

(19)



(11)

EP 3 992 569 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

21.06.2023 Patentblatt 2023/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F41H 5/02^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F41H 5/02; F41H 5/023

(21) Anmeldenummer: **21205440.7**

(22) Anmeldetag: **29.10.2021**

(54) **SCHUTZPLATTE**

PROTECTIVE PLATE

PLAQUE DE PROTECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(30) Priorität: **30.10.2020 DE 102020128667**

28.10.2021 DE 202021105906 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

04.05.2022 Patentblatt 2022/18

(73) Patentinhaber: **IndiKar Individual Karosseriebau GmbH**

08112 Wilkau-Hasslau (DE)

(72) Erfinder:

- **Schulz, Gunnar**
09114 Chemnitz (DE)
- **Hammer, Ellen**
09120 Chemnitz (DE)

(74) Vertreter: **Rumrich, Gabriele**

Patentanwältin
Limbacher Strasse 305
09116 Chemnitz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 500 118 WO-A1-01/58615
DE-A1- 19 928 370 DE-A1-102007 002 210
NL-C- 101 756 US-B1- 10 288 386

EP 3 992 569 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schutzplatte nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruchs.

[0002] Derartige Schutzplatten kommen z.B. als ballistischer Schutz beispielsweise bei Sonderschutzfahrzeugen wie gepanzerten PKWs, militärischen Fahrzeugen und Personenschutzrüstungen zum Einsatz.

[0003] Für herkömmliche Karosseriebauteile, besonders mit hohen Anforderungen an den Fußgängerschutz, werden Verfahren zur Erzeugung einer regelmäßigen

[0004] Wölbungsstruktur mittels Walzen, Prägen oder Innenhochdruckumformung eingesetzt. Solche Bauteile werden hauptsächlich im Frontbereich von Personenkraftwagen (z. B. Motorhaube) zu Unterstützung der glatten Außenstruktur eingesetzt. Diese sollen die Biegesteifigkeit des Bauteils durch die räumliche Struktur verbessern und zu einer definierten Verformung im Falle eines Unfalls beitragen.

[0005] Angewendet werden diese Verfahren ausschließlich der Fertigung von Dünnblechteilen mit geringen Festigkeiten. DE 199 28 370 A1 offenbart eine Schutzplatte gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0006] Aus der Druckschrift DE 103 39 069 A1 ist ein pressgehärtetes Bauteil mit einer Wölbstruktur bekannt, welches insbesondere ein Strukturbauteil einer Fahrzeugkarosserie ist, welches lokal eine erhöhte Steifigkeit aufweisen soll. Um eine hohe Bauteilfestigkeit zu erreichen, wird das Bauteil aus einem höherfesten Stahl gefertigt. Zur Ausformung der dreidimensionalen Bauteilform kommt ein Warmumformverfahren zum Einsatz, im Zuge dessen das Bauteil gehärtet wird. Während dieses Warmumformverfahrens wird eine lokale steifigkeitserhöhende Verformungsstruktur in das Bauteil eingeformt, die aus einem periodischen Gitter aneinandergrenzender Zellen besteht. Vorzugsweise besteht die Verformungsstruktur bei dieser Lösung aus einem periodischen Muster flacher hexagonaler Beulen, welche in ihren Randbereichen, in denen sie an benachbarte Beulen angrenzen, mit Verrundungen versehen sind. Das Bauteil weist zumindest lokal Zugfestigkeitswerte von > 900 MPa, vorzugsweise > 1200 MPa auf. Über die Dimensionierung der Verformungsstruktur und die Größe der Verrundungen wird keine Aussage getroffen.

[0007] Dieses Bauteil wird offensichtlich ebenfalls aus einem Dünnblech gefertigt und ist nicht für beschusssichere Fahrzeuge vorgesehen.

[0008] Für beschusssichere Fahrzeuge kommen als Schutzplatten hinter den Karosseriebauteilen meist im Wesentlichen ebene unstrukturierte Platten aus Panzerstahl mit einer großen Blechdicke zum Einsatz, die jedoch ein sehr hohes Gewicht aufweisen. Bei derartigen ebenen, unstrukturierten Platten werden die, durch die Belastung in das Material eingeleiteten elastischen Wellen an der Rückseite reflektiert und laufen im Blech zurück. Dabei kommt es verstärkt zu konstruktiven Interferenzen der hin- und zurücklaufenden Wellen, die in einer überhöhten lokalen Werkstoffbelastung und letztlich im

Materialversagen resultieren (siehe Figur 1 nach dem Stand der Technik). Um dennoch einen Durchschuss zu verhindern, wird typischerweise die Materialstärke so gewählt (erhöht), dass trotz der lokal auftretenden Belastungsüberhöhungen durch Interferenzen kein Versagen auftritt.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schutzplatte aus metallischen Blechwerkstoffen insbesondere für Sonderschutzfahrzeuge, insbesondere für gepanzerte PKWs, so zu gestalten, dass bei auftretenden hochdynamischen bzw. schlagartigen Belastungen durch Beschuss, Explosion (Blast) oder Unfallszenarien (Crash) keine oder nur geringfügige Interferenzen der elastischen Wellen auftreten und damit ein Bauteilversagen verhindert werden kann, wobei sich diese strukturierten Schutzplatten mit einer im Vergleich zu unstrukturierten Platten homogenen Materialstruktur und reproduzierbar, verzugsarm fertigen lassen sollen und im Vergleich zu ebenen, unstrukturierten Schutzplatten durch die erhöhte ballistische Halteleistung ein geringeres Gewicht durch geringere Materialstärken aufweisen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruchs gelöst.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0012] Die Schutzplatte für Sonderschutzfahrzeuge besteht aus durchschusshemmendem Stahl und weist erfindungsgemäß eine räumliche Strukturierung auf, welche bei einer Impactbelastung im Material der Schutzplatte verlaufende eingeleitete Wellen in einem Winkel, der von 90° abweicht, innerhalb des Materials der Schutzplatte reflektiert.

[0013] Aus der eingeleiteten Welle und der reflektierten Welle entsteht eine resultierende Welle, die sich stark abbaut.

[0014] Dadurch wird die Durchschlagkraft des Projektils erheblich reduziert.

[0015] Die Schutzplatte besteht dabei aus durchschusshemmendem Stahl und weist eine räumliche Strukturierung auf, wobei die Strukturierung aus einer sich in X- und Y-Richtung erstreckenden regelmäßigen Anordnung von Erhöhungen auf einer Vorderseite der Schutzplatte und zwischen diesen angeordneten und an diese angrenzenden Vertiefungen besteht und wobei die Schutzplatte im Bereich ihrer Strukturierung über die gesamte Blechdicke umgeformt ist.

[0016] Die Erhöhungen sind bevorzugt kugelsegmentartig ausgebildet und weisen einen ersten Radius auf. Die Vertiefungen sind bevorzugt ebenfalls kugelsegmentartig ausgebildet und weisen einen zweiten Radius auf.

[0017] Der erste Radius beträgt das 6- bis 20-fache, insbesondere das 10- bis 20-fache der Blechdicke. Der zweite Radius beträgt vorteilhafter Weise den 2- bis 8-fachen Wert der Blechdicke, insbesondere den 3- bis 8-fachen Wert.

[0018] In einer vorteilhaften Ausgestaltung hat der erste Radius eine 3- bis 5-mal größeren Wert des zweiten Radius.

[0019] Besonders bevorzugt gehen der erste Radius und der zweite Radius tangential ineinander über.

[0020] Die Tiefe der Erhöhungen entspricht bevorzugt 0,5 bis 1,5-mal der Blechdicke der Schutzplatte. Des Weiteren oder alternativ kann die Tiefe der Vertiefungen ebenfalls 0,5 bis 1,5-mal der Blechdicke der Schutzplatte entsprechen.

[0021] Jede Erhöhung der Strukturierung weist einen Mittelpunkt auf, wobei die Mittelpunkte dreier aneinander angrenzender Erhöhungen auf einer Ebene ein gleichseitiges Dreieck mit einer Kantenlänge bilden und dieses Dreieck einen kleinsten sich wiederholenden Strukturbaustein bildet.

[0022] Besonders bevorzugt weist jede Vertiefung der Strukturierung einen Mittelpunkt auf, wobei die Mittelpunkte dreier aneinander angrenzender Vertiefungen auf einer Ebene ebenfalls ein gleichseitiges Dreieck mit einer weiteren Kantenlänge bilden, wobei dieses gebildete Dreieck einen kleinsten sich wiederholenden Strukturbaustein bildet.

[0023] Die Schutzplatte besteht insbesondere aus einem Dickblech und weist eine Plattenstärke bzw. Blechdicke ab 2 mm und darüber auf.

[0024] Zur Gewährleistung der durchschusshemmenden Eigenschaften der Schutzplatte besteht diese insbesondere aus ballistischem Stahl oder einem Vergütungsstahl.

[0025] Die Strukturierung der Schutzplatte wird durch Warmumformung in einem gekühlten Werkzeug (Presshärten) oder durch Kaltumformung erzeugt.

[0026] Die Erfindung gewährleistet eine mögliche Gewichtseinsparung bei umformend hergestellte Dickblech-Schutzplatten über 2,0mm Blechstärke mit einer räumlichen Struktur für Beschuss und Explosionsbelastungen.

[0027] Es hat sich bei Versuchen gezeigt, dass insbesondere durch Presshärten hergestellte Schutzplatten mit der "Kugelabschnittsstruktur" eine wesentlich höhere Beschusssicherheit aufweisen als ebene Schutzplatten aus dem gleichen Werkstoff und mit gleicher Blechdicke.

[0028] Dies ermöglichte eine Blechdickenreduzierung um ca. 1 bis 3 mm (z.B. von 9,5 mm auf 7,4 mm bei den getesteten Schutzplatten), wodurch eine erhebliche Gewichtseinsparung realisierbar ist.

[0029] Die dabei eingesetzte Dickbleche weisen eine Blechdicke (Plattenstärke) von über 2,0mm auf.

[0030] Vorzugsweise werden Bleche (Dickbleche) aus beschusssicherem Material in Form von ballistischem Stahl wie z.B. Vergütungsstahl oder aus Stahl mit guten ballistischen Eigenschaften wie z.B. Hartmanganstahl eingesetzt.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Reflektion der durch ein Projektil erzeugten Wellen in einer ebenen unstrukturierten Schutzplatte nach dem Stand der Technik,

Figur 2 erfindungsgemäße Schutzplatte in der Draufsicht,

Figur 3 Schnitt A-A gemäß Figur 2,

Figur 4 Reflektion der durch ein Projektil erzeugten Wellen in einer strukturierten Schutzplatte nach der erfindungsgemäßen Lösung.

[0032] **Figur 1** zeigt den Querschnitt einer ebenen, unstrukturierten Schutzplatte 1 nach dem Stand der Technik, in welche als Prinzipdarstellung die Ausbreitung der Wellen bei Auftreffen eines Projektils P dargestellt ist.

[0033] Bei Auftreffen des Projektils P werden die durch die Belastung in das Material eingeleiteten elastischen Wellen W1 an der Rückseite reflektiert und laufen als reflektierte Wellen W2 im Blech zurück. Dabei kommt es verstärkt zu konstruktiven Interferenzen der hin- und zurücklaufenden Wellen W1, W2, die in einer überhöhten lokalen Werkstoffbelastung und letztlich im Materialversagen resultieren, was durch die Welle W3 als resultierende Welle mit konstruktiven Interferenzen dargestellt ist. Um dennoch einen Durchschuss zu verhindern, wird typischerweise die Materialstärke b so gewählt (erhöht), dass trotz der lokal auftretenden Belastungsüberhöhungen durch Interferenzen kein Versagen auftritt.

[0034] In **Figur 2** wird die erfindungsgemäße Lösung in der Draufsicht als Prinzipskizze dargestellt.

[0035] Die Schutzplatte 1 weist eine räumliche Strukturierung 2 aus einer regelmäßigen Anordnung von Erhöhungen 3 auf. Zwischen diesen Erhöhungen 3 sind an diese angrenzende Vertiefungen 4 angeordnet, wobei die Schutzplatte im Bereich ihrer Strukturierung über die gesamte Blechdicke umgeformt ist.

[0036] Die Mittelpunkte M der Erhöhungen 3 bilden auf einer Ebene ein gleichseitiges Dreieck mit einer Kantenlänge a, das den kleinsten sich wiederholenden Strukturbaustein darstellt. Die Mittelpunkte M1 der Vertiefungen 4 bilden auf einer weiteren Ebene ein gleichseitiges Dreieck mit einer Kantenlänge a1, das den kleinsten sich wiederholenden Strukturbaustein darstellt.

[0037] Die Erhöhungen 3 weisen vorzugsweise einen Radius R1 von ca. 20mm bis 250mm auf und sind aus Richtung einer ersten Seite 5 der Schutzplatte 1 mit einem Radius R1 und an der davon abgewandten zweiten Seite 6 mit einem kleineren Radius R2 verrundet. Der Radius R1 geht tangential in den Radius R2 und der Radius R2 wieder tangential in den Radius R1 über. Die erste Seite 5 ist bevorzugt die nach außen weisende Seite der Schutzplatte 1, die zweite Seite 6 die nach innen in Richtung des Fahrzeuginnenraums weisende Seite. Die Erhöhungen 3 weisen den größten Radius, den Radius R1 nach außen auf. Die Vertiefungen 4, welche durch den Radius R2 gebildet werden, bilden auf der zweiten Seite 6 kleinere Erhebungen.

[0038] Die Anordnung erfolgt so, dass die Tiefe t der Erhöhungen 0,5 bis 1,5-mal der Plattenstärke b1 entspricht. Gemäß **Figur 3** entspricht die Tiefe in etwa der Plattenstärke b1 der Schutzplatte 1.

[0039] Diese Geometrie kann durch Warmumformung

in einem gekühlten Werkzeug oder durch Kaltumformung erzeugt werden. In jedem Fall erfolgt die Herstellung immer mit einem Ober- und Unterwerkzeug mit definierter Wirkfläche.

[0040] Mit diesen umformend hergestellten Dickblech-Schutzplatten mit einer räumlichen Struktur sind bei dem Einsatz als beschusssichere Schutzplatten für Beschuss und Explosionsbelastungen deutlich geringere Materialdicken möglich, was durch zahlreiche Beschussversuche bestätigt werden konnte.

[0041] Vorteil dieser Anordnung der Erhöhungen 3 ist ebenfalls eine vergleichsweise sehr geringe Ausdünnung des Materials der Schutzplatte 1, wobei typischerweise Ausdünnungswerte von kleiner 10 % erreicht werden können.

[0042] In Figur 4 ist eine Reflektion der durch ein Projektil erzeugten Wellen in einer strukturierten Schutzplatte 1 nach der erfindungsgemäßen Lösung dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass aus der eingeleiteten Welle W1 und der reflektierten Welle W2 eine resultierende Welle W3 entsteht, welche sich stark abbaut.

[0043] Die gekrümmte kugelsegmentartige Geometrie führt somit dazu, dass die elastischen Wellen im Material unter einem Winkel zurückgeworfen werden, der von 90 ° abweicht, wodurch es zu keinen bzw. nur geringen Interferenzen kommen kann.

[0044] Wenn demnach die Interferenz der beiden Wellen verhindert bzw. reduziert werden können, ist es möglich, deutlich geringe Plattenstärken P1 für die erfindungsgemäße Schutzplatte 1 einzusetzen, die der Belastung ohne Interferenzen standhalten.

[0045] Die Plattenstärke b1 der erfindungsgemäßen Schutzplatte 1 mit Strukturierung 2 kann daher im Vergleich zu einer Plattenstärke b beim Stand der Technik deutlich reduziert werden.

[0046] Darüber hinaus bietet die Strukturierung 2 lokal abhängig erhöhte Widerstandsmomente gegen Biegung, was sich positiv auf die Bauteilsteifigkeit auswirkt. Diese lokal erhöhte Steifigkeit leistet zusätzlich einen wichtigen Beitrag zur verbesserten Performance der strukturierten Platten bei verschiedenen Impactbelastungen.

[0047] Mit der erfindungsgemäßen Lösung können geringere Wandstärken für bestimmte Belastungsfälle eingesetzt werden, was zu einer signifikanten Gewichtsreduzierung führt. Beispiel: für 7,62x51 FMJ/PB/HC, P80 CBC mit 820 m/s von 10m Entfernung am Werkstoff Inkas 7.3 (Ballistischer Stahl zum Presshärten - Eigenentwicklung IndiKar mit Zugfestigkeiten von 2100MPa) Reduzierung von 9,2mm auf 8,0mm Blechstärke um 13%.

[0048] Die Schutzplatten werden bekannter Weise unter einer im Wesentlichen herkömmlichen Fahrzeugaußenhaut in Richtung zum Fahrzeuginnenraum angeordnet und bieten damit den sich im Fahrzeug befindlichen Personen einen zuverlässigen Schutz bei Beschuss bis zu Beschussklasse 10 nach VPAM PM 2007, Fassung 2.

[0049] Die Schutzplatten kommen beispielsweise bei Sonderschutzfahrzeugen wie gepanzerten PKWs, militärischen Fahrzeugen und Personenschutzrüstung-

gen zum Einsatz.

Bezugszeichenliste

5 **[0050]**

1	Schutzplatte
2	Strukturierung
3	Erhöhung
10 4	Vertiefung
5	erste Seite
6	zweite Seite
a	Kantenlänge
15 a1	Kantenlänge
b	Plattenstärke Stand der Technik
b1	Plattenstärke
t	Ziehtiefe
M	Mittelpunkt Erhöhung
20 M1	Mittelpunkt Vertiefung
P	Projektil
R	Radius eines Kugelsegments
R1	erster Radius
R2	zweiter Radius
25 T	gleichseitiges Dreieck
T1	gleichseitiges Dreieck
W1	eingeleitete Wellen
W2	reflektierte Wellen
W3	resultierende Wellen

Patentansprüche

1. Schutzplatte, insbesondere für Sonderschutzfahrzeuge, wobei die Schutzplatte (1) aus durchschusshemmendem Stahl besteht, und eine räumliche Strukturierung (2) aufweist, wobei die Strukturierung (2) aus einer sich in X- und Y-Richtung erstreckenden regelmäßigen Anordnung von Erhöhungen (3) auf einer Vorderseite der Schutzplatte (1) und zwischen diesen angeordneten und an diese angrenzenden Vertiefungen (4) besteht und wobei die Schutzplatte (1) im Bereich ihrer Strukturierung (2) über die gesamte Blechdicke (b1) umgeformt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhöhungen (3) kugelsegmentartig ausgebildet sind und einen ersten Radius (R1) aufweisen und dass die Vertiefungen (4) kugelsegmentartig ausgebildet sind und einen zweiten Radius (R2) aufweisen, wobei der erste Radius (R1) und der zweite Radius (R2) tangential ineinander übergehen und die nach außen weisenden Erhöhungen 3 den größeren Radius R1 bilden und die Vertiefungen (4) welche durch den Radius R2 gebildet werden, auf der zum Fahrzeuginnenraum weisenden zweiten Seite 6 mit einem kleineren Radius verrundet sind und wobei die Tiefe (t) der Erhöhungen (3) und/oder der Vertiefungen 0,5 bis 1,5-mal der Blechdicke (b1) der Schutzplatte (1) ent-

spricht.

2. Schutzplatte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Radius (R1) das 6- bis 20-fache der Blechdicke (b1) beträgt. 5
3. Schutzplatte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Radius (R2) das 2- bis 8-fache der Blechdicke (b1) beträgt. 10
4. Schutzplatte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Radius (R1) das Dreifache bis Fünffache des zweiten Radius (R2) beträgt. 15
5. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Erhöhung (3) der Strukturierung (2) einen Mittelpunkt (M) aufweist, wobei die Mittelpunkte (M) dreier aneinander angrenzender Erhöhungen (3) auf einer Ebene ein gleichseitiges Dreieck (T) mit einer Kantenlänge (a) bilden, wobei das Dreieck (T) einen kleinsten sich wiederholenden Strukturbaustein bildet. 20
6. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Vertiefung (4) der Strukturierung (2) einen Mittelpunkt (M1) aufweist, wobei die Mittelpunkte (M1) dreier aneinander angrenzender Vertiefungen (4) auf einer Ebene ein gleichseitiges Dreieck (T1) mit einer Kantenlänge (a1) bilden, wobei das Dreieck (T1) einen kleinsten sich wiederholenden Strukturbaustein bildet. 25 30
7. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzplatte (1) aus einem Dickblech besteht und eine Plattenstärke (b1) ab 2mm und darüber aufweist. 35
8. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzplatte (1) aus ballistischem Stahl oder Vergütungsstahl besteht. 40
9. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strukturierung (2) durch Warmumformung in einem gekühlten Werkzeug (Presshärten) oder durch Kaltumformung erzeugt ist. 45

Claims

1. Protective plate, in particular for special protective vehicles, wherein the protective plate (1) consists of bullet-resistant steel and has a spatial structuring (2), wherein the structuring (2) consists of a regular arrangement, extending in the X and Y directions, of elevations (3) on a front side of the protective plate (1) and of depressions (4) arranged between and 55

adjoining these elevations (3), and wherein the protective plate (1) is formed over the entire sheet thickness (b1) in the region of its structuring (2),

characterized in that

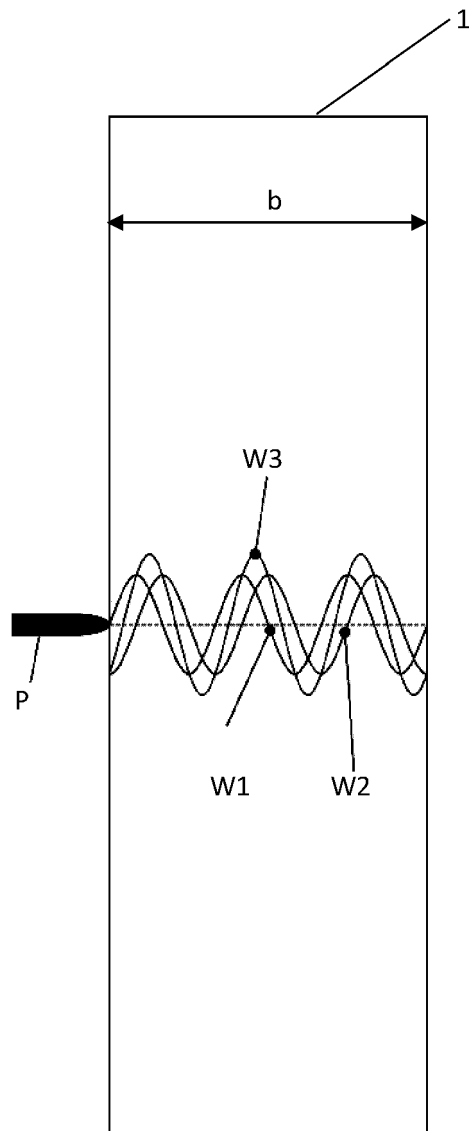
the elevations (3) are designed in the manner of spherical segments and have a first radius (R1), and in that the depressions (4) are formed in the manner of spherical segments and have a second radius (R2), wherein the first radius (R1) and the second radius (R2) merge tangentially into one another and the outwardly facing elevations (3) form the larger radius (R1) and the depressions (4), which are formed by the radius (R2), are rounded with a smaller radius on the second side (6) facing the vehicle interior, and wherein the depth (t) of the elevations (3) and/or of the depressions correspond to 0.5 to 1.5 times the sheet thickness (b1) of the protective plate (1).

2. Protective plate according to claim 1, **characterized in that** the first radius (R1) is 6 to 20 times the sheet thickness (b1).
3. Protective plate according to claim 1, **characterized in that** the second radius (R2) is 2 to 8 times the sheet thickness (b1).
4. Protective plate according to claim 1, **characterized in that** the first radius (R1) is three to five times the second radius (R2).
5. Protective plate according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** each elevation (3) of the structuring (2) has a center point (M), wherein the center points (M) of three adjacent elevations (3) form on a plane an equilateral triangle (T) with an edge length (a), wherein the triangle (T) forms a smallest repeating structural component.
6. Protective plate according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** each depression (4) of the structuring (2) has a midpoint (M1), wherein the midpoints (M1) of three adjacent depressions (4) form on a plane an equilateral triangle (T1) with an edge length (a1), wherein the triangle (T1) forms a smallest repeating structural component.
7. Protective plate according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the protective plate (1) consists of a thick sheet and has a plate thickness (b1) from 2 mm and above.
8. Protective plate according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the protective plate (1) consists of ballistic steel or heat-treated steel.
9. Protective plate according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** the structuring (2) is produced

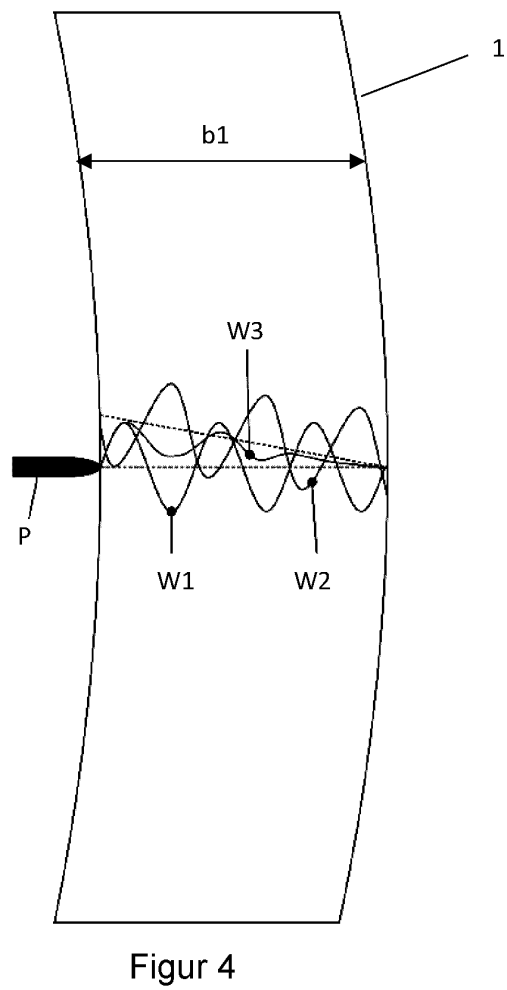
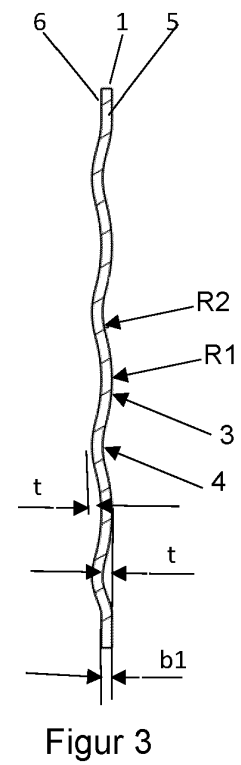
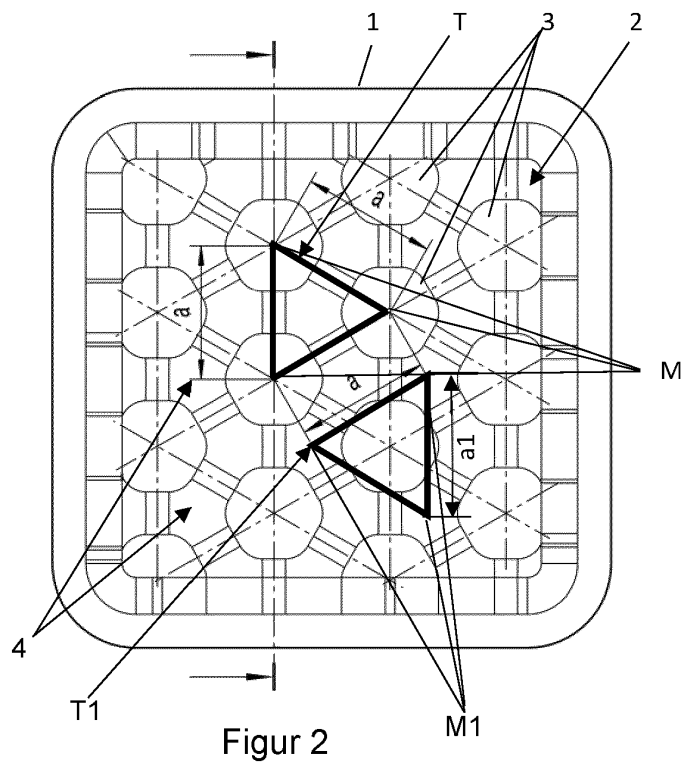
by hot forming in a cooled tool (press hardening) or by cold forming.

Revendications

1. Panneau de protection, en particulier pour des véhicules de protection spéciaux, lequel panneau de protection (1) se compose d'acier arrêtant les projectiles et présente une structuration (2) à trois dimensions, laquelle structuration (2) se compose d'une disposition régulière de reliefs (3) dans la direction des axes X et Y sur une face avant du panneau de protection (1) et de creux (4) disposés entre ceux-ci et contigus de ceux-ci, le panneau de protection (1) étant mis en forme au niveau de sa structuration (2) sur tout l'épaisseur de la tôle (b1), **caractérisé en ce que** les reliefs (3) sont en forme de segment de sphère et présentent un premier rayon (R1) et **en ce que** les creux (4) sont en forme de segment de sphère et présentent un deuxième rayon (R2), le premier rayon (R1) et le deuxième rayon (R2) passant l'un dans l'autre de façon tangente et les reliefs (3) orientés vers l'extérieur formant le grand rayon (R1) et les creux (4) formés par le rayon (R2) étant arrondis avec un plus petit rayon sur la face (6) tournée vers l'intérieur du véhicule, la profondeur (t) des reliefs (3) et/ou des creux correspondant à 0,5 à 1,5 fois l'épaisseur de tôle (b1) du panneau de protection (1). 50
2. Panneau de protection selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier rayon (R1) mesure entre 6 et 20 fois l'épaisseur de tôle (b1). 35
3. Panneau de protection selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le deuxième rayon (R2) mesure entre 2 et 8 fois l'épaisseur de tôle (b1). 40
4. Panneau de protection selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier rayon (R1) représente entre trois et cinq fois le deuxième rayon (R2). 45
5. Panneau de protection selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque relief (3) de la structuration (2) présente un centre (M), les centres (M) de trois reliefs (3) limitrophes formant dans un même plan un triangle équilatéral (T) avec une longueur de côtés (a), le triangle (T) formant un plus petit élément de structure répété. 50
6. Panneau de protection selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** chaque creux (4) de la structuration (2) présente un centre (M1), les centres (M1) de trois creux (4) contigus formant dans un même plan un triangle équilatéral (T1) avec une longueur de côtés (a1), le triangle (T1) formant un plus petit élément de structure répété. 55
7. Panneau de protection selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le panneau de protection (1) se compose d'une tôle épaisse et présente une épaisseur de panneau (b1) égale ou supérieure à 2 mm. 5
8. Panneau de protection selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le panneau de protection (1) se compose d'acier de protection balistique ou d'acier de traitement. 10
9. Panneau de protection selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la structuration (2) est obtenue par formage à chaud dans un outil refroidi (trempe sous presse) ou par formage à froid. 15



Figur 1



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 19928370 A1 [0005]
- DE 10339069 A1 [0006]