

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG
(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
12. Juli 2012 (12.07.2012)



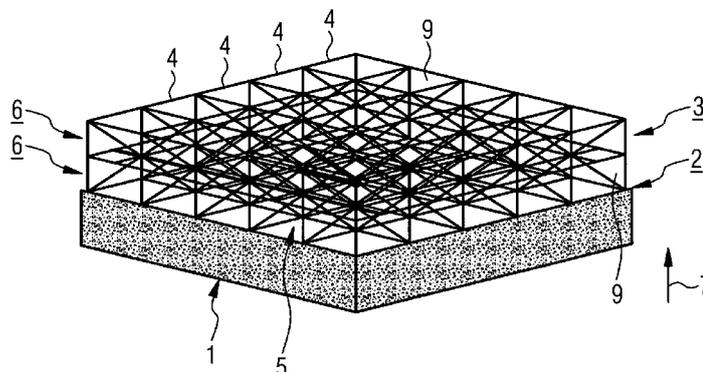
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/092949 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
E04H 9/10 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2011/006377
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
16. Dezember 2011 (16.12.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2011 008 067.8
7. Januar 2011 (07.01.2011) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** AREVA NP GMBH [DE/DE]; Paul-Gossen-Straße 100, 91052 Erlangen (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** TRUBNIKOW, Wladimir [DE/DE]; Egerländer Strasse 20, 63069 Offenbach (DE). NABOISHIKOV, Serge [CA/DE]; Goldbergweg 377, 60599 Frankfurt (DE). SCHIPPERS, Marco [DE/DE]; Heerweg 25, 64850 Schaaheim (DE).
- (74) **Anwalt:** KUGLER, Jörg; Tergau & Walkenhorst, Eschersheimer Landstraße 105 - 107, 60322 Frankfurt (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** PROTECTIVE SYSTEM FOR WALLS OF BUILDINGS OR CONTAINERS

(54) **Bezeichnung:** SCHUTZSYSTEM FÜR GEBÄUDE- ODER BEHÄLTERWÄNDE

FIG. 3



(57) **Abstract:** The invention relates to a protective system for protecting a wall of a building or container from impact loads, having a buffer layer (3) which is arranged on the impact side of the wall of the building or container and absorbs the impact energy of the impact load predominantly by plastic deformation, wherein the buffer layer (3) comprises a deformation lattice which is formed by a substantially regular arrangement of unit cells (5) and has a number of lattice layers (6) and the intermediate spaces in which are filled with a deformable damping material (9), and wherein each unit cell (5) is composed of a plurality of lattice struts (4) which form the edges of a pyramid.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/092949 A2



ein Schutzsystem zum Schutz einer Gebäude- oder Behälterwand gegen Anpralllasten mit einer auf der Anprallseite der Gebäude- oder Behälterwand angeordneten, die Anprallenergie der Anpralllast überwiegend durch plastische Deformation absorbierende Pufferschicht (3), wobei die Pufferschicht (3) ein aus einer im Wesentlichen regelmäßigen Anordnung von Elementarzellen (5) gebildetes, eine Anzahl von Gitterlagen (6) aufweisendes Deformationsgitter umfasst, dessen Zwischenräume mit einer verformbaren Dämpfungsmasse (9) ausgefüllt sind, und wobei die jeweilige Elementarzelle (5) sich aus einer Mehrzahl von Gitterstreben (4) zusammensetzt, welche die Kanten einer Pyramide bilden.

Beschreibung

Schutzsystem für Gebäude- oder Behälterwände

5

Die Erfindung betrifft ein Schutzsystem gegen Auf- oder Anpralllasten für Gebäude- oder Behälterwände, welches sich vorzugsweise auch für eine nachträgliche Anbringung an bereits vorhandene Gebäude- oder Behälterwände eignet.

10

Grundsätzlich werden bei der Bauwerksplanung bzw. bei der Behälterkonstruktion neben den Eigenlasten und den vorgesehenen Nutzlasten auch die zu erwartenden temporär auftretenden Zusatzlasten, wie beispielsweise Schneelasten, Eislasten, Windlasten sowie Auf- bzw. Anpralllasten berücksichtigt. In manchen Fällen erfolgt, beispielsweise aufgrund geänderter Vorschriften oder Normen, darüber hinaus eine nachträgliche Überarbeitung des Bauwerkes bzw. des Behälters. In diesen Fällen wird zum Beispiel durch An- oder Umbauten dafür gesorgt, dass das Bauwerk bzw. der Behälter über die ursprünglich geplante Belastungsgrenze hinaus weitere Lasten bewältigen kann.

15

20

In diesem Zusammenhang sind unter den Begriffen Auf- bzw. Anpralllasten alle Ereignisse zusammengefasst, bei denen eine beschleunigte Masse mit einem Bauwerk bzw. einem Behälter kollidiert. Bei zivil genutzten Bauwerken bzw. Behältern werden diese Auf- bzw. Anpralllasten vor allem durch windböen-beschleunigte Gegenstände und unsachgemäß geführte Kraftfahrzeuge hervorgerufen. Wird das Bauwerk bzw. der Behälter hingegen von potentiellen Aggressoren als militärisches Zielobjekt angesehen, so ist auch mit Auf- bzw. Anpralllasten zu rechnen, die beispielsweise durch Projektile oder gelenkte Flugkörper verursacht werden.

25

30

Zum Schutz von Bauwerken bzw. Behältern vor hochenergetischen Anpralllasten werden derzeit vorwiegend einfache und massive Stahlplatten oder Stahlbetonplatten eingesetzt. Nachteilig hierbei sind das hohe Eigengewicht und die großen Abmessungen der Platten.

- 2 -

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gewichts- und/oder abmessungsreduziertes System oder Konstrukt zu entwickeln, mit dem Bauwerke und Transportbehälter insbesondere gegen hochenergetische Auf- oder Anpralllasten geschützt werden können.

5

Diese Aufgabe ist durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 in erfinderischer Weise gelöst. Die Unteransprüche beinhalten teilweise zweckmäßige und teilweise für sich selbst erfinderische Weiterbildungen dieser Erfindung.

10

Ein der Lehre dieser Erfindung entsprechendes Schutzsystem wirkt als Schutz für eine einzelne Gebäudewand, ein komplettes Gebäude, eine einzelne Behälterwand oder einen vollständigen Behälter gegen Auf- oder Anpralllasten. Hierfür ist es vorgesehen, auf der Auf- bzw. Anprallseite des zu schützenden Bereichs eine Pufferschicht anzuordnen, welche die auf- oder anpralllastbedingte kinetische Energie überwiegend durch

15 plastische Deformation absorbiert. Das Grundgerüst oder Skelett dieser Pufferschicht bilden gleichartige, aus Gitterstreben aufgebaute Elementarzellen, die im Wesentlichen regelmäßig angeordnet sind und so den zu schützenden Bereich als Deformationsgitter vollständig bedecken. Damit weist das Grundgerüst der Pufferschicht, welche aus mindestens einer Lage dieser Elementarzellen gebildet wird, eine kristallähnliche Ba-

20 sisstrukturierung auf. Die Form einer einzelnen Elementarzelle ist pyramidenartig, wobei die Gitterstreben die Kanten der Pyramidenform ausbilden. Ergänzt wird das Grundgerüst durch eine verformbare Deformationsmasse, die die Zwischenräume im Deformationsgitter ausfüllt und die Pufferschicht hierdurch vervollständigt.

25

Bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei der die Gitterstreben einer Elementarzelle eine regelmäßige Pyramide bilden, da durch diese Gestaltung des Grundgerüsts sowohl eine günstige Deformierbarkeit erreicht wird als auch eine einfache technische Umsetzbarkeit gewährleistet ist. In diesem Zusammenhang ist es außerdem zweck-

30 dienlich, wenn die Grundfläche der Pyramidenform viereckig und insbesondere quadratisch ist.

Desweiteren wird es als vorteilhaft angesehen, wenn das Deformationsgitter mindestens zwei, vorzugsweise aber vier bis acht, Gitterlagen aus Elementarzellen aufweist,

- 3 -

da mit zunehmender Anzahl der Gitterlagen die maximal absorbierbare Auf- bzw. Anprallenergie steigt. Andererseits nehmen natürlich auch die Dicke und das Eigengewicht des Schutzsystems mit steigender Anzahl der Schichten zu. Bei acht Gitterlagen zeigen Simulationsrechnungen, dass auch große und schwere Projektile mit hoher
5 Fluggeschwindigkeit sicher innerhalb der Pufferschicht gestoppt werden und nicht bis zu der darunter liegenden Gebäude- oder Behälterwand vordringen.

Sind mehrere Gitterlagen vorgesehen, so ist es zudem von Vorteil, wenn jeweils zwei unmittelbar übereinander liegende Gitterlagen um eine halbe Länge der Diagonalen
10 einer Elementarzellengrundfläche in Richtung der Diagonalen lateral gegeneinander verschoben angeordnet sind. Kurz gesagt sind also die unmittelbar übereinander liegenden Gitterlagen um eine halbe Elementarzelle gegeneinander diagonal verschoben. Hierdurch entsteht eine alternierende Stapelfolge ABAB, bei der die Spitzen der die untere Gitterlage bildenden Pyramiden an den Ecken der Grundflächen der die darüber
15 liegende Gitterlage bildenden Pyramiden anliegen. Dadurch ausgebildete X-förmige Verstreibungen dienen als zusätzliche Versteifungselemente im Deformationsgitter.

Als Werkstoff für die Gitterstreben kommt vorzugsweise hochduktiler Stahl zum Einsatz. Dieser ist in den verschiedensten Spezifikationen erhältlich, so dass eine gute
20 Variabilität gegeben ist, durch die eine Anpassung der Eigenschaften einer erfindungsgemäßen Pufferschicht an verschiedene Vorgaben oder Normen ermöglicht wird.

Prinzipiell ist es denkbar, die Gitterstreben allein mit Hilfe der Deformationsmasse miteinander zu verbinden und in ihren Relativpositionen zueinander zu halten. Bevorzugt
25 wird jedoch eine Ausführung, bei der die Gitterstreben einer Elementarzelle und auch die Elementarzellen und Gitterlagen untereinander jeweils fest miteinander verbunden sind, also beispielsweise verschraubt, verklebt oder verschweißt sind, so dass das Grundgerüst für sich genommen bereits eine Konstruktion darstellt, welche Auf- bzw. Anprallenergie durch plastische Deformation absorbieren kann.

Soll die Pufferschicht zum Beispiel als Gebäudeschutz auch gegen aufprallende Flugkörper fungieren, so ist es zweckmäßig, für eine Elementarzelle eine laterale Ausdehnung von etwa 0,5 m bis 4,0 m und eine damit nicht zwangsläufig identische Höhen-
30

ausdehnung von 0,5 m bis 4,0 m vorzusehen. Für die Gitterstreben wird in diesem Fall entsprechend zurechtgeschnittener Vierkant- oder Rundstahl mit einer Kantenlänge bzw. einem Durchmesser von etwa 10 mm bis 50 mm verwendet.

5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kommt Beton, insbesondere sogenannter Schaumbeton bzw. Porenleichtbeton (PLB), als Dämpfungsmasse zum Einsatz. Schaumbeton ist ein Beton mit planmäßig erhöhtem Luftporengehalt von in der Regel > 30 Volumenprozent, der üblicherweise durch Zugabe eines Schaumbildners oder durch Untermischen eines vorgefertigten Schaums hergestellt wird. Dieser Werkstoff kann einerseits große Druckkräfte aufnehmen und ist andererseits vergleichsweise
10 leicht (geringe Dichte) und gut fließfähig. Er weist darüber hinaus gute Wärmedämmungseigenschaften auf. Vorzugsweise sind dem verwendeten Beton bzw. Schaumbeton zusätzlich Fasern, beispielsweise aus Stahl oder Kunststoff, beigemischt, um dessen Duktilität und damit, in Bezug auf die Pufferschicht, dessen Effektivität zu erhöhen. Details zu diesem Werkstofftyp sind in der Literatur unter dem Stichwort „UHPC“
15 (englisch: Ultra High Performance Concrete, übersetzt: ultrahochfester Beton) zu finden.

Überdies ist es vorteilhaft, wenn die Pufferschicht auf der Auf- bzw. Anprallseite mit
20 einer Deckschicht, zum Beispiel aus Stahl oder einem Verbundwerkstoff, insbesondere einem Faserverbundwerkstoff, abschließt. Diese dient insbesondere im Falle eines spitzen oder scharfkantigen Auf- bzw. Anprallkörpers zur besseren Verteilung punktueller Druckstöße auf einen größeren Bereich des Deformationsgitters und damit zu Vergrößerung der effektiven Angriffsfläche. Während der Errichtung des Schutzsystems kann die Deckschicht auch als Verschalung beim Vergießen der Dämpfungsmasse dienen.
25

In diesem Kontext wird eine Befestigung der Deckschicht an der Pufferschicht mit Hilfe von Ankerelementen als sehr zweckmäßig angesehen, da hierdurch beispielsweise ein
30 einfacher Austausch erfolgen kann. Alternativ ist es aber auch denkbar, die Deckschicht mit der Pufferschicht großflächig zu verkleben.

Ein erfindungsgemäßes Schutzsystem ist in erster Linie als Schutz für ebene Flächen konzipiert. Dementsprechend ist es von Vorteil, eine Anordnung der Elementarzellen zu wählen, bei der die Grundflächen der Elementarzellen einer jeden Gitterlage in einer gemeinsamen Ebene liegen und bei der diese Ebenen parallel zur Oberfläche der zu schützenden Gebäude- oder Behälterwand ausgerichtet sind. Nichtsdestotrotz kann auch eine Anpassung der Pufferschicht an gekrümmte Oberflächen (etwa Kuppeln, Dome, Zylinder und dergleichen) erfolgen. Dazu wird entweder das Deformationsgitter entsprechend der Krümmung verzerrt oder es kommt ein modifiziertes Deformationsgitter mit abgewandelter Gitterstruktur zu Einsatz.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch eine „Composite“ Struktur aus einem dreidimensionalen, leichten, hoch verformbaren (duktilen) und vorzugsweise mehrschichtigen räumlichen Stabtragwerk und einer vergossenen Dämpfungsmasse eine besonders gute Umwandlung der kinetischen Energie von Anpralllasten (z. B. Flugzeuge, wirbelsturminduzierte Projektile, Druckwellen) in plastische Verformungen des Tragwerks erfolgt, wobei die Dämpfungsmasse als Stabilisierungsmatrix mit sehr hohem Dämpfungsgrad wirkt. Durch die nichtlineare Deformation und Quetschung der vorzugsweise aus faserverstärktem Schaumbeton (Faserschaumbeton) hergestellten Dämpfungsmasse wird zusätzlich Anprallenergie absorbiert. Im Gegensatz zu konventionellen Lösungen, bei denen ein Anprallschutz durch eine erhöhte Steifigkeit (größere Wandstärke) und einen erhöhten Bewehrungsgehalt (z. B. Schubbewehrung, Bewehrungsanschlüsse) der betroffenen Stahlbetonbauteile erreicht wird, werden bei dem erfindungsgemäßen Anprallschutzsystem die Entstehung und Ausbreitung von Vibrationen, Schwingungen und elastischen Wellen signifikant unterdrückt bzw. gedämpft und von dem zu schützenden Objekt oder Bauwerk ferngehalten.

Damit ist auch ein zusätzlicher Schutz gegen seismische Belastungen gewährleistet. Seismische Anregungen oder Stöße werden nämlich ebenfalls effektiv gedämpft.

Das erfindungsgemäße Schutzsystem lässt sich einfach und schnell errichten, insbesondere bei Verwendung vormontierter Einheiten des Deformationsgitters, die schichtweise auf dem zu schützenden Objekt installiert und anschließend mit der Dämpfungsmasse vergossen werden. Eine Nachrüstung bestehender Wandstrukturen ist möglich.

Besonders vorteilhaft ist der Einsatz des erfindungsgemäßen Schutzsystems bei Gebäuden nuklearer Anlagen, insbesondere Kernkraftwerken, aber auch bei konventionellen Kraftwerken und chemischen Anlagen, sowie bei Transportbehältern für nukleare oder chemische Materialien und Abfälle.

Anhand eines Ausführungsbeispiels wird die Erfindung weiter beschrieben. Es zeigen in jeweils vereinfachter und schematisierter Darstellung:

- 10 Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht eine Elementarzelle einer erfindungsgemäßen Pufferschicht,
- Fig. 2 in einer perspektivischen Ansicht eine Gitterlage eines Deformationsgitters einer erfindungsgemäßen Pufferschicht,
- 15 Fig. 3 in einer perspektivischen, zum Teil geschnittenen Ansicht eine erfindungsgemäße Pufferschicht auf einem ausschnittsweise dargestellten Gebäudedach, oder
- 20 Fig. 4 einen Profilausschnitt eines Deformationsgitters.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

- 25 Im Ausführungsbeispiel wird exemplarisch ein Teilabschnitt eines Gebäudedaches 1 betrachtet (siehe Fig. 3). Die ebene äußere Oberfläche 2 dieses Teilabschnittes soll durch einen nachträglichen Anbau gegen Auf- oder Anpralllasten geschützt werden. Hierzu ist auf der Oberfläche 2 eine Pufferschicht 3 positioniert. Die Fixierung der Pufferschicht 3 auf der Oberfläche 2 erfolgt dabei mit Hilfe einer nicht näher dargestellten stoffschlüssigen Verbindung oder auf andere Weise.
- 30

Als Basis für die Pufferschicht 3 dient eine Konstruktion aus miteinander verschweißten Gitterstreben 4. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die Art

- 7 -

der unlösbaren Verbindung zwischen den Gitterstreben 4 nicht auf die hier gewählte beschränkt ist. Als ebenfalls zweckmäßige Alternativen werden Verbindungen mittels Verschrauben, Vernieten, Verklemmen oder Verkleben angesehen. Je acht dieser Gitterstreben 4 aus zugeschnittenem Rundstahl formen eine in Fig. 1 dargestellte Elementarzelle 5. Gemäß ihrer räumlichen Anordnung bilden die Gitterstreben 4 einer Elementarzelle 5 die Kanten einer geraden Pyramide mit quadratischer Grundfläche. Das Verhältnis zwischen der Kantenlänge der quadratischen Grundfläche und der Höhe der Pyramide beträgt in diesem Fallbeispiel etwa 1,7.

Durch eine regelmäßige Anordnung von Elementarzellen 5 und die unlösbare Verbindung dieser Elementarzellen 5 untereinander wird ein kristallartiges Deformationsgitter ausgebildet. Dieses ist gleichsam aus einer Vielzahl von Gitterlagen 6 aufgebaut, die in Stapelrichtung 7 übereinander geschichtet sind. Die Anordnung der Elementarzellen 5 innerhalb einer jeden Gitterlage 6 ist dabei derart gestaltet, dass die quadratische Grundflächen der Elementarzellen 5, wie bei einem Schachbrett, zwischenraumfrei aneinander liegen, wodurch die in Stapelrichtung 7 unterste Gitterlage 6 die zu schützende ebene Oberfläche 2 vollständig abdeckt. Eine schematische Darstellung der Anordnung einer Gitterlage 6 ist in Fig. 2 zu sehen.

Zwei unmittelbar übereinanderliegende Gitterlagen 6 sind um eine halbe Länge der Diagonalen einer Elementarzellengrundfläche in Richtung der Diagonalen lateral gegeneinander verschoben angeordnet. Aufgrund dieser alternierenden Stapelfolge ABAB berühren sich die Spitzen der die untere Gitterlage 6 bildenden Pyramiden und die Ecken der Grundflächen der die darüber liegende Gitterlage 6 bildenden Pyramiden. Genau an diesen Berührungspunkten sind die einzelnen Gitterlagen 6 miteinander unlösbar verbunden, also verschweißt. Gleichzeitig werden auf diese Weise zusätzliche X-förmige Verstrebungen 8 realisiert. Sie dienen, ähnlich wie bei einem Kranausleger oder einer Stahlbrückenkonstruktion, als zusätzliche Versteifungselemente im Deformationsgitter. Erkennbar sind die X-förmigen Verstrebungen 8 bei einer Betrachtung des Deformationsgitters im Profil. Einen entsprechenden Ausschnitt zeigt Fig. 4.

Das Deformationsgitter wirkt bei einer erfindungsgemäßen Pufferschicht 3 nach Art eines Grundgerüstes oder Skelettes. Umgeben ist dieses Grundgerüst von einer Dämp-

- 8 -

fungsmasse 9 aus faserverstärktem Schaumbeton. Jener Schaumbeton ergänzt das Deformationsgitter zu einer quaderförmigen Pufferschicht 3 und füllt dabei die Zwischenräume im Deformationsgitter auf.

- 5 Beide Komponenten, die Dämpfungsmasse 9 und das Deformationsgitter, können für sich genommen Auf- bzw. Anprallenergie absorbieren. Während beim Deformationsgitter dies überwiegend durch plastische Verformung geschieht, wird die Energieabsorption bei der Dämpfungsmasse 9 in erster Linie durch eine Komprimierung bewirkt. Durch die Kombination beider Komponenten zu einer Pufferschicht 3 wird das
- 10 Absorptionsvermögen, genau wie das Dämpfungsvermögen gegenüber Druckwellen oder Schwingungen, der Einzelkomponenten jedoch übertroffen.

Bezugszeichenliste

- 1 Gebäudedach
- 2 Äußere Oberfläche
- 3 Pufferschicht
- 4 Gitterstrebe
- 5 Elementarzelle
- 6 Gitterlage
- 7 Stapelrichtung
- 8 Verstrebung
- 9 Dämpfungsmasse

- 10 -

Ansprüche

1. Schutzsystem zum Schutz einer Gebäude- oder Behälterwand gegen Anpralllasten mit einer auf der Anprallseite der Gebäude- oder Behälterwand angeordneten, die Anprallenergie der Anpralllast überwiegend durch plastische Deformation absorbierende Pufferschicht (3), wobei die Pufferschicht (3) ein aus einer im Wesentlichen regelmäßigen Anordnung von Elementarzellen (5) gebildetes, eine Anzahl von Gitterlagen (6) aufweisendes Deformationsgitter umfasst, dessen Zwischenräume mit einer verformbaren Dämpfungsmasse (9) ausgefüllt sind, und wobei die jeweilige Elementarzelle (5) sich aus einer Mehrzahl von Gitterstreben (4) zusammensetzt, welche die Kanten einer Pyramide bilden.
5
2. Schutzsystem nach Anspruch 1, wobei die aus den Gitterstreben (4) einer Elementarzelle (5) gebildete Pyramide eine regelmäßige Pyramide ist.
15
3. Schutzsystem nach Anspruch 2, wobei die aus den Gitterstreben (4) einer Elementarzelle (5) gebildete Pyramide eine viereckige, insbesondere quadratische, Grundfläche aufweist.
4. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei für das Deformationsgitter mindestens zwei, vorzugsweise vier bis acht, Gitterlagen (6) vorgesehen sind.
20
5. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jeweils zwei unmittelbar übereinander liegende Gitterlagen (6) um eine halbe Länge der Diagonalen der Grundfläche einer Elementarzelle (5) in Richtung der Diagonalen lateral gegeneinander verschoben angeordnet sind.
25
6. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Gitterstreben (4) aus Stahl gefertigt sind.
7. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Gitterstreben (4) an ihren Berührungspunkten fest miteinander verbunden, insbesondere verschweißt, sind.
30

8. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine Elementarzelle (5) eine laterale Ausdehnung von etwa 0,5 m bis 4,0 m und eine Höhengausdehnung von etwa 0,5 m bis 4,0 m aufweist.
- 5
9. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei als Dämpfungsmasse (9) Beton, insbesondere Schaumbeton, zum Einsatz kommt.
10. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Dämpfungsmasse (9) faserverstärkt ist.
- 10
11. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Pufferschicht (3) auf der Anprallseite mit einer Deckschicht versehen ist.
12. Schutzsystem nach Anspruch 11, wobei die Deckschicht aus Stahl oder einem Verbundwerkstoff hergestellt ist.
- 15
13. Schutzsystem nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Deckschicht mit Hilfe von Ankerelementen an der Pufferschicht (3) befestigt ist.
- 20
14. Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Grundflächen der Elementarzellen (5) einer jeden Gitterlage (6) in einer gemeinsamen Ebene liegen, und wobei diese Ebene parallel zur Oberfläche der Gebäude- oder Behälterwand angeordnet ist.
- 25
15. Gebäude, Behälter oder Industrieanlage mit einer Wand, die zumindest bereichsweise in einem erwarteten Anprallbereich mit einem Schutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14 versehen ist.
- 30

FIG. 1

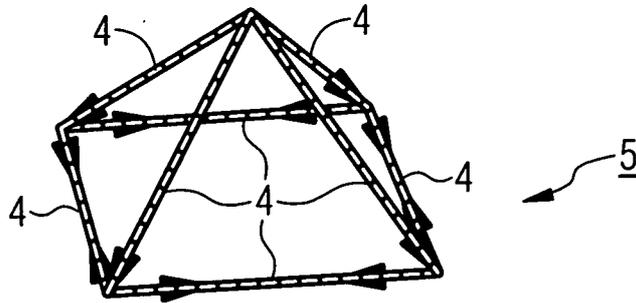


FIG. 2

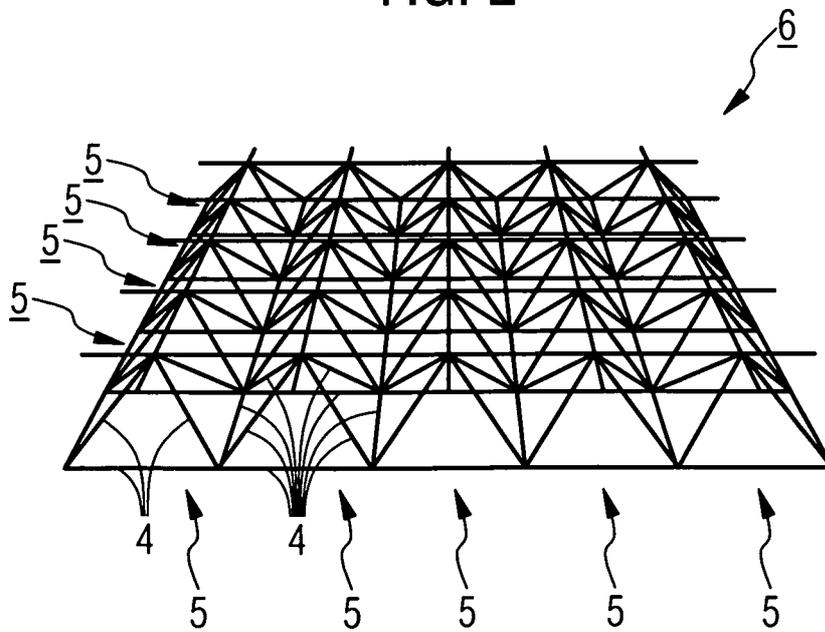


FIG. 3

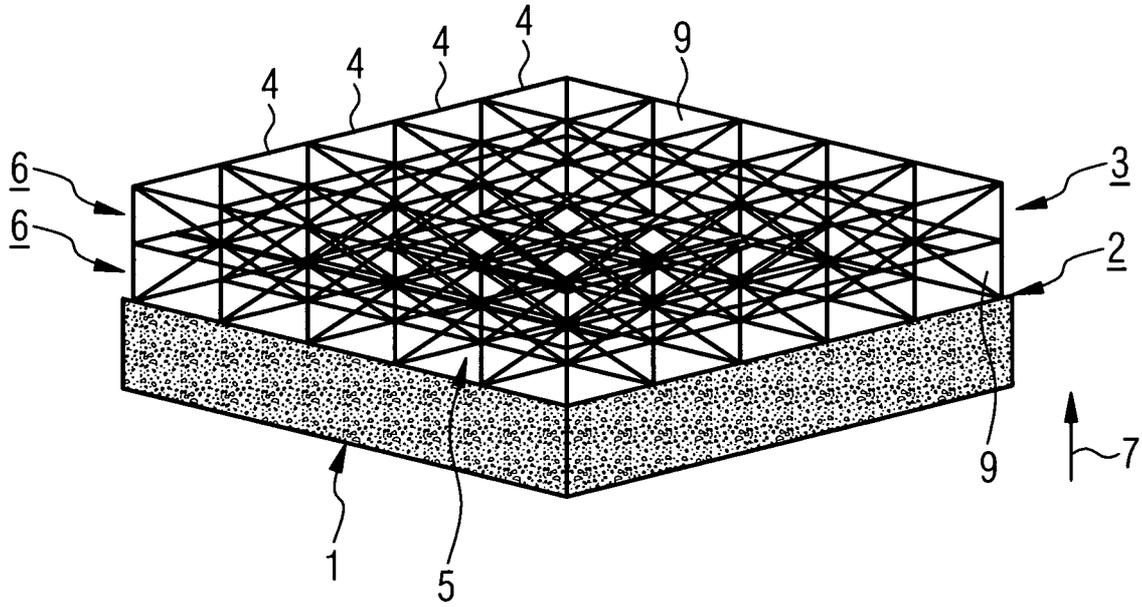


FIG. 4

