

(19)



(11)

EP 1 985 961 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.10.2008 Patentblatt 2008/44

(51) Int Cl.:
F41H 5/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08007562.5**

(22) Anmeldetag: **18.04.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(30) Priorität: **23.04.2007 DE 102007019392**

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

(72) Erfinder:
• **Weber, Jürgen
50321 Brühl (DE)**
• **Bayer, Robert Dr.-Ing.
86316 Friedberg (DE)**
• **Keil, Norbert
85221 Dachau (DE)**

(74) Vertreter: **Feder, Wolf-Dietrich et al
Feder Walter Ebert
Patentanwälte
Goethestrasse 38 A
40237 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verbundpanzerungselement**

(57) Flexibles oder starres Verbundpanzerungselement, welches mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinandertiegenden stabförmigen Elementen (3) mit zwei Stirnflächen enthält, wo-

bei die Mehrzahl der Stirnflächen in axialer Richtung des stabförmigen Elements eine Erhebung (5) aufweist und wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung komplementäre Ausgestaltung aufweist.

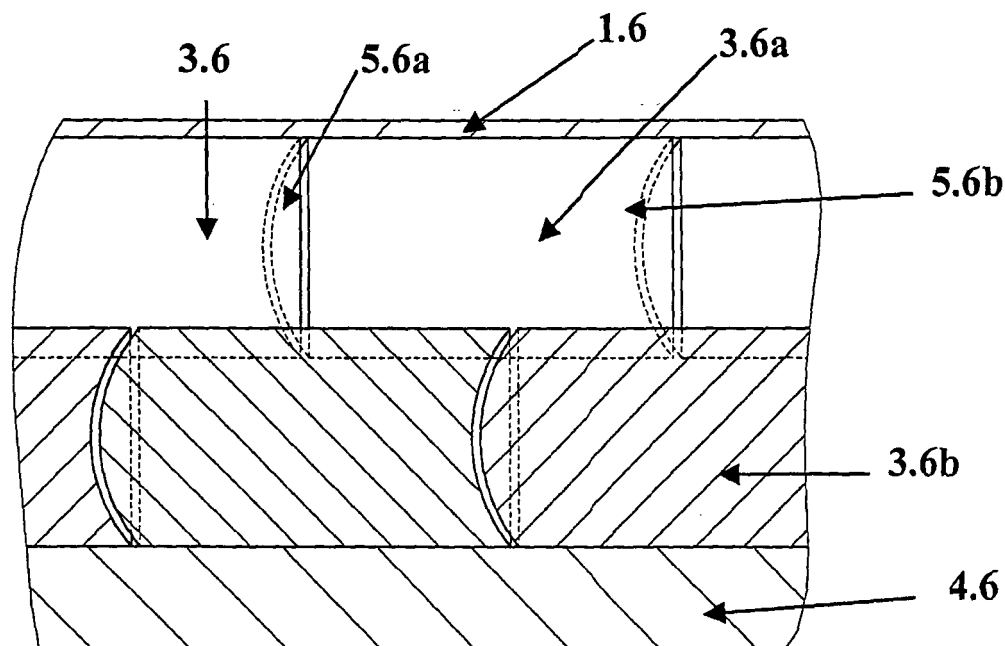


Fig. 6

EP 1 985 961 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verbundpanzerungselement, insbesondere zur ballistischen Panzerung von Fahrzeugen und Gebäuden oder sonstigen Objekten. Verbundpanzerungselemente, wie beispielsweise Verbundpanzerplatten, die aus einem Verbund mehrerer Materialien bestehen, sind an sich bekannt. Häufig sind Verbundpanzerplatten derart aufgebaut, dass zwischen zwei ebenen, parallelen, starren Plattenelementen Füllmaterialien oder Füllelemente eingebracht werden, welche anschließend mit einer gießfähigen Masse umgossen werden. Verbundpanzerungselemente im Sinne der Erfindung weisen stabförmige Elemente als Füllelemente auf, die mit einer Vergussmasse vergossen werden.

[0002] Die DE 1 578 324 A1 beschreibt eine solche starre Verbundpanzerplatte, wobei als Füllelemente Kugeln oder Zylinder aus einem harten keramischen Material verwendet werden. Die Zylinder werden in Reihen in der Platte in mehreren unterbrochenen Schichten oder Lagen angeordnet, d.h. ihre Längsachsen liegen im Wesentlichen parallel zur Plattenebene und parallel zueinander. Die Zylinder sind ferner in einem Abstand voneinander angeordnet, wobei mehrere Lagen aus einem Abstandsmaterial derart verwendet werden, dass jede Schicht aus Abstandsmaterial wechselweise über bzw. unter die Zylinder in ihrer betreffenden Lage gewickelt ist.

[0003] Diese Anordnung der Füllelemente hat allerdings den Nachteil, dass besonders bei modernen, hochharten Geschosskernen, insbesondere bei vielen Treffern mit geringem Abstand, ein vorgezogener Bruch auftreten kann, so dass Durchschüsse auftreten können.

[0004] Die zum Zeitpunkt der Anmeldung noch nicht veröffentlichte deutsche Patentanmeldung DE 10 2005 050 981.9 beschreibt eine ebene, starre Verbundpanzerplatte zum Schutz vor Geschossen, welche mindestens eine Lage aus hochharten, stabförmigen Elementen enthält, die in Reihen nebeneinander in der Platte derart angeordnet sind, dass ihre Längsachsen im Wesentlichen parallel zur Plattenebene und parallel zueinander liegen, wobei eine Reihe zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegende stabförmige Elemente aufweist, und wobei die Fugen zwischen den stabförmigen Elementen innerhalb einer Reihe bezüglich der Fugen zumindest einer benachbarten Reihe in axialer Richtung versetzt angeordnet sind. In einer besonderen Ausgestaltung weisen die Mehrzahl der stabförmigen Elemente zur Schockdämpfung an einem Ende konvex gewölbte oder kegelförmig nach außen gerichtete Stirnflächen und am anderen, gegenüberliegenden Ende entsprechend konkav bzw. kegelförmig nach innen gerichtete Stirnflächen auf, so dass ein Ineinandergreifen der stabförmigen Elemente erreicht wird.

[0005] Wenn die beschriebene starre Verbundpanzerplatte als Zusatzpanzerung auf vorhandene Strukturen aufgebracht werden soll, ist dies nicht für alle denkbaren Anwendungen möglich. Sie ist zwar gut dafür geeignet, ebene Flächen zu schützen, allerdings kann sie sich

mangels Flexibilität nicht an den Untergrund anpassen. Ferner ist in einigen Fällen keine flächige, sondern eine stabförmige Zusatzpanzerung notwendig, beispielsweise zum zusätzlichen Schützen von lokalen linienförmigen funktionsbedingten ballistischen Schwachstellen, z.B. an Türspalten oder Fensterdichtungen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verbundpanzerungselement derart zu gestalten, dass es eine erhöhte Schutzwirkung bei kleinem Flächengewicht aufweist und vielseitig einsetzbar ist.

[0007] Die Erfindung löst die Aufgabe mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, 32, 41 und 44. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0008] Es ist ein Grundgedanke der Erfindung, ein Verbundpanzerungselement bereitzustellen, welches mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegenden stabförmigen Elementen mit zwei Stirnflächen enthält, wobei die Mehrzahl der Stirnflächen in axialer Richtung des stabförmigen Elements eine Erhebung aufweist und wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung komplementäre Ausgestaltung aufweist. Die Erhebung ist dadurch bestimmt, dass sie sich von einer planen Fläche, deren Flächennormale parallel zur Längsachse des stabförmigen Elements liegt, unterscheidet.

[0009] Insbesondere können die stabförmigen Elemente mit den komplementären Stirnflächen ineinandergreifend, vorzugsweise formschlüssig, angeordnet sein.

[0010] Als *stabförmig* im Sinne der Erfindung wird jeder Körper angesehen, bei dem das Verhältnis von Gesamtlänge zu maximalem Durchmesser mindestens 1 ist. Als *flexibel* im Sinne der Erfindung wird ein Grad einer Gesamtsteifigkeit verstanden, der es dem Verbundpanzerungselement erlaubt, sich bis zu einem gewissen Maß einer unter dem Verbundpanzerungselement liegenden gekrümmten Kontur anzupassen. Ein *starres* Verbundpanzerungselement ist hierzu nicht in der Lage. Als eine zur Erhebung komplementäre Ausgestaltung im Sinne der Erfindung wird auch angesehen, wenn diese komplementäre Ausgestaltung bei gleicher Grundgeometrie größer als die entsprechende Ausgestaltung der Erhebung dimensioniert ist, so dass durch das entstehende Spiel eine verbesserte Flexibilität erreicht wird.

[0011] Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Elemente kann eine flexible Ausbildung des Verbundpanzerungselements erreicht werden, das trotzdem ballistisch "dicht" bleibt. Es ist durch die gelenkartige Verbindung der stabförmigen Elemente eine Winkelabweichung der Längsachsen der Elemente möglich, ohne dass im Bereich der Fugen eine beschusskritische Spalte oder ein ballistisches "Loch" entsteht, so dass die ballistische Sicherheit nicht eingeschränkt wird. Damit sind hohe Schutzwirkungen bei minimalem Flächengewicht realisierbar und es ist möglich, runden Ausformungen der zu schützenden Flächenstruktur zu folgen. Die dreidimensionale Ausformung des Verbundpanzerungselements kann somit bei der Montage auf eine gewölbte

Fläche des zu schützenden Objekts entstehen.

[0012] Ferner kann bei bekannter zu schützender Fläche mit dreidimensionalem Profil das Verbundpanzerungselement auch starr ausgeführt sein. Es wird hierzu während der Herstellung direkt in die entsprechende vorgegebene Form gebracht, beispielsweise durch einen Verguss mit einer starren Verbundmasse, wobei die stabförmigen Elemente auch ohne signifikante Verminderung der Schutzwirkung winklig aneinander angrenzen können.

[0013] Somit kann durch die Erfindung zum einen erreicht werden, dass bereits vorhandene beliebige Flächenstrukturen durch eine Zusatzpanzerung besser geschützt werden können. Zum anderen kann nunmehr auch beispielsweise im Fahrzeugbau von der bisher üblichen Bauweise, die ebene Flächen vorsah, welche mit den bislang einzig zur Verfügung stehenden starren ebenen Schutzplatten belegt wurden, abgewichen werden und es sind beliebig geformte Oberflächen möglich, die trotzdem mit leichten Verbundpanzerungselementen belegt werden können. Dies ermöglicht neue systemtechnische Ansätze beispielsweise im militärischen Fahrzeugbau.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Anordnung können auch bei winklig aneinandergrenzenden stabförmigen Elementen die Zerstörungsradien bei einem Treffer minimiert werden, so dass sich eine besonders gute "Multi-Hit"-Fähigkeit ergibt, d.h. auch bei vielen Treffern mit geringem Abstand bleibt die Schutzfunktion erhalten.

[0015] Bei der Ausgestaltung der Stirnflächen ist bei allen Formen des Verbundpanzerungselements eine Vielzahl von Geometrien möglich, wobei es sich als vorteilhaft erwiesen hat, dass sich die Erhebung zu einem Punkt hin verjüngt, der insbesondere auf der Längsachse des stabförmigen Elements liegt. Die Erhebung kann konvex, insbesondere mit konstantem Krümmungsradius, gewölbt sein. Bevorzugt ist das Verhältnis des maximalen Durchmessers zum Radius der Stirnflächenkrümmung kleiner als 0,6. Die Erhebung kann ferner kegelförmig, keilförmig oder pyramidenförmig, beispielsweise dreiecks- oder viereckspyramidenförmig, mit jeweils abgerundeter Spitze ausgeführt sein. Das Verhältnis des Radius der abgerundeten Spitze zu dem größten Querschnitt ist vorzugsweise kleiner als 0,25. Zudem kann sie jeweils als Teil einer formschlüssigen Oberfläche nach dem Prinzip "Kreuzschlitz" ausgebildet sein.

[0016] Eine gute Schutzwirkung wird erreicht, wenn die Längsachsen der stabförmigen Elemente im Wesentlichen parallel zur äußeren Kontur des Verbundpanzerungselements angeordnet sind. Mit anderen Worten können die Längsachsen der stabförmigen Elemente normal oder nahezu normal zur Flächennormalen der äußeren Kontur stehen.

[0017] Vorteilhafterweise kann die Mehrzahl der stabförmigen Elemente ein Verhältnis der Gesamtlänge zu maximalem Durchmesser aufweisen, welches mindestens gleich 2 und insbesondere maximal gleich 5 ist.

[0018] Zur Erlangung der Flexibilität können die stab-

förmigen Elemente von einer elastischen Vergussmasse, insbesondere einem Elastomer (z.B. Gummi), umgeben sein. Bevorzugt ist der Raum zwischen den stabförmigen Elementen mit einer elastischen Masse gefüllt, die mit zumindest einer durchgehenden äußeren Abschlusschicht verbunden ist.

[0019] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Grundform des flexiblen Verbundpanzerungselements eine sich im Wesentlichen in zwei Dimensionen erstreckende Plattenform, wobei auch eine Wölbung möglich ist.

[0020] Zur Erhöhung der Sicherheit kann das Verbundpanzerungselement an der Außenseite zwei durchgängige flexible Elemente aufweisen, zwischen denen die stabförmigen Elemente angeordnet sind. Es ist auch möglich, dass das Verbundpanzerungselement zur Gewichtsreduzierung nur an einer Außenseite ein durchgängiges flexibles Element aufweist oder dass die Vergussmasse zumindest an einer Außenseite des Verbundpanzerungselements offen liegt, wobei sie optional mit einem Farbanstrich versehen sein kann.

[0021] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Verbundpanzerungselement generell mindestens eine Lage aus mehreren nebeneinander angeordneten Reihen aus mehreren stabförmigen Elementen enthält. Die Fugen zwischen den stabförmigen Elementen innerhalb einer Reihe können bezüglich der Fugen zumindest einer benachbarten Reihe in axialer Richtung versetzt angeordnet sein. Für eine erhöhte Sicherheit kann das Verbundpanzerungselement zumindest zwei Lagen aus stabförmigen Elementen enthalten. Hierbei können die stabförmigen Elemente einer Lage derart angeordnet sein, dass sie bezüglich der stabförmigen Elemente der benachbarten Lage in einer Richtung senkrecht zur Längsachse der stabförmigen Elemente versetzt angeordnet sind.

[0022] Falls das mehrlagige Verbundpanzerungselement eine derartige Biegung aufweist, dass der Krümmungsradius senkrecht zu den Längsachsen der stabförmigen Elemente einer Lage steht, so kann vorgesehen werden, dass die weiter außen liegenden stabförmigen Elemente im Bereich der Wölbung eine zunehmend größere Querschnittsabmessung aufweisen, der dem entsprechend größeren Radius dieser Lage angepasst ist, so dass das Verbundpanzerungselement keine durch Biegung entstehenden Lücken zwischen den Reihen aufweist.

[0023] In einer anderen Ausgestaltung ist die Grundform des Verbundpanzerungselements eine Stabform. Hierbei können die stabförmigen Elemente parallel zur Längsachse des stabförmigen Verbundpanzerungselements ausgerichtet sein. Das stabförmige Verbundpanzerungselement kann starr oder flexibel ausgeführt sein. Die Grundform kann zudem die Form eines gebogenen Stabes sein. Eine günstige flexible Ausgestaltung kann dadurch erreicht werden, dass die stabförmigen Elemente in einem flexiblen Hohlkörper wie einen biegsamen Schlauch eingebracht sind. Hierbei kann insbesondere die Vergussmasse in den Schlauch gefüllt werden. Es

können je nach Schutzbedarf beliebig viele Reihen von stabförmigen Elementen in einem Hohlkörper vorgesehen werden.

[0024] Eine vorteilhafte Ausführung des Verbundpanzerungselements besteht darin, dass mehrere einzelne stabförmigen Verbundpanzerungselemente zu einem größeren, insbesondere flächenförmigen, Verbundpanzerungselement durch Aneinanderreihung oder Schichtung verbunden, insbesondere vergossen, werden. Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass mehrere stabförmige Verbundpanzerungselemente zu einem größeren Verbundpanzerungselement derart flexibel verbunden werden, dass ein Aufrollen des gesamten Verbundpanzerungselements möglich ist. Auf diese Weise kann es beispielsweise einfacher transportiert werden. Im Bedarfsfall lässt sich das Verbundpanzerungselement ausrollen, so dass schnell und einfach eine Zusatzsicherung beispielsweise vor Fenster oder sonstige, gerade oder gewölbte zu schützende Flächen bringbar ist.

[0025] Bei allen Ausgestaltungen können die stabförmigen Elemente zumindest teilweise mit zumindest einer schockdämpfenden Beschichtung versehen sein. Insbesondere um die Schutzwirkung gegen Geschoskerne aus besonders harten und schweren Materialien zu optimieren, ist es von zusätzlichem Vorteil, vor allem im Bereich der Stirnflächen der Elemente eine Schockdämpfung vorzusehen. Hierzu können zwischen den Stirnflächen zweier aneinandergrenzender stabförmiger Elemente schockdämpfende Materialien, insbesondere in Form von Folien, Fäden, Geweben, Bändern oder Granulaten, beispielsweise aus Metallen, Kunststoffen, Elastomeren oder Fasermaterialien, eingebracht sein. Ferner können auch zwischen den Reihen der stabförmigen Elemente schockdämpfende Materialien, insbesondere in Form von Folien, Gewebe, Fäden, Bändern oder Granulaten, eingebracht sein. Zudem kann das Verbundpanzerungselement, insbesondere an der der Bedrohung abgewandten Außenseite, mindestens eine schockabsorbierende Schicht, insbesondere aus Schaumstoffen oder aus elastischen Materialien, aufweisen. Ferner kann die Mehrzahl der stabförmigen Elemente Stirnflächen besitzen, die aufgeraut sind oder die mit Strukturen versehen sind, die ein flächiges Anliegen von zwei gegenüberliegenden Stirnflächen verhindern. Alle schockdämpfenden Maßnahmen haben zugleich den Vorteil, dass die Flexibilität des Verbundpanzerungselements erhöht wird.

[0026] Bei der Ausgestaltung als starres Verbundpanzerungselement, bei dem die stabförmigen Elemente insbesondere von einer starren Vergussmasse, wie Epoxydharz, umgeben sind, kann dieses eine der Bedrohung zugewandte Fläche aufweisen, die nicht vollständig plan ist, d.h. es kann beispielsweise eine Wölbung oder sonst eine beliebige dreidimensionale Struktur aufweisen. Das Verbundpanzerungselement weist hierbei mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegenden stabförmigen Elementen mit zwei Stirnflächen auf, wobei die Mehrzahl der Stirnflächen in

axialer Richtung des stabförmigen Elements eine Erhebung aufweist und wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung komplementäre Ausgestaltung aufweist.

5 **[0027]** Bevorzugt weist das Verbundpanzerungselement im Wesentlichen eine konstante Dicke auf. Aus günstigeren fertigungstechnischen Gründen kann es des Weiteren im Wesentlichen einen einheitlichen strukturellen Aufbau aufweisen.

10 **[0028]** Zur Erhöhung der Sicherheit und auch der Robustheit kann eine Seite, insbesondere die der Bedrohung zugewandte Seite, des Verbundpanzerungselements aus mindestens einer festen Schicht, insbesondere aus einem Fasermaterial mit hoher Zugfestigkeit, wie Aramid, Glasfaser, Polyamid, oder Kohlefaser, bestehen. Die starre Vergussmasse kann mit zumindest einer durchgehenden äußeren Abschlusschicht verbunden sein.

15 **[0029]** Bei allen Ausführungen können die stabförmigen Elemente unterschiedliche Querschnitte aufweisen. Beispielsweise kann die Mehrzahl der stabförmigen Elemente als Querschnitt eine Form ähnlich der eines Kreises oder einer Ellipse oder einen Ausschnitt einer solchen Form aufweisen. Des Weiteren kann die Mehrzahl der stabförmigen Elemente als Querschnitt ein Polygon, wie ein Drei-, Vier-, Fünf-, Sechs- oder Vieleck, oder einen Ausschnitt einer solchen Form aufweisen.

20 **[0030]** Insbesondere bei gebogenen Panzerungselementen kann es vorteilhaft sein, wenn die äußere Schicht zumindest im Bereich der Biegung größere oder polygonale Elemente aufweist, um die Schutzabdeckung zu verbessern.

25 **[0031]** Das Material der stabförmigen Elemente ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung für die Schutzwirkung des Verbundpanzerungselements. So kann bei allen Ausführungen zumindest ein stabförmiges Element aus einem keramischen Werkstoff, aus Aluminiumoxid-Keramik mit einem Al_2O_3 Gehalt von 92 - 99,99 %, aus einem hochharten Material, insbesondere aus Borkarbid, Siliziumkarbid, Siliziumnitrit oder Titantriorborat, oder aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere aus gehärtetem Stahl, Aluminium, Titan oder einem Sinterwerkstoff, bestehen.

30 **[0032]** Das Verbundpanzerungselement kann selbsttragend in einer Rahmenkonstruktion am zu schützenden Objekt (z.B. einem Fahrzeug) montiert sein oder auf einem Strukturgehäuse aus Panzerstahl oder Leichtmetall, wobei schockabsorbierende Zwischenschichten verwendet werden können bzw. Luftspalte zwischen Strukturgehäuse und Verbundpanzerungselement vorgesehen werden können.

35 **[0033]** Bei der Herstellung eines Schutzelements können die stabförmigen Elemente in einer Fertigungsform vorgegebener Größe oder in einen Fertigungs-Formrahmen vorgegebener Größe eingelegt werden und anschließend vulkanisiert werden, so dass sich ein maßgenaues elastisch verformbares Panzerungselement ergibt. Ferner können bei der Fertigung die liegen-

den stabförmigen Elemente in eine maßgenau entsprechend der gewünschten dreidimensionalen Form gefertigte Kassette aus Stahl, Leichtmetall, Kunststoff oder Faserverbundmaterial eingelegt werden und dann mit einer Vergussmasse vergossen oder vulkanisiert werden. Die Kassette wird dann zum Bestandteil des Verbundpanzerungselements und kann dessen Außenschicht und Berandung darstellen.

[0034] Im Übrigen ist auch ein über das in der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2005 050 981.9 beschriebenes, hinausgehendes starres Verbundpanzerungselement möglich, welches im Wesentlichen ein sich in zwei Dimensionen erstreckendes plattenförmiges Verbundpanzerungselement mit zwei zueinander parallelen, ebenen Plattenflächen darstellt, wobei das Verbundpanzerungselement mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegenden stabförmigen Elementen mit zwei Stirnflächen enthält, wobei die Mehrzahl der Stirnflächen in axialer Richtung des stabförmigen Elements eine Erhebung einer Form ausgenommen der Kegelform und der gewölbten Konvexform aufweist, wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung komplementäre Ausgestaltung aufweist und wobei die stabförmigen Elemente parallel zu den Plattenflächen angeordnet sind. Dieses starre, plattenförmige Verbundpanzerungselement kann alle bislang beschriebenen Merkmale aufweisen, die nicht in Verbindung mit der Flexibilität des Verbundpanzerungselements stehen.

[0035] Mögliche Ausführungen der Erfindung werden anhand der Figuren 1 bis 17 erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Querschnitt;
- Fig. 2 eine zweite Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Querschnitt;
- Fig. 3 eine dritte Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Querschnitt;
- Fig. 4 eine vierte Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Querschnitt;
- Fig. 5 eine fünfte Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Längsschnitt;
- Fig. 6 eine sechste Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Längsschnitt;
- Fig. 7 eine siebte Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Längsschnitt;
- Fig. 8 eine achte Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Querschnitt;
- Fig. 9 eine zehnte Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Querschnitt;
- Fig. 10 eine elfte Ausführung eines Verbundpanzerungselements im Querschnitt;
- Fig. 11 eine schematische Darstellung zweier stabförmiger Elemente;
- Fig. 12 ein flexibles stabförmiges Verbundpanzerungselement in einer schematischen Darstellung;

- Fig. 13 ein flexibles stabförmiges Verbundpanzerungselement im Querschnitt in einer schematischen Darstellung;
- Fig. 14 ein zusammenrollbares Verbundpanzerungselement im Querschnitt in einer schematischen Darstellung;
- Fig. 15 die Anordnung von stabförmigen Elementen in einem gebogenen Verbundpanzerungselement im Querschnitt;
- Fig. 16 die Anordnung von stabförmigen Elementen in einem gebogenen Verbundpanzerungselement in einer perspektivischen Darstellung; und
- Fig. 17 zwei stabförmige Elemente mit jeweils einer kreuzförmiger Erhebung an einer Stirnfläche.

[0036] Die Fig. 1 zeigt im Querschnitt ein plattenförmiges Verbundpanzerungselement mit einer konstanten Dicke und mit einem durch die Wiederholung von gleichartigen Teilabschnitten einheitlichen strukturellen Aufbau mit zwei übereinanderliegenden Lagen von stabförmigen hochharten Elementen 3.1, welche in nicht dargestellter Weise hintereinander in Reihen angeordnet sind. Die äußere, flexible Deckschicht 1.1 ist mit den stabförmigen Elementen 3.1 und einer Abschlussschicht 4.1 mit Hilfe einer Vergussmasse 2.1 verklebt. Die stabförmigen Elemente 3.1 bestehen aus Aluminiumoxid-Keramik und weisen einen sechseckigen Querschnitt auf. Die stabförmigen Elemente 3.1 sind in nicht dargestellter Weise innerhalb einer Reihe derart hintereinander angeordnet, dass die Fugen zwischen den Elementen einer Reihe aus stabförmigen Elementen 3.1 a der oberen Lage bezüglich der Fugen einer benachbarten Reihe aus stabförmigen Elementen 3.1 b der unteren Lage versetzt angeordnet sind. Das Verbundpanzerungselement ist flexibel und somit in der Lage, sich den Konturen eines zu schützenden Objekts anzupassen.

[0037] Die Fig. 2 zeigt im Querschnitt ein starres Verbundpanzerungselement mit zwei übereinanderliegenden Lagen von stabförmigen hochharten Elementen 3.2. Die Anordnung der stabförmigen Elemente 3.2 entspricht der Anordnung gemäß Fig. 1. Die stabförmigen Elemente 3.2 weisen einen dreieckigen Querschnitt auf. Die äußere, starre Deckschicht 1.2 ist mit den stabförmigen Elementen 3.2 und einer Abschlussschicht 4.2 mit Hilfe einer starren Vergussmasse 2.2 aus Epoxydharz verklebt. Die Fig. 3 zeigt im Querschnitt ein Verbundpanzerungselement mit zwei übereinanderliegenden Lagen von stabförmigen hochharten Elementen 3.3. Die Anordnung der stabförmigen Elemente 3.3 entspricht der Anordnung gemäß Fig. 1. Die oberen Reihen 3.3a der stabförmigen Elemente 3.3 weisen eine andere Geometrie als die unteren Reihen 3.3b der stabförmigen Elemente auf, wodurch eine möglichst glatte Außenfläche realisiert wird. Analog zu Fig. 1 ist die äußere Deckschicht 1.3 mit den stabförmigen Elementen 3.3 und einer Abschlussschicht 4.3 mit Hilfe einer elastischen Vergussmasse 2.3 verklebt.

[0038] Die Fig. 4 zeigt im Querschnitt ein Verbundpanzerungselement mit nur einer Lage von stabförmigen hochharten Elementen 3.4, welche in nicht dargestellter Weise hintereinander in Reihen angeordnet sind. Die Elemente 3.4 weisen einen oberen abgerundeten Abschnitt 3.4i und einen unteren eckigen Abschnitt 3.4ii auf. Analog zu Fig. 1 ist die äußere Deckschicht 1.4 mit den stabförmigen Elementen 3.4 und einer Abschlussschicht 4.4 mit Hilfe einer elastischen Vergussmasse 2.4 verklebt. Die stabförmigen Elemente 3.4 sind in nicht dargestellter Weise innerhalb einer Reihe derart hintereinander angeordnet, dass die Fugen zwischen den Elementen einer Reihe aus stabförmigen Elementen 3.4a bezüglich der Fugen einer benachbarten Reihe aus stabförmigen Elementen 3.4b derselben Lage versetzt angeordnet sind.

[0039] Die Fig. 5 zeigt im Längsschnitt ein Verbundpanzerungselement mit einer äußeren Deckschicht 1.5, einer Abschlussschicht 4.5 und zwei übereinanderliegenden Reihen von stabförmigen hochharten Elementen 3.5. Es ist der Versatz der Fugen der Längsteilung zwischen der oberen Reihe 3.5a aus stabförmigen Elementen und der unteren Reihe 3.5b dargestellt. Die Stirnflächen der stabförmigen Elemente 3.5 sind als ebene Fläche ausgeführt und weisen eine keilförmige Erhebung 5.5 auf, wobei die Ebene eine schräge Lage bezüglich der axialen Richtung der stabförmigen Elemente einnimmt.

Die Fig. 6 zeigt analog zu Fig. 5 ein Verbundpanzerungselement im Längsschnitt mit einer äußeren Deckschicht 1.6, einer Abschlussschicht 4.6 und zwei übereinanderliegenden Reihen von stabförmigen hochharten Elementen 3.6. Es ist der Versatz der Fugen der Längsteilung zwischen der oberen Reihe 3.6a aus stabförmigen Elementen und der unteren Reihe 3.6b dargestellt. Die stabförmigen Elemente 3.6 weisen an einem stirnflächigen Ende eine mit konstantem Krümmungsradius konvex gewölbte Erhebung 5.6a und am anderen Ende eine entsprechend konkav gewölbte Einbuchtung 5.6b auf. Die stabförmigen Elemente 3.6 greifen somit formschlüssig ineinander. Die Längsachsen A der stabförmigen Elemente 3.6 sind parallel zur äußeren Kontur des Verbundpanzerungselements angeordnet.

[0040] Die Fig. 7 zeigt analog zu Fig. 5 ein Verbundpanzerungselement im Längsschnitt mit einer äußeren Deckschicht 1.7, einer Abschlussschicht 4.7 und zwei übereinanderliegenden Reihen von stabförmigen hochharten Elementen 3.7. Es ist der Versatz der Fugen der Längsteilung zwischen der oberen Reihe 3.7a aus stabförmigen Elementen und der unteren Reihe 3.7b dargestellt. Die stabförmigen Elemente 3.7 weisen an einer Stirnfläche eine kegelförmig nach außen gerichtete Erhebung 5.7a und an der anderen Stirnfläche eine kegelförmig nach innen gerichtete Einbuchtung 5.7b auf. Die kegelförmige Erhebung 5.7a der Stirnfläche verjüngt sich somit zu einem Punkt P hin, der auf der Längsachse A des stabförmigen Elements 3.7 liegt.

[0041] Die Fig. 8 zeigt im Querschnitt ein flexibles Ver-

bundpanzerungselement mit zwei übereinanderliegenden Lagen von stabförmigen hochharten Elementen 3.8. Die Anordnung der stabförmigen Elemente 3.8 entspricht der Anordnung gemäß Fig. 1. Die stabförmigen Elemente 3.8 weisen einen runden Querschnitt auf. Analog zu Fig. 1 ist die äußere Deckschicht 1.8 mit den stabförmigen Elementen 3.8 und einer Abschlussschicht 4.8 mit Hilfe einer elastomeren Vergussmasse 2.8 verklebt. Zwischen den stabförmigen Elementen 3.8 befindet sich ein dämpfendes Material in Form von Fäden 6.8a und Bändern 6.8b, so dass sich neben einer Schockdämpfung auch eine verbesserte Flexibilität ergibt.

[0042] Die Fig. 9 zeigt im Querschnitt ein Verbundpanzerungselement mit zwei übereinanderliegenden Lagen von stabförmigen hochharten Elementen 3.9, welche in nicht dargestellter Weise hintereinander in Reihen angeordnet sind. Die stabförmigen Elemente 3.9 weisen einen runden Querschnitt auf. Die äußere Deckschicht 1.9 ist mit den stabförmigen Elementen 3.9 und einer dämpfenden Zwischenschicht 8.9 mit Hilfe einer Vergussmasse 2.9 verklebt. Die stabförmigen Elemente 3.9 sind in nicht dargestellter Weise innerhalb einer Reihe derart hintereinander angeordnet, dass die Fugen zwischen den Elementen einer Reihe aus stabförmigen Elementen 3.9a der oberen Lage bezüglich der Fugen einer benachbarten Reihe aus stabförmigen Elementen 3.9b der unteren Lage versetzt angeordnet sind. Das Verbundpanzerungselement ist über eine dämpfende Zwischenschicht 8.9 mit einer Metallstruktur 9.9 eines zu schützenden Gehäuses angebracht.

[0043] Die Fig. 10 zeigt im Querschnitt ein Verbundpanzerungselement mit zwei übereinanderliegenden Lagen von stabförmigen hochharten Elementen 3.10, welche in nicht dargestellter Weise hintereinander in Reihen angeordnet sind. Die stabförmigen Elemente 3.10 weisen einen runden Querschnitt auf. Die äußere Deckschicht 1.10 ist mit den stabförmigen Elementen 3.10 mit Hilfe einer elastomeren Vergussmasse 2.10 verklebt. Die stabförmigen Elemente 3.10 sind in nicht dargestellter Weise innerhalb einer Reihe derart hintereinander angeordnet, dass die Fugen zwischen den Elementen einer Reihe aus stabförmigen Elementen 3.10a der oberen Lage bezüglich der Fugen einer benachbarten Reihe aus stabförmigen Elementen 3.10b der unteren Lage versetzt angeordnet sind. Der Verbundpanzerplatte ist direkt an einer Metallstruktur 9.10 eines zu schützenden Gehäuses angebracht. Auf eine dämpfende Zwischenschicht, wie in Fig. 9 dargestellt, kann verzichtet werden, weil die Vergussmasse eine genügend große Schichtdicke in diesem Bereich aufweist.

[0044] Die Fig. 11 zeigt beispielhaft zwei Wirkkörper 3.11 mit runden Erhebungen 5.11a und entsprechend komplementär ausgestalteten Einbuchtungen 5.11 b an den Stirnflächen in gerader (oben) und abgewinkelter Anordnung (unten). Die Längsachse A ist um den Winkel α abgewinkelt, ohne dass sich die Spalte S ballistisch kritisch ausbildet.

[0045] In Fig. 12 ist eine linienförmige Anordnung ei-

nes Verbundpanzerungselements mit stabförmigen Elementen 3.12 dargestellt, die in einen biegsamen Schlauch 12 mit einer runden Querschnittsfläche eingebracht sind, wobei die stabförmigen Wirkkörper 3.12 parallel zur äußeren Kontur des stabförmigen Verbundpanzerungselements ausgerichtet sind

[0046] Fig. 13 zeigt schematisch eine Ausführung ähnlich zu dem linienförmigen Verbundpanzerungselement nach Fig. 12, wobei in dieser Ausführung mehrere Reihen von stabförmigen Elementen 3.13 in dem biegsamen Schlauch 12.13 angeordnet sind. Die stabförmigen Elemente 3.13 einer Reihe sind bezüglich der stabförmigen Elemente 3.13 der benachbarten Reihen versetzt angeordnet.

[0047] In Fig. 14 ist eine Ausführung eines Verbundpanzerungselements 13 im Querschnitt schematisch dargestellt, bei der mehrere stabförmige Verbundpanzerungselemente beispielsweise nach Fig. 12 oder 13 zu einem größeren Verbund zusammengebracht sind. Das Verbundpanzerungselement 13 nach Fig. 14 besteht aus mehreren biegsamen Hohlkörpern, wie beispielsweise Schläuchen 12.14, mit jeweils mindestens einer Reihe von nicht dargestellten stabförmigen Elementen. Die Schläuche 12.14 sind über flexible Verbindungen 14 miteinander verbunden, so dass das gesamte Verbundpanzerungselement 13 nach einem "Rollladenprinzip" aufgerollt und ausgerollt werden kann.

[0048] Fig. 15 zeigt schematisch ein gebogenes, starres Verbundpanzerungselement im Querschnitt, welches eine derartige Biegung aufweist, dass der Krümmungsradius senkrecht zu den Längsachsen der stabförmigen Elemente einer Lage steht. Hierbei weisen die stabförmigen Elemente 3.15a der unteren Schicht einen kreisförmigen Querschnitt auf, wohingegen die stabförmigen Elemente 3.15b der oberen Schicht im Bereich der Biegung einen zum Ausgleich des größeren Radius größeren, ovalartigen Querschnitt aufweisen. Hierdurch wird eine verbesserte Schutzabdeckung erreicht. Im nicht gebogenen Bereich weisen auch die stabförmigen Elemente 3.15c der oberen Schicht wiederum einen kreisförmigen, kleineren Querschnitt auf.

[0049] Die Fig. 16 zeigt die Anordnung der stabförmigen Elemente 3.16 bei einem gebogenen, nicht völlig planen, starren oder flexiblen Verbundpanzerungselement mit mehreren Reihen und mit geringem Versatz der stabförmigen Elemente einer Reihe bezüglich der Elemente einer benachbarten Reihe. Durch die Ausgestaltung der Stirnflächen ist eine Krümmung ohne signifikante Einbußen bei der Schutzfähigkeit möglich.

[0050] Die Fig. 17 zeigt zwei stabförmige Elemente 3.17 mit einer jeweils kreuzförmiger Erhebung 5.17a mit abgerundeten Kanten an einer Stirnfläche und komplementärer, kreuzschlitzförmiger Ausgestaltung der jeweils anderen Stirnfläche 5.17b.

[0051] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele begrenzt. Die Erfindung beinhaltet gemäß den Patentansprüchen auch Kombinationen der dargestellten Ausführungsbeispiele sowie weitere, nicht

dargestellte Ausführungen.

Patentansprüche

1. Flexibles Verbundpanzerungselement, welches mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegenden stabförmigen Elementen (3) mit zwei Stirnflächen enthält, wobei die Mehrzahl der Stirnflächen in axialer Richtung des stabförmigen Elements eine Erhebung (5) aufweist und wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung komplementäre Ausgestaltung aufweist.
2. Verbundpanzerungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stabförmigen Elemente (3) mit den komplementären Stirnflächen ineinandergreifend, insbesondere formschlüssig, angeordnet sind.
3. Verbundpanzerungselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Erhebung (5) zu einem Punkt (P) hin verjüngt, der insbesondere auf der Längsachse (A) des stabförmigen Elements (3) liegt.
4. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhebung (5)
 - a. konvex, insbesondere mit konstantem Krümmungsradius, gewölbt,
 - b. kegelförmig, insbesondere mit abgerundeter Kegelspitze,
 - c. pyramidenförmig, insbesondere mit abgerundeter Spitze,
 - d. kreuzförmig oder
 - e. sternförmig
 ist.
5. Verbundpanzerungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundform des Verbundpanzerungselements eine sich im Wesentlichen in zwei Dimensionen erstreckende Plattenform ist, wobei es an den Außenseiten zwei durchgängige Elemente (1, 4) aufweist, zwischen denen die stabförmigen Elemente (3) angeordnet sind oder wobei es nur an einer Außenseite (1) ein durchgängiges Element aufweist.
6. Verbundpanzerungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergussmasse (2) zumindest an einer Außenseite des Verbundpanzerungselements offen liegt.

7. Verbundpanzerungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens eine Lage aus mehreren nebeneinander angeordneten Reihen aus mehreren stabförmigen Elementen (3) enthält. 5
8. Verbundpanzerungselement nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fugen zwischen den stabförmigen Elementen (3) innerhalb einer Reihe bezüglich der Fugen zumindest einer benachbarten Reihe in axialer Richtung versetzt angeordnet sind. 10
9. Verbundpanzerungselement nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zumindest zwei Lagen aus stabförmigen Elementen (3) enthält. 15
10. Verbundpanzerungselement nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stabförmigen Elemente (3) einer Lage derart angeordnet sind, dass sie bezüglich der stabförmigen Elemente (3) der benachbarten Lage in einer Richtung senkrecht zur Längsachse (A) der stabförmigen Elemente (3) versetzt angeordnet sind. 20 25
11. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundform des Verbundpanzerungselements eine Stabform, insbesondere mit rundem Querschnitt, ist, wobei insbesondere die stabförmigen Elemente (3) parallel zur Längsachse des stabförmigen Verbundpanzerungselements ausgerichtet sind. 30 35
12. Verbundpanzerungselement nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabform gebogen ist.
13. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stabförmigen Elemente (3) in einem flexiblen Hohlkörper (12) eingebracht sind, wobei insbesondere in dem Hohlkörper (12) mehrere, insbesondere parallele Reihen der stabförmigen Elemente (3.13) angeordnet sind. 40 45
14. Verbundpanzerungselement (13), **dadurch gekennzeichnet, dass** es aus mindestens zwei miteinander verbundenen stabförmigen Verbundpanzerungselementen nach einem der Ansprüche 20 bis 24 aufgebaut ist. 50
15. Verbundpanzerungselement (13) nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Verbundpanzerungselemente derart parallel aneinandergefügt sind, dass das gesamte Verbundpanzerungselement (13) eine flächige Form aufweist, wobei insbesondere die Verbindung (14) zwischen den einzelnen Verbundpanzerungselementen derart flexibel ist, dass das Verbundpanzerungselement (13) aufrollbar ist. 55
16. Starres Verbundpanzerungselement, mit einer der Bedrohung zugewandten Fläche, die nicht vollständig plan ist, wobei das Verbundpanzerungselement mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegenden stabförmigen Elementen (3) mit zwei Stirnflächen enthält, wobei die Mehrzahl der Stirnflächen in axialer Richtung des stabförmigen Elements (3) eine Erhebung (5) aufweist und wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung (5) komplementäre Ausgestaltung aufweist, wobei insbesondere die stabförmigen Elemente (3) parallel zur Kontur der der Bedrohung zugewandten Fläche des Verbundpanzerungselements angeordnet sind.
17. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 32 bis 35, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Seite des Verbundpanzerungselements aus mindestens einer festen Schicht (1), insbesondere aus einem Fasermaterial, besteht.
18. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 32 bis 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stabförmigen Elemente (3) von einer starren Vergussmasse (2) umgeben sind.
19. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 32 bis 37, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Raum zwischen den stabförmigen Elementen (3) mit einer starren Vergussmasse (2) gefüllt ist, die mit zumindest einer durchgehenden äußeren Abschlusschicht (1) verbunden ist.
20. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 32 bis 38, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich einer Biegung des mehrlagigen Verbundpanzerungselements die stabförmigen Elemente (3.15b) einer Lage einen größeren Durchmesser aufweisen als die stabförmigen Elemente (3.15a) einer darunter liegenden Lage.
21. Verbundpanzerungselement nach einem der Ansprüche 32 bis 39, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die Merkmale aus dem kennzeichnenden Teil eines oder den kennzeichnenden Teilen mehrerer der Ansprüche 1 bis 19 und 28 bis 31 aufweist.
22. Starres, stabförmiges Verbundpanzerungselement, wobei es mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegenden stabförmigen Elementen (3) mit zwei Stirnflächen enthält, wobei die Mehrzahl der Stirnflächen in axialer Richtung des stabförmigen Elements (3) eine Erhebung

(5) aufweist und wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung (5) komplementäre Ausgestaltung aufweist, wobei insbesondere die Querschnittskontur des stabförmigen Verbundpanzerungselements rund ist.

5

- 23.** Verbundpanzerungselement nach Anspruch 41 oder 42, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die Merkmale aus dem kennzeichnenden Teil eines oder den kennzeichnenden Teilen mehrerer der Ansprüche 1 bis 11, 15 bis 26 und 28 bis 31 aufweist.
- 24.** Starres, im Wesentlichen sich in zwei Dimensionen erstreckendes plattenförmiges Verbundpanzerungselement mit zwei zueinander parallelen, ebenen Plattenflächen, wobei das Verbundpanzerungselement mindestens eine Reihe aus zumindest zwei in axialer Richtung hintereinanderliegenden stabförmigen Elementen (3) mit zwei Stirnflächen enthält, wobei die Mehrzahl der Stirnflächen in axialer Richtung des stabförmigen Elements (3) eine Erhebung (5) einer Form ausgenommen der Kegelform und der gewölbten Konvexform aufweist, wobei die Mehrzahl der gegenüberliegenden Stirnflächen eine zu der Erhebung (5) komplementäre Ausgestaltung aufweist und wobei die stabförmigen Elemente (3) parallel zu den Plattenflächen angeordnet sind.
- 25.** Verbundpanzerungselement nach Anspruch 44, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die Merkmale aus dem kennzeichnenden Teil eines oder den kennzeichnenden Teilen mehrerer der Ansprüche 1 bis 19, 28 bis 31 und 33 bis 38 aufweist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

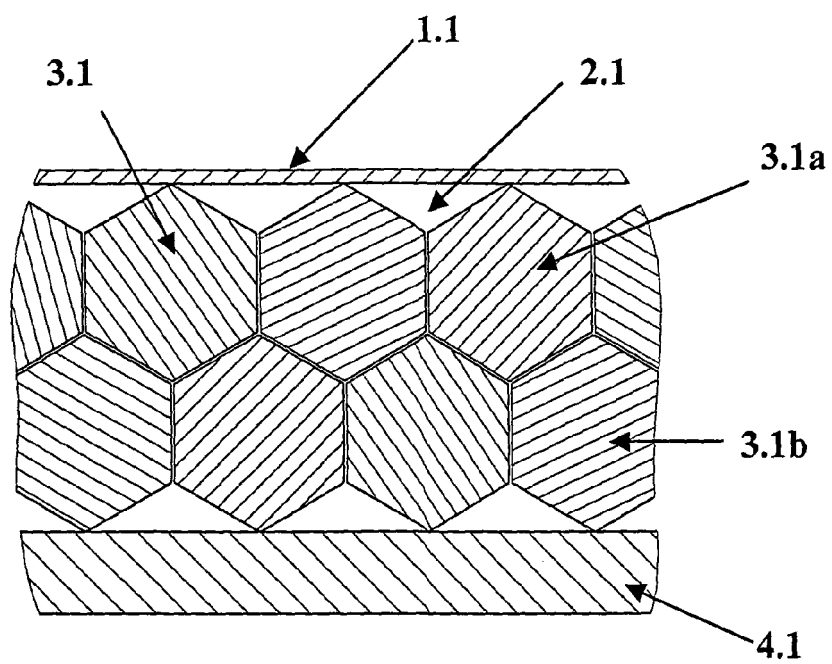


Fig. 1

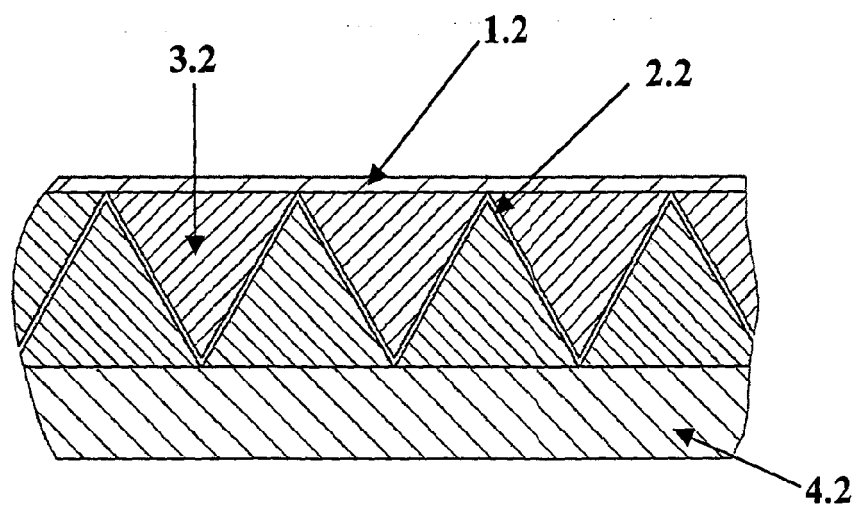


Fig. 2

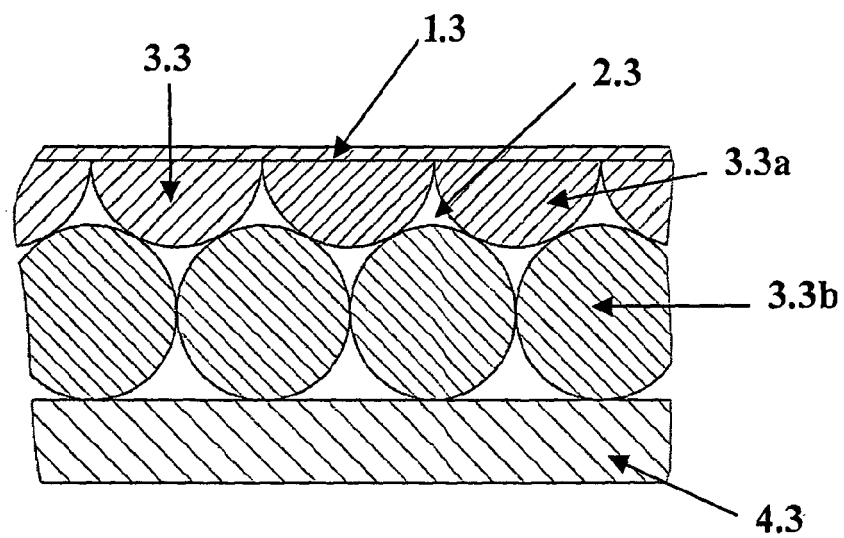


Fig. 3

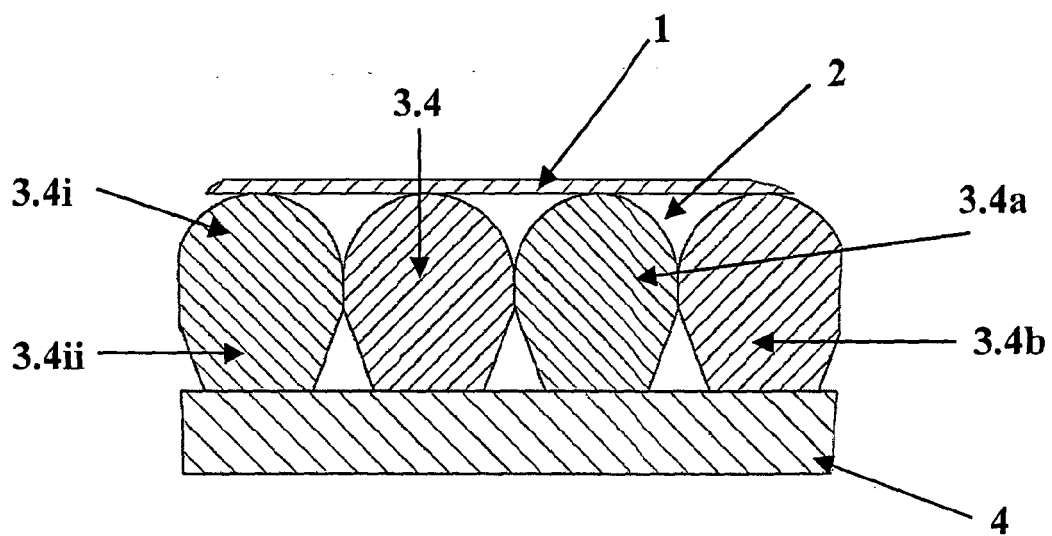


Fig. 4

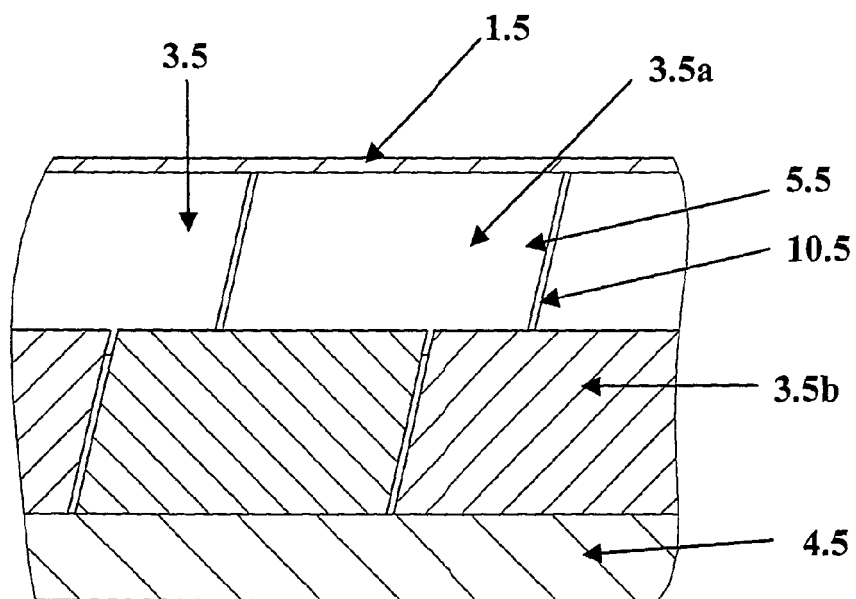


Fig. 5

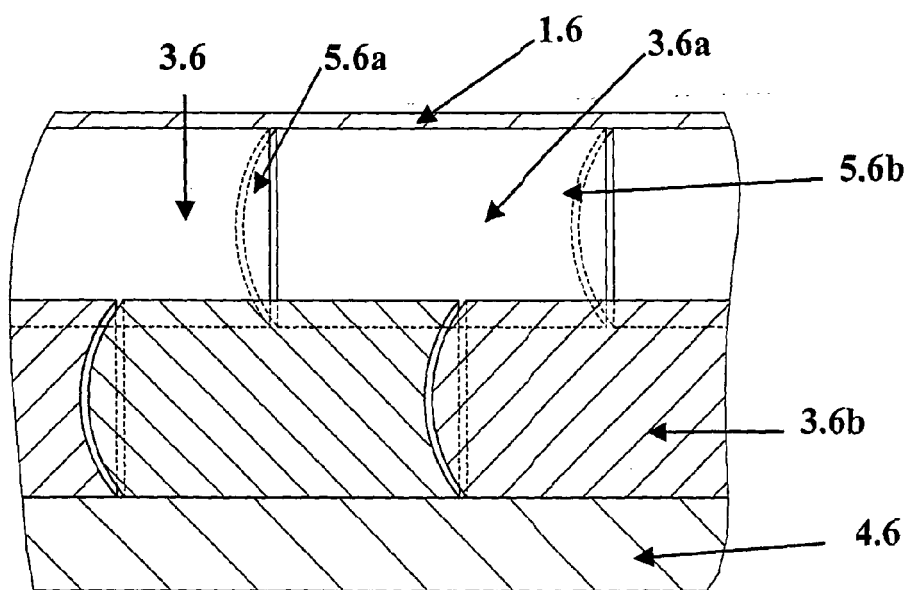


Fig. 6

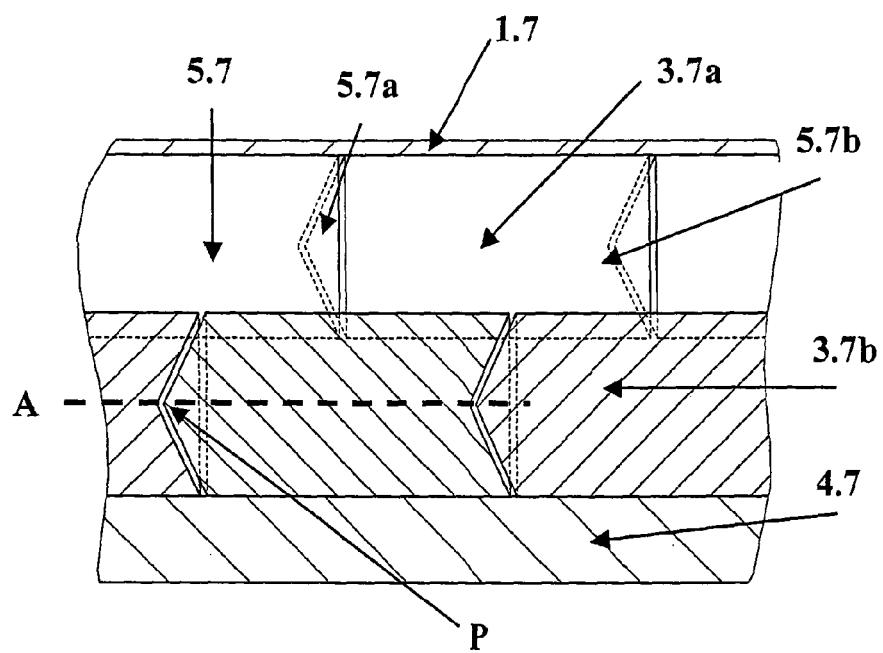


Fig. 7

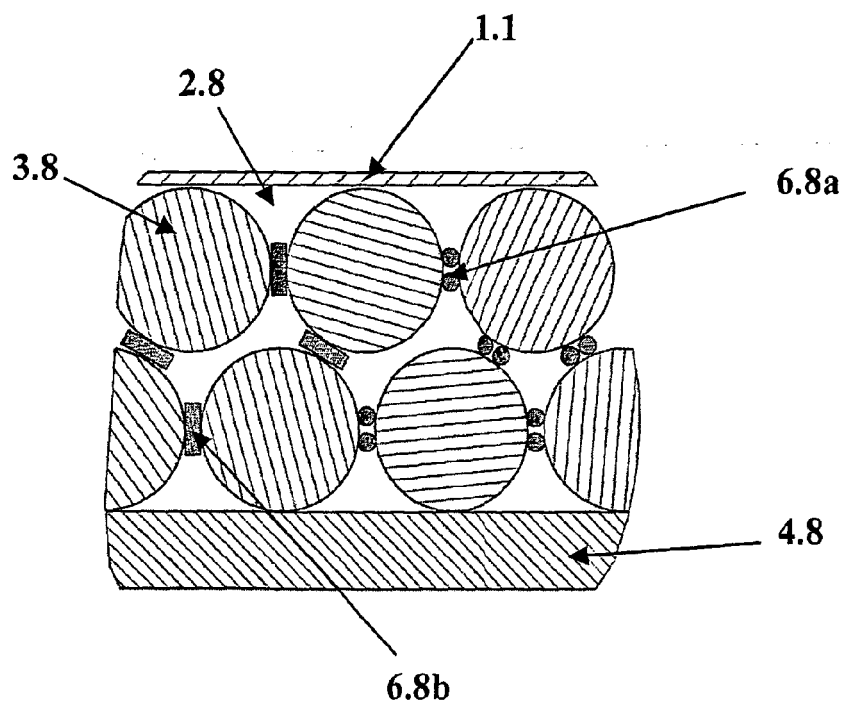


Fig. 8

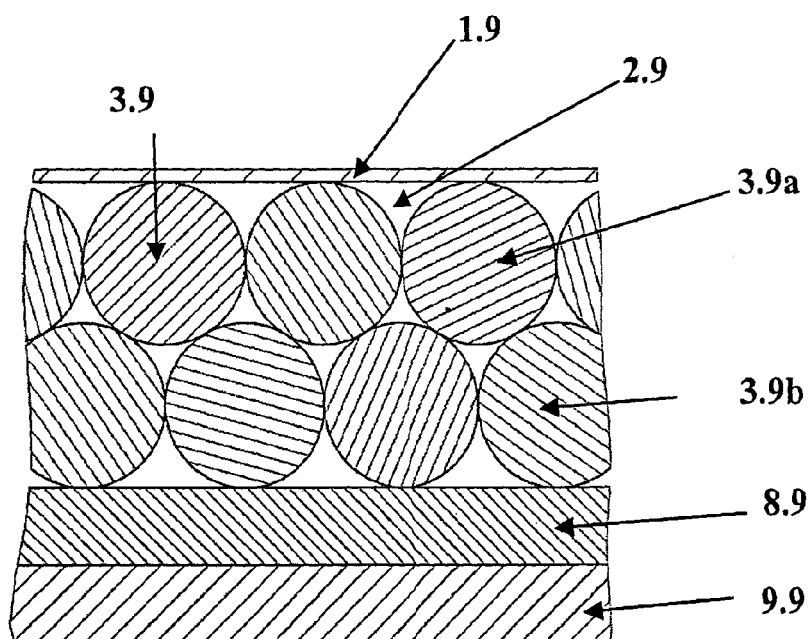


Fig. 9

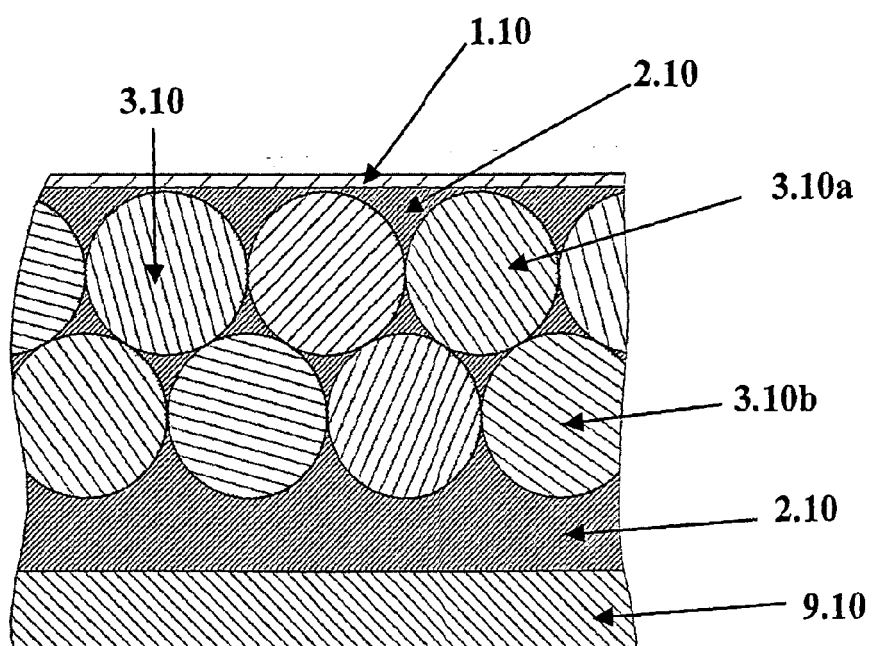


Fig. 10

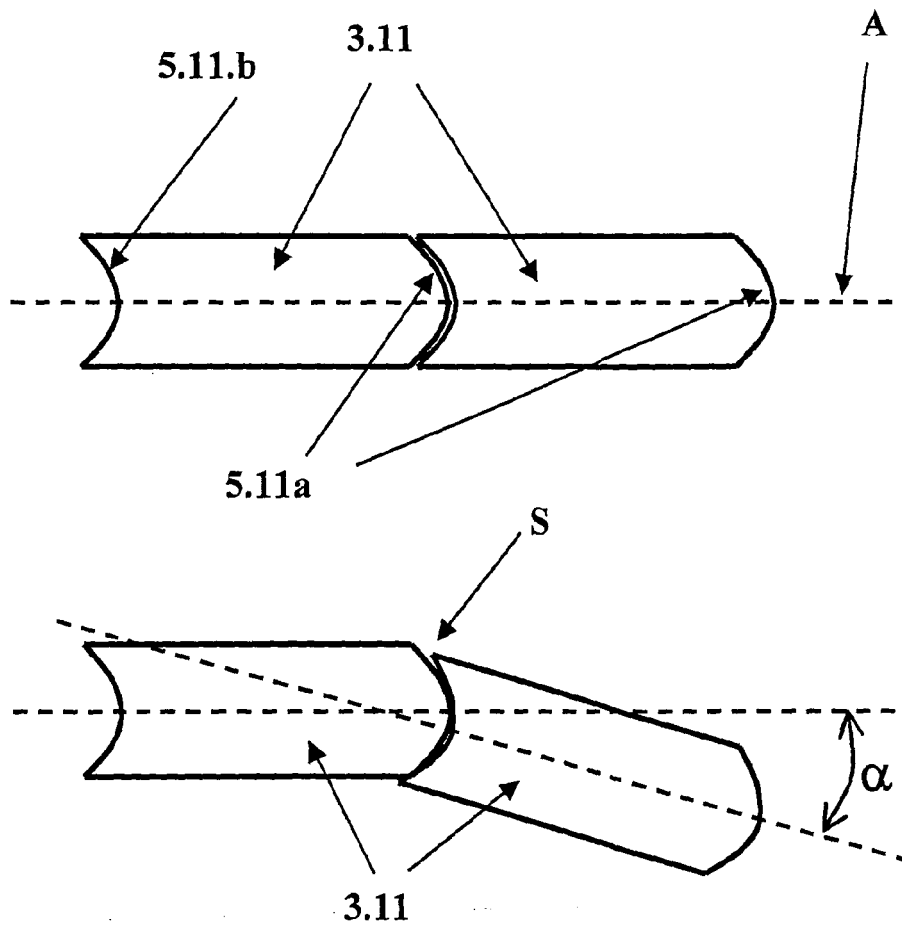


Fig. 11

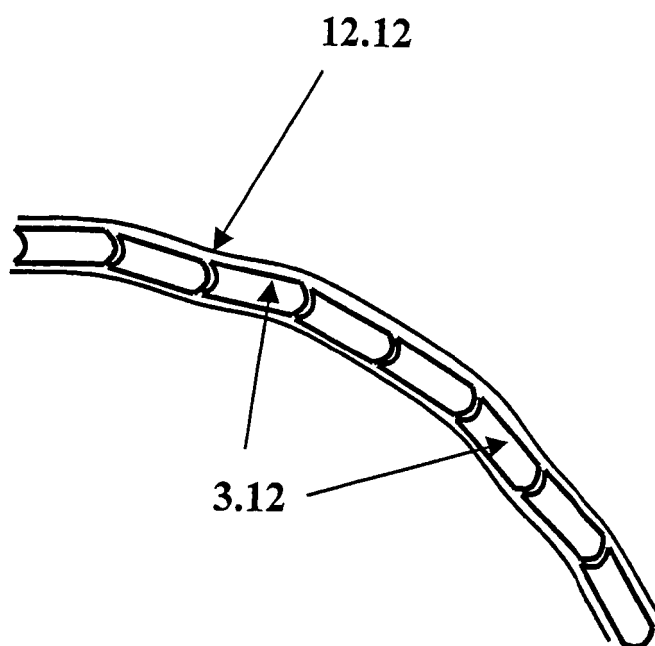


Fig. 12

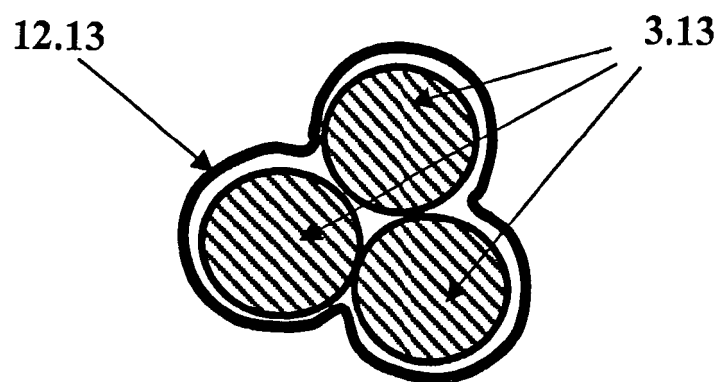


Fig. 13

Fig. 14

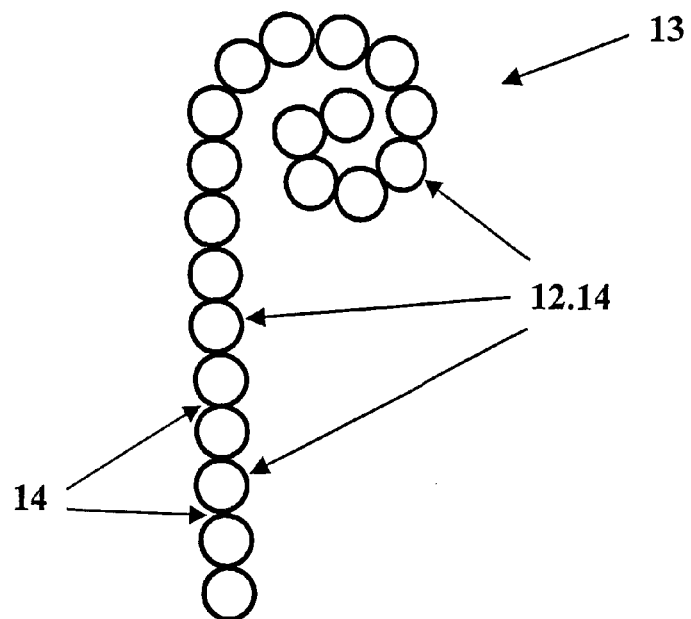


Fig. 15

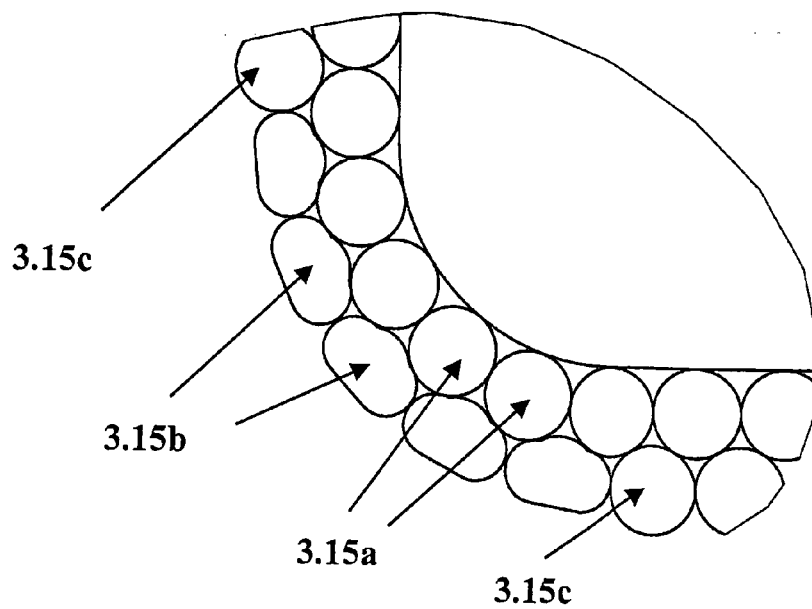


Fig. 16

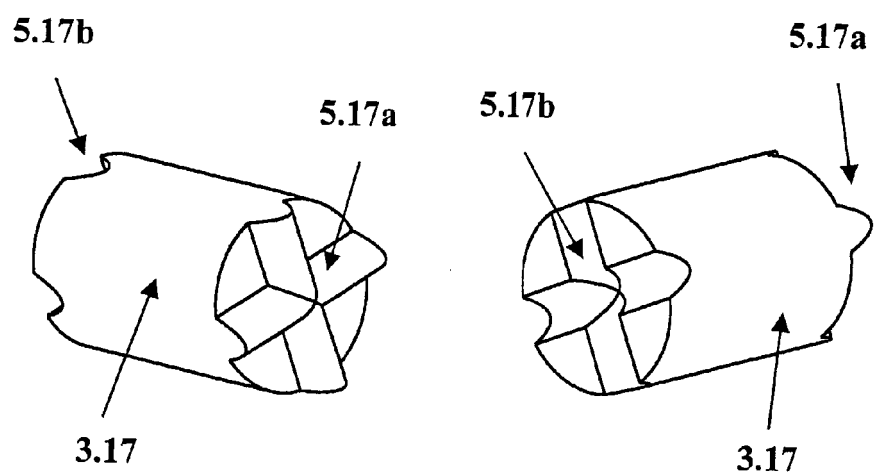
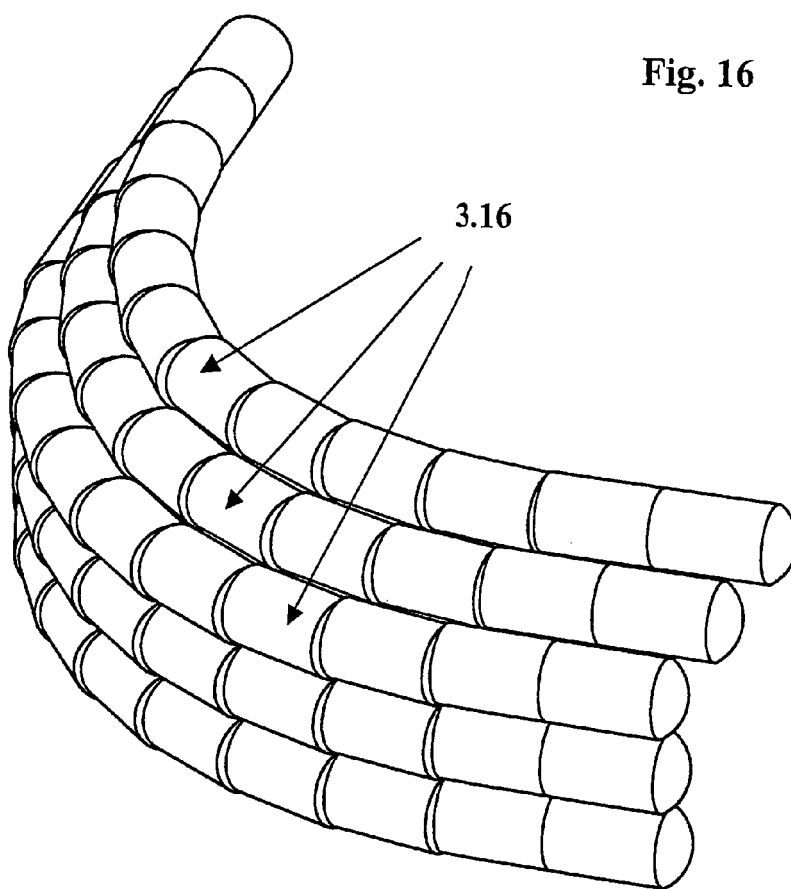


Fig. 17

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 1578324 A1 [0002]
- DE 102005050981 [0004] [0034]