



(10) **DE 10 2011 121 445 A1** 2013.06.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 121 445.7**

(22) Anmeldetag: **16.12.2011**

(43) Offenlegungstag: **20.06.2013**

(51) Int Cl.: **F41H 5/04 (2012.01)**

(71) Anmelder:
Cornelius, Hans-Dieter, 01217, Dresden, DE

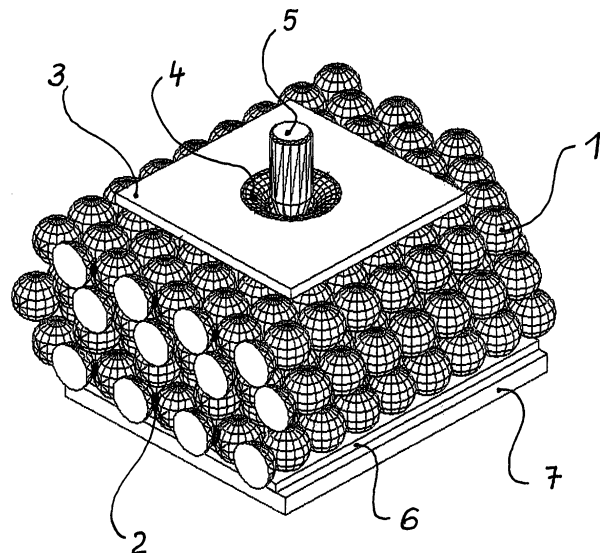
(72) Erfinder:
**Cornelius, Hans-Dieter, 01217, Dresden, DE;
Cornelius, Mirko, 01277, Dresden, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Schussresistente Panzerung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer schussresistenten Panzerung zum Zerstören bzw. Stoppen von energiereichen, ballistischen Projektilen. Sie ist gegen die ballistische Bedrohung der Beschußklasse FB7 geeignet und insbesondere für zivile oder militärische Fahrzeuge einsetzbar.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer schussresistenten Panzerung zum Zerstören bzw. Stoppen von energiereichen, ballistischen Projektilen. Sie ist gegen die ballistische Bedrohung der Beschußklasse FB7 geeignet und insbesondere für zivile oder militärische Fahrzeuge einsetzbar.

Stand der Technik

[0002] Nachfolgend wird der Stand der Technik beschrieben und danach abgeleitet die Erfindung näher erläutert.

[0003] Aus WO 2008/048218; US2007/0017359; DE 602 23447; US4179979; WO 20060288855; WO20070034074; EP20040255976; US 7383762; WO 200202935; US5738925 lassen sich Tendenzen ableiten, dass beim Impakt die größere Bremswirkung verbunden mit der Mikronisierung des Projektils bei keramischen Material erreicht wird, wenn man die eingesetzte Masse mit der erreichten Schutzwirkung gegenüber metallischen Werkstoffen vergleicht.

[0004] Die Panzerung aus keramischen Werkstoffen ist besonders für bewegliche Ziele von Bedeutung, da gegenüber den metallischen Werkstoffen bei gleicher Schutzwirkung ein geringeres Flächengewicht benötigt wird.

[0005] Als keramischer Werkstoff wird in Abhängigkeit von der Bedrohung > 90%-haltiges Al_2O_3 , drucklos gesintertes SiC und B_4C , in Form von Fliesen, zylindrischen Pellets mit konkav abgerundeter Stirnseite und Kugeln, verarbeitet und auch in Verbindung mit einer reduzierteren Panzerstahlblechdicke eingesetzt.

[0006] Der signifikante Nachteil von Keramik gegenüber metallischen Werkstoffen ist, dass bedingt durch die geringe Bruchdehnung die laterale Vorschädigung beim ersten Impakt so groß werden kann, dass der Schutz gegenüber Mehrfachbeschuss bei geringen Trefferabständen von < 40 mm schwer zu realisieren ist. Letzteres gilt insbesondere dann, wenn die Keramik in Fliesenform mit Kantenlängen > 40 mm vorliegt. Aus diesem Grund werden in der letzten Zeit die sog. größeren, klassischen Fliesen für ballistische Verwendungszwecke kaum noch eingesetzt.

[0007] Um den dargelegten Nachteil einzudämmen, werden die keramischen Bauelemente möglichst kleingehalten, damit die Vorschädigung an den Bauelementegrenzen aufgehalten werden kann. Pellets, kleine sechseckige Keramikplatten und Kugeln sind die vorteilhaften Bauformen.

[0008] Bedingt durch die geringere Größe der Bauelemente, entstehen eine Vielzahl an technologisch bedingten Fügespalten zwischen den keramischen Bauelementen, die die Wahrscheinlichkeit einer Passage von Hartkernprojektilen mit Spitzkopf, z. B. Kaliber 7,62 × 51 AP, erhöhen. Zusätzlich ist bei den in Monolagen angeordneten sog. Pellets und Kugeln, die runde Form von Nachteil, da es zu einer Zwickelbildung zwischen 3 aneinander gefügten Elementen mit runter Bauform kommt. Cohen u. a., siehe Patent DE69908344 und DE99835580, haben versucht, den beschriebenen Nachteil bei der Verwendung von Pellets mittels sog. Sonderformen aus Keramiksternen zu beseitigen. Jedoch verbleibt eine Restgefahr insofern, dass die Sterne unkontrolliert zerbrechen, wenn diese vom eindringenden Projektil nicht zentral getroffen werden, und somit den Schutz der Panzerung verringern.

[0009] Die Verwendung von keramischen Kugeln wird in Patent US 2008/0047418 A1 beschrieben. Dabei handelt es sich um eine sogenannte geschüttete Kugelanordnung, d. h. die Kugeln haben keine feste Zuordnung. Die offene Porosität und das fehlende ballistische Defizit von ca. 50% ist recht hoch und wird durch größere Wandstärken der Panzerung wieder ausgeglichen.

Aufgabenstellung

[0010] Der Erfindung für die schussresistente Panzerung liegt als Aufgabe zugrunde, die oben genannten Nachteile, wie die hohe offene Porosität bei der Verwendung von keramischen Kugeln und die Vielzahl an technologisch bedingten Fügespalten, die eine Passage des Projektils erleichtern, mittels einer neuen Lösung weitestgehend zu eliminieren, damit unter Mehrfachbeschuss mit Projektilen aus der Beschussklasse FB7 ein ausreichender Schutz auch bei technisch vertretbaren Panzerungswanddicken gewährleistet wird, z. B. in Zivilfahrzeugen wenn die äußere Form der Karosserie nicht verändert werden soll.

[0011] Die angegebene Lösung wird zunächst durch eine hexagonal dichtest gepackte Anordnung der keramischen Kugeln realisiert. Die Anzahl der geordneten Lagen hängt von der Bedrohung und der Qualität des eingesetzten, keramischen Werkstoffes ab. Beginnend ab 4 geordneten Lagen würde das Projektil beim Impakt mindestens 2 Kugeln nahezu zentral treffen, unabhängig von der Einschlagposition auf der Oberfläche der Panzerung.

[0012] Die hexagonal dichtest gepackten Kugelanordnungen besitzen eine offene Porosität 26 Vol-%, die zunächst mit ballistisch aktiven Material, z. B. SiC -Pulver, aufgefüllt wird, so dass noch eine ballistisch inaktive Porosität von ca. 12 Vol-% verbleibt. Letztere wird mit einem hochfesten Kunststoffharz verschlossen. Anstelle des SiC -Pulvers können auch

sog. keramische Schlüpfkugeln die offene Porosität auffüllen. Dabei sollte das Größenverhältnis zwischen Schlüpfkugel/Basiskugel = $< 0,12$ sein, damit die Kugeln den auszufüllenden Raum durch das schon vorhandene Basiskugelpacking erreichen.

[0013] Des weiteren befindet sich auf der Seite, wo der Impakt erwartet wird, eine Abdeckung aus hochfesten Metallblech. Die Dicke des Bleches ist so bemessen, dass ein nicht geringer Teil von der kinetischen Energie des Projektils zur Verformung verbraucht wird, bevor das Blech zerstört ist und die gepackte Keramikugelanordnung erreicht. Die so entstandene, kraterförmige Ausformung des Bleches in Richtung der Kugelpackung hat gegenüber Kräften, die entgegen der Einschlagrichtung wirken, ein hohes Widerstandsmoment, so dass die senkrechte Verschiebung des Packing infolge Verdrängungsarbeit während des Impaktes verringert bzw. ganz verhindert wird. Voraussetzung dafür ist, eine optimale Auslegung der Blechdicke. An Hand dieser Abfolge bleibt die Keramik praktisch ortsfest und erreicht die abrasiven Eigenschaften, um das eindringende Projektil zu mikronisieren.

Anwendungsbeispiel

[0014] Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

[0015] [Fig. 1](#) zeigt Ausschnitte vom Aufbau der Panzerung und das Ergebnis beim simulierten Impakt.

[0016] Zunächst wird eine hexagonal dichtest gepackte Kugelanordnung aus keramischen Kugeln (1) mit einem Durchmesser von 7 mm hergestellt. Für eine FB7 hat es sich für die Kugeln von Vorteil erwiesen, drucklos gesintertes SiC zu nutzen. Damit im 4-lagigen Packing untereinander ein optimaler Kontakt entstehen kann, sollten die Kugeln eine Toleranz von $< 0,1$ mm aufweisen. Mit Hilfe der möglichst vielen Kontaktpunkte, für die innen liegenden Kugeln sind es 12, lassen sich die lateralen Druckkräfte beim Impakt besser auf das Packing verteilen. Damit die Kugeln bei der Herstellung des Packings ihre Position beibehalten, werden sie vorher mit einer geringen Menge von Klebstoff aus PVAc beschichtet. Das Positionieren und Beschichten mit Klebstoff erfolgt mit einem sog. Lege-Roboter. Vom Vorteil dabei ist, dass das System Fehlpositionierungen beim Packen erkennt, so dass die absolute Voraussetzung gegeben ist, dass in der Panzerung jede der vorgesehenen Kugeln ihren Platz eingenommen hat.

[0017] Nach geringer Zeit hat sich der Klebstoff auf der Kugeloberfläche verteilt und infolge der Kapillarkwirkung an den Kontaktstellen der Kugeln Klebezwickel (2) ausgebildet. In diesen Zustand lassen sich verklebte Kugelpackings mit einer Fläche bis ca. 500×500 mm noch recht gut transportieren. Es sollte

aber nach Möglichkeit vermieden werden und dort aufgebaut werden wo das Packing bis zur Fertigstellung verbleibt. Dazu ist ein Rahmen, z. B. mit 2–3 mm Wanddicke aus Stahlblech erforderlich, der die flächige Ausdehnung der Panzerung begrenzt. Der Rahmen wird auf einer Bodenplatte mit Antihafbeschichtung plaziert. Der für die Bodenplatte verwendete Werkstoff bewirkt, dass das Packing mit Hilfe des Klebstoffes nicht festkleben kann. Letzteres kann zusätzlich noch unterdrückt werden, wenn die erste Kugellage keine Klebstoffbenetzung erhält. Ziel der Verklebung ist, einerseits das Kugel-Packing für die weitere Behandlung stabil zu erhalten und andererseits den Klebstoff so dosiert einzusetzen, dass die offene Porosität weitestgehend erhalten bleibt.

[0018] Nach der Verklebung wird die offene Porosität von ca. 26 Vol-% mit SiC-Partikeln aufgefüllt, so dass eine Restporosität von 12 Vol-% verbleibt. Mit der dosierten Verklebung wird erreicht, dass hindernisfrei möglichst viele SiC-Partikel, sie sind in der [Fig. 1](#) aus allgemeinen Darstellungsgründen nicht aufgeführt, in die offenen Räume des Packings gelangen und die vorhandene offene Porosität von ca. 26 Vol-% auf ca. 12 Vol-% mit Hilfe des SiC senken. Zusätzlich wird der ballistisch aktive Teil der Panzerung erhöht. Das Fliessverhalten von SiC-Pulver ist im trockenen Zustand ausserordentlich hoch, so dass nur moderate Rüttelbewegungen notwendig werden, damit das SiC an die vorgesehenen Stellen gelangt.

[0019] Danach wird die noch offene Porosität des Systems keramische Kugeln/SiC-Pulver mit dünnflüssigen PU-Harz verschlossen. Dazu wurde eine PU-Harz ausgewählt, dass nicht nur im Verarbeitungszustand sehr dünnflüssig ist, sondern nach Abschluss der Klebereaktion eine feste und ausreichend elastische Eigenschaft aufweist.

[0020] Nach der Systemverklebung wird auf der Impaktseite ein hochfestes Panzerstahlblech, z. B. 1/8" dickes HHS-Panzerblech (3), angeordnet und in der [Fig. 1](#) als rechteckförmiges Teilstück dargestellt. Es soll wie oben in der Erfindung beschrieben, beim Impakt den Einschlagkrater (4) ausbilden, der die vertikale Verschiebung des Packings entgegen der Flugbahn des Projektils (5) weitestgehend verhindert, so dass die Schutzwirkung deutlich verbessert werden kann.

[0021] Auf der entgegen liegenden Rückseite der Panzerung befinden sich 3 Lagen Twarongewebe (6) mit einem Flächengewicht von 240 g/m^2 . Damit soll bei eventuell geringen Oberflächenunebenheiten am Packing abgesichert werden, dass der beim Impakt entstehende Druckschlag gleichmäßig auf der Unterlage (7), wo die Panzerung plaziert ist, verteilt wird.

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 20008/048218 [0003]
- US 2007/0017359 [0003]
- DE 60223447 [0003]
- US 4179979 [0003]
- WO 20060288855 [0003]
- WO 20070034074 [0003]
- EP 20040255976 [0003]
- US 7383762 [0003]
- WO 200202935 [0003]
- US 5738925 [0003]
- DE 69908344 [0008]
- DE 99835580 [0008]
- US 2008/0047418 A1 [0009]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer schussresistenten Panzerung, dessen Basis aus einem Packing von keramischen Kugeln besteht, die verbleibende offene Porosität mit Metallcarbidpulver bzw. Kunststoffharz gefüllt wird, sich auf der Impaktseite des Packings ein speziell vorbereitetes Abdeckblech befindet und die Rückseite des Packings auf den zu schützenden Blech (7) mit Gewebeauflage (6) positioniert und befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- es sich beim Packing um eine hexagonal dichteste Kugelanordnung (1) aus keramischen Kugeln handelt,
- die keramischen Kugeln in der hexagonal dichtesten Anordnung mit einem Klebstoff, vorzugsweise PVAc, unter Bildung von Klebezwickeln (2) fixiert werden,
- die offene Porosität von ca. 26 Vol-% zunächst mit ballistisch aktiven Pulver, vorzugsweise SiC-Pulver, gefüllt wird,
- die noch verbleibende offene Porosität von ca. 12 Vol-% mit einem Kunststoffharz, vorzugsweise schlagzäh aushärtenden PU-Harz, verschlossen wird,
- auf der Impaktseite der Panzerung ein hochfestes Panzerstahlblech (3), für eine FB7 vorzugsweise ein 1/8" dickes HHS-Panzerblech, positioniert wird und der sich nach dem Impakt ausgebildete Einschlagkrater (4) im Blech eine Versteifung erzeugt, die eine vertikale Verschiebung des Packings entgegen der Flugbahn des Projektils (5) verhindert oder zumindest unterdrückt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die hexagonal dichteste Kugelanordnung mindestens 3 übereinander angeordnete Kugellagen verwendet werden, vorzugsweise 4 Kugellagen gemäß [Fig. 1](#).

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der keramischen Kugeln zwischen 3 und 12 mm liegen sollte, bei einer Bedrohung mit Hartkernprojektilen z. B. 7.62-51 AP vorzugsweise bei 8 mm Durchmesser, und alle verwendeten keramischen Kugeln einen nahezu gleichen Durchmesser aufweisen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

