



(11) **EP 1 747 419 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.08.2010 Patentblatt 2010/31**

(51) Int Cl.:  
**F41H 5/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **05746412.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2005/005172**

(22) Anmeldetag: **12.05.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2005/114089 (01.12.2005 Gazette 2005/48)**

(54) **KERAMISCHE PANZERPLATTE, PANZERUNGSSYSTEM UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER KERAMISCHEN PANZERPLATTE**

CERAMIC ARMOUR PLATE, ARMOURING SYSTEM, AND METHOD FOR PRODUCING A CERAMIC ARMOUR PLATE

PLAQUE DE BLINDAGE EN CERAMIQUE, SYSTEME DE BLINDAGE ET PROCEDE POUR PRODUIRE UNE PLAQUE DE BLINDAGE EN CERAMIQUE

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

- **NEDELE, Martin**  
**72768 Reutlingen (DE)**
- **SCHULTE, Rüdiger**  
**95704 Pullenreuth (DE)**

(30) Priorität: **19.05.2004 DE 102004026515**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**31.01.2007 Patentblatt 2007/05**

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Uhlandstrasse 14c**  
**70182 Stuttgart (DE)**

(73) Patentinhaber: **DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
**51147 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 810 415 EP-A- 1 536 199**  
**DE-A1- 19 947 731 GB-A- 2 336 807**  
**GB-A- 2 377 006**

(72) Erfinder:  
• **HEIDENREICH, Bernhard**  
**71679 Asperg (DE)**

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).

**EP 1 747 419 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine keramische Panzerplatte, welche einstückig ausgebildet ist und eine Mehrzahl von zusammenhängenden Segmenten umfasst, welche durch Rissstopper funktionell getrennt sind, wobei die Rissstopper der Verhinderung der Ausbreitung von Rissen von einem Segment auf ein benachbartes Segment dienen, wie in GB2336807 A beschrieben.

**[0002]** Ferner betrifft die Erfindung ein Panzerungssystem umfassend mindestens eine solche Panzerplatte.

**[0003]** Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen keramischen Panzerplatte, bei dem in einem Panzerplatten-Vorkörper Rissstopper erzeugt werden und die Panzerplatte über die Rissstopper in zusammenhängende funktionelle Segmente unterteilt wird.

**[0004]** Ein Panzersystem ist beispielsweise aus der EP 0 810 415 B1 (DE 697 07 560 T2) bekannt; dieses umfasst eine Mehrzahl von keramischen Fliesen, die in einer Fliesenschicht angeordnet sind. Die keramischen Fliesen haben die Aufgabe, aufgrund der Härte der Keramik den Kern eines auftreffenden Geschosses zu zerstören.

**[0005]** Aus der GB 2 336 807 A ist ein keramisches Sandwichmaterial für den ballistischen Schutz bekannt. Dieses Material umfasst Lagen an Keramikmaterial einer Dicke zwischen 0,5 mm und 3,0 mm, wobei zwischen benachbarten Lagen ein Bindematerial angeordnet ist. Es werden Schwachbereiche bereitgestellt über eine Serie von Nutenmustern, um das Ausbreiten von Rissen innerhalb von Zellgebieten, welche durch die Nuten umschlossen werden, zu verhindern.

**[0006]** Aus der DE 199 47 731 A1 ist ein Bauteil aus SiC-Keramik bekannt, das aus einem Ausgangskörper aus zellulosehaltigem Material durch dessen Pyrolyse und nachfolgender Infiltration von Silicium hergestellt ist.

**[0007]** Aus der GB 2 377 006 A ist ein ballistisches Schutzschild bekannt.

**[0008]** Aus der EP 1 536 199 A1 ist eine keramische ballistische Schutzschicht bekannt, welche eine geschlossene Oberfläche an einer dem Beschuss zugewandten Seite aufweist. Die dem Beschuss abgewandte Seite weist eine segmentierte Oberfläche auf, die aus einzelnen, von Spalten begrenzten Segmenten zusammengesetzt ist, wobei die Tiefe der Spalten zwischen den Segmenten mindestens um 0,15 mm kleiner ist als die Dicke der Schicht.

**[0009]** Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine keramische Panzerplatte und ein Panzerungssystem bereitzustellen, welche auf einfache Weise herstellbar sind.

**[0010]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Rissstopper über Risse gebildet sind, dass als die Rissstopper dienenden Risse zwischen einer Oberseite und einer Unterseite der Panzerplatte verlaufen, dass Decklagen vorgesehen sind, zwischen welchen die Risse verlaufen und dass die Decklagen aus

einem Material hergestellt sind, welches einen niedrigeren Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Material zwischen den Decklagen aufweist.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird eine einstückige Panzerplatte mit integral hergestellten Rißstopperrn bereitgestellt. Dadurch ist die Herstellung stark vereinfacht, da nicht eine Mehrzahl von einzelnen Fliesen hergestellt werden muß, die dann noch gefügt werden müssen, sondern integral eine ganze Platte hergestellt wird, welche einen größeren Flächenbereich einnimmt. Da keine Fügung notwendig ist, sind auch die damit verbundenen Probleme vermieden. Beispielsweise kann bei der Herstellung von Keramikplatten ein Größenschwund und eine Verformung auftreten. Wenn Keramikfliesen zu fügen sind, dann erfordert dies eine aufwendige Herstellung, damit eine paßgenaue Fügung mit geringen Spaltbreiten zwischen den Fliesen erreicht werden kann. Bei der erfindungsgemäßen keramischen Panzerplatte ist aber eine Fügung nicht notwendig, so daß die Herstellung weniger aufwendig ist.

**[0012]** Die Rißstopper lassen sich auf einfache Weise während der Herstellung ausbilden, beispielsweise über definiert erzeugte Risse oder über vor der Keramisierung eingebrachte Nuten. Dadurch wiederum ist es möglich, die funktionellen Segmente definiert für die gewünschte Anwendung zu erzeugen.

**[0013]** Es ist auch möglich, eine keramische Panzerplatte für bestimmte Anwendungen mit einer definierten Krümmung herzustellen. Wenn einzelne Fliesen gefügt werden, dann ist die Krümmung erheblich schwieriger herzustellen, da Fliesen im Fliesenverbund unterschiedliche Krümmungen aufweisen können.

**[0014]** Im Vergleich zu einem Fliesenverbund ergeben sich durch die Integration von Rißstopperrn in die Panzerplatte eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Ausbildung der Panzerplatte. Diese läßt sich beispielsweise mehrlagig ausbilden, wobei in unterschiedlichen Lagen die Rissstopper unterschiedlich angeordnet sein können. Dadurch ergibt sich eine größere Anzahl an Steuerungs- und Einstellmöglichkeiten für den Rissverlauf beim Beschuss und damit für die ballistischen Eigenschaften der Panzerplatte.

**[0015]** Durch die Rissstopper ergibt sich auch ein verbesserter Schutz bei Mehrfachbeschuss.

**[0016]** Es lassen sich auch unterschiedliche Segmentgeometrien wie beispielsweise Rechtecke, Sechsecke, gekrümmte Segmente usw. realisieren.

**[0017]** Rissstopper sind über Risse gebildet. Solche Risse lassen sich definiert herstellen, indem beispielsweise Deckplatten (Decklagen) auf einen Vollmaterial-Vorkörper aufgesetzt werden, welche einen unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen als der Vollmaterial-Vorkörper. Bei anschließender Keramisierung wird ein integraler Werkstoffverbund mit Rissbildung erzeugt.

**[0018]** Die als Rissstopper dienenden Risse verlaufen zwischen einer Oberseite und einer Unterseite der Panzerplatte. Dadurch lässt sich die Panzerplatte in funktio-

nelle Segmente unterteilen, wobei die Rissausbreitung über Segmente hinaus stopbar ist.

**[0019]** Es sind Decklagen vorgesehen, zwischen welchen die Risse verlaufen. Dadurch wird die Panzerplatte zu ihrer Oberseite und Unterseite hin durch eine rissfreie Decklage abgedeckt. Über die Decklagen wiederum ist es möglich, während der Herstellung der Panzerplatte definiert Risse zu erzeugen.

**[0020]** Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Rissstopper in die Panzerplatte integriert sind. Dadurch lässt sich die Panzerplatte einfach herstellen und auch ein Panzersystem, welches mindestens eine erfindungsgemäße Panzerplatte umfasst, lässt sich auf einfache Weise herstellen.

**[0021]** Insbesondere sind die Rissstopper in dem Vollmaterial der Panzerplatte gebildet, so dass keine getrennten und nachträglich zu fügenden Fliesen vorgesehen werden müssen. Dadurch ist die Herstellung der Panzerplatte stark vereinfacht, wobei sich ein großer Flächenbereich auf einfache Weise herstellen lässt.

**[0022]** Insbesondere werden die Rissstopper bei der Herstellung der Panzerplatte erzeugt.

**[0023]** Bei einer Ausführungsform sind Rissstopper durch Ausnehmungen und/oder über Ausnehmungen gebildet. Die Ausnehmungen lassen sich insbesondere vor der Keramisierung eines Panzerplatten-Vorkörpers auf einfache Weise herstellen. Sie lassen sich definiert anordnen. Beispielsweise kann ein Gitter an Ausnehmungen erzeugt werden. Weiterhin lassen sich die Ausnehmungen mit definierter Tiefe herstellen. Bei der hergestellten Panzerplatte sind die Ausnehmungen nicht unbedingt mehr vorhanden. Beispielsweise werden diese vor Infiltrierung mit carbidbildenden Stoffen (wie Silicium für die Silicierung) mit einem Trennmittel gefüllt. Die Reißstopperfunktion bleibt dabei aber erhalten, da der Werkstoff der Segmente (beispielsweise SiC) eine deutlich höhere Schallgeschwindigkeit aufweist als der Werkstoff des Trennmittels in den Ausnehmungen (beispielsweise BN, C, Si). Es ist auch eine Befüllung mit kohlenstoffreicher Paste, die bei der Silicierung nicht zu SiC konvertiert wird, oder mit reinem Silicium möglich.

**[0024]** Insbesondere sind die Ausnehmungen in der Dickenrichtung der Panzerplatte hergestellt. Dadurch wird die Panzerplatte in funktionelle Segmente unterteilt, wobei die Segmente zusammenhängend sind. Die Ausnehmungen verhindern eine Reißausbreitung über ein Segment hinaus, wenn ein Segment einen Impact beispielsweise durch Geschosßaufschlag erfährt.

**[0025]** Es ist auch möglich, daß Ausnehmungen in einem Winkel zwischen 15° und 45° bezogen auf eine Dickenrichtung der Panzerplatte hergestellt sind. Dies kann für bestimmte Anwendungen vorteilhaft sein.

**[0026]** Es kann vorgesehen sein, daß die Ausnehmungen nichtdurchgehend sind. Beispielsweise werden Reißstopper durch Nuten und/oder über Nuten gebildet. Solche Nuten lassen sich auf einfache Weise herstellen, beispielsweise durch Fräsung oder Laserbearbeitung oder Wasserstrahlschneiden.

**[0027]** Vorzugsweise liegt die Tiefe der Nuten im Bereich zwischen 0,05 bis 0,9 und vorzugsweise zwischen 0,1 und 0,6 der Dicke der Panzerplatte. Dadurch lässt sich zum einen eine Rissstopwirkung erzielen und zum anderen eine einstückige Panzerplatte ausbilden.

**[0028]** Es ist auch möglich, dass in der Dickenrichtung durchgehende Ausnehmungen vorgesehen sind. Beispielsweise werden dazu Rissstopper durch Perforationen und/oder über Perforationen gebildet.

**[0029]** Günstig ist es, wenn die Risse zumindest näherungsweise in der Dickenrichtung der Panzerplatte verlaufen. Dadurch lässt sich die Panzerplatte in Segmente unterteilen, die einem Fliesenverbund mit Fugen zwischen den Fliesen entsprechen, wobei jedoch die Panzerplatte einstückig ausgebildet ist.

**[0030]** Beispielsweise werden die Decklagen aus C/C-SiC hergestellt. Dazu werden beispielsweise C/C-Vorkörper jeweils auf der Unterseite und der Oberseite eines porösen C-Vorkörpers fixiert und es wird eine anschließende Silicierung durchgeführt. Dadurch lassen sich Decklagen aus C-C-SiC bilden. Aufgrund der unterschiedlichen Materialeigenschaften lässt sich während der Silicierung bzw. bei der Abkühlung des mit Silicium infiltrierten Körpers eine Rissstruktur erzeugen, wobei die Risse zwischen den Decklagen verlaufen. Dadurch wiederum lassen sich die funktionellen Segmente erzeugen. Die Größe von Segmenten kann durch unterschiedliche Lagen mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten eingestellt werden.

**[0031]** Grundsätzlich ist es möglich, als Rissstopper Fehlstellen wie beispielsweise Risse vorzusehen.

**[0032]** Es hat sich als günstig erwiesen, wenn der Abstand zwischen Rissstoppern im Bereich zwischen 5 mm und 100 mm liegt und vorzugsweise zwischen 30 mm und 50 mm liegt.

**[0033]** Es kann günstig sein, einen mehrlagigen Aufbau vorzusehen. Die Lagen sind dabei einstückig aneinander gebildet. Beispielsweise werden mehrere Lagen bei der Keramisierung (wie beispielsweise über die Infiltration von flüssigem Silicium, d.h. Silicierung) einstückig (in situ) zusammengefügt.

**[0034]** Beispielsweise ist die Panzerplatte aus einer Siliciumcarbid-Keramik hergestellt. Diese weist eine hohe Härte auf, so daß ein auftreffendes Geschosß zerstört wird. Es ist auch denkbar, die Panzerplatte über andere carbidbildende Metalle wie Titan oder Chrom herzustellen.

**[0035]** Es ist günstig, wenn die Reißstopper in das Keramikmaterial der Panzerplatte eingebracht sind und insbesondere dort eingebettet sind. Insbesondere besteht keine Verbindung zu den Oberflächen.

**[0036]** Die Panzerplatte lässt sich insbesondere aus einem kohlenstoffhaltigen Vorkörper herstellen. Ein solcher Vorkörper ist auf einfache Weise bearbeitbar. Er ist zumindest teilweise keramisierbar. Beispielsweise wird dieser Vorkörper mittels Graphitpulver und Bindemitteln hergestellt.

**[0037]** Die erfindungsgemäße Panzerplatte lässt sich

kostengünstig herstellen, wenn der keramische Werkstoff der Panzerplatte mittels eines biomorphen Materials und insbesondere eines Cellulose enthaltenden Materials hergestellt ist. Entsprechende Herstellungsverfahren sind in der nicht vorveröffentlichten deutschen Anmeldung Nr. 103 29 822.3 vom 30. Juni 2003 oder in der DE 199 47 731 A1 beschrieben. Auf diese Dokumente wird ausdrücklich Bezug genommen.

**[0038]** Die erfindungsgemäße Panzerplatte läßt sich vorteilhaft in einem Panzerungssystem einsetzen, welches mindestens eine erfindungsgemäße Panzerplatte umfaßt.

**[0039]** Ein entsprechendes Panzerungssystem weist insbesondere einen mehrlagigen Aufbau auf. Ein Beispiel ist in der EP 0 810 415 B1 beschrieben, auf die ausdrücklich Bezug genommen wird. Anstatt einer Mehrzahl von Fliesen, wie dort beschrieben, läßt sich mindestens eine erfindungsgemäße Panzerplatte verwenden.

**[0040]** Insbesondere sitzt dann die mindestens eine Panzerplatte auf einem Backing (Strukturträgerschicht), die vorzugsweise aus einem Leichtbaumaterial wie Aluminium oder Kohle-Kevlar oder Aramid hergestellt ist.

**[0041]** Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Herstellung einer keramischen Panzerplatte bereitzustellen, welches auf einfache Weise durchführbar ist.

**[0042]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 23 gelöst.

**[0043]** Erfindungsgemäß werden während der Herstellung der keramischen Panzerplatte die Rissstopper (für die herzustellende Panzerplatte) eingebracht, und zwar in einem Panzerplatten-Vorkörper, in dem die Einbringung unkompliziert erfolgen kann. Dadurch ergibt sich eine leichte Herstellbarkeit, wobei durch eine definierte Rissstoppererzeugung definierte funktionelle Segmente erstellbar sind.

**[0044]** Das erfindungsgemäße Verfahren weist die bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen keramischen Panzerplatte erläuterten Vorteile auf.

**[0045]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens wurden ebenfalls bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen keramischen Panzerplatte erläutert.

**[0046]** Eine Einbringung von Rißstoppern nach der Keramisierung ist grundsätzlich möglich.

**[0047]** Insbesondere werden die Rißstopper vor der Keramisierung des Panzerplatten-Werkstoffes hergestellt. Es ist dann möglich, die Rißstopper beispielsweise durch spanabhebende Materialbearbeitung herzustellen. In dem Stadium vor der Keramisierung ist das Material weitaus weniger hart als nach der Keramisierung und daher leichter verarbeitbar.

**[0048]** Beispielsweise werden die Rißstopper durch Herstellung von Ausnehmungen erzeugt. Diese lassen sich durch mechanische Materialbearbeitung, wie spanabhebende Materialbearbeitung (Fräsen, Bohren, Schleifen usw.), und/oder durch Strahlbearbeitung wie

Laserbearbeitung oder Wasserstrahlbearbeitung auf einfache Weise in definierter Anordnung und Form herstellen.

**[0049]** Es kann vorgesehen sein, daß die Ausnehmungen mit Trennmittel gefüllt werden. Das Trennmittel hat die Aufgabe, die Rißstopperfunktion für die fertige Panzerplatte (welche keramisiert ist) sicherzustellen. Insbesondere dient das Trennmittel dazu, eine Benetzung mit carbidbildendem Material während der Keramisierung zu verhindern. Beispielsweise erfolgt eine Befüllung mit kohlenstoffreicher Paste. Dadurch lassen sich Kohlenstoffstege in einer keramischen Panzerplatte herstellen. Eine Befüllung kann auch mit Silicium erfolgen.

**[0050]** Risse werden als Rissstopper definiert erzeugt.

**[0051]** Die Risse werden über die Verbindung mit Deckplatten erzeugt. Diese Deckplatten werden vor der Keramisierung auf einen Vorkörper aufgelegt. Durch die Keramisierung beispielsweise durch Silicierung erfolgt eine einstückige Verbindung der Deckplatten, wobei Risse erzeugbar sind.

**[0052]** Insbesondere werden die Deckplatten aus C/C hergestellt, das heißt aus kohlefaserverstärktem Kohlenstoff hergestellt.

**[0053]** Es ist auch günstig, einen mehrlagigen Aufbau vorzusehen, wobei die Lagen bei der Keramisierung in situ zur Bildung einer einstückigen Panzerplatte verbunden werden. Dadurch lassen sich die Eigenschaften der keramischen Panzerplatte definiert steuern bzw. einstellen. Beispielsweise lassen sich in individuelle Lagen jeweils Rissstopperstrukturen einbringen. Dadurch läßt sich ein beim Beschuss entstehender Bruchhagel steuern, um den ballistischen Schutz zu erhöhen.

**[0054]** Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer keramischen Panzerplatte, welches nicht Teil der Erfindung ist ;

Figur 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels, welches Teil der Erfindung ist ;

Figur 3 eine Schnittansicht der Panzerplatte gemäß Figur 1;

Figur 4 eine Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels, welches nicht Teil der Erfindung ist ;

Figur 5 eine Schnittansicht eines vierten Ausführungsbeispiels, welches nicht Teil der Erfindung ist ;

Figur 6 eine Schnittansicht eines fünften Ausführungsbeispiels, welches nicht Teil der Erfindung ist ;

rungsbeispiels, welches nicht Teil der Erfindung ist ;

Figur 7 eine Schnittansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels und

Figur 8 eine perspektivische Teilschnittansicht eines Ausführungsbeispiels eines Panzerungssystems, welches eine erfindungsgemäße keramische Panzerplatte umfaßt.

**[0055]** Ein erstes Ausführungsbeispiel einer Panzerplatte, welches nicht Teil der Erfindung ist ist in Figur 1 schematisch gezeigt und dort als Ganzes mit 10 bezeichnet. Die Panzerplatte 10 ist aus einer Siliciumcarbid-Keramik hergestellt.

**[0056]** Dazu wird ein kohlenstoffhaltiger Panzerplatten-Vorkörper hergestellt. Beispielsweise wird zur Herstellung des Panzerplatten-Vorkörpers ein cellulosehaltiger Werkstoff verwendet und dadurch ein poröser Vorkörper hergestellt. Der Vorkörper wird mittels Pyrolyse dann in einen offen porösen Kohlenstoffkörper umgewandelt. In diesen Vorkörper werden vor der Keramisierung Nuten 12 eingebracht. Beispielsweise wird ein rechteckförmiges Gitter 14 an Nuten 12 hergestellt. Durch die Nuten 12 sind Rißstopper gebildet, welche die Ausbreitung von Rissen verhindern.

**[0057]** Es ist auch möglich, daß die Nuten 12 bzw. Ausnehmungen vor der Pyrolyse in einen Grünkörper eingebracht werden. (Dadurch ist die mechanische Bearbeitung erleichtert.) Durch Schrumpfung während der Pyrolyse wird der Spalt zwischen benachbarten Segmenten verkleinert. Bei einem Grünkörper mit Ausnehmungen bzw. Nuten ist die Delaminationsgefahr bei der Pyrolyse verringert, da Gase über die Ausnehmungen bzw. Nuten schneller entweichen können.

**[0058]** Die Nuten 12 unterteilen die Panzerplatte 10 in einzelne Segmente 16, wobei die Segmente 16 zusammenhängend sind; die Panzerplatte 10 ist einstückig ausgebildet. Die Segmente 16 sind funktionell definiert. Sie sind durch Nuten 12 begrenzt. Die Nuten 12 verhindern, daß Risse, welche in einem Segment (beispielsweise in dem Segment 18 durch Aufprall eines Geschosses) entstehen, sich auf benachbarte Segmente 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h ausbreiten können.

**[0059]** Die Nuten 12 werden nach der Pyrolyse vor der Keramisierung des Panzerplatten-Vorkörpers eingebracht. Dies erfolgt beispielsweise durch spanabhebende Materialbearbeitung wie Fräsen und/oder durch Laserbearbeitung.

**[0060]** Die Nuten 12 erstrecken sich in einer Dickenrichtung d in der Panzerplatte 10. Die Panzerplatte 10 hat eine Dicke D (Figur 1). Die Tiefe der Nuten 12 liegt vorzugsweise im Bereich zwischen dem 0,1-fachen bis 0,6-fachen der Dicke D der Panzerplatte 10. Eine typische Tiefe der Nuten 12 liegt bei ca. 6 mm.

**[0061]** Die Segmente 16, definiert durch das Gitter 14 der Nuten 12, weisen typische Querabmessungen (senk-

recht zur Dickenrichtung d) zwischen 30 mm und 50 mm auf.

**[0062]** Nach Einbringen der Nuten 12 erfolgt eine Silicierung des Panzerplatten-Vorkörpers; über Infiltration von Silicium umfassenden Materialien wird der Panzerplatten-Vorkörper in eine Siliciumcarbid-Panzerplatte umgewandelt.

**[0063]** Es kann vorgesehen sein, daß zur Herstellung des Panzerplatten-Vorkörpers als Ausgangsbestandteil cellulosehaltiges Pulver verwendet wird. Ein entsprechendes Herstellungsverfahren (bei welchem aus einem cellulosehaltigen Werkstoff ein poröser Vorkörper hergestellt wird, der poröse Vorkörper mittels Pyrolyse in einen offenporösen Kohlenstoffkörper umgewandelt wird und der offenporöse Kohlenstoffkörper durch Infiltration von Silicium umfassenden Materialien in eine Silicium umfassende Carbid-Keramik, insbesondere Siliciumcarbid-Keramik, umgewandelt wird, wobei zur Herstellung des Vorkörpers als Ausgangsbestandteil mindestens cellulosehaltiges Pulver verwendet wird) ist in der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung Nr. 103 29 822.3 vom 30. Juni 2003 des gleichen Anmelders offenbart. In dieser Anmeldung sind auch Bauteile offenbart, welche einen mit Silicium umfassenden Materialien infiltrierten und dadurch im wesentlichen zu Silicium umfassenden Carbid, insbesondere Siliciumcarbid, keramisierten Kohlenstoffkörper umfassen, wobei der Kohlenstoffkörper eine durch Verwendung von mindestens cellulosehaltigem Pulver und Bindemittel als Ausgangsbestandteile im wesentlichen homogene Porenstruktur aufweist. Auf diese Anmeldung wird ausdrücklich Bezug genommen.

**[0064]** Die Nuten 12 können vor der Silicierung mit einem Trennmittel wie Bornitrid befüllt werden; Silicium benetzt das Trennmittel nicht. Dadurch verbleiben beim Silicieren Fehlstellen, welche eben als Rißstopper dienen.

**[0065]** Rißstopper sind in die Panzerplatte 10 eingebracht. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind diese Rißstopper die Nuten 12, welche gitterförmig eingebracht sind. Wenn ein Geschloß ein Segment, beispielsweise das Segment 18 (zur Veranschaulichung in Figur 1 schraffiert) trifft, dann verhindern die das Segment 18 umgebenden Nuten 12 eine Ausbreitung von Rissen in die benachbarten Segmente 20a, b, c, d, e, f, g, h.

**[0066]** Die Panzerplatte 10 läßt sich integral herstellen und die Rißstopper sind integral in der Panzerplatte 10 gebildet. Beispielsweise ist es auch möglich, die Panzerplatte 10 mit entsprechenden Krümmungen herzustellen.

**[0067]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind durch die Nuten 12 nichtdurchgehende Ausnehmungen in einen Panzerplatten-Vorkörper eingebracht. Es ist auch möglich, wie anhand eines zweiten Ausführungsbeispiels 22 (Figur 2) gezeigt, daß vor der Keramisierung in einem Panzerplatten-Vorkörper durchgehende Ausnehmungen 24 in der Form von Perforationen eingebracht sind. Diese Perforationen dienen ebenfalls als Rißstopper, um die Ausbreitung von Rissen von einem

Segment 26 auf benachbarte Segmente zu verhindern.

**[0068]** In Figur 3 ist schematisch eine Schnittansicht durch die Panzerplatte gemäß Figur 1 gezeigt. Man erkennt die oberflächlich eingebrachten Nuten 12 als Rißstopper. Eine Oberfläche 30, von welcher die Nuten 12 her eingebracht sind, liegt vorzugsweise einer Außenseite 28 der Panzerplatte 10 gegenüber. Bei einer Anwendung weist die Außenseite 28 vorzugsweise nach außen.

**[0069]** Es ist auch möglich, daß eine Panzerplatte, wie in Figur 4 schematisch gezeigt und dort als Ganzes mit 32 bezeichnet, mehrlagig aufgebaut ist, beispielsweise mit einer ersten Lage 34a, einer zweiten Lage 34b und einer dritten Lage 34c. Die Lagen 34a, 34b, 34c sind integral miteinander verbunden, so daß die Panzerplatte 32 einstückig ausgebildet ist. Die Lagen 34a, 34b, 34c werden beispielsweise über getrennte pyrolysierte Vorkörper hergestellt, wobei die entsprechenden Lagen dann über die Silicierung miteinander einstückig verbunden werden.

**[0070]** In den Lagen 34a, 34b, 34c werden vor der Keramisierung (Silicierung) Nuten 36 als Rißstopper eingebracht. Die Einbringung erfolgt grundsätzlich so wie oben anhand des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben. Dadurch werden in jeder Lage funktionelle Segmente 38a, 38b, 38c erzeugt. Die Segmente in jeder Lage sind dabei eben durch die Nuten 36 als Rißstopper funktionell getrennt.

**[0071]** Eine typische Tiefe der Nuten 36 liegt bei ca. 3 mm.

**[0072]** Es kann vorgesehen sein, daß sich die Segmente benachbarter Lagen überdecken. Beispielsweise überdecken die Segmente 38b der Lage 34b jeweils die Segmente 38c und 38a der Lagen 34a und 34c.

**[0073]** Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel einer Panzerplatte, welche in Figur 5 schematisch gezeigt und dort mit 40 bezeichnet ist, sind Nuten 42 und 44 von gegenüberliegenden Oberflächen 46, 48 her eingebracht. Die Nuten 42, 44 sind nichtdurchgehend und bezogen auf eine Richtung quer zur Dickenrichtung d versetzt zueinander. Auch dadurch werden funktionelle Segmente in der Panzerplatte 40 gebildet, wobei die Nuten 42, 44 als Rißstopper die Ausbreitung von Rissen über ein Segment hinaus verhindern, wenn das entsprechende Segment beispielsweise von einem Geschloß getroffen wird.

**[0074]** Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel einer Panzerplatte, welche in Figur 6 gezeigt und dort als Ganzes mit 50 bezeichnet ist, ist ein mehrlagiger Aufbau mit einer ersten Lage 52a, einer zweiten Lage 52b und einer dritten Lage 52c vorgesehen. Bei den Lagen handelt es sich beispielsweise um Siliciumcarbid-Lagen, welche über Silicierung integral miteinander verbunden sind. Es kann dabei vorgesehen sein, daß die mittlere Lage 52b Risse 54 aufweist, welche definiert hergestellt wurden. Die Risse verlaufen zumindest näherungsweise parallel zu einer Dickenrichtung der Panzerplatte 50. Die Risse 54 dienen als Rißstopper. Über sie wird die Panzer-

platte 50 in funktionelle Segmente 56 unterteilt, wobei die entsprechenden Segmente durch Risse begrenzt sind. Die Risse 54 verhindern als eine Art von Sollbruchstellen die Ausbreitung von Rissen über ein Segment 56 hinaus, wenn beispielsweise durch Aufprall eines Geschosses in dem Segment 56 Risse entstehen.

**[0075]** Die Risse können auch in einem Winkel von 15° bis 45° verlaufen oder senkrecht zur Dickenrichtung.

**[0076]** Die Panzerplatte 50 ist mehrlagig mit den Rissen 54 als innenliegende Fehlstellen in situ gefügt, das heißt die Panzerplatte 50 ist einstückig ausgebildet.

**[0077]** Es ist auch möglich, wie in Figur 7 anhand eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Panzerplatte 58 gezeigt, daß Risse 60 als Rißstopper beispielsweise in einem Siliciumcarbid-Keramikvollmaterial 62 gebildet sind, wobei das Vollmaterial 62 zwischen Decklagen 64, 66 aus C/C-SiC liegt. Die Decklagen 64, 66 werden über Decklagen-Vorkörper beispielsweise aus C/C hergestellt, welche für die Silicierung mit dem Vollmaterial-Vorkörper verbunden werden. Durch den Siliciervorgang können dadurch definiert Risse zwischen den Decklagen 64, 66 in dem Siliciumcarbid-Keramikvollmaterial 62 gebildet sein, und zwar insbesondere bei der Abkühlung.

**[0078]** Eine typische Dicke der Decklagen 64, 66 liegt bei ca. 1 mm.

**[0079]** Erfindungsgemäß werden Panzerplatten bereitgestellt, welche sich auf einfache Weise herstellen lassen. Beispielsweise lassen sich technische Hölzer zur Herstellung einsetzen. Vor oder nach der Pyrolyse und vor der Keramisierung werden im Panzerplatten-Vorkörper Rißstopper hergestellt und dadurch die Panzerplatte in funktionelle Segmente unterteilt. Durch die funktionellen Segmente läßt sich eine räumliche Begrenzung der Schadenszone beim Impact, beispielsweise durch Auftreffen eines Geschosses, auf die Panzerplatte erreichen.

**[0080]** Die Panzerplatte selber wird mit den Rißstoppern integral hergestellt; es lassen sich dadurch relativ große Platten herstellen und verbauen. Die Platten können auch mit Krümmungen hergestellt werden, um so eine bessere Anpassung an eine Anwendung zu erreichen.

**[0081]** Die Rißstopper lassen sich auf einfache Weise vor der Keramisierung in dem Panzerplatten-Vorkörper herstellen, beispielsweise durch spanabhebende Materialbearbeitung und/oder Laserbearbeitung. Die funktionellen Segmente lassen sich dadurch mit definierten Abmessungen herstellen. Die entsprechenden Abstände werden beispielsweise so gewählt, daß die sogenannte Drei-Treffer-Bedingung erfüllt wird.

**[0082]** Die erfindungsgemäßen Panzerplatten lassen sich in ein Panzerungssystem integrieren, wie es in der Figur 8 schematisch gezeigt und dort als Ganzes mit 68 bezeichnet ist. Ein solches Panzerungssystem ist in der DE 697 07 560 T2 (EP 0 810 415 B1) beschrieben. Auf dieses Dokument wird ausdrücklich Bezug genommen. Auf einer Strukturträgerschicht 70 (Backing) sitzt mindestens eine erfindungsgemäße keramische Panzerplatte

72. Die Strukturträgerschicht 70 kann beispielsweise aus Aluminium hergestellt sein oder aus Verbundwerkstoffen wie Kohle-Kevlar.

**[0083]** Die (mindestens eine) Panzerplatte 72 ist beispielsweise über eine Klebstoffschicht 74 mit der Strukturträgerschicht 70 verklebt.

**[0084]** Es kann auch noch eine Zertrümmerungsschicht 76 vorgesehen sein, auf welcher die Strukturträgerschicht 70 angeordnet ist. Die Zertrümmerungsschicht 76 dient dazu, die Zertrümmerung der Strukturträgerschicht 70 zu minimieren.

**[0085]** Die Panzerplatte 72 kann durch mehrere Abdeckschichten 78, 80, 82 abgedeckt sein. Nach oben ist das Panzerungssystem 68 durch eine Stahlplatte 84 begrenzt. Bezüglich des Aufbaus wird auf die EP 0 810 415 B1 verwiesen. Es läßt sich der gleiche Aufbau wie dort beschrieben verwenden, wobei anstatt einer Mehrzahl von Fliesen die mindestens eine erfindungsgemäße Panzerplatte eingesetzt wird.

### Patentansprüche

1. Keramische Panzerplatte, welche einstückig ausgebildet ist und eine Mehrzahl von zusammenhängenden Segmenten (16) umfasst, welche durch Rissstopper (12; 24; 60) funktionell getrennt sind, wobei die Rissstopper (12; 24; 60) der Verhinderung der Ausbreitung von Rissen von einem Segment (16) auf ein benachbartes Segment dienen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rissstopper über Risse (60) gebildet sind, dass die als Rissstopper dienenden Risse (60) zwischen einer Oberseite und einer Unterseite der Panzerplatte verlaufen, dass Decklagen (64; 66) vorgesehen sind, zwischen welchen die Risse (60) verlaufen und dass die Decklagen aus einem Material hergestellt sind, welches einen niedrigeren Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Material zwischen den Decklagen aufweist.
2. Keramische Panzerplatte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rissstopper (12; 24; 42; 44; 54; 60) in die Panzerplatte integriert sind.
3. Keramische Panzerplatte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rissstopper (12; 24; 60) in dem Vollmaterial der Panzerplatte gebildet sind.
4. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rissstopper (12; 24; 60) bei der Herstellung der Panzerplatte hergestellt sind.
5. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rissstopper durch Ausnehmungen (12; 24) und/oder über Ausnehmungen (12; 24) gebildet

sind.

6. Keramische Panzerplatte nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (12; 24) in der Dickenrichtung (d) der Panzerplatte hergestellt sind.
7. Keramische Panzerplatte nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ausnehmungen in einem Winkel zwischen 15° und 45° bezogen auf eine Dickenrichtung (d) der Panzerplatte hergestellt sind.
8. Keramische Panzerplatte nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** nicht-durchgehende Ausnehmungen (12) vorgesehen sind.
9. Keramische Panzerplatte nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rissstopper durch Nuten (12) und/oder über Nuten (12) gebildet sind.
10. Keramische Panzerplatte nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe der Nuten (12) im Bereich zwischen 0,05 bis 0,9 der Dicke (D) der Panzerplatte liegt.
11. Keramische Panzerplatte nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** durchgehende Ausnehmungen (24) vorgesehen sind.
12. Keramische Panzerplatte nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rissstopper durch Perforationen (24) und/oder über Perforationen (24) gebildet sind.
13. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Risse (60) zumindest näherungsweise in der Dickenrichtung (d) der Panzerplatte verlaufen.
14. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Decklagen (64; 66) aus C/C-SiC hergestellt sind.
15. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Rissstopper Fehlstellen vorgesehen sind.
16. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen Rissstoppern (12; 24; 60) im Bereich zwischen 5 mm und 100 mm liegt.

17. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen mehrlagigen Aufbau.
18. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche aus einem Carbid-Keramikmaterial ist.
19. Keramische Panzerplatte nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche aus einer Siliciumcarbid-Keramik ist.
20. Panzerungssystem, umfassend mindestens eine Panzerplatte gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.
21. Panzerungssystem nach Anspruch 20, **gekennzeichnet durch** einen mehrlagigen Aufbau.
22. Panzerungssystem nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Panzerplatte (72) auf einem Backing (70) angeordnet ist.
23. Verfahren zur Herstellung einer keramischen Panzerplatte gemäß Anspruch 1, bei dem in einem Panzerplatten-Vorkörper Rissstopper erzeugt werden und die Panzerplatte über die Rissstopper in zusammenhängende funktionelle Segmente unterteilt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** Risse als Rissstopper erzeugt werden und diese Risse über die Verbindung mit Decklagen erzeugt werden.
24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rissstopper vor der Keramisierung des Panzerplatten-Werkstoffs hergestellt werden.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rissstopper durch Herstellung von Ausnehmungen erzeugt werden.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ausnehmungen durch mechanische Materialbearbeitung hergestellt werden.
27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ausnehmungen durch Strahlbearbeitung hergestellt werden.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ausnehmungen mit Trennmittel gefüllt werden.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Decklagen aus C/C hergestellt werden.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Panzerplatten-Vorkörper ein kohlenstoffhaltiger Vorkörper ist.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mehrlagiger Aufbau vorgesehen wird, wobei die Lagen beim Keramisieren zur Bildung einer einstückigen Panzerplatte verbunden werden.

#### Claims

1. A ceramic armour plate which is formed in one-piece and comprises a plurality of connected segments (16) that are functionally separated by crack stoppers (12; 24; 60), wherein the crack stoppers (12; 24; 60) serve to prevent the propagation of cracks from one segment (16) to a neighbouring segment, **characterized in that** the crack stoppers are formed from cracks (60), **in that** the cracks (60) serving as crack stoppers run between an upper surface and a lower surface of the armour plate, **in that** there are provided covering layers (64; 66) between which the cracks (60) extend, and **in that** the covering layers are made of a material which has a lower coefficient of thermal expansion than the material between the covering layers.
2. A ceramic armour plate in accordance with Claim 1, **characterized in that** the crack stoppers (12; 24; 42; 44; 54; 60) are integrated into the armour plate.
3. A ceramic armour plate in accordance with Claim 1 or 2, **characterized in that** the crack stoppers (12; 24; 60) are formed in the solid material of the armour plate.
4. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, **characterized in that** the crack stoppers (12; 24; 60) are produced when manufacturing the armour plate.
5. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, **characterized in that** the crack stoppers are formed by recesses (12; 24) and/or from recesses (12; 24).
6. A ceramic armour plate in accordance with Claim 5, **characterized in that** the recesses (12; 24) are produced in the thickness direction (d) of the armour plate.
7. A ceramic armour plate in accordance with Claim 5 or 6, **characterized in that** the recesses are produced at an angle of between 15° and 45° with respect to a thickness direction (d) of the armour plate.

8. A ceramic armour plate in accordance with any of the Claims 5 to 7, **characterized in that** non-through recesses (12) are provided.
9. A ceramic armour plate in accordance with any of the Claims 5 to 8, **characterized in that** the crack stoppers are formed by grooves (12) and/or from grooves (12). 5
10. A ceramic armour plate in accordance with Claim 9, **characterized in that** the depth of the grooves (12) lies in a range of between 0.05 to 0.9 of the thickness (D) of the armour plate. 10
11. A ceramic armour plate in accordance with any of the Claims 5 to 10, **characterized in that** through recesses (24) are provided. 15
12. A ceramic armour plate in accordance with any of the Claims 5 to 11, **characterized in that** the crack stoppers are formed by perforations (24) and/or from perforations (24). 20
13. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, **characterized in that** the cracks (60) run at least approximately in the thickness direction (d) of the armour plate. 25
14. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, **characterized in that** the covering layers (64; 66) are made of C/C - SiC. 30
15. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, **characterized in that** the crack stoppers are in the form of defects. 35
16. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, **characterized in that** the spacing between the crack stoppers (12; 24; 60) lies in a range of between 5 mm and 100 mm. 40
17. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding claims, **characterized by** a multi-layer structure. 45
18. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, which is of a carbide ceramic material.
19. A ceramic armour plate in accordance with any of the preceding Claims, **characterized by** production from a silicon carbide ceramic. 50
20. An armour system, comprising at least one armour plate in accordance with any of the preceding Claims. 55
21. An armour system in accordance with Claim 20,

**characterized by** a multi-layer structure.

22. An armour system in accordance with Claim 20 or 21, **characterized in that** the at least one armour plate (72) is arranged on a backing (70).
23. A method of manufacturing a ceramic armour plate in accordance with Claim 1, in which crack stoppers are produced in an armour plate preform and the armour plate is subdivided into connected functional segments by the crack stoppers, **characterized in that** the crack stoppers are produced in the form of cracks, and these cracks are produced by the process of connection to covering layers.
24. A method in accordance with Claim 23, **characterized in that** the crack stoppers are produced before the armour plate material is subjected to the ceramicization process.
25. A method in accordance with Claim 23 or 24, **characterized in that** the crack stoppers are formed by the production of recesses.
26. A method in accordance with Claim 25, **characterized in that** the recesses are produced by a mechanical material-working process.
27. A method in accordance with Claim 25 or 26, **characterized in that** the recesses are produced by beam processing.
28. A method in accordance with any of the Claims 23 to 27, **characterized in that** the recesses are filled with a parting agent.
29. A method in accordance with any of the Claims 23 to 28, **characterized in that** the covering layers are made of C/C.
30. A method in accordance with any of the Claims 23 to 29, **characterized in that** the armour plate preform is a carbon-containing preform.
31. A method in accordance with any of the Claims 23 to 30, **characterized in that** there is provided a multi-layer structure, wherein the layers are connected for the purposes of forming a one-piece armour plate during the ceramicizing process.

#### Revendications

1. Plaque de blindage en céramique, formée d'un seul tenant et qui comporte une pluralité de segments solidaires (16), fonctionnellement séparés par des arrêteurs de fissures (12 ; 24 ; 60), lesdits arrêteurs de fissures (12 ; 24 ; 60) servant à empêcher la pro-

- pagation de fissures d'un segment (16) vers un segment adjacent, **caractérisée en ce que** les arrêteurs de fissures sont formés par des fissures (60), **en ce que** les fissures (60) servant d'arrêteurs de fissures s'étendent entre une face supérieure et une face inférieure de la plaque de blindage, **en ce que** des couches de couverture (64 ; 66) sont prévues, entre lesquelles s'étendent les fissures (60), et **en ce que** les couches de couverture sont fabriquées dans une matière ayant un coefficient de dilatation inférieur à celui de la matière comprise entre les couches de couverture.
2. Plaque de blindage en céramique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les arrêteurs de fissures (12 ; 24 ; 42 ; 44 ; 54 ; 60) sont intégrés dans la plaque de blindage.
  3. Plaque de blindage en céramique selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisée en ce que** les arrêteurs de fissures (12 ; 24 ; 60) sont formés dans la masse de la plaque de blindage.
  4. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les arrêteurs de fissures (12 ; 24 ; 60) sont réalisés lors de la fabrication de la plaque de blindage.
  5. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des arrêteurs de fissures sont formés par des évidements (12 ; 24) et/ou au moyen d'évidements (12 ; 24).
  6. Plaque de blindage en céramique selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** les évidements (12 ; 24) sont réalisés dans le sens de l'épaisseur (d) de la plaque de blindage.
  7. Plaque de blindage en céramique selon la revendication 5 ou la revendication 6, **caractérisée en ce que** des évidements sont réalisés suivant un angle compris entre 15° et 45° par rapport au sens de l'épaisseur (d) de la plaque de blindage.
  8. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications 5 à 7, **caractérisée en ce que** des évidements borgnes (12) sont prévus.
  9. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications 5 à 8, **caractérisée en ce que** des arrêteurs de fissures sont formés par des rainures (12) et/ou au moyen de rainures (12).
  10. Plaque de blindage en céramique selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** la profondeur des rainures (12) est comprise entre 0,05 et 0,9 épaisseur (D) de la plaque de blindage.
  11. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications 5 à 10, **caractérisée en ce que** des évidements traversants (24) sont prévus.
  12. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications 5 à 11, **caractérisée en ce que** des arrêteurs de fissures sont formés par des perforations (24) et/ou au moyen de perforations (24).
  13. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les fissures (60) s'étendent au moins approximativement dans le sens de l'épaisseur (d) de la plaque de blindage.
  14. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les couches de couverture (64 ; 66) sont réalisées en C/C-SiC.
  15. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des manques de matière sont prévus comme arrêteurs de fissures.
  16. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'espacement entre arrêteurs de fissures (12 ; 24 ; 60) est compris entre 5 mm et 100 mm.
  17. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée par** une structure stratifiée.
  18. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, fabriquée en matériau carbure-céramique.
  19. Plaque de blindage en céramique selon l'une des revendications précédentes, fabriquée en céramique à carbure de silicium.
  20. Système de blindage, comprenant au moins une plaque de blindage selon l'une des revendications précédentes.
  21. Système de blindage selon la revendication 20, **caractérisé par** une structure stratifiée.
  22. Système de blindage selon la revendication 20 ou la revendication 21, **caractérisé en ce que** la ou les plaques de blindage (72) sont disposées sur un fond (70).
  23. Procédé de fabrication d'une plaque de blindage en céramique selon la revendication 1, où des arrêteurs de fissures sont réalisés dans un premier corps de plaque de blindage et où la plaque de blindage est

subdivisée en segments fonctionnellement solidaires par les arrêteurs de fissures, **caractérisé en ce que** des fissures sont produites comme arrêteurs de fissures et **en ce que** ces fissures sont produites par la liaison avec des couches de couverture.

5

24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** les arrêteurs de fissures sont réalisés avant la céramisation de la matière de la plaque de blindage.

10

25. Procédé selon la revendication 23 ou la revendication 24, **caractérisé en ce que** des arrêteurs de fissures sont produits par réalisation d'évidements.

15

26. Procédé selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** des évidements sont réalisés par usinage mécanique de la matière.

27. Procédé selon la revendication 25 ou la revendication 26, **caractérisé en ce que** des évidements sont produits par usinage par faisceau.

20

28. Procédé selon l'une des revendications 23 à 27, **caractérisé en ce que** des évidements sont comblés par un agent séparateur.

25

29. Procédé selon l'une des revendications 23 à 28, **caractérisé en ce que** les couches de couverture sont réalisées en C/C.

30

30. Procédé selon l'une des revendications 23 à 29, **caractérisé en ce que** le premier corps de la plaque de blindage est un premier corps à teneur en carbone.

35

31. Procédé selon l'une des revendications 23 à 30, **caractérisé en ce qu'**une structure stratifiée est prévue, les couches étant liées à la céramisation pour former une plaque de blindage d'un seul tenant.

40

45

50

55

FIG.1

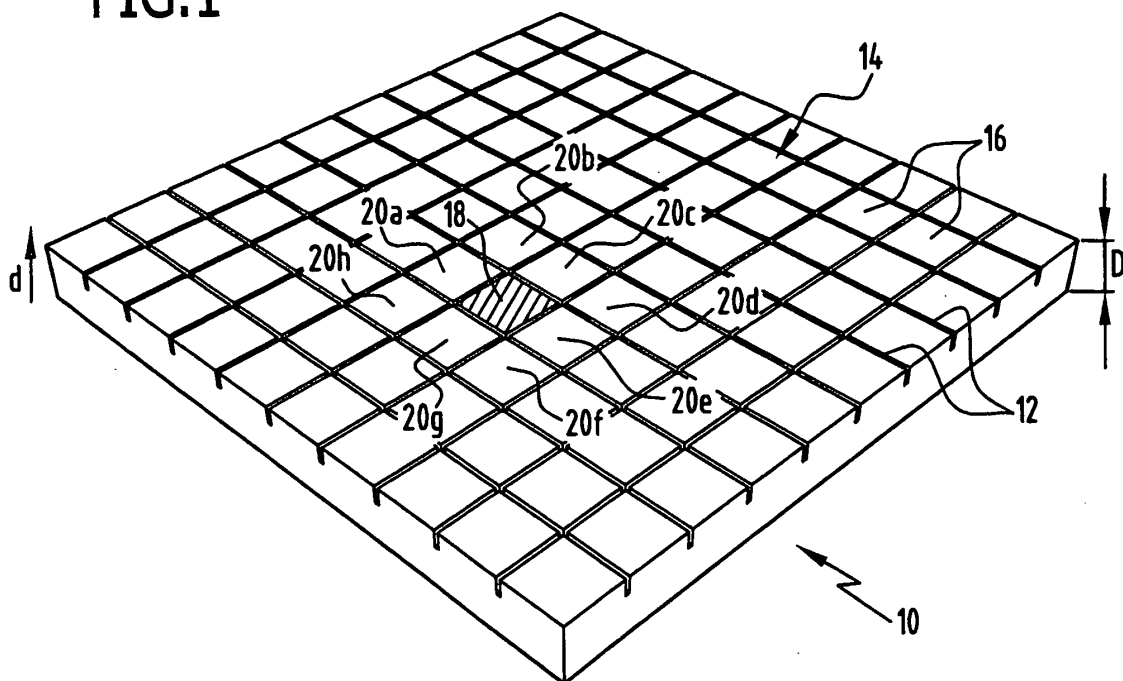


FIG.2

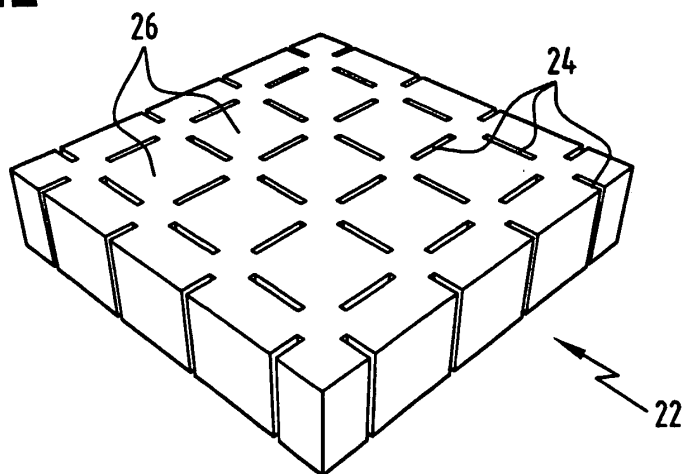


FIG.3

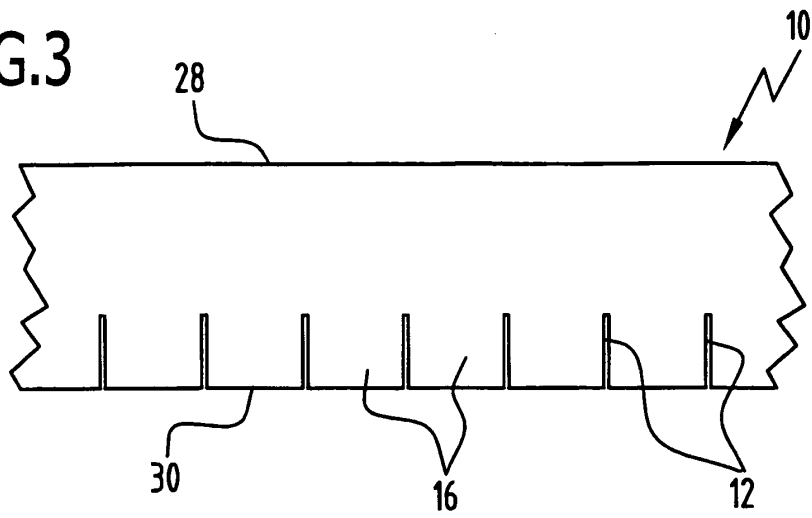


FIG.4

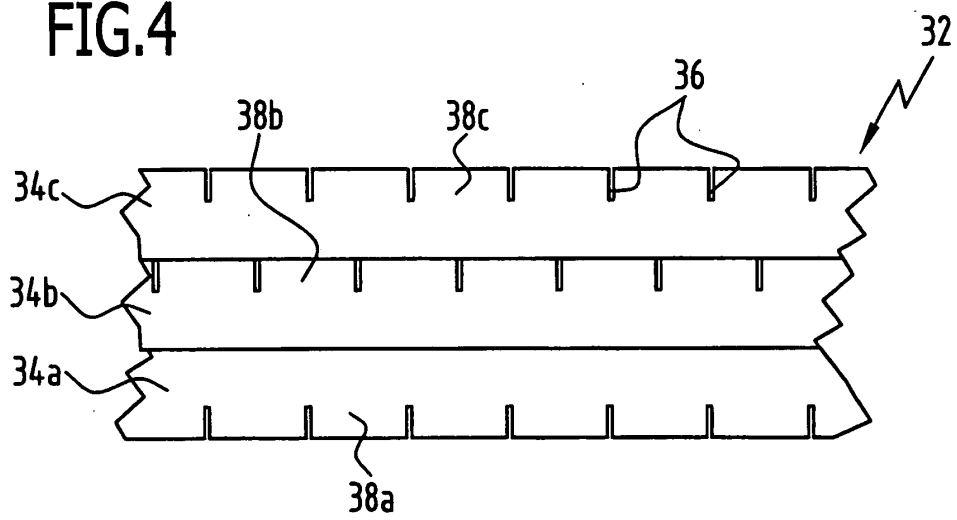


FIG.5

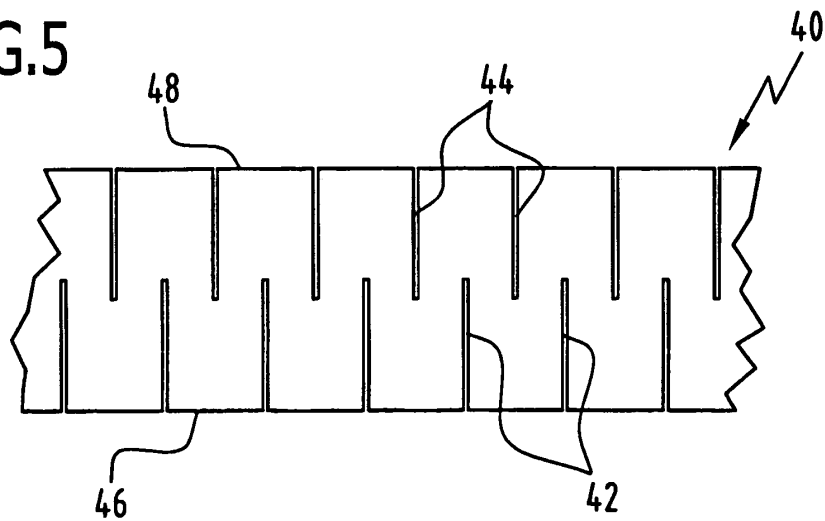


FIG.6

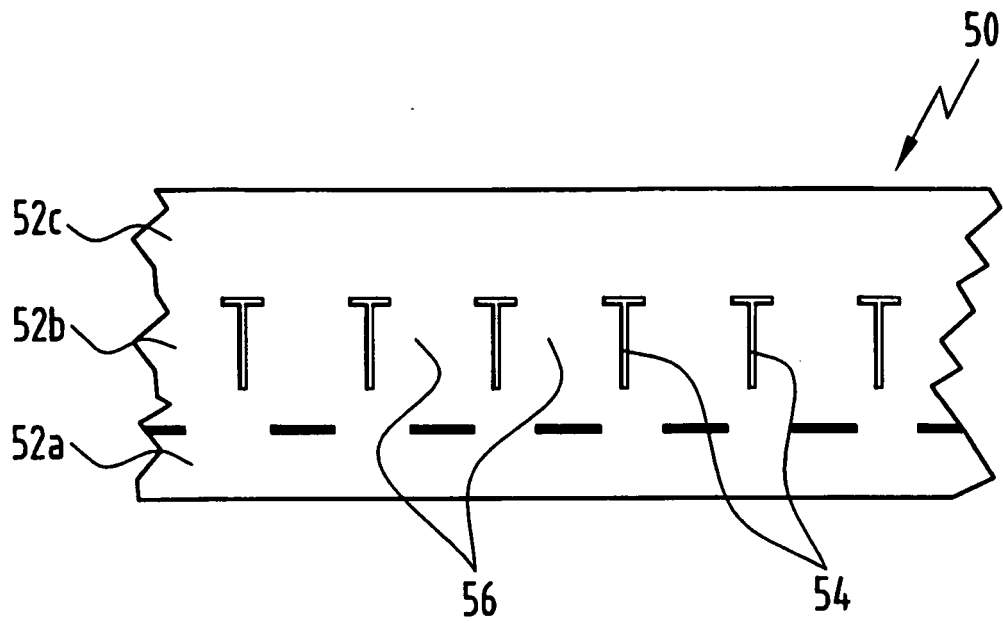
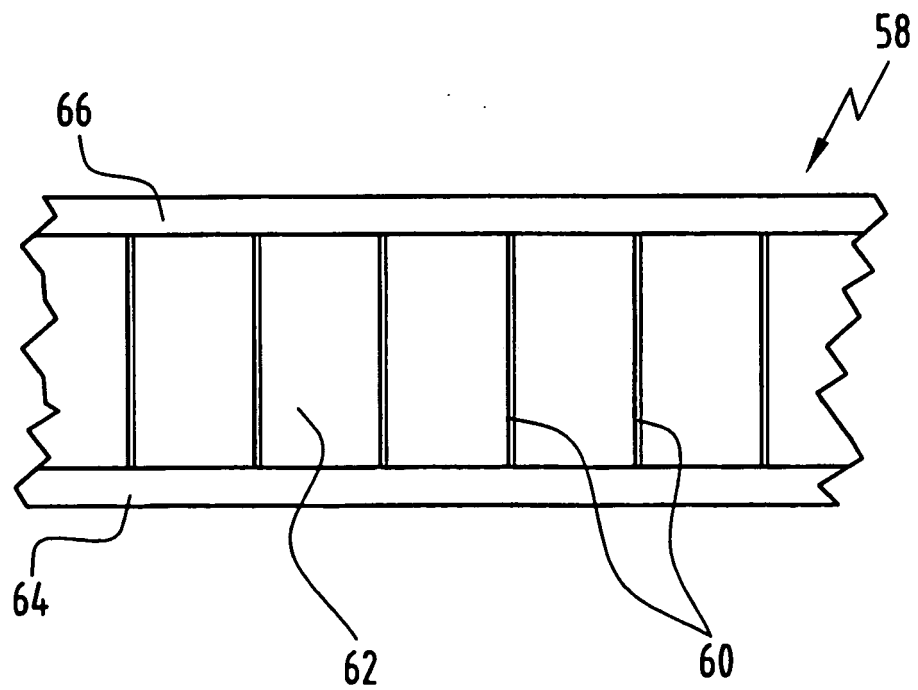


FIG.7



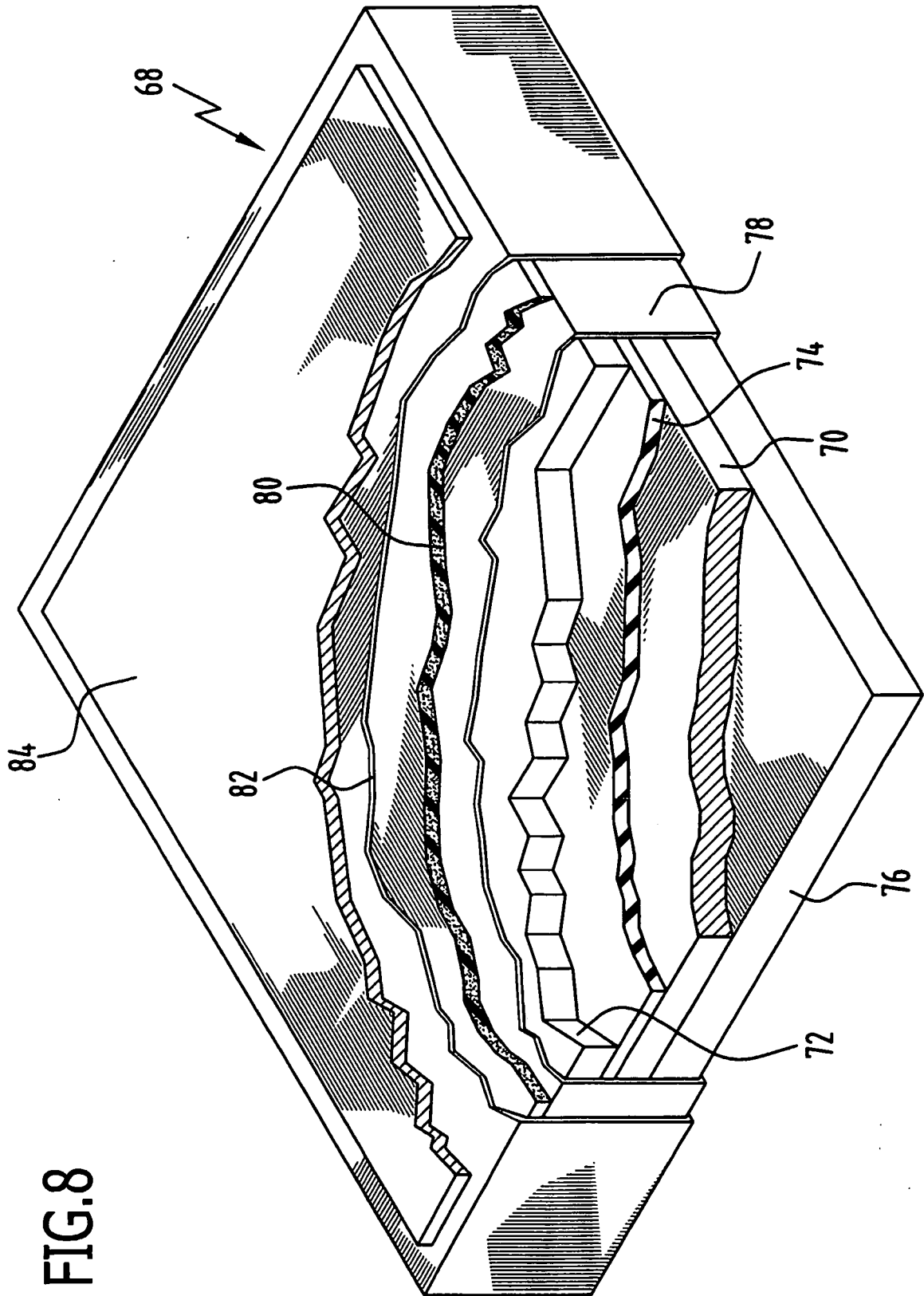


FIG. 8

**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**

- GB 2336807 A [0001] [0005]
- EP 0810415 B1 [0004] [0039] [0082] [0085]
- DE 69707560 T2 [0004] [0082]
- DE 19947731 A1 [0006] [0037]
- GB 2377006 A [0007]
- EP 1536199 A1 [0008]
- DE 10329822 [0037] [0063]