(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 29 913 T2** 2006.08.03

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 135 663 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 29 913.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/26575**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 970 856.3**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/033013**
(86) PCT-Anmeldetag: **09.11.1999**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **08.06.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.09.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **15.02.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.08.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***F41H 1/00*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

189105	**09.11.1998**	**US**
302734	**30.04.1999**	**US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Pinnacle Armor, LLC., Fresno, Calif., US

(72) Erfinder:
Neal, Murray L., Fresno, CA 93727, US; Bain, Allan D., Oceanside, CA 92056, US

(74) Vertreter:
Jeck . Fleck . Herrmann Patentanwälte, 71665 Vaihingen

(54) Bezeichnung: **METHODE UND VORRICHTUNG ZUR UNSCHÄDLICHMACHUNG VON HOCHGESCHWINDIGKEITSPROJEKTILEN**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

(1) Erfindungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schutzbekleidung. Insbesondere betrifft die Erfindung einen flexiblen Körperschutzpanzer zur Abwehr eines Hochgeschwindigkeitsprojektils.

(2) Stand der Technik

[0002] Fortschritte bei Körperschutzpanzern beziehen sich häufig auf die Entwicklung von verbesserten Materialien, aus denen der Schutzpanzer gebildet ist. Neuerdings sind kugelsichere Materialien aus hochzugfesten Fasern, beispielsweise Aramidfasern oder Polyethylenfasern, auf dem genannten Gebiet in allgemeinen Gebrauch genommen worden. Unglücklicherweise haben sich sogar solche verbesserte Materialien aufweisende Weichkörperpanzer als ungeeignet erwiesen, einen Schutz gegen bewehrungsdurchdringende Pistolenmunition, Starkschubkörper und runde Eindringkörper zu bieten, die alle heute allgemein verwendet werden.

[0003] Um dieses Problem zu beheben, sind verschiedene Hartmetallplattierungssysteme entwickelt worden. Ein solches System verwerndet eine Anzahl von Titanscheiben, die einen Durchmesser von 25,4mm (1 Zoll) und eine Stärke von 0,813–1,27mm (0,032–0,050 Zoll) aufweisen und in sich überlappenden Reihen derart angeordnet sind, dass innerhalb der Reihe eine Scheibe ihre vorhergehende Scheibe überlappt und von ihrer nachfolgenden Scheibe in der Reihe überlappt wird. Aufeinanderfolgende Reihen überlappen ihre vorhergehende Reihe und werden von der nachfolgenden Reihe überlappt. Die Scheibenanordnung wird dann an einer Unterlage befestigt, beispielsweise an einer klebstoffimprägnierten Aramidfaser. Eine zweite Schicht des klebstoffimprägnierten Aramids kann dazu verwendet werden, die durch die Scheiben gebildete „Platte" zu umhüllen. Diese umhüllte Platte kann dann an einem üblichen Weichkörperschutzpanzer über lebenswichtigen Organen befestigt werden. Dieser Panzer weist eine hohe Flexibilität auf und ist zum Verbergen dünn genug.

[0004] In ähnlicher Weise offenbaren das US-Patent 3 563 836, das die Basis für den Oberbegriff des Anspruchs 1 bildet, und das US-Patent 5 196 252 schusssichere Panzer mit einer Anzahl von nicht bearbeiteten Platten, die auf der Oberfläche einer flexiblen Unterlage befestigt sind. Die Platten sind dann nebeneinander an der flexiblen Unterlage befestigt. Die plattenbeschichteten Unterlagen können dann übereinander geschichtet werden, um eine überlappende Anordnung zu schaffen. Zusätzliche Unterlagenschichten werden dazu verwendet, die Plattenschichten einzuhüllen und einen schusssicheren Schutzpanzer zu schaffen.

[0005] Während diese Überlappung der Scheiben und Platten gezeigt worden ist, um die Kraft wirksam zunichte zu machen, mit der die meisten bestehenden, panzerdurchdringenden Pistolenschüsse, Starkschubkörper und runde Eindringkörper eintreffen, gehen Gewehrschüsse durch diese Plattenstruktur und auch durch den darunterliegenden Weichlörperpanzer wie ein heißes Messer durch Butter hindurch. Daher haben die Benutzer zum Schutz gegen Gewehrschüsse gefordert, große, feste Platten zum Schutz von lenbenswichtigen Organen zu verwenden. Diese großen Platten sind schwer, unbiegsam und unbequem zu benutzen. Zusätzlich sind sie fast unmöglich in verbergender Weise zu benutzen. Vorschläge zur Verwendung von dickeren Scheiben sind fehlgeschlagen, ein wirtschaftlich tragbares Ptrodukt zu schaffen, das gegen Gewehrschüsse schützt. Dickere Scheiben ergeben eine geringere Flexibilität und können nicht gut ausgelegt werden. Das Ergebnis ist eine Plattenstruktur, die dicker, nicht mehr flexibel und schwerer als die oben erörterten, festen Platten ist. Der Tragkomfort ist ebenfalls ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Fertigung von Körperschutzpanzern. Daher machen diese Begrenzungen die Struktur unpraktisch für ein wirtschaftliches Produkt.

[0006] Aufgrund der geschilderten Tatsachen ist es erwünscht, ein flexibles Schutzpanzersystem zu schaffen, das gegen Hochgeschwindigkeitsprojektile, wie Gewehrschüsse, schützt.

Kurzfassung der Erfindung

[0007] Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schutz gegen Hochgeschwindigkeitsprojektile sind in Anspruch 1 und Anspruch 10 offenbart. Bei einer bevorzugten Ausführung wird eine Vielzahl von Scheiben gleicher Größe und einer Stärke von größer als 2,54mm (0,100 Zoll) an einer Vielzahl von Plätzen bearbeitet (abgetragen), die jeweils einen Krümmungsradius aufweisen, der etwa gleich dem Krümmungsradius der Scheibe ist. Die Scheiben werden dann in einem dachziegelartig angeordneten Muster reihenweise derart ausgelegt, dass jede Scheibe in einer Reihe im Wesentlichen in einer geraden Linie mit den anderen Scheiben in der Reihe liegt und einen beabeiteten Platz einer Scheibe in einer über deren Reihe liegenden Reihe überlappt, wobei der bearbeitete Platz jeder Scheibe von einer unter deren Reihe liegenden Scheibe überlappt wird. Das dachziegelartig angeordnete Muster wird dann an eine flexible, hochzugfeste Unterlage geklebt und von einer zweiten hochzugfesten Schicht derart überlagert, dass das dachziegelartig angeordnete Muster zwischen der Unterlage und der zweiten Schicht eingehüllt ist. Diese Hülle wird dann mit einer Unterlage eines Weichkörperschutzpanzers verbunden.

[0008] Gemäß einer alternativen Ausführung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum Schutz gegen Hochgeschwindigkeitsprojektile sind eine Vielzahl von Scheiben gleicher Größe vorgesehen, die aus faserverstärkten Keramikverbundwerkstoffen bestehen. Die Scheiben werden in einem dachziegelartig angeordneten Muster reihenweise derart ausgelegt, dass jede Scheibe in einer Reihe mit den anderen Scheiben in dieser Reihe eine im Wesentlichen gerade Linie bildet und ein Segment einer in einer benachbarten Reihe angeordneten Scheibe überlappt. Das dachziegelartig angeordnete Muster wird dann an eine flexible, hochzugfeste Unterlage geklebt und von einer zweiten hochzugfesten Schicht derart überdeckt, dass das dachziegelartig angeordnete Muster zwischen der Unterlage und der zweiten Schicht eingehüllt wird. Diese Hülle wird dann mit einer Unterlage eines Weichkörperschutzpanzers verbunden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0009] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0010] Fig. 1 eine schematische Teilansicht einer Garnitur eines Körperschutzpanzers gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung,

[0011] Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Ausgestaltung der Scheiben gemäß einer Ausführung der Erfindung,

[0012] Fig. 3 eine Draufsicht auf ein dachziegelartig angeordnetes Muster, das auf eine Unterlage geklebt ist,

[0013] Fig. 4 das Einhüllen des dachziegelartig angeordneten Musters zwischen der Unterlage und einer zusätzlichen Schicht,

[0014] Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer Scheibe gemäß einer alternativen Ausführung der Erfindung,

[0015] Fig. 6 einen Querschnitt durch die Scheibe der Fig. 5,

[0016] Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer Scheibe gemäß einer zweiten alternativen Ausführung der Erfindung,

[0017] Fig. 8 eine Querschnitt der Scheibe der Fig. 7,

[0018] Fig. 9 eine Vorderansicht einer Ausführung eines Körperschutzpanzers,

[0019] Fig. 10 eine Teilansicht einer Ausführung des Körperschutzpanzers,

[0020] Fig. 11 einen Teilschnitt durch eine Ausführung des Körperschutzpanzers,

[0021] Fig. 12 eine perspektivische Ansicht einer Scheibenausführung,

[0022] Fig. 13 eine perspektivische Ansicht der Scheibenausführung der Fig. 4 aus einem epoxidmodifizierten Kunstharz und einer E-Glas-Schicht,

[0023] Fig. 14 einen Querschnitt durch die Scheibenausführung der Fig. 5, der die Schichtung zeigt,

[0024] Fig. 15 eine perspektivische Ansicht einer Scheibenausführung und

[0025] Fig. 16 einen Querschnitt durch eine Scheibenausführung.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0026] Die Fig. 1 zeigt eine schematische Teilansicht einer Garnitur eines Körperschutzpanzers gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung. Der Körperschutzpanzer **10** bedeckt den Rumpf eines Benutzers und ist derart ausgebildet, dass er lebenswichtige Bereiche gegen Hochgeschwindigkeitsprojektile schützt. Der gesamte Körperschutzpanzer **10** bleibt durch eine geeignete Auslegung von Scheiben in einem dachziegelartig angeordneten Muster flexibel und sorgt auch für einen guten Schutz gegen Hochgeschwindigkeitsprojektile. Im Gegensatz zu den bekannten, 10×12cm großen, festen Platten kann sich das dachziegelartig angeordnete Muster um die Körperkonturen biegen; es ist deshalb bedeutend komfortabler und kann auch besser verborgen werden. Das dachziegelartig angeordnete Muster **12** ist typischerweise zwischen zwei Stoffschichten **14** eingehüllt, die aus hochzugfesten Fasern, beispielsweise Aramidfasern oder Polyethylenfasern, hergestellt sind. Die Stoffschicht **14** sollte reiß- und schnittfest sein und ist vorzugsweise ein schusssicheres Material mit derartiger Ausbildung, dass es das Zerbrechen vermindert. Diese Stoffschicht **14** kann mit Klebstoff beschichtet sein, der die Stoffschicht an die Scheiben klebt, die das dachziegelartig angeordnete Muster bilden, und der die relative Position auf den Scheiben festlegt. Ein oder mehrere zusätzliche Stoffschichten **14** können der Umhüllung zugefügt werden. Dies wird unten näher erläutert.

[0027] Unter der Umhüllung mit den zwei oder mehr Schichten der reiß- und schnittfesten Stoffschichten **14**, die das dachziegelartig angeordnete Muster umhüllen, ist ein üblicher Weichkörperpanzer **16** angeordnet. Ein Hochgeschwindigkeitsprojektil scheint sogar dann nicht durchzugehen, wenn es in die Plattierung des dachziegelartig angeordneten Musters und in alle Stoffschichten eindringt, ohne in den dar-

unter liegenden Weichkörperpanzer einzudringen oder eine Deformierung der Rückseite zu verursachen, die größer als 44mm (1,73 Zoll) ist; diese Rückseitendeformierung ist vom Nationalen Gerichtsinstitut (NIJ) definiert worden. Befestigungsbänder wie das Befestigungsband **18** verbinden das Vorderteil des Körperschutzpanzers **10** mit einem Rückenteil des Körperschutzpanzers **10** in üblicher Weise. Das Befestigungsband **18** kann irgendein bekanntes, in der Industrie verwendetes Band sein.

[0028] Die Fig. 2 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Ausgestaltung der Scheiben gemäß einer Ausführung der Erfindung. Bei dieser Ausführung sind die Scheiben von links nach rechts ausgelegt. Jede folgende Reihe wird ebenfalls von links nach rechts ausgelegt. Es ist festgestellt worden, dass ein Wechsel der Auslegerichtung, also von links nach rechts und dann von rechts nach links, eine Schwäche des sich daraus ergebenden Musters bewirkt, die oft Fehler verursacht. Die Fig. 2 zeigt nur einen Teil von zwei Reihen des grundlegenden, dachziegelartig angeordneten Musters. Die Scheiben in jeder Reihe bilden im Wesentlichen eine gerade Linie. Da sich die Scheiben überlappen, hat jede Scheibe ein leichtes Gefälle in Bezug auf eine Linie, die senkrecht zur Auslegefläche steht. Ferner ist jede Scheibe derart leicht gedreht, dass eine durch die Mitte einer Reihe gehende Linie in Verbindung mit einer Achse, die den bearbeiteten Bogen des mittleren, bearbeiteten Platzes halbiert, keinen rechten Winkel bildet. Bei einer Ausführung beträgt dieser Winkel etwa 60°. Eine typische Scheibe **52** ist über der möglichen Platzierung im Muster **50** gezeigt. Die Scheibe **52** besteht typischerweise aus hochhartem Material, das eine Härte von größer als 450 Brinell aufweist. Viele geeignete Materialien existieren, einschließlich Stahl mit hohem Kohlenstoffgehalt, rostfreier Stahl, Stahllegierungen und verschiedene Titanlegierungen. Ein bevorzugtes Material wird unter der Marke Mars 300™ vertrieben und kann von der Firma Creusot-Loure Industries, eine Abteilung der Creusot Marrel in Frankreich, bezogen werden. Mars 300™ weist typischerweise eine Härte von 630–650 Brinell auf. Ein weiteres, geeignetes Material wird unter der Marke BP 633™ von der Firma Astralloy aus Birmingham, Alabama, verkauft. Die meisten geeigneten Materialien werden als Bleche verkauft. Mars 300™ wird als Bleche verkauft, die eine Stärke von etwa 4,27mm (0,168 Zoll) aufweisen. Die einzelnen Scheiben müssen aus diesen Blechen herausgeschnitten werden. Dies kann in Abhängigkeit von dem benutzten Material durch Plasmaschneiden, Laserschneiden oder Wasserstrahlschneiden erreicht werden. Der hier verwendete Begriff „Schneiden" bezieht sich, wenn weiter nichts hinzugefügt wird, allgemein auf eine beliebige Technik zur Herstellung einer Scheibe.

[0029] Bei einer Ausführung wird die Scheibe **52** lasergeschnitten, wobei eine übliche Lasertechnologie verwendet wird, um einen gleichmäßigen Durchmesser und gerundete Kanten wie zwischen Vielfachscheiben zu gewährleisten. Das Wasserstrahlschneiden kann verwendet werden, ist jedoch nach diesseitiger Auffassung nicht so gut wie das Laserschneiden. Das Plasmaschneiden ist ebenfalls möglich, erfordert aber zusätzliche Entgratungs- und Glättungsschritte, um dieselbe Kantenglätte zu erzielen. Nach dem Schneiden wird jede Scheibe **52** bearbeitet; die Scheibe **52** wird an drei Plätzen bearbeitet, an einem linken bearbeiteten Platz **54**, einem mittleren bearbeiteten Platz **58** und einem rechten bearbeiteten Platz **56**. Diese Bearbeitung kann in beliebiger Reihenfolge geschehen.

[0030] Bei einer Ausführung wird jeder bearbeitete Platz in vielen Schritten bearbeitet. Beispielsweise wird der linke bearbeitete Platz **54** auf etwa die Hälfte der möglichen Abtragungstiefe abgetragen. Dieselbe Abtragung mit halber Abtragungstiefe wird dann auf dem rechten bearbeiteten Platz **56** vorgenommen, dem der mittlere bearbeitete Platz **58** folgt. Dann wird ein zweiter Schritt ausgeführt, um die Abtragungstiefe auf ihre endgültige Tiefe herunter zu bringen. Ein abschließender Hochgeschwindigkeitspolierschritt wird dann durchgeführt, um eine glatte Oberfläche an jedem der bearbeiteten Plätze zu gewährleisten.

[0031] Typischerweise weist die Scheibe **52** einen Radius von 12,7–50,8mm (0,5–2 Zoll) auf. Größere Radien vermindern die Flexibilität, aber auch die Herstellungskosten. Bei einer marktgängigen, bevorzugten Ausführung wird ein Radius von 27,4mm (1 Zoll) verwendet. Abhängig vom Material können Scheiben verwendet werden, die eine Stärke von 2,03–4,75mm (0,08–0,187 Zoll) aufweisen. Der Krümmungsradius jedes bearbeiteten Platzes ist etwa mit dem Radius der Scheibe **52** identisch. Wenn daher die Scheibe **52** einen Radius von 27,4mm (1 Zoll) aufweist, weist jeder bearbeitete Platz, nämlich der linke bearbeitete Platz **54**, der mittlere bearbeitete Platz **58** und der rechte bearbeitete Platz **56**, ebenfalls einen Krümmungsradius von 27,4mm (1 Zoll) auf. Die Abtragungstiefe beträgt typischerweise 1,02–2,03mm (0,04–0,08 Zoll) bei Scheiben mit einer Stärke von 2,03–4,75mm.

[0032] Jeder bearbeitete Platz weist eine „Abtragungstiefe" auf. Die Abtragungstiefe wird hier so definiert, dass sie den vertikalen Abstand von der Kante der Scheibe **52** bis zur Fläche des bearbeiteten Platzes **54**, **56**, **58** darstellt. Bei einer Ausführung haben der rechte bearbeitete Platz **54** und der linke bearbeitete Platz **56** dieselbe Abtragungstiefe, die bei einer Scheibe mit einem Radius von 25,4mm (1 Zoll) 25,94mm (0,54 Zoll) beträgt. Der mittlere bearbeitete Platz weist eine Abtragungstiefe von 12,7mm (0,5 Zoll) bei einer Scheibe mit einem Radius von 27,4mm (1 Zoll) auf. Es ist wichtig, dass die zu einem dachziegelartig angeordneten Muster ausgelegten drei

Scheiben einen Bogen **60** bilden, in den eine zusätzliche Scheibe angeordnet werden kann. Bemerkenswert ist, dass eine in den Bogen **60** eingesetzte Scheibe nur an die bearbeitete Kante **62** von Scheiben anstoßen kann, deren rechter bearbeiteter Platz und linker bearbeiteter Platz von dieser Scheibe überdeckt werden. Dies hängt von der Abtragungstiefe ab. Bei einer Ausführung hat die bearbeitete Kante **62** eine leichte Neigung im Vergleich zum genau vertikalen Verlauf zur bearbeiteten Oberfläche. Dadurch werden die Bruchgefahr der Scheibe während eines Projektileinschlags und damit die Abnutzung der bearbeiteten Plätze vermindert.

[0033] Wenn bei einer Ausführung alle Scheiben gleich wie die Scheibe **52** ausgebildet sind, führt dies zu einer Anzahl von bearbeiteten Plätzen längs den Endkanten (beispielsweise längs der rechten Kante und dem Boden, wenn die Scheiben von links nach rechts ausgelegt werden, oder umgekehrt längs der linken Kante und dem Boden, wenn die Scheiben von rechts nach links ausgelegt werden). Die Stücke passen genau zusammen, und es gibt keinen bedeutenden Spalt zwischen den sich überlappenden Scheiben. Es ist festgestellt worden, dass die Überlappung des gezeigten Musters die Kraft eines Hochgeschwindigkeitsprojektileinschlags auf die benachbarten Scheiben verteilt, so dass ein Eindringen und eine Rückseitenverformung verhindert werden. Diejenigen Kanten, denen Plätze zugeordnet sind, die nicht von einer anderen Scheibe überlappt werden, werden als außerhalb der „Schutzzone" liegend angesehen, die durch den Körperschutzpanzer vorgesehen ist.

[0034] Wegen der leichten Neigung jeder Scheibe im Muster ist ferner ein senkrechter Einschlag sehr unwahrscheinlich, und ein Teil der Energie wird durch die Seitenabweichung absorbiert. Schließlich führt bei einem Projektileinschlag die Härte des Scheibenmaterials dazu, dass die Projektilspitze verbreitert oder abgestumpft wird, so dass die Eindringgefahr des Projektils weiter vermindert wird. Bemerkenswert ist, dass die Auslegung in beliebiger Form ausgeführt werden kann, so dass die Schutzzone mit dem Rumpf oder einem anderen lebenswichtigen Bereich übereinstimmt.

[0035] Bei einer alternativen Ausführung können besonders bearbeitete Scheiben mit weniger bearbeiteten Plätzen verwendet werden, um zu gewährleisten, dass alle bearbeiteten Plätze durch eine Scheibe mit voller Stärke überlappt werden. Beispielsweise kann eine Grundreihe von Scheiben nur derart bearbeitet werden, dass eine Überlappung einer benachbarten Scheibe in der Grundreihe erlaubt wird, d.h., dass die Scheiben beispielsweise nur einen rechten bearbeiteten Platz (bei einer Auslegung von links nach rechts) aufweisen; da keine andere Scheibe die Scheiben in der Grundreihe überlappt, werden dadurch dünne Stellen in der Grundreihe vermieden.

[0036] Die Fig. 3 zeigt ein dachziegelartig angeordnetes Muster von Scheiben **52**, die mit einer Unterlage **80** verbunden sind. Wie bereits erörtert wurde, kann die Unterlage **80** ein mit Klebstoff imprägnierter Polyethylenfaserstoff oder Aramidfaserstoff sein. Geeignete Stoffe umfassen den Stoff, der unter der Marke SPECTRA® von AlliedSignal in Morristown, New Jersey, TWARON® microfiliment von Akzo-Nobel in Blacklawn, Georgia, vertrieben wird, SB31 und SB2, der unter der Marke DYNEEMA von DSM in Holland vertrieben wird, PBO, der unter der Marke ZYLON® von Toyobo in Tokio, Japan, KEVLAR® oder PTOTERA® von E.I. Dupont de Nemours & Company in Chattanooga, Tennessee, vertrieben wird.

[0037] Einige geeignete Unterlagen sind mit einer aggressiven Klebstoffschicht verfügbar, die von einer Abziehfolie abgedeckt ist. Wenn der Klebstoff aggressiv sein soll, so ist es ferner wichtig, dass der einmal aufgebrachte Klebstoff flexibel bleibt, um eine Trennung der Scheiben von der Unterlage bei einem Projektileinschlag zu vermindern. Die Unterlage einer gewünschten Größe kann zugeschnitten werden, und die Abziehfolie kann abgezogen werden, um die Klebstoffoberfläche freizulegen. Die Scheibe kann dann unmittelbar auf den Klebstoff aufgelegt werden, der die Scheiben zueinander in Position hält. Da die Unterlage flexibel ist und sich die Scheiben um ihre Schnittlinien biegen, ist die kombinierte Einheit flexibel. Alternativ kann das Muster ausgelegt werden und dann die Unterlage von oben aufgeklebt werden.

[0038] Wie in Fig. 4 gezeigt ist, besteht der nächste Schritt darin, eine weitere Schicht dieser klebstoffbeschichteten, flexiblen Unterlage auf die andere Seite der mit der Hand ausgelegten Scheiben zu kleben, um diese in einer flexiblen Position festzuhalten, die sich nicht ändert, wenn das Paneel derart gebogen wird, dass, obwohl jede Scheibe sich von der benachbarten Scheibe wegdreht, die tatsächliche Position jeder Scheibe im Wesentlichen an derselben Stelle bleibt, an der sie ausgelegt worden ist. Diese zweite klebende Stoffschicht für die Umhüllung des dachziegelartig angeordneten Musters sorgt für ein weiteres Stehvermögen, wobei die Gefahr vermindert wird, dass sich eine Scheibe verschiebt und damit der Körperschutzpanzer fehlerhaft arbeitet.

[0039] Die NIJ-Vorschrift legt verschiedene Bedrohungsgrade fest. Ein Bedrohungsgrad drei besteht in einem Metallmantelgeschoss mit einer Größe von 7,62×51mm und einer Korngröße von 150, das mit einer Geschwindigkeit von 823,5–854m/s (2700–2800 Fuß/Sekunde) fliegt. Es ist festgestellt worden, dass die oben beschriebene Erfindung dem Bedrohungsgrad 3 und allen darunter liegenden Bedrohungsgraden standhält. Zusätzliche Schichten aus Material mit

einer klebstoffbeschichteten Unterlage können zu beiden Seiten in einem beliebigen Verhältnis (d.h., dass es im Sinne und in der Absicht der Erfindung liegt, mehr Unterlagenschichten auf der einen Seite der Platte als auf der anderen Seite vorzusehen) in vielen Schichten zugefügt werden, um verschiedene Eigenschaftskriterien zu erfüllen. In einigen Situationen ist es von Vorteil, wenn die Scheiben sich während des Projektileinschlags etwas bewegen, während es in anderen Situationen erwünscht ist, wenn die Scheibe an ihrem Platz möglichst festgehalten wird.

[0040] Bei einer alternativen Ausführung der Erfindung ist eine „trockene", hochzugfeste, flexible Unterlage vorgesehen. Sie wird dann mit einem flexiblen Bindungsmittel, beispielsweise einem Silikon-Elastomer-Kunstharz, beschichtet. Die Scheiben können dann ausgelegt werden, wie es schon beschrieben wurde. Das Bindungsmittel ist dann derart ausgebildet, dass es die relativen Positionen der Scheiben in flexibler Weise aufrecht erhält. Eine in ähnlicher Weise beschichtete Schicht kann verwendet werden, um die Platte von der entgegengesetzten Seite zu bedecken und in Form eines Sandwichs einzuhüllen. Auch im Sinne und in der Absicht der Erfindung ist es, eine Schicht mit einem flexiblen Bindungsmittel zu verwenden, wobei eine Deckschicht die bereits beschriebene Abzieh- und Klebungsmodalität aufweist. Der hier verwendete Begriff „klebstoffimprägnierte Unterlage" bezieht sich auf ein geeignetes, flexibles, hochzugfestes Material mit einem Klebstoff, der auf einer Seite aufgebracht ist, wobei dieses Material entweder zusammen mit dem aufgebrachten Klebstoff kommerziell verfügbar ist oder nachträglich mit Klebstoff beschichtet wird, wie es oben beschrieben wurde.

[0041] Bei einer weiteren Ausführung wird eine klebstoffbeschichtete Unterlage dadurch geschaffen, dass entweder das oben beschriebene Verfahren angewandt wird oder dass die einhüllende Schicht keinen Klebstoff aufweist und nur mit dem Umfangsrand der Platte an der Unterlage befestigt ist. Dadurch wird die Standfestigkeit der Scheibe im Vergleich mit der Sandwich-Form, der Anordnung der Platte zwischen den Klebstoffschichten, etwas herabgesetzt. Daher wird diese Konfiguration nicht so viele Treffer überleben, und die am Umfangsrand befestigte Frontschicht dient hauptsächlich als Splitterschutz.

[0042] Die Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Scheibe gemäß einer zweiten alternativen Ausführung der Erfindung. Bei dieser Ausführung wird eine flache Scheibe in der normalen Weise angefertigt und dann um eine Achse leicht gebogen, die den Bogen des mittleren bearbeiteten Platzes in zwei Abschnitte teilt. Die Biegung liegt typischerweise in einem Bereich von 2°–15° in Bezug zur Horizontalen, wobei der Biegungsgrad von den Abmessungen und der Krümmung derjenigen Fläche abhängt, die vom Körperschutzpanzer geschützt werden soll. Diese Ausführung ist dort sehr geeignet, wo große Scheiben mit beispielsweise einem Radius von 50,8mm (2 Zoll) mit der leichten Krümmung verwendet werden, so dass die Scheiben besser an die Konturen des Körper angepasst werden können. Dies ist mit großen Scheiben deshalb erwünscht, weil die großen Scheiben mit verminderter Flexibilität der Gesamtanordnung verbunden sind. Deshalb ist es vom Komfortstandpunkt erwünscht, eine derartig gebogene Scheibe zu schaffen, die an die Körperkontur und bewegung angepasst ist. Bei Scheiben mit einem Radius von 25,4mm (1 Zoll) oder weniger wird eine solche Scheibenkrümmung für unnötig und unerwünscht gehalten. Die Fig. 6 stellt einen Querschnitt durch die Scheibenausführung der Fig. 5 dar.

[0043] Die Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Scheibe gemäß einer zweiten alternativen Ausführung der Erfindung. Bei dieser Ausführung ist die Scheibe so ausgebildet, wie es oben beschrieben ist. Nach der Abtragungsbearbeitung, jedoch vor der Auslegung wird eine Presse verwendet, die der Scheibe auf der Rückseite eine konkave Form und auf der bearbeiteten Vorderseite eine konvexe Form gibt. Die Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch die Scheibe der Ausführung der Fig. 7. In diesem Querschnitt ist die konkave Form klar ersichtlich. Diese Scheibenausführung kann verbesserte Seitenablenkungseigenschaften gegenüber der flachen Scheibe haben und kann auch den Komfort für einige Benutzer verbessern.

[0044] Die Fig. 9 zeigt eine Vorderansicht einer Ausführung eines Körperschutzpanzers, der bei einer Ausführung der vorliegenden Erfindung getragen wird. Der Körperschutzpanzer **110** bedeckt den Rumpf eines Benutzers und ist derart ausgebildet, dass er lebenswichtige Bereiche vor Hochgeschwindigkeitsprojektilen schützt. Lappen **120** des Körperschutzpanzers erstrecken sich um den Benutzerkörper, um den Schutz auf die Benutzerseiten zu erweitern. Bei einer Ausführung des Körperschutzpanzers wickelt sich dieser um ein Segment des Benutzers, beispielsweise um den Rumpf, so dass ein im Wesentlichen gleichmäßiger Panzerschutz in einem Hüllenumfang erreicht wird.

[0045] Die Fig. 10 zeigt eine Teilfrontansicht einer Ausführung des Körperschutzpanzers. Scheiben **152** sind in einem dachziegelartig angeordneten Muster ausgelegt und bedecken lebenswichtige Bereiche, auf denen der Körperschutzpanzer getragen wird. Im Gegensatz zu den bekannten, festen Platten mit einer Größe von jeweils 100×120 mm kann sich das dachziegelartig angeordnete Muster um die Körperkonturen biegen; das Muster ist deshalb komfortabler und schützt auch besser. Jede Scheibe **152** besteht aus einem hochharten Material. Bei einer Ausführung

ist jede Scheibe wie ein Diskus mit einer Maximalstärke in der Mitte der Scheibe und mit einer Abnahme der Stärke zu den Außenkanten hin geformt, wobei ein oder mehrere nach unten geneigte Flächensegmente vorgesehen sind. Bei einer Ausführung nimmt die Stärke der diskusartigen Scheibe in einem gleichmäßigen nach unten geneigten Gefälle von der Mitte zur Außenkante ab. Bei einer weiteren Ausführung weist die diskusartige Form einen Innenumfang auf, innerhalb dem die Scheibe gleichmäßig stark ist und von dem aus die Stärke bis zur Umfangskante der Scheibe gleichmäßig nach unten abnimmt.

[0046] Typischerweise beträgt die Kantenstärke etwa die Hälfte der Stärke in der Mitte. Wenn solche Scheiben in dem dachziegelartig angeordneten Muster ausgelegt werden, zeigen sie ein Drehvermögen, das eine in der Größenordnung von 60% größere Flexibilität als die Metallplatten oder die bekannten Scheibenanordnungen erlaubt. Viele dafür geeignete Keramikmaterialien sind vorhanden, die auch ein verhältnismäßig geringeres Gewicht als die Scheiben aus Stahl oder anderen hochharten Metallen aufweisen.

[0047] Die der Diskusform innewohnende, konische Ausbildung der Scheiben einer Ausführung der Erfindung macht die Scheibenoberfläche uneben und bildet ein Gefälle, das die Projektile im Gegensatz zu einer gleichmäßig flachen, ebenen Fläche abprallen lässt. In dieser Hinsicht kann das keramische Verbundmaterial zu einer homogenen, geschossabweisenden Diskusform leichter und billiger als eine Metallscheibe gesintert und/oder geschmolzen werden, die entweder abgedreht oder mit Werkzeugen bearbeitet werden muss, um eine ähnliche, konische Diskusform zu gewinnen. Diskusartige Metallscheiben liegen jedoch im Sinne und in der Absicht der Erfindung.

[0048] Der Gesamtkörperschutzpanzer bleibt durch eine geeignete Auslegung der Scheiben in einem dachziegelartig angeordneten Muster flexibel und bietet auch einen guten Schutz gegen Hochgeschwindigkeitsprojektile.

[0049] Ferner erlaubt das geringere Gewicht und die größere Flexibilität des keramischen Verbundstoffs im Vergleich mit dem bekannten Schutz gegen Hochgeschwindigkeitsprojektile eine größere Beweglichkeit und einen größeren Bewegungsbereich durch den Benutzer. Beispielsweise können Körperschutzpanzerwesten, die mit keramischen Scheiben versehen sind, die in einem dachziegelartig angeordnete Muster verlegt sind und die gegen harte Geschosse schützen sowie bruchzäh ausgebildet sind, voll um ein Segment des Benutzers, beispielsweise um den Rumpf, gewickelt werden, so dass der Scheibenschutz bis zu 360° um den Benutzer erhöht wird. Das leichtere Keramikmaterial vermeidet auch die erklärte, negative Tragfähigkeit von hochharten Scheiben oder Platten, die für die bekannten Körperschutzpanzer typisch sind. Dies gilt für die Benutzung beim Klettern oder Schwimmen, also in einem Bereich, in dem die bekannten Körperschutzpanzer nicht geeignet sind.

[0050] Zum Anordnen des dachziegelartigen Musters werden die Scheiben bei dieser Ausführung von links nach rechts ausgelegt. Jede folgende Reihe wird ebenso von links nach rechts ausgelegt. Es ist festgestellt worden, dass ein Wechsel von links nach rechts und dann von rechts nach links eine Schwäche im sich ergebenden Muster erzeugt, die oft Fehler verursacht. Die Scheiben in jeder Reihe bilden eine im Wesentlichen gerade, horizontale Linie. Wegen der Scheibenüberlappung weist jede Scheibe ein leichtes Gefälle gegenüber einer Linie auf, die zur horizontalen Auslegungsfläche senkrecht steht. Bei einer Ausführung ergänzt dieses leichte Gefälle der Scheiben deren geneigte Diskusform, um die Wahrscheinlichkeit der Einschlagabweisung zu erhöhen.

[0051] Nachdem die Scheiben von links nach rechts und von oben nach unten ausgelegt und zwischen zwei Klebstoffschichten eingebettet worden sind, wird das ganze Muster für die Anordnung am Körperschutzpanzer gewendet. Es ist festgestellt worden, dass der Hauptteil der Einschläge an einer unteren Geschossbahn ankommen. Daher ist es erwünscht, dass jede Scheibenreihe die unter dieser liegenden Reihe überlappt, wenn der Körperschutzpanzer getragen wird. Es liegt jedoch im Sinn und in der Absicht der Erfindung, die Scheiben in einer alternativen Reihenfolge auszulegen, beispielsweise von rechts nach links und von unten nach oben. Ebenfalls beabsichtigt ist, dass das Wenden des dachziegelartig angeordneten Musters im Verlauf des Anordnens des Körperschutzpanzers derart erfolgen kann, dass jede Reihe die Reihe über dieser überlappt.

[0052] Eine Anzahl der möglichen Keramikverbundstoffe haben sich zur Verwendung als hochharte Materialien für die Scheiben als geeignet erwiesen. Diese Keramikverbundstoffe umfassen faserverstärkte Keramiken, die unter der Marke SINTOX® FA und DERANOX® von der Firma Morgan Matro, Ltd., in Bedforshire, England, vertrieben werden. Insbesondere hat sich der Aluminiumoxid-Keramikverbundstoff der Marke SINTOX® FA und der Keramikverbundstoff D995L der Marke DURANOX® für einen zirkoniumoxidgehärteten Aluminiumoxid-Keramikverbundstoff, der aus etwa 88 Gew.-% Aluminiumoxid und etwa 12 Gew.% transformationsgehärtetem Zirkoniumoxid (TTZ) besteht, als geeignet für den Keramikverbundstoff erwiesen.

[0053] Während auf Aluminiumoxid basierende Verbundstoffe bevorzugt werden, können auch andere Grundstoffe verwendet werden, um Keramikverbund-

stoffe zu bilden, beispielsweise Bariumtitanat, Strontiumtitanat, Kalziumzirkonat, Magnesiumzirkonat, Silikonkarbide und Borkarbide. Wie erwähnt sind diese potentiellen Grundstoffe nicht auf Oxidkeramiken beschränkt, sondern können auch bei gemischten Oxiden, Nichtoxiden, Silikaten und auch als MICATHERM®-Keramiken (diese Marke ist für anorganische, thermoplastische Materialien bestimmt, die von der Firma Morgan Matroc, Ltd., in Bedforshire, England, vertrieben werden) angewendet werden.

[0054] Geeignete Keramikverbundstoffe weisen eine verhältnismäßig große Härte und Bruchfestigkeit auf. Typischerweise beträgt die Härte dieser Materialien etwa 12Gpa und die Bruchfestigkeit mindestens 3,5MPa $m^{1/2}$, damit der Körperschutzpanzer dem Bedrohungsgrad 3 widerstehen kann, wie er durch das National Institute of Justice (NIJ) definiert wurde. Ein Bedrohungsgrad 3 betrifft ein 150-Korn-Vollmetallmantelgeschoss der Größe 7,62×51 mm, das mit einer Geschwindigkeit von 823,5–854cm/s (2700–2800 Fuß/s) fliegt. Schließlich hängen die Härte- und Bruchfestigkeitsgrade vom Typ des verwendeten Keramikverbundstoffs ab. Für beispielhafte Ausführungen gemäß der vorliegenden Erfindung, die Aluminiumoxidgrundstoffe verwenden, beträgt die Bruchfestigkeit für Aluminiumoxid 3,8MPa $m^{1/2}$ und für zirkoniumoxidgehärtetes Aluminiumoxid 4,5MPa $m^{1/2}$. Die Härte für Aluminiumoxid liegt etwa im Bereich von 12–15GPa und für zirkoniumoxidgehärtetes Aluminiumoxid bei etwa 15GPa.

[0055] In bestimmten Fällen können die verwendeten Keramiken durch den Zusatz eines Festigungsmittels, beispielsweise eines härtenden Metalloxids, ergänzt werden. Bei einer Ausführung wird TTZ zum Aluminiumoxid-Grundstoff hinzugefügt. Das Zufügen von Metalloxiden erhöht die Widerstandskraft des sich ergebenden Keramikverbundstoffs und widersteht dem Lösen der Scheibe bei einem Projektileinschlag. Für auf Aluminiumoxid basierende Keramikverbundstoffe liegt der Bereich des TTZ-Gewichtsprozentsatzes für geeignete Bedrohungsgrad-Keramiken zwischen 0,05% und 20%. Bei einer Ausführung liegt der TTZ-Gewichtsprozentsatz für den Aluminiumoxidgrundstoff bei etwa 12% des Verbundstoffs.

[0056] Die Keramiken werden in bekannter Weise gemischt. Verfahren zum Sintern und Gießen einschließlich zum Spritzgießen der Scheibe sind ebenfalls bekannt. Bei einer Ausführung können die Scheiben spritzgegossen und dann in die gewünschte Form gepresst werden. Wenn die Scheiben geformt sind, werden bestimmte Ausführungen der Scheiben mit einem Rückhaltewickelmaterial umhüllt. Dieses Material sorgt für eine größere Unversehrtheit der Scheibe und erhöht die Bruchfestigkeit und damit die Fähigkeit der Scheibe, den Stoß der Projektileinschläge ohne Lösung der Scheibe zu absorbieren. Bei einer Ausführung besteht das Wickelgut aus einer Glasfaser, die durch eine klebende Unterlage angeklebt ist. Geeignete Glasfasermaterialien umfassen das E-Glas und das S2-Glas, die von der Firma Owens Corning Fiberglas Technology, Inc., in Summit, Illinois, vertrieben werden. Geeignete Klebstoffe umfassen modifiziertes Epoxidharz. Das Rückhaltewickelgut und die Epoxidharzunterlage können auf die Scheibe durch ein Überdruckdampfverfahren oder in einer anderen bekannten Weise aufgebracht werden. Die Festigkeit, Kohäsion und Aufbauintegrität können auch dadurch erzielt werden, dass die Scheibenoberfläche mit Aramidfasern, die auf einer Klebstoffunterlage ausgelegt oder über Kreuz auf dieser ausgelegt werden, bedeckt werden.

[0057] Typischerweise weist die Scheibe **152** einen Radius von 12,7–25,4mm (0,5–1 Zoll) auf. Größere Radien vermindern die Flexibilität, doch auch die Herstellungskosten. Bei einer gängigen Ausführung wird ein Radius von 25,4mm (1 Zoll) verwendet. Jede Scheibe verjüngt sich in ihrer Stärke, die sich zwischen ihrem Mittelbereich (in dem die Stärke ein Maximum hat) und ihrem Randbereich (in dem die Stärke ein Minimum hat) verändert. Die Maximalstärke und die Minimalstärke ändern sich mit dem zu schützenden Bedrohungsgrad. Wenn beispielsweise ein Hochgeschwindigkitsgewehrprojektil abgewehrt werden soll, kann eine Maximalstärke von 9,53mm (3/8 Zoll) in der Mitte verwendet werden, wobei diese Maximalstärke zum Rand hin auf eine Minimalstärke von 3,51 mm (3/20 Zoll) abnimmt. Ein Niedriggeschwindigkeitsgewehreinschlag (oder ein Hochgeschwindigkeitspistoleneinschlag) erfordert nur eine Stärke, die zwischen der Maximalstärke von 3,18 mm (1/8 Zoll) und der Minimalstärke von 2,54 mm (1/10 Zoll) liegt. Bei einer Ausführung weisen die diskusartigen Scheiben eine Mittelstärke von etwa 6,36 mm (1/4 Zoll) und eine Kantenstärke von 3,18mm (1/8 Zoll) auf.

[0058] Es ist festgestellt worden, dass die Überlappung des dachziegelartig angeordneten Musters die Kraft eines Hochgeschwindigkeitsprojektileinschlags auf die benachbarten Scheiben wirksam verteilt, wobei ein Eindringen und eine Rückseitenverformung vermieden werden. Wegen der leichten Schräge jeder überlappenden Scheibe im dachziegelartig angeordneten Muster ist ferner ein senkrechter Einschlag sehr unwahrscheinlich, und ein Teil der Energie wird durch elastische Verformung absorbiert. Bei der Diskusausführung macht die Stärkeabnahme, die eine nicht ebene, geneigte Fläche zur Folge hat, einen senkrechten Einschlag außerordentlich unwahrscheinlich.

[0059] Die Fig. 11 zeigt ein dachziegelartig angeordnetes Muster von Scheiben **152**, die mit einer Unterlage verbunden sind. Wie bereits erörtert wurde, kann die Unterlage ein klebstoffimprägniertes Polye-

thylen- oder Aramidfaserstoff sein. Dieselben oben erörterten Stoffe sind für die Verwendung von Keramikscheiben geeignet. Die Auslegung auf den Klebstoffunterlagen geht ebenfalls in analoger Weise vor sich.

[0060] Die Fig. 12 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Scheibe. Bei dieser Ausführung weist die Scheibe eine Diskusform mit sich ändernder Stärke auf, nämlich eine Stärke von 6,35mm (1/4 Zoll) in der Mitte und eine zur Scheibenumfangskante hin gleichmäßig abnehmende Stärke bis 3,19mm (1/8 Zoll). Bei einem dachziegelartig angeordneten Muster überlappen sich die Kanten von benachbarten Scheiben, wobei Bereiche bezeichnender Stärke gebildet werden, die viele Scheibenschichten aufweisen. Gewöhnlich überlappt dieses Muster nicht die Mitte oder den stärksten Bereich der Scheibe. Daher wird ein das Scheibenmuster an irgendeinem Punkt treffendes Projektil entweder eine einzelne Scheibe in der Nähe des stärksten Bereichs oder mindestens ebenso starke, wenn nicht stärkere, vielschichtige Scheiben als der stärkste Bereich der einzelnen Scheibe einschlagen. Ferner verhindert das Gefälle der Diskusform zwischen Bereichen sich ändernder Stärke jeden senkrechten Projektileinschiag.

[0061] Die Fig. 13 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Scheibe nach der Anwendung einer Rückhalteumwicklung. Wie bereits erwähnt wurde, kann diese Umwicklung mit Glasfasern oder mit einem Aramidfaserverbundstoff erfolgen, der auf eine Unterlage geklebt ist, die aus einem epoxidmodifizierten Kunstharz bestehen kann. Die Umwicklung führt zu einer größeren Bruchfestigkeit und Härte, die eine Scheibenzersplitterung und -ablösung infolge eines Projektileinschlags verhindert.

[0062] Die Fig. 14 zeigt einen Querschnitt durch eine Scheibe und damit deren Diskusform. Die Klebstoffschichten **122** und die Rückhalteumwicklung **124**, die oben erwähnt wurden, sind erkennbar.

[0063] Die Fig. 15 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Scheibe anderer Ausführung der Erfindung. Bei dieser Ausführung erfolgt die Bildung der Scheibe, wie es oben beschrieben wurde, doch weist sie ein anderes Gefälle auf. Die Scheibe weist kein gleichmäßiges Gefälle auf, sondern weist im mittleren Bereich ein stärkere Ausbauchung mit einer Domform und im bis zur Umfangskante anschließenden Bereich eine im Wesentlichen ebene Fläche auf. Diese Ausführung stattet die Scheiben mit einem Bereich aus, der eine größere Überlappungsfläche aufweist, wobei derjenige Flächenbereich vergrößert wird, in dem ein Projektil viele Scheibenschichten treffen kann. Der im Wesentlichen ebene Bereich erhöht jedoch die Wahrscheinlichkeit eines senkrechten Einschlags. Die mit dem Dom versehenen Scheiben können in analoger Weise wie die oben beschriebenen Scheiben ausgelegt und in einem Körperschutzpanzer angeordnet werden, der somit gegen die Einschläge des Bedrohungsgrads 3 schützt.

[0064] Die Fig. 16 zeigt eine Seitenansicht der in Fig. 6 gezeigten, alternativen Ausführung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines flexiblen Körperschutzpanzers (**10**) zur Abwehr eines Hochgeschwindigkeitsprojektils, wobei eine hochharte Metallschicht vorgesehen und eine Scheibe (**52**) mit einem Radius ausgeschnitten wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scheibe (**52**) an einer Vielzahl von Stellen abgetragen wird, wobei jede Stelle einen Krümmungsradius aufweist, der dem Krümmungsradius der Scheibe (**52**) entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht eine größere Härte als etwa 450 Brinell aufweist und dass eine Scheibe (**52**) einen Radius im Bereich von etwa 12,7mm (0,5") bis etwa 50,8mm (2") aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausschneiden und Abtragen mehrere Male wiederholt wird, um eine Vielzahl von abgetragenen Scheiben (**52**) zu erzeugen, dass die Vielzahl von Scheiben (**52**) in einem dachziegelartig übereinandergelegten Muster (**12**) ausgelegt wird und dass ein hochdehnfähiges Substrat auf einer ersten Seite des Musters (**12**) angeklebt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Muster (**12**) eine erste Scheibe (**52**) der Vielzahl von Scheiben von drei weiteren Scheiben (**52**) der Vielzahl von Scheiben überlappt wird, und zwar eine an jeder abgetragenen Stelle derart, dass jede abgetragene Stelle im Wesentlichen vollständig durch einen vollstarken Teil der überlappenden Scheibe (**52**) bedeckt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht eine Stärke aufweist, die im Bereich von etwa 2,54mm (0,1") bis 4,75mm (0,187") liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Muster (**12**) zwischen dem Substrat (**80**) und einer zweiten Schicht aus hochdehnfähigem Material eingehüllt wird und dass das Substrat (**80**) und das Muster (**12**) mit einer Weichkörper-Panzerverstärkung (**116**) gekoppelt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe (**52**) um eine Achse gebogen wird, die einen Abtragungsbogen einer abgetragenen Stelle schneidet.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe (**52**) derart gepresst wird, dass sie in Richtung einer Fläche nach außen gewölbt wird, die die abgetragenen Stellen aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Auslegen folgende Schritte aufweist:
– eine Untermenge der Vielzahl von Scheiben (**52**) wird in einer aus einer ersten Richtung beginnenden, im Wesentlichen geraden Reihe angeordnet, wobei jede Scheibe (**52**) derart leicht gedreht wird, dass eine eine zentrale, abgetragene Stelle (**58**) halbierende Achse nicht einen Winkel von 90° zu einer Zentralachse der Reihe bildet, und
– die aus der ersten Richtung ausgehenden, sich überlappenden Reihen werden nacheinander gelegt.

10. Vorrichtung mit einem flexiblen Körperschutzpanzer (**10**) zur Abwehr eines Hochgeschwindigkeitsprojektils, gekennzeichnet durch eine erste Scheibe (**52**), bei der eine Vielzahl von Stellen abgetragen sind, wobei jede abgetragene Stelle einen Krümmungsradius aufweist, der dem Krümmungsradius der Scheibe (**52**) entspricht, und wobei jede einzelne, abgetragene Stelle einen Abtragungsabstand zwischen einem Scheitel des Abtragungsbogens und der Kante der Scheibe (**52**) aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Härte größer als etwa 450 Brinell ist, der Radius im Bereich von etwa 12,7mm (0,5") bis etwa 50,8mm (2") liegt und die Stärke im Bereich von etwa 2,54mm (0,1"") bis 4,75mm (0,187") liegt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe einen Radius von etwa 25,4mm (1") aufweist, dass der Abtragungsabstand für eine rechts abgetragene Stelle (**56**) und eine links abgetragene Stelle (**54**) etwa 13,7mm (0,54") und der Abtragungsabstand für eine zentrale, abgetragene Stelle (**58**) etwa 12,7mm (0,5") beträgt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von weiteren Scheiben (**52**) vorgesehen ist, die jeweils eine mit der Abmessung der ersten Scheibe (**52**) identische Abmessung aufweisen, und dass ein reiß- und schnittfestes Klebesubstrat (**80**) vorgesehen ist, an das die Scheiben (**52**) in einem dachziegelartig übereinandergelegten Muster (**12**) angeklebt sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von abgetragenen Stellen eine rechts abgetragene Stelle (**56**), eine links abgetragene Stelle (**54**) und eine zentral abgetragene Stelle (**58**) aufweist und dass das Muster (**12**) derart ausgebildet ist, dass eine erste Scheibe (**52**) an der rechts abgetragenen Stelle (**56**) und an der links abgetragenen Stelle (**54**) durch eine zweite Scheibe bzw. durch eine dritte Scheibe überlappt ist und dass die links abgetragene Stelle (**54**) der zweiten Scheibe (**52**) und die rechts abgetragene Stelle (**56**) der dritten Scheibe (**52**) in Verbindung mit der zentral abgetragenen Stelle (**58**) der ersten Scheibe (**52**) einen Bogen (**60**) bilden, in den eine vierte Scheibe (**52**) derart angeordnet ist, dass die vierte Scheibe (**52**) die zentral abgetragene Stelle (**58**) der ersten Scheibe (**52**), die links abgetragen Stelle (**54**) der zweiten Scheibe (**52**) und die rechts abgetragene Stelle (**56**) der dritten Scheibe (**52**) überlappt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Weichkörper-Panzerverstärkung (**116**) mit dem Substrat (**80**) gekoppelt ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Metallmantelprojektil, das 7,62×51mm groß ist, mit 150 Körnern gefüllt ist und eine Geschwindigkeit von 823–853m/s (2700–2800 Fuß/Sekunde) aufweist, nicht die Weichkörper-Panzerverstärkung (**116**) durchschlägt und eine Deformation der Rücksite von weniger als 44mm (1,73") verursacht.

17. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe (**52**) um eine Achse gebogen ist, die einen Abtragungsbogen schneidet.

18. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe (**52**) nach außen in Richtung einer Fläche gebogen ist, die die abgetragenen Stellen aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Untermenge der Vielzahl von Scheiben (**52**) in einer ersten Reihe angeordnet ist, wobei jede folgende Scheibe (**52**) der ersten Untermenge eine abgetragene Stelle einer vorhergehenden Scheibe (**52**) der ersten Untermenge überlappt, dass eine zweite Untermenge in einer zweiten Reihe derart angeordnet ist, dass die zweite Reihe die erste Reihe überlappt und jede folgende Scheibe (**52**) der Untermenge eine abgetragene Stelle und eine vorhergehende Scheibe (**52**) der zweiten Untermenge überlappt, und dass die erste Reihe und die zweite Reihe aus einer gleichen Richtung beginnen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

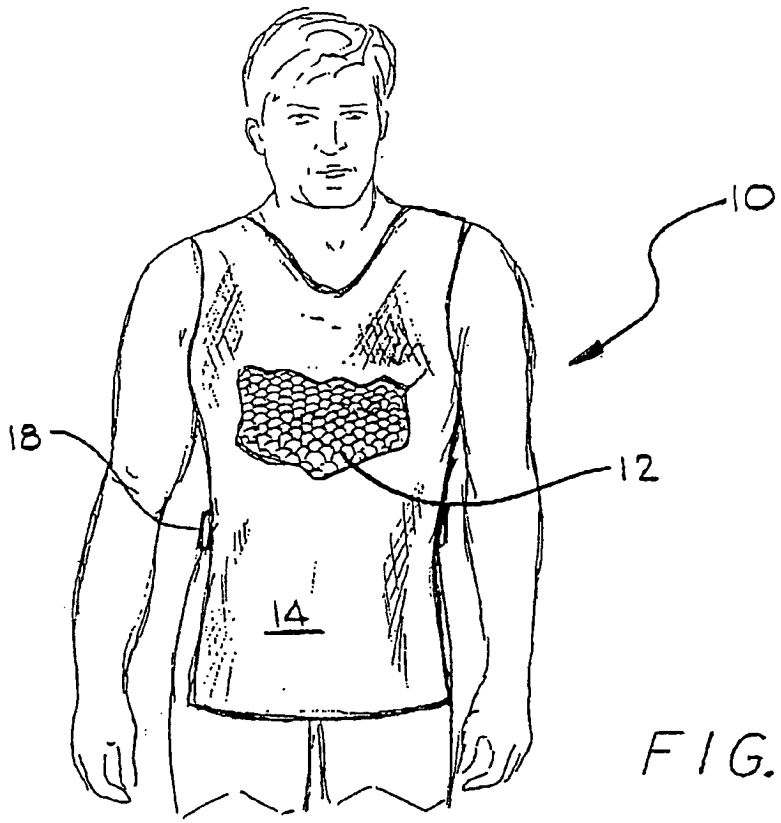

FIG. 1

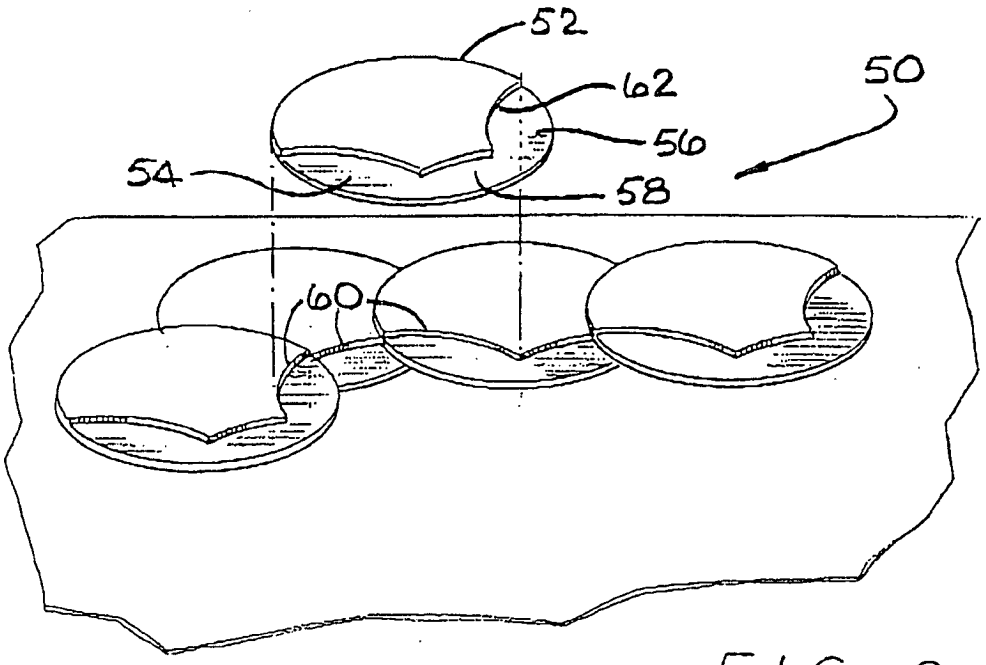

FIG. 2

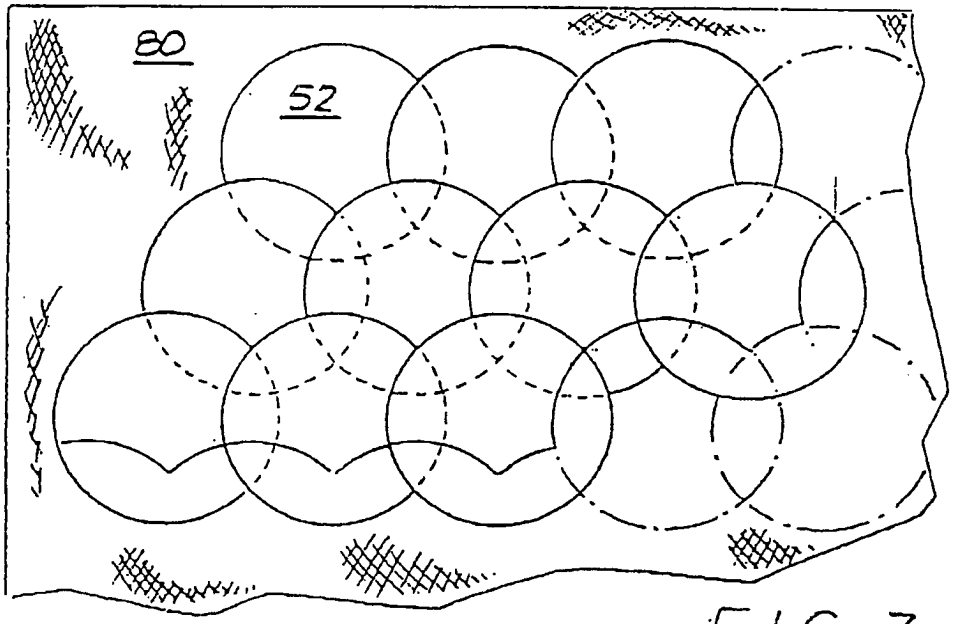

FIG 3

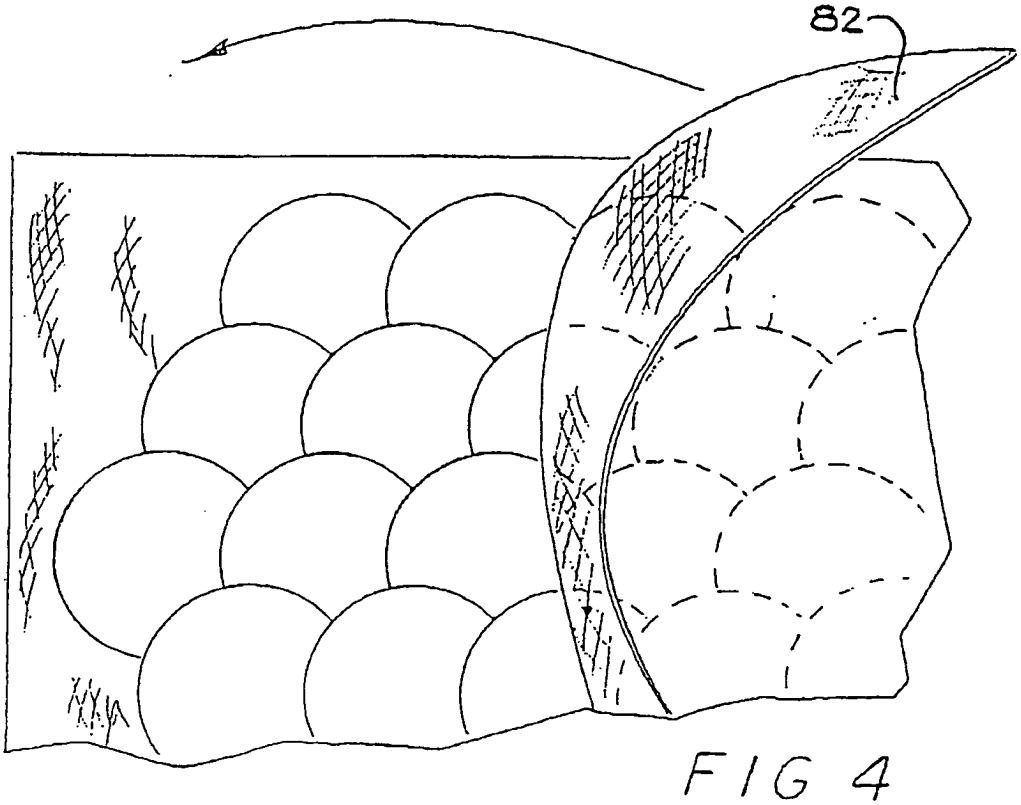

FIG 4

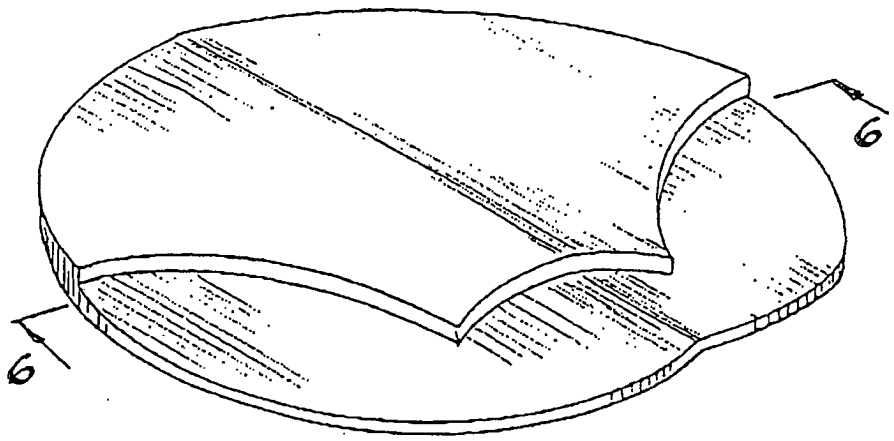

FIG. 5

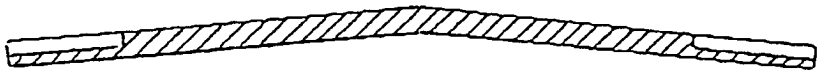

FIG. 6

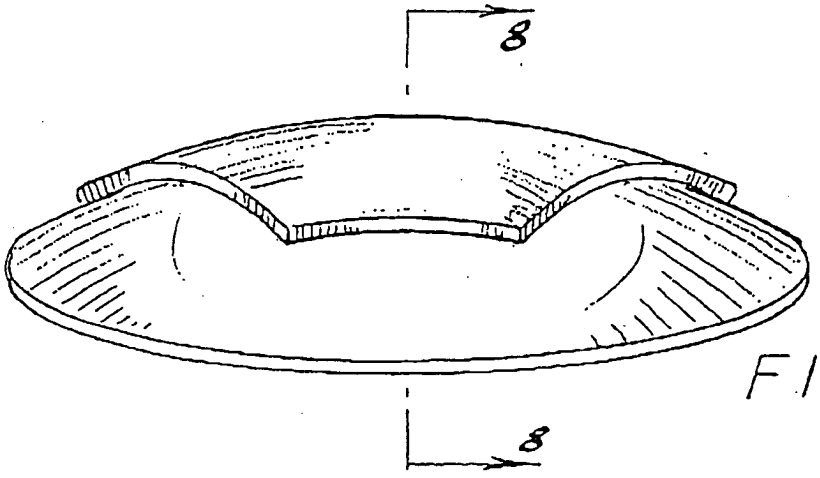

FIG. 7

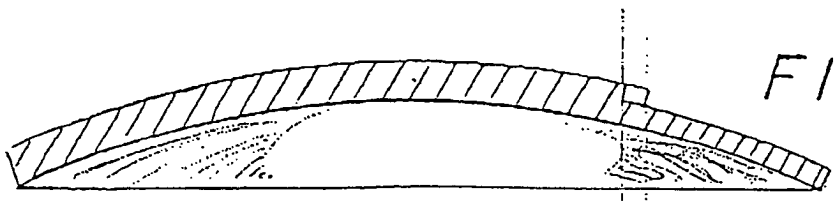

FIG. 8

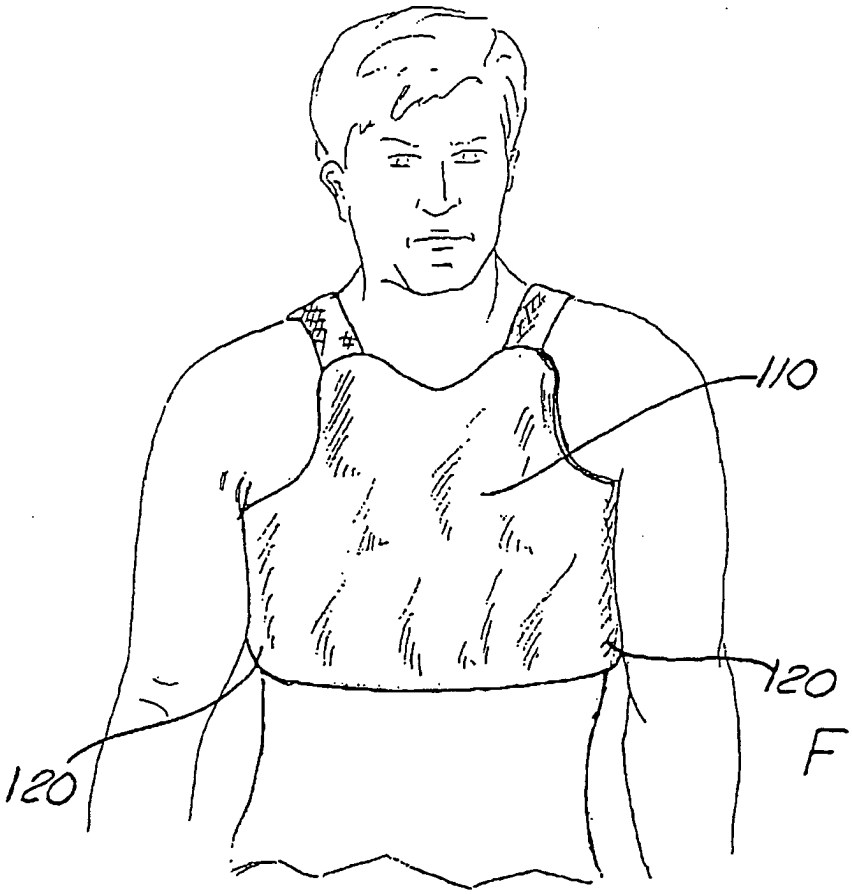

FIG. 9

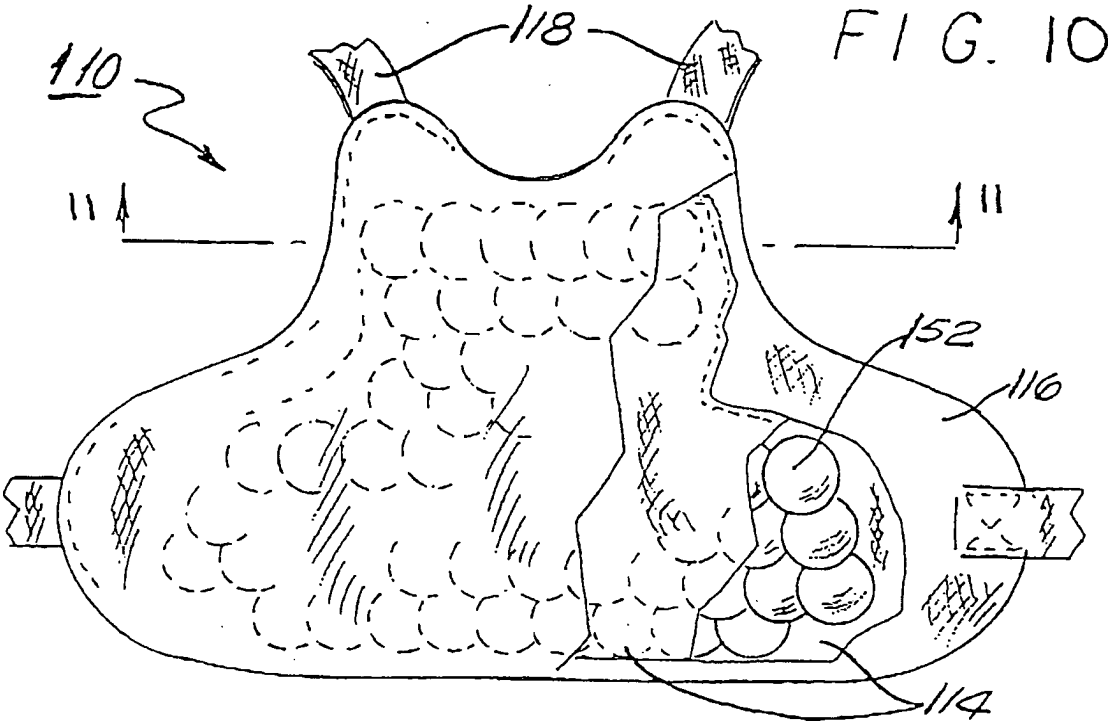

FIG. 10

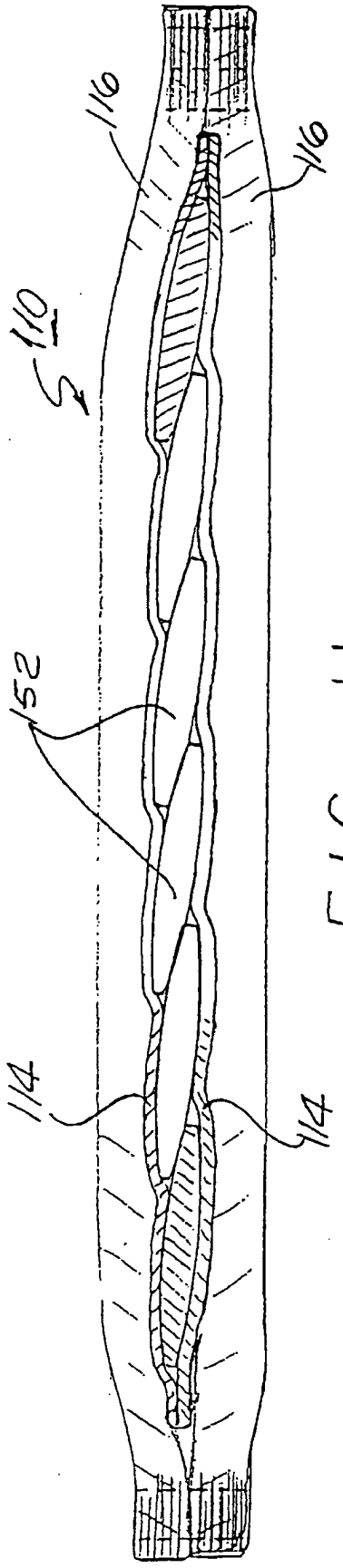

FIG. 11

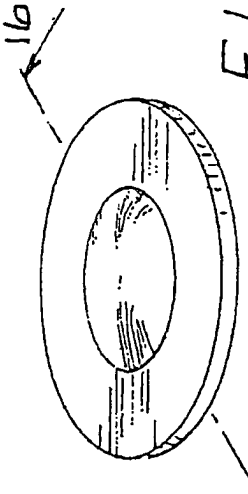

FIG 15



FIG. 16

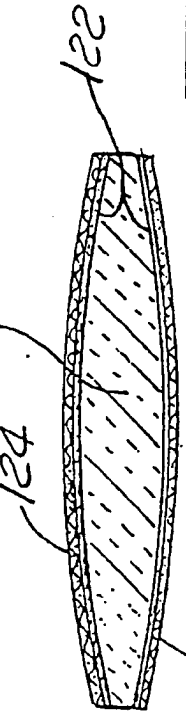

FIG 14

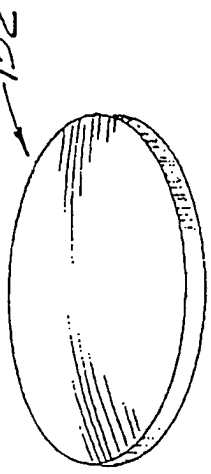

FIG. 12

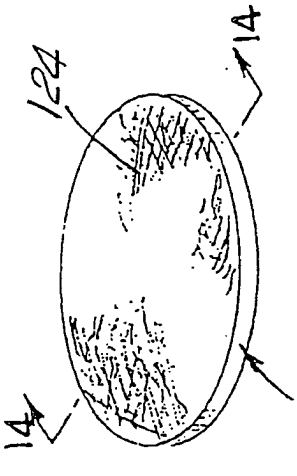

FIG. 13