

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 099 089 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

23.10.2002 Patentblatt 2002/43

(21) Anmeldenummer: **99963149.2**

(22) Anmeldetag: **06.07.1999**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/02135

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/006966 (10.02.2000 Gazette 2000/06)

(54) **LEICHTPANZERUNGSELEMENT**

LIGHT ARMOUR-PLATED ELEMENT

ELEMENT DE BLINDAGE LEGER

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **17.07.1998 DE 19832255**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.05.2001 Patentblatt 2001/20

(73) Patentinhaber: **Sachsenring
Entwicklungsgesellschaft mbH
08058 Zwickau (DE)**

(72) Erfinder: **ACKERMANN, Jörg
D-72124 Pliezhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Rumrich, Gabriele
Limbacher Strasse 305
09116 Chemnitz (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 122 857 WO-A-87/03674
WO-A-91/00490 NL-A- 8 403 529
US-A- 2 925 098 US-A- 3 771 418**

EP 1 099 089 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 ein Leichtpanzerungselement, insbesondere für Sonderschutzfahrzeuge, aus mindestens zwei beschußhemmenden Lagen.

[0002] Bei derartigen Sonderschutzfahrzeugen ist es üblich, die Karosserieteile in Richtung zum Fahrgastraum mit beschußsicheren Panzer-elementen auszukleiden. Bekannt ist dazu die Anwendung von Panzerstahlplatten. Diese gewährleisten die Beschußsicherheit bis zur höchsten Beschußklasse B7, weisen jedoch ein hohes Gewicht auf und können nur aufwendig und mit relativ kostenintensiven Werkzeugen in eine gewünschte Oberflächenkontur geformt werden. Die Anpassung an unterschiedliche Beschußstärken ist ebenfalls nicht einfach möglich.

[0003] Weiterhin sind Panzerungselemente bekannt, die aus verschiedenen Verbundmaterialien bestehen. Dabei wird eine Leichtpanzerung gem. DE 43 00 746 A1 in Mehrschichtbauweise aus zwei Panzerungselementen gebildet. Jedes Panzerungselement besteht aus einem Verbund einer Faserverbundschicht und einer hochharten Metallschicht. Diese Metallschicht ist ganzflächig aufgebracht, wodurch sich das Gewicht ebenfalls erhöht und eine dreidimensionale Verformung schwer möglich ist. In WO 96/18089 wird ein Element zum Absorbieren der Energie eines Projektils beschrieben, welches ebenfalls aus mehreren unterschiedlichen Lagen besteht. Die erste in Beschußrichtung weisende Lage ist härter als 25 HRC, die zweite Schicht hat eine Härte von 20-40% der ersten Schicht. Eine dünne dritte Schicht absorbiert oder akkumuliert durch ihre Deformation die Energie des Projektils. Die dritte Schicht besteht dabei aus Kohlenstoffstahl, Fiberglas oder aus auf Kohlenstoffbasis basierenden Werkstoffen. Nachteilig dabei ist ebenfalls, daß eine Anpassung dieses Elements an eine gewünschte Oberflächenkontur nicht einfach möglich ist. Weiterhin ist dessen Herstellung relativ aufwendig und eine unkomplizierte Anpassung an verschiedene Beschußstärken nicht ohne weiteres möglich.

[0004] In DE 34 26 458 A1 wird ein geschoßhemmendes Laminat aus einer Vielzahl von Aramidgewebelagen beschrieben. Das Aramidgewebe hat dabei die Eigenschaft, die durch den Aufprall bzw. das Durchdringen am harten Material verformten oder in Splitter zerlegten Geschosse gut aufzuhalten. Nachteilig ist jedoch, daß zur Herstellung dreidimensionaler Formen aus Aramidfasergewebe sehr kostenintensive Werkzeuge erforderlich sind. Eine beschußsichere Matte zum Abdecken von Fahrzeugwandungen ist aus DE 195 43 127 A1 bekannt. Diese besteht aus biegsamen beschußsicheren Gewebeschichten und ist mit einem flüssigkeitsdichten Oberflächenschutz versehen. In DE G 92 15 781.5 U1 wird eine Panzerung für Fahrzeuge beschrieben, bei welcher die dem Innenraum des Fahrzeuges zugekehrte Oberfläche zusätzlich zu Panzerplatten aus Panzerstahl mit Gewebematten an Stoßstel-

len großflächig übergreifend überdeckt ist. Auch die Gewebematten überlappen sich an ihren Stoßstellen.

[0005] Bekannt ist nach US 3,771,418 auch eine beschußhemmende Schichtenkombination, die aus einer äußeren Schicht und einer inneren Schicht aus Fiberglas bestehen, wobei die äußere Schicht sowohl eine höhere Zugfestigkeit als auch eine höhere Elastizität aufweist. Die Anzahl der Schichten ist entsprechend der geforderten Beschußsicherheit variierbar, wobei die Anzahl der Lagen, welche die innere Schicht hoher Elastizität bilden geringer ist, als die Anzahl der Lagen, welche die äußere Schicht hoher Festigkeit bilden. Dieses Panzerungselement weist eine hohe Gesamtdicke und ein hohes Gewicht auf.

[0006] Bei den vorgenannten Panzerungselementen, die Matten aus Aramidgeweben oder andere beschußsicheren Gewebearten verwenden, ist die Beschußsicherheit bei Randbeschuß und im Winkel von 45° nicht gewährleistet. Eine flexible Anpassung an verschiedene Beschußklassen und die konstruktiven Besonderheiten eines Fahrzeuges ist ebenfalls nicht einfach möglich.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Leichtpanzerungselement, insbesondere für Sonderschutzfahrzeuge, zu entwickeln, das den Anforderungen an die Beschußsicherheit einfach angepaßt werden kann, dabei gleichzeitig leicht in dreidimensionale Formen bringbar und den konstruktiven Gegebenheiten des Fahrzeuges einfach anpassbar ist, wobei es eine relativ geringe Gesamtdicke aufweist und somit geeignet ist, optisch den Eindruck serienmäßiger Innenauskleidungen zu erwecken.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des ersten Patentanspruchs gelöst, welche durch die Merkmale der Unteransprüche weiter ausgebildet werden.

[0009] Das Leichtpanzerungselement weist eine in Beschußrichtung angeordnete erste Lage aus Faserverbundschichten hoher Festigkeit und eine sich anschließende zweiten Lage aus Faserverbundschichten hoher Elastizität auf, wobei beide Lagen durch Bindemittel miteinander verbunden sind und die Anzahl der Lagen variierbar ist, wobei erfindungsgemäß die Anzahl der elastischen zweiten Faserverbundschichten die Anzahl der harten ersten Faserverbundschichten übersteigt oder die Reihenfolge der harten ersten Faserverbundschichten und der elastischen zweiten Faserverbundschichten wechselt.

[0010] Das Leichtpanzerungselement besteht dabei aus unterschiedlichen Faserverbundschichten, die dreidimensional formbar und geeignet sind, das Durchdringen eines Projektils ganzflächig zu verhindern.

[0011] Dabei gewährleistet es

- mindestens die Beschußsicherheit bei Verwendung einer Handfeuerwaffe in der Art einer Kaliber 357 Magnum, mit einem Vollmantel-Kugelspitzenkopfschoß mit Weichkern mit einer Geschoßmasse von 10,2g und einer Geschwindigkeit von 430±10 m/s

bei einer Beschußentfernung von 5m dies entspricht

- einem Normbeschuß der Beschußklasse B3 nach der Klassifikation der Europäischen Prüfnorm EN 1063 (welche der DIN EN 1063 entspricht) und nach DIN EN 1522-1,
- bzw. der Beanspruchungsart 2 für den Beschuß angriffshemmender Stoffe nach DIN 52290

sowie

- mindestens die Beschußsicherheit bei Verwendung einer Handfeuerwaffe in der Art einer Kaliber 44 Remington Magnum, mit einem Vollmantel-Flachkopfgeschoß mit Weichkern mit einer Geschoßmasse von 15,6g und einer Geschwindigkeit von 440 ± 10 m/s bei einer Beschußentfernung von 5m, dies entspricht
- einem Normbeschuß der Beschußklasse B4 nach der Klassifikation der Europäischen Prüfnorm EN 1063 (welche der DIN EN 1063 entspricht) und nach DIN EN 1522-1,
- bzw. der Beanspruchungsart 3 für den Beschuß angriffshemmender Stoffe nach DIN 52290

[0012] Mit dem Leichtpanzerungselement wird auch bei dessen Randbeschuß im Abstand von 10mm seines Randes und bei Beschuß im Winkel von 45° , 10mm vom Kantenabstand des Bauteils, bei der Verwendung von Vollmantel-Kugelspitzkopfgeschossen mit Weichkern in Verbindung mit Kaliber 357 Magnum und von Vollmantel-Flachkopfgeschoß mit Weichkern in Verbindung mit Kaliber 44 Remington Magnum, das Durchdringen von Geschossen verhindert. Auch bei einem Dreiecksbeschuß mit dreifachem Kaliberabstand (Multihit), bei der Verwendung von Vollmantel-Kugelspitzkopfgeschossen mit Weichkern in Verbindung mit Kaliber 357 Magnum und von Vollmantel-Flachkopfgeschossen mit Weichkern in Verbindung mit Kaliber 44 Remington Magnum wird das Durchdringen des Projektils vermieden. Dazu weist es mindestens eine erste hochverfestigende hochfeste Faserverbundschicht - nachfolgend als harte Faserverbundschicht bezeichnet - und mindestens eine zweite hohe Energieabsorptionsfähigkeit auch bei Impactbelastung aufweisende Faserverbundschicht - nachfolgend als elastische Faserverbundschicht bezeichnet auf.

[0013] In Beschußrichtung werden dabei vorzugsweise mehrere erste harte Faserverbundschichten und anschließend mehrere zweite elastische Faserverbundschichten angeordnet, so daß auf einen die Geschoßenergie bremsenden harten Bereich aus vorzugsweise mehreren harten Faserverbundschichten ein das Projektil zurückhaltender elastischer Bereich aus vorzugsweise mehreren zweiten elastischen Faser-

verbundschichten folgt.

[0014] Es ist jedoch auch möglich, daß auf einen Bereich aus harten Faserverbundschichten ein Bereich aus elastischen Faserverbundschichten und danach ein Bereich aus harten Faserverbundschichten folgt und sich wiederum daran ein Bereich aus vorzugsweise mehreren elastischen Faserverbundschichten anschließt usw., bis gewährleistet wird, daß das Projektil das Leichtpanzerungselement nicht mehr durchdringt.

[0015] Eine weitere, jedoch nicht bevorzugte Variante besteht auch darin, in Beschußrichtung zuerst eine oder mehrere der zweiten Faserverbundschichten anzuordnen. Die Anzahl der Faserverbundschichten ist insgesamt entsprechend der geforderten Beschußsicherheit zu variieren.

[0016] Es ist auch möglich, bereichsweise die Anzahl der harten Faserverbundschichten und/oder der elastischen Faserverbundschichten zu erhöhen. Dies erfolgt vorzugsweise im Randbereich örtlich oder umlaufend.

Die Erhöhung weist dabei vorzugsweise in Beschußrichtung. Durch diese randseitige Erhöhung der Faserverbundschichten wird insbesondere dem Randbeschuß und dem 45° Beschuß besser Rechnung getragen.

[0017] Die Faserverbundschichten bestehen vorzugsweise aus in Bindemitteln eingebetteten organischen und/oder anorganischen Fasern. Dabei können Flachfasern, Hanffasern, Sisalfasern, Aramidfasern, Glasfasern, Carbonfasern, Polyethylenfasern oder Kombinationen dieser Faserwerkstoffe (z.B. Aramid-Glas-Fasern, Aramid-Carbon-Fasern, Aramid-Naturfasern, Aramid-Polyethylen-Fasern) oder andere geeignete Faserwerkstoffe zur Anwendung kommen. Um eine sichere Verbindung zwischen den Faserverbundschichten zu gewährleisten, werden diese ebenfalls untereinander mit Bindemittel verbunden.

[0018] Diese Matrixsysteme können auf duroplastischer oder thermoplastischer Basis beruhen, wobei als duroplastische Bindemittel z.B. Phenolharze, Melaminharze oder Epoxy-Harze und als thermoplastische Bindemittel z.B. Polyethylen, Polypropylen oder Polyamid oder auch Polyvinylbutyral und Polyurethane eingesetzt werden können.

[0019] Die Faserverbundschichten werden vorzugsweise als Gewebe, Gelege, Gewirke oder Gestricke mit einer amorphen, direktionalen, bidirektionalen oder unidirektionalen Struktur gefertigt und können für höchste Anforderungen an die Beschußsicherheit auch mit 3-D-Verstrickungen versehen oder als dreidimensionale Gestricke oder Formteile ausgebildet sein.

[0020] Die erste Faserverbundschicht, die hochverfestigende hochfeste Eigenschaften aufweisen soll, besteht vorzugsweise aus Carbonfasergewebe und die zweite Faserverbundschicht, die eine hohe Energieabsorptionsfähigkeit auch bei Impactbelastung aufweisen soll, besteht vorzugsweise aus Aramidfasergewebe.

[0021] Durch die Eigenschaften der ersten Schicht verfestigt sich diese hochfeste Schicht zusätzlich bei

Auftreffen des Projektils. Durch die hohe Energieabsorptionsfähigkeit hält die zweite Schicht das Projektil oder dessen Splitter gut fest und verhindert dessen Durchdringen.

[0022] Mit der Erfindung wird ein Leichtpanzerungselement geschaffen, das durch Kombination von Anzahl, Reihenfolge und Zusammensetzung der unterschiedlichen Faserverbundschichten den jeweilige Anforderungen der Beschußsicherheit und den konstruktiven Gegebenheiten des jeweiligen Fahrzeuges einfach angepaßt werden kann. Dazu kommt als ein weiterer wesentlicher Vorteil die Gewichtseinsparung gegenüber herkömmlichen Panzerungen. Die Anwendung der flexiblen Faserverbundschichten mit unterschiedlichen Eigenschaften gewährleistet gegenüber beschußsicheren Matten aus Aramidfasergeweben eine gute dreidimensionale Verformbarkeit (auch bei Radienbereichen mit kleinen Radien oder in Eckenbereichen von Winkeln) und damit eine einfache Anpassung an die gewünschten Oberflächenkonturen.

[0023] Die Ausrüstung von Fahrzeugen mit Panzerungen wird somit wesentlich erleichtert und verbessert. Die Leichtpanzerungselemente erwecken optisch den Eindruck serienmäßiger Innenauskleidungen.

[0024] Zusätzlich wird durch die Carbonfaserschichten insgesamt eine bessere Stabilisierung der Leichtpanzerungselemente gewährleistet, wodurch auch günstigere Eigenschaften in Crash-Situationen erzielt werden.

[0025] Durch Hinzufügen oder Weglassen von Schichten kann nicht nur eine Anpassung hinsichtlich der Beschußsicherheit erfolgen, es ist damit auch möglich, den konstruktiven Gegebenheiten des jeweiligen Fahrzeuges besser zu entsprechen, indem die jeweilige Blechstärke und Anzahl des Fahrzeugbleches bei der Festlegung der Anzahl der Lagen (Faserverbundschichten) und somit der Wandstärke des Leichtpanzerungselements berücksichtigt wird. Bei einer beispielsweise dreifachen Blechstärke im Türbereich kann die Wandstärke des Leichtpanzerungselements durch Weglassen von Faserverbundschichten auf einfache Art und Weise verringert werden.

[0026] Gegenüber herkömmlichen Panzer-elementen aus Stahl ist nicht mehr zu erkennen, daß ein Fahrzeug mit einer Panzerung versehen wurde, da das neuartige Panzer-element eine mattenartige Struktur aufweist. Durch die hervorragenden ballistischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Leichtpanzerungselements ist es möglich, gegenüber Panzerungen aus polymeren Materialien und Kombinationen mit diesen (z.B. Aramidfasergewebe), die Wandstärken wesentlich zu verringern und Beschußklassen von mindesten B3 und B4 sowie dem Randbeschuß und dem Beschuß unter einem 45° Winkel standzuhalten.

[0027] Dabei werden bekannte Gewebearten und Bindemittel so kombiniert, daß sie ein Leichtpanzerungselement bilden, das durch seine Festigkeit und Elastizität bei geringem Gewicht, geringer Wanddicke

und guter dreidimensionaler Formbarkeit geeignet ist, höchsten Anforderungen an die Beschußsicherheit gerecht zu werden.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Leichtpanzerungselement mit 3 Faserverbundschichten aus Carbonfasergewebe und 13 Faserverbundschichten aus Aramidfasergewebe

Fig. 2: Leichtpanzerungselement mit 6 Faserverbundschichten aus Carbonfasergewebe und 13 Faserverbundschichten aus Aramidfasergewebe

Fig. 3: Leichtpanzerungselement mit 6 Faserverbundschichten aus Carbonfasergewebe und 29 Faserverbundschichten aus Aramidfasergewebe

Fig. 4: Leichtpanzerungselement mit zwei harten Bereichen aus jeweils 3 Schichten Carbonfasergewebe sowie zwei elastischen Bereichen aus 3 und aus 17 Faserverbundschichten aus Aramidfasergewebe

Fig. 5: Leichtpanzerungselement mit sich zuerst abwechselnden Bereichen unterschiedlicher Faserverbundschichten und einem sich anschließenden Bereich gleichartiger Schichten

Fig. 6: Leichtpanzerungselement mit verstärkter Randzone

[0029] In Fig. 1 ist ein Ausschnitt eines Leichtpanzerungselementes dargestellt, wie es beispielsweise für den Normbeschuß (Dreiecksbeschuß im Abstand von 120mm, mit einer 44 Remington Magnum), Beschußklasse B4 nach EN 1063, DIN EN 1063 und Beanspruchungsart 3 nach DIN 52290, Anwendung finden kann. Die Pfeilrichtung deutet die Beschußrichtung an. Es hat sich bei zahlreichen Untersuchungen für diesen Anwendungsfall als ausreichend für das Verhindern des Durchdringens des Projektils erwiesen, daß in Beschußrichtung drei Lagen harte Faserverbundschichten 1 in Form von Carbonfasergewebe angeordnet sind, an die sich dreizehn Lagen elastische Faserverbundschichten aus Aramidfasergewebe anschließen. Die 3 Faserverbundschichten 1 aus Carbonfasergewebe wiesen dabei ein Flächengewicht von insgesamt 788g/m² und die dreizehn Lagen Faserverbundschichten 2 aus Aramidfasergewebe ein Flächengewicht von insgesamt 6.474 g/m² auf. Die Faserverbundschichten 1 und 2 sind dabei durch 88g/m² Phenolharz untereinander verbunden worden. Das Gewicht des Leichtpanzerungselementes konnte somit auf nur 8,7 kg/m² reduziert werden.

[0030] Ein Leichtpanzerungselement mit 6 Lagen Carbonfasergewebe (harte Faserverbundschichten 1) und 20 Lagen Aramidfasergewebe 2 (elastische Faserverbundschichten 2) ist in Fig. 2 dargestellt. Dabei sind

zuerst in Beschußrichtung die 6 Lagen Carbonfasergewebe und anschließend die 20 Lagen Aramidfasergewebe angeordnet.

[0031] Versuche haben ergeben, daß ein derartiges Leichtpanzerungselement mit maximal 6 Lagen Carbonfasergewebe mit einem Flächengewicht von insgesamt 1.664 g/m² und mit maximal 20 Lagen Aramidfasergewebe mit einem Flächengewicht von insgesamt 9.960 g/m² (die mit 88g/m² Phenolharz untereinander verbunden wurden) genügen, um zuverlässig die Beschußsicherheit ohne Außenblech

- bei Multihit mit Kaliber 44 Remington Magnum (Beschußklasse B4 nach EN 1063) und
- bei Normbeschuß mit Kaliber 357 Magnum (Beschußklasse B3 nach EN 1063)

zu gewährleisten.

[0032] Multihit ist dabei der Fachbegriff für einen Dreiecksbeschuß mit dreifachem Kaliberabstand, der erhöhte Anforderungen an das Panzerungselement zur Vermeidung des

[0033] Durchschlagens des Projektils stellt.

[0034] In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsvariante mit 6 Carbonfaserschichten (harte Faserverbundschichten 1) und 29 Aramidfaserschichten (elastische Faserverbundschichten 2) dargestellt, die in gleicher Reihenfolge wie bei den beiden vorgenannten Beispielen angeordnet sind.

[0035] Bei Multihit mit einer Magnum 357 haben 6 Lagen Carbonfasergewebe und 29 Lagen Aramidfasergewebe ausgereicht, um die Projektilen zuverlässig abzufangen. Das Carbonfasergewebe hatte dabei ebenfalls ein Flächengewicht von insgesamt 1.664g/m² und das Aramidfasergewebe ein Flächengewicht von insgesamt 14.442 g/m². Durch die Verbindung mit 88g/m² Phenolharz ergab sich ein Gewicht von 19,3kg/m².

[0036] Aus den Versuchsergebnissen ist erkennbar, daß ein mehrschichtiger Faserverbundwerkstoff aus Materialien unterschiedlicher Festigkeit und Elastizität sowohl bei Normbeschuß der Beschußklassen mindestens B3 und B4 als auch bei Multihit die erforderliche Sicherheit gewährleistet.

[0037] In Fig. 4 sind drei Faserverbundschichten 2 aus Aramidfasergewebe zwischen jeweils 3 Faserverbundschichten 1 aus Carbonfasergewebe angeordnet. Aus der Beschußrichtung (Pfeilrichtung) folgt somit auf einen harten Bereich aus 3 Carbonfaserschichten, der die Energie des Projektils zumindest teilweise aufnimmt, ein elastischer Bereich aus 3 Aramidfaserschichten, der das deformierte Projektil oder Projektilsplitter versucht zurückzuhalten. An diesen schließt sich wiederum ein harter Bereich aus 3 Carbonfaserschichten an, der die Energie des Projektils und der Projektilsplitter weiter reduziert, bis in dem sich anschließenden elastischen Bereich aus 17 Aramidfaserschichten das Projektil und dessen Splitter vollständig aufgehalten

werden.

[0038] Im Ausführungsbeispiel gem. Fig. 5 liegt in Beschußrichtung ein Bereich, in dem jeweils abwechselnd eine Carbonfaserschicht (Faserverbundschicht 1) und eine

[0039] Aramidfaserschicht (Faserverbundschicht 2) angeordnet sind.

[0040] Der Beschußrichtung entgegengesetzt schließen sich die restlichen Aramidfaserschichten an, die das Projektil oder dessen Splitter auffangen.

[0041] Die Wanddicken der neuartigen Leichtpanzerungselemente liegen je nach Anzahl der verwendeten Faserverbundschichten zwischen 5 und 20mm und unterschreiten dabei teilweise wesentlich die Wandstärken bekannter Panzerungen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen, Aramidgeweben oder anderen bekannten Kombinationen in Mehrschichtbauweise.

[0042] Es können ebenfalls gemäß weiterer nicht dargestellter

[0043] Ausführungsformen harte Faserverbundschichten und weniger harte Faserverbundschichten sowie elastische und weniger elastische Faserverbundschichten entsprechend kombiniert werden. So können aus der Geschoßrichtung in die entgegengesetzte Richtung nacheinander folgende Materialformen bereichsweise angeordnet sein:

1. ein Bereich mit harten Carbonfaserschichten,
2. ein Bereich mit weniger harten Carbonfaserschichten,
3. ein Bereich mit weniger elastischen Aramid-Carbon-Faserschichten,
4. ein Bereich mit elastischen Aramid-Faserschichten um optimale ballistische Werte zu erzielen.

[0044] Die Anzahl der Faserverbundschichten in den entsprechenden Bereichen muß entsprechend der geforderten Beschußsicherheit gewählt werden.

[0045] Bei Einsatz eines herkömmlichen Panzerungselementes aus Stahl wird dessen Wandstärke im Regelfall nicht der jeweiligen Beschußsicherheit angepaßt, da eine entsprechende Abstufung der Blechdicke zu aufwendig wäre.

[0046] Um den Randbeschuß und den Beschuß im Winkel von 45° zu sichern kann der Randbereich 3 gemäß Figur 6 auch in Beschußrichtung verstärkt sein. In diesem Fall wurden 10 ganzflächig angeordneten elastischen Faserverbundschichten 2 im Randbereich 3 weitere 10 elastische Faserverbundschichten 2 hinzugefügt. Über allen Faserverbundschichten 2 befindet sich in Beschußrichtung die harte Faserverbundschicht 3.

[0047] Im nachfolgenden Diagramm sind den Beschußklassen B1 bis B7 nach DIN EN 1026 die Waffen und die Kaliber zugeordnet. Die durchgehende obere Linie kennzeichnet dabei die Verwendung von Stahl, die gestrichelte untere Linie die Verwendung der neuartigen Leichtpanzerungselemente. Diese können bei entspre-

chender Kombination der Faserverbundschichten ebenfalls bis Beschußklasse B7 standhalten, bei wesentlich geringerem Gewicht als Stahl und bei besserer Verarbeitbarkeit und Variabilität,

[0048] Mit der Erfindung ist es erstmalig möglich, nur durch Weglassen oder Hinzufügen von Faserverbundschichten ein Leichtpanzerungselement herzustellen, das den spezifischen Anforderungen der Beschußsicherheit und den konstruktiven Gegebenheiten des jeweiligen Fahrzeuges entspricht.

[0049] Die Leichtpanzerungselemente können in der Art von Matten oder Formteilen gestaltet sein. Durch ihre Flexibilität lassen sie sich einfach in gewünschte Oberflächenkonturen formen, d.h., es ist eine gute Drapierfähigkeit gewährleistet, wodurch auch komplizierte Konturen nachgebildet werden können. Dabei wird gleichzeitig durch die Schichten mit einer höheren Festigkeit (Carbonfaserschichten) eine Instabilität vermieden.

[0050] Neben den beschriebenen Ausführungsformen ist es auch möglich, eine andere Reihenfolge der Faserverbundschichten zu wählen, z.B. können auch bei Anwendung von 6 harten und 20 elastischen Schichten zuerst abwechselnd jeweils eine harte und eine elastische Schicht angeordnet werden und dann darauf folgend die übrigen elastische Schichten. Gleichfalls kann die Anzahl der Faserverbundschichten 1 und/oder 2 je nach Anforderung auch geringer sein als bei den vorgenannten Ausführungsbeispielen.

[0051] Wichtig ist jedoch immer, daß beim Auftreffen des Projektils zuerst dessen kinetische Energie aufgenommen und in Verformungsenergie umgewandelt wird und anschließend das Projektil oder Projektilsplitter mit der verbleibenden Energie in den nachfolgenden Schichten aufgefangen werden.

[0052] Im Vergleich zu allen bekannten Panzerungselementen für den Innenraum von Sonderschutzfahrzeugen ist es erstmalig möglich, das neuartige Leichtpanzerungselement auf einfache Art und Weise allen Anforderungen anzupassen.

[0053] Durch eine flächendeckende Ermittlung der festen und elastischen Anteile der Materialverbunde ist dabei erstmalig eine optimierte Energieaufnahme bei Auftreffen eines Projektils gegeben.

Patentansprüche

1. Leichtpanzerungselement, insbesondere für Sicherheitskraftfahrzeuge, mit einer in Beschußrichtung angeordneten ersten Lage aus Faserverbundschichten (1) hoher Festigkeit und einer sich anschließenden zweiten Lage aus Faserverbundschichten (2) hoher Elastizität, wobei beide Lagen durch Bindemittel miteinander verbunden sind und die Anzahl der in Beschußrichtung weisenden ersten Faserverbundschichten (1) und die Anzahl der sich anschließenden zweiten Faserverbundschichten (2) des, das Sicherheitskraftfahrzeug ausklei-

dennde, Leichtpanzerungselements, entsprechend der geforderten Beschußsicherheit variierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anzahl der elastischen zweiten Faserverbundschichten (2) die Anzahl der harten ersten Faserverbundschichten (1) übersteigt oder daß die Reihenfolge der harten ersten Faserverbundschichten (1) und der elastischen zweiten Faserverbundschichten (2) wechselt.

2. Leichtpanzerungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** harte Faserverbundschichten (1) und weniger harte Faserverbundschichten (1) miteinander kombinierbar sind.

3. Leichtpanzerungselement nach einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** elastische Faserverbundschichten (2) und weniger elastische Faserverbundschichten (2) miteinander kombinierbar sind.

4. Leichtpanzerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Faserverbundschichten (1), (2) aus mit Bindemitteln versetzten organischen und/oder anorganischen Fasern bestehen.

5. Leichtpanzerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** Flachfasern, Hanffasern, Sisalfasern, Aramidfasern, Gewebefasern, Carbonfasern oder Kombinationen dieser Faserwerkstoffe Anwendung finden.

6. Leichtpanzerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** duroplastische Bindemittel in Form von Phenolharzen und Melaminharzen und als thermoplastische Bindemittel Polyethylen oder Polyamid Anwendung finden.

7. Leichtpanzerungselement nach einem der Ansprüche von 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Faserverbundschichten als Gewebe, Gelege oder Gewirke ausgebildet sind.

8. Leichtpanzerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste Faserverbundschicht (1) ein Carbonfasergewebe ist.

9. Leichtpanzerungselement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Flächengewicht des Carbonfasergewebes in der Größenordnung von 200g/m³ liegt.

10. Leichtpanzerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die

zweite Faserverbundschicht (2) ein Aramidfasergewebe ist.

11. Leichtpanzerungselement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** Flächengewicht des Aramidfasergewebes in der Größenordnung von 90g/m³ liegt. 5
12. Leichtpanzerungselement nach einem der Ansprüche von 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, es in** Beschußrichtung 3 bis 6 Lagen der ersten Faserverbundschicht (1) und sich daran anschließend 13 bis 29 Lagen der zweiten Faserverbundschicht (2) aufweist. 10

Claims

1. A light armoring element, especially for security vehicles, with a first layer of fiber composite layers (1) of high strength disposed in the direction of bombardment and an adjacent second layer of fiber composite layers (2) of high elasticity, with both layers being joined together by binding agents and the number of first fiber composite layers (1) facing in the direction of bombardment and the number of adjacent second fiber composite layers (2) of the light armoring element lining the security vehicle being variable according to the required ballistic protection, **characterized in that** the number of the elastic second fiber composite layers (2) exceeds the number of the hard first fiber composite layers (1) or that the sequence of the hard first fiber composite layers (1) alternates with the elastic second fiber composite layers (2). 20 25 30 35
2. A light armoring element as claimed in claim 1, **characterized in that** hard fiber composite layers (1) and fiber composite layers (1) of lesser hardness can be combined with one another. 40
3. A light armoring element as claimed in one or several of the claims 1 to 3, **characterized in that** elastic fiber composite layers (2) and fiber composite layers (2) of lower elasticity can be combined with one another. 45
4. A light armoring element as claimed in one of the claims 1 to 3, **characterized in that** the fiber composite layers (1), (2) consist of organic and/or inorganic fibers laced with binding agents. 50
5. A light armoring element as claimed in one of the claims 1 to 4, **characterized in that** flax fibers, hemp fibers, sisal fibers, aramide fibers, fabric fibers, carbon fibers or combinations of said fiber materials are used. 55

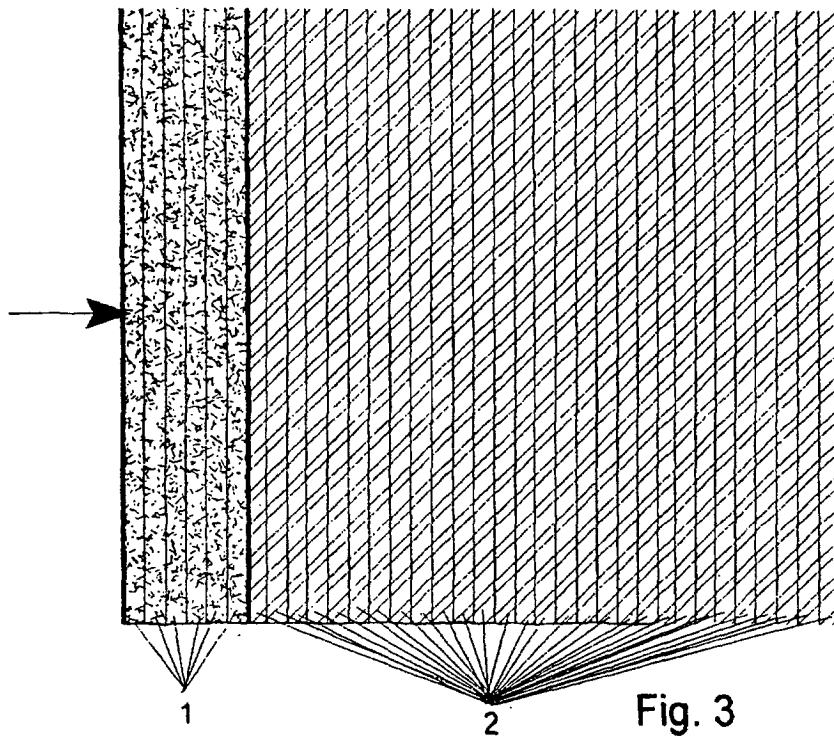
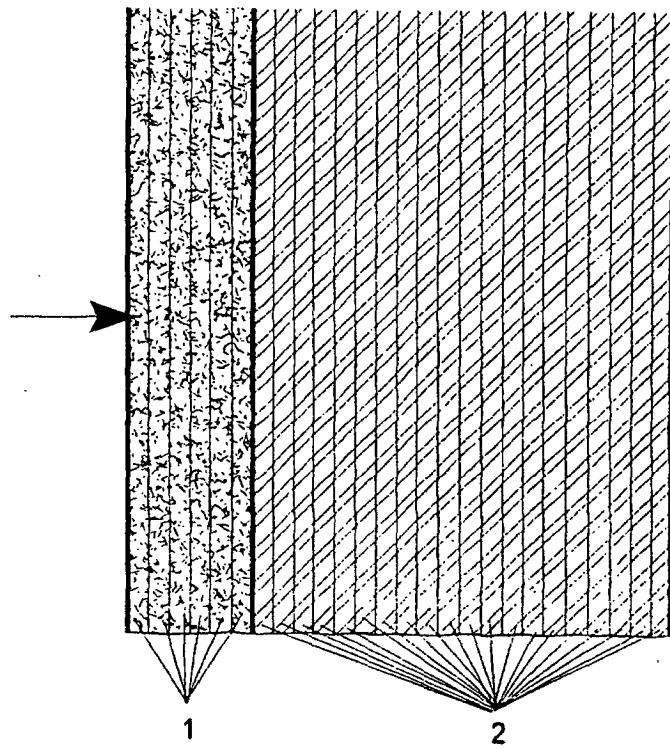
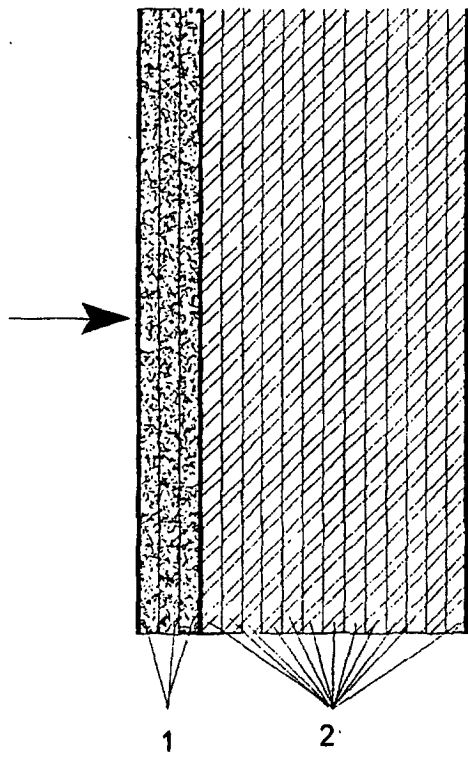
6. A light armoring element as claimed in one of the claims 1 to 5, **characterized in that** duroplastic binding agents in the form of phenolic resins and melamine resins are used, and polyethylene and polyamide are used as thermoplastic binding agents. 5
7. A light armoring element as claimed in one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the fiber composite layers are arranged as woven textile, interlaid scrim or knit fabrics. 10
8. A light armoring element as claimed in one of the claims 1 to 7, **characterized in that** the first fiber composite layer (1) is a carbon fiber fabric. 15
9. A light armoring element as claimed in claim 8, **characterized in that** the mass per unit area of the carbon fiber fabric is in the magnitude of 200 g/m².
10. A light armoring element as claimed in one of the claims 1 to 9, **characterized in that** the second fiber composite layer (2) is a aramide fiber fabric.
11. A light armoring element as claimed in claim 10, **characterized in that** the mass per unit area of the aramide fiber fabric is in the magnitude of 90 g/m².
12. A light armoring element as claimed in one of the claims 1 to 11, **characterized in that** in the direction of bombardment there are 3 to 6 layers of the first fiber composite layer (1) and adjacent thereto 13 to 29 layers of the second fiber composite layer (2).

Revendications

1. Élément de blindage léger, en particulier pour des véhicules de sécurité, avec une première épaisseur de couches de fibres composites (1) de grande solidité disposée dans le sens des tirs et suivie d'une deuxième épaisseur de couches de fibres composites (2) de grande élasticité, les deux épaisseurs étant assemblées par des liants et le nombre de premières épaisseurs de couches de fibres composites (1) orientées dans le sens des projectiles et de deuxièmes épaisseurs de couches de fibres composites (2) qui les suivent dans l'élément de blindage léger habillant le véhicule de sécurité pouvant varier en fonction de la sûreté anti-projectiles demandée, **caractérisé en ce que** le nombre de deuxièmes couches de fibres composites (2) élastiques dépasse le nombre de premières couches de fibres composites (1) dures ou **en ce que** la succession des premières couches de fibres composites (1) dures et de deuxièmes couches de fibres composites (2) élastiques varie.

2. Élément de blindage léger selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des couches de fibres composites (1) dures et des couches de fibres composites (1) moins dures peuvent être combinées. 5
3. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** des couches de fibres composites (2) élastiques et des couches de fibres composites (2) moins élastiques peuvent être combinées. 10
4. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les couches de fibres composites (1, 2) se composent de fibres organiques et/ou inorganiques mélangées à des liants. 15
5. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisées en ce que** l'on utilise des fibres de lin, de chanvre, de sisal, d'aramide, textiles, de carbone, ou des combinaisons de ces matériaux en fibres. 20
6. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme liants thermodurcissables des résines phénoliques et des résines de mélamine et comme liants thermoplastiques du polyéthylène ou du polyamide. 25
30
7. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les couches de fibres composites sont conformées comme des textiles, des nappes ou des tricotés. 35
8. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la première couche de fibres composite (1) est un textile de fibres de carbone. 40
9. Élément de blindage léger selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le poids par unité de surface du textile de fibres de verre est de l'ordre de 200 g/m³. 45
10. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la deuxième couche de fibres composite (2) est un textile de fibres d'aramide. 50
11. Élément de blindage léger selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le poids par unité de surface du textile de fibres d'aramide est de l'ordre de 90 g/m³. 55
12. Élément de blindage léger selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'il** présente, dans le sens des projectiles, 3 à 6 épais-

seurs de la première couche de fibres composite (1) suivies de 13 à 29 épaisseurs de la deuxième couche de fibres composite (2).



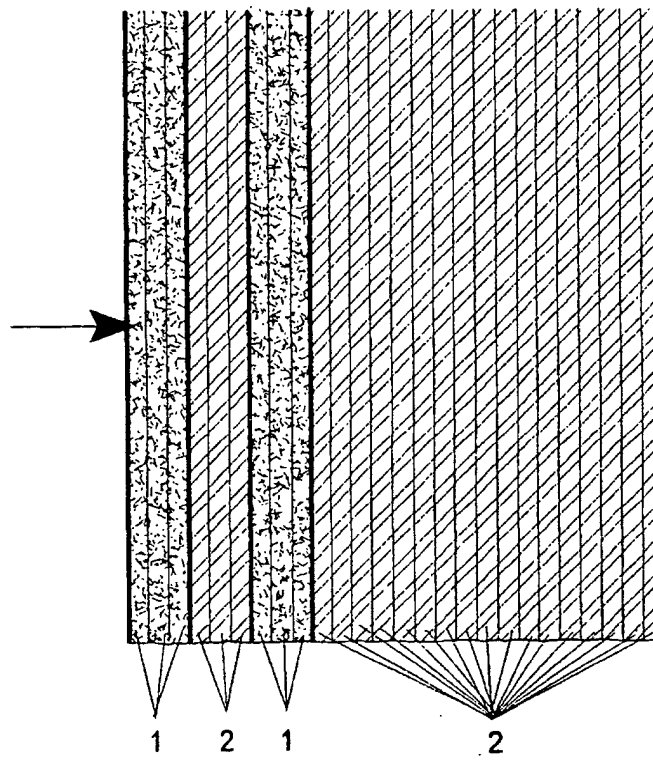


Fig. 4

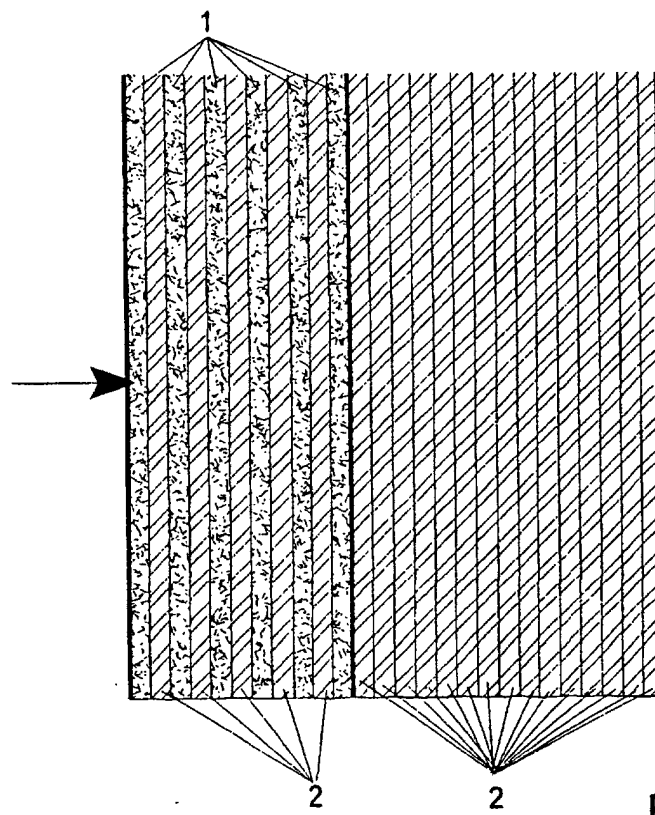


Fig. 5

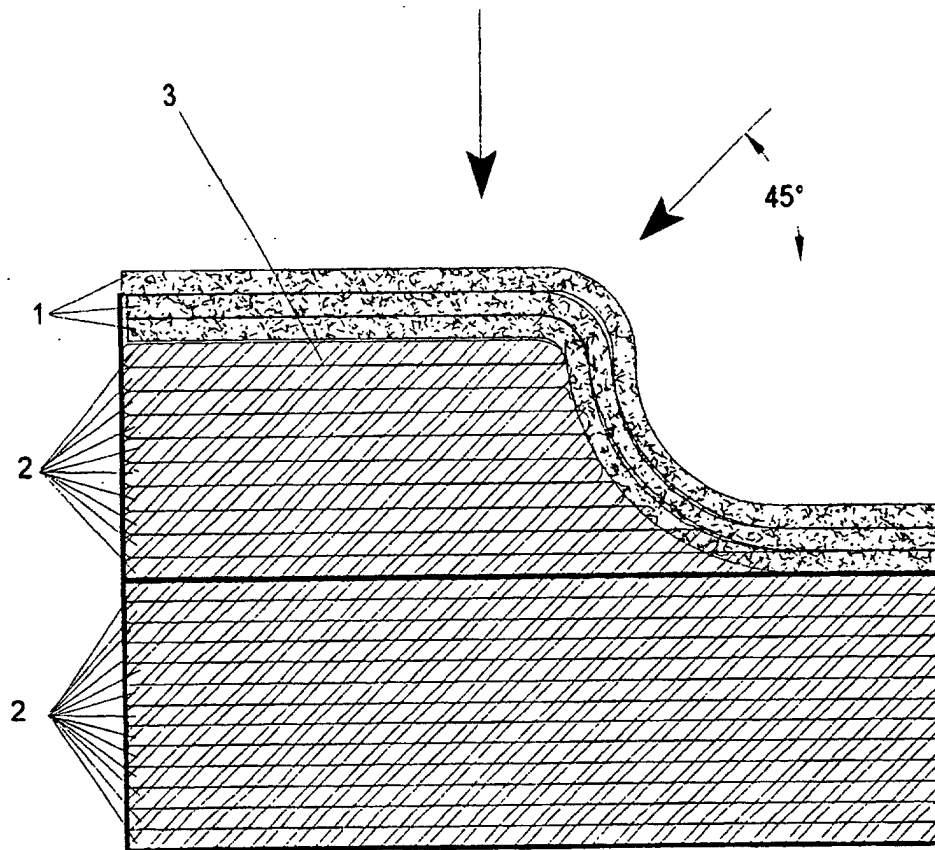


Fig. 6