



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 897 097 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.05.2004 Patentblatt 2004/22

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

(21) Anmeldenummer: **98114601.2**

(22) Anmeldetag: **04.08.1998**

(54) **Sandwichplatte zum Schutz gegen explosive Minen**

Sandwich plate for protection from explosive mines

Plaque composite pour la protection contre les mines terrestres

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **13.08.1997 DE 19734950**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.02.1999 Patentblatt 1999/07

(73) Patentinhaber: **Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG**
80997 München (DE)

(72) Erfinder: **Kellner, Gerd**
78713 Schramberg (DE)

(74) Vertreter: **Feder, Wolf-Dietrich, Dr. Dipl.-Phys.**
Dr. Wolf-D. Feder,
Dipl.-Ing. P.-C. Sroka
Dominikanerstrasse 37
40545 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-96/17219 **DE-A- 4 122 876**
US-A- 2 405 590 **US-A- 2 733 177**
US-A- 3 604 374 **US-A- 4 404 889**
US-A- 5 654 518

EP 0 897 097 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Minenschutzvorrichtung für Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuge.

[0002] Der Schutz von Fahrzeugen und deren Insassen gegen Minen gewinnt zunehmend an Bedeutung, da insbesondere beim Einsatz in Krisengebieten mit vielen verdeckt verlegten Schützenabwehr- oder Panzerminen gerechnet werden muß. Zum Teil existieren für diese Mine keine Verlegepläne mehr, weil diese entweder bewußt nicht angelegt wurden oder in den Kriegswirren verlorengegangen sind. Bei den Fahrten in nicht aufgeklärtes bzw. freigegebenes Gelände kommt es daher vermehrt zu Minenexplosionen mit in der Regel schwerwiegenden Folgen für die Fahrzeuge und deren Besatzungen.

[0003] Bei der Wirkung durch eine Minenexplosion sind vorrangig zwei Kriterien zu beachten; nämlich zum einen die Blast- oder Druckwelle durch die Detonation des Sprengstoffes und zum anderen, insbesondere bei den Schützensplitterabwehrminen, die Splitterleistung durch verformte Splitter oder durch die Minenhülle selbst.

[0004] Bei den in letzter Zeit durchgeführten Nachrüstprogrammen für Fahrzeuge mit unzureichendem Minenschutz wurde primär der Splitterschutz in den Vordergrund gestellt. Dabei werden die Bodenbereiche der zu schützenden Fahrzeuge mit Splitterschutzmaterial, zum Beispiel aus Aramidgewebe, GFK oder Composite (Keramik-Verbundmaterial) oder dergleichen nachträglich versehen, wobei die Anbringung dieses Materials im Innenraum des Fahrzeuges, beispielsweise im Fahrerhaus, oder außerhalb, beispielsweise im Radkastenbereich, erfolgen kann. Diese Schutzmaßnahmen bewirken zumeist eine ausreichende Sicherheit gegen die Minensplitter. Sie bieten allerdings keinen ausreichenden Schutz gegen die Blastwirkung einer Panzerabwehrmine.

[0005] Bei der Anspregung des Bodenbereiches eines gepanzerten Fahrzeuges und insbesondere eines Schützen- oder Kampfpanzers mit einer Druckmine und einer Sprengladung von 5 bis 10 kg TNT erfolgt aufgrund der Blastwirkung eine dynamische Durchbiegung bzw. ein Durchschwingen des Fahrzeugbodens, die groß genug ist, um die Besatzung zumindest kampffähig zu machen, auch wenn der Fahrzeugboden keine Risse bekommt. Weiterhin bewirkt die dynamische Durchbiegung des Fahrzeugbodens eine Deformation der Seitenwände, wodurch die daran befestigten Geräte aus den Halterungen gerissen werden und zum Teil, ebenfalls die Besatzung gefährdend, unkontrolliert durch den Kampfraum fliegen.

[0006] Die US 4,404,889 geht ausführlich auf diese Problematik ein. Ein Lösungsansatz wäre es u.a., Besatzung und Geräte von der dynamischen Belastung abzukoppeln. Dies erfordert jedoch einen beträchtlichen konstruktiven Mehraufwand.

[0007] Technisch optimal wäre daher eine Maßnah-

me, welche die dynamische Durchbiegung des Fahrzeugbodens und der Seitenwände verhindert oder doch zumindest ausreichend stark begrenzt und damit auch die Schockbelastung auf den Fahrzeugboden bzw. auf die Gesamtstruktur infolge der Minensprengung verringert.

[0008] In der US 4,404,889 wird eine Compositepanzerung für gepanzerte Fahrzeuge und speziell für den Fahrzeugboden beschrieben, die im wesentlichen aus fünf Grundmaterialien besteht:

eine innere und eine äußere Panzerstahlplatte mit einer Dicke von ca. 13 bzw. 19 mm,

Balsaholz mit einer Schichtdicke von etwa 12 mm,

eine ballistische Schutzschicht aus Kevlar mit ca. 13 bis 19 mm Dicke, die zwischen zwei dünnen (0,3 bis 1 mm) Stahlfolien eingebettet ist, und

eine Honeycombstruktur mit ca. 15 mm Dicke.

[0009] Die Honeycombstruktur kann dabei mit Materialien gefüllt sein, die zusätzlich das Absorptions- und Ablenkungsvermögen der Honeycombstruktur gegenüber der Blastwirkung verstärken. Das Balsaholz wird bei der dynamischen Durchbiegung des Compositeaufbaus infolge der Blastwirkung komprimiert und schafft somit einen Deformationsraum für die vorgeschaltete ballistische Kevlarschutzschicht. Diese Sandwichanordnung zwischen zwei relativ dicken Panzerstahlblechen ist sehr variantenreich dargestellt, wobei auch Luftzwischenräume eingebracht werden können.

[0010] Die DE 78 16 558 U1 offenbart eine beschußfeste Sicherheitsverbundplatte, die u.a. zur Sicherung von Trennwänden, Türfüllungen und Fußbodenbelagplatten verwendet werden kann. Die Sandwichplatte besteht aus einer metallischen und beschußfesten Schicht, auf der eine Hemmschicht gegen Warmwerkzeuge und eine Polyurethan-Hartschaumschicht aufgebracht sind. Über die Hemmschicht sowie Wandstärken der jeweiligen Schichten sind keine Angaben gemacht.

[0011] Die US 4,061,815 beschreibt einen Schichtaufbau aus einer oder mehreren Polyurethanschichten zwischen einer äußeren Schicht aus Aluminium oder GFK und einer inneren dünnen Halteschicht aus den gleichen Materialien. Eine der inneren Schichten kann dabei auch durch einen Hartschaum der verschiedensten Sorten gebildet sein. Die Polyurethanschicht kann mit harten Füllstoffen, wie Keramik- oder Granitteilchen, Quarz oder metallische Partikel versehen sein.

[0012] Durch die DE 29 34 050 A1 ist eine Verbundplatte zur Panzerung von Fahrzeuginnenräumen bekannt, die aus einem mehrschichtigen Aufbau aus zwei Panzerstahlplatten und einer Füllschicht aus Hartschaum oder Holz und Zwischenschichten aus GFK gebildet ist.

[0013] Die DE 31 19 786 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Sicherung von Flächengebilden, insbesondere metallischen Bodenteilen von Kraftfahrzeugen, gegen die Wirkung von Sprengkörpern. Dabei ist auf einer Seite des Flächengebildes (Innenseite des Fahrzeugbodens) mindestens eine Lage aus einer harzgetränkten, zusammenhängenden Fasermatte aufgebracht und mit dem Flächengebilde fest verbunden.

[0014] Ein mehrschichtiger Aufbau ist in der DE-OS 22 01 637 offenbart, bei dem sich zwischen zwei Stahlschichten ein Verbundkörper aus Stahlfaservlies und Polyurethanschaumstoff befindet. Die Stahlfasern können dabei auch in diverse andere Kunststoffe oder Mischpolymerisate eingebettet sein.

[0015] In der DE-OS 21 51 015 ist eine beschußsichere, aus mehreren Schichten bestehende Panzerung für Kraftfahrzeuge beschrieben, in der vorzugsweise Kunststoffschichten aus Polyamid verwendet werden, in die ein Gewebe oder Vlies aus Metallfasern eingelagert ist. In einer weitergehenden Kennzeichnung ist die Polyamidplatte in Gestalt einer Wellplatte ausgebildet bzw. besteht die Wellplatte aus dicht aneinandergesetzten Rohrschalen.

[0016] Die DE 36 27 485 A1 offenbart den Bodenbelag eines Sicherheits-Personenkraftwagens, der aus mehreren beschußsicheren Geweben und einer Schaumstoffschicht zwischen Fahrzeugboden und diesen Gewebeschichten besteht.

[0017] Ein flexibler und hochtemperaturbeständiger Schutz gegen Geschosse und Granatsplitter ist in der US 2,668,420 beschrieben, bei dem geschreddertes Teflon in einem Gewebesack aus verformbarem Material angeordnet ist. Ein solcher Schutz läßt sich dadurch leicht der jeweiligen gekrümmten Kontur des zu schützenden Gerätes anpassen.

[0018] In US-A-2 405 590 ist eine Schutzvorrichtung für Wasserfahrzeuge gegen Minenexplosion beschrieben, die aus mehreren Schichten aufgebaut ist, wobei von der Belastungsseite her gesehen der Schichtenaufbau zunächst eine Metallplatte, dann eine Schicht aus körnigem Material, beispielsweise Sand, dann wiederum eine Metallplatte, daran anschließend eine Schicht aus gewellten Metallfedern aufweist, worauf wiederum eine Metallplatte, eine Schicht aus körnigem Material und eine die Rückseite bildende Metallplatte folgen.

[0019] Als Stand der Technik ist somit davon auszugehen, daß Sandwichtaufbauten mit unterschiedlichsten Materialien und in einer Vielzahl von Anordnungen bekannt sind. Allerdings beziehen sich die meisten Anordnungen auf eine andere Aufgabenstellung, d.h. die Beschußsicherheit gegen Geschosse und Granatsplitter. Bei dem Pkw-Bodenschutz gegen Handgranaten ist die Blastwirkung relativ unbedeutend, so daß diese bekannten Anordnungen ebenfalls nicht relevant für die Aufgabenstellung sind.

[0020] Ausgehend von dem geschilderten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Minenschutzvorrichtung der eingangs genannten Art derge-

stalt zu schaffen, daß die Bedrohung durch Minen aufgrund von Splitter- und Blastwirkung weitgehend kompensiert wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, zumindest Teilbereiche der Minenschutzvorrichtung für andere fahrzeugspezifische Verwendungen vorzusehen.

[0021] Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Eine weitergehende Verwendungsaufgabe ist in den Patentansprüchen 23 bis 25 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen beschrieben.

[0022] Der erfindungsgemäße Minenschutz kann mit dem Fahrzeug stationär, als sogenannte integrierte Lösung, verbunden sein. Alternativ kann er auch als adaptierbarer Minenschutz ausgebildet sein, der erst bei Bedarf an einem Fahrzeug befestigt wird. Dies bietet den Vorteil, daß Fahrzeug und Minenschutzvorrichtung logistisch getrennt behandelt werden können und die Fahrzeuge erst beim Einsatz in einem durch Minen gefährdeten Gebiet mit der Minenschutzvorrichtung ausgestattet werden. Dadurch muß die Minenschutzvorrichtung im normalen Fahrbetrieb nicht mit dem Fahrzeug bewegt werden.

[0023] Der erfindungsgemäße Minenschutz kann aber auch aus einer gemischten Anordnung, d.h. außen adaptierter und innen integrierter Anordnung bestehen, um in besonderem Maße den örtlichen Gegebenheiten einer Fahrzeugkonstruktion oder eventuell erforderlichen Nachrüstmaßnahmen an existierenden Fahrzeugen gerecht zu werden.

[0024] Weitere vorteilhafte Einzelheiten sind in der nachfolgenden Beschreibung der Zeichnungen enthalten, die Beispiele der Erfindung darstellen. Es zeigen:

- | | | |
|----|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 35 | Figur 1 | einen Schnitt durch eine Minenschutzvorrichtung (integrierte Anordnung); |
| 40 | Figur 2 | einen Schnitt durch eine Minenschutzvorrichtung (integriert/adaptiert); |
| 45 | Figur 3 | einen Schnitt durch eine Minenschutzvorrichtung (adaptierte Anordnung); |
| 50 | Figur 4 | einen Schnitt durch eine modifizierte Strukturelementplatte; |
| 55 | Figur 5 | einen Schnitt durch eine weitere modifizierte Strukturelementplatte; |
| | Figur 6 | einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit Reibungs- und Aufweitelementen; |
| | Figur 7 | einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit Dämpfungselementen; |
| | Figur 8 | einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit Reibungs- bzw. Stauch-Element- |

- ten und einer massiven Trägerplatte;
- Figur 9 einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit doppelseitig wirkenden Reibungs- und Stauelementen;
- Figur 10 eine zweischichtige Strukturelementplatte mit wellenförmigen Zwischenlagen;
- Figur 11 eine zweischichtige Strukturelementplatte mit integrierten Profilkörpern;
- Figur 12 einen Schnitt durch eine bevorzugte Minenschutzvorrichtung;

[0025] Die Figuren zeigen nur die erfindungswesentlichen Merkmale. Sie sind deshalb alle in stark vereinfachter Form gezeichnet, um das Erfindungswesentliche deutlich hervorzuheben. Ferner wird nachfolgend immer nur von einem Schutz des Fahrzeugbodens gesprochen. Es ist jedoch ein Merkmal der Erfindung, daß der erfindungsgemäße Minenschutz in gleicher Weise wie beschrieben auch für den Seitenschutz von Fahrzeugen gilt. Die Minenschutzvorrichtung wird nachfolgend im wesentlichen für Landfahrzeuge dargestellt. Als Fahrzeuge gelten jedoch im Sinne der Erfindung auch Wasserfahrzeuge und Luftfahrzeuge, soweit diese beschriebene oder eine äquivalente Minenschutzvorrichtung technisch einsetzbar ist. Insbesondere gilt die Minenschutzvorrichtung zum Schutz der Innenräume von gepanzerten Fahrzeugen oder Kampfpanzern.

[0026] In Figur 1 ist die erfindungsgemäße Minenschutzvorrichtung als integrierte Lösung in ihrem prinzipiellen Aufbau dargestellt. Die Belastungsseite, d.h. die äußere und damit der Belastung zugewandte Wand des Fahrzeugbodens 2 besteht beispielsweise aus Panzerstahl, Aluminium oder Faserverbundwerkstoffen. Dahinter ist eine erste Schicht 3 aus einem Hartschaum mit einer Dichte von mehr als 100 kg/m^3 und einer Dicke von mindestens 10 mm angeordnet. Diese Hartschaumschicht 3 dämpft die starke dynamische Bewegung der äußeren Wand 2, die aufgrund der Blastwirkung einer Mine 5 bei der Ansprengung unter dem Fahrzeugboden entsteht und verteilt die Druckbelastung flächig auf eine größere Zone.

[0027] Der Hartschaumschicht 3 folgt eine Strukturelementplatte 6, die im gezeigten Beispiel nach Figur 1 nur zwei Begrenzungsschichten 7 und 8 und eine Zwischenlage 9 mit fachwerkartiger Struktur aufweist, um so den Aufbau insgesamt deutlich zu machen. Die Deck- bzw. Begrenzungsschichten 7 und 8 sind mit der fachwerkartigen Zwischenschicht 9 beispielsweise durch einen elastischen Kleber verbunden. Bei metallischen Werkstoffen kann die Verbindung der Deckbleche 7 und 8 mit der Schicht 9 auch durch Schweißen, Löten, Nieten oder dergleichen erfolgen.

[0028] Über der Strukturelementplatte 6 befindet sich der innere (eigentliche) Fahrzeugboden 4 als Abschluß

zum Mannschaftsraum. Zwischen der Begrenzungsschicht 8 (Deckschicht) und dem inneren Fahrzeugboden 4 ist noch eine weitere Hartschaumschicht 10 angebracht sein, die eine geringe Dichte, beispielsweise von weniger als 100 kg/m^3 , aufweist. Zwischen Fahrzeugboden 4 und dieser zweiten Hartschaumschicht 10 kann in weiterer Ausgestaltung der Erfindung eine sehr biegesteife und leichte Schicht 11, beispielsweise aus Kunstharzpreßholz (Lignostone) oder CFK, angeordnet sein. Diese biegesteife Schicht 11 kann in besonderer Weise auch als Splitterschutzplatte, beispielsweise aus Keramik-Faserverbundwerkstoffen bzw. Keramik-Lignostone-Verbund oder ähnlichen Anordnungen, ausgebildet sein, um gegebenenfalls noch ankommende Splitter oder ähnliche Fragmente vor der relativ dünnen Wand zum Mannschaftsraum abzuwehren. Eine solche Splitterschutzplatte (Schicht 11) kann generell auch an anderen Stellen im Schichtaufbau positioniert sein, beispielsweise zwischen der äußeren Fahrzeugbodenplatte 2 und der ersten Hartschaumschicht 3 oder zwischen Hartschaumschicht 3 und Strukturplatte 6.

[0029] In die Zwischenräume 12 der Strukturelementplatte 6 können geometrisch korrespondierende Körper, beispielsweise Elemente mit dämpfenden Eigenschaften 14 und/oder energieabsorbierenden Eigenschaften 13 eingebracht sein.

[0030] Diese geometrisch korrespondierenden Körper 13 und 14 können in bevorzugter Weise bereits bei der Herstellung der Strukturelementplatte 6, die beispielsweise im DP-RTM Verfahren (DLR Braunschweig) als Verbundplatte aus Kohlefasermaterial (CFK) günstig hergestellt werden kann, als verlorene Formkörper eingebracht werden. Dann wären keine gesonderten Formkörper zusätzlich erforderlich.

[0031] Grundsätzlich kann die gemäß Figur 1 geschilderte integrierte Anordnung der einzelnen Schichten auch durch eine adaptierte-integrierte Anordnung ersetzt werden, bei der ein Teil der Schichten hinter der Belastungsseite, d.h. dem äußeren Fahrzeugboden 2 im Inneren des Fahrzeuges (integriert) und der übrige Teil der Schichten außen am Boden des Fahrzeuges 2 (adaptiert) angebracht sind.

[0032] Ein Beispiel für die adaptierte-integrierte Minenschutzlösung ist in Figur 2 gezeigt. Die in Figur 1 gezeigten Schichten sind in diesem Fall anders angeordnet. Der adaptierte Anteil besteht beispielsweise aus einer Splitterschutzplatte oder Schicht 11 und der Hartschaumschicht 3, die sich in einem dünnen Gehäuse 2.1 befinden, welches mit dem äußeren Bodenblech 2 des Fahrzeugs durch mechanische Befestigungsmittel verbunden ist. Als integrierter Anteil sind die Strukturelementplatte 6 und eine leichte Hartschaumplatte 10 zwischen dem äußeren Bodenblech 2 und dem inneren Fahrzeugboden 4 angeordnet. Diese Anordnung kann naturgemäß durch weitere Schichten an beliebigen Stellen ergänzt werden.

[0033] Der gesamte erfindungsgemäße Minenschutz kann auch allein unterhalb vom äußeren Fahrzeugbo-

den 2 als adaptierte Lösung angebracht sein. Da aber meistens nur sehr geringe Bautiefen wegen der erforderlichen Bodenfreiheit gestattet sind, wird ein solcher Minenschutz Aufbau nur aus wenigen Schichten, die dafür mit hochwirksamen Werkstoffen gefüllt sind, bestehen. In Anlehnung an die Figuren 1 und 2 ist ein solcher adaptierter Minenschutz in Figur 3 dargestellt.

[0034] Ein solcher adaptierter Schichtaufbau kann fest mit dem Fahrzeugboden 2 verbunden sein oder erst vor Ort durch einfache mechanische Befestigungsmittel befestigt werden. Das gleiche gilt bei einer integrierten-adaptierten Lösung auch für den außen angebrachten Schichtaufbau. Dadurch bleibt das Fahrzeug bis zu einem Einsatz vor Art im Krisengebiet leichter und wendiger.

[0035] Die geschilderten, nicht fest integrierten Minenschutzvorrichtungen lassen sich dann getrennt von den Fahrzeugen zu Land, zu Wasser oder in der Luft befördern.

[0036] Generell spielen bei der Anspannung eines Fahrzeugbodens mit einer Sprengladung die Massenträgheit der beteiligten Strukturteile, die Fortpflanzung der Stoßbelastung, das plastische Arbeitsvermögen und der Arbeitsweg (Durchbiegung) aufgrund der hohen Dynamik der Bewegung eine besondere Rolle.

[0037] Hieraus ergeben sich weitere Lösungsansätze für den erfindungsgemäßen Minenschutz.

[0038] Grundsätzlich sollte möglichst viel Masse während des dynamischen Vorgangs beteiligt sein. Hierbei ist insbesondere die dynamische Zuschaltung der einzelnen Massen zu beachten, die in der Regel mit der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit in den beteiligten Materialien erfolgt. Eine Schlüsselrolle spielt hier auch die sogenannte akustische Impedanz $p \times c$, mit p als Dichte der beteiligten Werkstoffe und c als Schallausbreitungsgeschwindigkeit. Dabei liefert der Quotient $(p_1 \times c_1 / p_2 \times c_2)$ eine Aussage über den zwischen zwei Schichten weitergegebenen bzw. reflektierten Stoßanteil.

[0039] Plastische Arbeit (innere Reibung) kann entweder durch eine homogene Komponente, zum Beispiel eine dicke Platte mit ausreichend dynamisch-plastischem Verhalten erzielt werden oder durch konstruktive Maßnahmen.

[0040] Beim Abfangweg spielen die Zeit und der massenminimierte, d.h. damit der kräfteoptimierte Einsatz der beteiligten Werkstoffe die entscheidende Rolle. Deshalb werden auch überwiegend faserverstärkte Materialien im Minenschutz verwendet. Dabei wird aber häufig übersehen, daß gerade derartige Stoffe dynamisch sehr hart sein können.

[0041] Leichte Strukturteile können wegen ihrer geringeren Trägheit besser beschleunigt werden und dadurch in die Energieverteilung bzw. den Energieabbau einbezogen werden, ausreichende Abfangwege vorausgesetzt. Insofern ist auch ein Luftzwischenraum in Verbindung mit anderen wirksamen Strukturteilen sehr gut geeignet.

[0042] Generell, aber insbesondere bei einer adaptierten Minenschutzlösung ist es von großer Bedeutung, unter welchem Winkel der Druckstoß auftritt und ob eine rasche Entlastung, zum Beispiel durch einen Gegen- druck, möglich ist. Daraus ergeben sich folgende konstruktive Ansätze für die Gestaltung eines optimalen Minenschutzes:

- die Schockwelle sollte die Minenschutzvorrichtung unter einem Winkel beaufschlagen
- der auftreffenden Schockwelle sollte möglichst bald eine Entlastung entgegenwirken
- eine Kombination von beiden, d.h. schräges Auftreffen der Schockwelle und Entlastung durch Hinterströmen.

[0043] Bei den nachfolgend dargestellten Beispielen sind diese konstruktiven Vorgaben im Ansatz bereits berücksichtigt, wobei insbesondere die fachwerkartigen Strukturelementplatten (Winkel) bzw. Lochbleche in Verbindung mit den verschiedenen federnden oder dämpfenden Elementen als Detaillösungen besonders geeignet sind.

[0044] Die Fachwerkstruktur 6 nach Figur 1 ist in Figur 4 modifiziert dargestellt. In der Strukturelementplatte 6 sind zusätzliche Stege 15, in diesem Beispiel senkrecht zur Bewegungsrichtung der Begrenzungsschichten 7 und 8, angebracht. Dies würde beim dynamischen Zusammendrücken der Strukturelementplatte 6 den Widerstand nach einem bestimmten Weg spürbar erhöhen. Ebenso läßt sich über die Winkellage der Fachwerkstruktur 9, deren Dicke und das Material ein variabler Widerstand gegen die dynamische Bewegung einstellen. Somit kann der Minenschutz an unterschiedliche Bedrohungen angepaßt werden.

[0045] In Figur 5 sollen in der Strukturelementplatte 6 als Zwischenlagen plastisch verformbare Stege 16 (Zickzack), wie sie beispielsweise aus Metall, insbesondere Stahl oder anderen Metallen mit entsprechend dynamisch-plastischen Eigenschaften oder Faserverbundwerkstoffen bzw. Elastomeren hergestellt werden können, dienen. Aber auch federnde Elemente können als Zwischenlagen verwendet werden.

[0046] Figur 6 zeigt eine Strukturelementplatte 6 mit Reibungs- und Aufweitelementen 17 und 18, die bei dynamischer Belastung zuerst den Widerstand kontinuierlich erhöhen und nach einem eingestellten Weg zum Anschlag kommen und den Widerstand dann nochmals anheben. Die Reibungs- und Aufweitelemente 17 und 18 können in bevorzugter Weise streifenförmig ausgeführt sein. Als Material sind sowohl plastische als auch elastische Werkstoffe mit hohen Dämpfungseigenschaften vorgesehen.

[0047] Als weitere Ausführung der Strukturelementplatte 6 zeigt Figur 7 eine Zwischenlage aus geschlitzten, gewölbten Profilen, die streifenförmig angeordnet sind. Bei der dynamischen Belastung werden die Profile ausbeulen bzw. plastisch knicken und somit einen variablen

Widerstand erzeugen. Als Material kommen ebenfalls Metalle, aber auch Kunststoffe und insbesondere Elastomere in Frage.

[0048] In Figur 8 ist eine Modifikation der Dämpfungsanordnung gemäß Figur 6 dargestellt, bei der die streifenförmigen Dämpfungselemente 17 in eine relativ massive Trägerplatte 20 mit entsprechend eingefrästen Nuten einlaufen können.

[0049] In Figur 9 ist eine dämpfende Zwischenschicht gezeigt, bei der die Reibungs- bzw. Stauchelemente 23 analog zur Figur 6 doppelseitig wirken, wobei die Elemente als Streifen sehr leicht hergestellt werden können. Die Gegenlager 21 sind alternativ ebenfalls als Streifen oder Platten mit entsprechenden Nuten zu fertigen. Die Stauchelemente 23 werden vorzugsweise von einem flächigen Element 22 gehalten, ähnlich den Kugelführungen (Käfig) bei einem Kugellager (Wälzlager).

[0050] Die Zwischenlagen nach den Figuren 6 bis 9 können auch aus runden oder anders geformten Einzel-elementen, die vielfach in regelmäßiger oder unregelmäßiger Verteilung zwischen den beiden Begrenzungsschichten 7 und 8 angeordnet sind, gebildet werden. Ferner können die Einzelelemente stabförmig ausgebildet sein und paarweise im Abstand parallel zueinander angeordnet sein.

[0051] Dann kann in bevorzugter Weise die Begrenzungsschicht 7 aus einer gelochten Trägerplatte 20 oder 21, beispielsweise Lochblenden (rund, quadratisch) aus hochfestem Panzerstahl, zum Beispiel MARS 300 bzw. 600, stickstofflegiertem Stahl mit höchster Härte und zugleich sehr hoher Dehnung, Edelstahl, Aluminium oder Faserverbundwerkstoffen (CFK, GFK) gebildet sein. Figur 8 bzw. Figur 9 wurden einer solchen Anordnung in beispielhafter Weise genügen.

[0052] In Figur 10 sind zwei Zwischenlagen 24 aus zum Beispiel sinusförmig gewelltem, metallischem Material gebildet. Hierbei ist ein Mehrfachschichtaufbau angedeutet, der prinzipiell auch aus sehr vielen der dünnen Einzelschichten bestehen kann, beispielsweise zehn oder zwanzig Zwischenlagen 24 mit den jeweiligen Deckschichten 7 und 8. Eine solche Anordnung ist dann sehr vorteilhaft, wenn genügend Bautiefe für den Minenschutz zur Verfügung steht. Außerdem können die Schichten bzw. Lagen 24 aus unterschiedlich dicken Materialien oder aus wechselnden Materialien hergestellt werden. Auf diese Weise kann wieder ein bestimmter, zunehmender plastischer Widerstand eingestellt werden.

[0053] Durch Versuche konnte ermittelt werden, daß bei der Anspregung eines gepanzerten Fahrzeuges ohne besonderen Minenschutz eine starke plastische Verformung des Fahrzeugbodens in der Größenordnung von 50 mm bis 100 mm, je nach Fahrzeug- und Minentyp bzw. Bodenblech und Sprengabstand, eintritt, sofern die Wandstärke des Bodenblechs noch ausreichend dick ist und nicht durch die Druckbelastung aufreißt. Die dynamische Durchbiegung erfolgt in der sehr

kurzen Zeit von einer bis mehreren Millisekunden und beträgt etwa das Doppelte bis Dreifache der plastischen Verformung.

[0054] Ein erfindungsgemäßer, mehrschichtiger Strukturaufbau aus einer optimalen Anzahl dünner Einzel- bzw. Begrenzungsschichten 7 und 8 sowie Zwischenlagen 24 ist dann in besonderer Weise geeignet, die dynamische Durchbiegung des Fahrzeugbodens zu minimieren.

[0055] Bei der Minenschutzanordnung nach Figur 1, wobei die Strukturelementplatte 6 aus einem vielschichtigen Aufbau mit wellenförmigen Zwischenschichten 24 und den jeweiligen Begrenzungsschichten 7 und 8 gebildet ist, wird die durch die Hartschaumschicht 3 bereits gedämpfte Bewegung dieser der Belastung zugewandten Fahrzeugbodenschicht 2 in der Folge sukzessive in den dünnen Begrenzungs- und Zwischenschichten weiter vermindert. Die vielen wellenförmigen Zwischenschichten 24 in den jeweiligen Einzelstrukturen werden dabei zusammengedrückt (Crashzone) und bilden zusammen mit den vielen Begrenzungsschichten 7 und 8 ein zunehmend massiver werdendes Schichtpaket. Je nach gewählter Bauhöhe dieses Schichtaufbaus wird die Bewegung des Fahrzeugbodens sogar noch innerhalb des Schichtaufbaus zum Stillstand kommen.

[0056] Aufgrund der sehr biegesteifen Anordnung des vielschichtigen Strukturaufbaus bzw. der jeweiligen Einzelschichten und deren Anordnung, beispielsweise bei kreuzweiser Verklebung, ist eine dynamische Durchbiegung des gesamten Sandwichaufbaus praktisch ausgeschlossen oder zumindest stark erschwert. Je nach Dimensionierung von Hartschaumschicht 3 und dem mehrschichtigen Strukturaufbau 6 wird es daher keine oder zumindest nur eine minimale Durchbiegung des erfindungsgemäßen Minenschutzaufbaus an der Oberseite, d.h. dem eigentlichen Fahrzeuginnenboden 4 geben. Die letzte Begrenzungsschicht 8 des Sandwichaufbaus 6 als Abschluß zum Fahrzeuginnenraum kann etwas stärker ausgeführt sein, um die Belastungen durch die Fahrzeugbesatzung oder Geräte im Fahrbetrieb aufnehmen zu können.

[0057] Ein aus mehreren Strukturschichten 6 gebildeter Metall-Sandwichaufbau gemäß Figur 10 kann beispielsweise aus dünnen Aluminium- oder Stahlschichten gebildet sein. Eine solche Ausführung ist unter dem Markennamen METAWELL-Platte der Firma VAW Metawell GmbH bekannt. Eine Doppelplatte aus Aluminium besitzt beispielsweise eine Höhe von elf Millimeter bei einem Flächengewicht von 9,4 kg/m². Das Biegemoment beträgt in Längsrichtung, d.h. quer über die Wellen gemessen, 2050 Nmm/mm und transversal, d. h. mit den Wellen, 1240 Nmm/mm. Durch eine Kreuzanordnung der Einzelschichten lassen sich diese Unterschiede im Biegemoment ausgleichen. Die zulässige Druckkraft für die Doppelplatte beträgt 3,5 N/mm². Höhere Werte lassen sich mit Metawellplatten aus verzinktem Stahlblech erreichen, die eine Druckbelastung bis zum Dreifachen der entsprechenden Aluminiumplatten

vertragen. Natürlich sind auch beliebige Mischformen aus Aluminium- und Stahl-Metawellplatten denkbar bzw. weitere Änderungen am Metall-Sandwichaufbau, die nachfolgend erläutert werden.

[0058] Die einzelnen Schichten 6 des Metall-Sandwichaufbaus lassen sich sehr variabel gestalten. Einmal können in Abweichung zu dem in Figur 10 dargestellten Verlauf die wellenförmigen Zwischenlagen 24 untereinander jeweils diametral versetzt verlaufen bzw. in Längsrichtung um 180° verschoben sein. Dadurch liegen sich jeweils Täler und Höhen der Wellenform beim mehrschichtigen Aufbau direkt gegenüber. Eine weitere sehr effektive Gestaltung liegt in der Kreuzanordnung der Wellenschichten. Hierbei ist jede Lage jeweils um 90° gedreht angeordnet.

[0059] Andere Varianten für die wellenförmigen Zwischenschichten 24 können sich aus der Form selbst ergeben. So sind beispielsweise Z-förmige oder winkelförmige oder noch andere Gestaltungsmöglichkeiten der Zwischenschichten 24 denkbar. Wichtig ist das Merkmal, daß die Zwischenschichten 24 bei senkrechter oder geneigter Druckbelastung seitwärts ausweichen bzw. zusammengedrückt werden können, um somit die Crashzone zu bilden.

[0060] Eine weitere Gestaltungsmöglichkeit des mehrschichtigen Strukturaufbaus ist in Figur 11 am Beispiel der Konstruktion mit Metawellplatten gemäß Figur 10 dargestellt. In den Schichtaufbau 6 sind seitlich zueinander im Abstand angeordnete, offene oder geschlossene Hohlprofilkörper 26 eingesetzt. Zugleich ist gezeigt, daß auch homogene Körper bzw. Vollprofilkörper 25 eingesetzt werden können. Ferner ist die Mischung von Hohl- und Vollprofilkörpern 26 und 25 möglich. In der zweiten Zwischenschicht ist das Beispiel der Einbringung eines offenen Profilkörpers 27 gezeigt.

[0061] In Erweiterung der Aufbauten nach Figur 11 können die Hohl- und Vollprofilkörper 26 und 25 bzw. die offenen Profilkörper 27 zwischen den jeweiligen Schichten 6 des mehrschichtigen Strukturaufbaus auch als belastungsabhängige, deformierbare Strukturkörper aus Metall oder Kunststoff eingebracht sein.

[0062] In die Hohlprofilkörper 26 können Stoffe mit bestimmten Eigenschaften eingefüllt sein. Dabei ist beispielsweise an Flüssigkeiten, verformbare weitere Hohlkörper, elastisch und/oder plastisch verformbare Materialien oder Stoffe mit schockdämpfenden Eigenschaften gedacht. Dieser Aufbau nach Figur 11 bietet somit eine große Palette von interessanten Verwendungsmöglichkeiten für einen aus mehreren Schichten 6 gebildeten Strukturaufbau zusätzlich zu seiner primären Minenschutzwirkung.

[0063] Aus der Palette seien beispielhaft die Aufnahme von flüssigen Treibstoffen für Antriebsmotoren, die Gestaltung für fische Ansaugluft oder die Abluft der Antriebsmotoren und die Ausbildung als Wärmetauscher herausgegriffen. Diese Aufzählung ist nicht vollständig und deutet nur die Vielseitigkeit des mehrschichtigen Strukturaufbaus als Minenschutz beim Einsatz in einem

Fahrzeug an.

[0064] Schließlich ist es auch Gegenstand der Erfindung, daß die Minenschutzvorrichtung nicht nur großflächig durchgehend gebildet, sondern vielmehr auch aus einzelnen, flächebegrenzten und besser handhabbaren, modularen Minenschutzvorrichtungen zusammengesetzt sein kann. Bei dieser partiell segmentierten Bauweise sind zwischen den einzelnen Minenschutzmodulen Verbindungs- und Randstege gesetzt, die ganz oder teilweise aus gelochten metallischen Blechen oder Kunststoffen bestehen. Diese durch Stege oder ähnliche Anordnungen getrennte Bauweise kann alternativ ganz oder teilweise den ein- oder mehrschichtigen Strukturaufbau 6 betreffen, muß aber nicht alle oder auch nur einen Teil der übrigen Schichten mit erfassen.

[0065] Aus der Vielfalt der einzelnen Elemente und der mit der Erfindung gebotenen Kombinationsmöglichkeiten hat sich aufgrund von Sprengversuchen ein vorteilhafter und praktikabler Schichtaufbau nach Figur 12 herausgestellt. Eine solche Minenschutzvorrichtung mit einer Gesamthöhe von beispielsweise 150 mm kann als sogenannte integrierte Lösung zwischen der äußeren Bodenplatte 2, d.h. der Belastungsseite und dem inneren Fahrzeugboden 4 als Abschluß des Mannschaftsraumes angeordnet sein.

[0066] Hinter der äußeren Bodenplatte 2 aus Panzerstahl mit einer Dicke von 8 mm ist eine 40 mm dicke erste Hartschaumschicht 3 mit einer Dichte von 300 bis 400 kg/m³ angeordnet. Darüber befindet sich eine 10 mm starke, dynamisch druckfeste Splitterschutzplatte 11.1, beispielsweise aus Compositematerial oder Lignostone. Dann folgt eine erste Strukturschicht 6.1 aus vier kreuzweise geschichteten Metawellplatten (gesamt 20 mm) aus Aluminium und eine zweite 10 mm dicke Hartschaumschicht 10.1 mit einer Dichte von 110 kg/m³. Die nachfolgende zweite Strukturschicht 6.2 besteht ebenfalls aus vier kreuzweise verklebten, einzelnen Metawellplatten (20 mm), und die dritte Hartschaumplatte (10 mm) 10.2 kann die gleiche Dichte wie die davor angeordnete Hartschaumschicht 10.1 oder eine geringere Dichte, beispielsweise 50 bis 80 kg/m³, haben. Die dritte Strukturschicht (20 mm) 6.3 ist identisch zu den vorherigen. Der Aufbau der in diesem Beispiel gleichen drei Strukturschichten 6.1, 6.2 und 6.3 kann natürlich auch unterschiedlich im Sinne der vorangegangenen Beschreibungen sein. Die vierte Hartschaumschicht (10 mm) 10.3 dient dazu, den letzten Rest der möglicherweise noch ankommenden dynamischen Bewegung der Gesamtstruktur in Verbindung mit der dynamisch druckfesten Schicht aus Lignostone (10 mm) 11.2 von der Innenwand 4 des Fahrzeuges, d.h. dem Mannschaftsraum abzukoppeln. Daher sollte diese vierte Hartschaumschicht 10.3 eine möglichst geringe Dichte, beispielsweise nur noch 30 bis 50 kg/m³ aufweisen.

[0067] Ein solcher mehrschichtiger, integrierter Minenschutz aufbau gemäß Figur 12, in den Abmessungen 1,5 m × 1,5 m und mit einem Flächengewicht von

etwa 86 kg/m², entsprechend einer stahläquivalenten Dicke von etwa 11 mm, wurde mit einer Sprengladung von 5 kg TNT im Abstand von 400 mm in einem schweren Aufnahmegerüst, das in seiner Masse in etwa äquivalent zu einem realen Kampfpanzergewicht von 50 bis 60 to war, angesprengt.

[0068] Die Versuchsergebnisse ergaben eine deutliche Verlangsamung der eingeleiteten dynamischen Bewegung der 8 mm dicken Panzerstahlplatte 2 in Verbindung mit einer starken Verringerung der dynamischen Durchbiegung und plastischen Verformung. Alle Meßwerte waren wesentlich besser als die mit der Vergleichssprengung und einer reinen masse-äquivalenten Panzerstahlplatte von 19 mm Dicke erzielten Meßergebnisse. Mit dem erfindungsgemäßen Minenschutz gemäß Figur 12, aber auch mit anderen Anordnungen im Sinne der vorhergehenden Beschreibungen, konnte insbesondere der Druckstoß auf eine deutlich größere Fläche verteilt werden.

[0069] Sämtliche in den Figuren dargestellten und in der Beschreibung erläuterten Einzelheiten sind für die Erfindung wichtig. Dabei ist es ein Merkmal der Erfindung, daß alle geschilderten Einzelheiten in beliebig denkbarer Weise einfach oder mehrfach kombiniert werden können und dadurch jeweils einen individuell angepaßten Minen- und Splitterschutz ergeben.

Patentansprüche

1. Minenschutzvorrichtung für Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuge, bestehend aus einem, von der Belastungsseite her gesehen, folgenden Schichtaufbau:

- a) Eine erste Hartschaumschicht (3) mit einer Dichte von mindestens 100 kg/m³ und einer Dicke von mindestens 10 mm;
- b) eine ein- oder mehrschichtige Strukturelementplatte (6) mit einem Aufbau mit plastischem Arbeitsaufnahmevermögen und jeweils dünnen Begrenzungsschichten (7, 8), zwischen denen wellenförmige, winklige und/oder anders geformte Zwischenlagen oder -körper (17, 18, 19, 23) so verbunden sind, dass zwischen den jeweiligen Begrenzungsschichten offene, durchlaufende Kanäle (12) oder flächige Teilräume entstehen;
- c) eine zweite Hartschaumschicht (10), deren Dichte geringer ist als die Dichte der ersten Hartschaumschicht, sowie hinter oder vor dem Schichtaufbau a) bis c)
- d) eine biegesteife Platte (11),

wobei bei einer integrierten Lösung der Schichtaufbau dem Boden- und/oder Seitenblech (2) des Fahrzeugs nachgeordnet und bei einer adaptierten Lösung der Schichtaufbau dem Boden- und/oder

Seitenblech (2) des Fahrzeugs vorgeschaltet ist und bei einer adaptierten-integrierten Lösung jeweils Teile des Schichtaufbaus vor und nach dem Boden- und/oder Seitenblech (2) des Fahrzeugs angeordnet sind.

2. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichten a) bis c) mehrfach hintereinander angeordnet sind.
3. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** hinter der Schicht a) die Schichten b) und c) mehrfach hintereinander angeordnet sind.
4. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** weitere von der Belastungsseite her in Richtung zur Fahrzeuginnenseite angeordnete Hartschaumschichten eine stufenweise verringerte Dichte gegenüber der ersten Hartschaumschicht (3) aufweisen.
5. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strukturelementplatte (6) aus metallischen Werkstoffen gebildet ist.
6. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strukturelementplatte (6) aus Faserverbundmaterial gebildet ist.
7. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strukturelementplatte (6) aus Faserverbundmaterial und partiell metallischen Werkstoffen gebildet ist.
8. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen den Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise, unter einem bestimmten Winkel, insbesondere senkrecht zur Bewegungsrichtung der Begrenzungsschichten (7,8) verlaufende Teilstege (15) aus Faserverbundmaterial (CFK, GFK) und/oder Elastomeren und/oder metallischen Werkstoffen angeordnet sind.
9. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise als plastisch verformbare Stege (16) aus Elastomeren, Faserverbund-

- material (CFK, GFK) und/oder metallischen Werkstoffen gebildet sind.
10. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
5
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise als elastisch federnde Stege (16) aus Faserverbundmaterial (CFK, GFK), Elastomeren und/oder metallischen Werkstoffen ausgebildet sind. 10
11. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
15
dadurch gekennzeichnet,
daß die Stege (16) aus gelochtem Faserverbundmaterial (CFK, GFK) und/oder gelochten metallischen Werkstoffen gebildet sind. 15
12. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
20
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise als Reibungs-(17) und Aufweitelemente (18) aus Faserverbundmaterial-(CFK, GFK), Elastomeren oder/und metallischen Werkstoffen gebildet sind. 25
13. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
30
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise aus geschlitzten, gewölbten Profilen (19) aus Faserverbundmaterial (CFK, GFK), Elastomeren oder/und metallischen Werkstoffen gebildet sind. 35
14. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
40
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise aus doppelseitig wirkenden, streifenförmigen Reibungs- bzw. Stauelementen (23) gebildet sind, und daß die Gegenlager (21) streifenförmig angeordnet sind oder aus Platten mit entsprechenden Nuten bestehen, wobei als Material Faserverbundmaterial (CFK, GFK), Elastomere oder/und metallische Werkstoffe für die Elemente (23) bzw. Gegenlager (21) vorgesehen ist. 45
15. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
50
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise aus rotationssymmetrischen, plastisch verformbaren und/oder elastisch federnden Reibungs- und Stauelementen (17,19,23) bzw. Aufweitelementen (18) aus Faserverbundmaterial (CFK, GFK), Elastomeren oder/und metallischen Werkstoffen -gebildet sind, die in regelmäßiger oder unregelmäßiger Verteilung zwischen den Begrenzungsschichten (7,8) angeordnet sind. 55
16. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Gegenlager der plastisch verformbaren und/oder elastisch federnden Reibungs- und Stauelemente (17,19,23) durch Lochbleche mit runden oder quadratischen Löchern aus Faserverbundmaterial /CFK, GFK) oder metallischen Werkstoffen, insbesondere hochharten Panzerstahllochblechen gebildet sind.
17. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die doppelseitig wirkenden Reibungs- und Stauelemente (23) von einem flächigen Element (22) ähnlich der Kugelführung bei Kugellagern gehalten werden, das aus Faserverbundmaterial (CFK, GFK) oder dünnwandigen metallischen Werkstoffen, insbesondere aus Metallen mit hoher Härte und großer Dehnung gebildet ist.
18. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strukturelementplatte (6) durchgehend oder partiell segmentiert ist.
19. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
35
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verbindungsstege ganz oder teilweise aus gelochten metallischen Blechen oder Kunststoffen bestehen.
20. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
40
dadurch gekennzeichnet,
daß in die Zwischenräume (12) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise geometrisch korrespondierende Formkörper (13,14) mit dämpfenden und/oder energieabsorbierenden Eigenschaften eingebracht sind.
21. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
50
dadurch gekennzeichnet,
daß in der Strukturelementplatte (6) oder zwischen den Einzelschichten bei mehrschichtiger Anordnung zusätzlich belastungsabhängig deformierbare Strukturkörper (27) und/oder geschlossene Hohlprofilkörper (26) aus Metall oder Kunststoff eingebettet sind. 55

22. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die offenen Kanäle (12), flächigen Teilräume oder zusätzlichen Hohlprofilkörper (26) ganz oder teilweise mit flüssigen Stoffen, verformbaren Hohlkörpern und/oder elastisch oder plastisch verformbaren Materialien oder Körpern gefüllt sind, die wahlweise schockdämpfende und/oder energieabsorbierende Eigenschaften aufweisen. 5 10
23. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Flüssigkeiten Treibstoffe für den Antriebsmotor des Fahrzeuges sind. 15
24. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strukturelementplatte (6) zumindest teilweise dergestalt aufgebaut ist, daß durch sie Frischluft und/oder Abluft für den Antriebsmotor des Fahrzeuges ansaugbar bzw. ableitbar ist. 20
25. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strukturelementplatte (6) zumindest teilweise dergestalt aufgebaut ist, daß sie als Wärmetauscher verwendbar ist. 25 30
26. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die biege steife Platte (11) aus einem Splitterschutzmaterial, vorzugsweise aus Compositematerial gebildet ist. 35
27. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie aus verschiedenen Einzelmodulen besteht. 40
28. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einzelmodule ein- oder mehrschichtig angeordnet und gegeneinander stoßgesichert sind. 45

Claims

1. Mine protection device for land vehicles, aircraft or water-craft, consisting of the following multilayer structure, viewed from the load side: 55
- a) a first rigid foam layer (3) with a density of at least 100 kg/m³ and a thickness of at least 10 mm;
- b) a single- or multi-layer structural element plate (6) having a structure with plastic resilience and in each case thin defining layers (7, 8), between which undulating, angular and/or otherwise shaped intermediate plies or bodies (17, 18, 19, 23) are so connected that open, continuous channels (12) or extensive partial chambers arise between the respective defining layers;
- c) a second rigid foam layer (10), whose density is lower than the density of the first rigid foam layer and, behind or in front of the layer structure a) to c),
- d) a flexurally rigid plate (11),
- wherein, in the case of an integrated solution, the layer structure is arranged downstream of the floor and/or side panel (2) of the vehicle and, in the case of an adapted solution, the layer structure is arranged upstream of the floor and/or side panel (2) of the vehicle and, in the case of an adapted/integrated solution, parts of the layer structure are arranged both upstream and downstream of the floor and/or side panel (2) of the vehicle.
2. A mine protection device according to claim 1, **characterised in that** layers a) to c) are arranged in repeated succession.
3. A mine protection device according to claim 1, **characterised in that** layers b) and c) are arranged in repeated succession downstream of the layer a).
4. A mine protection device according to claim 2 or claim 3, **characterised in that** further rigid foam layers arranged from the load side in the direction of the inside of the vehicle exhibit a density which reduces step-by-step relative to the first rigid foam layer (3).
5. A mine protection device according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the structural element plate (6) is made from metallic materials.
6. A mine protection device according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the structural element plate (6) is made from fibre composite material.
7. A mine protection device according to one of claims 1 to 4, **characterised in that**

the structural element plate (6) is made from fibre composite material and partially metallic materials.

8. A mine protection device according to one of claims 1 to 7,

characterised in that

partial webs (15) of fibre composite material (CFRP, GFRP) and/or elastomers and/or metallic materials are arranged between the intermediate plies (9) of the structural element plate (6) and extend wholly or partially, at a particular angle, in particular perpendicularly to the direction of movement of the defining layers (7, 8).

9. A mine protection device according to one of claims 1 to 7,

characterised in that

the intermediate plies (9) of the structural element plate (6) are formed wholly or partially as plastically deformable webs (16) of elastomers, fibre composite material (CFRP, GFRP) and/or metallic materials.

10. A mine protection device according to one of claims 1 to 7,

characterised in that

the intermediate plies (9) of the structural element plate (6) are formed wholly or partially as elastically resilient webs (16) of fibre composite material (CFRP, GFRP), elastomers and/or metallic materials.

11. A mine protection device according to claim 9 or claim 10,

characterised in that

the webs (16) are formed of perforated fibre composite material (CFRP, GFRP) and/or perforated metallic materials.

12. A mine protection device according to one of claims 1 to 7,

characterised in that

the intermediate plies (9) of the structural element plate (6) are formed wholly or partially as frictional (17) and expanding elements (18) of fibre composite material (CFRP, GFRP), elastomers and/or metallic materials.

13. A mine protection device according to one of claims 1 to 7,

characterised in that

the intermediate plies (9) of the structural element plate (6) are formed wholly or partially of slit, curved profiles (19) of fibre composite material (CFRP, GFRP), elastomers and/or metallic materials.

14. A mine protection device according to one of claims 1 to 7,

characterised in that

the intermediate plies (9) of the structural element plate (6) are formed wholly or partially of double-sidedly active, strip-form frictional or upset elements (23), and **in that** the counterparts (21) are arranged in strip-form or consist of plates with corresponding grooves, wherein fibre composite material (CFRP, GFRP), elastomers and/or metallic materials are provided as the material for the elements (23) or counterparts (21).

15. A mine protection device according to one of claims 1 to 7,

characterised in that

the intermediate plies (9) of the structural element plate (6) are formed wholly or partially of rotationally symmetrical, plastically deformable and/or elastically resilient friction and upset elements (17, 19, 23) or expanding elements (18) of fibre composite material (CFRP, GFRP), elastomers and/or metallic materials, which are arranged in regular or irregular distribution between the defining layers (7, 8).

16. A mine protection device according to claim 15,

characterised in that

the counterparts of the plastically deformable and/or elastically resilient frictional and upset elements (17, 19, 23) are formed by perforated plates with round or square holes of fibre composite material (CFRP, GFRP) or metallic materials, in particular high-rigidity armour steel perforated plates.

17. A mine protection device according to claim 14 or claim 15,

characterised in that

the double-sidedly active frictional and upset elements (23) are held by a flat element (22) similar to the ball guideway in ball bearings, which is made of fibre composite material (CFRP, GFRP) or thin-walled metallic material, especially of metals of high hardness and high extension.

18. A mine protection device according to one of the preceding claims,

characterised in that

the structural element plate (6) is continuous or partially segmented.

19. A mine protection device according to one of the preceding claims,

characterised in that

the connecting webs consist wholly or partially of perforated metallic sheets or plastics.

20. A mine protection device according to one of the preceding claims,

characterised in that

wholly or partially geometrically corresponding

shaped articles (13, 14) with damping and/or energy-absorbing properties are introduced into the spaces (12) in the structural element plate (6).

21. A mine protection device according to one of the preceding claims, **characterised in that**, in addition, load-dependently deformable structural members (27) and/or closed hollow profile members (26) of metal or plastics are embedded in the structural element plate (6) or between the individual layers in the case of a multilayer arrangement. 5
22. A mine protection device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the open channels (12), extensive partial chambers or additional hollow profile members (26) are filled wholly or partially with liquid substances, deformable hollow members and/or elastically or plastically deformable materials or members, which, as desired, exhibit shock-absorbing and/or energy-absorbing properties. 10
23. A mine protection device according to claim 22, **characterised in that** the liquids are fuels for the drive engine of the vehicle. 15
24. A mine protection device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the structural element plate (6) is constructed at least in part in such a way that fresh air and/or exhaust air for the drive engine of the vehicle may be aspirated or exhausted respectively thereby. 20
25. A mine protection device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the structural element plate (6) is constructed at least in part in such a way that it may be used as a heat exchanger. 25
26. A mine protection device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the flexurally rigid plate (11) is made of a splinter-proof material, preferably of ceramic composite material. 30
27. A mine protection device according to one of the preceding claims, **characterised in that** it consists of various individual modules. 35
28. A mine protection device according to one of the preceding claims, 40

characterised in that

the individual modules are of single- or multi-layer arrangement and secured relative to one another against impact.

Revendications

1. Dispositif de protection contre les mines pour des véhicules terrestres, aériens et nautiques, qui comprend, vu du côté de la sollicitation, une structure de couches suivantes :

a) une première couche de mousse dure (3) avec une densité d'au moins 100 kg/m³ et d'une épaisseur d'au moins 10 mm ;

b) une plaque d'éléments structurés (6) en une ou plusieurs couches, d'une structure avec une aptitude d'absorption plastique de travail et respectivement des couches de limitation minces (7, 8) entre lesquelles des couches ou des corps intermédiaires (17, 18, 19, 23) ondulés, anguleux et / ou autrement formés sont reliés de telle façon que des canaux ouverts traversants (12) ou des espaces partiels plats sont créés entre les couches de limitation respectives ;

c) une deuxième couche de mousse dure (10) dont la densité est plus faible que celle de la première couche de mousse dure, ainsi que, derrière ou devant la structure de couches a) à c)

d) une plaque rigide à la flexion (11),

sachant que pour une solution intégrée, la structure de couches est disposée derrière la tôle de plancher et / ou la tôle latérale (2) du véhicule, et pour une solution adaptée, la structure de couches est devant la tôle de plancher et / ou la tôle latérale (2) du véhicule, et pour une solution adaptée-intégrée, des parties de la structure de couches sont disposées respectivement devant et derrière la tôle de plancher et / ou la tôle latérale (2) du véhicule.

2. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les couches a) à c) sont disposées plusieurs fois les unes derrière les autres.

3. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** derrière la couche a), les couches b) et c) sont disposées plusieurs fois les unes derrière les autres

4. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** d'autres couches de mousse dure disposées, en partant du

côté de la sollicitation, dans la direction du côté intérieur du véhicule, présentent une densité graduellement diminuée par rapport à la première couche de mousse dure (3).

5. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la plaque d'éléments structurés (6) est formée en matériaux métalliques.
6. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la plaque d'éléments structurés (6) est formée en matériau composite de fibres.
7. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la plaque d'éléments structurés (6) est formée en matériau composite de fibres et partiellement en matériaux métalliques.
8. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** des barrettes partielles (15) en matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre) et / ou en élastomères et / ou en matériaux métalliques sont disposées entre les couches intermédiaires (9) de la plaque d'éléments structurés (6), complètement ou en partie, sous un certain angle, en particulier s'étendant perpendiculairement à la direction du mouvement des couches de limitation (7, 8).
9. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les couches intermédiaires (9) des plaques d'éléments structurés (6) sont formées complètement ou partiellement comme des barrettes déformables plastiquement (16) en élastomères, en matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre) et / ou en matériaux métalliques.
10. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les couches intermédiaires (9) des plaques d'éléments structurés (6) sont configurées complètement ou partiellement comme des barrettes faisant élastiquement ressort (16) en matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre), en élastomères et / ou en matériaux métalliques.
11. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les barrettes (16) sont formées en matériau composite de fibres perforé (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre) et / ou

en matériaux métalliques perforés.

12. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les couches intermédiaires (9) des plaques d'éléments structurés (6) sont formées complètement ou partiellement comme des éléments à effet de frottement (17) et à effet d'expansion (18) en matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre), en élastomères et / ou en matériaux métalliques.
13. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les couches intermédiaires (9) des plaques d'éléments structurés (6) sont formées complètement ou partiellement en profilés fendus et bombés (19) en matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre), en élastomères et / ou en matériaux métalliques.
14. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les couches intermédiaires (9) des plaques d'éléments structurés (6) sont formées complètement ou partiellement en éléments linéaires à effet bilatéral de frottement, respectivement de tassement (23), et **en ce que** les contre-appuis (21) sont disposés en forme de lignes ou consistent en plaques avec des rainures appropriées, sachant que des matériaux composites de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre), des élastomères et / ou des matériaux métalliques sont prévus comme matériaux pour les éléments (23) et les contre-appuis (21).
15. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les couches intermédiaires (9) des plaques d'éléments structurés (6) sont formées complètement ou partiellement en éléments à effet de frottement et de tassement (17, 19, 23), respectivement en éléments à effet d'expansion (18), à symétrie de rotation, déformables plastiquement et / ou faisant élastiquement ressort, en matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre), en élastomères et / ou en matériaux métalliques, qui sont disposés entre les couches de limitation (7, 8) selon une disposition régulière ou irrégulière.
16. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** les contre-appuis des éléments à effet de frottement et de tassement (17, 19, 23), déformables plastiquement et / ou faisant élastiquement ressort, sont formés par

- des tôles perforées avec des trous ronds ou rectangulaires en matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre) ou en matériaux métalliques, en particulier en tôles perforées en acier de blindage de haute dureté.
- 5
17. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** les éléments à effet bilatéral de frottement et de tassement (23) sont maintenus de manière similaire au guidage des billes d'un roulement à billes par un élément plat (22) qui est formé de matériau composite de fibres (plastique renforcé de fibres de carbone, plastique renforcé de fibres de verre), ou de matériaux métalliques à paroi mince, en particulier de métaux de grande dureté et de grand allongement.
- 10
18. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaque d'éléments structurés (6) est continue ou partiellement segmentée.
- 15
19. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barrettes de liaison consistent complètement ou en partie en tôles métalliques ou en plastiques perforés.
- 20
20. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des corps profilés (13, 14) de forme complètement ou en partie correspondante, avec des propriétés d'amortissement et / ou d'absorption d'énergie, sont introduits dans les espaces intermédiaires (12) de la plaque d'éléments structurés (6).
- 25
21. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des corps structurés (27) déformables en fonction de la sollicitation et / ou des corps profilés creux (26) en métal ou en plastique sont incorporés en plus dans la plaque d'éléments structurés (6) ou entre les différentes couches pour une disposition multicouche.
- 30
22. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les canaux ouverts (12), les chambres partielles plates ou les corps profilés creux (26) supplémentaires sont complètement ou en partie remplis avec des substances liquides, des corps creux déformables et / ou des matériaux ou des corps déformables élastiquement ou plastiquement, qui possèdent au choix des propriétés d'amortissement des chocs et / ou d'absorption de
- 35
- l'énergie.
- 40
23. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** les carburants liquides sont pour le moteur d'entraînement du véhicule.
- 45
24. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaque d'éléments structurés (6) est structurée au moins en partie de telle sorte que de l'air frais et / ou de l'air sortant peuvent être aspiré, respectivement évacué pour le moteur d'entraînement du véhicule à travers elle.
- 50
25. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaque d'éléments structurés (6) est structurée au moins en partie de telle sorte qu'elle soit utilisable comme échangeur de chaleur.
- 55
26. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaque rigide à la flexion (11) est formée en un matériau protégeant contre les éclats, de préférence en un matériau composite.
27. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend différents modules individuels.
28. Dispositif de protection contre les mines selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les modules individuels sont disposés en une ou plusieurs couches et sont protégés des chocs réciproques.

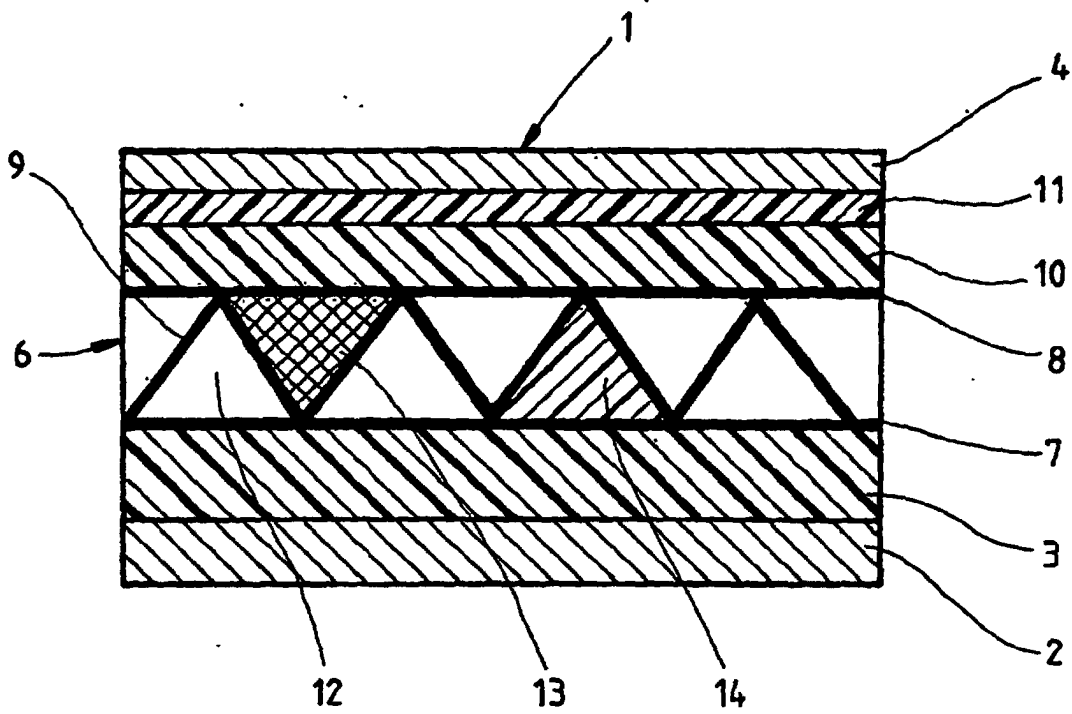


FIG. 1

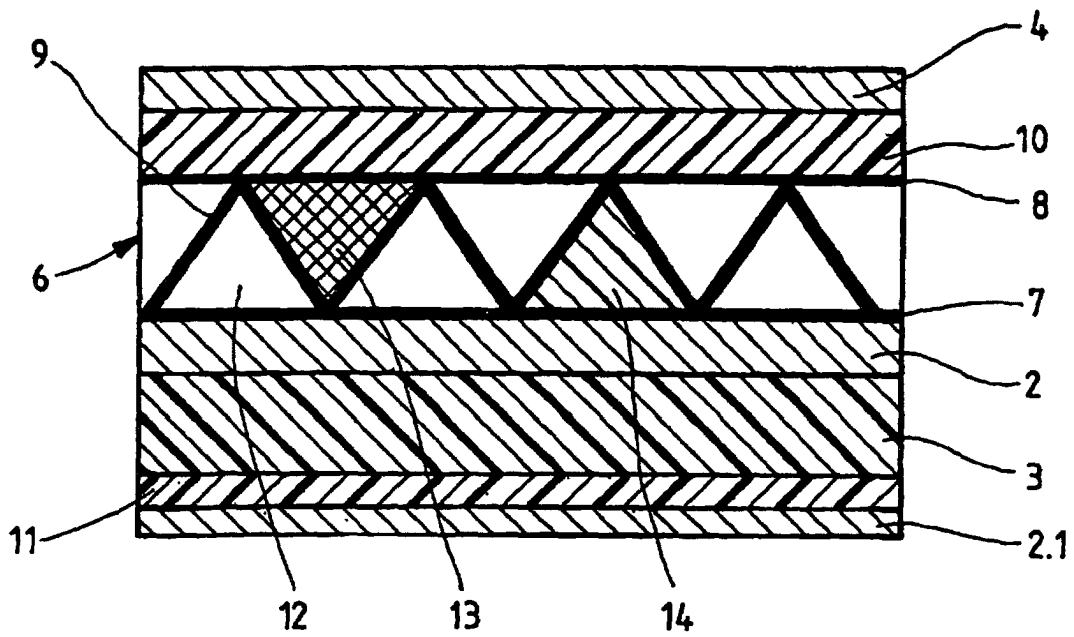


FIG. 2

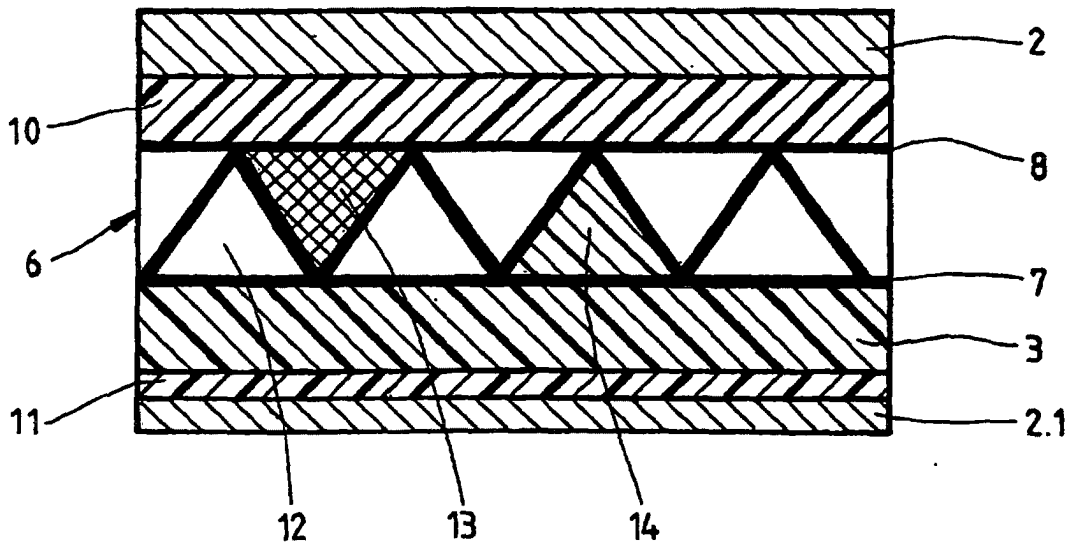


FIG. 3

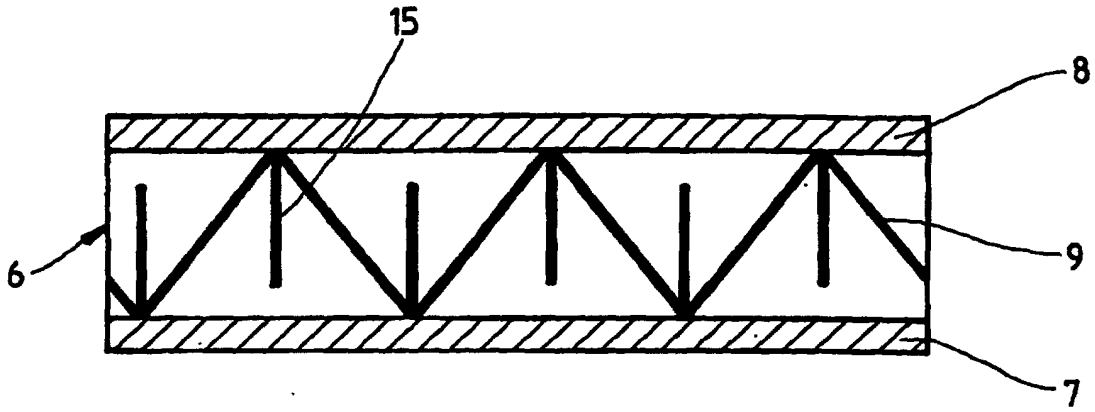


FIG. 4

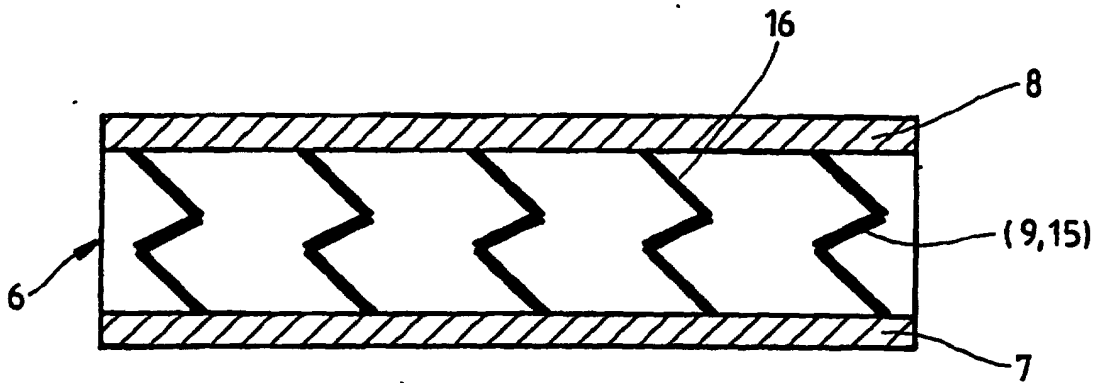


FIG. 5

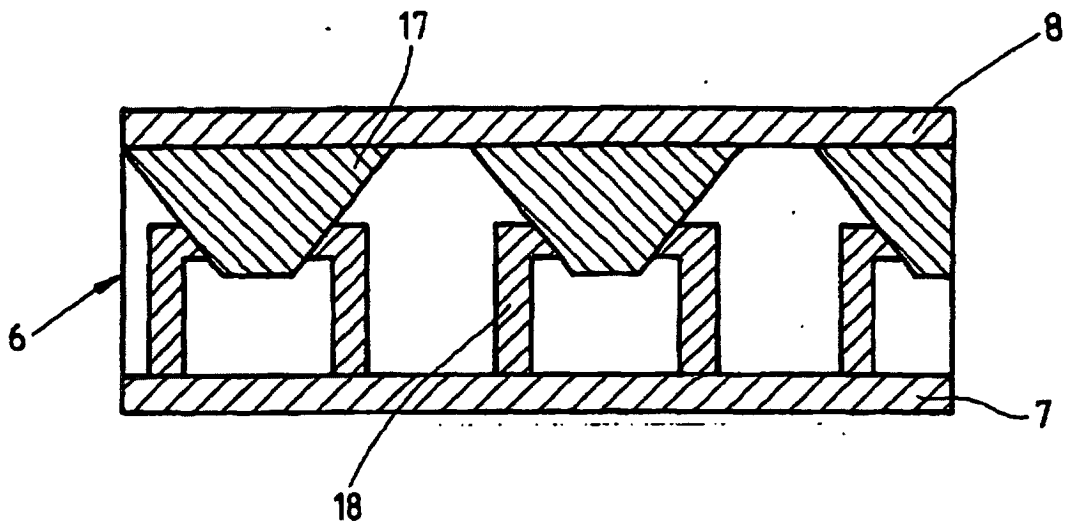


FIG. 6

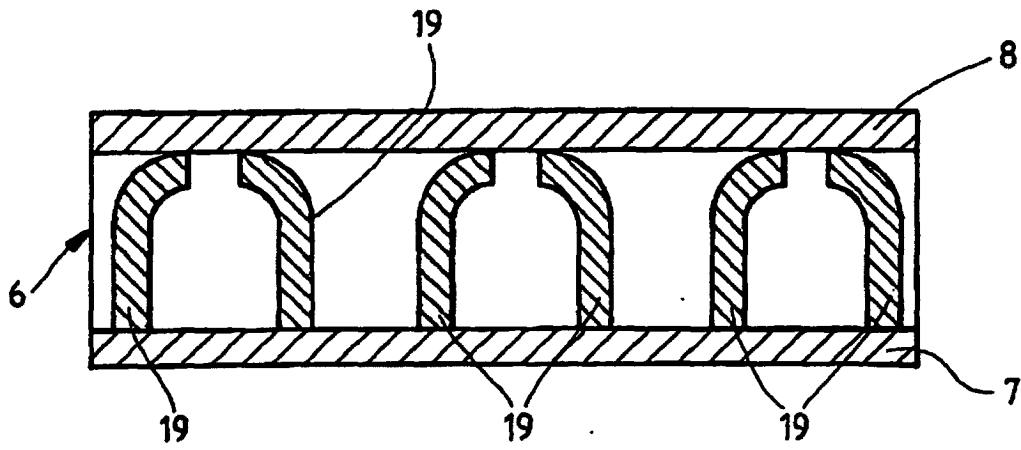


FIG. 7

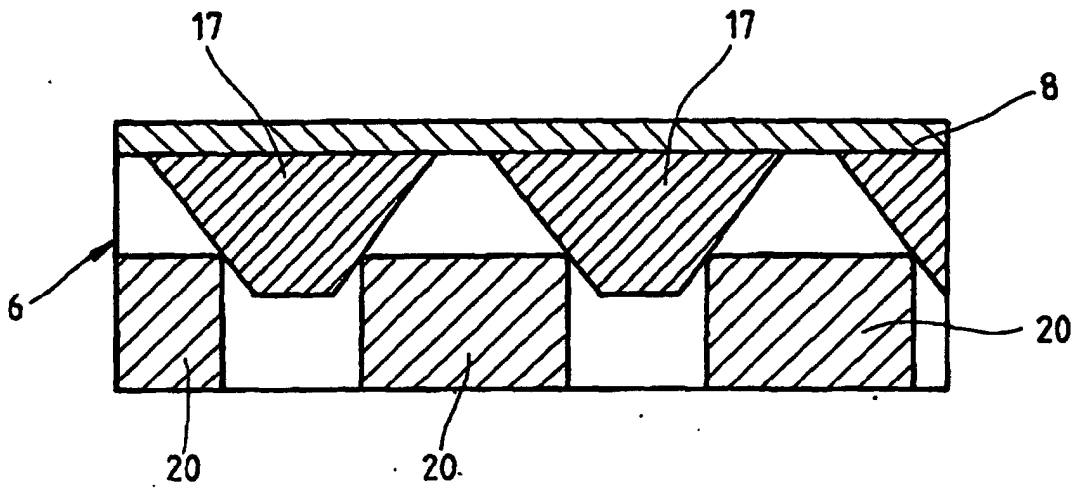


FIG. 8

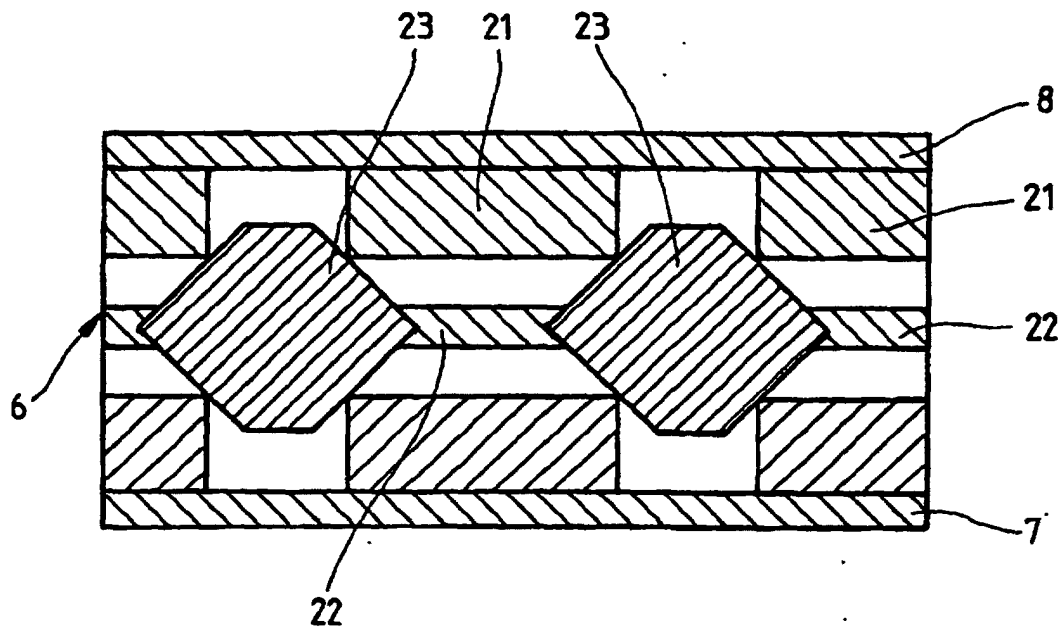


FIG. 9

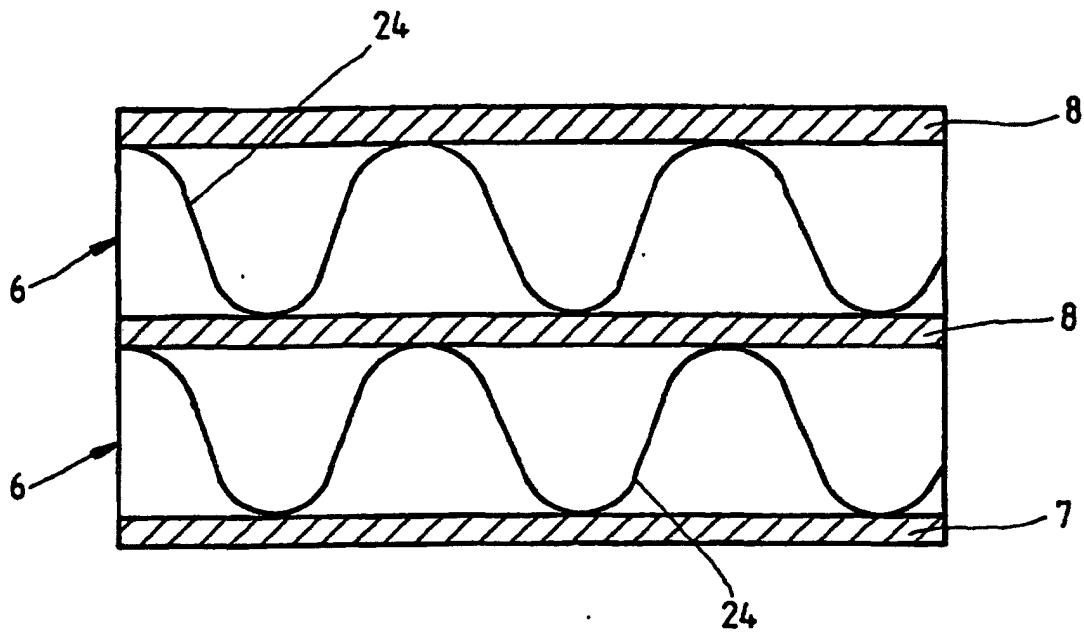


FIG. 10

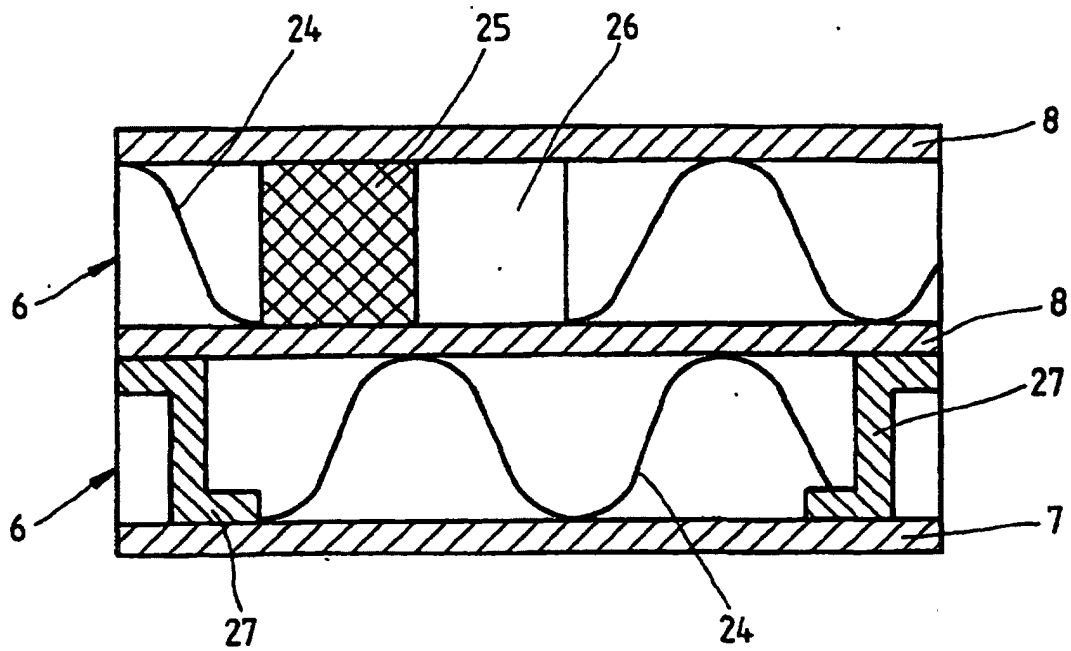


FIG. 11

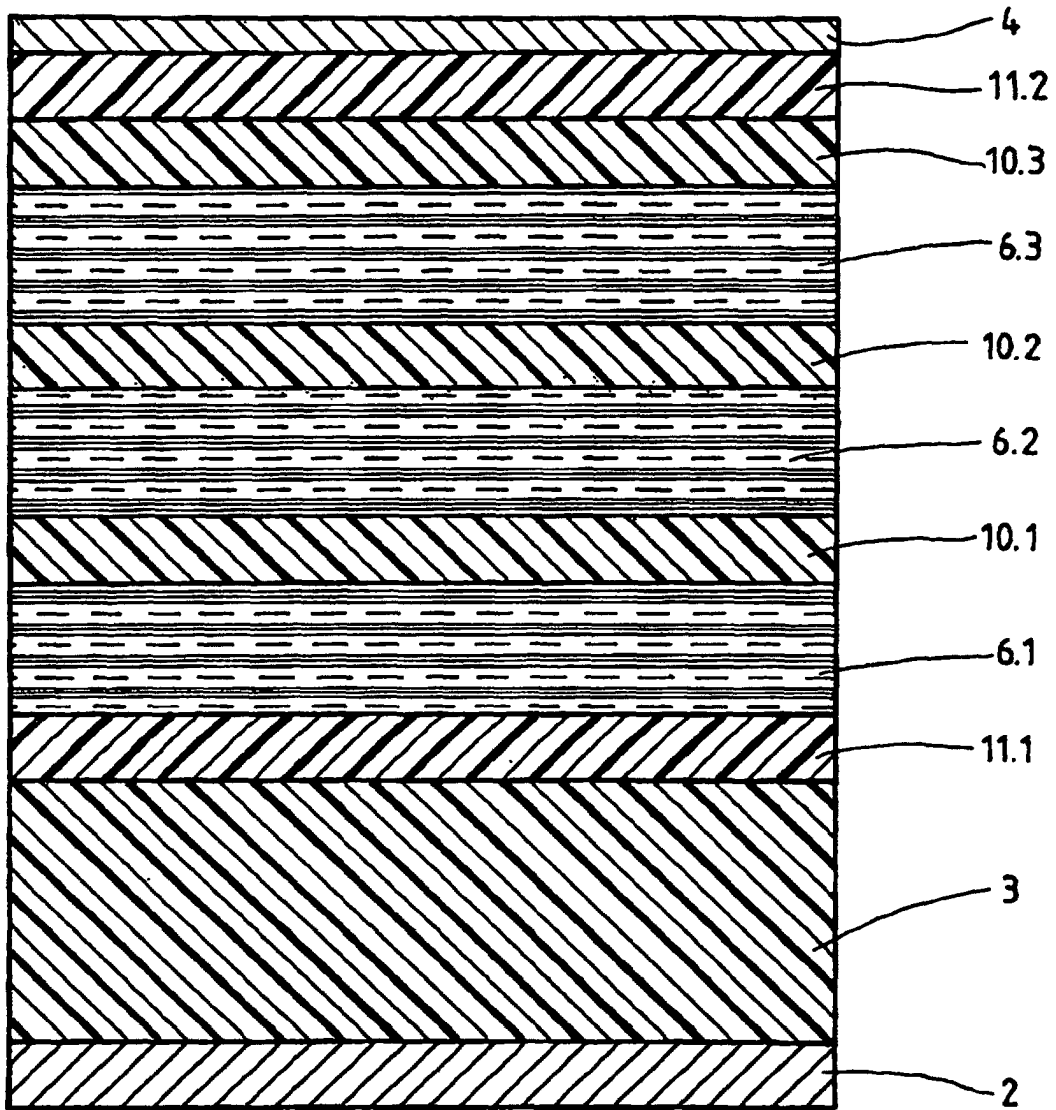


FIG. 12