



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 897 097 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.02.1999 Patentblatt 1999/07

(51) Int. Cl.⁶: F41H 5/04

(21) Anmeldenummer: 98114601.2

(22) Anmeldetag: 04.08.1998

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

(30) Priorität: 13.08.1997 DE 19734950

(71) Anmelder: Kellner, Gerd
78713 Schramberg (DE)

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

(54) Sandwichplatte zum Schutz gegen explosive Minen

(57) Es wird eine Minenschutzvorrichtung für Land-, Wasser- oder Luftfahrzeuge vorgeschlagen, die im wesentlichen aus einem Schichtaufbau aus Metallplatte, Hartschaumplatte, Kunststoffen und Strukturelementplatten in einer solchen Anordnung und Dimensionierung besteht, daß die Bedrohung durch Minen aufgrund von Splitter- und Blastwirkung kompensiert wird. Der Schichtaufbau ist dem Boden- und/oder Seitenblech des Fahrzeuges (2) bei der integrierten Lösung nachgeordnet und bei einer adaptierten Lösung vorgeschaltet. Die integrierte-adaptierte Lösung sieht vor, daß jeweils Teile des Schichtaufbaus vor und nach dem Boden- und/oder Seitenblech (2) angeordnet sind.

Von wesentlicher Bedeutung ist es, daß dünne Metallplatten aus einem Werkstoff mit hoher Härte und großer Dehnung eingesetzt werden und die der Bedrohung zugewandte erste Hartschaumschicht (3) eine Raumdichte von mindestens 100 kg/m³ besitzt. Die gewählten Kunststoffe bilden eine dynamisch druckfeste Platte (11).

Die Strukturelementplatte (6) besteht aus einem verhältnismäßig leichten, insbesondere biegesteifen Aufbau mit einem hohen plastischen Arbeitsaufnahmevermögen, in dem die dünnen Begrenzungsschichten (7,8) durch mehrwinklige oder sonstwie geformte und/oder wellenförmige Zwischenlagen (9) so verbunden sind, daß zwischen den Begrenzungsschichten (7,8) offene, durchlaufende Kanäle (12) beliebigen Querschnitts entstehen. Die Strukturelementplatte (6) ist aus metallischen oder Faserverbundwerkstoffen oder einer Kombination dieser beiden Werkstoffe gebildet.

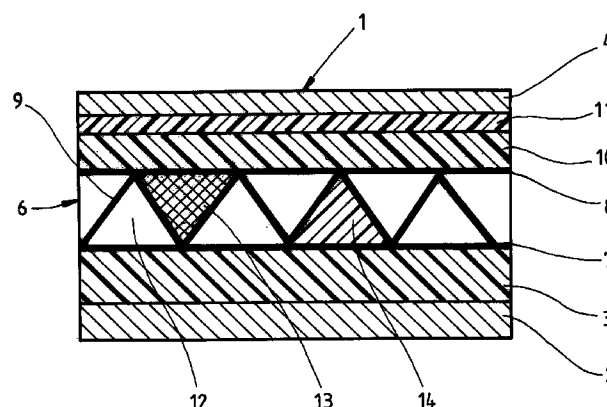


FIG. 1

EP 0 897 097 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Minenschutzvorrichtung für Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuge nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[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 Panzermijnen 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 Schützensplitterabwehrmijnen, 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 kampfunfähig 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 Maßnahme, 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 aneinandergefügten 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 Granasplitter ist in der US 2,668,420 beschrieben, bei dem geshreddertes Teflon in einem Gewebesack aus verformbaren Material angeordnet ist. Ein solcher Schutz läßt sich dadurch leicht der jeweiligen gekrümmten Kontur des zu schützenden Gerätes anpassen.

[0018] Als Stand der Technik ist somit davon auszugehen, daß Sandwichaufbauten 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.

[0019] Ausgehend von dem geschilderten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Minenschutzvorrichtung der eingangs genannten Art dergestalt 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.

[0020] Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Eine weitergehende Verwendungsaufgabe ist in den Patentansprüchen 25 bis 28 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und

Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen beschrieben.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] Weitere vorteilhafte Einzelheiten sind in der nachfolgenden Beschreibung der Zeichnungen enthalten, die Beispiele der Erfindung darstellen. Es zeigen:

- | | | |
|----|----------|---|
| 25 | Figur 1 | einen Schnitt durch eine Minenschutzvorrichtung (integrierte Anordnung); |
| 30 | Figur 2 | einen Schnitt durch eine Minenschutzvorrichtung (integriert/adaptiert); |
| | Figur 3 | einen Schnitt durch eine Minenschutzvorrichtung (adaptierte Anordnung); |
| 35 | Figur 4 | einen Schnitt durch eine modifizierte Strukturelementplatte; |
| | Figur 5 | einen Schnitt durch eine weitere modifizierte Strukturelementplatte; |
| 40 | Figur 6 | einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit Reibungs- und Aufweitelementen; |
| 45 | Figur 7 | einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit Dämpfungselementen; |
| | Figur 8 | einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit Reibungs- bzw. Stauch-Elementen und einer massiven Trägerplatte; |
| 50 | Figur 9 | einen Schnitt durch eine Strukturelementplatte mit doppelseitig wirkenden Reibungs- und Stauchelementen; |
| 55 | Figur 10 | eine zweischichtige Strukturelementplatte mit wellenförmigen Zwischenlagen; |
| | Figur 11 | eine zweischichtige Strukturelementplatte |

mit integrierten Profilkörpern;

Figur 12 einen Schnitt durch eine bevorzugte Minenschutzvorrichtung:

[0024] 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.

[0025] 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 wahlweise 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.

[0026] 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, Lötten, Nieten oder dergleichen erfolgen.

[0027] 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 kann auch 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.

[0028] In die Zwischenräume 12 der Strukturelementplatte 6 können geometrisch korrespondierende Körper, beispielsweise Elemente mit dämpfenden Eigenschaften 14 und/oder energieabsorbierenden Eigenschaften 13 eingebracht sein. Dann kann auf die Hartschaumschicht 3 teilweise oder gegebenenfalls ganz verzichtet werden.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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 Fahrzeuges 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.

[0032] Der gesamte erfindungsgemäße Minenschutz kann auch allein unterhalb vom äußeren Fahrzeugboden 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.

[0033] 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 Ort im Krisengebiet leichter und weniger.

[0034] Die geschilderten, nicht fest integrierten Minenschutzvorrichtungen lassen sich dann getrennt von den Fahrzeugen zu Land, zu Wasser oder in der Luft befördern.

[0035] Generell spielen bei der Ansprengung 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.

[0036] Hieraus ergeben sich weitere Lösungsansätze für den erfindungsgemäßen Minenschutz.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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 Gegendruck, 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.

[0042] 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.

[0043] 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 wurde 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] In Figur 8 ist eine Modifikation der Dämpfanordnung gemäß Figur 6 dargestellt, bei der die streifenförmigen Dämpfungselemente 17 in eine relativ massive Trägerplatte 20 mit entsprechend eingefrästen Nuten einlaufen können.

[0048] In Figur 9 ist eine dämpfende Zwischenschicht gezeigt, bei der die Reibungs- bzw. Stauch-elemente 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).

[0049] 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.

[0050] 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 bz. 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.

[0051] In Figur 10 sind zwei Zwischenlagen 24 aus zum Beispiel sinusförmig gewelltem, metallischem Material gebildet. Hierbei ist ein Mehrfachschräufbau 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.

[0052] Durch Versuche konnte ermittelt werden, daß bei der Ansprengung 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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 $9,4 \text{ kg/m}^2$. 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 $3,5 \text{ N/mm}^2$. 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.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] Eine weitere Gestaltungsmöglichkeit des mehrschichtigen Strukturaufbaus ist in Figur 11 am Beispiel der Konstruktion mit Metawellplatten gemäß Figur 10 dargestellt. In da 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.

[0060] 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.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] 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.

[0064] 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.

[0065] 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.

[0066] Ein solcher mehrschichtiger, integrierter Minenschutzaufbau gemäß Figur 12, in den Abmessungen 1,5 m x 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 t war, angesprengt.

[0067] 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.

[0068] 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.

[0069] Die Zusammenfassung ist ebenfalls zur Bestimmung des Schutzzumfanges heanziehbar.

Patentansprüche

1. Minenschutzvorrichtung für Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuge, bestehend im wesentlichen aus einem Schichtaufbau aus Metallplatten, Hartschaumplatten, Kunststoffen und Strukturelementplatten in einer solchen Anordnung und Dimensionierung, daß die Bedrohung durch Minen aufgrund von Splitter- und Blastwirkung kompensiert wird, wobei der Schichtaufbau der Belastungsseite, in der Regel dem Boden- und/oder Seitenblech des Fahrzeuges (2) bei einer integrierten Lösung nachgeordnet und bei einer adaptierten Lösung vorgeschaltet ist, und daß bei einer adaptierten-integrierten Lösung jeweils Teile des Schichtaufbaus vor und nach dem Boden- und/oder Seitenblech des Fahrzeuges (2) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Metallplatten dünnwandig und aus einem Metall mit hoher Härte und großer Dehnung gebildet sind,
daß zumindest die der Bedrohung zugewandte erste Hartschaumschicht (3) eine Raumdichte von mindestens 100 kg/m³ besitzt,
daß die Kunststoffe eine dynamisch druckfeste Platte (11) bilden, und
daß die Strukturelementplatte (6) aus einem verhältnismäßig leichten, insbesondere biegesteifen Aufbau mit hoher plastischer Arbeitsaufnahme besteht, in dem die jeweiligen dünnen Begrenzungsschichten (7,8) durch mehrwinklige oder anders geformte und/oder wellenförmige Zwischenlagen (9,16,24) oder Zwischenkörper (17,18,19,23) so verbunden

sind, daß zwischen den jeweiligen Begrenzungsschichten (7,8) offene, durchlaufende Kanäle (12) oder Räume bzw. bei Einzelementeanordnung flächige Teilräume entstehen.

2. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Strukturelementplatte (6) einzeln oder in mehrfacher flächiger Schichtanordnung als Verbund eingesetzt ist.

3. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die erste Hartschaumschicht (3) von der Belastungsseite her vor der Strukturelementplatte (6) angeordnet ist.

4. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die zweite und weitere Hartschaumschicht (10) von der Belastungsseite her hinter der Strukturelementplatte (6) angeordnet ist und in den jeweiligen in Richtung zur Fahrzeuginnen-seite angeordneten Schichten eine stufenweise verringerte Dichte gegenüber der ersten Hartschaumschicht (3) aufweist.

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 (CFK oder GFK oder ähnlichem Material) gebildet ist.

7. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Strukturelementplatte (6) aus Faserverbundmaterial (CFK oder GFK oder ähnlichem Material) 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, Faserverbundmaterial (CFK, GFK) und/oder metallischen Werkstoffen gebildet sind.

10. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
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.

11. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Stege (16) aus gelochtem Faserverbundmaterial (CFK, GFK) und/oder gelochten metallischen Werkstoffen gebildet sind.

12. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise als Reibungs-(17) und Aufweitelemente (18) aus Faserverbundmaterial (CFK, GFK), Elastomeren und/oder metallischen Werkstoffen gebildet sind.

13. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise aus geschlitzten, gewölbten Profilen (19) aus Faserverbundmaterial (CFK, GFK), Elastomeren und/oder metallischen Werkstoffen gebil-

det sind.

14. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise aus doppel-seitig wirkenden, streifenförmigen Reibungs- bzw. Stauchelementen (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.

15. Minenschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Zwischenlagen (9) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise aus rotations-symmetrischen, plastisch verformbaren und/oder elastisch federnden Reibungs- und Stauchelementen (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.

16. Minenschutzvorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Gegenlager der plastisch verformbaren und/oder elastisch federnden Reibungs- und Stauchelemente (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 Stauchelemente (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 vorherge-

henden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Strukturelementplatte (6) durchgehend oder partiell segmentiert ist.

5

19. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

10

daß die Verbindungsstege ganz oder teilweise aus gelochten metallischen Blechen oder Kunststoffen bestehen.

20. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

15

daß in die Zwischenräume (12) der Strukturelementplatte (6) ganz oder teilweise geometrisch korrespondierende Formkörper (13,14) mit dämpfenden und/oder energieabsorbierenden Eigenschaften eingebracht sind.

20

21. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

25

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.

30

22. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

35

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.

40

45

23. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

50

daß die Flüssigkeiten Treibstoffe für den Antriebsmotor des Fahrzeuges sind, wobei wahlweise die Bauräume für den Treibstoff zusätzlich mit einem Stoff gefüllt sind, der ein rasches Auslaufen oder Verdampfen des Treibstoffes bei einem Leck verhindert oder zumin-

55

dest stark verzögert.

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.

25. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Strukturelementplatte (6) zumindest teilweise dergestalt aufgebaut ist, daß sie als Wärmetauscher verwendbar ist.

26. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß der geometrische Verlauf von im Verbund untereinander angeordneten gewellten oder anders geformten Zwischenschichten wahlweise gleichgerichtet oder diametral versetzt bzw. verschoben zueinander angeordnet ist, wobei wahlweise die Schichten einzeln oder in Lagen zueinander kreuzweise versetzt angeordnet sind.

27. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die dynamisch druckfeste Platte (11) aus einem Splitterschutzmaterial, vorzugsweise aus Compositematerial gebildet ist.

28. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß sie aus verschiedenen Einzelmodulen besteht.

29. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Einzelmodule ein- oder mehrschichtig angeordnet und gegeneinander stoßgesichert sind.

30. Minenschutzvorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die verschiedenen Bereiche des Fahrzeuges unterschiedlich gegen Minen geschützt sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

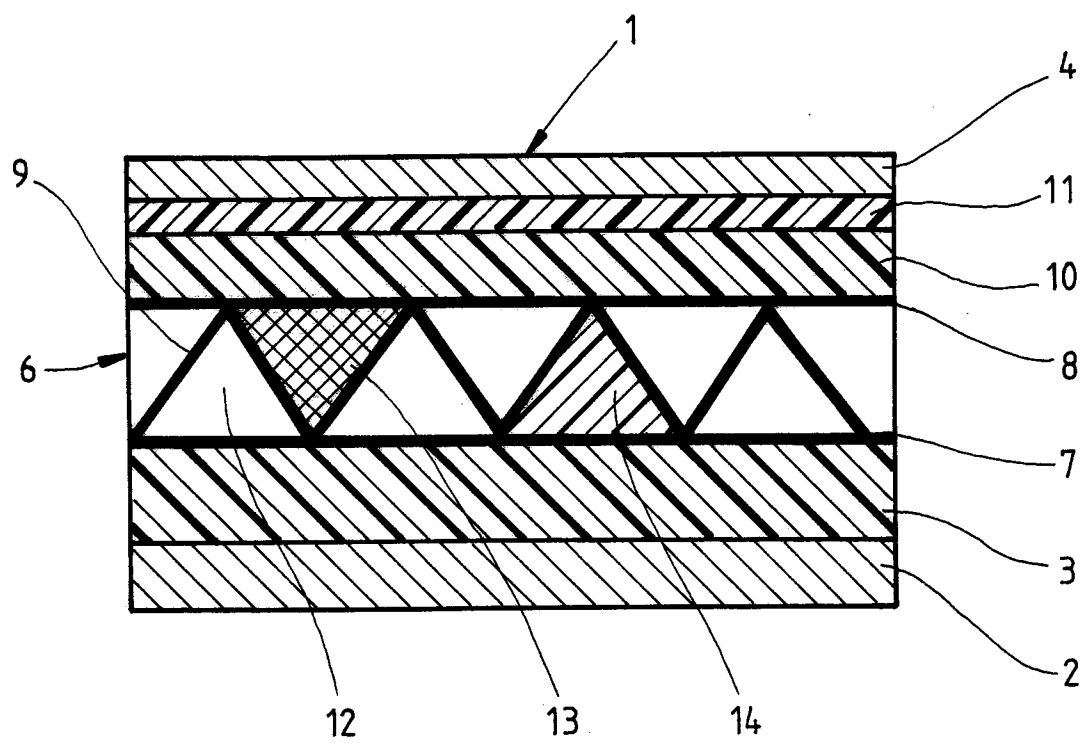


FIG. 1

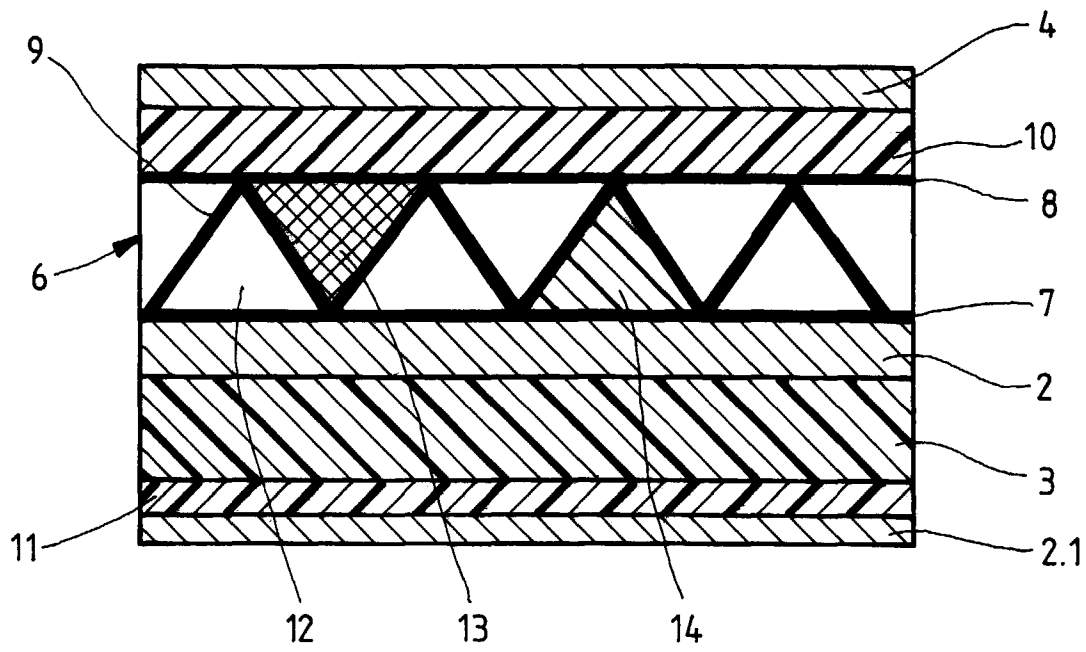


FIG. 2

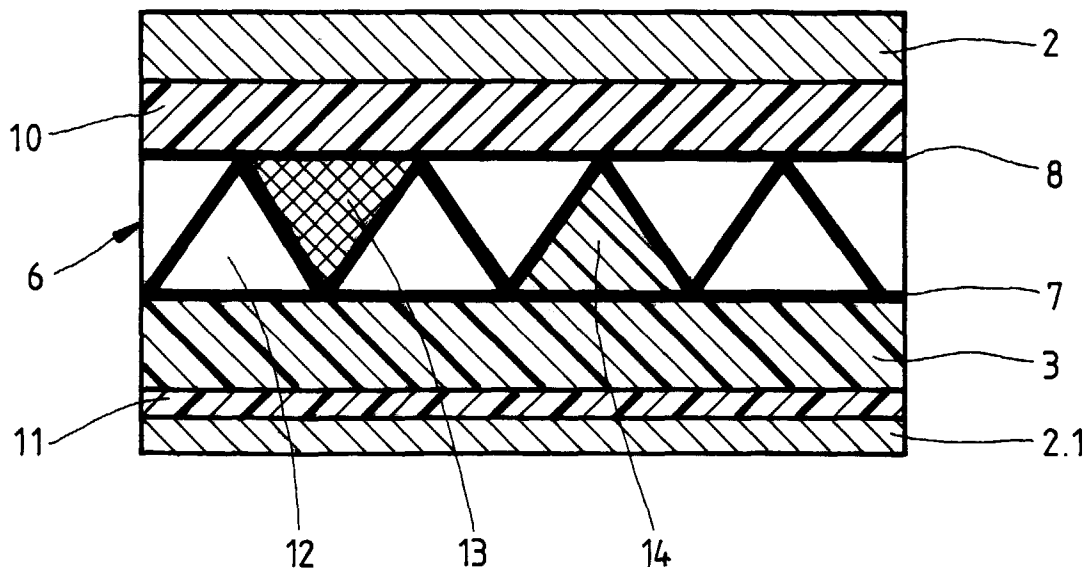


FIG. 3

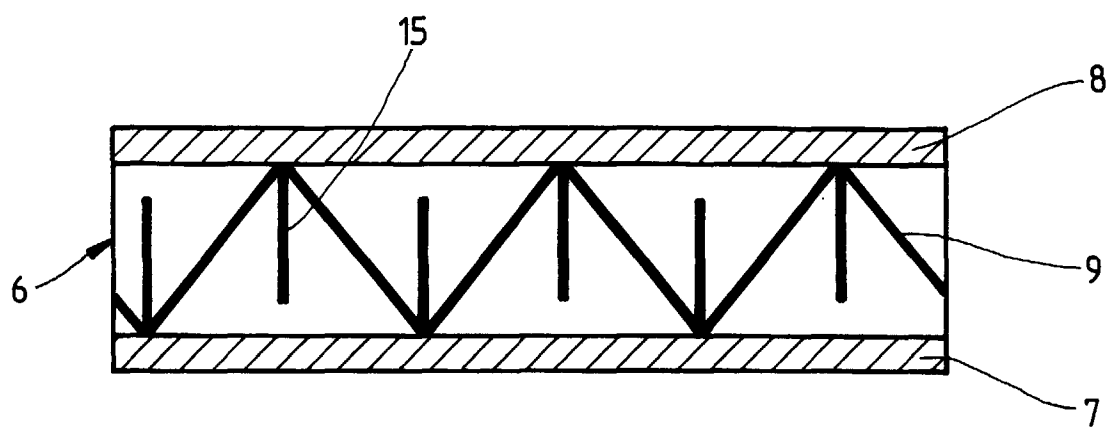


FIG. 4

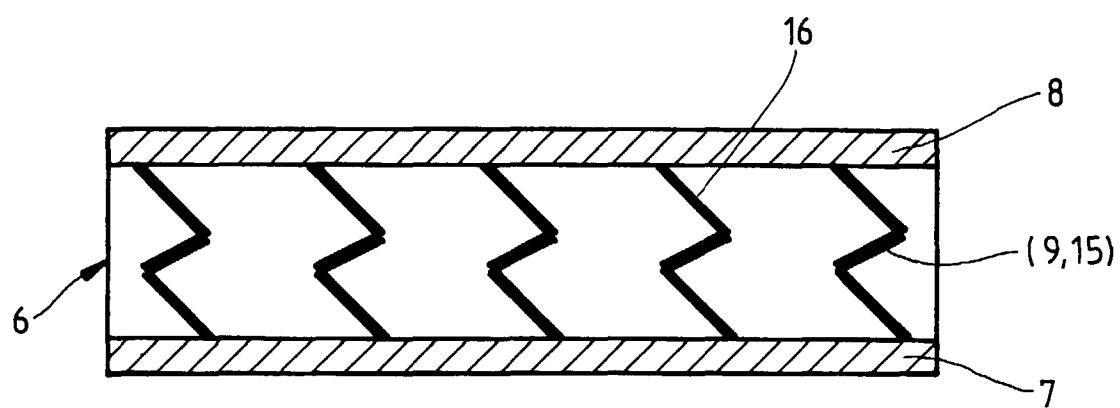


FIG. 5

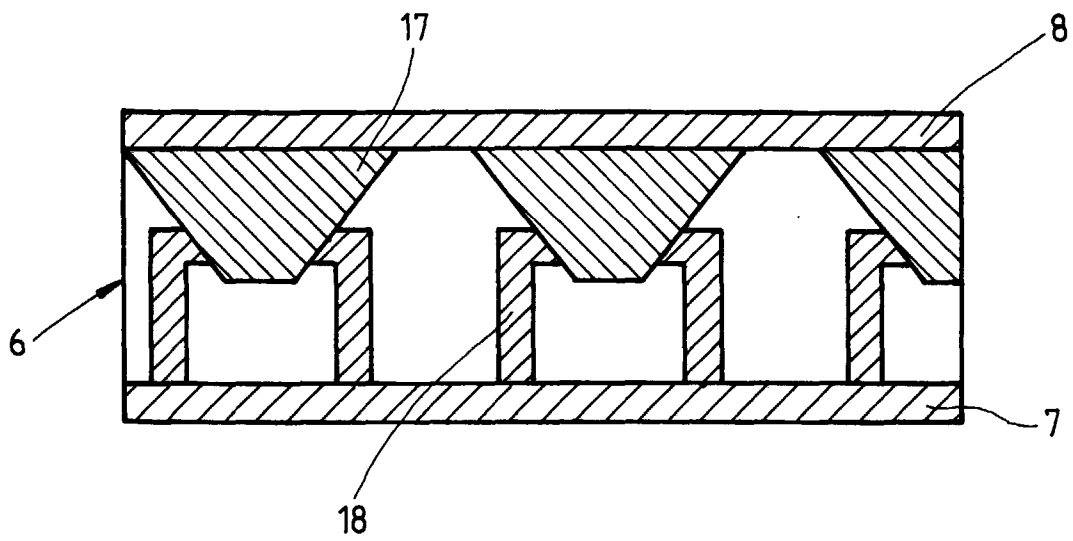


FIG. 6

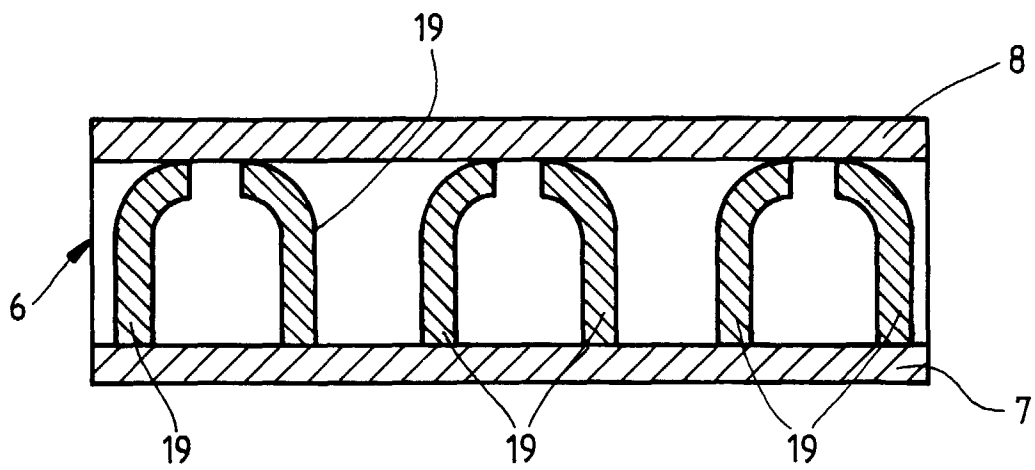


FIG. 7

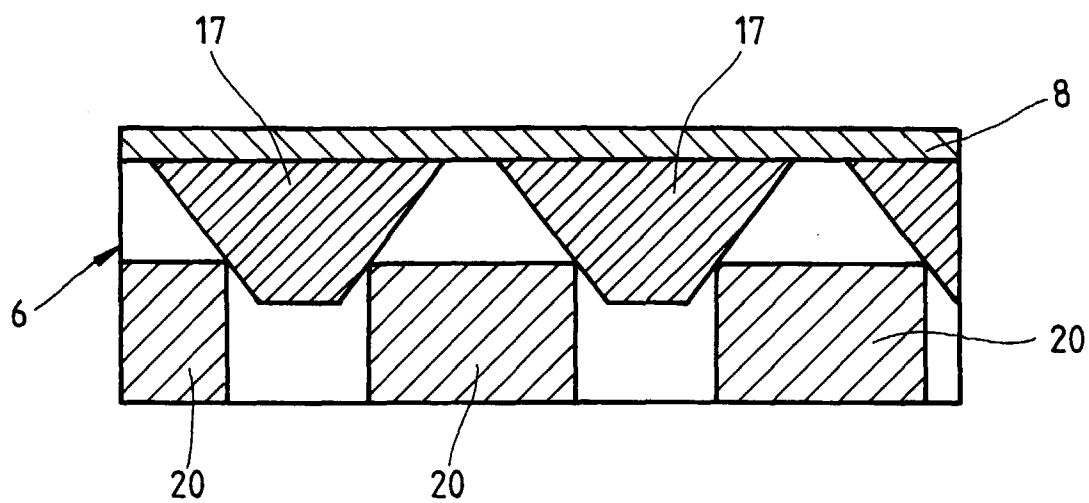


FIG. 8

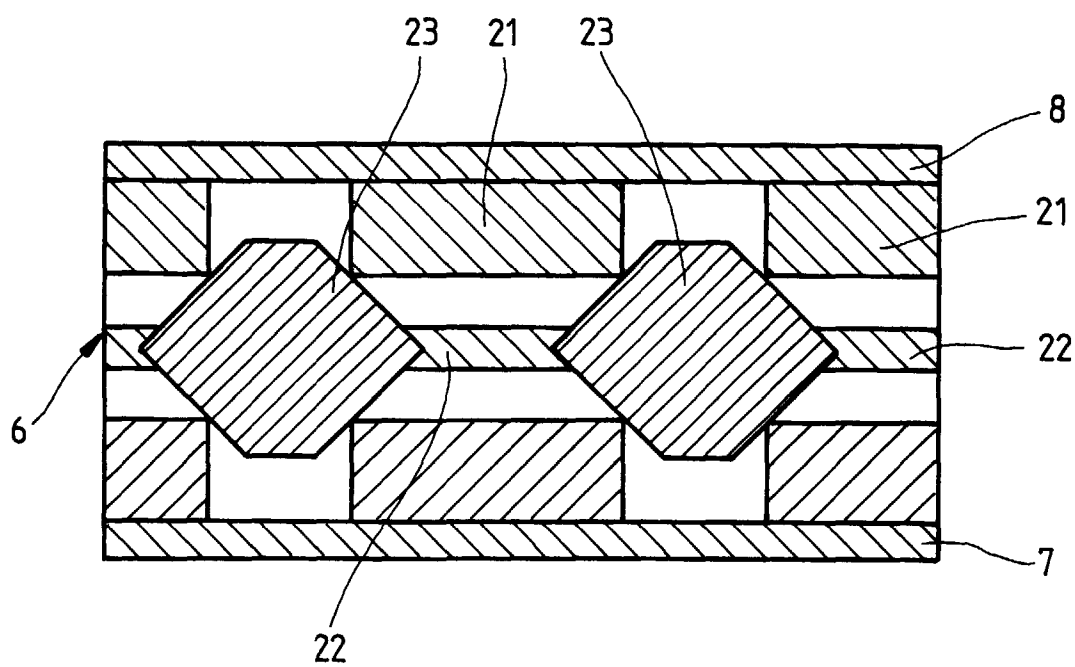


FIG. 9

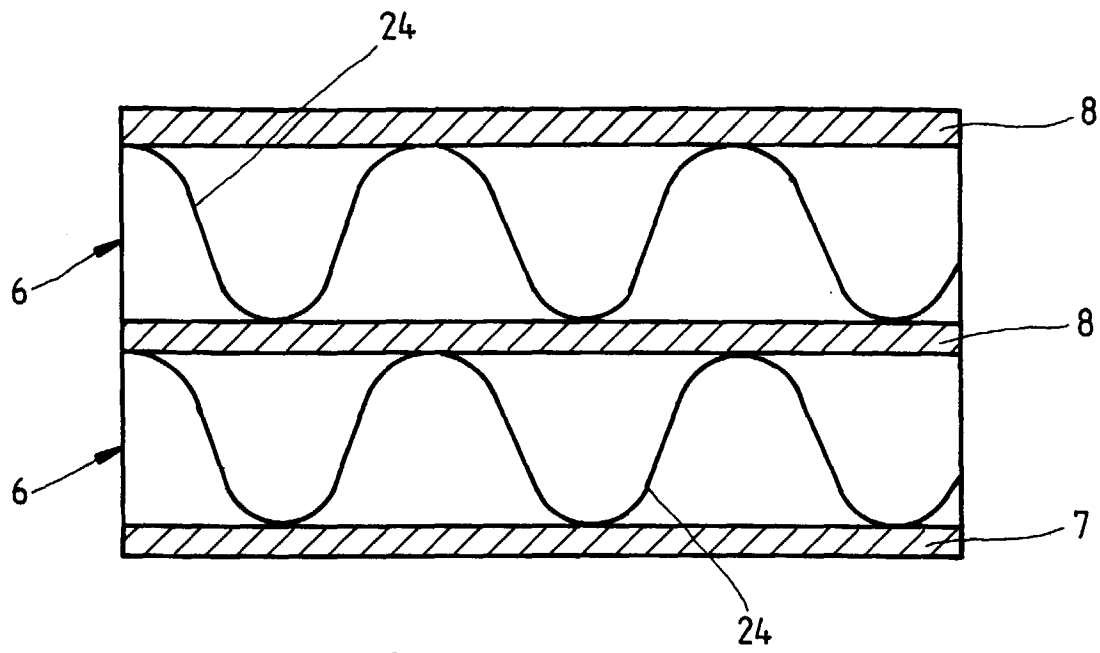


FIG. 10

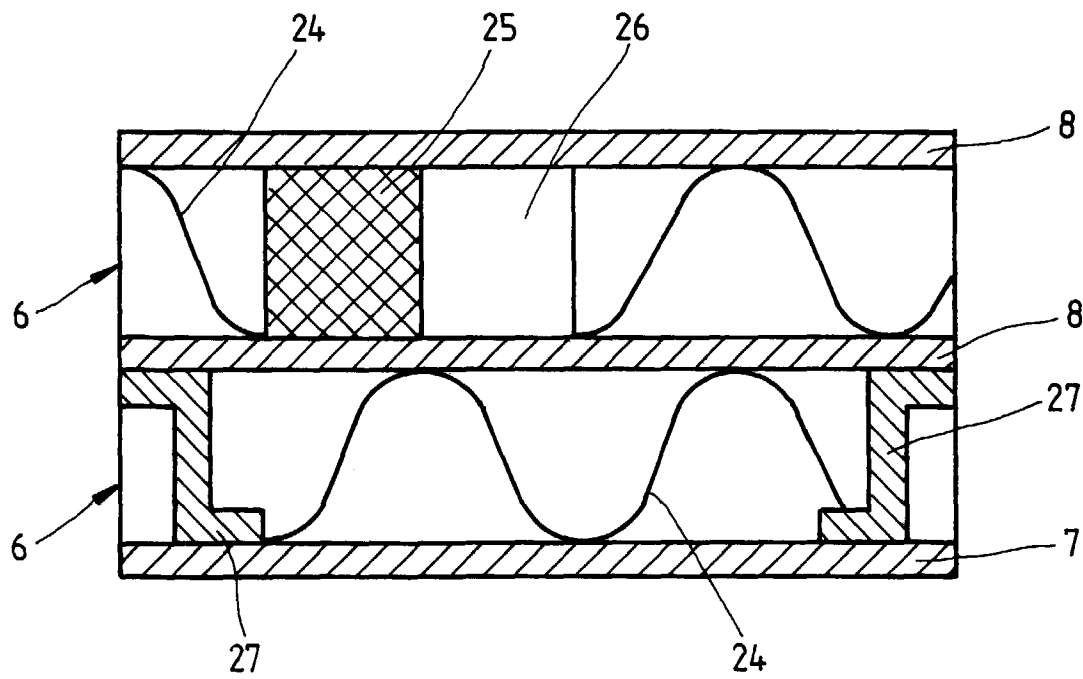


FIG. 11

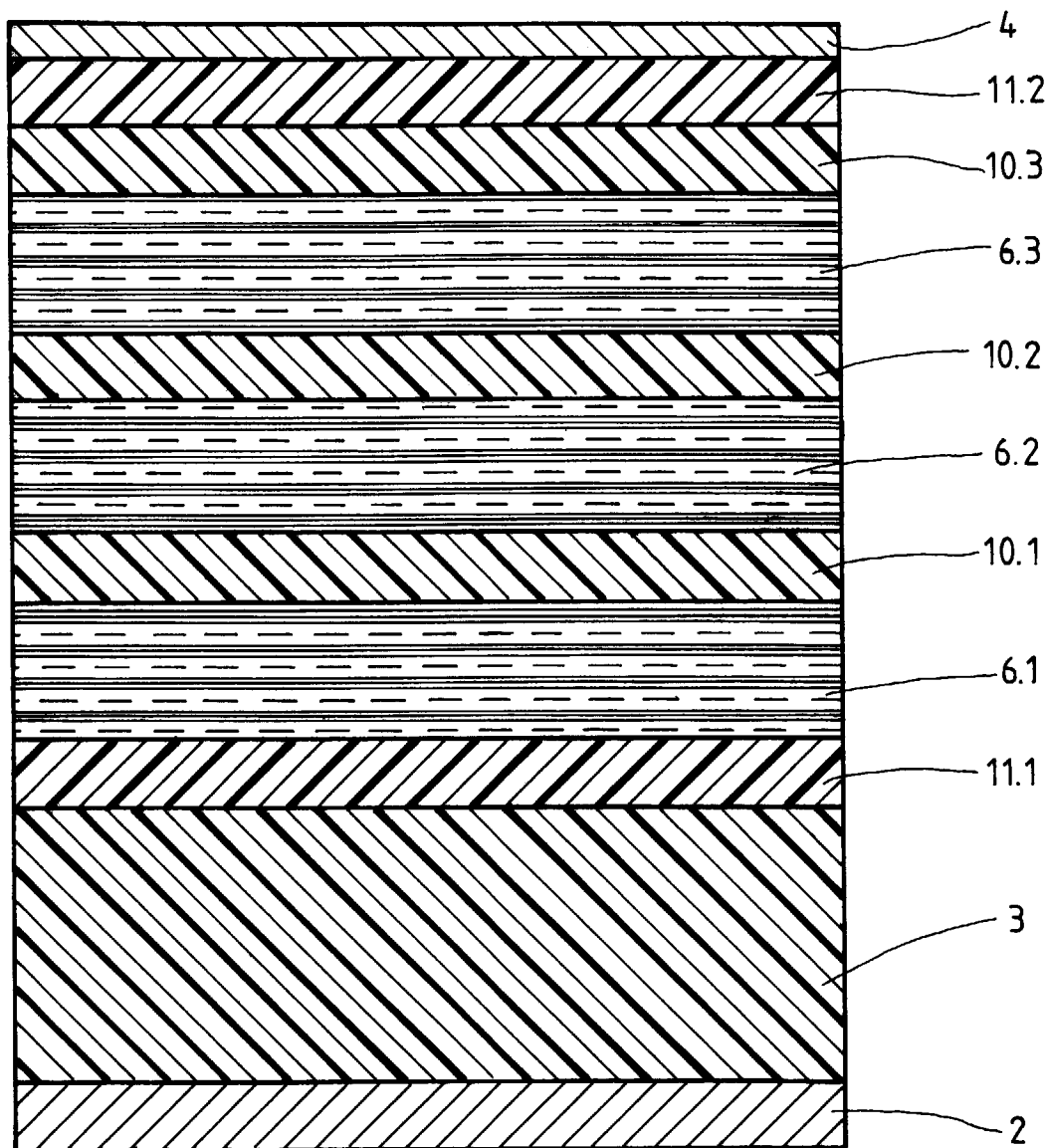


FIG. 12