



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 977 039 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**22.11.2023 Patentblatt 2023/47**

(21) Anmeldenummer: **20724059.9**

(22) Anmeldetag: **04.05.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F41H 7/04 (2006.01)**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F41H 7/046**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2020/062269**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2020/239362 (03.12.2020 Gazette 2020/49)**

---

### (54) DETONATIONENERGIEABSORPTIONSVORRICHTUNG UND DAMIT AUSGESTATTETES FAHRZEUG

BLAST WAVE ENERGY ABSORPTION DEVICE AND VEHICLE EQUIPPED WITH SUCH A DEVICE

DISPOSITIF D'ABSORPTION D'ÉNERGIE D'ONDE DE CHOC ET VÉHICULE ÉQUIPÉ D'UN TEL DISPOSITIF

---

(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: **29.05.2019 DE 102019114514**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.04.2022 Patentblatt 2022/14**

(73) Patentinhaber: **Rheinmetall Waffe Munition GmbH  
29345 Südheide (DE)**

(72) Erfinder:  

- LEHMANN, Kevin  
23569 Lübeck (DE)**

- KOCH, Ralf  
29574 Ebstorf (DE)**
- BERG, Martin  
29345 Unterlüß (DE)**
- NIEFANGER, Roland  
38557 Osloß (DE)**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB  
Friedrichstraße 6  
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 094 240 EP-A2- 1 577 153  
FR-A1- 2 901 750 US-A- 5 813 649**

EP 3 977 039 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 eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

---

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Energieabsorptionsvorrichtung zum Schutz eines Fahrzeugelements, insbesondere eines Fahrzeugelements eines militärischen Fahrzeugs, vor einer Detonationswirkung, umfassend ein erstes Befestigungselement, das mit einem Fahrzeugchassis oder einer Fahrzeugwanne verbindbar ist und ein zweites Befestigungselement, das mit dem zu schützenden Fahrzeugelement verbindbar ist, wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement zumindest zwei Stege angeordnet sind.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Anmeldung ein Fahrzeug mit einer solchen Energieabsorptionsvorrichtung.

**[0003]** Aus der DE 10 2010 052 151 A1 ist eine Kabine für ein Baufahrzeug bekannt, die zumindest ein hydraulisch gedämpftes Gummilagermittel sowie im Heckbereich der Kabine wenigstens ein Wankstabilisierungsmittel aufweist. Hierdurch wird ein besserer Federkomfort der Kabine bei schnelleren Transportfahrten erreicht. Grundsätzlich verfolgen Aufhängungen von Baumaschinenkabinen jedoch ganz andere Zielsetzungen - sie bieten keinen Schutz vor Detonationen - als Aufhängungen von militärischen Fahrzeugen, sodass diese nicht vergleichbar sind.

**[0004]** Aus der DE 10 2007 002 576 A1 ist eine entkoppelte Pedaleinheit mit einem Fußblech eines militärischen Fahrzeugs bekannt.

**[0005]** Aufhängungen von Fahrzeugelementen militärischer Fahrzeuge sind z.B. aus DE 10 2008 053 152 A1 sowie der WO 2014/048420 A1 bekannt. Diese Druckschriften zeigen jeweils Deformationsmittel, die ein Fahrzeugelement lagern. Die Deformationsmittel sind dazu ausgebildet im Falle eines Minenstoßes deformiert zu werden und Energie zu absorbieren, sodass der Minenstoß nicht unmittelbar auf das Fahrzeugelement übertragbar ist. Sowohl die Befestigungsmittel als auch die Stege sind nicht in einer gemeinsamen Ebene vorgesehen, sondern sollen sich bei der Deformation aneinander vorbeibewegen. Die aus der DE 10 2008 053 152 A1 und der WO 2014/048420 A1 in diesen Druckschriften offenbarten Deformationseinrichtungen sind verhältnismäßig großbauend und lösen den Zielkonflikt zwischen elastischer Lagerung und Energieaufnahme im Falle einer plastischen Deformation nur unzureichend.

**[0006]** Die FR 2 901 750 beschreibt bereits eine Vorrichtung zum Schutz eines Fahrzeugsitzes gegen Detonationen nach dem Oberbegriff.

**[0007]** Ausgehend davon, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Energieabsorptionsvorrichtung für ein Fahrzeug, insbesondere ein militärisches Fahrzeug, zu schaffen, die kleinbauend ist und diesen Zielkonflikt löst.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die Energieabsorptionsvorrichtung des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird eine Energieabsorbi-

onsvorrichtung zum Schutz eines Fahrzeugelements, insbesondere eines militärischen Fahrzeugs, vor einer Detonationswirkung, bereitgestellt. Die Energieabsorptionsvorrichtung umfasst ein erstes Befestigungselement, das mit einem Fahrzeugchassis oder einer Fahrzeugwanne verbindbar ist und ein zweites Befestigungselement, das mit dem zu schützenden Fahrzeugelement verbindbar ist. Zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement sind zumindest zwei Stege angeordnet. Die zumindest zwei Stege sind derart angeordnet sind, dass diese übereinander in einer gemeinsamen Ebene liegen.

**[0010]** Weiterhin wird erfindungsgemäß ein Fahrzeug, insbesondere ein militärisches Fahrzeug, bereitgestellt, umfassend eine solche oder wie nachstehend beschriebene Energieabsorptionsvorrichtung und ein Fahrzeugelement, wobei das Fahrzeugelement über die Energieabsorptionsvorrichtung mit dem Fahrzeug verbunden ist.

**[0011]** Bei dem Fahrzeug kann es sich beispielsweise um ein Rad- oder Kettenfahrzeug handeln. Das Kettenfahrzeug kann beispielsweise ein Bergepanzer, ein Pionierpanzer, ein Minenräumpanzer, ein Schützenpanzer oder ein Kampfpanzer sein. Das Radfahrzeug kann beispielsweise ein schwerer Lastwagen, ein Sattelzug, ein Kran oder ein Radpanzer sein.

**[0012]** Durch die erfindungsgemäße Energieabsorptionsvorrichtung wird eine kleinbauende Energieabsorptionsvorrichtung geschaffen, die einerseits eine elastische Lagerung des damit verbindbaren Fahrzeugelements bereitstellt und gleichermaßen eine hohe Energie in Form von Formänderungsarbeit im Fall einer Detonation absorbieren ist kann.

**[0013]** Das Fahrzeugelement, das mit der Energieabsorptionsvorrichtung verbunden ist, kann beispielsweise eine Kabine oder ein Schutzraum eines Fahrzeugs sein. Insbesondere kann es sich bei der Kabine um eine geschützte Kabine handeln. Ebenso kann das Fahrzeugelement ein Aufbau, eine Plattform, ein Boden, ein Schwingungsboden, ein Zwischenboden, eine Bodenplatte oder ein Bestandteil eines der vorgenannten Elemente sein.

**[0014]** Ferner kann das Fahrzeugelement ein Fußblech, eine Sitzeinrichtung, eine Waffenanlage, eine Gerätehalterung, ein Regal sein oder ein Bestandteil eines der vorgenannten Elemente sein.

**[0015]** Durch die erfindungsgemäße Energieabsorptionsvorrichtung wird das Fahrzeugelement vor einer Detonationswirkung geschützt, wie diese z.B. durch Mine oder eine Sprengfalle hervorgerufen werden kann.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Energieabsorptionsvorrichtung macht es möglich, dass diese im Falle einer Detonation kontrolliert plastisch verformt wird und das damit verbindbare Fahrzeugelement keinen Schaden nimmt.

**[0017]** Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Stege zumindest eine Deformationszone aufweisen.

**[0018]** Die zumindest eine Deformationszone ist eine Zone, in der sich die Stege plastisch Verformen, wenn

diese entsprechend stark ausgelenkt werden. Dies geschieht durch die Konstruktion der Energieabsorptionsvorrichtung, welche bedingt, dass sich die Stege zuerst in den Deformationszonen deformieren.

[0019] Ferner kann vorgesehen sein, dass in den Deformationszonen die Stege durch Werkstoffwahl oder Geometrie derart geschwächt sind, dass diese in den Deformationszonen zuerst deformieren.

[0020] Ferner kann vorgesehen sein, dass das erste Befestigungselement, das zweite Befestigungselement, die zumindest zwei Stege und die zumindest eine Deformationszone derart angeordnet sind, dass diese übereinander in der Ebene liegen, die senkrecht zu dem ersten und dem zweiten Befestigungselement liegt.

[0021] Dabei sind die Befestigungselemente und die Stege der Energieabsorptionsvorrichtung zueinander angeordnet, so dass eine kleinbauende Energieabsorptionsvorrichtung geschaffen wird.

[0022] In Weiterbildung der Energieabsorptionsvorrichtung kann vorgesehen sein, dass die Stege biegeelastisch ausgebildet sind, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung das Fahrzeugelement federnd lagert.

[0023] Hierdurch wird erreicht, dass die Energieabsorptionsvorrichtung eine elastische Lagerung des Fahrzeugelements erlaubt, sofern die Auslenkung nicht zu groß wird. Somit kann in normalen Fahrsituationen des Fahrzeugs eine Lagerung des Fahrzeugelements stattfinden, wohingegen zum Schutz vor einer Detonationswirkung eine Energieabsorption durch plastische Verformung realisiert ist.

[0024] Nach einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass zwischen den Befestigungseinrichtungen und den jeweils angrenzenden Stegen biegeversteifte Übergangs- zonen ausgebildet sind.

[0025] Durch Ausbildung der biegeversteiften, insbesondere im Wesentlichen biegesteifen, Übergangszonen wird erreicht, dass die Stege der Energieabsorptionsvorrichtung nicht einfach abknicken oder abbrechen, sondern im Bereich der Übergangsdeformationszonen der Stege eine definierte Deformation erreicht wird.

[0026] Ferner kann in Weiterbildung vorgesehen sein, dass an den biegeversteiften Übergangszonen angrenzend Übergangsdeformationszonen ausgebildet sind.

[0027] Weiterhin ist nach einer Ausgestaltung vorgesehen, dass zwischen den Stegen jeweils biegeversteifte, insbesondere im Wesentlichen biegesteife, Ecken ausgebildet sind.

[0028] Hierdurch wird erreicht, dass gezielt die Stege und nicht die Ecken eine Deformation erfahren. Ferner wird erreicht, dass die Energieabsorptionsvorrichtung in den Ecken nicht einfach abknickt oder zusammenfällt und ein auf Block liegen der Stege vermieden wird. Die Stege können somit gezielt auf Biegung belastet werden. Zudem ist auf diese Weise sichergestellt, dass eine plastische Deformation einer Deformationszone des Steges möglich ist, die im Federweg einer elastischen Deformation eines Steges nachgeordnet ist. Somit ist sicherge-

stellt, dass sowohl eine ausreichende elastische Federung als auch eine plastische Deformation möglich ist.

[0029] In Ausgestaltung kann ferner vorgesehen sein, dass an den biegeversteiften Ecken angrenzend die Deformationszonen ausgebildet sind.

[0030] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Deformationszonen von dem zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin zumindest teilweise schwerer deformierbar ausgebildet sind als die vorhergehenden Deformationszonen, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung eine progressive Deformationskennlinie aufweist.

[0031] Hierdurch wird die Deformationsreihenfolge gezielt beeinflusst, sodass die Deformationszonen in einer definierten Reihenfolge deformiert werden.

[0032] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Dicke der Stege von dem zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin größer wird, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung eine progressive Federkennlinie aufweist.

[0033] Hierdurch wird erreicht, dass die elastische Verformbarkeit der Stege unterschiedlich ausgebildet ist und die Federkennlinie der Energieabsorptionsvorrichtung gezielt beeinflusst werden kann.

[0034] Die Federkennlinie kann alternativ degressiv sein.

[0035] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Stege in alternierender Richtung zick-zack-artig angeordnet sind.

[0036] Hierdurch wird eine besonders platzsparende Energieabsorptionsvorrichtung geschaffen.

[0037] In Ausgestaltung der Energieabsorptionsvorrichtung kann vorgesehen sein, dass Innenradien zwischen den Stegen in biegesteifen Ecken und/oder Innenradien in den Übergangszonen ausgebildet sind.

[0038] Durch das Ausbilden von Innenradien werden gezielt Kerbspannungen in den Deformationszonen induziert. Durch die Größe des Radius der Innenradien lässt sich die auftretende Kerbspannung beeinflussen, sodass sich die Größe der Kerbspannungen und auch die Grenze in der die Deformation eintritt durch den Radius einstellen lässt.

[0039] Erfindungsgemäß werden die Innenradien zwischen den Stegen in biegesteifen Ecken und/oder die Innenradien in den Übergangsdeformationszonen von dem zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin größer.

[0040] Hierdurch wird die Deformationsreihenfolge gezielt eingestellt, sodass eine Deformation vom zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin nach und nach eintritt.

[0041] Hierdurch wird erreicht, dass die Kerbspannungen innerhalb der Deformationszonen unmittelbar am ersten Befestigungselement am höchsten sind und auch die Deformation zuerst in der Nähe des Chassis eintritt.

[0042] Alternativ zu der oben genannten Reihenfolge ist es jedoch auch möglich, dass die Innenradien zwischen den Stegen in biegesteifen Ecken und/oder die

Innenradien in den Übergangszonen von dem ersten Befestigungselement zum zweiten Befestigungselement hin größer werden. Hierdurch wird erreicht, dass die Kerbspannungen innerhalb der Deformationszonen unmittelbar am zweiten Befestigungselement am höchsten sind und die Deformation zuerst in der Nähe des Fahrzeugelements eintritt.

[0043] Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnungen erläutert werden.

[0044] Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit zumindest einer erfindungsgemäßen Deformationsvorrichtung;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit zumindest einer erfindungsgemäßen Deformationsvorrichtung;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines dritten erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit zumindest einer erfindungsgemäßen Deformationsvorrichtung;
- Fig. 4a eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer Ausgangsstellung;
- Fig. 4b eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer Ausgangsstellung mit Kenntlichmachung der Ebene E;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer Zwischenstellung; und
- Fig. 6 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer deformierten Stellung.

[0045] Fig. 1 zeigt ein erstes erfindungsgemäßes Fahrzeug 1 mit einem Fahrzeughassis 2. Auf dem Fahrzeughassis 2 ist ein Fahrzeugelement 10 ausgebildet. Bei dem Fahrzeug 1 handelt es sich vorzugsweise um ein militärisches Fahrzeug. Bei dem Fahrzeugelement 10 kann es sich beispielsweise um eine Kabine, ein Führerhaus, eine Plattform, einen Aufbau oder ähnliches handeln. Zwischen dem Fahrzeugelement 10 und dem Fahrzeughassis 2 ist zumindest eine Energieabsorptionsvorrichtung 100 angeordnet, die das Fahrzeugelement 10 auf dem Fahrzeug 1 lagert.

[0046] Die Energieabsorptionsvorrichtung 100 dient zum Schutz des Fahrzeugelements 10, vor einer Detonationswirkung und ist detaillierter in den Fig. 4a bis 6

dargestellt. Die Energieabsorptionsvorrichtung 100 gemäß Fig. 4a bis 6 findet sich in allen Fahrzeugen gemäß Fig. 1 bis 3.

[0047] Fig. 2 zeigt ein zweites erfindungsgemäßes Fahrzeug 1', das im Wesentlichen dem ersten Fahrzeug 1 entspricht, mit dem Unterschied, dass es sich bei dem Fahrzeugelement 10' um einen Boden oder Zwischenboden handelt. Das Fahrzeugelement 10' ist mittels zumindest einer Energieabsorptionsvorrichtung 100 an dem Fahrzeughassis 2 des Fahrzeugs 1 gelagert. Das Fahrzeugelement 10' ist innerhalb einer Kabine oder eines Führerhauses angeordnet.

[0048] Fig. 3 zeigt ein drittes erfindungsgemäßes Fahrzeug 1" mit einer Fahrzeugwanne 2'. Innerhalb der Fahrzeugwanne 2' ist mittels zumindest einer Energieabsorptionsvorrichtung 100 ein Fahrzeugelement 10" gelagert. Bei dem Fahrzeugelement 10" kann es sich beispielsweise um einen Fahrzeuginnenraum oder einen Schutzraum handeln. Abweichend von der Fig. 3 kann das Fahrzeugelement 10" aber auch ein Boden oder Zwischenboden sein.

[0049] Gemäß Fig. 3 ist das Fahrzeugelement 10" durch mehrere Energieabsorptionsvorrichtungen 100 mit der Fahrzeugwanne 2' verbunden und innerhalb dieser gelagert.

[0050] Fig. 4a zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung 100 in einer Ausgangsstellung, also einer Stellung in der die Energieabsorptionsvorrichtung 100 nicht deformiert ist.

[0051] Die Energieabsorptionsvorrichtung 100 umfasst ein erstes Befestigungselement 110, das mit dem Fahrzeughassis 2 oder der Fahrzeugwanne 2' des Fahrzeugs 1 verbindbar ist. Das erste Befestigungselement 110 ist als Platte oder Blech ausgebildet und ist im eingebauten Zustand mit dem Fahrzeughassis 2 oder der Fahrzeugwanne 2' verbunden.

[0052] Weiterhin umfasst die Energieabsorptionsvorrichtung 100 ein zweites Befestigungselement 120, das mit dem zu schützenden Fahrzeugelement 10 verbindbar ist. Das zweite Befestigungselement 110 ist vorzugsweise ebenfalls als Platte oder Blech ausgebildet und ist im eingebauten Zustand mit dem Fahrzeugelement 10 verbunden.

[0053] Die Wandstärke und die Ausmaße des ersten Befestigungselement 110 und des zweiten Befestigungselement 120 können voneinander abweichend an die Geometrie der Energieabsorptionsvorrichtung 100 angepasst sein. Wie in der Fig. 1 gezeigt, kann das erste Befestigungselement 110 eine geringere Wandstärke aufweisen und breiter ausgebildet sein als das zweite Befestigungselement 120.

[0054] Zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement 110, 120 sind zumindest zwei Stege 130, 140, 150, 160 angeordnet. In Ausgestaltung können wie in Fig. 4a dargestellt vier Stege 130, 140, 150, 160 sein.

[0055] Wie in Fig. 4a und Fig. 4b zu erkennen ist, sind das erste Befestigungselement 110, das zweite Befestigungselement 120, die Stege 130, 140, 150, 160 und die Energieabsorptionsvorrichtung 100

gungselement 120, die Stege 130, 140, 150, 160 und die Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 derart angeordnet sind, dass diese übereinander in einer gemeinsamen Ebene E angeordnet sind, wobei die gemeinsamen Ebene E senkrecht zu den beiden Befestigungselementen 110, 120 liegt.

**[0056]** Die Stege 130, 140, 150, 160 sind dabei alternierend in unterschiedlicher Richtung zick-zack-artig übereinander angeordnet. Mit anderen Worten sind die Stege 130, 140, 150, 160 ziehharmonikaartig übereinander angeordnet.

**[0057]** Um eine federnde Lagerung des Fahrzeugelements 10 durch die Energieabsorptionsvorrichtung 100 zu erreichen, sind die Stege 130, 140, 150, 160 jeweils biegeelastisch ausgebildet.

**[0058]** Die Länge der Stege 130, 140, 150, 160 kann voneinander abweichen, sodass beispielsweise ein erster Steg 130 und ein vierter Steg 160, die mit den Befestigungselementen 110, 120 verbunden sind, kürzer sind, als ein zweiter Steg 140 und dritter Steg 150.

**[0059]** Durch die unterschiedliche Länge der Stege 130, 140, 150, 160 wird erreicht, dass diese unterschiedlich stark elastisch einfedern können und sich eine definierte Biegefigur der Energieabsorptionsvorrichtung 100 bei einer elastischen Deformation ergibt. Eine solche Biegefigur infolge einer elastischen Deformation ist beispielsweise in Fig. 5 dargestellt.

**[0060]** Zwischen den Stegen 130, 140, 150, 160 sind jeweils biegeversteifte Ecken 170, 180, 190 ausgebildet. Die biegeversteiften Ecken 170, 180, 190 sind derart ausgebildet, dass sich diese im Wesentlichen nicht verbiegen und dafür sorgen, dass bei einer elastischen Verformung der Stege 130, 140, 150, 160 die biegeversteiften Ecken 170, 180, 190 dafür sorgen, dass die Stege 130, 140, 150, 160 nicht durch Deformation der Ecken 170, 180, 190 zusammengefaltet werden. Hierdurch wird erreicht, dass neben einer elastischen Deformation im Falle einer stärkeren Auslenkung eine plastische Deformation der Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 stattfinden kann.

**[0061]** Wie in Fig. 4a dargestellt, weisen die Stege 130, 140, 150, 160 jeweils zumindest eine Deformationszone 172, 174, 182, 184, 192, 194 auf. Die Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 sind jeweils an den biegeversteiften Ecken 170, 180, 190 angrenzend ausgebildet.

**[0062]** Zwischen den Befestigungseinrichtungen 110, 120 und den jeweils angrenzenden Stegen 130, 160 sind biegeversteifte Übergangszonen 112, 122 ausgebildet. Diese haben eine vergleichbare Wirkung wie die biegeversteiften Ecken 170, 180, 190.

**[0063]** An den biegeversteiften Übergangszonen 112, 122 sind angrenzend die Übergangsdeformationszonen 115, 125 ausgebildet.

**[0064]** Wie in der Fig. 4a dargestellt, sind Innenradien R2, R3, R4 zwischen den Stegen 130, 140, 150, 160 in den Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 und/oder Innenradien R1, R5 in den Übergangszonen

112, 122 ausgebildet.

**[0065]** Gemäß Fig. 4a sind die Innenradien R2, R3, R4, die zwischen den Stegen 130, 140, 150, 160 in den biegesteifen Ecken 170, 180, 190 ausgebildet sind von dem zweiten Befestigungselement 120 zum ersten Befestigungselement 110 hin größer werdend.

**[0066]** In Ausgestaltung ist ein vierter Radius R4 zwischen dem dritten Steg 150 und vierten Steg 160 am größten. Ein dritter Radius R3 zwischen dem zweiten Steg 140 und dem dritten Steg 150 ist kleiner als der vierte Radius (R3<R4). Ein zweiter Radius R2 zwischen dem ersten Steg 130 und dem zweiten Steg 140 ist kleiner als der dritte Radius R3. Es gilt für die Radien R2 bis R4 folgender mathematischer Zusammenhang: R2<R3<R4.

**[0067]** Die Innenradien R1, R5 in den Übergangszonen 112, 122 sind gemäß Fig. 4a bevorzugt gleich groß ausgebildet. Wie aus der Fig. 4a hervorgeht sind die Radien R1 und R5 beide kleiner als der Radius R2. Es gilt für die Radien R1 bis R5 folgender mathematischer Zusammenhang: R1=R5<R2<R3<R4.

**[0068]** Die Dicke t1, t2, t3, t4 der Stege 130, 140, 150, 160 kann von dem zweiten Befestigungselement 120 zum ersten Befestigungselement 110 hin größer ausgebildet sein, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung 100 eine progressive Federkennlinie aufweist. Es gilt für die Dicken t1 bis t4 folgender mathematischer Zusammenhang: t1<t2<t3<t4.

**[0069]** Fig. 4b veranschaulicht nochmals deutlich die Lage der Ebene E, wobei die Ebene E schraffiert kenntlich gemacht ist. Wie aus der Fig. 4b zu erkennen ist, liegt die Ebene E senkrecht zu dem ersten und dem zweiten Befestigungselement 110, 120. Das erste Befestigungselement 110, das zweite Befestigungselement 120, die zumindest zwei Stege 130, 140, 150, 160 und die zumindest eine Deformationszone 172, 174, 182, 184, 192, 194 sind derart angeordnet, dass diese übereinander in der Ebene E liegen.

**[0070]** Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung 100 in einer Zwischenstellung, in der die Energieabsorptionsvorrichtung 100 elastisch verformt ist. Die biegesteifen Ecken 170, 180, 190 sind in dieser Zwischenstellung im Wesentlichen unverformt und die Stege 130, 140, 150, 160 sind elastisch verformt. Fig. 5 zeigt die Energieabsorptionsvorrichtung 100 somit in einem elastisch eingefederten Zustand.

**[0071]** Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung 100 in einer deformierten Stellung, in der die Energieabsorptionsvorrichtung 100 plastisch verformt ist.

**[0072]** Die Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 sind von dem zweiten Befestigungselement 120 zum ersten Befestigungselement 110 hin zumindest teilweise schwerer deformierbar ausgebildet als die vorhergehenden Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung 100 eine progressive Deformationskennlinie aufweist. Zudem

wird durch die unterschiedlich starke Deformation eine Deformationsreihenfolge der Deformationszonen der Energieabsorptionsvorrichtung 100 vorgegeben.

[0073] Soweit sich die vorstehende Offenbarung auf eine die Energieabsorptionsvorrichtung 100 als solche bezieht, so gilt diese gleichzeitig auch für ein Fahrzeug mit einer solchen Energieabsorptionsvorrichtung 100 als offenbart.

## BEZUGSZEICHENLISTE

10

[0074]

1	erstes Fahrzeug	
1'	zweites Fahrzeug	15
1"	drittes Fahrzeug	
2	Fahrzeugchassis	
2'	Fahrzeugwanne	
10	Fahrzeugelement	
10'	Fahrzeugelement	20
10"	Fahrzeugelement	
100	Energieabsorptionsvorrichtung	
110	erstes Befestigungselement	
112	erste Übergangszone	
115	erste Übergangsdeformationszone	25
120	zweites Befestigungselement	
122	zweite Übergangszone	
125	zweite Übergangsdeformationszone	
130	erster Steg	
140	zweiter Steg	
150	dritter Steg	
160	vierter Steg	
170	erste Deformationszone	
180	zweite Deformationszone	
190	dritte Deformationszone	35
R1	erster Radius	
R2	zweiter Radius	
R3	dritter Radius	
R4	vierter Radius	
R5	fünfter Radius	40
E	Ebene	
t1	Dicke des ersten Stegs	
t2	Dicke des zweiten Stegs	
t3	Dicke des dritten Stegs	
t4	Dicke des vierten Stegs	45

## Patentansprüche

1. Energieabsorptionsvorrichtung (100) zum Schutz eines Fahrzeugelements (10, 10', 10''), insbesondere eines militärischen Fahrzeugs (1, 1', 1''), vor einer Detonationswirkung, umfassend

ein erstes Befestigungselement (110), das mit einem Fahrzeugchassis (2) und/oder einer Fahrzeugwanne (2) verbindbar ist und ein zweites Befestigungselement (120), das mit

dem zu schützenden Fahrzeugelement (10, 10', 10'') verbindbar ist,

wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement (110, 120) zumindest zwei Stege (130, 140, 150, 160) angeordnet sind,

wobei die zumindest zwei Stege (130, 140, 150, 160) derart angeordnet sind, dass diese übereinander in einer gemeinsamen Ebene (E) liegen,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** zwischen den Stegen (130, 140, 150, 160) jeweils biegeversteifte Ecken (170, 180, 190) ausgebildet sind, Innenradien ( $R_2, R_3, R_4$ ) zwischen den Stegen (130, 140, 150, 160) in den biegesteifen Ecken (170, 180, 190) von dem zweiten Befestigungselement (120) zum ersten Befestigungselement (110) hin größer werden; und/oder

**dass** zwischen den Befestigungseinrichtungen (110, 120) und den jeweils angrenzenden Stegen (130, 160) biegeversteifte Übergangszonen (112, 122) ausgebildet sind, wobei Innenradien ( $R_1, R_5$ ) in den Übergangszonen (112, 122) von dem zweiten Befestigungselement (120) zum ersten Befestigungselement (110) hin größer werden.

2. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (130, 140, 150, 160) zumindest eine Deformationszone (172, 174, 182, 184, 192, 194) aufweisen.

3. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Befestigungselement (110), das zweite Befestigungselement (120), die zumindest zwei Stege (130, 140, 150, 160) und die zumindest eine Deformationszone (172, 174, 182, 184, 192, 194) derart angeordnet sind, dass diese übereinander in der Ebene (E) liegen, die senkrecht zu dem ersten und dem zweiten Befestigungselement (110, 120) liegt.

4. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (130, 140, 150, 160) biegeelastisch ausgebildet sind.

5. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den biegeversteiften Übergangszonen (112, 122) angrenzend Übergangsdeformationszonen (115, 125) ausgebildet sind.

6. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, sowie nach einem der Ansprüche 4 oder 5 soweit auf Anspruch 2 oder 3 rückbezogen, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den

biegeversteiften Ecken (170, 180, 190) angrenzend die Deformationszonen (172, 174, 182, 184, 192, 194) ausgebildet sind.

7. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 2, 3 oder 6, sowie nach einem der Ansprüche 4 oder 5 soweit auf Anspruch 2 oder 3 rückbezogen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Deformationszonen (172, 174, 182, 184, 192, 194) von dem zweiten Befestigungselement (120) zum ersten Befestigungselement (110) hin zumindest teilweise schwerer deformierbar ausgebildet sind als die vorhergehenden Deformationszonen (172, 174, 182, 184, 192, 194), sodass die Energieabsorptionsvorrichtung (100) eine progressive Deformationskennlinie aufweist. 5
8. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Dicke ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ) der Stege (130, 140, 150, 160) von dem zweiten Befestigungselement (120) zum ersten Befestigungselement (110) hin größer wird, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung (100) eine progressive Federkennlinie aufweist. 10
9. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (130, 140, 150, 160) in alternierender Richtung sägezahnartig angeordnet sind. 15
10. Fahrzeug (1, 1', 1'') umfassend eine Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 - 9 und ein Fahrzeugelement (10, 10', 10''), wobei das Fahrzeugelement (10, 10', 10'') über die Energieabsorptionsvorrichtung (100) mit dem Fahrzeug (1, 1', 1'') verbunden ist. 20
11. Fahrzeug (1, 1', 1'') nach Anspruch 10, wobei das Fahrzeugelement (10, 10', 10'') eine Kabine, insbesondere eine Fahrzeugkabine, ein Boden, ein Zwischenboden, ein Aufbau, ein Fußblech, eine Sitzeinrichtung, eine Waffenanlage, eine Gerätehalterung oder ein Regal ist. 25

## Claims

1. Energy absorption device (100) for protecting a vehicle element (10, 10', 10''), in particular a military vehicle (1, 1', 1''), from a detonation impact, comprising a first securing element (110) which can be connected to a vehicle chassis (2) and/or a vehicle cradle (2), and comprising a second securing element (120) which can be connected to the vehicle element (10, 10', 10'') to be protected, 30
2. Energy absorption device (100) according to claim 1, characterized in that the connecting pieces (130, 140, 150, 160) have at least one deformation zone (172, 174, 182, 184, 192, 194). 35
3. Energy absorption device (100) according to claim 2, characterized in that the first securing element (110), the second securing element (120), the at least two connecting pieces (130, 140, 150, 160) and the at least one deformation zone (172, 174, 182, 184, 192, 194) are arranged such that they lie one above the other in the plane (E) which is perpendicular to the first and the second securing element (110, 120). 40
4. Energy absorption device (100) according to any of the preceding claims, characterized in that the connecting pieces (130, 140, 150, 160) are flexurally elastic. 45
5. Energy absorption device (100) according to any of claims 1 to 4, characterized in that transition deformation zones (115, 125) are adjacent to the flexurally rigid transition zones (112, 122). 50
6. Energy absorption device (100) according to claim 2 or claim 3 as well as according to claim 4 or claim 5 when referring back to claim 2 or claim 3, characterized in that the deformation zones (172, 174, 182, 184, 192, 194) are adjacent to the flexurally rigid corners (170, 180, 190). 55
7. Energy absorption device (100) according to any of claims 2, 3 or 6 as well as according to claim 4 or claim 5 when referring back to claim 2 or claim 3, 60

at least two connecting pieces (130, 140, 150, 160) being arranged between the first and the second securing element (110, 120), the at least two connecting pieces (130, 140, 150, 160) being arranged such that they lie one above the other in a common plane (E), **characterized in that**

flexurally rigid corners (170, 180, 190) are formed in each case between the connecting pieces (130, 140, 150, 160), inner radii ( $R_2, R_3, R_4$ ) becoming greater between the connecting pieces (130, 140, 150, 160) in the flexurally rigid corners (170, 180, 190) from the second securing element (120) toward the first securing element (110); and/or

**in that** flexurally rigid transition zones (112, 122) are formed between the securing elements (110, 120) and each of the adjacent connecting pieces (130, 160), inner radii ( $R_1, R_5$ ) becoming greater in the transition zones (112, 122) from the second securing element (120) toward the first securing element (110). 65

2. Energy absorption device (100) according to claim 1, **characterized in that** the connecting pieces (130, 140, 150, 160) have at least one deformation zone (172, 174, 182, 184, 192, 194). 70
3. Energy absorption device (100) according to claim 2, **characterized in that** the first securing element (110), the second securing element (120), the at least two connecting pieces (130, 140, 150, 160) and the at least one deformation zone (172, 174, 182, 184, 192, 194) are arranged such that they lie one above the other in the plane (E) which is perpendicular to the first and the second securing element (110, 120). 75
4. Energy absorption device (100) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the connecting pieces (130, 140, 150, 160) are flexurally elastic. 80
5. Energy absorption device (100) according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** transition deformation zones (115, 125) are adjacent to the flexurally rigid transition zones (112, 122). 85
6. Energy absorption device (100) according to claim 2 or claim 3 as well as according to claim 4 or claim 5 when referring back to claim 2 or claim 3, **characterized in that** the deformation zones (172, 174, 182, 184, 192, 194) are adjacent to the flexurally rigid corners (170, 180, 190). 90
7. Energy absorption device (100) according to any of claims 2, 3 or 6 as well as according to claim 4 or claim 5 when referring back to claim 2 or claim 3, 95

**characterized in that** the deformation zones (172, 174, 182, 184, 192, 194) are designed to be at least partly more difficult to deform from the second securing element (120) toward the first securing element (110) than the preceding deformation zones (172, 174, 182, 184, 192, 194) so that the energy absorption device (100) has a progressive deformation characteristic curve.

8. Energy absorption device (100) according to any of the preceding claims, **characterized in that** a thickness ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ) of the connecting pieces (130, 140, 150, 160) is greater from the second securing element (120) toward the first securing element (110) so that the energy absorption device (100) has a progressive spring characteristic curve. 10
9. Energy absorption device (100) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the connecting pieces (130, 140, 150, 160) are arranged in an alternating direction in a sawtooth-like manner. 15
10. Vehicle (1, 1', 1'') comprising an energy absorption device (100) according to any of claims 1-9 and a vehicle element (10, 10', 10''), wherein the vehicle element (10, 10', 10'') is connected to the vehicle (1, 1', 1'') via the energy absorption device (100). 20
11. Vehicle (1, 1', 1'') according to claim 10, wherein the vehicle element (10, 10', 10'') is a cabin, in particular a vehicle cabin, a floor, an intermediate floor, a structure, a foot plate, a seat apparatus, a weapon installation, an appliance holder or a shelf. 25

#### Revendications

1. Dispositif d'absorption d'énergie (100) pour protéger un élément de véhicule (10, 10', 10''), en particulier un véhicule militaire (1, 1', 1''), d'un effet de détonation, comprenant 40

un premier élément de fixation (110), qui peut être relié à un châssis de véhicule (2) et/ou à un châssis-baquet de véhicule (2) et un deuxième élément de fixation (120), qui peut être relié à l'élément de véhicule (10, 10', 10'') à protéger, dans lequel au moins deux entretoises (130, 140, 150, 160) sont disposées entre le premier et le deuxième élément de fixation (110, 120), dans lequel les au moins deux entretoises (130, 140, 150, 160) sont disposées de telle sorte que celles-ci se situent l'une sur l'autre dans un plan (E) commun, **caractérisé en ce que** respectivement des angles rendus rigides en flexion (170, 180, 190) sont réalisés entre les entretoises (130, 140, 50

150, 160), dans lequel les rayons intérieurs ( $R_2, R_3, R_4$ ) entre les entretoises (130, 140, 150, 160) dans les angles rigides en flexion (170, 180, 190) augmentent à partir du deuxième élément de fixation (120) vers le premier élément de fixation (110) ; et/ou que des zones de transition rendues rigides en flexion (112, 122) sont réalisées entre les systèmes de fixation (110, 120) et les entretoises (130, 160) respectivement adjacentes, dans lequel les rayons intérieurs ( $R_1, R_5$ ) dans les zones de transition (112, 122) augmentent à partir du deuxième élément de fixation (120) vers le premier élément de fixation (110). 5

2. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les entretoises (130, 140, 150, 160) présentent au moins une zone de déformation (172, 174, 182, 184, 192, 194). 10
3. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le premier élément de fixation (110), le deuxième élément de fixation (120), les au moins deux entretoises (130, 140, 150, 160) et la au moins une zone de déformation (172, 174, 182, 184, 192, 194) sont disposés de telle sorte que ceux-ci se situent les uns au-dessus des autres dans le plan (E), qui se situe perpendiculairement au premier et au deuxième élément de fixation (110, 120). 15
4. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les entretoises (130, 140, 150, 160) sont réalisées de manière élastique en flexion. 20
5. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** des zones de déformation de transition (115, 125) sont réalisées de manière adjacente aux zones de transition (112, 122) rendues rigides en flexion. 25
6. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, ainsi que selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5 dans la mesure où elles sont rattachées à la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les zones de déformation (172, 174, 182, 184, 192, 194) sont réalisées de manière adjacente aux angles rendus rigides en flexion (170, 180, 190). 30
7. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon l'une quelconque des revendications 2, 3 ou 6, ainsi que selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5 dans la mesure où elles sont rattachées à la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les zones de déformation (172, 174, 182, 184, 192, 194) sont réalisées de manière adjacente aux angles rendus rigides en flexion (170, 180, 190). 35

lisées de manière à être au moins en partie plus difficilement déformables à partir du deuxième élément de fixation (120) vers le premier élément de fixation (110) que les zones de déformation (172, 174, 182, 184, 192, 194) précédentes, de sorte que le dispositif d'absorption d'énergie (100) présente une courbe caractéristique de déformation progressive. 5

8. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **carac- 10**  
**térisé en ce qu'** une épaisseur ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ) des entretoises (130, 140, 150, 160) est augmentée à partir du deuxième élément de fixation (120) vers le premier élément de fixation (110), de sorte que le dispositif d'absorption d'énergie (100) présente une 15 courbe caractéristique charge-déflexion progressive.
9. Dispositif d'absorption d'énergie (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **carac- 20**  
**térisé en ce que** les entretoises (130, 140, 150, 160) sont disposées en dents de scie dans la direction alternée.
10. Véhicule (1, 1', 1'') comprenant un dispositif d'absorption d'énergie (100) selon l'une quelconque des revendications 1 - 9 et un élément de véhicule (10, 10', 10''), dans lequel l'élément de véhicule (10, 10', 10'') est relié au véhicule (1, 1', 1'') par l'intermédiaire du dispositif d'absorption d'énergie (100). 25 30
11. Véhicule (1, 1', 1'') selon la revendication 10, dans lequel l'élément de véhicule (10, 10', 10'') est une cabine, en particulier une cabine de véhicule, un fond, un fond intermédiaire, une carrosserie, une tôle pour pieds, un ensemble siège, un poste de tir, un support d'appareil ou un rayonnage. 35

40

45

50

55

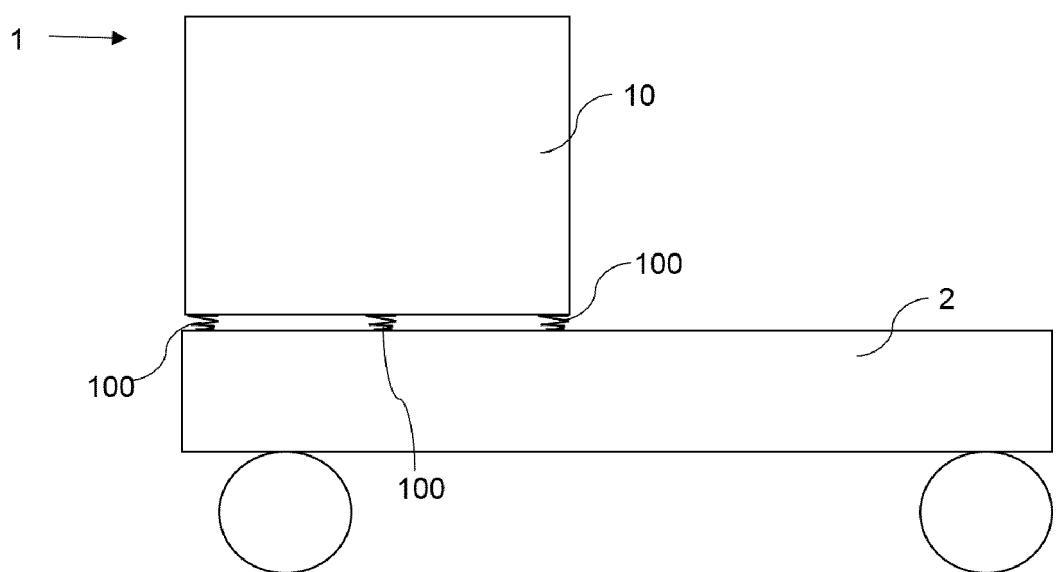


Fig. 1

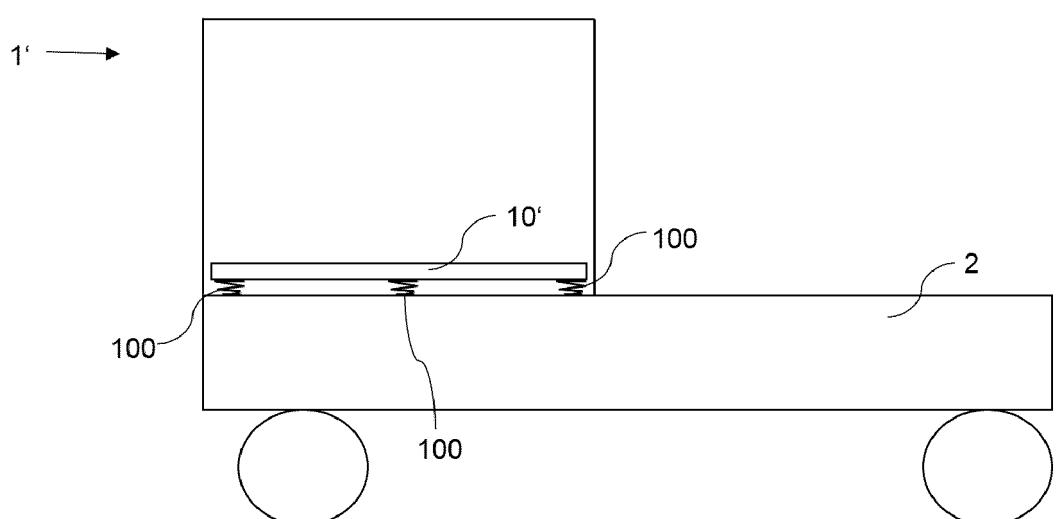


Fig. 2

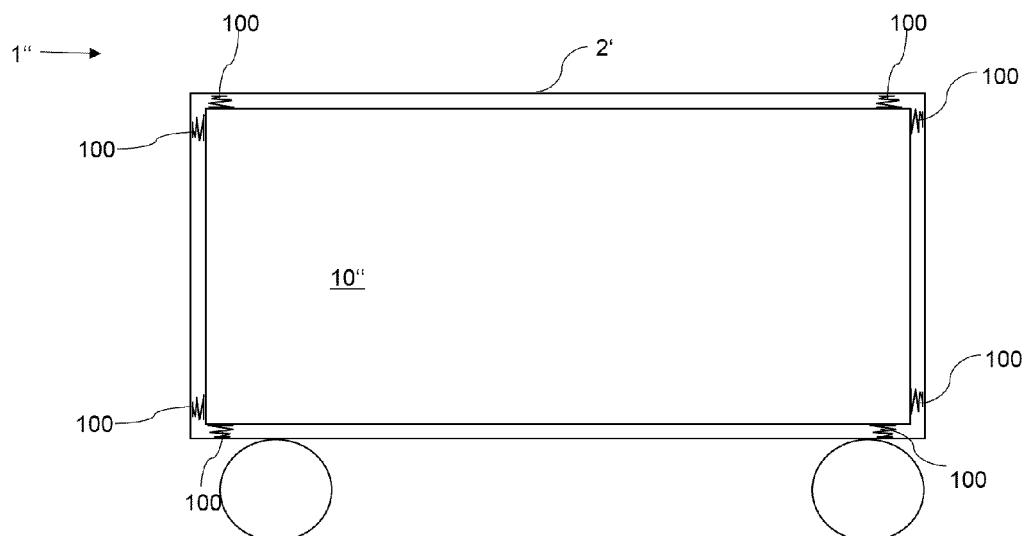


Fig. 3

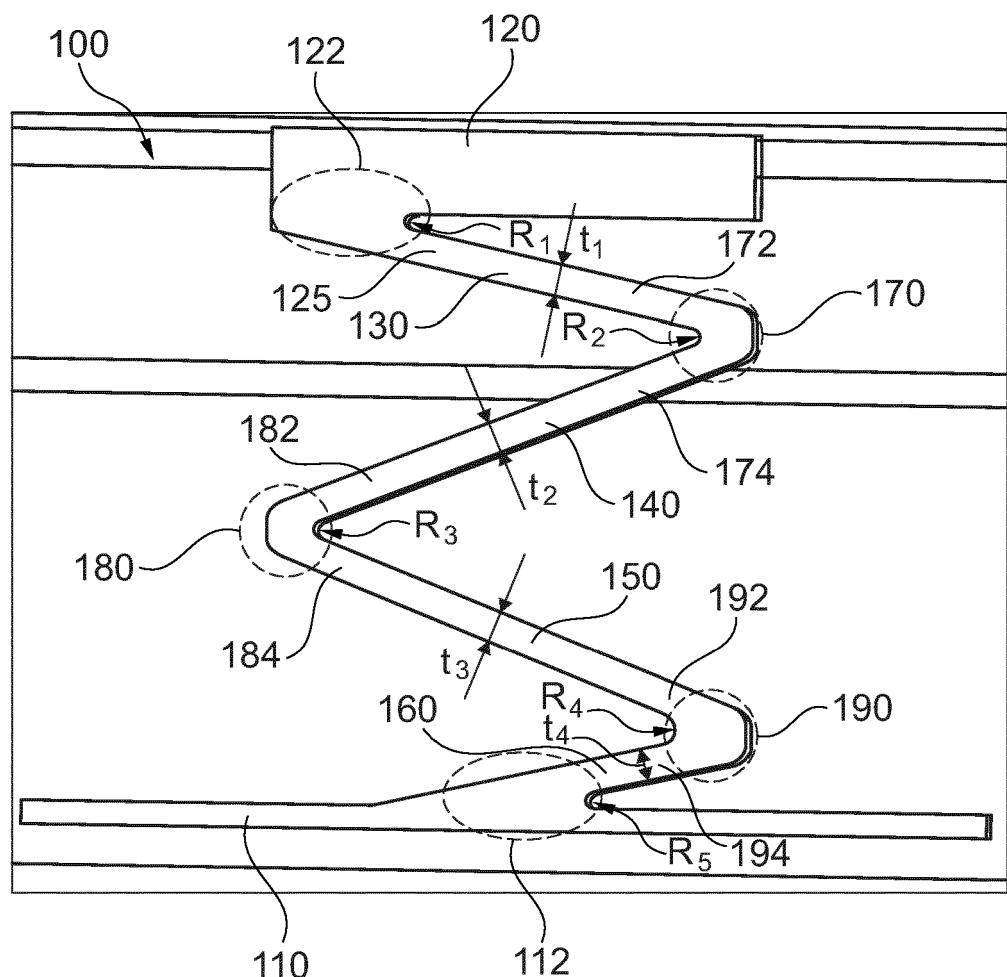


Fig. 4a

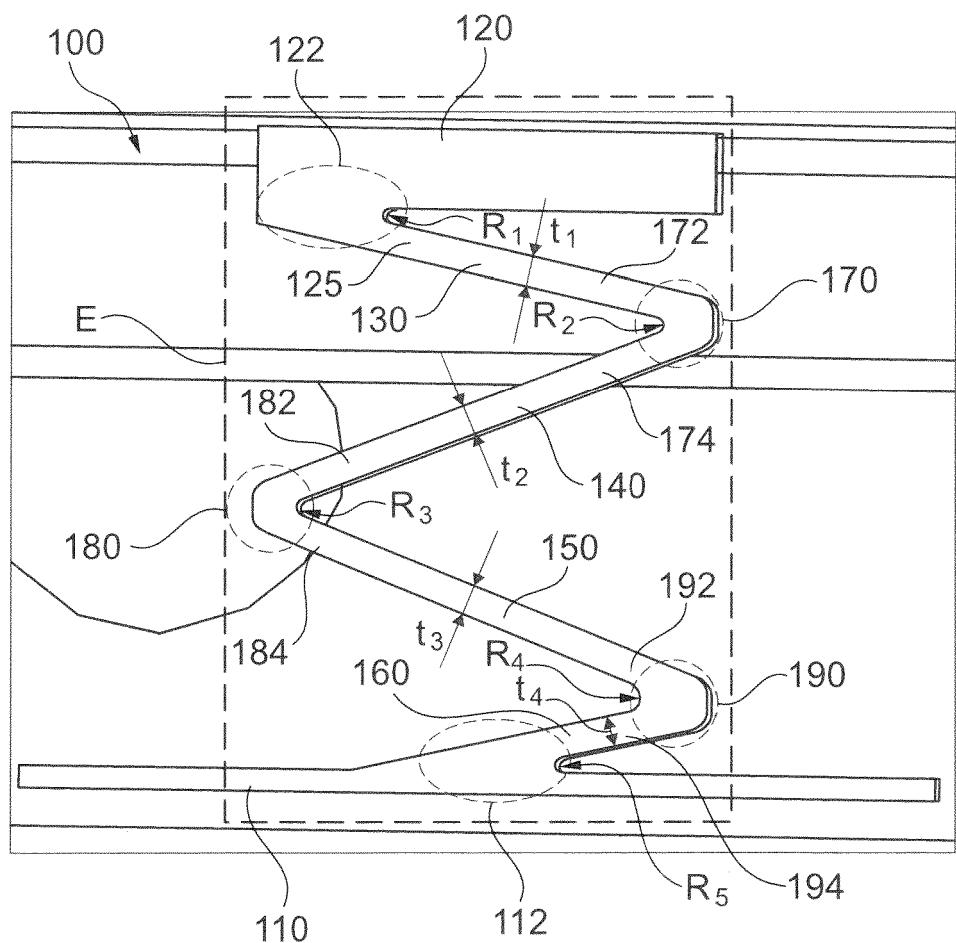


Fig. 4b

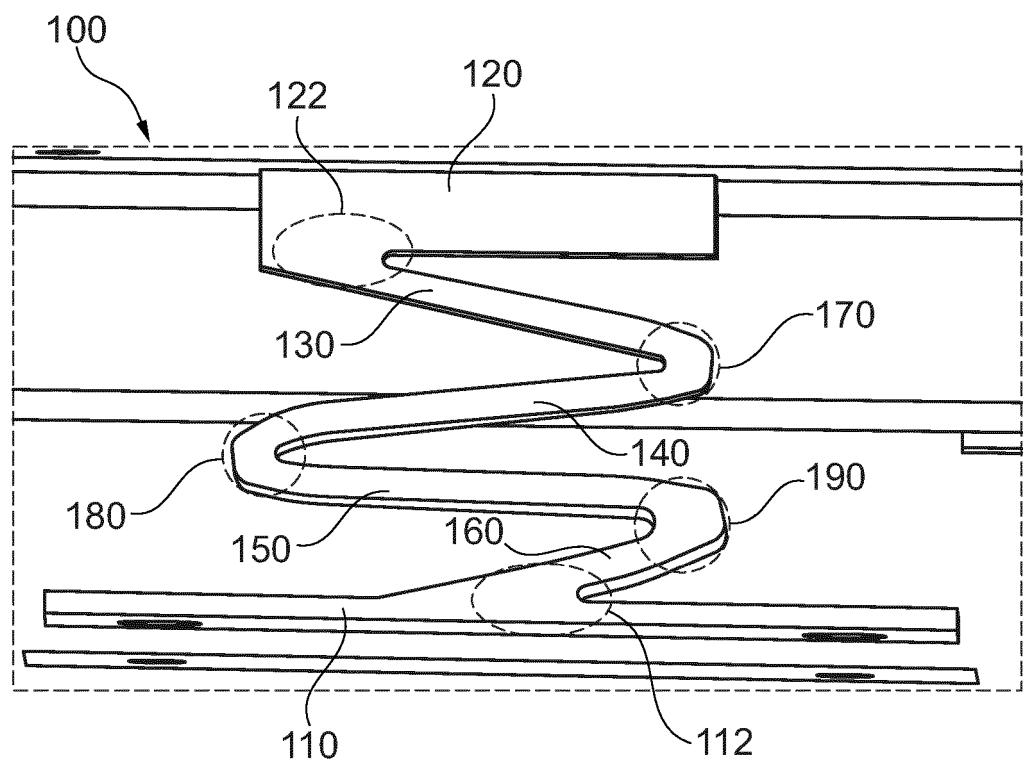


Fig. 5

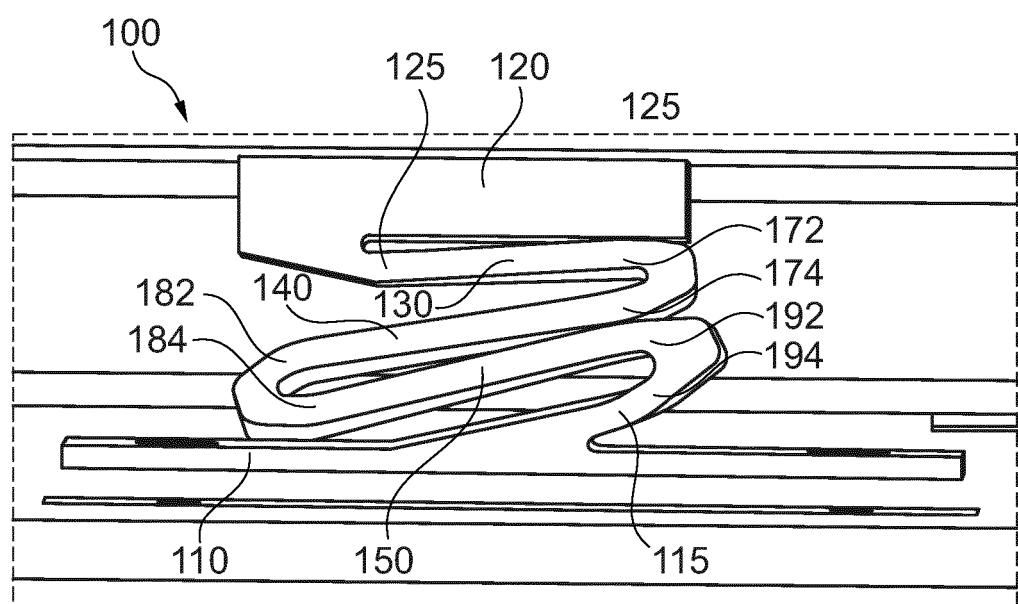


Fig. 6

**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 102010052151 A1 [0003]
- DE 102007002576 A1 [0004]
- DE 102008053152 A1 [0005]
- WO 2014048420 A1 [0005]
- FR 2901750 [0006]