



(11)

**EP 1 517 110 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.01.2008 Patentblatt 2008/01**

(51) Int Cl.:  
**F41H 5/007<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **03020528.0**

(22) Anmeldetag: **16.09.2003**

### (54) **Kombinierte Schutzanordnung**

Combined protection system

Système de protection combiné

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.03.2005 Patentblatt 2005/12**

(73) Patentinhaber: **GEKE Technologie GmbH  
79098 Freiburg (DE)**

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

• **Weihrauch, Achim  
79588 Efringen-Kirchen (DE)**

(74) Vertreter: **Söltenfuss, Dirk Christian  
Patentanwaltskanzlei Söltenfuss,  
Zweibrückenstrasse 6  
80331 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 379 080 EP-A- 0 689 028  
EP-A- 0 860 678 DE-A- 10 119 596  
GB-A- 2 191 277 US-A- 5 576 508**

**EP 1 517 110 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 Gesamtschutzanordnung gegen Bedrohungen, und insbesondere eine hybride polyvalente reaktive Gesamtschutzanordnung gegen das gesamte Spektrum möglicher Bedrohungen, entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Alle bisher bekannten Schutzaufbauten sowohl gegen Hohlladungen (HL) - als auch gegen Wuchtgeschoss (KE) - Bedrohungen bestehen im einfachsten Fall aus einem gegen beide Bedrohungsarten wirksamen Schutzelement (z.B. einer hochfesten homogenen Panzerplatte oder einer Sandwichanordnung) oder aus einer Folge von zwei Schichten, bei denen jeder Schicht eine besondere Effektivität gegen die eine oder die andere Bedrohung zugewiesen ist. Aus strategischen und aus operationellen Gesichtspunkten ist ein möglichst hochwertiger Schutz bei leichteren und leichten gepanzerten Fahrzeugen (insbesondere luftverladbaren Systemen) bis hin zu reinen Transportfahrzeugen von besonderem Interesse.

**[0003]** Der Schwerpunkt reaktiver Maßnahmen liegt nach wie vor auf der Abwehr von HL-Geschossen. Die Steigerung der Schutzeffizienz wird dabei sowohl direkt gegen die auftreffende Bedrohung als auch konstruktiv durch die der Störfläche nachfolgenden Freiräume (Dissipationszone) erreicht. Vorgelagerte Störflächen, die die Schutztiefe, d.h. den Abstand zwischen dem Eintritt des Strahls oder des Projektils in die Schutzzone und der Fahrzeugwand bestimmen, sind üblicher Weise inert-dynamisch wirkende flächige Beulplatten-Anordnungen oder Beulblech-Jalousien, Sandwich-Anordnungen oder reaktive Module. Unter einer inert-dynamisch wirkenden Komponente wird dabei im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine inerte Schutzkomponente verstanden, die kein pyrotechnisches Medium beinhaltet und durch den Impaktvorgang direkt oder in Verbindung mit einem durch die Impaktenergie druckaufbauenden Medium beschleunigt wird (z.B. Beulblech-Sandwich). Ein spezieller Schutz gegen KE-Bedrohungen ist bei bisher bekannten Lösungsansätzen zur Verbesserung der Schutzleistung über eingebrachte Ablenkstrecken in der Regel fest eingebaut, d.h. fest mit dem zu schützenden Objekt bzw. der Fahrzeugwand verbunden.

**[0004]** In den letzten dreißig Jahren wurde eine Vielzahl von reaktiven Panzerungen bekannt und fand auch bei einer Reihe von gepanzerten Fahrzeugen weltweit Anwendung. Hierbei handelt es sich aber ganz überwiegend um Schutzanordnungen gegen Hohlladungen. Ihre Wirkung beruht in der Regel darauf, dass beim Aufschlag eines Geschosses über ein pyrotechnisches Mittel (Sprengstoffolie) eine oder mehrere metallische Platten, die gegenüber der Bedrohung einen Winkel bilden, dieser entgegen oder mit dieser beschleunigt werden, wobei durch das seitliche Touchieren der beschleunigten Platten mit der Bedrohung deren Effizienz durch Zerstörung oder Ablenkung des Strahls bzw. Penetrators vermindert wird. In der Patentschrift DE 199 56 197 C2 werden hier-

zu einige Beispiele genannt.

**[0005]** Weiterhin gibt es Beispiele, bei denen ein oder mehrere Elemente mit der oben beschriebenen Wirkungsweise in einem Gehäuse angeordnet sind. Dies kann z.B. dem Aufbau eines mehrschichtigen reaktiven Schutzes dienen oder es können mehrere reaktive Elemente in flächenhafter Anordnung mit oder ohne Dämpfung-Zwischenschichten zur Ausbildung einer Schutzfläche eingesetzt werden. Hierbei spielen Fragen des operationellen/konstruktiven Einsatzes ebenso eine Rolle wie der Schutz der Struktur des Fahrzeugs und der Umgebung gegen die Auswirkungen der Detonation des Sprengstoffs und der dadurch auf Geschwindigkeiten von mehr als 300 m/s beschleunigten Schutzkomponenten (z.B. dünne Stahlbleche). Die Patentschrift DE 199 56 197 C2 nennt auch hierfür einige Beispiele.

**[0006]** Weiterhin ist eine Reihe von polyvalenten Schutzanordnungen bekannt, die sowohl Hohlladungen als auch Wuchtgeschosse mit unterschiedlicher Effektivität abwehren. Sie können als passive oder auch als reaktive Panzerung ausgebildet sein. Einige der Ausbildungsarten derartiger Schutzmodule sind beispielsweise in den Druckschriften EP 0 922 924 B1 und EP 0 379 080 B1 sowie DE 41 14 809 C2 und DE 195 09 899 C2 erläutert.

**[0007]** Es ist auch bekannt, dass insbesondere Glas die Eigenschaft besitzt, beim Durchdringen eines HL-Strahls aufgrund seiner spezifischen Hochdruckeigenschaften und der damit verbundenen spontanen Volumenänderungen Strahlstörungen zu verursachen und dadurch dessen Eindringtiefe zu reduzieren. Weiterhin ist bekannt, dass dieser Effekt der Strahlstörung dadurch erheblich zu verstärken ist, dass das Glasvolumen während des Durchdringens eines HL-Stahls mittels einer oder mehrerer Sprengstoffschichten oder Sprengstoffkörpern (z.B. sogenannte Pillen) dynamisch verdichtet wird. Ein ähnlicher, verstärkender Effekt tritt auch bei einer starken lateralen Verdämmung auf. Derartige Anordnungen bedingen jedoch sehr große laterale Massen, die überwiegend Totmassen darstellen.

**[0008]** Weiterhin ist eine Reihe von Lösungsvorschlägen zur Vermeidung von Gefechtsfeldbelastungen bekannt, bei denen die beschleunigten Bleche oder Störkörper nicht in Richtung der auftreffenden Bedrohung, sondern parallel zur Oberfläche des zu schützenden Objekts beschleunigt werden. Derartige Anordnungen bedingen jedoch eine Sensorik mit Auslöseeinrichtung zur Sicherstellung eines geeigneten Zündzeitpunkts.

**[0009]** In der Patentschrift DE 199 56 197 C2 wird ein mehrschichtiges reaktives Schutzelement insbesondere für den Schutz leichterer Fahrzeuge beschrieben, welches beim Auftreffen eines Geschosses detoniert. Auf der Beschussseite ist diese Anordnung zur Vermeidung von harten Splintern mit einem hochfesten Faserverbundwerkstoff versehen. Die Schutzeinheit ist parallel oder in einem vorgegebenen Winkel zur Außenwandung des zu schützenden Objekts angeordnet. Kennzeichnendes Merkmal dieser Erfindung ist, dass (bis auf eine mögliche

metallische Umkleidung der Sprengstoffolie) keine metallischen Schutzplatten eingesetzt werden. Durch die Verwendung von Faserverbundmaterial soll zusätzlich ein Schutz gegen ballistische Geschosse kleineren Kalibers (Maschinengewehr) gewährleistet sein.

**[0010]** In der Patenschrift DE 199 56 197 C2 ist auch beschrieben, dass zwischen der Außenwandung des zu schützenden Objekts und der dazu nahe liegenden Sprengstoffschicht ein Beulblech angeordnet sein kann. Dieses wird bei Detonation zwar gegen die Außenwandung des zu schützenden Objekts geschleudert, es gelangen jedoch keine metallischen Splitter in die Umgebung.

**[0011]** Tatsächlich haben Anordnungen, wie sie in der Patenschrift DE 199 56 197 C2 beschrieben sind, den Vorzug, gegen Hohlladungsstrahlen bei ausreichenden Neigungswinkeln gegenüber der durchdringenden Bedrohung gute Strahlstörungen und damit erhebliche Leistungsverminderungen zu erreichen. Da die reaktiv wirkenden nicht-metallischen Stoffe aber nur eine geringe Dichte bei entsprechend geringer mechanischer Festigkeit aufweisen, ist ihr Störpotential begrenzt oder es müssen entsprechend dicke Sprengstoffolien zur Sicherstellung der lateralen Strahlstörung eingesetzt werden. Darüber hinaus ist eine nennenswerte Schutzwirkung gegen KE-Penetratoren auf den Bereich kleiner Kaliber beschränkt, da derartige Anordnungen keine ausreichend großen Querkräfte zur Ablenkung oder Zerstörung von KE-Penetratoren aufbauen können. Aber auch dann werden große Zieldicken bzw. Plattenstärken benötigt, da die Schutzleistung der genannten Materialien gegenüber metallischen Blechen sehr viel geringer ist. Damit sind Anordnungen, wie sie in der Patenschrift DE 199 56 197 C2 beschrieben sind, vorteilhaft als Zusatzpanzerungen (Add-On-Panzerungen) vor einem KE-Schutz anzubringen, um z.B. die hohe Durchschlagsleistung von Hohlladungen in der Größenordnung von mehr als 300 mm im mittleren Kaliberbereich, der sich bis zu Ladungsdurchmessern von 80 mm erstrecken kann, zu kompensieren.

**[0012]** Weiter ist aus der EP 0 689 028 A1 eine Schutzanordnung bekannt, auf welcher der Oberbegriff des anhängenden Anspruchs 1 basiert.

**[0013]** Die EP 0 689 028 A1 beschreibt grundsätzlich eine komposite Zusatzpanzerung mit mindestens einer Sprengstoffolie. Das zentrale Wirkelement des Komposits besteht aus homogenen Materialien, die den Effekt des so genannten Kraterzusammenbruchs (dynamic collapse) aufweisen. Dieser Effekt ist seit den 60er Jahren bekannt und wird auf die Besonderheit in der Hygoniot-Kurve zurückgeführt. Da dieser Effekt auf der Antwort des Kraters auf die dynamische Belastung des Materials durch den durchdringenden Hohlladungsstrahl beruht, kann er durch das zusätzliche Einleiten von Belastungswellen mittels Sprengstoffschichten verstärkt werden. Zur Verbesserung der Wirksamkeit ist es sinnvoll, die Sprengstoffschichten auf den Außenseiten mit metallischen Platten zu kombinieren, die im Falle eines Winkels

zwischen Bedrohung und Platte seitlich die auftreffende Bedrohung belasten. Bei der in diesem Dokument beschriebenen Anordnung handelt es sich um eine kompakte, notwendigerweise keine Lufträume beinhaltende Struktur, die nur im dynamischen Zusammenspiel wirksam werden kann.

**[0014]** Weiter offenbart die GB 2,191,277 A beispielhaft eine reaktive Schutzanordnung, bei der einzelne reaktive Module zur Begrenzung der Zerstörung größerer Flächen durch die Sprengstoffdetonation und zur Vermeidung von Strukturbelastungen in eine massive homogene Metallplatte eingesetzt sind. Damit handelt es sich grundsätzlich um Anordnungen entsprechend der EP 0 689 028 A1 in Verbindung mit strukturschützenden Maßnahmen. Hierzu gehört auch die Möglichkeit, Volumina zwischen Schutzplatte und zu schützender Struktur z.B. mit Gummi zu bestücken.

**[0015]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine hybride polyvalente reaktive Gesamtschutzanordnung möglichst geringer Gesamtmasse gegen HL-, FK- und KE-Bedrohungen bereitzustellen, die gegen jede Art der genannten Bedrohung ein höheres Schutzpotential als eine lediglich auf eine Bedrohungsart ausgerichtete Schutzanordnung bietet. Hierbei sollen bei einem hohen inerten Basisschutzniveau insbesondere bei reaktiver Wirkungsweise gegen alle Bedrohungsarten hohe Gesamtschutzleistungen erbracht und gleichzeitig unzulässige Gefechtsfeldbelastungen und Strukturschäden am zu schützenden Objekt selbst vermieden werden. Die Gesamtschutzanordnung soll ferner an allen in besonderem Maße zu schützenden oder besonders exponierten Flächen, wie zum Beispiel im Turm-, Seiten- und Frontalbereich einschließlich der Kettenschürze adaptierbar und/oder integrierbar sein.

**[0016]** Diese Aufgabe wird durch eine Gesamtschutzanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 14.

**[0017]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist der Erfinder zunächst von den folgenden allgemeinen Überlegungen ausgegangen.

**[0018]** Die Leistungsfähigkeit eines ballistischen Schutzes wird üblicher Weise aus seinem Wirkungsgrad gegen eine bestimmte Bedrohung wie z.B. Hohlladungen oder KE-Penetratoren im Vergleich zu einer Bezugs- oder Referenzpanzerung abgeleitet. Als Bezug bietet sich eine homogene Stahlplatte bestimmter Festigkeit an. Es kann aber auch eine vergleichende Bewertung mit jeder anderen Panzerung vorgenommen werden. Zwei Größen haben sich als kennzeichnend für die Güte einer Panzerung eingeführt: das Verhältnis von durchschlagener Masse in der Bezugspanzerung zur durchschlagenen Masse in der betrachteten Panzerung, d.h. der sogenannte Masseneffektivitätsfaktor ( $E_m$ ), und das Verhältnis der entsprechenden Bautiefen, d.h. der so genannte Raumeffektivitätsfaktor ( $E_s$ ). Ein Kriterium für die Güte einer Schutzstruktur kann dann das Produkt beider Faktoren darstellen. Da insbesondere bei leichteren oder

leichten gepanzerten Fahrzeugen die für einen Schutz zur Verfügung stehende Masse bzw. deren Begrenzung entscheidend ist und eine höhere Schutztiefe (bezogen auf die gesamte Anordnung einschließlich fahrzeugspezifischer Komponenten) in der Regel eher zur Verfügung steht, ist zweckmäßiger Weise eine Wichtung zwischen  $E_m$  und  $E_s$  vorzunehmen.

**[0019]** Die Steigerung des Leistungsvermögens rein reaktiver Panzerungen gegen Wuchtgeschosse ist im Gegensatz zu Hohlladungen gegenüber leistungsfähigen inerten Panzerungen relativ gering. Außerdem sind die einzusetzenden Massen bzw. Dicken der reaktiv beschleunigten Bleche erheblich größer als bei Hohlladungen. Die Platten benötigen zur Abwehr schnell auftretender Penetratoren Lateralgeschwindigkeiten von mehreren 100 m/s. Dadurch entsteht nicht nur eine erhebliche Belastung des Gefechtsfeldes (derartige Platten können mehrere hundert Meter weit fliegen), sondern auch die (fahrzeugseitigen) Strukturbelastungen nehmen entsprechend zu. Aus diesem Grund wurde bereits der Einsatz von Materialien wie Glas, Keramik oder glasfaserartigen Stoffen im reaktiven Schutz vorgeschlagen, die sich bei detonativer Belastung in mehr oder weniger kleine Teile zerlegen oder delaminieren. Dass ein derartiger Schutz gegen KE- oder FK-Bedrohungen aber nur sehr eingeschränkt möglich ist, wurde bereits erwähnt.

**[0020]** Ein anderer, allerdings nur begrenzt leistungsfähiger Lösungsansatz ist die ebenfalls bekannte Bereichsdetonation, bei der die Sprengstoffschicht nicht durchdetoniert und dadurch lediglich ein Teil einer Platte beschleunigt bzw. während des Durchdringungsvorgangs der Bedrohung ausreichend schnell verformt wird. Auf diese Weise werden keine Platten gegen die Folgestruktur oder in das Gefechtsfeld beschleunigt. Auf einer Bereichsdetonation bestehende Schutzanordnungen sind aber technisch sehr anspruchsvoll und es wird auf absehbare Zeit nicht möglich sein, ein sicheres Zünden bei unterschiedlichen Bedrohungen zu gewährleisten.

**[0021]** Bei der reaktiven Abwehr von Präzisionshohlladungen sind Schutzfaktoren für die Masse von 6 bis 8 bekannt. Bei unempfindlicheren Ladungen, d.h. Ladungen mit massiverer und kontinuierlicher Strahlausbildung, sind die erreichbaren Werte geringer und liegen in der Größenordnung von 4 bis 5. Bei KE-Penetratoren liegen diese Faktoren je nach Bedrohung lediglich zwischen 1,5 und 3,0. Bei Hohlladungen können aus dem Produkt von Masse- und Raumeffektivitätsfaktoren Werte über 10 erreicht werden, bei den gegen laterale Störungen relativ unempfindlichen Wuchtgeschossen lediglich Werte zwischen 2,0 und 4,0.

**[0022]** Ein weiteres, für das System entscheidendes Kriterium für die Bewertung des ballistischen Schutzes ist dessen inertes Schutzvermögen, also seine Leistung bei Nichtdetonation der Sprengstoffolie bzw. bei demonstrierter reaktiver Einrichtung oder bei abgeschalteter Zündhilfe. Diese liegt bei speziellen Panzerungen gegen Hohlladungen bei Werten bis 3,5, bei KE-Schutzaufbauten jedoch höchstens bei 2,0.

**[0023]** Mit Gesamtschutzanordnungen entsprechend der Erfindung sollen nicht nur die bisher bekannten Effizienzwerte bzw. Schutzfaktoren spezieller reaktiver Auslegungen überschritten werden, sondern insbesondere auch die inerten Schutzleistungen bei bisher erreichbaren Bestwerten liegen. Außerdem sollen technologische Fortschritte oder Weiterentwicklungen in Teilbereichen unmittelbar auf die einzelnen Komponenten übertragen werden, sodass stets eine Gesamtschutzanordnung entsprechend dem neuesten Stand der technologischen Möglichkeiten zu realisieren ist. Und dies sowohl gegen das gesamte vorliegende, als auch gegen das in absehbarer Zukunft zu erwartende Bedrohungsspektrum, denn bei der Konzipierung polyvalenter Panzerungen sollte auch dem Entwicklungspotential möglicher Bedrohungen Rechnung getragen werden.

**[0024]** Im Bereich der Hohlladungen sind auch bei mittleren Kalibern Tandemladungen wahrscheinlicher, auf dem Gebiet der Flachkegelladungen sind Projektilstrekungen zu erwarten. Dies hätte eine neue Art von Bedrohung zur Folge, die bei Gesamtschutzanordnungen zu berücksichtigen ist. Es handelt sich dabei quasi um kurze, jedoch relativ dicke und damit gegenüber herkömmlichen Hochleistungsstrahlen erheblich unempfindlichere Hohlladungsstrahlen, die durchaus noch im Geschwindigkeitsbereich bekannter, gestreckter Strahlen (7 bis 8 km/s) liegen können. Bei KE-Penetratoren sind auch im Bereich mittlerer Kaliber (20 bis 60 mm) zunehmend aerodynamisch stabilisierte Geschosse in Betracht zu ziehen. Da dort eine Leistungssteigerung in erster Linie aus dem Schlankheitsgrad bzw. der Penetratorlänge zu gewinnen ist, nimmt aber bei einer Steigerung der Durchschlagsleistung auch die Empfindlichkeit derartiger Geschosse insbesondere gegen Querstörung zu.

**[0025]** Bei Schutzanordnungen sind also diejenigen von besonderem Interesse, die sowohl gegen alle bekannten als auch gegen die nach dem Stand der Technik in absehbarer Zukunft zu erwartenden Bedrohungsarten wirksam sind. Alle bisher bekannten Lösungen im Bereich reaktiver Schutzabordnungen, die auch in mittelschweren und insbesondere leichten Fahrzeugen einzusetzen sind, bieten lediglich gegen Hohlladungen relativ hohe Schutzleistungen. Die bisher bekannten polyvalenten reaktiven Panzerungen basieren dabei auf mehr oder weniger massiven, sprengstoffbeschleunigten metallischen Platten mit den entsprechenden Belastungen sowohl des Umfeldes als auch der Struktur des Fahrzeugs selbst.

**[0026]** Aus all diesen Kriterien ergibt sich, dass nach dem bisherigen Stand der Technik ein gleichermaßen sowohl gegen HL-, FK- als auch unterschiedliche KE-Bedrohungen leistungsfähiger polyvalenter Schutz nicht bekannt ist.

**[0027]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die obige Aufgabe nun durch eine Gesamtschutzanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Er-

findung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0028]** Die Erfindung betrifft eine auf einer Fahrzeugstruktur oder allgemein auf einer zu schützenden Struktur fest oder lösbar aufgebrachte oder in diese integrierte kombinierte Gesamtschutzanordnung gegen Hohlladungen, Flachkegelladungen, drall- und aerodynamisch stabilisierte Wuchtgeschosse und Splitter. Die Gesamtschutzanordnung besteht in ihrer höchsten reaktiven Ausbaustufe aus zwei reaktiven Schutzzonen und einer dazwischen liegenden inerten bzw. inert-dynamischen inneren Schutzzone. Dabei weist die der Bedrohung zugewandte Seite der vorderen Schutzzone einen Reaktivaufbau in erster Linie zur Abwehr von Hohlladungsbedrohungen auf. FK- und KE-Bedrohungen sollen in dieser vorderen Schutzzone möglichst vorgestört werden bzw. Wirkungs- oder Leistungsrichtung bereits aufgefächert werden oder eine entsprechende Störung zumindest eingeleitet werden. Die innere Schutzzone (auch mit dynamisch wirksamen Einrichtungen) dient vor allem der Abwehr von KE-Bedrohungen. Die hintere, fahrzeugseitige Schutzzone ist in der höchsten Ausbaustufe als reaktive Einrichtung zum Abfangen der Restleistung von Hohlladungsstrahlen und durchdringenden KE-Projektile ausgebildet. Die hintere Schutzzone kann auch vorteilhafter Weise aus einer inerten, dynamisch wirkenden oder strukturierten / mehrschichtigen Zone bestehen oder auch nur eine passive Restpanzerung darstellen. Auf der anderen Seite kann auch die innere Schutzzone eine reaktive Komponente enthalten.

**[0029]** Grundsätzlich besteht die Gesamtschutzanordnung also in ihrer Endausbaustufe aus drei bereits für sich leistungsfähigen Komponenten bzw. Schutzzonen: einer vorderen, reaktiven Schutzzone, einer zweiten, inneren inerten oder inert-dynamischen Schutzzone (nicht-reaktive Module, Beulblech-Anordnungen, massive, schichtartige oder strukturierte Schutzschichten) und einer dritten, hinteren inerten, inert-dynamischen oder auch reaktiven Schutzzone. Die einzelnen Schutzzonen ergänzen sich in ihrer Wirkung in optimaler Weise und bilden zusammen mit der Objektwand einen adaptierten Gesamtschutz oder durch Integration der tragenden Struktur einen strukturoptimierten Gesamtschutz. Der hybride polyvalente Gesamtschutzanordnung ist sowohl als Turm- bzw. Waffenschutz, Seiten- und Frontalschutz als auch als Schutz des Fahrwerks (Kettenschürze) anwendbar.

**[0030]** Beim Auslösen des reaktiven Schutzmechanismus werden die vordere und die hintere reaktive Schutzzone mittels der durchdringenden Bedrohung in einem zeitlichen Abstand ausgelöst oder gezündet. Bei ähnlichen Massen- bzw. Massenbeschleunigungs-Verhältnissen kann bei einer nachgiebigen bzw. dickenveränderlichen dynamischen Zwischenstruktur bei maximaler reaktiver Schutzentfaltung eine gegenüber herkömmlichen reaktiven Panzerungsaufbauten stark reduzierte Fahrzeugbelastung erreicht werden. Bei direkt an der Objekt- oder Fahrzeugwand befestigten reaktiven Schutzanordnungen entspricht die auf die Wand wirken-

de Energie bzw. der übertragene Impuls der Energie bzw. dem Impuls der nach vorn in Bedrohungsrichtung wirkenden Schutzmodule. Längere Energiedissipationswege (Vergrößerung der Schutztiefe ohne erheblichen Massezuwachs) zur Verminderung dieses Effektes bzw. zur zeitlichen Streckung der Belastung und damit Verminderung der Spitzenwerte sind dagegen nicht nur mit einer erheblichen Vergrößerung der Schutzstruktur verbunden, sondern auch gegen KE-Bedrohungen wegen deren kompakteren und damit unempfindlicheren Bauweise nur begrenzt effektiv.

**[0031]** Bei reaktiven Schutzaufbauten ist generell eine minimierte Gefechtsfeldbelastung anzustreben. Bei einem erfindungsgemäßen Schutzaufbau kann die vordere, reaktive Komponente ohne Leistungseinbußen für die Struktur unschädlicher beschleunigt werden als bei anderen reaktiven Schutzaufbauten, wenn eine dynamisch nachgiebige / in der Tiefe veränderliche Auslegung der inneren, inert-dynamisch wirkenden Schutzzone erfolgt. Zudem ist es zur Verringerung oder zur Vermeidung von Gefechtsfeldbelastungen vorteilhaft, die vordere reaktive Schutzzone z.B. nach der in der Patentschrift DE 199 56 197 C2 beschriebenen Art aus einem sich in feine Partikel zerlegenden oder einem zerstäubenden bzw. delaminierenden Werkstoff herzustellen.

**[0032]** Grundsätzlich sind die drei genannten Schutzzonen hintereinander geschaltet. Sie können jedoch auch teilweise oder vollständig kombiniert sein. Dies wird insbesondere bei begrenzter zur Verfügung stehender Bautiefe notwendig sein. Die hintere Schutzzone minimiert die auf das Fahrzeug einwirkenden Stoß- bzw. Schockbelastungen und die Einwirkungen von auftretenden vorgelagerten Schutzkomponenten. Sie kann der Fahrzeugstruktur vorgeschaltet, mit dieser kombiniert oder direkt in diese integriert sein.

**[0033]** Das Ziel eines wirkungsvollen Gesamtschutzes wird bei der beschriebenen Gesamtschutzanordnung also über mehrere, insbesondere in ihrer Kombination wirksame Schutzzonen erreicht. Wesentlich ist der Umstand, dass bei einer erfindungsgemäßen Schutzanordnung durch die Art der Zusammenschaltung bzw. des Zusammenwirkens der drei definierten Schutzzonen die Steigerung des Schutzleistungsniveaus bewirkt wird. Grundsätzlich ist zwar jede der Schutzzonen für sich wirksam, die maximale Schutzleistung wird jedoch erst durch die auftretenden lateralen Belastungen des eintretenden und durchdringenden KE- oder FK-Penetrators bzw. HL-Strahls beim Auslösen des reaktiven Vorgangs zumindest im vorderen Bereich der Gesamtschutzanordnung bewirkt. Durch einen entsprechenden Schutzaufbau ist auch bei starken KE-Bedrohungen eine reaktive Vorstörung mit anschließender weiterer Penetratorablenkung bzw. Erosion möglich.

**[0034]** Die die Erfindung kennzeichnenden Figuren, graphischen Darstellungen und Erläuterungen der in den unterschiedlichen Beispielen für Gesamtschutzanordnungen ablaufenden Vorgänge bei eintretenden und durchdringenden Bedrohungen sind in der folgenden Li-

ste zusammengestellt. Diese Beispiele für prinzipielle Gesamtschutzanordnungen entsprechend der Erfindung und ihre Kombinationsmöglichkeiten sind stark vereinfachte Prinzipdarstellungen. In den Figuren zeigen:

- Fig. 1 einen prinzipiellen Aufbau einer hybriden polyvalenten Reaktivpanzerung und ihr Bedrohungsspektrum;
- Fig. 1A eine in erster Näherung senkrechte adaptierte Anordnung mit den drei Schutz zonen A, B und C vor der Restpanzerung bzw. Restleistungszone D;
- Fig. 1B eine geneigte Anordnung entsprechend Fig. 1A;
- Fig. 1C das Bedrohungsspektrum für die Gesamtschutzanordnung;
- Fig. 2 eine Seitenansicht und eine Draufsicht eines gepanzerten Fahrzeugs (hier Kettenfahrzeug) mit den primär zu schützenden Flächen;
- Fig. 3 die Wirkrichtungen eines reaktiven Sandwichs;
- Fig. 4 Positionierungs- und Aufbaumöglichkeiten reaktiver Komponenten in Verbindung mit einer inerten Panzerung bzw. tragenden Struktur;
- Fig. 5 laterale Störmöglichkeiten der Einzelkomponenten eines reaktiven Sandwichs: vordere Wirkkomponente und Auswirkungen auf die Bedrohungen;
- Fig. 6 laterale Störmöglichkeiten der Einzelkomponenten eines reaktiven Sandwichs: hintere Wirkkomponente und Auswirkungen auf die Bedrohungen;
- Fig. 7 die Wirkrichtungen von inert-dynamischen (Beulplatten-) Anordnungen am Beispiel der Durchdringung eines APFSDS-Geschosses entsprechend Figur 1C;
- Fig. 8 Beispiele für horizontale und vertikale Beulblech-Anordnungen;
- Fig. 9 die Verminderung der Eindringleistung eines Hohl ladungsstrahls in glasartigen Zielen aufgrund des Effekts des Krater zusammenbruchs;
- Fig. 10A Strahlstörung und Ausbruchkrater entsprechend Figur 9 bei zu geringer Zieldicke;
- Fig. 10B einen Schutzaufbau entsprechend Figur 10A mit stützender Folgeschicht;
- Fig. 11A ein Druckfeld entsprechend Figur 9 beim Eindringen eines P-Ladungsprojektils;
- Fig. 11B ein Druckfeld entsprechend Figur 9 beim Eindringen eines Pfeilgeschosses;
- Fig. 12A die Lateralstörung durch eine in ein homogenes oder schichtartiges Ziel eingebrachte geneigte Sprengstoffschicht (große Folienfläche);
- Fig. 12B laterale, durch eine eingebrachte geneigte Sprengstoffschicht bewirkte Störungen: un-

terteilte / mehrstufige Folien (kleine Folienflächen);

Fig. 13

Beispiele für Aufbauten reaktiver oder inert-dynamisch wirkender Sandwichs;

5 Fig. 14

Beispiele für Belegungen reaktiver Sandwichs;

Fig. 15

Beispiele für Zerlegungseigenschaften bzw. Zerlegungsmechanismen (betrachtet wird lediglich die vordere Komponente);

10 Fig. 16

Beispiele für ein- oder mehrschichtige bzw. mehrteilige Sprengstoffbestückungen reaktiver Sandwichs;

Fig. 17

Ausführungsbeispiele für die vordere Schutzkomponente entsprechend Figur 1A/1B, wobei Figur 17A eine in A eingebettete pyrotechnische Belegung zeigt, Figur 17B eine rückseitige pyrotechnische Belegung von A zeigt, Figur 17C eine in A unter einem Winkel eingebrachte pyrotechnische Belegung zeigt, und Figur 17D ein Modifikationsbeispiel für A entsprechend Figur 17C zeigt;

15 Fig. 18

Ausführungsbeispiele für die inerte oder inert-dynamisch wirkende Schutzzone B entsprechend Figur 1A/1B, wobei Figur 18A eine homogene Schicht zeigt, Figur 18B einen Sandwichaufbau zeigt, Figur 18C eine Beulblech-Jalousie zeigt, und Figur 18D eine Tandem-Beulblech-Jalousie zeigt;

20 Fig. 19

weitere Ausführungsbeispiele für die Schutzzone B entsprechend Fig. 1A/1B in Form von inerten homogenen, geschichteten und inert-dynamisch wirkenden Lösungen, wobei Figur 19A parallele, inert-dynamisch wirkende Beulplatten und antiparallele Außenflächen zeigt, Figur 19B einen Jalousieartigen inert-dynamischen Beulplatten-Aufbau und antiparallele Außenflächen zeigt, und Figur 19C parallele inert-dynamische Beulplatten und eine nachfolgende Beulplatten-Jalousie und antiparallele Begrenzungen von B zeigt;

30 Fig. 20A

Modifikationen des Schutzaufbaus entsprechend Fig. 1A/1B, wobei der Schutzzone B eine Restleistungszone D folgt;

45 Fig. 20B

einen reaktiven Hybridschutz entsprechend Figur 1A/1B in Form einer Schutzzone B als erster (bedrohungsseitiger) Schutzzone, gefolgt von einer Schutzzone C mit stark unterschiedlich geneigten Außenflächen;

50 Fig. 21

eine weitere Anordnung entsprechend Figur 1A/1B mit einer als reaktives Modul ausgebildeten Schutzzone B mit KE-wirksamen Werkstoffen und einer Pufferschicht in C;

Fig. 22

eine reaktive hybride Gesamtschutzanordnung entsprechend Figur 1A/1B mit inerter Vorpanzerung, gebildet aus den Zonen A und einer Zusammenfassung der Zonen B/C/D in einer Schutzkomponente.

- Fig. 23 eine reaktive hybride Gesamtschutzanordnung entsprechend Figur 1A/1B mit vorge-  
schaltetem / integriertem Auslöse(Kon-  
takt)-Gitter / Detektionseinrichtung, Zünd-  
einrichtung für die Sprengstofffolien, und ei-  
ner Dämpfungsschicht zwischen den Zonen  
B und der kombinierten Zone C/D, welche  
gleichzeitig als Trägerplatte dient;
- Fig. 24 eine Gesamtschutzanordnung entspre-  
chend Figur 1A/1B mit reaktivem, zerlegen-  
dem Vorsandwich, Dämpfungsschicht und  
nachfolgender Beulplattenjalousie;
- Fig. 25 eine Gesamtschutzanordnung entspre-  
chend Figur 1A/1B als Einschub in eine ent-  
sprechende Kammer / Montagevorrichtung  
und Auffächerungsmöglichkeit / Möglichkeit  
einer Abstandsveränderung für die einzel-  
nen Komponenten; und
- Fig. 26 eine Gesamtschutzanordnung entspre-  
chend Figur 1A/1B mit einschiebbaren aus-  
wechselbaren / austauschbaren Modulen  
(Schutzzonen) sowie (hier) integrierter tra-  
gender Struktur.

**[0035]** Figur 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer erfindungsgemäßen hybriden polyvalenten reaktiven Gesamtschutzanordnung sowohl in vornehmlich senkrechter Anordnung (Figur 1A) als auch in geneigter Bauweise (Figur 1B) mit dem entsprechenden Bedrohungsspektrum (Figur 1C). Gezeigt wird in Figur 1A eine Gesamtschutzanordnung 1A (gebildet aus den Schutzzonen A, B, C und der tragenden Struktur D) mit einer massiven, schichtartigen oder strukturierten KE-Abwehrzone B (4) vor einem Fahrzeug oder einer anderen zu schützenden Struktur D (2), die auch die Funktion zum Abfangen einer eventuell noch vorhandenen Restleistung übernehmen kann. Die KE-Abwehrzone 4 befindet sich zwischen zwei begrenzenden, aufgelegten oder montierten Schutzzonen A (3) und C (5), wobei mindestens die Schutzzone A, bei höchster Ausbaustufe auch die Schutzzone C und bei besonderen Aufbauten auch die innere Schutzzone B mit einer insbesondere gegen Hohl-  
ladungen wirksamen reaktiven Einrichtung versehen sind.

**[0036]** Zum besseren Verständnis der zum Teil komplexen Anordnungen ist die Gesamtschutzanordnung in den unterschiedlichen Figuren mit einem gestrichelten Rahmen versehen, der die eigentliche, erfindungsgemäße Schutzanordnung von der Restleistungszone im Sinne einer zu schützenden (in der Regel tragenden) Struktur, z.B. ein gepanzertes Fahrzeug, abgrenzt.

**[0037]** Durch die unterschiedlichen Gestaltungsmöglichkeiten, die sowohl senkrechte oder zumindest in erster Näherung senkrechte bis hin zu abgewinkelten bzw. schrägen Anordnungen der Schutzzonen einschließen, ist die adaptierbare und/oder integrierbare polyvalente, inert, inert-dynamisch und/oder reaktiv bestückte Gesamtschutzanordnung vom Auftreffwinkel einer Bedro-

hung weitgehend unabhängig auszulegen.

**[0038]** Es kann jedoch insbesondere hinsichtlich eines einfachen oder raumsparenden Aufbaus bzw. für die Montage an geneigten Flächen vorteilhaft sein, eine erfindungsgemäße Gesamtschutzanordnung in einer gegenüber der Bedrohung geneigten Bauweise zu konzipieren. Figur 1B zeigt eine derartige Gesamtschutzanordnung in der vollständigen Ausbaustufe mit allen drei Schutzzonen entsprechend Figur 1A in einer abgewinkelten Position (gemessen an der Fahrzeugwand). In Figur 1C sind die Bedrohungsarten Hohl-  
ladung (HL) 6, Flachkegelladung (FK) 7, aerodynamisch stabilisierte Wuchtgeschosse 8, drallstabilisierte Geschosse 9 und Splitter 10 zusammengestellt.

**[0039]** Bei den Anordnungen in den Figuren 1A und 1B stützen sich die reaktiv bestückten Schutzzonen 3 und gegebenenfalls 5 auf der als Verdämmung wirkenden KE-Abwehrzone 4 ab und erreichen damit einen hohen pyrotechnischen Wirkungsgrad, wobei die vordere und die hintere reaktive Schutzzone 3 und 5 in der dazwischen liegenden inneren Schutzzone (KE-Abwehrzone B) 4 durch Aufbau eines dynamischen Druckfeldes in dieser Schutzzone einen zusätzlichen dynamischen Effekt (z.B. eine Relativbewegung von Strukturteilen oder einen Druckaufbau in einem quasi-homogenen Medium) bewirken.

**[0040]** Die reaktiven Flächen sind vorzugsweise mit Strukturen und/oder Materialien belegt, die sich bei einer Detonation der Sprengstofffolie zur Verminderung von Strukturbelastungen und zur Vermeidung einer Gefechtsfeld-Gefährdung zerlegen oder delaminieren (vgl. Figur 15). Alternativ können sie zur Vermeidung von Gefechtsfeld-Belastungen aus einem Werkstoff bestehen bzw. mit einem Werkstoff belegt sein, der selbst keine oder nur eine geringfügige endballistische Wirkung erreichen kann.

**[0041]** Die hintere Schutzzone C kann auch inert und/oder inert-dynamisch ausgelegt werden. Dies unterstützt sowohl die Forderung nach einem hohen KE-Schutz und insbesondere die Forderung nach einem hohen Inertschutz (inerten Grundschutz) als auch den Wunsch nach einer möglichst geringen Strukturbelastung. Grundsätzlich gilt, dass die reaktive(n) Komponente(n) zusammen mit der/den inerten Komponente(n) eine von der Auftreffrichtung der Bedrohung weitgehend unabhängige, auch inert hochwirksame Schutzkombination darstellen.

**[0042]** Figur 2 zeigt die Seitenansicht und die Ansicht von oben eines gepanzerten Fahrzeugs (hier Kettenfahrzeug) mit den primär zu schützenden Flächen. Dabei bietet die erfindungsgemäße polyvalente hybride Gesamtschutzanordnung den Vorteil großer Variabilität und Anpassungsfähigkeit durch Modularität, wie z.B. die Auslegungsbeispiele in den Figuren 20, 21, 22 und 24 bis 26 veranschaulichen. So kann die Gesamtschutzanordnung den jeweiligen Schutzzonen des Fahrzeugs (Seitenflächen, Bug, Kettenschürze, Turm, Waffe) optimal angepasst werden bzw. diese mit einbinden.

**[0043]** In den Figuren 3, 5 - 9 und 12 - 15 werden die

wesentlichen Gesichtspunkte bei der Abwehr von sowohl HL-, FK- als auch KE-Bedrohungen mittels reaktiver und inert-dynamischer (Beul-)Anordnungen dargestellt. Auf weitere Schutzmöglichkeiten wird in den Figuren 9 - 11 eingegangen. Außerdem werden, in zum Teil sehr vereinfachter Darstellungsweise, die grundlegenden Abwehrmechanismen beschrieben, welche der vorliegenden Erfindung zugrunde liegen und von dieser in optimaler Weise einer technischen Realisierung zugeführt werden. Ergänzend hierzu werden in den Figuren 4, 10, 11 und 16 - 19 sowohl strukturspezifische, parametrische als auch materialspezifische Einflussmöglichkeiten aufgezeigt. Damit wird offenbar, dass die vorliegende Erfindung bezüglich der Möglichkeiten ihrer Anpassung sowohl an das Bedrohungsszenario, als auch an systembedingte Vorgaben universell anwendbar ist.

**[0044]** Figur 3 zeigt die grundsätzlichen Wirkungsrichtungen eines reaktiven Sandwichs 13 in der üblichen Bauweise beschleunigter Schutzschichten / sprengstoffbeschleunigter Platten/Schichten. Dargestellt sind die Bedrohungsrichtung, die vordere 14 und hintere Belegung 15 des Schutzaufbaus 13 und die pyrotechnische / reaktive Zone / Sprengstoffschicht 16. Die Pfeile 17 und 18 symbolisieren die Bewegungsrichtung der Komponenten 14 und 15 und damit die laterale Störungsursache des in die Schutzzone eintretenden Projektils nach Einleitung des reaktiven Ablaufs.

**[0045]** Einen vergleichbaren Aufbau zeigen Beulblech-Anordnungen, bei denen anstelle des Sprengstoffs ein dynamisch einen Druck aufbauendes Material wie z.B. Gummi eingesetzt wird (vgl. Figur 7). Der gravierende Unterschied besteht darin, dass bei inert-dynamischen Beulblechen das allein von der durchdringenden Bedrohung initiierte Druckfeld in der Zwischenschicht je nach eingesetztem Material relativ begrenzt bleibt, wobei in erster Linie die in Richtung der Bedrohung rückseitige Belegung zur Wirkung kommt, während bei reaktiven Aufbauten die Sprengstoffschicht die Sandwich-Platten in beiden Richtungen mehr oder weniger flächenhaft auf eine technisch einstellbare Geschwindigkeit beschleunigt. Dadurch ist bei einer einwandfreien Zündung und durchdetonierenden Folie eine laterale Beaufschlagung der durchdringenden Bedrohung sowohl durch die hintere als auch die vordere Komponente gewährleistet. Dabei versteht es sich von selbst, dass die Parameter wie zum Beispiel Belegungsdicke bzw. Dichte, Neigung, Elementgröße und Sprengstoffdicke derart ausgelegt sein müssen, dass eine möglichst lange Interaktion sichergestellt ist.

**[0046]** Figur 4 zeigt Beispiele für die Positionierungsmöglichkeiten sowohl reaktiver als auch inert-dynamischer (Beul-)Sandwich-Aufbauten in Kombination mit einer tragenden Schutzstruktur 20, welche hier auch die wesentliche KE-Komponente darstellt. Bei dem Aufbau von Figur 4A ist ein reaktives Schutzmodul 21 der Struktur 20 vorgelagert, bei dem Aufbau von Figur 4B sind zwei reaktive Schutzmodule 21 als Beispiel für mehrstufige vorgelagerte Aufbauten mit einer Zwischenschicht

23 dargestellt. Die Anzahl der Sandwich-Anordnungen ergibt sich aus der gewünschten Leistungsverminderung bzw. den konstruktiven Möglichkeiten. Die Effizienz der einzelnen Sandwichs nimmt dabei mit steigender Positionsnummer ab. Grundsätzlich sind mindestens zwei reaktive oder auch inert-dynamische bzw. gemischte Durchgänge von hoher Effizienz in einer Gesamtschutzanordnung anzustreben.

**[0047]** Bei dem Aufbau von Figur 4C sind zwei Schutzmodule 21 und 21C beidseitig in einem Abstand zu 20 positioniert. Zwischen den Modulen 21 und 21C und der Struktur 20 befindet sich eine Struktur bzw. ein Werkstoff 23, der der Fixierung von 21 und 21C dient, die dynamische Wirkungsweise jedoch nicht beeinträchtigt. Diese Zwischenschicht 23 kann derart ausgeführt sein, dass sie bei Annäherung der Komponenten 21 und 21C an die Struktur 20 einen zunehmenden Widerstand entgegen setzt. Damit kann sowohl eine Schockdämpfung erreicht werden, als auch die Belastung der Struktur 20 durch 21 und 21C reduziert werden. Für die Schicht 23 kommen beispielsweise metallische Schäume, gitterartige Anordnungen, metallische und nicht-metallische Stoffe mit definierten Hohlräumen, geschäumte Werkstoffe, Kunststoffe wie PE mit oder ohne Einlagen, Gewebe und Schichtaufbauten mit unterschiedlicher Dichte und Festigkeit in Frage.

**[0048]** Bei dem Aufbau von Figur 4D ist ein Schutzmodul 22 flächig direkt mit der Struktur 20 verbunden bzw. auf diese aufgelegt oder in diese integriert. Es ist offensichtlich, dass es sich hierbei um eine besonders raumsparende Anordnung handelt. Figur 4E zeigt als letztes Beispiel eine tragende Schutzstruktur 20 mit beidseitiger reaktiver oder, insbesondere im hinteren Teil des Aufbaus, auch inert-dynamischer Belegung 22 und 22A in flächiger, aufmontierter oder integrierter Verbindung. Eine Reihe beispielhafter Anordnungen entsprechend der Erfindung stützen sich auf die in den Figuren 4D und 4E dargelegten Prinzipien.

**[0049]** Figur 5 stellt laterale Störmöglichkeiten der vorderen Komponenten eines reaktiven Sandwichs dar (vgl. Figur 3). Der Pfeil 24 symbolisiert die Bewegungs- bzw. Wirkrichtung der vorderen Komponenten 14. Gezeigt sind die Bedrohungsarten HL-Strahl 6A, Wuchtgeschoss / Pfeilgeschoss 8 und Kern 9 jeweils vor dem Eintritt in die reaktive Schutzzone 14 und nach der Interaktion mit der beschleunigten Schutzkomponente 14. In diesem Fall findet eine Geschwindigkeitsaddition dieser reaktiv beschleunigten Komponenten 14 und auftreffenden Bedrohungen 6A, 8 oder 9 statt. Bei einem HL-Strahl 6A tritt eine laterale Störung / ein lateral gestörter Strahlabschnitt 27 vor allem im mittleren Bereich auf, da aufgrund der hohen Strahlgeschwindigkeit die vorderen Strahlteile 26 die Schutzkomponente bereits vor dem Beginn einer einsetzenden lateralen Strahlstörung durchdrungen haben. Ein schlankes Pfeilgeschoss wird beim Eintreten in die Schutzzone im mittleren Schaftbereich durch das nach oben/vorne beschleunigte reaktive Modul (vgl. die symbolisierten Wirkpfeile 24 und 24A) mit einer Druck-

kraft von unten und später von oben beaufschlagt, so dass der vordere Teil eine Richtungsänderung erfährt, die zu einer Auslenkung aus der Achse bis hin zu einem Abscheren führt. Die selbe Richtungsänderung erfährt ein Kern, der aufgrund seines kompakten Aufbaus in der Regel nicht zerbricht. Bei massiven lateralen Beaufschlagungen kann aber auch hier eine Zerlegung zumindest in mehrere Bruchstücke erreicht werden. Bei inert-dynamischen Aufbauten ist diese Wirkrichtung nur eingeschränkt zu realisieren, da in der Regel nur bei eindringenden HL-Strahlen ein ausreichend hohes Druckfeld mit entsprechender Beschleunigung dieser Komponenten aufgebaut wird (vgl. Figur 7).

**[0050]** Es sei bereits hier darauf hingewiesen, dass allgemein bei Wuchtgeschossen nennenswerte laterale Störungen nur bei ausreichenden Plattenmassen (Dicken bzw. Dichten) bewirkt werden können. So sollte z.B. im Falle von Stahl als beschleunigter Komponente die Dicke der Platte über 0,5 des Penetratordurchmessers betragen. Reaktionsgase der Sprengstoffbelegungen können einen Penetrator im Gegensatz zu HL-Strahlen nicht stören.

**[0051]** In Figur 6 sind laterale Störmöglichkeiten der Einzelkomponenten eines reaktiven (oder auch inert-dynamischen) Sandwichs beim Einsatz einer hinteren Wirkkomponente 15 mit dem Bewegungspfeil 28A gezeigt, wobei der Ablauf der Projektilstörung bei Hohl ladungsstrahlen 6A und Kernen 9 umgekehrt erfolgt wie bei Figur 5. Ergänzend sind für Pfeilgeschosse 8 zwei Möglichkeiten des Ablaufs der Projektilstörung aufgezeigt. Da die hintere Komponente in einer Relativbewegung von der Bedrohung weg beschleunigt wird, wird die Durchdringungsgeschwindigkeit des Projektils durch Geschwindigkeitssubtraktion reduziert, wodurch es unter Umständen zu einem Ablenken eines Teils des Geschoskörpers 8D kommt, da dieser die Schutzvorrichtung in diesem Fall nicht mehr durchdringen kann (unteres Beispiel). Beim Durchdringen des reaktiven Moduls durch das Geschoss 8 kommt es zu einer Abscherung eines Teiles des Penetrators 8C entsprechend Figur 5, jedoch in anderer Richtung. Der restliche Teil 8B des Geschosses 8 bleibt in diesem Falle ungestört.

**[0052]** Figur 7 zeigt in Ergänzung zu den obigen Ausführungen im Zusammenhang mit den Figuren 3, 5 und 6 beispielhaft eine Beulblech-Anordnung 28, gebildet aus der vorderen Schicht 29, der hinteren Schicht 30 und der einen dynamischen Druck erzeugenden Zwischenschicht 31 mit durchdringendem, bereits abgelenktem Pfeilgeschoss-Segment 8E. Der Pfeil 34 symbolisiert dabei die Kraft, die von der vorderen Komponente 21 des Beulsandwichs 28 von unten auf den eindringenden Penetrator einwirkt, während der Pfeil 34A die Kraft veranschaulicht, die die hintere Komponente 30 von oben auf den Penetrator ausübt.

**[0053]** Die Auswirkungen reaktiver und zum Teil auch inert-dynamischer Beulbleche auf eine durchdringende Bedrohung wurden in den Figuren 5 - 7 erläutert. Figur 8 stellt in Ergänzung hierzu unterschiedliche Beulblech-

Positionierungen vor. In Anordnung 8A erfolgt der HL-, FK- und KE-Schutz durch ein einstufiges Beulsandwich 21. Anordnung 8B stellt ein Tandem-Beulplatten-Sandwich mit in axialer Richtung doppelter Anordnung (zwei vollständige Beulsandwichs) dar. Selbstverständlich können neben der Anzahl sämtliche Beulblech-Parameter variiert werden. Auch kann sich, wie in Figur 4 dargestellt, zwischen den Beulblech-Anordnungen eine Zwischenschicht entsprechend Figur 4, Anordnung 4B oder 4C befinden. Anordnung 8C steht für gegeneinander geneigte Beulblech-Anordnungen oder für gemischte Anordnungen beliebiger Auftreffwinkel. Anordnung 8D zeigt ein grundsätzliches Beispiel für eine (hier) zweistufige Beulblech-Anordnung mit jalousieartigem Aufbau aus den Sandwichs 21 und dem Abstandshalter / der Dämpfungsschicht 23.

**[0054]** Figur 9 veranschaulicht die Verminderung der Eindringleistung von Hohlladungen in Zielen mittels des bekannten Effekts eines sogenannten Kraterzusammenbruchs bzw. einer Kraterimplosion. Die Darstellung zeigt diesen Mechanismus, der in ausgeprägter Form bei Glas und glasartigen Stoffen bekannt ist und der seine Erklärung in einer Besonderheit der entsprechenden Hugoniot-Kurve findet. In Teilbild 9A ist der beginnende Krater 36 und die sich ausbreitende Druckfeldgrenze 37 mit den entsprechenden Druckpfeilen 39A beim Eindringen eines Hohl ladungsstrahls 6A in das als quasihalbunendlich angenommene Schutzmaterial 38 dargestellt. Teilbild 9B zeigt den sich zu einem späteren Zeitpunkt einstellenden, nach innen deformierten Krater 36A und die sich weiter ausbreitende Druckfeldgrenze. Aufgrund der beschriebenen Eigenschaften des Werkstoffs wird auf den Rand des zusammenbrechenden Kraters 36A eine Kraft (symbolisiert durch die Pfeile 40) ausgeübt, die Teile des Materials 38 lateral in den durchdringenden Strahl 6A beschleunigen und damit eine Ablenkung der einzelnen Partikel mit einer entsprechenden Verminderung der Gesamtleistung bewirken.

**[0055]** Der beschriebene Effekt und damit dessen Effizienz sind an einen ausreichenden äußeren Gegen- druck und damit an eine ausreichende Materialumkleidung gebunden. Und dies insbesondere auf der stützenden Rückseite einer Schutzschicht. So zeigt Figur 10A Strahlstörungen bei geringerer Zieldicke als die zu erreichende Durchdringtiefe in derartigen glasartigen Materialien 38A. Bei freien rückseitigen Oberflächen von 38 erfolgt aufgrund der zu geringen Zieldicke ein relativ großer Kraterausbruch, symbolisiert durch die Pfeile 41. Der durchdringende HL-Strahl 6A ist im vorderen Bereich durch den lateralen Eingriff gestört, wobei der mittlere und der hintere Teil (Stößel) aufgrund der Erosion des Schutzmaterials ungehindert durchdringen. Dies führt zu einer signifikanten Verringerung der Schutzleistung. Wie in Figur 10B anhand einer Anordnung 42 beispielhaft dargestellt, kann eine derartige Leistungsminderung durch eine rückseitige Abstützung des Schutzmaterials 38 mittels einer Stützschi- ch- t 43 verhindert werden. Diesem Umstand wird in der vorliegenden Erfindung grundsätz-

lich Rechnung getragen. Zusätzlich wird der Schicht 43 dabei eine leistungsmindernde Eigenschaft aufgrund werkstoffspezifischer Daten oder konstruktiver Ausgestaltungen entsprechend der Erfindung zugewiesen.

**[0056]** Figur 11A veranschaulicht das entstehende Druckfeld entsprechend Figur 9 / Teilbild 9A bei der Durchdringung eines P-Ladungs-Projektils 7A. Aufgrund der etwas geringeren Geschwindigkeit der eindringenden Bedrohung und des größeren verdrängten Kraterdurchmessers reicht der Effekt des Kraterzusammenbruchs nicht mehr aus, um mittels der zusammenbrechenden Kraterwand 36B das durchdringende Projektil 7A zu erreichen bzw. dieses nennenswert lateral zu stören.

**[0057]** Beim Eindringen einer KE-Bedrohung, z.B. durch ein Pfeilgeschoss 8 in einen glasartigen Werkstoff 38, dargestellt in Figur 11B, tritt der Effekt des Kraterzusammenbruchs nicht mehr auf, da die Durchdringungsgeschwindigkeit im Vergleich zu Hohlleistungsstrahlen gering ist, sich ein großer Primärkrater 36C bildet, die Druckzone 39 sich entsprechend der zur Verfügung stehenden Zeit weit ausbreitet und der im Schutzmaterial erzeugte Druck wesentlich geringer ist.

**[0058]** Besondere Abwehreffekte quasi-homogener Zielstrukturen sowohl gegen HL-, FK- als auch gegen KE-Bedrohungen können dadurch erreicht werden, dass ein allein schon endballistisch wirksames Medium durch das Einbringen pyrotechnischer Elemente in seiner Effizienz noch erheblich gesteigert wird. Wie in Figur 12A am Beispiel eines durchdringenden HL-Strahles 6A dargestellt, kann dies etwa durch das Einbringen einer zur Durchdringrichtung angestellten, hier durchgehenden Sprengstoffschicht 45 in einem homogenen oder quasi-homogenen Ziel oder einer Zielkomponenten 44 geschehen. Das vor der pyrotechnischen Schicht 45 liegende Material ist mit 47, das dahinter liegende Material mit 47A bezeichnet. Dadurch wird bei einer HL-Bedrohungen im Falle von Glas- oder glasartigen Werkstoffen der Effekt des Kraterzusammenbruchs mit einer lateralen, durch eine Sprengstoffschicht bewirkten Druckbeaufschlagung (symbolisiert durch die Pfeile 48 bzw. 48A) mit einer entsprechenden Beschleunigung der Zielpartikel aus 47 und 47A gegen den durchdringenden Strahl kombiniert.

**[0059]** Der mit der Geschwindigkeit  $v$  auftreffende und mit der Geschwindigkeit  $u$ , die in grober Näherung bei den hier eingesetzten Materialien zwischen 50% und 60% der Auftreffgeschwindigkeit  $v$  liegt, durchdringende HL-Strahl 6A zündet die schräg eingebrachte Folie 45 im Berührungspunkt 45B. Die Detonationsfront in der Folie breitet sich mit einer Geschwindigkeit aus, die in der Größenordnung der HL-Strahlgeschwindigkeit liegt und durch die Pfeile 45A symbolisiert wird. Damit wird in dem Werkstoff 47 bzw. 47A eine Druckfläche ausreichend schnell aufgebaut, um den durchdringenden Strahl 6A mittels des in Richtung 48 und 48A beschleunigten Zielmaterials in Verbindung mit den Detonationsgasen lateral zu belasten und damit aus der Achse auszulenken.

**[0060]** Diese laterale Beschleunigung innerhalb eines

homogenen oder quasi-homogenen Werkstoffs in einem Winkel zur durchgehenden Bedrohung eingebrachten Sprengstoffschicht ist selbstverständlich nicht auf Glas oder glasartige Werkstoffe beschränkt. Damit können auch Materialien eingesetzt werden, die eine gute Wirkung gegen KE- und FK-Bedrohungen besitzen. Auch können die Vorder- und die Rückseite aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Ebenso sind schichtartige Aufbauten denkbar, die neben einer hohen Lateralbelastung durch ein unterschiedliches Material- bzw. Geschwindigkeitsverhalten eine besonders wirkungsvolle instationäre Belastung der Bedrohung bewirken.

**[0061]** Dass der in Figur 12A beschriebene Wirkmechanismus nicht auf Hohlleistungen beschränkt bleiben soll, kommt auch in dem in Figur 12B gezeigten Beispiel eines eindringenden Pfeilgeschosses 8 in einen Zielaufbau 49 mit eingebrachten pyrotechnischen Flächen 46 entsprechend Figur 12A zum Ausdruck. Die Anordnung 49 zeigt einen Aufbau, der aus einer Jalousie von begrenzten Sprengstoffflächen 46 besteht. Dies ist ein Beispiel aus der Vielzahl der Möglichkeiten des Einbringens derartiger pyrotechnischer Mittel in eine Schutzschicht bzw. eine Schutzanordnung. Diese kann sowohl aus einem quasi-homogenen Schutzmaterial bestehen oder, wie in Figur 12B beispielhaft dargestellt, aus verschiedenen Schichten unterschiedlicher Werkstoffe oder auch Schutzaufbauten 50, 51 und 52.

**[0062]** Nachdem bisher die grundsätzlichen leistungsmindernden Mechanismen beschrieben wurden, die bei der Gesamtschutzanordnung entsprechend der Erfindung u.a. herangezogen werden, stellen die Figuren 13 - 15 grundsätzliche Möglichkeiten der Optimierung bzw. Auslegung von Komponenten eines erfindungsgemäßen reaktiven (und eingeschränkt auch inert-dynamischen) Schutzaufbaus vor. So zeigt Figur 13 Beispiele für Variationsmöglichkeiten innerhalb des allgemein üblichen Sandwich-Aufbaus bzw. der Auslegung reaktiver oder inert-dynamischer Sandwichs. Dabei stellt die Anordnung 13A entsprechend Figur 3 ein angestelltes Bezugssandwich dar, und die Anordnung 13B repräsentiert die Möglichkeit der Variation des Anstellwinkels. Anordnung 13C zeigt die Möglichkeit der Variation der Sprengstoffdicke oder der Dicke der Beulplatteneinlage. Die Anordnung 13D zeigt ein Beispiel für die Möglichkeit der Variation der Belegungsdicke, und Anordnung 13E steht für asymmetrisch aufgebaute Sandwichs.

**[0063]** Figur 14 zeigt eine Reihe von Kombinationsmöglichkeiten von Werkstoffen für Sandwichbelegungen, wobei Anordnung 14A repräsentativ für symmetrisch ausgelegte metallische Belegungen mittlerer bis hoher Dichten ist. Anordnung 14B steht für asymmetrisch metallische Belegung aus Werkstoffen geringer Dichten. Anordnung 14C zeigt eine Möglichkeit für eine asymmetrische metallische Belegung aus Materialien unterschiedlicher Dichten und Dicken, Anordnung 14D eine asymmetrische metallische und/oder nicht-metallische Belegung unterschiedlicher Strukturen, Dichten und Dicken. Anordnung 14E ist als Beispiel für eine asymmetri-

sche oder auch mehrschichtige Belegung in Verbindung mit einem schichtartigen Sprengstofffolien-Aufbau zu verstehen.

**[0064]** Figur 15 zeigt Beispiele zum Erreichen von gewünschten Zerlegungseigenschaften am Beispiel der vorderen Belegung bzw. reaktive Zerlegungsmechanismen insbesondere unter Berücksichtigung der Verminderung oder Vermeidung der Struktur- und Gefechtsfeldbelastung durch einen erfindungsgemäßen Schutzaufbau. Entsprechende Überlegungen und Ausgestaltungen gelten selbstverständlich auch für rückseitige Belegungen. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass es sich bei diesen und bei den folgenden Aufbauten und Mechanismen um Bausteine handelt, die insbesondere in den Schutzzonen A und C von Gesamtschutzanordnungen entsprechend der Erfindung Anwendung finden können.

**[0065]** Anordnung 15A zeigt eine homogene Belegung 53, wobei diese Belegung aus einem beliebigen Material bestehen kann, das lediglich eine ausreichende Beschleunigungsfestigkeit aufweisen muss. Eine derartige Schicht kann selbstverständlich auch aus einzelnen Elementen (Kacheln) zusammengesetzt sein. Die Hauptausbreitungsrichtung wird durch den Pfeil 53A symbolisiert. Anordnung 15B ist mit einer bei dynamischer Belastung delaminierenden vorderen Belegung 54 versehen; die Hauptausbreitungsrichtung wird durch den Pfeil 54A symbolisiert. Anordnung 15C zeigt eine bei dynamischer Belastung fragmentierende vordere Belegung 55. Die entsprechend aufgefächerte Ausbreitung wird durch die beiden Pfeile 55A demonstriert. Anordnung 15D ist mit einer sich bei dynamischer Belastung auflösenden vorderen Belegung 56 versehen, und Anordnungsbeispiel 15E ist mit einer bei dynamischer Belastung zerfallenden/zerstäubenden vorderen Belegung 57 ausgestattet. Die hier breitere Auffächerung der Ausbreitungsrichtungen wird durch die Pfeile 57A symbolisiert.

**[0066]** Figur 16 zeigt Beispiele für eine ein- oder mehrschichtige bzw. mehrteilige Sprengstoffbelegung. Anordnung 16A weist eine stark asymmetrische Folienbelegung auf und Anordnung 16B zeigt einen entsprechenden Aufbau 58 mit doppelter Folienbelegung 59 und 59A, die aufeinander gelegt oder durch eine Schicht 60 getrennt sein können.

**[0067]** Anordnung 16C zeigt eine doppelte Folienbestückung 62 und 63 im vorderen und hinteren Bereich des Schutzaufbaus 61. Die Zwischenschicht 64 kann wiederum aus einem homogenen Material, aus Werkstoffen mit besonderen Eigenschaften (endballistische Wirkung, Dämpfung) oder einer Struktur bestehen. Selbstverständlich kann die Schicht 64 auch aus einer mehrstufigen Anordnung bestehen oder aus Materialien mit Einschlüssen hergestellt sein. Zum Erreichen einer hybriden Schutzleistung sollte diese Schicht 64 vorteilhaft auch eine hohe Effizienz gegen FK- und KE-Bedrohungen aufweisen. Diese grundsätzlichen Anordnungen finden sich in der Gesamtschutzanordnung entsprechend der Erfindung in den Zonen A und C wieder. Dabei können die einzelnen Module auch mit Trennfugen / Zwi-

schenschichten zur Vermeidung einer durchlaufenden Detonation versehen sein.

**[0068]** Die anhand der bisherigen Figuren erläuterten, sowohl die Schichten A, C und auch B betreffenden technischen Einzelheiten zum Aufbau und zur Wirkungsweise einzelner Schutzstrukturen oder Schutzkomponenten stellen die wesentlichen Grundbausteine für eine Gesamtschutzanordnung entsprechend der Erfindung dar. In den folgenden Figuren werden die der eingangs dargestellten Aufgabenstellung der Erfindung entsprechenden Lösungen für den Aufbau einer hybriden polyvalenten Gesamtschutzanordnung als grundsätzliche Beispiele für derartige Aufbauten näher erläutert.

**[0069]** So zeigt Figur 17 Ausführungsbeispiele für die Grundstruktur der Gesamtschutzanordnung entsprechend den Figuren 1A und 1B. Hier sind Modifikationen der reaktiven Schutzzone A (3) im Sinne eines vorderen reaktiven Schutzmoduls dargestellt. Aufgezeigt werden unterschiedliche Möglichkeiten des Einbringens der pyrotechnischen Einrichtung (in erster Linie Sprengstofffolien mit und ohne Belegungen) entsprechend den Figuren 1A und 1B im vorderen, mittleren oder hinteren Bereich der Zone A. Diese Zone kann auch in vertikaler Richtung mehrteilig / mehrschichtig aufgebaut sein (vgl. z.B. Figuren 4B, 16B und 16C).

**[0070]** In Figur 17A ist die pyrotechnische Schicht 66 zwischen den Schutzkomponenten 65 und 67 eingebracht, wobei 65 das nach außen/bedrohungsseitig zu beschleunigende Schutzmodul, 67 das strukturseitig wirkende Schutzmodul bzw. die Belegung von Schutzzone A darstellt. In dem Aufbau von Figur 17B (oberer Teil) liegt die pyrotechnische Fläche 68 unmittelbar vor der Schutzzone B. Dadurch wird eine möglichst dicke Schicht 65 gegen die Bedrohung beschleunigt. Außerdem wird ein Höchstmaß an Sprengstoffenergie der nachfolgenden Zone B mitgeteilt. Im unteren Teil des Aufbaus 17B wird ein Beispiel gezeigt, bei dem vor der Sprengstofffolie mehrere Platten mit oder ohne Zwischenraum liegen. In Aufbau 17C ist entsprechend Figur 12A die pyrotechnische Fläche schräg in A eingebettet. In Aufbau 17D ist ein Beispiel für die Schutzzone A entsprechend Anordnung 17C dargestellt, wobei sich die Schutzzone A bzw. das äußere reaktive Schutzmodul 3 hier aus mehreren, übereinander gestaffelten Einzelschutzmodulen 73 mit schräg eingelegten Sprengstofffolien 69A zusammensetzt.

**[0071]** Vergleichbare Überlegungen gelten auch für den Aufbau der Schutzzone C (selbstverständlich bei gespiegelten Aufbauten) für den Fall, dass diese ebenfalls reaktiv ausgelegt werden soll (angedeutet durch den gestrichelten Pfeil).

**[0072]** Figur 18 enthält, entsprechend Figur 17 für die Schutzzone A (und in übertragenem Sinn auch auf die Schutzzone C), Ausführungsbeispiele für die Grundstruktur der Gesamtschutzanordnung entsprechend den Figuren 1A und 1B. Es handelt sich um Modifikationen der inerten oder inert-dynamischen Schutzzone B, die in erster Linie für die Abwehr von KE- und FK-Bedrohungen

ausgelegt ist. Als einfachste Variante zeigt Aufbau 18A eine massive Platte bzw. eine homogene Struktur 74 aus einem metallischen oder nicht-metallischen Material oder aus einem quasi-homogenen Werkstoffgemisch mit oder ohne Einschlüsse, Einlagen oder eingebettete Körper. In Aufbau 18B ist das KE-Schutzmodul 4 (B) als dreischichtiger (zwei- oder mehrschichtiger) Aufbau 75 beliebiger Zusammensetzung ausgebildet. Hierbei kann es sich um einen losen oder festen Verbund metallischer und/oder nicht-metallischer Materialien handeln. Aufbau 18C zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Schutzzone B. Hier ist eine Jalousie 76 aus Beulanordnungen dargestellt, die jeweils einen inert-dynamisch wirksamen Schichtaufbau aus metallischen und/oder nicht-metallischen Werkstoffen aufweisen. In Aufbau 18D ist dieses Konstruktionsprinzip noch erweitert, indem zwei Beulplatten-Jalousien 76A und 76B gegenständiger Anordnung bzw. unterschiedlicher Winkelanstellung als KE- und HL-wirksames Schutzmodul 77 zum Einsatz kommen (vgl. Figur 8/8C). Die Beulplatten-Jalousien können in Tiefe, Anordnung, Anstellwinkel, Aufbau und Anzahl der Beulbleche variieren. Selbstverständlich sind alle bisherigen und die noch zu zeigenden Auslegungsbeispiele und Kombinationen auf Strukturen entsprechend Figur 1 B anzuwenden.

**[0073]** Es ist davon auszugehen, dass bei der Anwendung von Beulblech-Jalousien in der Mitte der Gesamtschutzanordnung und bei entsprechender Schutzauslegung eine Winkeländerung der Beulplatten während des Eindringens des durch die vordere, reaktive Komponente verzögerten bzw. vorgestörten Projektils erfolgt. Dadurch wird ein zusätzlicher Ablenkungseffekt erzeugt, der insbesondere bei längeren Projektilen (Pfeilgeschossen, mittlere und hintere Teile des Hohlladungsstrahls) eine Ablenkung oder eine erhöhte Zerstörung (Erosion) zur Folge hat.

**[0074]** Figur 19 veranschaulicht anhand weiterer prinzipieller Gestaltungs- bzw. Aufbaumöglichkeiten den praktisch unbegrenzten Spielraum bei der Auslegung einer Gesamtschutzanordnung entsprechend der Erfindung. Dargestellt sind am Beispiel der Schutzzone B Modifikationen, die auch die äußere Gestaltung bzw. den Aufbau der Schutzzone B betreffen. Grundsätzlich steht dieser Aufbau für Anordnungen mit gemischten Anstellwinkeln. Anordnung 19A zeigt ein Beispiel für die Ausgestaltung der inneren Schutzzone B der Gesamtschutzanordnung entsprechend den Figuren 1A und 1B mit einer Anordnung aus hier vier parallelen Beulblech-Anordnungen 80 im vorderen Bereich der Schutzzone A.

**[0075]** In Aufbau 19B erfolgt der Beulplattenschutz mittels einer jalousieartigen Anordnung 82, wobei sich im hinteren Bereich der Schutzzone B eine weitere Schutzfläche 83 befinden kann, die z.B. auch dämpfende Funktionen zur Verminderung von Strukturbelastungen besitzen kann. Weiterhin kann diese Schicht einen verzögernden Effekt auf den eventuell reaktiven Vorgang in der Schutzzone C bewirken. Durch einen verzögerten bzw. zeitlich gestaffelten Ablauf des reaktiven Vorgangs

in der Gesamtschutzanordnung kann die Schutzleistung erheblich gesteigert werden. Eine derartige zeitliche Steuerung der Auslösung reaktiver Komponenten erfolgt zum Beispiel direkt über die durchdringende Bedrohung. Es ist aber auch denkbar, dass ein getrenntes Ansteuern vorgesehen wird. Insbesondere bei KE-Bedrohungen ist diese Möglichkeit interessant, weil hier ein Zünden der Sprengfolie durch die Bedrohung nicht immer sichergestellt ist. In Aufbau 19C ist eine flächige Beulplatten-Anordnung 84 entsprechend Fig. 19A im vorderen Bereich der Schutzzone B mit einer Beulblech-Jalousie 82 im hinteren Bereich von B kombiniert.

**[0076]** Aufbau 19D zeigt ein Beispiel für eine Ausführungsform der Zone B mit einem zwischen einer vorderen, hier zweischichtigen Beulplatten-Anordnung 86 und einer hinteren Beulblech-Jalousie 85 eingebrachten Behälter 88. Dieser kann mit einem fließ- oder rieselfähigen Medium 89 gefüllt sein. Die Befüll- und Entleereinrichtung 90 ist ebenfalls schematisiert eingezeichnet. Zwischen der Schutzkomponenten 86 und dem Behälter 89 befindet sich ein Zwischenraum 87, damit des hintere Beulblech / die hintere beschleunigte Platte einen ausreichenden Bewegungsspielraum besitzt. Derartige Behälter oder Tanks 88 können selbstverständlich eine nahezu beliebige Form besitzen und die Schutzzone B teilweise oder ganz ausfüllen. Weiterhin kann 88 durchgehend einteilig ausgeführt sein oder aus einer Batterie von Behältern / Tanks bestehen, die ihrerseits wieder als abgeschlossene, bewegliche oder fest installierte Einheit ausgeführt sein können.

**[0077]** Es ist grundsätzlich auch eine Kombination von Beulblech-Sandwichs mit reaktiven Sandwichs denkbar. Dies wäre auch ein Beispiel für die Kombination der Schutzzone A und B und evt. noch C, indem die beiden Sandwich-Varianten abwechselnd oder gemischt in Variante 19A oder 19B eingebracht werden. Auf diese Weise kann z.B. auch eine Beulblech-Jalousie reaktiv/inert/inert-dynamisch gemischt werden, um eine Schutzkomponente mit relativ geringer Sprengstoffmasse, guter Dämpfung der beschleunigten Elemente und geringer Bautiefe zu realisieren. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Sandwichs kann dabei entweder mit Luft gefüllt sein oder einem Medium, welches zwar gute Dämpfungs- und auch bestimmte mechanische Eigenschaften z.B. zum Aufbau eines eigenstabilen Körpers bildet, die Bewegung der reaktiven oder inert-dynamischen Teile jedoch nicht behindert.

**[0078]** Figur 20 zeigt zwei hybride polyvalente Panzerungen 91 und 95 als Modifikationen der Gesamtschutzanordnung entsprechend den Figuren 1A und 1B, bei denen die Schutzmodule schräg / abgewinkelt angeordnet sind oder nicht alle oben genannten Schutzzone in klarer Ausprägung enthalten. Die Darstellung in Figur 20A ist dabei repräsentativ für eine Konstellation aus Schutzzone beliebiger Formausprägung und in beliebiger Kombination (in diesem Fall ohne eine Schutzzone C) 91. In der Darstellung wird der Abstand der Schutzzone B als hintere Schutzzone (vornehmlich zur KE-Ab-

wehr) von der Fahrzeugwand 2 durch eine Befestigung / Montageeinrichtung 93 als Abstandhalter wahrgenommen, wobei auch eine im Winkel variierebare Montage denkbar ist. Dies kann z.B. durch eine in Punkt 93A angebrachte Dreheinrichtung realisiert werden. Die Einrichtung 93 müsste dann mit einer Arretierung für 91 versehen sein. Die vordere Schutzzone 92 (Zone A), in diesem Fall aus antiparallelen Begrenzungsflächen gebildet, dient insbesondere der HL- und FK-Abwehr und ist daher in erster Linie (aber nicht zwingend) als reaktive Einheit zu verstehen. Durch den Verzicht auf eine dritte Schutzzone bzw. durch das Einbringen eines Zwischenraums an dieser Position kann bei modularem Aufbau des Gesamtschutzes ggf. die Bautiefe und das Flächengewicht der Gesamtschutzanordnung verringert und ein der Bedrohung angepasstes Schutzverhalten/Schutzpotential geschaffen werden.

**[0079]** Entsprechende Überlegungen gelten für die Schutzzone C der Gesamtschutzanordnung 95 in Figur 20B, bei der der Fahrzeugstruktur 2 (Zone D) die Schutz- zonen 96 als erste bedrohungsseitige Zone (reaktiver HL-Schutz in Kombination mit inertem bzw. inert-dynamischen KE-Schutz, Schutzzone A/B) und 97 als der Zone A/B folgende Schutzzone C mit an der Fahrzeugstruktur anliegender Rückwand und abgewinkelter Vorderseite (reaktiver, inerter oder inert-dynamischer Schutz) vorgeschaltet sind.

**[0080]** Die Beispiele in den Figuren 17 - 20 dienen der Erläuterung grundsätzlicher Ausgestaltungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Schutz-zonen von Gesamtschutzanordnungen entsprechend der Erfindung. In Ergänzung hierzu und auch zum Beleg für die nahezu uneingeschränkten Gestaltungsmöglichkeiten der der vorliegenden Erfindung zugrunde liegenden Aufbauten wird in den Figuren 21 - 26 eine Reihe weiterer technischer Varianten in Verbindung mit konstruktiven Variationsmöglichkeiten aufgezeigt.

**[0081]** So zeigt Figur 21 eine hybride polyvalente reaktive Gesamtschutzanordnung 98, bei der die innere Schutzzone B ebenfalls als reaktives, insbesondere auch KE-wirksames, Modul 99, ausgebildet ist. Es besteht aus einem inert auch allein hochwirksamen Material bzw. einem glasartigen Stoff mit dem Effekt eines Kraterzusammenbruchs mit abgewinkelten hinteren Flächen und anschließender pyrotechnischer Einrichtung 101 bzw. 101A und dem beschleunigten Element 102 bzw. 102A vor einem Hohlraum 103 als Dissipationszone (vgl. Figuren 12A und 17/17C). Das Modul 99 ist bei diesem Beispiel in zwei Komponenten mit dazwischen liegender Dämpfung 100 unterteilt. Die Schutzzone C ist als Dämpfungsschicht mit einer stegartigen Struktur 104, z.B. einer Blechstruktur oder auch einer gefalteten Beulblechanordnung, ausgebildet. Diese Struktur soll eine puffernde oder Energie umsetzende bzw. verzehrende (absorbierende) Eigenschaften besitzen.

**[0082]** Das Prinzip der hier dargestellten Gesamtschutzanordnungen eignet sich, wie bereits erwähnt, in besonderer Weise zur Adaption an oder in vorgegebene

Strukturen bzw. Fahrzeugoberflächen, um deren Schutzleistung sicherzustellen oder ihren Schutz gegen weitere Bedrohungen zu ergänzen. So setzt sich bei Figur 22 die vordere Schutzzone A der reaktiven hybriden Gesamtschutz-Anordnung 105 entsprechend den Figuren 1A und 1B aus inertem Vorpanzerungs-Modulen 107 mit nachfolgenden reaktiven Sandwichs 106 zusammen. Zwischen 106 und 107 befindet sich ein Freiraum, um der vorderen beschleunigten Komponenten von 106 einen entsprechenden Bewegungsspielraum zu sichern. Diese Schutzkomponenten werden von einem Tragsystem bzw. einer Aufhängevorrichtung 108 in Position gehalten oder bei Bedarf an der rückwärtigen Komponente 109 angebracht. Die Schutz-zonen B, C und D sind bei diesem Beispiel in einer Schutzkomponenten 109 zusammengefasst. Diese ist so auszulegen bzw. aus einem derartigen Material zu wählen, dass in Verbindung mit der vorderen Komponenten ein ausreichender Gesamtschutz gewährleistet ist.

**[0083]** Gesamtschutzanordnungen entsprechend der Erfindung eignen sich auch für reaktive Komponenten, welche zur Zündung eine Hilfseinrichtung (z.B. mittels Fremdzündung) benötigen. Eine Auslösung der reaktiven Komponenten kann im einfachsten Fall durch eingebrachte Auslösefolien oder Auslösegitter erfolgen, bei aufwendigeren Lösungen mittels Detektoren für einen gesteuerten oder in der höchsten Ausbaustufe programmgesteuerten Einsatz.

**[0084]** So zeigt Figur 23 ein Beispiel für eine hybride polyvalente Gesamtschutzanordnung 110, bei der die Zone A auf der Vorderseite oder ihrer Rückseite mit Einrichtungen zur Fremdzündung der folgenden Sprengstofffolien versehen ist. Damit kann sowohl eine reaktive Komponente der Zone A als auch, wie an dem vorliegenden Beispiel aufgezeigt, eine (eventuell weitere) reaktive Einrichtung der Zone B (oder auch C) gesteuert werden. Das vorgeschalteten Auslöse(Kontakt)-Gitter 111 oder die auf der Rückseite von A angebrachten Einzelgitter (bei modularer Bauweise der Zone B) dient der Initiierung der Sprengstofffolien 116 (getrennt oder gruppiert) mit vorgeschalteter beschleunigter Schicht 115. Die Schutzzone B aus einem auch KE-wirksamen Schutzmaterial 99 weist eine schräge Frontfläche auf, sodass ein Abstand als Stör-raum / Dissipationszone zwischen den Zonen A und B eingeschlossen wird. In der Darstellung befindet sich zwischen dem Schutzmaterial 99 und der hinteren Schutzzone D eine Dämpfung 117. Daran schießt sich eine kombinierte Schutzzone C/D an.

**[0085]** Das Auslösen der reaktiven Komponenten kann auch mittels eines Nahsensors 112 und/oder einer Signalleitung 109A erfolgen, die ggf. verzögerte Signale an eine modulare Auslösevorrichtung 113 oder eine Zündeinrichtung 114 sendet. Die Schutzzone A kann auch als inerte Vorpanzerung bzw. vorgelagerte Schicht ausgebildet sein.

**[0086]** In Figur 24 ist eine Gesamtschutzanordnung 118 entsprechend den Figuren 1A und 1B mit reaktiver, zerlegender Schutzzone A, ausgelegt als reaktives

Sandwich, dargestellt, bei der der Wirksamkeit einer nachfolgenden erweiterten Dissipationszone Rechnung getragen wird. Der durch die pyrotechnische Einrichtung / Sprengstoffolie 116 beschleunigten vorderen Schicht 119 folgt eine delaminierende und/oder fragmentierende innere Belegung 120 innerhalb der Schutzzone A, so dass sich die in Figur 5 und Figur 6 dargestellten Mechanismen bezüglich der Schutzleistung ergänzen, während das Projektil in die Dissipationszone 121 eintritt. Für diese ist eine Schicht 122 zur Unterstützung oder Zerlegung / Ablenkung und zur Dämpfung eingebracht. Als Restwirkungszone vor der tragenden Struktur 2 ist in diesem Fall eine Beuljalousie 123 vorgesehen.

**[0087]** Das Prinzip eines modularen Aufbaus, auch in Verbindung mit einer erweiterten Dissipationszone wird u.a. auch in Figur 25 verfolgt. Es handelt sich hierbei um eine hybride polyvalente Gesamtschutzanordnung 124 in vollständig aufgelöster Bauweise. So enthält diese Schutzanordnung 124 die Möglichkeit der Abstandsverlängerung / Einstellung mittels eines Schiebemechanismus 125 für die vorderen Schutzmodule 126 und 127 (die inert oder inert-dynamisch ausgebildet sein können) in einer kastenartigen Vorrichtung 131. Die Verschieberichtung wird durch die Pfeile 128 dargestellt. Die kasten- oder rahmenartige Tragstruktur ergibt zudem eine weitere Möglichkeit der Abstandsänderung innerhalb der Schutzvorrichtung, die durch die Pfeile 129 angedeutet wird. An die Schutzkomponenten 126 und 127 schließt sich als Dissipationszone ein sich entsprechend veränderlicher Freiraum 130 an. Die gesamte Schutzanordnung kann zudem als modularer Vorbau ausgebildet sein, indem sie an den Befestigungselementen 132 erst bei Bedarf montiert wird.

**[0088]** Über einen möglichst langen Zeitraum tragfähige Schutzkonzepte, insbesondere bei leichteren oder leichten gepanzerten Fahrzeugen, müssen nicht nur ein möglichst breites Spektrum denkbarer Bedrohungen abfangen, sondern auch ein Höchstmaß an Flexibilität und Nachrüstmöglichkeiten aufweisen. Ein Lösungsansatz zur Erfüllung dieser Forderungen besteht darin, die Fahrzeuge nur im Falle eines bevorstehenden Einsatzes z.B. reaktiv zu bestücken. Dieses Prinzip kann auch auf massereiche Panzerungskomponenten ausgedehnt werden, um die Schutzmasse eines Fahrzeugs außerhalb der Einsatzzeiten gravierend zu senken. Auch für den Transport, insbesondere den Lufttransport, kann dies sehr vorteilhaft sein. Bei begrenzter Bautiefe ist es bei einer Reihe hier gezeigter Beispiele möglich, die hintere Schutzzone C mit der fahrzeugseitigen Zone D zu kombinieren (vgl. z.B. Figuren 7, 8, 10-12, 22-23). Eine modulare, aufgelöste Form des Einsatzes von Schutzkomponenten entsprechend der Erfindung ermöglicht aber auch eine rasche Anpassung an sich ändernde Schutzanforderungen oder neue Technologien.

**[0089]** So zeigt Figur 26 eine Anordnung 133 entsprechend den Figuren 1A und 1B mit einschiebbaren / auswechselbaren Modulen als weitere grundsätzliche konzeptionelle Ausführungsmöglichkeit der erfindungsge-

mäßen Gesamtschutzanordnung. Die Schutzzone C ist hier als tragende Struktur 140 für die Schutzzone A, B und D ausgebildet, die in diesem Beispiel durch eine modulare reaktive Vorpanzerung (Schutzzone A) und eine nachfolgenden Beulblechjalousie (Schutzzone B) gebildet werden. In der Darstellung ist die Panzerung mit Aufnahme-fächern bzw. Trennwänden / Einschüben 136, 137 und 139 für die einzelnen Schutzmodule versehen. Diese bestehen z.B. aus einer vorderen, reaktiven Zone 134 mit den reaktiven Modulen 134A, einem als inert-dynamischen Modul (z.B. einer Beulblechjalousie) ausgelegten Einschub 138 und einer hinteren Restleistungszone 141. Die reaktiven Module 134A können zusätzlich durch Dämpfungsschichten 135 voneinander getrennt sein. Selbstverständlich ist die Kombination dieser Elemente entsprechend dem Einsatzszenario variabel. Derartige Anordnungen gestatten es, in den ganz überwiegenden Zeiten, bei denen das Fahrzeug nicht mit reaktiven oder auch massereichen Modulen bestückt sein muss, im Verhältnis zum Schutzniveau extrem leichte Strukturen zu ermöglichen. Dieses Konzept bietet auch die Möglichkeit, auf ein veränderliches Bedrohungsspektrum mit entsprechenden Modulen zu reagieren. Dabei sind nur die Schutzmodule einzusetzen, die für die Realisierung eines Schutzniveaus oder die Erfüllung einer bestimmten Mission benötigt werden.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### [0090]

- |    |                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1A | hybride polyvalente Gesamtschutzanordnung mit vornehmlich vertikalen Zonen     |
| 1B | hybride polyvalente Gesamtschutzanordnung mit abgewinkelten Zonen              |
| 1C | hybride polyvalente Gesamtschutzanordnung mit teilweise abgewinkelten Zonen    |
| 2  | Fahrzeug / Objektwand / Restwirkungszone                                       |
| 3  | vordere (reaktive) Schutzzone                                                  |
| 4  | innere Schutzzone (inert, inert-dynamisch, reaktiv)                            |
| 5  | hintere Schutzzone (inert, inert-dynamisch oder reaktiv)                       |
| 6  | Hohlladungsbedrohung (HL)                                                      |
| 6A | HL-Strahl                                                                      |
| 7  | Bedrohung durch projektilbildende Ladungen (FK)                                |
| 7A | P-Ladungs-Projektil                                                            |
| 8  | Bedrohung durch aerodynamisch stabilisierte Wuchtgeschosse (APFSDS)            |
| 8A | in Beulanordnung 30 abgelenktes Geschoss 8 nach Lateralbeschleunigung durch 14 |
| 8B | ungestörtes Restprojektil                                                      |
| 8C | zerstörter / abgelenkter Teil von 8 nach Durchdringen von 15                   |
| 8D | an 15 abgelenktes Geschoss 8                                                   |
| 8E | in 28/29 abgelenktes Geschoss                                                  |
| 9  | Bedrohung durch drallstabilisierte Wuchtge-                                    |

|      |                                                   |    |     |                                               |
|------|---------------------------------------------------|----|-----|-----------------------------------------------|
|      | schosse (AP, APDS)                                |    | 38A | glasartiger Werkstoff begrenzter Dicke        |
| 9A   | durch 14 abgelenktes (zerstörtes) Kernge-         |    | 38B | durch 43 rückseitig gestützte Komponente 38A  |
|      | schoss                                            |    | 39  | Druckfeldgrenze                               |
| 9B   | durch 15 abgelenktes (zerstörtes) Kernge-         |    | 39A | Ausbreitungsrichtung der Druckfeldgrenze 39   |
|      | schoss                                            | 5  | 40  | Implosionsdruck symbolisierende Pfeile        |
| 10   | Bedrohung durch Splitter                          |    | 41  | Ausbreitungsrichtung des ausbrechenden Kra-   |
| 11   | Seitenansicht eines Fahrzeugs mit schutzrele-     |    |     | termaterials                                  |
|      | levanten Flächen                                  |    | 42  | Zielaufbau, gebildet aus einem glasartigen    |
| 12   | Ansicht von oben eines Fahrzeugs mit schutz-      |    |     | Werkstoff 38A mit Abstützung 43               |
|      | relevanten Flächen                                | 10 | 43  | Stützschiicht                                 |
| 13   | reaktives Sandwich                                |    | 44  | Festkörper-Modul mit schräg eingebrachter py- |
| 13A  | ursprüngliche Position von 13                     |    |     | rotechnischer Fläche                          |
| 14   | vordere Schutzkomponente von 13                   |    | 45  | Sprengstoffschiicht / Detonationsfolie in 44  |
| 15   | hintere Schutzkomponente von 13                   |    | 45A | Ausbreitungspfeil für Detonationsfront in 45  |
| 16   | pyrotechnische Belegung / Sprengstoff Spreng-     | 15 | 45B | Berührungspunkt zwischen 6A und 45            |
|      | stofffolie                                        |    | 46  | Sprengstofffolien-Elemente entsprechend 45    |
| 17   | Bewegungsrichtung von 14                          |    | 47  | quasi homogenes Zielmaterial vor Sprengstoff- |
| 18   | Bewegungsrichtung von 15                          |    |     | schicht 45                                    |
| 19   | beschleunigte Platten                             |    | 47A | quasi homogenes Zielmaterial hinter Spreng-   |
| 20   | tragende Schutzstruktur                           | 20 |     | stoffschicht 45                               |
| 21   | vorgelagertes reaktives Sandwich entspre-         |    | 48  | Wirkpfeil für laterale Bedrohungsbelastung    |
|      | chend 13                                          |    |     | durch 45 in Kombination mit 47                |
| 21 A | vorderes Sandwich einer 20 vorgelagerten Tan-     |    | 48A | Wirkpfeil für laterale Bedrohungsbelastung    |
|      | dem-Reaktivanordnung                              |    |     | durch 45 in Kombination mit 47A               |
| 21B  | hinteres Sandwich einer 20 vorgelagerten Tan-     | 25 | 49  | Beispiel für mehrschichtigen Aufbau mit inte- |
|      | dem-Reaktivanordnung                              |    |     | griertem Modul entsprechend 44                |
| 21C  | hinter 20 angeordnetes Reaktiv-Sandwich           |    | 50  | jalousieartige Sprengstoffelemente in 49      |
| 22   | vorderes aufgelegtes / in 20 integriertes reakti- |    | 51  | 50 vorgelagerte Schutzfläche                  |
|      | ves Sandwich                                      |    | 52  | 50 nachfolgende Schutzfläche                  |
| 22A  | hinteres aufgelegtes / in 20 integriertes reakti- | 30 | 53  | vordere Komponente eines reaktiven Sonder-    |
|      | ves Sandwich                                      |    |     | aufbaus                                       |
| 23   | Verbindungsschiicht / Befestigungsschiicht /      |    | 53A | Hauptausbreitungsrichtung von 53              |
|      | Dämpfungsschiicht / Abstandhalter                 |    | 54  | delaminierende vordere Komponente eines re-   |
| 24   | Wirkpfeil der Lateralstörung durch 14             |    |     | aktiven Sonderaufbaus                         |
| 24A  | Wirkpfeil der Lateralstörung bei mitlaufender     | 35 | 54A | Ausbreitungsrichtung von 54                   |
|      | Platte 15                                         |    | 55  | fragmentierende vordere Belegung eines reak-  |
| 25   | Stößel von 6A                                     |    |     | tiven Sonderaufbaus                           |
| 26   | ungestörte Strahlspitze                           |    | 55A | Ausbreitungsrichtung von 55                   |
| 27   | abgelenkter mittlerer Strahlteil von 6A bei ge-   |    | 56  | sich auflösende vordere Belegung eines reak-  |
|      | genläufiger Platte 14                             | 40 |     | tiven Sonderaufbaus                           |
| 27A  | abgelenkter Strahlteil bei 15                     |    | 56A | Ausbreitungsrichtung von 56                   |
| 27B  | in 38A abgelenkter Strahlteil                     |    | 57  | zerstäubende vordere Belegung eines reakti-   |
| 28   | Beulplattenanordnung mit abgelenktem Ge-          |    |     | ven Sonderaufbaus                             |
|      | schoss 8E                                         |    | 57A | Ausbreitungsrichtung von 57                   |
| 29   | vordere Wirkkomponente von 28                     | 45 | 58  | Schutzanordnung mit doppelter Sprengfolie     |
| 30   | hintere Wirkkomponente von 28                     |    | 59  | vordere Sprengfolie in 58                     |
| 31   | Beuleinlage                                       |    | 59A | hintere Sprengfolie in 58                     |
| 32   | durch 31 beschleunigter Krater rand von 29        |    | 60  | Trennschiicht zwischen 59 und 59A             |
| 33   | durch 31 beschleunigter Krater rand von 30        |    | 61  | Schutzaufbau mit zwei Sprengfolien und dicker |
| 34   | laterale Störkraft von 32 symbolisierender Pfeil  | 50 |     | Zwischenschiicht 64                           |
| 34A  | laterale Störkraft von 33 symbolisierender Pfeil  |    | 62  | vordere Sprengfolie in 61                     |
| 35   | Beulblech-Jalousie aus zwei Sandwichs 21          |    | 63  | hintere Sprengfolie in 61                     |
| 36   | von 6A erzeugter Krater                           |    | 64  | Zwischenschiicht zwischen 62 und 63           |
| 36A  | zusammenbrechender Krater                         |    | 65  | gegen die Bedrohung beschleunigtes Schutz-    |
| 36B  | Krater bei Eindringen einer P-Ladung              | 55 |     | modul von 3                                   |
| 36C  | Krater bei Eindringen einer KE-Bedrohung          |    | 66  | Sprengfolie                                   |
| 37   | den Krater 36 umgebendes Druckfeld in 38          |    | 67  | fahrzeugseitig / in Richtung 4 und/oder 5 be- |
| 38   | quasi halbbunendlicher glasartiger Werkstoff      |    |     | schleunigte Komponente                        |

|      |                                                                                                                                                |         |                                                                                                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 68   | an 4 anliegende Sprengfolie / innen angeordnete Sprengfolie von 3                                                                              | 102A    | Blech / beschleunigte Schicht                                                                                                                                       |
| 69   | schräg angeordnete Sprengfolie in 3                                                                                                            | 103     | Freiraum hinter reaktiver Komponente                                                                                                                                |
| 69A  | schräg angeordnete Sprengfolie bei modularer Bauweise                                                                                          | 104     | gefaltete Blechstruktur / Beulblechanordnung / Dämpfungszone                                                                                                        |
| 70   | 69 vorgelagertes Material von 3                                                                                                                | 5 104A  | Kassette für 104                                                                                                                                                    |
| 71   | hintere Belegung von 69                                                                                                                        | 105     | Beispiel für eine hybride polyvalente reaktive Gesamtschutz-Anordnung mit modularer Schutzzone A und inerter Vorpanzerung sowie einer kombinierten Schutzzone B/C/D |
| 72   | modularer Aufbau von 3                                                                                                                         | 106     | reaktives Sandwich in 105                                                                                                                                           |
| 73   | einzelne, übereinander angeordnete Module von 72                                                                                               | 107     | Vorpanzerung                                                                                                                                                        |
| 74   | inertes Schutzmodul (Platte)                                                                                                                   | 108     | Befestigung / Aufhängevorrichtung                                                                                                                                   |
| 75   | 4 als mehrschichtiges inertes KE-Schutzmodul                                                                                                   | 109     | B/C/D repräsentierende Schutzplatte                                                                                                                                 |
| 76   | 4 als Beulblech-Jalousie                                                                                                                       | 109A    | Zündleitung / Signalleitung                                                                                                                                         |
| 76A  | vordere Beulblechjalousie von 77                                                                                                               | 15 110  | Gesamtschutzanordnung mit Auslösevorrichtung für die reaktive Komponente und einfacher (A) / doppelter reaktiver Anordnung (A und B)                                |
| 76B  | hintere Beulblechjalousie von 77                                                                                                               | 111     | Auslöse- / Kontaktgitter                                                                                                                                            |
| 77   | 4 als zwei gegenläufig / gegenständig angeordnete Beulblech-Jalousien                                                                          | 112     | Nahsensor                                                                                                                                                           |
| 78   | Trennfläche zwischen 76A und 76B                                                                                                               | 113     | modulare Auslösevorrichtung                                                                                                                                         |
| 79   | inneres Schutzmodul in Anordnung 1C mit nicht parallelen Außenflächen                                                                          | 20 114  | Zündeinrichtung                                                                                                                                                     |
| 80   | mehrstufiger (hier vierstufiger) Beulplattenbereich in 79                                                                                      | 115     | Blech / beschleunigte Schicht                                                                                                                                       |
| 81   | Hohlraum in 79                                                                                                                                 | 116     | Sprengstoffolie                                                                                                                                                     |
| 82   | Jalousie aus Beulplatten in 79                                                                                                                 | 117     | Dämpfungsschicht                                                                                                                                                    |
| 83   | hinteres Schutzmodul/Dämpfungsvorrichtung/Dissipationszone in 79                                                                               | 25 118  | Beispiel für eine hybride polyvalente reaktive Gesamtschutzanordnung mit reaktiver Vorstufe, mittlerem Schutzblech und Abfangstruktur / Beulblech-Jalousie          |
| 84   | vorderer, dreistufiger Beulplattenbereich in 79                                                                                                | 119     | zerlegende / delaminierende / fragmentierende vordere Abdeckung                                                                                                     |
| 85   | hintere Beulplattenjalousie in 79                                                                                                              | 120     | zerlegende / delaminierende / fragmentierende hintere Abdeckung                                                                                                     |
| 86   | zweistufiger vorderer Beulplattenbereich in 79                                                                                                 | 121     | Hohlraum                                                                                                                                                            |
| 87   | Zwischenraum zwischen 86 und 88                                                                                                                | 30 122  | in 121 eingebrachte Schutz / Dämpfungsschicht                                                                                                                       |
| 88   | Innenbehälter, Tank                                                                                                                            | 123     | Trennfläche bei adaptierbaren Schutzzonen                                                                                                                           |
| 89   | Liquid, rieselfähige Füllung                                                                                                                   | 124     | Beispiel für eine hybride polyvalente reaktive Gesamtschutzanordnung mit verschiebbaren Zonen / Komponenten und lösbarer, verschiebbarer Montagevorrichtung         |
| 90   | Befüll / Entleereinrichtung                                                                                                                    | 35 125  | Verschiebe- / Haltevorrichtung für die reaktiven oder inerten bzw. inertdynamischen Komponenten 126 und 127                                                         |
| 91   | hybride polyvalente Reaktivpanzerung, abgewinkelt angeordnete Schutzmodule beliebiger Formausprägung und Kombination (hier ohne Schutzzone C)  | 126     | vordere Schutzkomponente von 124                                                                                                                                    |
| 92   | vorderes Schutzmodul / Schutzzone von 91, mit nicht parallelen Flächen                                                                         | 127     | innere Schutzkomponente von 124                                                                                                                                     |
| 93   | Befestigungsvorrichtung für 91                                                                                                                 | 40 128  | Bewegungsrichtung von 125                                                                                                                                           |
| 93A  | Drehpunkt / Drehachse / bewegliche Befestigung                                                                                                 | 129     | Bewegungsrichtung der Einzelkomponenten 126 und 127 in 125                                                                                                          |
| 94   | Hohlraum                                                                                                                                       | 130     | veränderlicher Freiraum                                                                                                                                             |
| 95   | hybride polyvalente Reaktivpanzerung mit abgewinkelt angeordneten Schutzmodulen beliebiger Formgebung und Kombination (hier ohne Schutzzone A) | 50 131  | Kasten / Rahmen für 125 oder 126 bzw. 127                                                                                                                           |
| 96   | kombinierte Schutzzone A/B in 95                                                                                                               | 132     | Befestigungsvorrichtung                                                                                                                                             |
| 97   | Schutzzone C in 95                                                                                                                             | 133     | Gesamtschutz mit Einschubvorrichtungen (Boxen) für die Schutzkomponenten und innen liegender Tragstruktur 140                                                       |
| 98   | Gesamtschutz-Anordnung mit reaktiver Zone B und Zone C als Dämpfung                                                                            | 134     | reaktive Zone                                                                                                                                                       |
| 99   | Hohlladungen, Flachkegelladungen und KE-Geschosse abwehrendes Material                                                                         | 55 134A | reaktives Modul vor 134                                                                                                                                             |
| 100  | Trennfläche, Schockdämpfungsschicht zwischen 99 und 99A                                                                                        | 135     | Trenn- bzw. Dämpfungsschicht                                                                                                                                        |
| 101  | Sprengstoffolie                                                                                                                                | 136     | vordere Kammer / Box / Montageeinrichtung für 134A                                                                                                                  |
| 101A | Sprengstoffolie                                                                                                                                |         |                                                                                                                                                                     |
| 102  | Blech / beschleunigte Schicht                                                                                                                  |         |                                                                                                                                                                     |

- 137 Trennwand  
 138 Einschub, z.B. gebildet aus einer Beulblech-Jalousie  
 139 Kammer / Box / Montageeinrichtung für 141  
 140 Tragstruktur für 133  
 141 Einschub für 139

### Patentansprüche

1. Gesamtschutzanordnung (1 A, 1 B, 1 C) gegen Bedrohungen (6-10), wie Hohlladungen, Flachkegelladungen, Wuchtgeschosse und Splitter, die an einer zu schützenden Struktur (2) beliebiger Neigung angebracht oder in diese integriert werden kann, bestehend aus einem vom Auftreffwinkel der Bedrohung weitgehend unabhängigen und der Bedrohung anzupassenden Schichtaufbau von getrennt wirksamen oder sich in ihrer Schutzwirkung ergänzenden, starren oder beweglichen Zonen (3, 4, 5), welche eine vordere, der Bedrohung zugewandte Schutzzone (3), die innere, gegenüber der Bedrohung geneigte reaktive Komponenten aufweist, eine innere strukturierte, inerte oder reaktive Schutzzone (4) und eine hintere Schutzzone (5) auf der der zu schützenden Struktur (2) zugewandten Seite der inneren Schutzzone (4), wobei die hintere Schutzzone (5) als reaktive Schutzzone oder als inerte oder inert-dynamische Schutzzone ausgebildet ist, enthalten,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die innere Schutzzone (4) aus einer Struktur besteht, die eine oder mehrere zur Oberfläche nicht-parallele, ein- oder mehrteilige pyrotechnische Schicht(en) / Sprengstoffolie(n) enthält;  
**dass** die innere Schutzzone (4) wenigstens einen Zwischenraum (87) enthält, in dem reaktiv gegeneinander beschleunigte Elemente zusammentreffen, wobei der wenigstens eine Zwischenraum (87) mit dämpfenden Materialien / Elementen / Strukturteilen gefüllt ist; und  
**dass** in die vordere und/oder die hintere reaktive Schutzzone (3, 5) pyrotechnische Schutzmechanismen eingebracht werden, die gegenüber der Gesamtschutzanordnung schräg angeordnete Sprengstoffolien oder -schichten (69, 69A) sind.
2. Gesamtschutzanordnung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die innere Schutzzone (4) eine Beulplattenanordnung darstellt.
3. Gesamtschutzanordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die innere Schutzzone (4) aus einem strukturierten, metallischen oder nicht-metallischen Material, einem Gemisch oder Gemenge, einer gitterartigen Struktur, einem Gelege oder einem Presskörper aufgebaut ist.

4. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Schutzzone (3, 4, 5) modular aufgebaut sind.
5. Schutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Schutzzone (3, 4, 5) ganz oder teilweise fest oder lösbar miteinander verbunden sind.
6. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die pyrotechnischen Komponenten über eine Zündeinrichtung (114), einen Kontakt, ein Auslösegitter (111) oder einen Sensor (112) initiiert werden.
7. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der pyrotechnische Schutzmechanismus aus einer geometrischen Struktur besteht.
8. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Sprengstoffolie in Richtung der auftreffenden Bedrohung (6-10) eine das Initiieren unterstützende Schicht in Form einer mit Bohrungen oder Rillen versehenen, metallischen oder nicht-metallischen Schicht vorgeschaltet ist.
9. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der pyrotechnische Schutzmechanismus einschiebbar, entfernbar, beweglich und/oder austauschbar ist.
10. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die innere Schutzzone (4) aus einem dynamisch harten, kompressiblen Stoff (z.B. Polymer, metallischer oder nicht-metallischer Schaum, Presskörper, Kunstholz, Gewebe) besteht oder einen solchen Stoff enthält.
11. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die innere Schutzzone (4) aus einem plastisch verformbaren oder flüssigkeitsähnlichen Stoff besteht oder mit einem rieselfähigen Medium gefüllt ist.
12. Gesamtschutzanordnung nach einem der Anspruch

1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die innere Schutzzone (4) aus einer Beulbleche enthaltenden ein- oder mehrschichtigen Struktur besteht.

13. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Schutzzonen (3, 4, 5) mit Elementen zur Winkeländerung, Drehung und/oder Abstandsänderung versehen sind.

14. Gesamtschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Gesamtschutzanordnung oder Teile davon drehbar / schwenkbar / kippbar / verschiebbar angeordnet sind.

## Claims

1. Total protection arrangement (1 A, 1 B, 1 C) against threats (6-10), such as shaped charges, flat cone charges, kinetic energy projectiles and fragments, which arrangement may be mounted on a structure (2) of any inclination to be protected or may be integrated therein, comprising a layered construction, largely independent of the angle of impact of the threat and to be adapted to the threat, of rigid or movable zones (3, 4, 5) that are separately effective or that complement each other in their protective effect, which zones contain a front protective zone (3) facing the threat and having inner reactive components inclined with respect to the threat, an inner structured, inert or reactive protective zone (4) and a rear protective zone (5) on the side of the inner protective zone (4) facing the structure (2) to be protected, wherein the rear protective zone (5) is in the form of a reactive protective zone or an inert or inert-dynamic protective zone,  
**characterised in that**  
the inner protective zone (4) comprises a structure that contains one or more single-part or multi-part pyrotechnic layer(s) / explosive foil(s) non-parallel to the surface;  
the inner protective zone (4) contains at least one gap (87), in which elements reactively accelerated towards one another collide, wherein the at least one gap (87) is filled with damping materials / elements / structure parts; and  
pyrotechnic protective mechanisms, which are explosive foils or explosive layers (69, 69A) arranged obliquely with respect to the total protection arrangement, are incorporated in the front and/or the rear protective zones (3, 5).

2. Total protection arrangement according to Claim 1,  
**characterised in that**  
the inner protective zone (4) represents a buckling plate arrangement.

3. Total protection arrangement according to Claim 1 or 2,  
**characterised in that**  
the inner protective zone (4) is constructed from a structured metallic or non-metallic material, a composite or a conglomerate, a lattice-like structure, a grid structure or a compacted body.

4. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 3,  
**characterised in that**  
the protective zones (3, 4, 5) are of modular construction.

5. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 4,  
**characterised in that**  
the protective zones (3, 4, 5) are wholly or partially permanently or releasably joined to one another.

6. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 5,  
**characterised in that**  
the pyrotechnic components are initiated by way of an ignition device (114), a contact, a tripping grid (111) or a sensor (112).

7. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 6,  
**characterised in that**  
the pyrotechnic protective mechanism comprises a geometric structure.

8. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 7,  
**characterised in that**  
a layer assisting the initiation in the form of a metallic or non-metallic layer provided with bores or grooves is connected upstream of the explosive foil in the direction of the impacting threat (6-10).

9. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 8,  
**characterised in that**  
the pyrotechnic protective mechanism is insertable, removable, movable and/or exchangeable.

10. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 9,  
**characterised in that**  
the inner protective zone (4) comprises a dynamically hard, compressible substance (e.g. polymer, metallic or non-metallic foam, compacted body, syn-

thetic wood, fabric) or contains such a substance.

11. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 10,  
**characterised in that**  
the inner protective zone (4) comprises a plastically deformable or liquid-like substance or is filled with a free-flowing medium. 5
12. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 11,  
**characterised in that**  
the inner protective zone (4) comprises a single-layer or multi-layer structure containing buckling plates. 10
13. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 12,  
**characterised in that**  
the protective zones (3, 4, 5) are provided with elements for angle alteration, rotation and/or spacing alteration. 15 20
14. Total protection arrangement according to any one of Claims 1 to 13,  
**characterised in that**  
the total protection arrangement or parts thereof are rotatably / pivotally / tiltably / slidably arranged. 25

#### Revendications

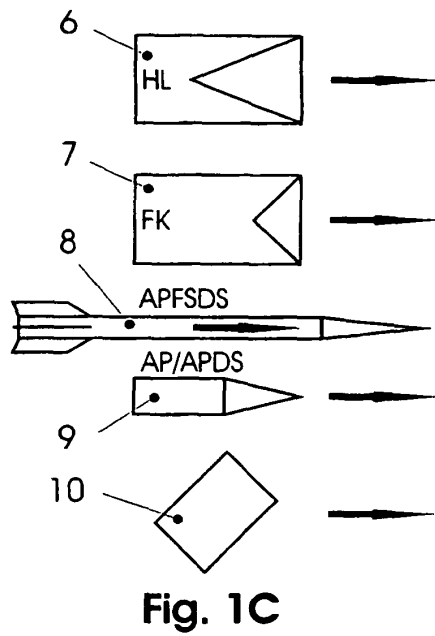
1. . Dispositif de protection combiné (1A, 1 B, 1 C) contre des menaces (6-10) telles que des charges creuses à cône obtus ou large, des obus flèche et des éclats, pouvant être installé sur une structure à protéger (2) d'inclinaison quelconque, ou être intégré dans celle-ci, se composant d'un système multicouche largement indépendant de l'angle d'impact de la menace et à adapter à celle-ci, constitué de zones rigides ou mobiles (3, 4, 5) étant séparément efficaces ou se complétant dans leur effet de protection, présentant une zone de protection antérieure (3) dirigée vers la menace, comprenant des composants réactifs internes, inclinés par rapport à la menace, une zone intérieure (4) structurée, inerte ou réactive, et une zone de protection postérieure (5) juxtaposée à la face orientée vers la structure (2) de la zone de protection intérieure (4) à protéger, dans lequel la zone de protection postérieure (5) est une zone de protection réactive ou une zone de protection inerte ou inerte-dynamique, 30 35 40 45 50  
**caractérisé en ce que**  
la zone de protection (4) est constituée d'une structure comprenant une ou plusieurs couches pyrotechniques ou un ou plusieurs films d'explosifs non parallèles à la surface, pouvant être monolithiques ou composés de plusieurs morceaux, la zone de protection intérieure (4) comprend au

moins un espace intermédiaire (87) dans lequel des éléments, accélérés à leur rencontre par une réaction, se heurtent, où cet espace intermédiaire (87) dont il existe au moins un, est rempli de matériaux, d'éléments ou de pièces structurées amortissants, et par le fait que des mécanismes de protection pyrotechnique sont aménagés dans les zones de protection réactive (3, 5) antérieure ou postérieure, composées par des films ou des couches d'explosifs (69, 69A), et inclinés par rapport au dispositif de protection globale.

2. . Dispositif de protection combiné suivant la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
la zone de protection intérieure (4) est un agencement autorisant le flambage de la plaque. 15
3. . Dispositif de protection combiné suivant les revendications 1 ou 2,  
**caractérisé en ce que**  
la zone de protection intérieure (4) est constituée, soit d'un matériau structuré métallique ou non métallique, soit d'un mélange, soit d'une structure formant une sorte de grille, soit d'un drapage ou d'un corps pressé. 20
4. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 3,  
**caractérisé en ce que**  
les zones de protection (3, 4, 5) sont de conception modulaire. 30
5. . Dispositif de protection combine suivant l'une des revendications 1 à 4,  
**caractérisé en ce que**  
les zones de protection (3, 4, 5) sont soit solidaires entre elles, soit dissociables et ceci soit en entier, soit partiellement. 35 40
6. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 5,  
**caractérisé en ce que**  
les composants pyrotechniques sont déclenchés à l'aide d'un dispositif de mise à feu (114), d'un contact, d'une grille de déclenchement (111) ou d'un senseur (112). 45
7. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 6,  
**caractérisé en ce que**  
le mécanisme de protection pyrotechnique est composé d'une structure géométrique. 50
8. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 7,  
**caractérisé en ce que**  
le film d'explosifs est précédé dans la direction de la

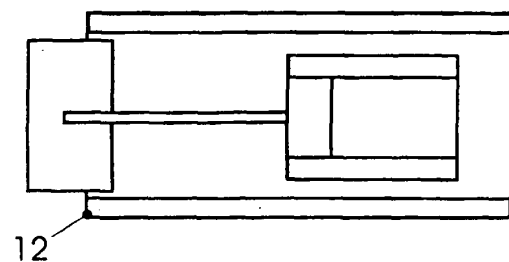
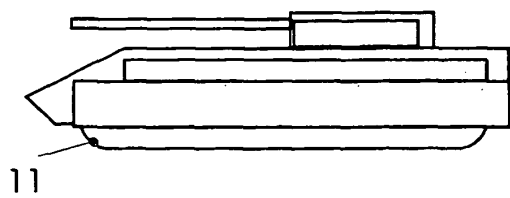
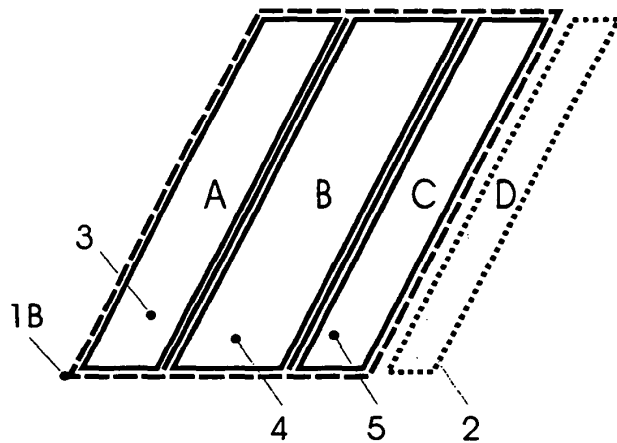
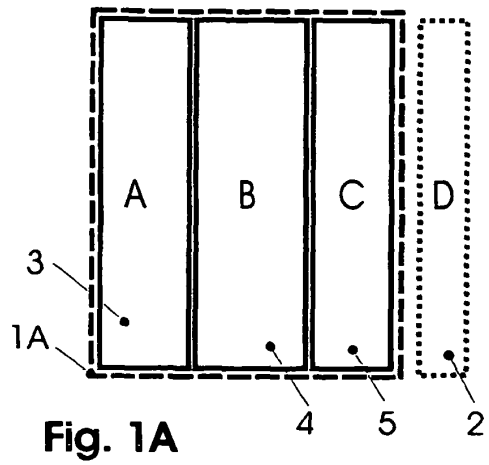
menace (6-10) d'une couche métallique ou non métallique favorisant le déclenchement, et qui est dotée de trous ou de rainures.

9. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 8, 5  
**caractérisé en ce que**  
le mécanisme de protection pyrotechnique peut être inséré et retiré, est mobile et/ou remplaçable. 10
10. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 9, 15  
**caractérisé en ce que**  
la zone intérieure (4) est constituée d'une matière compressible de grande dureté dynamique (par exemple de polymère, de mousse métallique ou non métallique, de corps pressés, de bois artificiel, de tissu) et comprend de telles matières. 20
11. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 10, 25  
**caractérisé en ce que**  
la zone de protection intérieure (4) est en une matière capable de déformation plastique ou similaire d'un liquide ou est remplie d'un solide coulant. 30
12. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 11, 35  
**caractérisé en ce que**  
la zone intérieure (4) est constituée d'une structure mono ou multicouche comprenant des plaques de flambage. 40
13. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 12, 45  
**caractérisé en ce que**  
les zones de protection (3, 4, 5) sont équipées d'éléments permettant de modifier l'angle, la rotation et/ou la distance. 50
14. . Dispositif de protection combiné suivant l'une des revendications 1 à 13, 55  
**caractérisé en ce que**  
le dispositif de protection globale est agencé de façon à ce qu'il puisse être intégralement ou partiellement tourné, pivoté, basculé ou déplacé par coulissement. 60



Wirkzonen  
 A: vordere (reaktive) Wirkzone  
 B: mittlere (inerte, dynamische oder reaktive) Wirkzone  
 C: hintere (inerte, dynamische oder reaktive) Wirkzone  
 D: Restpanzerung / Fahrzeug / Restleistungszone

**Fig. 1**



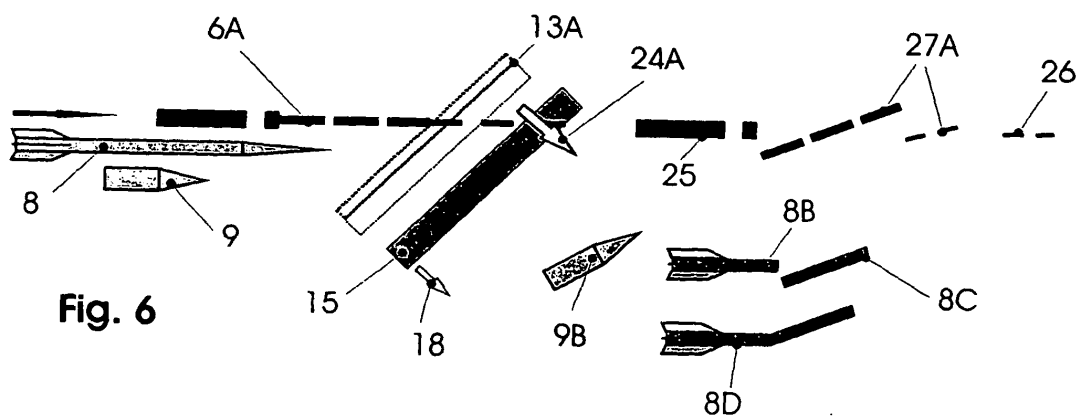
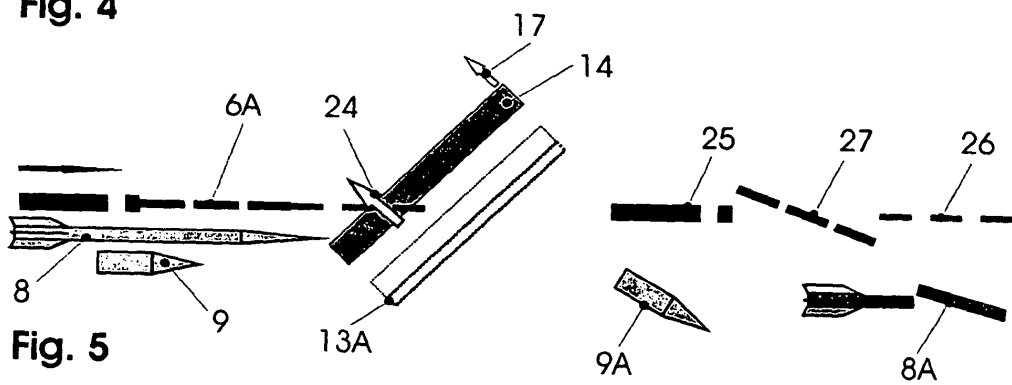
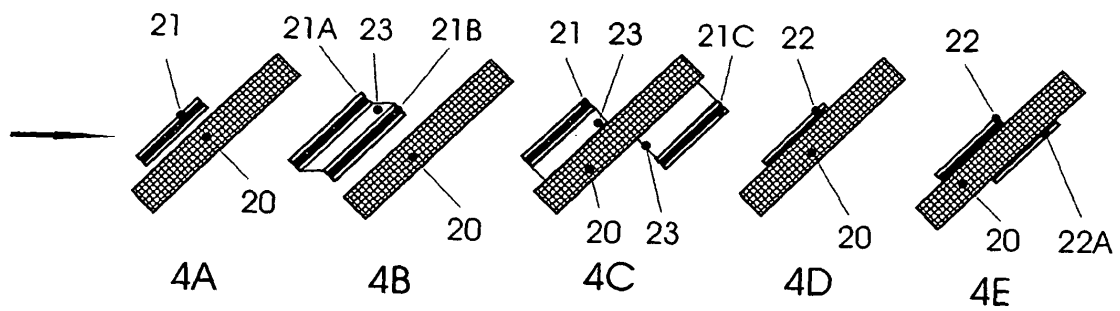
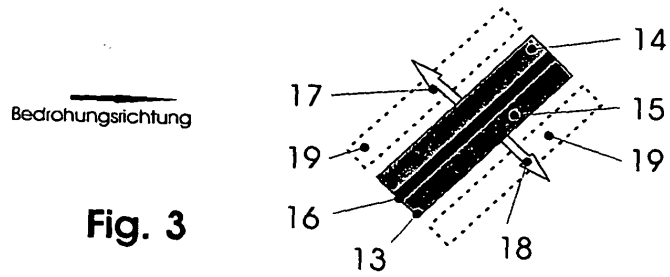


Fig. 7

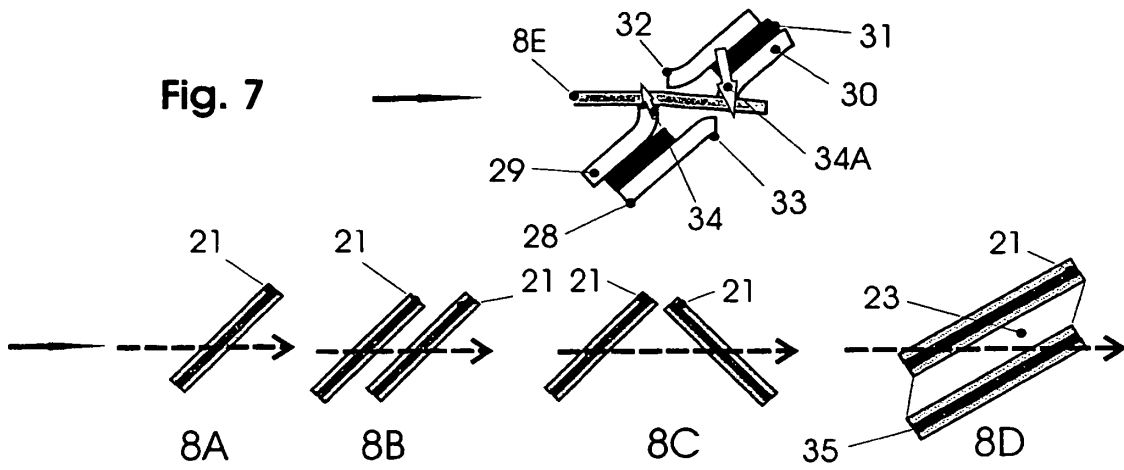


Fig. 8

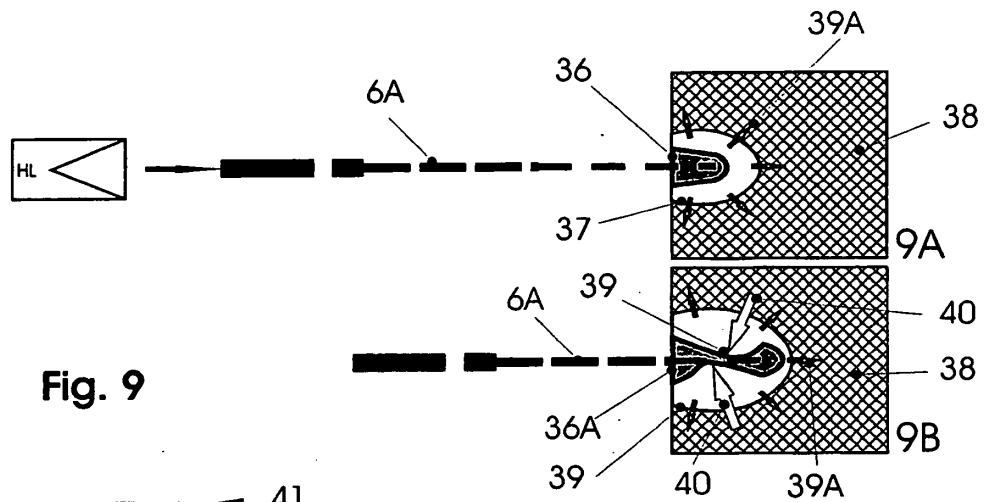


Fig. 9

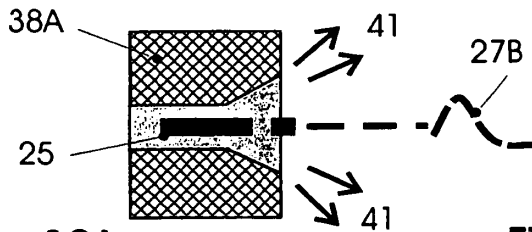


Fig. 10A

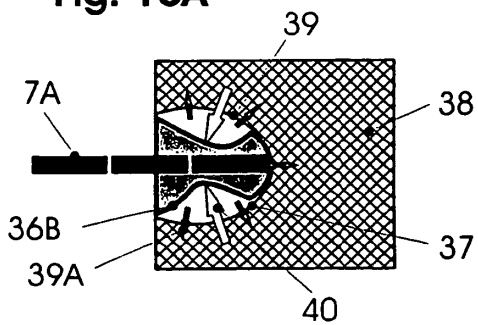


Fig. 11A

Fig. 10B

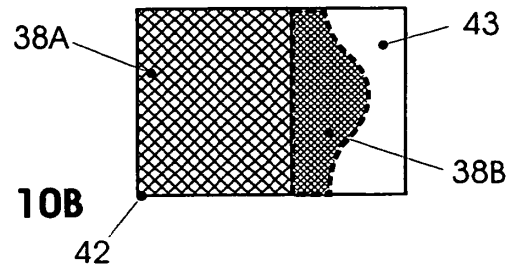
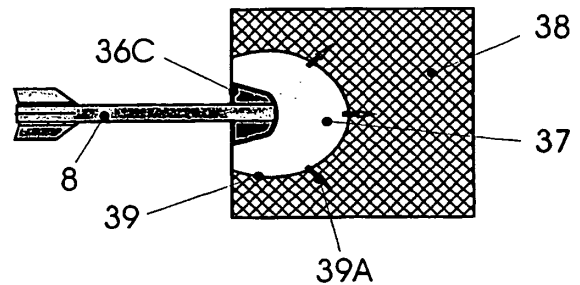


Fig. 11B



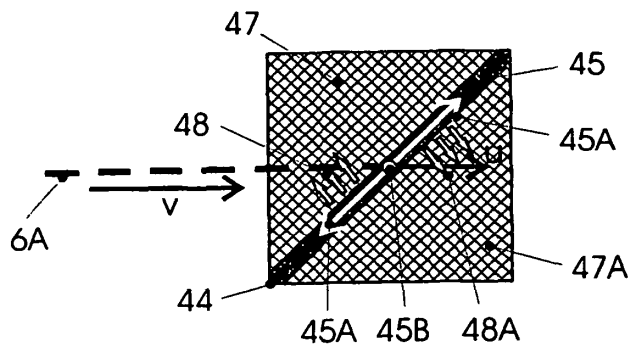


**Fig. 12A**

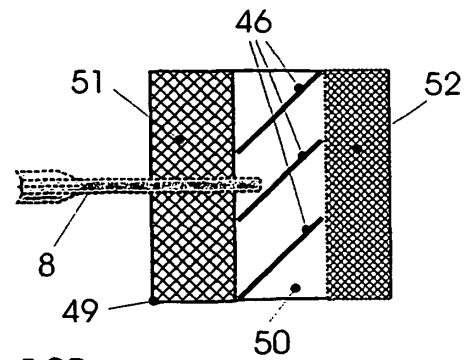


**Fig. 12B**

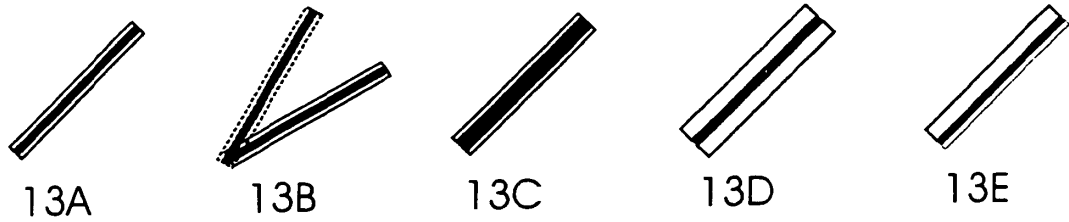


**Fig. 13**

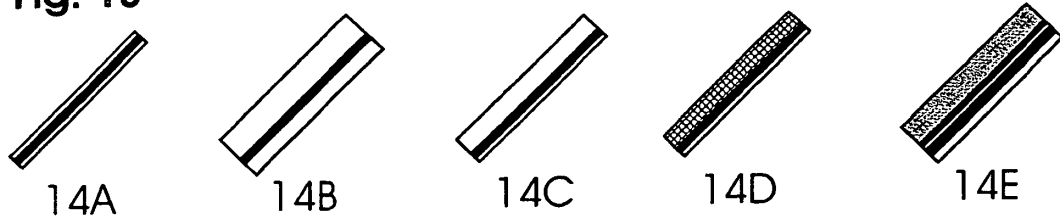


**Fig. 14**

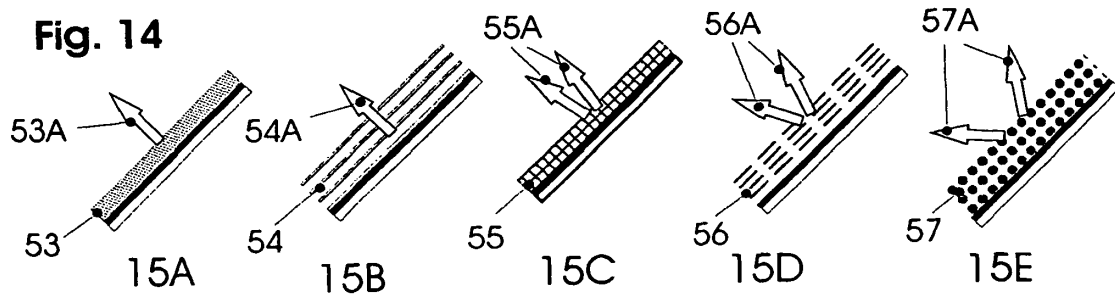


**Fig. 15**

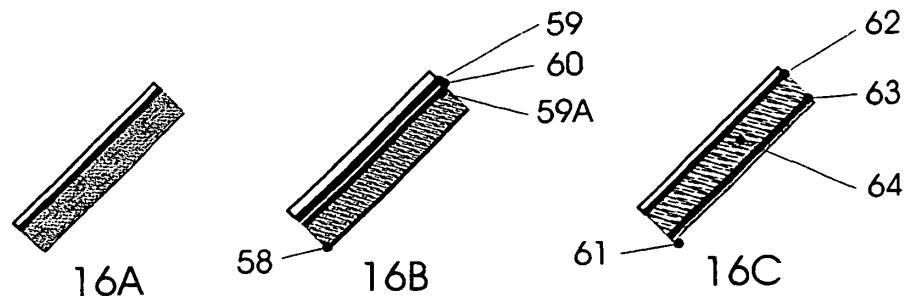
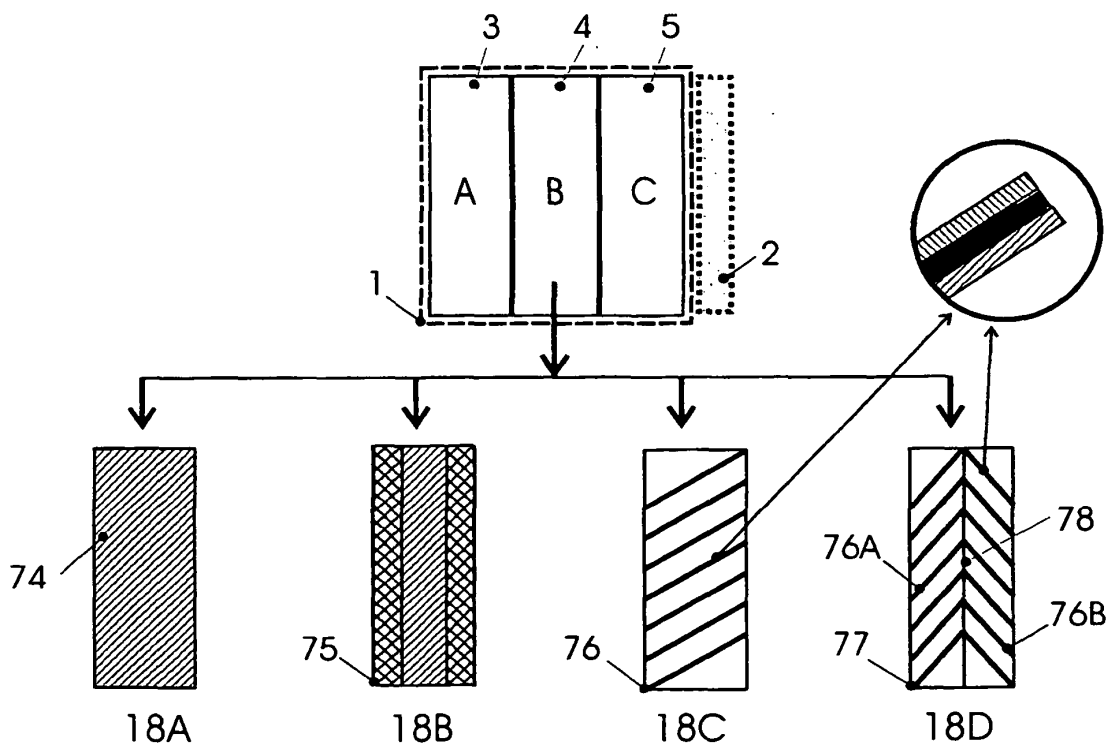
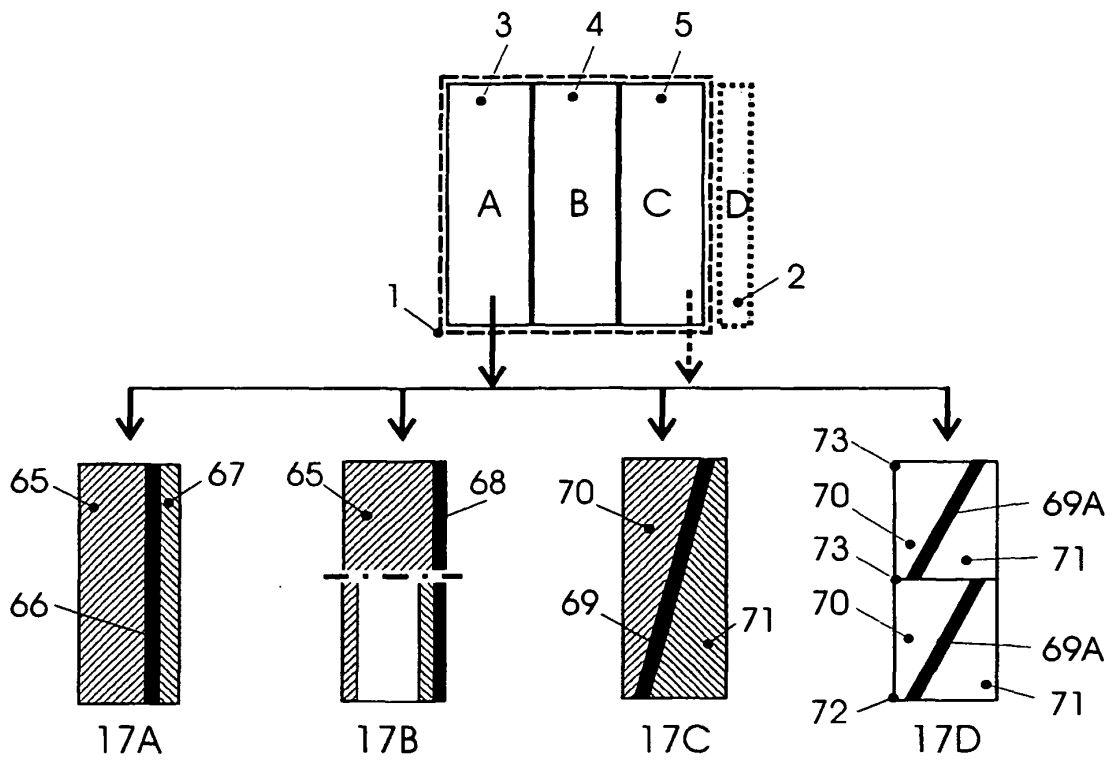
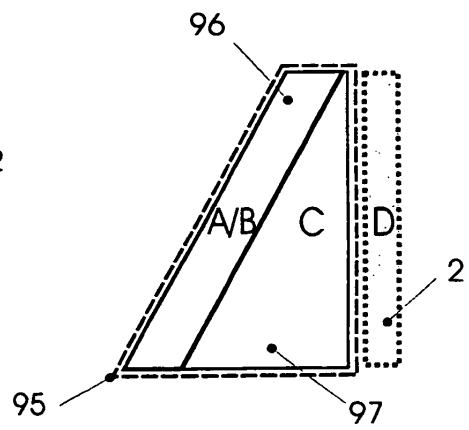
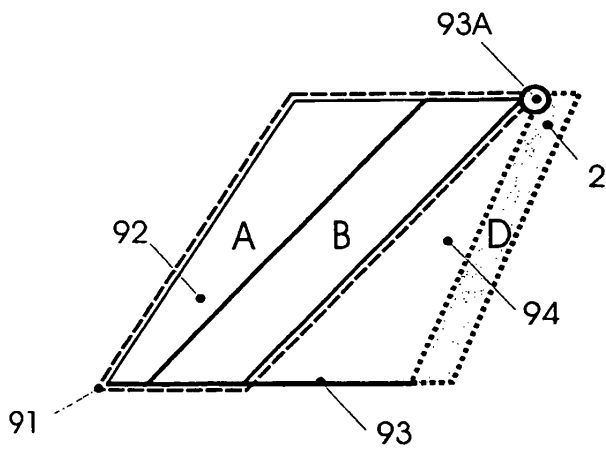
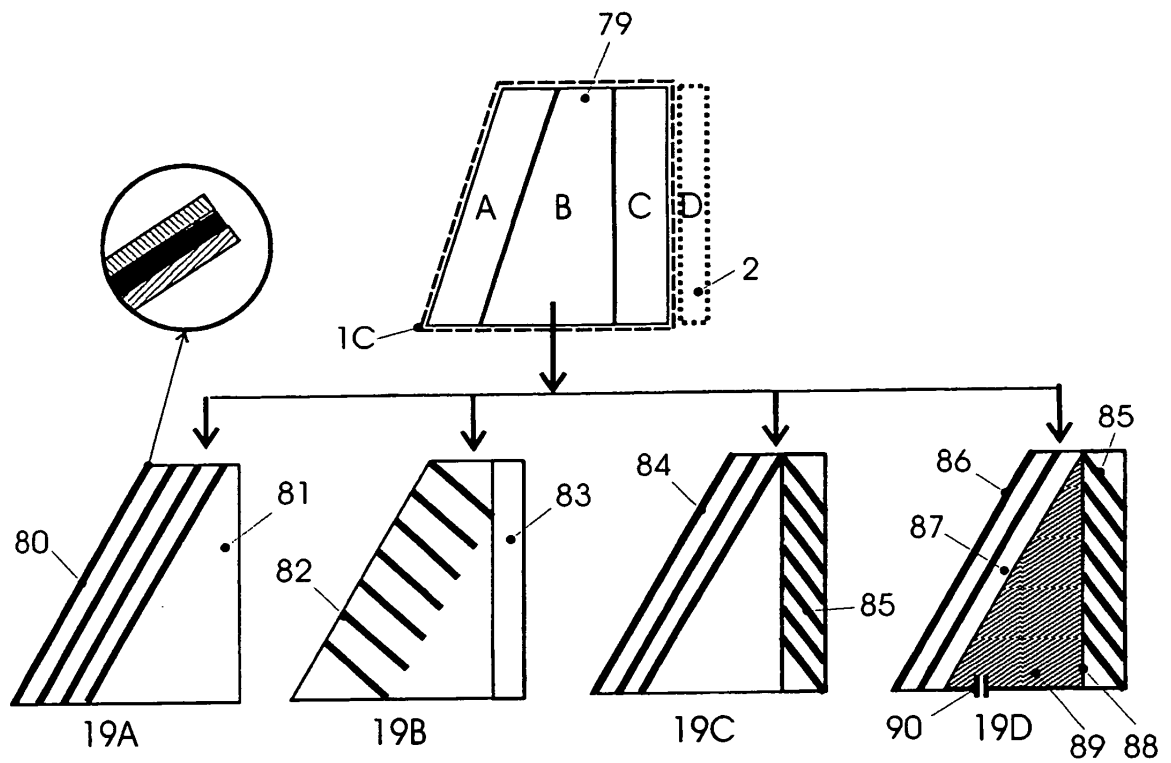


**Fig. 16**





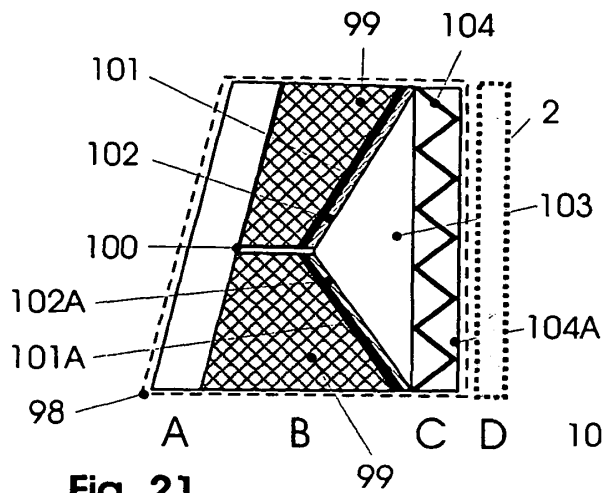


Fig. 21

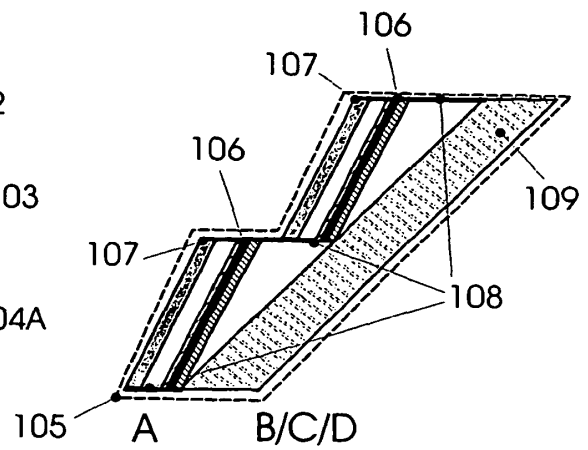


Fig. 22

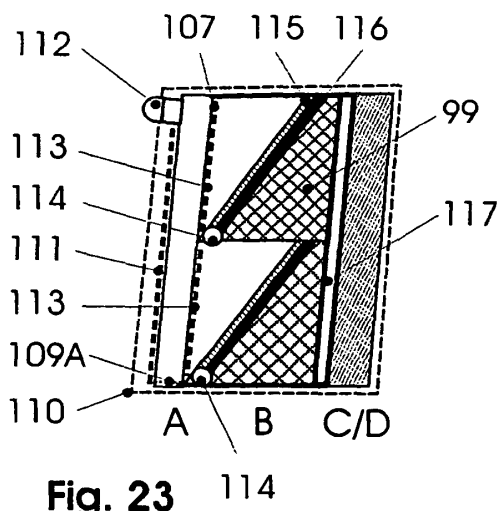


Fig. 23

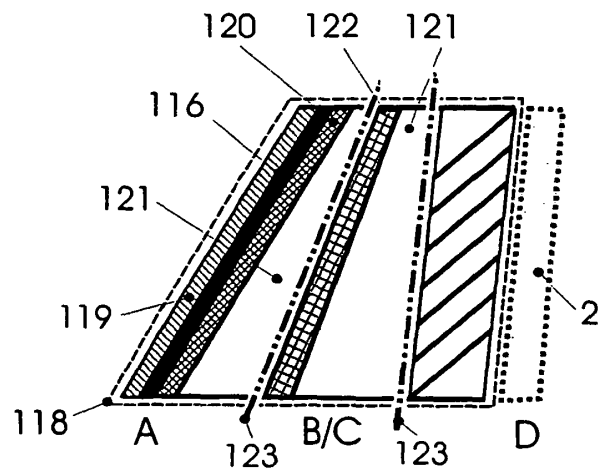


Fig. 24

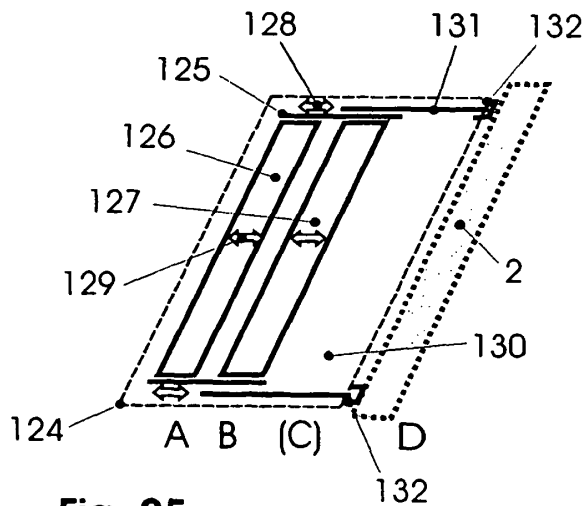


Fig. 25

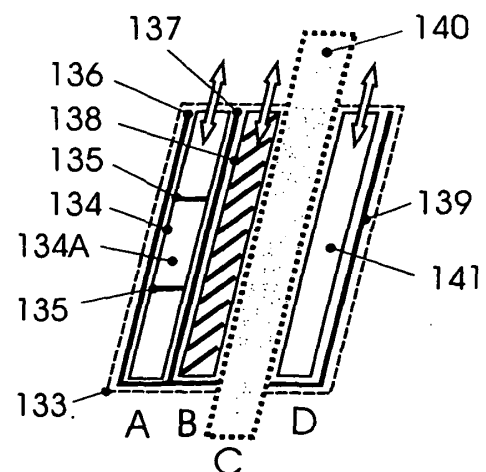


Fig. 26

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19956197 C2 [0004] [0005] [0009] [0010] [0011] [0011] [0031]
- EP 0922924 B1 [0006]
- EP 0379080 B1 [0006]
- DE 4114809 C2 [0006]
- DE 19509899 C2 [0006]
- EP 0689028 A1 [0012] [0013] [0014]
- GB 2191277 A [0014]