.
- Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spalte (4, 4') zwischen den Segmenten (5) mit einem Metall, einem Kunststoff und/oder einem keramischen Material komplett oder teilweise gefüllt sind, wobei das die Spalte (4, 4') füllende Material verschieden ist von dem Material, aus dem die Segmente (5) zu mindestens 50 % ihres Volumens bestehen.
- Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 1, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die dem Beschuss abgewandte segmentierte Oberfläche (3) auf einer Schutzunterlage (backing) aufliegt oder/und die nicht segmentierte Oberfläche (2) mit einer Deckschicht versehen ist.

5. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens ein keramisches Material aus der Klasse der nichttoxischen Keramiken enthält. 5
6. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens ein keramisches Material aus der Klasse der oxidischen Keramiken enthält. 10
7. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens eines der Materialien Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Borcarbid, Siliciumcarbid, mit Silicium infiltriertes Siliciumcarbid, diamantförmige Hochtemperaturmodifikationen von Bornitrid oder Siliciumnitrid enthält. 20
8. Ballistische Schutzschicht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens ein keramisches Material aus der Klasse der faserverstärkten Keramiken enthält. 25
9. Ballistische Schutzschicht nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die faserverstärkte Keramik eines der Materialien mit Kohlenstofffasern verstärktes Siliciumcarbid, mit Siliciumcarbidfasern verstärktes Siliciumcarbid oder mit Aluminiumoxidfasern verstärktes Aluminiumoxid ist. 30
10. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht aus zwei fest miteinander verbundenen Schichten aus keramischen Materialien aufgebaut ist, wobei die erste Schicht (A) dem Beschuss zugewandt und die zweite Schicht (B) dem Beschuss abgewandt ist, 40

Schicht (A) auf ihrer nach außen weisenden, dem Beschuss zugewandten Seite über eine geschlossene Oberfläche (2) verfügt und die Schicht (B) auf ihrer nach außen weisenden, dem Beschuss abgewandten Oberfläche (3) eine Segmentstruktur aufweist, die aus einzelnen, von Spalten (4, 4') begrenzten Segmenten (5) zusammengesetzt ist. 45
11. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Beschuss zugewandte Schicht (A) eine faserverstärkte Keramik enthält. 50

12. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Schichten (A) und (B) faserverstärkte Keramiken enthalten, wobei

der Volumenanteil der Fasern an der Schichtzusammensetzung in Schicht (A) größer ist als in Schicht (B) und
der Volumenanteil der Fasern in der Schicht (A) höchstens 60 % beträgt und
der Volumenanteil des keramischen Materials in der Schicht (B) mindestens 55 % beträgt.

13. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Beschuss zugewandte Schicht (A) aus einem Material besteht, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient geringer ist als der des Materials, aus dem die dem Beschuss abgewandte Schicht (B) besteht.

14. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichten (A) und (B) aus mit Kohlenstofffasern verstärktem Siliciumcarbid (C/SiC) bestehen, wobei

der Volumenanteil der Kohlenstofffasern an der Schichtzusammensetzung in Schicht (A) höher ist als in Schicht (B) und
die Schicht (B) einen höheren Gehalt an Siliciumcarbid aufweist als die Schicht (A).

15. Ballistische Schutzschicht (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (A) ein Gewebe aus Kohlenstofffasern enthält oder/und die Schicht (B) ein Filz aus Kohlenstofffasern oder ein durch Carbonisierung von Cellulosefasern erhaltenes Produkt enthält.

16. Verfahren zur Herstellung einer ballistischen Schutzschicht (1) nach einem Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Zwischenstufe des Herstellungsprozesses oder in einem abschließenden Prozessschritt die Spalte (4, 4') zwischen den Segmenten (5) an der Oberfläche (3) durch ein Material abtragendes Verfahren hergestellt werden.

17. Verfahren zur Herstellung einer ballistischen Schutzschicht (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Zwischenstufe des Herstellungsprozesses oder in einem abschließenden Prozessschritt die Spalte (4, 4') durch Trennschneiden in die Oberfläche (3) eingebracht werden.

18. Verfahren zur Herstellung einer ballistischen Schutzschicht (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spalte (4,

4') in die Oberfläche (3) eingeprägt, eingedrückt oder eingepresst werden.

19. Verfahren zur Herstellung einer ballistischen Schutzschicht (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** 5

an der zu segmentierende Oberfläche (3) an den Stellen, an denen Spalte (4, 4') erzeugt werden sollen, in das noch formbare keramische Material Platzhalter eingelegt, eingepresst oder eingegossen werden, das keramische Material verfestigt wird und die Platzhalter entfernt werden. 10

15

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Platzhalter aus einem Opfermaterial bestehen und 20
diese Platzhalter durch Verbrennung, Pyrolyse, chemische oder thermische Zersetzung oder Auflösen dieses Opfermaterials aus dem verfestigten keramischen Material entfernt werden. 25

21. Verfahren zur Herstellung einer ballistischen Schutzschicht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Segmentstruktur durch einseitige Rissbildung beim Trocknen des Grünkörpers erzeugt wird. 30

22. Verfahren zur Herstellung einer ballistischen Schutzschicht (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** 35

in einem bei erhöhter Temperatur ablaufenden Prozess zwei fest miteinander verbundene Schichten (A) und (B) aus keramischen Materialien mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten erzeugt werden, wobei das Material der Schicht (B) einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat als das Material der Schicht (A), und 40
die aus den Schichten (A) und (B) bestehende ballistische Schutzschicht (1) anschließend abgekühlt wird, wobei in der Schicht (B) Risse gebildet werden, die diese Schicht segmentieren. 45

23. Verwendung einer ballistischen Schutzschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 15 für den Schutz von Personen, Fahr- oder Flugzeugen oder anderen Objekten vor Beschuss oder punktförmiger Belastung. 50

55

24. Verwendung einer ballistischen Schutzschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 22 für den Schutz von Satelliten vor mechanischer Zerstörung.

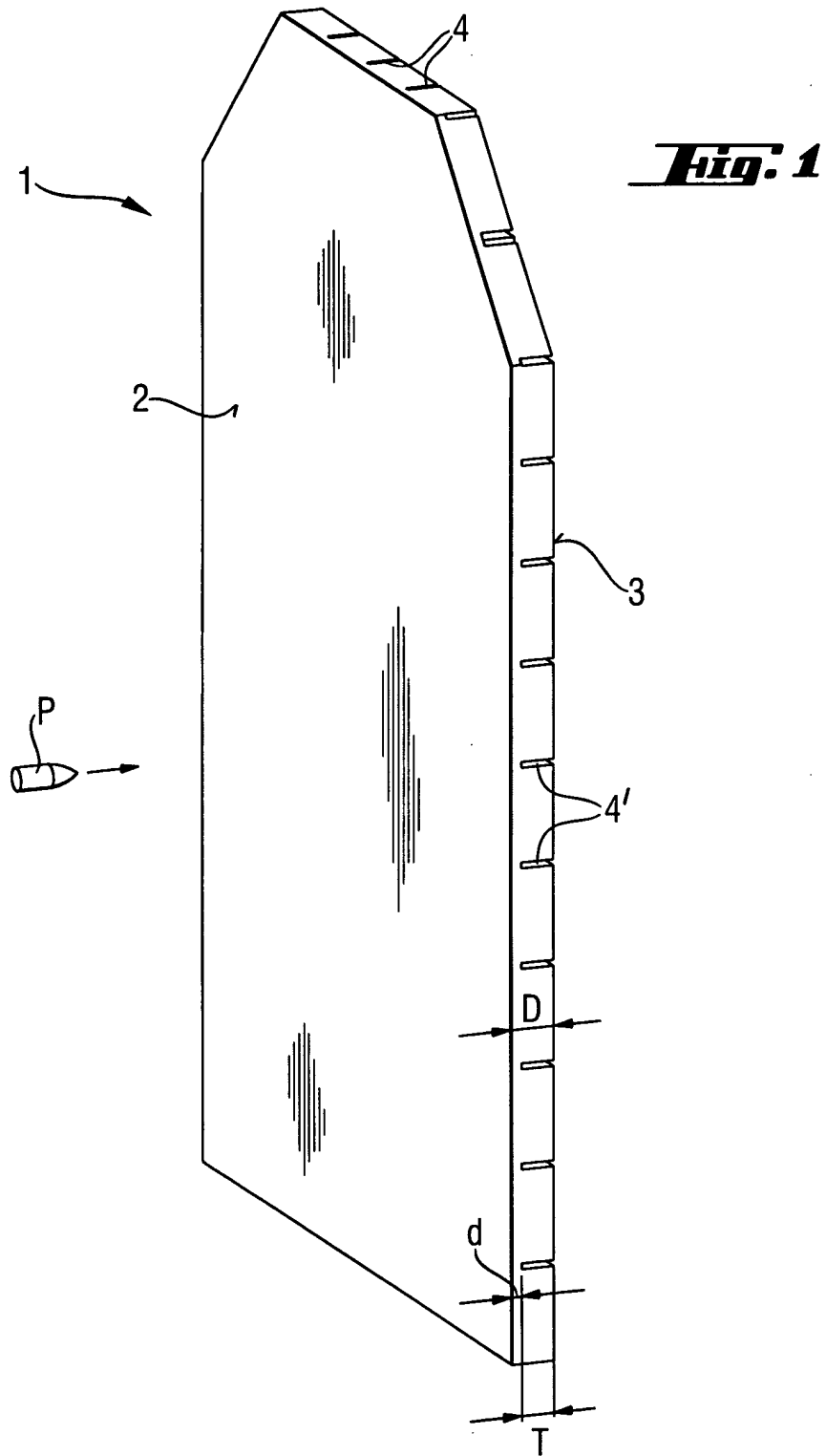


Fig. 2

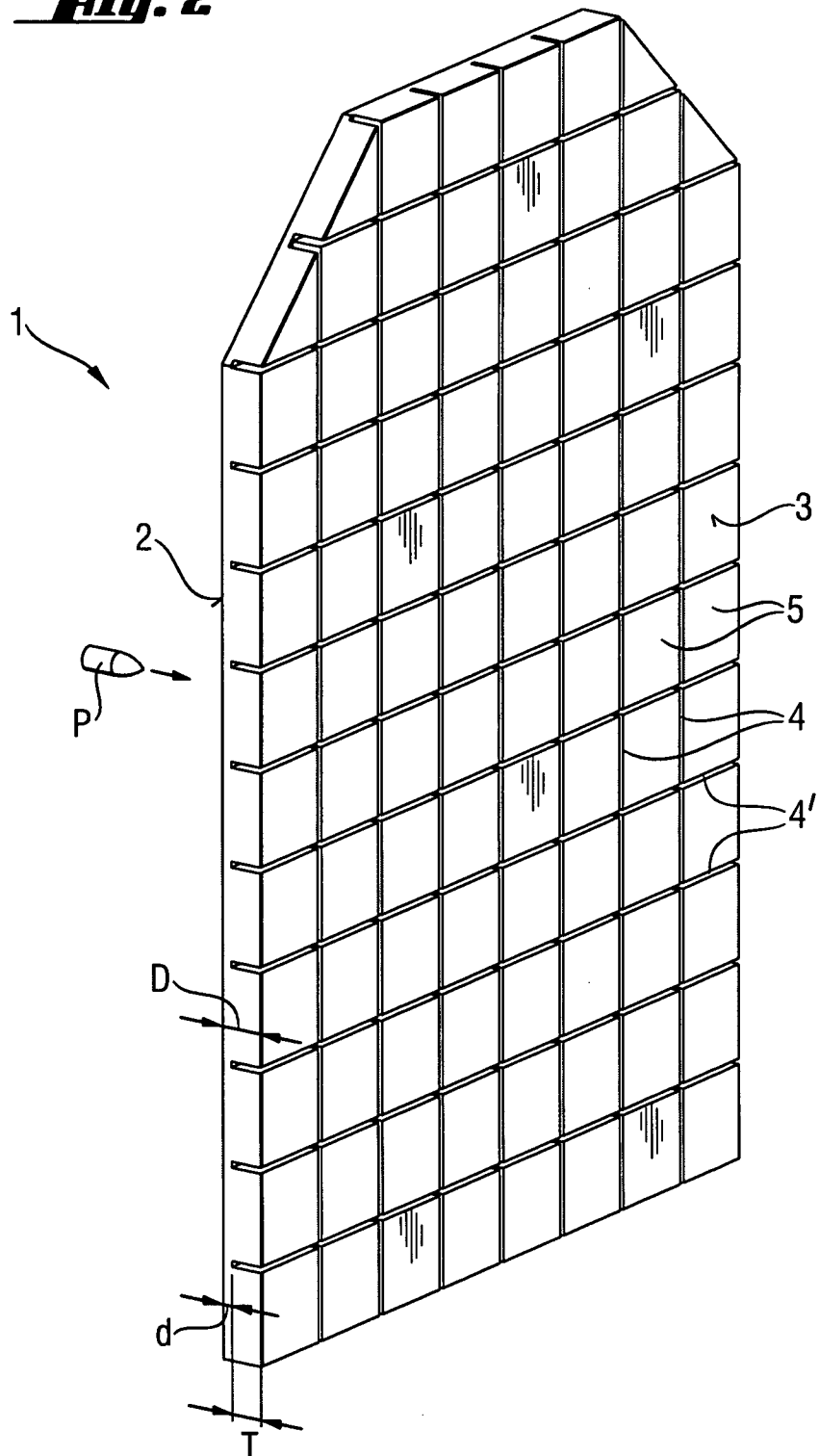


Fig. 3

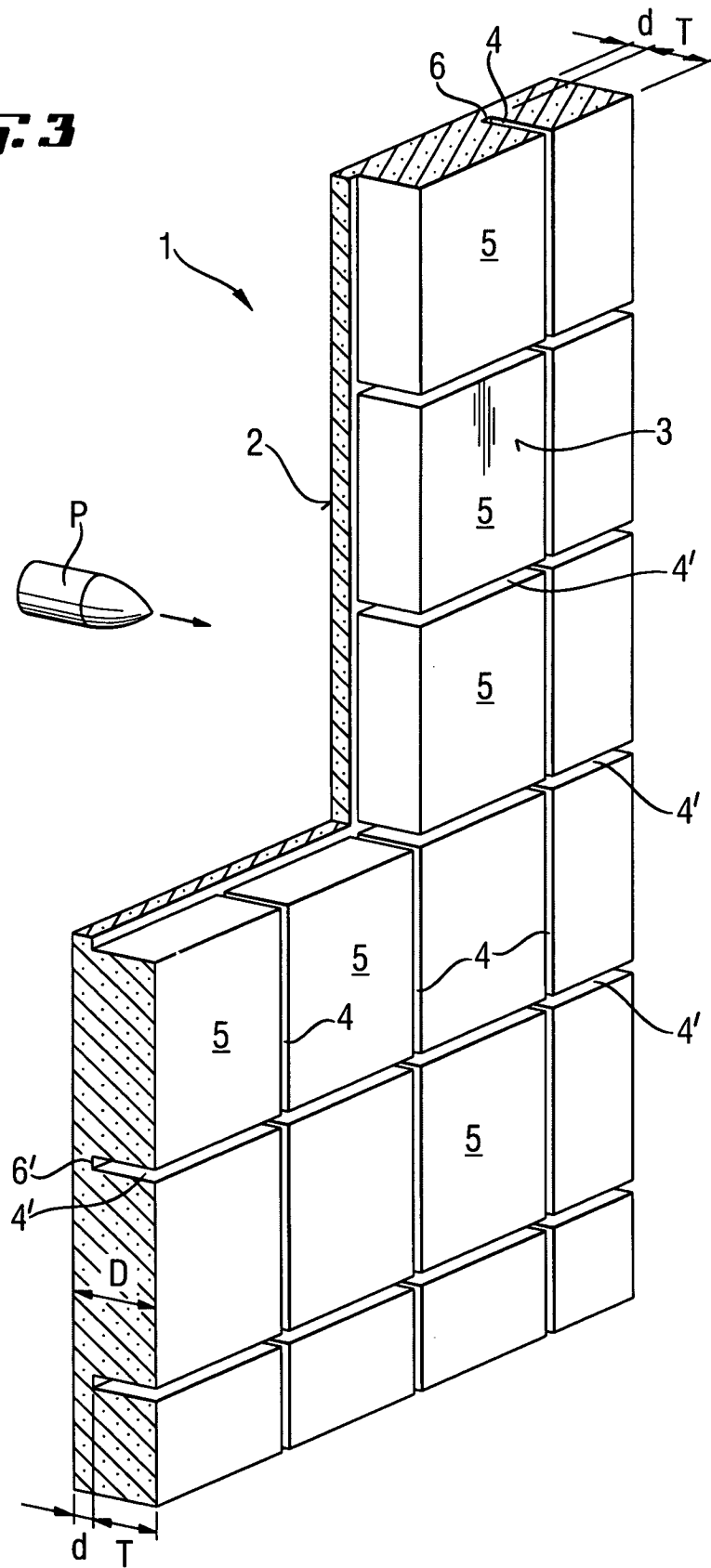
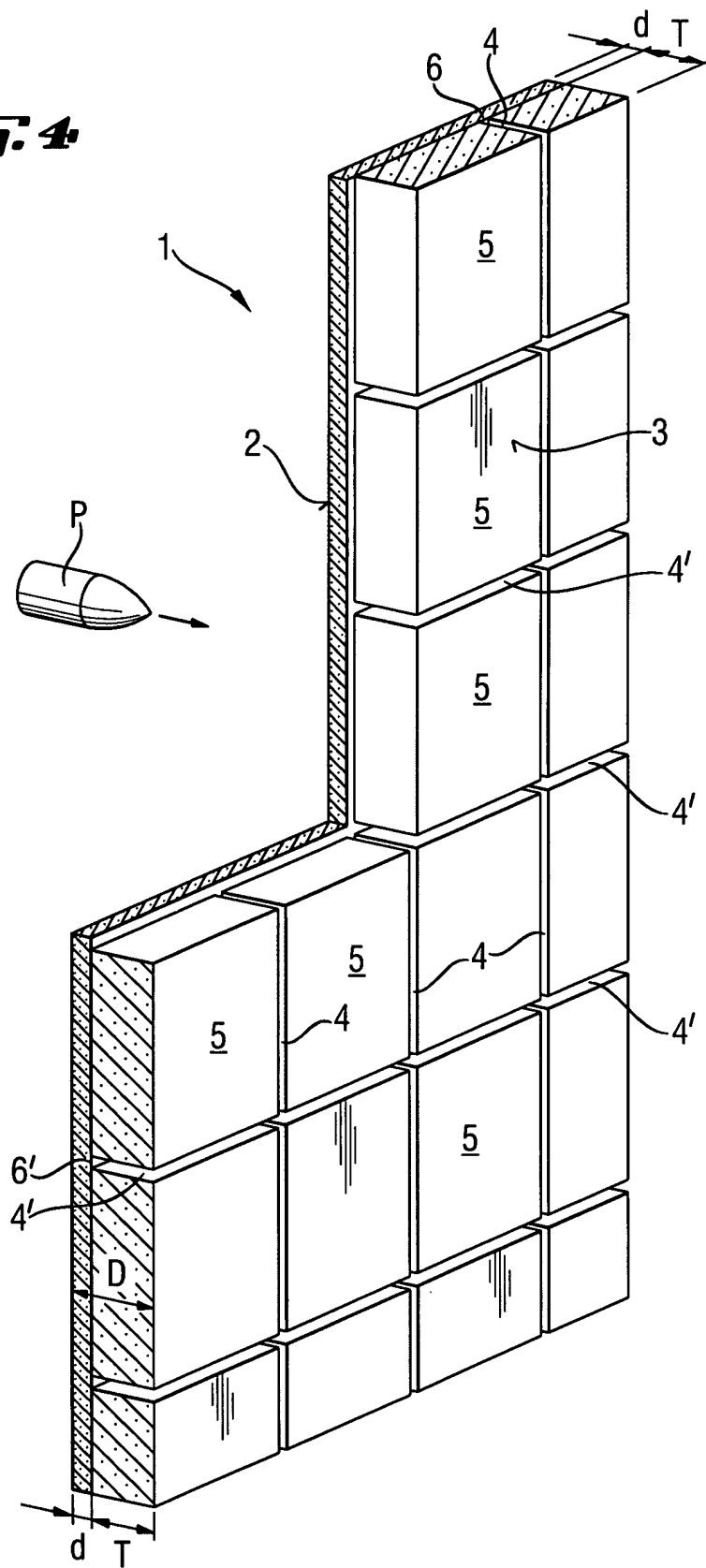


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 7067

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 91 07632 A (ALLIED SIGNAL INC) 30. Mai 1991 (1991-05-30)	1-23	F41H5/04
Y	* Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 10-15 * * Seite 2, Zeile 30 - Seite 3, Zeile 2 * * Seite 4, Zeile 6-17 * * Seite 4, Zeile 26 - Seite 5, Zeile 36 * * Seite 6, Zeile 4-15 * * Seite 8, Zeile 12-25 * * Seite 10, Zeile 18 - Seite 31, Zeile 6 * * Abbildungen 1-3 *	24	
Y	--- WO 03 043951 A (BENITSCH;HEINE (DE); SGL CARBON AG (DE); SCHWEIZER) 30. Mai 2003 (2003-05-30) * Seite 20, Zeile 3 *	24	
X	--- US 6 532 857 B1 (SHIH ET AL) 18. März 2003 (2003-03-18) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 7-10 * * Spalte 2, Zeile 23,24 * * Spalte 4, Zeile 25-27,52-56 * * Spalte 5, Zeile 38-43 * * Abbildung 5 *	1-7,10, 23	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F41H
X	--- GB 2 149 482 A (APPRICH) 12. Juni 1985 (1985-06-12) * Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 3-22,49-64,115-120 * * Seite 2, Zeile 4-12 * * Seite 3, Spalte 1-7 * * Abbildungen 2,8 *	1-7,10	
A	--- US 2 348 130 A (HARDY) 2. Mai 1944 (1944-05-02) ---		
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 31. März 2004	Prüfer Menier, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

4

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 7067

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 31 22 367 C (DEUTSCHE AEROSPACE) 22. Dezember 1994 (1994-12-22) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 31. März 2004	Prüfer Menier, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 02 7067

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-03-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9107632 A	30-05-1991	CA 2072124 A1	14-05-1991
		EP 0500795 A1	02-09-1992
		JP 5502291 T	22-04-1993
		WO 9107632 A1	30-05-1991
WO 03043951 A	30-05-2003	DE 10157487 C1	18-06-2003
		WO 03043951 A2	30-05-2003
US 6532857 B1	18-03-2003	KEINE	
GB 2149482 A	12-06-1985	DE 3228264 A1	05-12-1985
		FR 2573193 A1	16-05-1986
		IT 1148403 B	03-12-1986
US 2348130 A	02-05-1944	KEINE	
DE 3122367 C	22-12-1994	DE 3122367 C1	22-12-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82