

(19)



(11)

EP 1 785 539 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.07.2017 Patentblatt 2017/28

(51) Int Cl.:
B61D 5/00 (2006.01) **B61D 17/04** (2006.01)
E04C 2/36 (2006.01) **E04C 2/08** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06021818.7**

(22) Anmeldetag: **18.10.2006**

(54) Makrozellenkonstruktion für den Stahl- und Fahrzeugbau

Cellular construction for steel constructions and vehicles

Construction cellulaire pour des constructions en acier et des véhicules

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **10.11.2005 CH 18032005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(73) Patentinhaber: **Waggonbau Graaff GmbH
31008 Elze (DE)**

(72) Erfinder: **Candrian, Hansjörg
7018 Flims-Waldhaus (CH)**

(74) Vertreter: **Fleck, Hermann-Josef
Jeck & Fleck
Patentanwälte
Klingengasse 2
71665 Vaihingen/Enz (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-U- 20 106 495 US-A- 5 273 806
US-B1- 6 374 750**

EP 1 785 539 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 vorliegende Erfindung betrifft einen Eisenbahnwagen mit einem aufgebauten Behälter.

[0002] Im allgemeinen Stahl- und Behälterbau spielt das Gewicht eines Bauwerkes selten eine große Rolle. Im Kraftwerkbau ist man im Gegenteil froh, dass die in Stahl gefertigten Bauteile nicht nur eine gute Festigkeit, sondern auch noch ein ansehnliches Gewicht haben. In einer Wirtschaftswelt, in der die Arbeit teurer ist als das Material, geht der Trend dahin, dass man dort robust baut, wo man durch Arbeitszeit einsparen kann. So ist erklärbar, weshalb die feinen Fachwerkkonstruktionen, wie sie im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert für Eisenbahnbrücken und Aussichtstürme verwendet wurden, durch Konstruktionen mit schweren Trägern abgelöst wurden.

[0003] Aus der Lehre der Statik ist bekannt, dass man entweder mittels konstruktiven Mitteln oder durch größere Materialstärke das Widerstandsmoment gegen Biegung verbessern kann. In Gebieten, in denen das Gewicht eine entscheidende Rolle spielt, also z. B. im Fahrzeugbau, für Möbel und im Flugzeugbau werden seit einiger Zeit Waben- und Sandwichkonstruktionen aus verschiedenen Materialien und unterschiedlichen Strukturen eingesetzt.

[0004] In der DE 201 06 495 U1 ist eine Makrozellenkonstruktion gezeigt. Die so aufgebaute Platte dient zum Verteilen von Lasten auf eine größere Fläche, insbesondere für Kranfüße, oder zum Abdecken von Gruben oder Übergängen.

[0005] Weitere Platten eines derartigen Aufbaus mit Grundplatte, Deckplatte und dazwischen angeordneten Quer- und Längsstegen zeigen die US 5,273,806 A und die US 6,374,750 B1. Dabei offenbart die US 6,374,750 einen Eisenbahnwagen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Dem Erfinder stellte sich nun ein neues Problem beim Bau eines Zementtransportwagens. Transport, Aufbewahrung und Umladen von Staubgut stellt grosse Anforderungen an die dafür verwendeten Geräte, Behälter und Siloanlagen. Die Ursache liegt darin, dass feinpulvrige Substanzen leicht zur Brückenbildung und zum Festbacken neigen. Je nach Oberflächenstruktur der einzelnen Partikel kann dies zu extrem starken Ballungen der Partikel führen. Dieses Phänomen beobachtet man in Behältern, Leitungen sowie Transport- und Siloanlagen. Die Gefahr des Zusammenbackens der Partikel ist schon für absolut trockene Pulver in solchen Anlagen gross. Die Tendenz zu Ballungen hängt jedoch ebenso von der Feuchtigkeit des Gasstroms ab, der für den Transport resp. die Wirbelungen verwendet wird.

[0006] Es gibt viele Methoden dem Problem der Ballungstendenz zu begegnen. Bei weniger leichten oder grösseren Partikeln genügt das Einbringen von Bewegung indem man z.B. den Behälter schüttelt oder die Behälterwand mit sogenannten Vibratoren durch stetiges Klopfen in Bewegung hält. Für feines Pulver genügt dies nicht, im Gegenteil, mechanische Erschütterung über die Behälterwand mag die bereits leicht ballenden Partikel sogar noch zu verfestigen, so dass sie überhaupt nicht mehr gelockert und bewegt werden können.

[0007] Für Zement bedient man sich der Methode alle Partikel durch stetigen Gasstrom resp. Gaswirbelungen in Schwebelage zu versetzen. Das Gas-Pulver Gemisch verhält sich dann ähnlich wie eine Flüssigkeit und kann in dieser Form transportiert werden. An "toten Stellen, der Anlage, wie z.B. in Ecken die vom Luftstrom nicht erfasst werden, bringt man Düsen an oder verwendet gasdurchlässige Flächen, durch die Gas eingeblasen wird, um die Partikel daran zu hindern, sich an der Fläche festzusetzen und sie gleichzeitig zu transportieren.

[0008] Eine weitere Möglichkeit bestände darin, die Flächen die mit den Partikeln in Kontakt kommen so zu behandeln, dass die Partikel keine Möglichkeit haben sich an der Oberfläche festzusetzen. Diese Eigenschaft erfüllt zum Beispiel das als Teflon bekannte Polytetrafluorethylen (Kurzzeichen PTFE). Durch Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Nanotechnologie wurden und werden ständig neue Möglichkeiten eröffnet, Oberflächen mit genau der "Intelligenz" auszurüsten, dass die für die Anwendung gewünschten Eigenschaften erbracht werden.

[0009] Die Flächen der Vorrichtungen in Silo- und Transportanlagen zu behandeln löst jedoch nur Teile des Problems. Das Pulver setzt sich nicht mehr an den Flächen fest, kann jedoch noch immer ballen. Das ständige "in Schwebelage halten" des Gas-Pulver-Gemisches ist in dieser Hinsicht viel effektiver. Wenn Ecken, Nischen und Leitungen durch die Gaswirbelung erfasst werden, kann sich das Pulver nicht mehr absetzen und es gibt auch keinen Anlass wie z.B. die Schwerkraft, welche die Partikel durch einen von aussen einwirkenden Effekt zusammen bringen würde.

[0010] Nachteil dieser Methode mag sein, dass der Kreislauf des zur Wirbelung eingesetzten Gases durch Filteranlagen vom Raum in dem sich das Pulver befindet getrennt sein muss. Andererseits bietet eine solchermassen ausgerüstete Anlage auch die Möglichkeit, dass das Gas ausserhalb der eigentlichen Silo- oder Transportanlage aufbereitet werden kann. Man kann es dort z.B. einer Trocknung unterziehen, so dass man keine Probleme mit Feuchtigkeit im Pulver hat und das Produkt sogar noch nachtrocknen kann.

[0011] Feuchtigkeit erhöht die Gefahr der Ballung der Partikel und ist deshalb absolut unerwünscht.

[0012] Einen weiteren Einfluss auf die Ablagerung von Partikeln hat die in solchen Anlagen immer vorhandene elektrostatische Aufladung der Partikel. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird auf dieses Thema jedoch nicht eingegangen. Es wird vorausgesetzt, dass die mit Gaswirbelungen ausgerüsteten Anlagen mit Einrichtungen versehen sind, die Gefahren von elektrostatischer Aufladung und Anziehungskräften wirkungsvoll begegnen.

[0013] Wenn nun ein Behälter in dem feines Pulver wie z.B. Zement aufbewahrt oder transportiert wird, entleert werden soll, bietet sich das oben beschriebene Einbringen von Gas zum Transport des Pulvers an. Wenn der zu leerende Behälterraum einen höheren Druck aufweist als die Transportanlage respektive der Behälter in den das Material überführt

werden soll, bewegt sich der Wirbelstrom mit den in Bewegung gehaltenen Partikeln in der Richtung des neuen Behälters und nimmt die Partikel mit. Die dafür notwendigen Drücke bewegen sich im Bereich von 0,1 bis 2.5 bar je nach Auslegung der Anlage. Diese Drücke spielen denn auch eine grosse Rolle bei der Auslegung der Behälter. Silo- und Transportanlagen sind deshalb meist mit runden Behältern ausgerüstet. Die runde oder zylindrische Form bietet für die Festigkeit gegen Innendruck das beste Verhältnis zwischen eingesetztem Material (z.B. Wandstärken) und der Erreichten Festigkeit des Gefässes.

[0014] Wenn man nun aber aus Platzspargründen und aus Gründen des optimalen Materialflusses auch die Ecken eines zur Verfügung stehenden Volumens nutzen will, kommt man nicht darum herum, gegebene Profile auszunützen und auch eckige Behältnisse zu bauen die auch nicht gekrümmte Wände aufweisen. Das ist an sich kein Problem, wenn das Gewicht solcher Anlagen keine Rolle spielt. Man wählt einfach grosse Wandstärken, welche die erforderlichen Biegefestigkeiten aufweisen. Für stationäre Anlagen werden oft Anlageteile aus armiertem Beton eingesetzt. Für den Transport auf der Strasse oder Schiene ist das Gewicht jedoch ein entscheidender Faktor für die Rentabilität des Gerätes. Je mehr Eigengewicht ein Eisenbahnwagen oder ein Lastwagen hat, desto weniger Nutzlast kann er laden. Man sucht deshalb nach Konstruktionen, die gerade Flächen mit wenig Gewicht und grosser Druckfestigkeit bieten.

[0015] Die vorliegende Erfindung stellt sich nunmehr die Aufgabe, die Konstruktion von Eisenbahnwagen mit Behältern als Aufbauten derart zu verbessern, dass sie bei gleichem Material höhere Biegefestigkeit bei weniger Eigengewicht aufweisen.

[0016] Diese Aufgabe löst eine Makrozellenkonstruktion für den Stahlbau mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Weitere erfindungsgemäße Merkmale gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor und deren Vorteile sind in der nachfolgenden Beschreibung erläutert.

[0017] In der Zeichnung zeigt:

Fig 1 Ansicht eines Eisenbahnwagens für den Zementtransport.

Fig 2 Schnitt durch ein Zementsilo

Fig 3 Ansicht eines Zementsilos zu einem Eisenbahnwagen

Fig 4 Ansicht eines Zementsilos zu einem Eisenbahnwagen von unten.

Fig 5 Aufbau der Makrozellenkonstruktion.

Fig 6 Querschnitt eines Balkens.

Fig 7 Querschnitt eines Eisenträgers.

[0018] Die Figuren stellen bevorzugte Ausführungsvorschläge dar, welche in der nachfolgenden Beschreibung als Beispiele erläutert werden.

[0019] Die Erfindung wird mittels eines Zementwagens vorgestellt. Wie in Fig 1 (Bsp. Eisenbahnwagen) dargestellt sind Behälter 1 wie sie als Aufbauten für Eisenbahn- und Lastwagen verwendet werden als liegende Zylinder ausgebildet. Diese Form wird aus verschiedenen Gründen gewählt. Unter anderm ist die runde Form bestens geeignet Innendruck aufzunehmen. Ideal wäre also ein senkrecht stehender zylindrischer Körper, der unten mit einem Auslaufrichter versehen ist. So sind denn auch die alten Zementwagen ausgebildet. Auf einem aus Drehgestellen und Trägerrahmen bestehenden Fahrgestell sind jeweils zwei stehende Silos angeordnet. Stehende zylindrische Silos können unten mit einem Kreisrunden Trichter abgeschlossen werden. Solche Silos eignen sich aber nicht für Bahn- oder Strassentransport, weil sie ein schlechtes Verhältnis Nutzlast zu Eigengewicht bieten.

[0020] Man wählt, dem Profil von Tunnels, Schiene und/oder Strasse angepasst, liegende Zylinder als Silo. Um nun ebenfalls die Wirkung der Schwerkraft für das Entleeren nutzen zu können, müssen Auslaufrichter am zylindrischen Körper unten angeordnet sein (Fig 2). Man öffnet den zylindrischen Teil tangential und erhält auf diese Weise einen Entleerungsteil 3 der notwendiger Weise mit Flächen ausgestattet ist, die nicht gekrümmt sind. Um die vollständige Entleerung zu ermöglichen laufen zwei Seitenflächen 30, 30' tangential vom Behälter 1 weg (Fig 4) und zwei Längsflächen 31, 31' laufen von derselben Schnittstelle der Tangente am Behälterteil 2, an den Kanten der Seitenflächen 30, 30' einem Entleerungsteil 3 (Fig 3) in Form eines viereckigen Trichters, auf die Entleerungsrohre 32 zu.

[0021] Die Längsflächen 31 und 31' sind im innern des Behälters 1 mit feinmaschigen Filtern, sogenannten "Filtertüchern" ausgerüstet. Durch diese Filtertücher wird das Gas mikroskopisch verteilt, so dass man das Staubgut in den Zustand des transportfähigen Gas-Staub-Gemischs versetzen kann. Will man den mit Staubgut gefüllten Behälter 1 leeren, bringt man am Entleerungsrohr 32 (Fig 3, 4) eine Saugleitung an und drückt durch die Luftzuführung in den Längsflächen 31 und 31' Luft in den Behälter. Dadurch entsteht im Innenraum von Behälter 1 ein Überdruck im Bereich von 1 - 5 bar. Dieser Überdruck ist massgebend für die Berechnung der Wandstärken die für den Zylinderteil 1 und den Entleerungsteil 3 des Behälters 1 verwendet werden müssen.

[0022] Ein zylindrischer Körper mit gekrümmten Flächen kann einem Druck mit kleineren Wandstärken genügen als eine nicht gekrümmte Fläche. Die Wände des Zylinderteils 2 mit den beiden als Klöpperboden 4 ausgebildeten Abschlüssen kann bei gleicher Wandstärke höheren Drücken standhalten als die Flächen 30, 30', 31 und 31' des Entleerungsteils 3.

[0023] Für Behälter 1, die für Bahn- oder Strassentransport verwendet werden, ergibt sich daraus ein Gewichtsproblem. Je dicker die metallenen Flächen, desto schwerer der Behälter. Nun ist aber das Gesamtgewicht eines LKWs oder eines Eisenbahnwagens durch Vorschriften oder Wirtschaftlichkeitsfaktoren gegeben. Je mehr Nutzlast in einen Behälter geladen werden kann, ohne das Gesamtgewicht zu überschreiten desto wirtschaftlicher kann das Gerät eingesetzt werden. Daher ist klar, dass man für Behälter für den Strassen- oder Schienetransport den Materialanteil so klein wie möglich halten möchte um das Eigengewicht zu reduzieren. Im Eisenbahnbau spielt allerdings der Preis der Geräte wie auch das Eigengewicht des leeren Wagens eine wichtige Rolle. Herkömmlicher Stahl ist deshalb das richtige Material, mit dem man die Optimale Grösse von Eigengewicht, Nutzlast und Kosten für einen solchen Wagen anstrebt.

[0024] Die erfinderische Idee besteht darin, dieses Prinzip der Makrozellenkonstruktion im Stahl- und Fahrzeugbau einzusetzen. Dieses Prinzip ist absolut erfolgreich im Flugzeugbau verwirklicht. Im Möbelbau kennt man es je länger je mehr, können doch auf diese Weise stabile Möbel mit wenig Eigengewicht gebaut werden. Das Problem diese Systeme anzuwenden besteht für den Stahl- und Eisenbahnbau darin, dass solche Konstruktionen sehr arbeitsintensiv sind. Erst der Einsatz standardisierter Systeme die in Schweißrobotern zusammengestellt werden können, bringt einen möglichen Erfolg.

[0025] Die der Erfindung zugrunde liegende Konstruktion wird durch Optimierungsberechnungen erst zur wirtschaftlich sinnvollen Vorrichtung. Auf einer Grundplatte 10 (Fig 5) werden Längsstege 11 und Querstege 12 mittels Schweißen, Löten, Kleben oder andern Mitteln befestigt. Längsstege 11 und Querstege 12 werden ebenfalls gegenseitig an den Schnittstellen miteinander durch entsprechende Mittel verbunden. Wie in Fig 5 dargestellt, weisen die Längsstege 11 und die Querstege 12 auf der, der Grundplatte abgewendeten Seite, Erhebungen 15 auf. Wenn nun die Grundplatte 10 in vorgenannten Sinne mit den Längsstegen 11 und den Querstegen 12 fest verbunden ist, Wird eine Deckplatte 13 über die Grundplatte 10 mit den Stegen 11,12 gebracht, welche mit Aussparungen 16 versehen ist. Die Erhebungen 15 und die Aussparungen 16 treffen sich dahingehend, dass die Erhebungen 15 in die Aussparungen 16 passen. Die Deckplatte 13 liegt nun evtl. direkt auf der Basis der Längs- und Querstege 11,12 auf, die Erhebungen 15 passen in die Aussparungen 16 und können nun mit den Rändern der Aussparungen 16 mittels Kleben, Löten, Schweißen oder andern Mitteln verbunden werden.

[0026] Wenn die Makrozellenkonstruktion mittels Löten oder Kleben zusammengefügt wird, kann ohne Erhebungen 15 vorgegangen werden. Längsstege 11 und Querstege 12 weisen dann dieselbe durchgehende Höhe auf und werden miteinander in den Schnittstellen 14 verbunden. Die der Deckplatte 13 und der Grundplatte 10 zugewandten Flächen werden sodann mit Lot oder Klebstoff versehen. Dann wird das so hergestellte "Gitter" zwischen Grundplatte 10 und Deckplatte 13 eingefügt. Als letzter Prozess werden dann alle Teile durch Druck und Temperatur wie ein Sandwich miteinander verbunden.

[0027] Die Grundplatte 10 mit den Längsstegen 11, den Querstegen 12 und der Deckplatte 13 bilden eine feste Makrozellenkonstruktion, die bei kleiner Blechstärke d der einzelnen Bleche, die für Grundplatte 10, Deckplatte 13 und Stege 11,12 sehr grosse Widerstandskraft gegen senkrechte Druckbelastung aufbringen kann. Ein praktisches Beispiel dokumentiert die Gewichtsersparnis (Fig 6 und Fig7):

$$a = 20\text{mm}$$

$$b = 25\text{mm}$$

$$h_1 = 4\text{mm}$$

$$h_2 = ???$$

$$h_3 = 44\text{mm}$$

$$I_6 = \text{Widerstandsmoment Vollmaterial}$$

$$I_7 = \text{Widerstandsmoment Wabenkonstruktion}$$

F_6 = Querschnitt des Vollkörpers

F_7 = Querschnitt der Wabenkonstruktion

Widerstandsmoment für den Träger Fig 7

[0028] Der für die Berechnung gültige Satz von Steiner ist für die Makrozellenkonstruktion massgebend:

$$I_7 = \frac{b \times (h_3 - 2h_1)^3}{12} + 2 \times \left(\frac{b \times h_1^3}{12} + h_1 \times b \times a^2 \right) \quad \Bigg| \quad \text{Resultat: } I_7 = 95'818 \text{ mm}^4$$

Dicke h_2 gemäss Fig 6

[0029] Vollmaterial wie in Fig 6 dargestellt müsste somit die Dicke h_2 haben. Um dasselbe Widerstandsmoment, also $I_6 = I_7$ zu erreichen ergibt sich folgende Rechnung:

$$I_7 = I_6 = \frac{b \times h_2^3}{12}$$

[0030] Aus dieser Formel ergibt sich die folgende Rechnung:

$$h_2 = \sqrt[3]{\frac{12 \times I_6}{b}} \quad \Bigg| \quad \text{Resultat: } h_2 = 35.8 \text{ mm}$$

[0031] Bei gleicher Festigkeit gegen Druck ergeben sich folgende Querschnittsverhältnisse:

Die Makrozellenkonstruktion hat eine Querschnittsfläche F_7 aller drei Elemente (Fig 7) von 344 mm² bei einer Bauhöhe von $h_3 = 44$ mm.

[0032] Das Vollmaterial hat eine Querschnittsfläche F_6 von 896 mm² bei einer Bauhöhe h_2 von 35.8mm. Die Makrozellenkonstruktion benötigt also

$$344\text{mm}^2 / 896\text{mm}^2 = 38\%$$

des Gewichts der Vollmaterial Version bei gleicher Festigkeit.

[0033] Dabei ist Vollmaterialversion mit $h_2 = 35.8$ mm Dicke nur 18.6% oder 1/5 weniger auftragend als die Makrozellenkonstruktion mit $h_3 = 44$ mm.

[0034] Wie oben erwähnt ist diese Tatsache bei der Konstruktion von Flugzeugen und Möbeln schon längst bekannt. Im herkömmlichen Stahlbau wurden diese wirtschaftlich begründeten Rechnungen bislang nicht gemacht. Eine besondere Bedeutung hat diese Makrozellenkonstruktion im Eisenbahnbau und in Anwendungen, die eine Optimierung von Eigengewicht, Kosten und Nutzlast erfordern.

[0035] Die Dicke d der Grundplatte 10, der Längsstege 11, der Querstege 12 und der Deckplatte 13 können durchaus verschieden sein. Mit der Dicke der Deckplatte 13 und der Grundplatte 10 kann am meisten Gewicht eingespart werden. Die Dicke liegt optimalerweise zwischen 3mm und 6mm.

[0036] Die Distanz x zwischen den Längsstegen 11 ist zwischen 100mm und 500mm. Die Distanz y zwischen den

Querstreben 12 kann ebenfalls im Bereich zwischen 100mm und 500mm betragen. Die Distanzen x und y können gleich sein, so dass eine quadratische Makrozellenkonstruktion entsteht; sie können aber auch, je nach Situation verschieden sein. Vorteilhafterweise wird diese geometrische Anordnung der festigkeitsbedingten Situation angepasst. Die Makrozellenkonstruktion kann nicht theoretisch isoliert gebaut werden, sondern wird sich den damit verbundenen konstruktiven

Teilen anpassen. Um die richtigen Dimensionierungen zu finden, müssen rechnerische Modelle hergestellt werden, welche die verschiedenen Belastungen aufzeigen und eine Optimierung zulassen.

[0037] Wichtig für die Festigkeit der Makrozellenkonstruktion ist das jeweilige Verhältnis der Dicke der Längsstreben 11 zu deren Abstand x und die Dicke der Querstreben 12 zu deren Abstand y innerhalb der Verhältnisse 1:60 bis 1:80 liegt. Für die Blechstärken von Grundplatte d_G und Deckplatte d_D spielen vor allem die Widerstandswerte gegen Biegung über die jeweilige Distanz x resp. y eine Rolle.

[0038] Fig 5 zeigt eine Möglichkeit, wie die Makrozellenkonstruktion aufgebaut werden kann. Wie oben bereits beschrieben passen die Erhebungen 15 der Längsstreben 11 und der Querstreben 12 in die Aussparungen der Deckplatte 13. Diese Art der Konstruktion ist erforderlich, wenn die Makrozellenkonstruktion durch Schweißen verbunden werden soll. Man hat die Möglichkeit, Grundplatte 10, Längsstreben 11 und Querstreben 12 miteinander zusammenzuschweißen, wie der untere Teil von Fig 5 zeigt. Wenn dieser Teil dann mit der Deckplatte 13 zusammengefügt wird, können in den Aussparungen 16 die Erhebungen 15 mit der Deckplatte 13 verschweisst werden.

[0039] Weitere Gewichtssparnis kann erreicht werden indem in der Grundplatte 10, den Längsstegen 11, den Querstreben 12 und der Deckplatte 13 das Material in den vollen Flächen zwischen den Verbindungen der Teile herausgenommen wird. Die Kreuzungspunkte 14, dort wo sich die Längsstege 11 mit den Querstreben 12 treffen und alle Verbindungsstellen zwischen Grundplatte 10, Längsstegen 11 und Querstreben 12 und Deckplatte 13 müssen über die jeweilige Verbindungsstelle hinaus "T" bildende Stege aufweisen, um noch immer die Regel des Steinerschen Satzes zu erfüllen.

Patentansprüche

1. Eisenbahnwagen mit einem Behälter (1) als Aufbau, der eine Makrozellenkonstruktion aus Stahl aufweist, bei der eine Grundplatte (10), Querstege (12), Längsstege (11) und eine Deckplatte (13) eine sandwichartige Makrozellenkonstruktion bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Blechstärke (d) der Grundplatte (10), der Längsstege (11), der Querstege (12) und der Deckplatte (13) zu der Distanz (x) zwischen den Längsstegen (11) zwischen 1:60 und 1:80 liegt und wobei das Verhältnis der Blechstärke (d) der Grundplatte (10), der Längsstege (11), der Querstege (12) und der Deckplatte (13) zu der Distanz (y) zwischen den Querstreben (12) zwischen 1:60 und 1:80 liegt.
2. Eisenbahnwagen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bleche für die Grundplatte (10), die Deckplatte (13), die Querstege (12) und die Längsstege (11) der Makrozellenkonstruktion eine Blechstärke (d) von 3 bis 6 mm aufweisen.
3. Eisenbahnwagen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanz (x) zwischen den Längsstegen (11) der Makrozellenkonstruktion 100 bis 500 mm beträgt.
4. Eisenbahnwagen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanz (y) zwischen den Querstreben (12) der Makrozellenkonstruktion 100 bis 500 mm beträgt.
5. Eisenbahnwagen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (10), die Längsstege (11), die Querstege (12) und die Deckplatte (13) der Makrozellenkonstruktion mittels Schweißung fest miteinander verbunden sind.
6. Eisenbahnwagen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (10), die Längsstege (11), die Querstege (12) und die Deckplatte (13) mittels Lötens fest miteinander verbunden sind.
7. Eisenbahnwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (10), die Längsstege (11), die Querstege (12) und die Deckplatte (13) der Makrozellenkon-

truktion mittels Kleben fest miteinander verbunden sind.

8. Eisenbahnwagen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) der Makrozellenkonstruktion gerade Flächen aufweisen.

9. Eisenbahnwagen nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) der Makrozellenkonstruktion parallel angeordnet sind.

10. Eisenbahnwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) der Makrozellenkonstruktion gekrümmte Flächen aufweisen.

11. Eisenbahnwagen nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) parallel angeordnet sind.

12. Eisenbahnwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) der Makrozellenkonstruktion voneinander unabhängige beliebige Formen aufweisen.

13. Eisenbahnwagen nach den Ansprüchen 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsstege (11) und die Querstege (12) den Formen von Grundplatte (10) und Deckplatte (13) immer folgen, indem sie die zwischen beiden liegenden Abstände überbrücken.

Claims

1. Railway carriage with a container structure featuring a cellular construction of steel, wherein a base plate (10), transversal struts (12), longitudinal struts (11) and a top plate (13) form a sandwich-like cellular construction, **characterised in that** the ratio between the thickness (d) of the metal of the base plate (10), of the longitudinal struts (11), of the transversal struts (12) and of the top plate (13) and the distance (x) between the longitudinal struts (11) ranges between 1:60 and 1:80, and the ratio between the thickness (d) of the metal of the base plate (10), of the longitudinal struts (11), of the transversal struts (12) and of the top plate (13) and the distance (y) between the transversal struts (11) ranges between 1:60 and 1:80.

2. Railway carriage according to claim 1, **characterised in that** the metal for the base plate (10), the top plate (13), the transversal struts (12) and the longitudinal struts (11) of the cellular construction has a thickness of 3 to 6 mm.

3. Railway carriage according to claim 1, **characterised in that** the distance (x) between the longitudinal struts (11) of the cellular construction ranges between 100 and 500 mm.

4. Railway carriage according to claim 1, **characterised in that** the distance (y) between the transversal struts (12) of the cellular construction ranges between 100 and 500 mm.

5. Railway carriage according to one of the preceding claims, **characterised in that** the base plate (10), the longitudinal struts (11), the transversal struts (12) and the top plate (13) of the cellular construction are firmly connected to each other by welding.

6. Railway carriage according to one of the preceding claims,

characterised in that

the base plate (10), the longitudinal struts (11), the transversal struts (12) and the top plate (13) are firmly connected to each other by soldering.

- 5 7. Railway carriage according to one of the claims 1 to 4,
characterised in that
the base plate (10), the longitudinal struts (11), the transversal struts (12) and the top plate (13) of the cellular construction are firmly connected to each other by glueing.
- 10 8. Railway carriage according to one of the preceding claims,
characterised in that
the base plate (10) and the top plate (13) of the cellular construction have straight surfaces.
- 15 9. Railway carriage according to claim 8,
characterised in that
the base plate (10) and the top plate (13) of the cellular construction are arranged in parallel.
- 20 10. Railway carriage according to one of the claims 1 to 7,
characterised in that
the base plate (10) and the top plate (13) of the cellular construction have curved surfaces.
- 25 11. Railway carriage according to claim 10,
characterised in that
the base plate (10) and the top plate (13) are arranged in parallel.
- 30 12. Railway carriage according to one of the claims 1 to 7,
characterised in that
the base plate (10) and the top plate (13) of the cellular construction have an independent, arbitrary form.
- 35 13. Railway carriage according to claims 8 to 12,
characterised in that
the longitudinal struts (11) and the transversal struts (12) always follow the form of the base plate (10) and of the top plate (13) by bridging the gap between them.

Revendications

- 40 1. Wagon avec une structure de réservoir présentant une construction cellulaire en acier, dans laquelle une plaque inférieure (10), des bandes transversales (12), des bandes longitudinales (11) et une plaque supérieure forment une construction cellulaire en sandwich,
caractérisé en ce que
le ratio entre l'épaisseur (d) de la tôle de la plaque inférieure (10), des bandes longitudinales (11), des bandes transversales (12) et de la plaque supérieure (13) et la distance (x) entre les bandes longitudinales (11) se situe entre 1:60 et 1:80 et le ratio entre l'épaisseur (d) de la tôle de la plaque inférieure (10), des bandes longitudinales (11), des bandes transversales (12) et de la plaque supérieure (13) et la distance (y) entre les bandes transversales (12) se situe entre 1:60 et 1:80.
- 50 2. Wagon selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
les tôles pour la plaque inférieure (10), la plaque supérieure (13), les bandes transversales (12) et les bandes longitudinales (11) de la construction cellulaire présentent une épaisseur de tôle (d) de 3 à 6 mm.
- 55 3. Wagon selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la distance (x) entre les bandes longitudinales (11) de la construction cellulaire est de 100 à 500 mm.
4. Wagon selon la revendication 1,
caractérisé en ce que

la distance (y) entre les bandes transversales (11) de la construction cellulaire est de 100 à 500 mm.

5. Wagon selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que

5 la plaque inférieure (10), les bandes longitudinales (11), les bandes transversales (12) et la plaque supérieure (13) de la construction cellulaire sont fermement liées les unes aux autres par soudure.

6. Wagon selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que

10 la plaque inférieure (10), les bandes longitudinales (11), les bandes transversales (12) et la plaque supérieure (13) sont fermement liées les unes aux autres par brasage.

7. Wagon selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que

15 la plaque inférieure (10), les bandes longitudinales (11), les bandes transversales (12) et la plaque supérieure (13) de la construction cellulaire sont fermement liées les unes aux autres par collage.

8. Wagon selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que

20 la plaque inférieure (10) et la plaque supérieure (13) de la construction cellulaire ont des faces droites.

9. Wagon selon la revendication 8,
caractérisé en ce que

25 la plaque inférieure (10) et la plaque supérieure (13) de la construction cellulaire sont disposées parallèlement.

10. Wagon selon l'une des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que

la plaque inférieure (10) et la plaque supérieure (13) de la construction cellulaire ont des faces courbées.

11. Wagon selon la revendication 10,
caractérisé en ce que

la plaque inférieure (10) et la plaque supérieure (13) sont disposées parallèlement.

12. Wagon selon l'une des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que

35 la plaque inférieure (10) et la plaque supérieure (13) de la construction cellulaire présentent une forme quelconque, indépendamment l'une de l'autre.

13. Wagon selon l'une des revendications 8 à 12,
caractérisé en ce que

40 les bandes longitudinales (11) et les bandes transversales (12) suivent toujours les formes de la plaque inférieure (10) et de la plaque supérieure (13) en comblant l'écart se trouvant entre les deux.

45

50

55

Fig 1

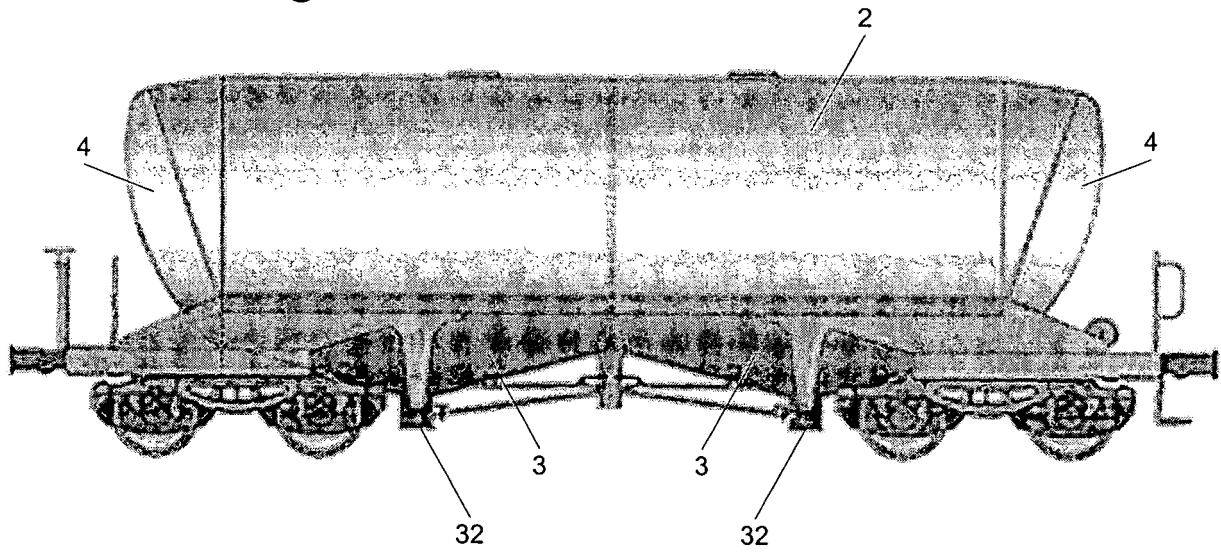


Fig 2

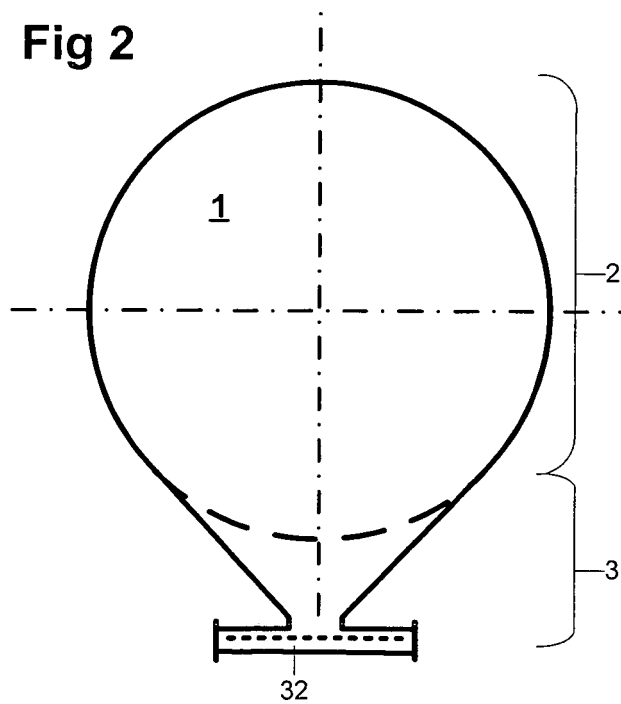


Fig 3

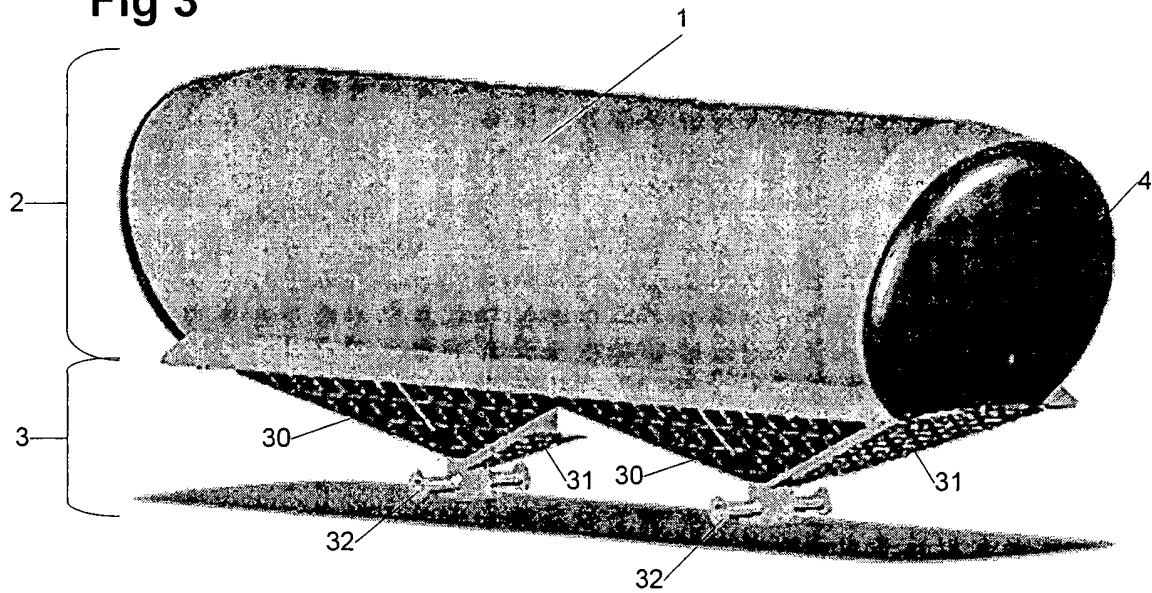


Fig 4

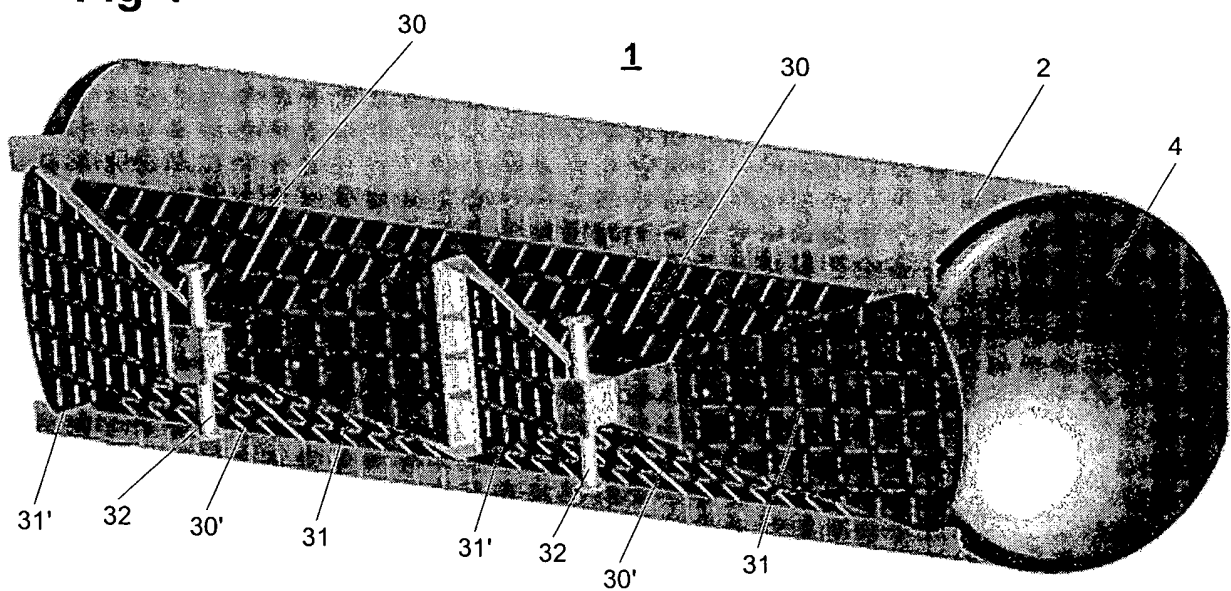


Fig 5

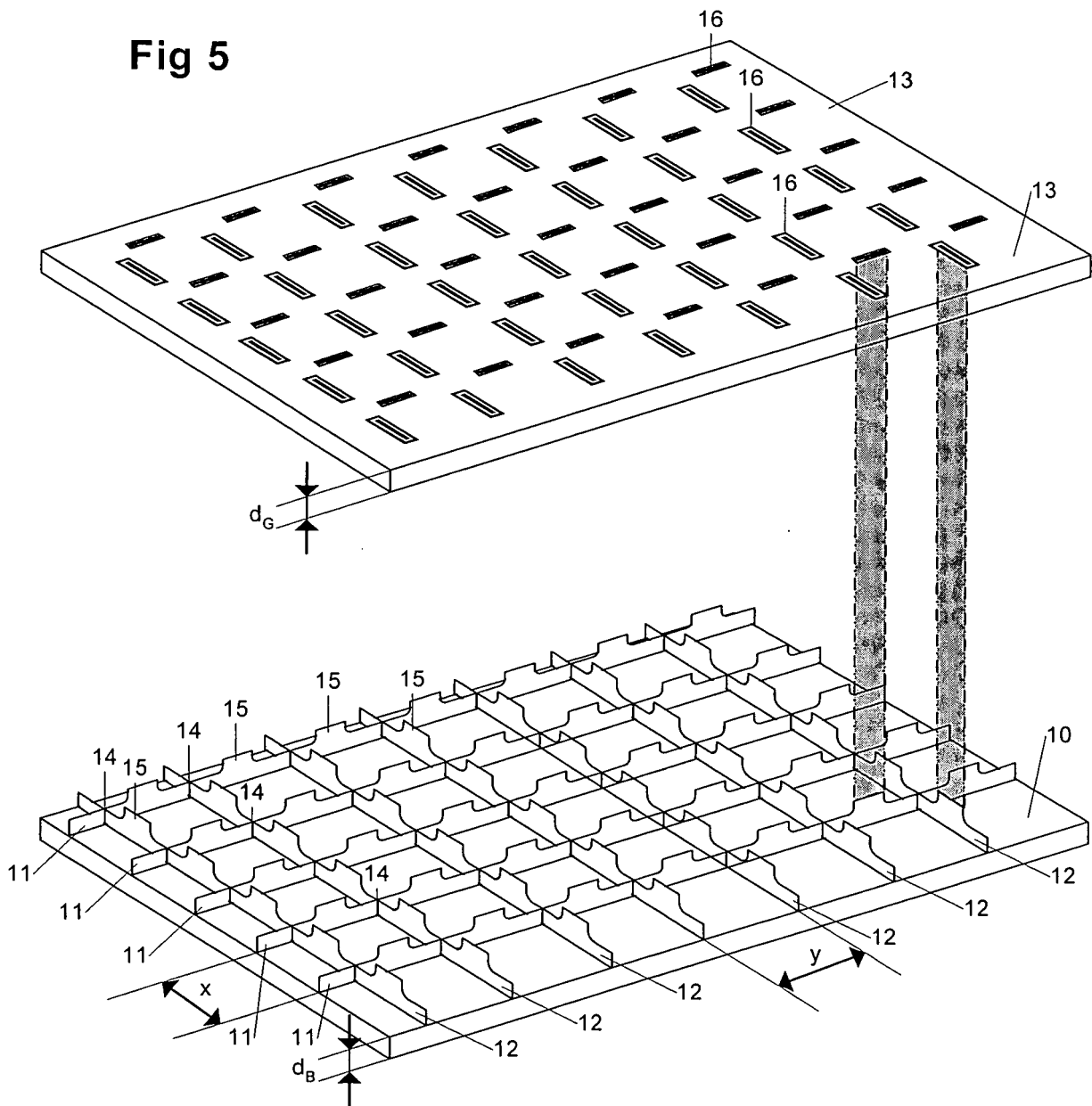


Fig 6

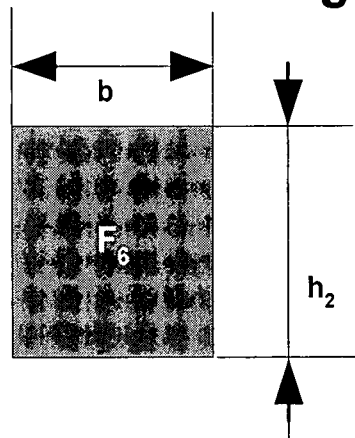
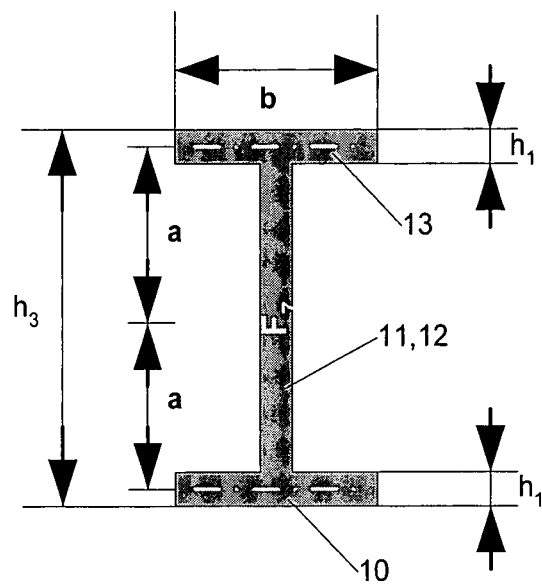


Fig 7



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 20106495 U1 [0004]
- US 5273806 A [0005]
- US 6374750 B1 [0005]
- US 6374750 B [0005]