

(19)



(11)

EP 1 785 539 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(51) Int Cl.:

E04C 2/36 (2006.01)

E04C 2/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06021818.7**

(22) Anmeldetag: **18.10.2006**

(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**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Josef Meyer Waggon AG**
4310 Rheinfelden (CH)

(72) Erfinder: **Die Erfindernennung liegt noch nicht vor**

(74) Vertreter: **Fleck, Hermann-Joseph**
Klingengasse 2
71665 Vaihingen/Enz (DE)

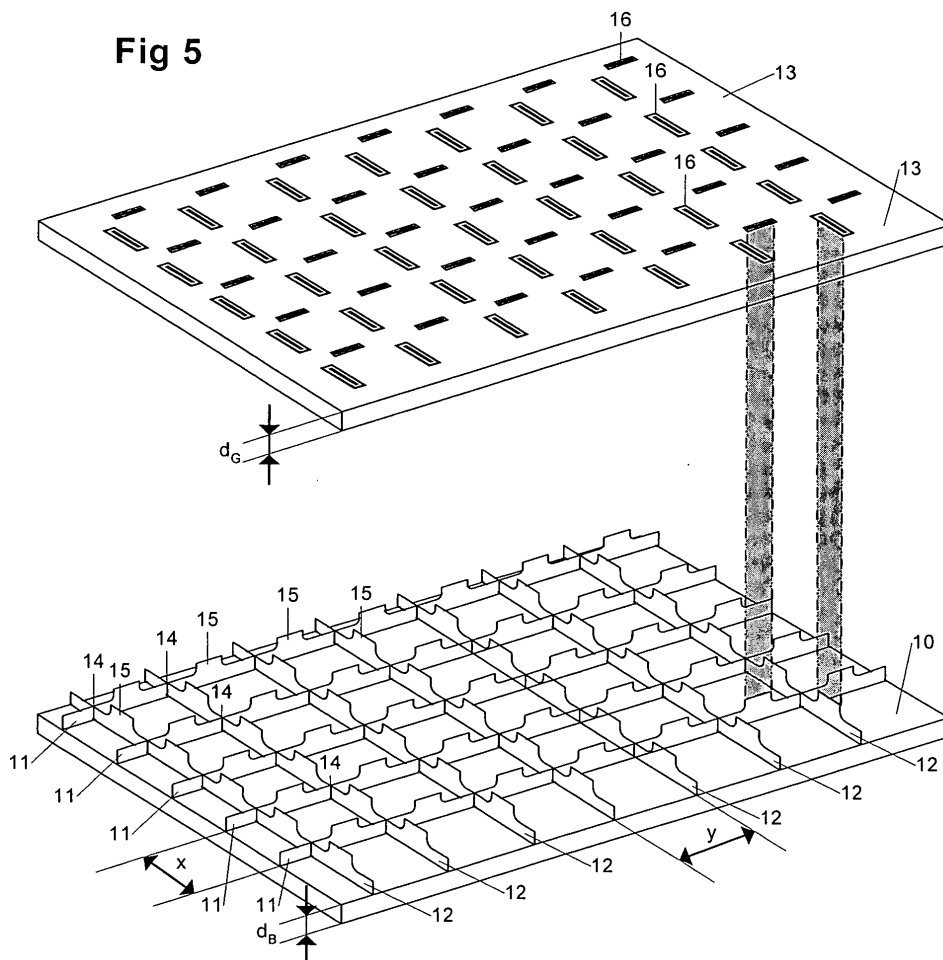
(30) Priorität: **10.11.2005 CH 18032005**

(54) Makrozellenkonstruktion für den Stahl- und Fahrzeugbau

(57) Es wird eine Makrozellenkonstruktion für Behälterwände in Stahlbau vorgestellt, welche mit Grundplatte (10), Querstegen (12), Längsstegen (11) und einer Deckplatte (13) zu einer Makrozellenkonstruktion mittels

Schweißen, Löten oder Kleben wie ein Sandwich zusammengefügt wird. Der Vorteil ist eine erhebliche Gewichtsersparnis bei gleicher Festigkeit der Behälterwände gegen Druck.

Fig 5



EP 1 785 539 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Makrozellenkonstruktion für den Stahl- und Fahrzeugbau gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[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 dadurch Arbeitszeit einsparen kann. So ist erklärbar, weshalb die feinen Fachwerkkonstruktionen wie sie im späten 19ten und frühen 20sten 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 daher seit einiger Zeit Waben- und Sandwichkonstruktionen eingesetzt.

[0004] 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.

[0005] 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.

[0006] Für Zement bedient man sich der Methode alle Partikel durch stetigen Gasstrom resp. Gaswirbelungen in Schwebe 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.

[0007] 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.

[0008] 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 Schwebe 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.

[0009] 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.

[0010] Feuchtigkeit erhöht die Gefahr der Ballung der Partikel und ist deshalb absolut unerwünscht.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] Die vorliegende Erfindung stellt sich nunmehr die Aufgabe die Konstruktion von Druckbeaufschlagten Flächen beweglicher oder stationärer Anlagen und Behälter derart zu verbessern, dass sie bei gleichem Material höhere Biegefestigkeit bei weniger Eigengewicht aufweisen.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Die Figuren stellen bevorzugte Ausführungsvorschläge dar, welche in der nachfolgenden Beschreibung als Beispiele erläutert werden.

[0018] 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 sekrecht 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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 Ab-

schlüssen kann bei gleicher Wandstärke höheren Drücken standhalten als die Flächen 30, 30', 31 und 31' des Entleerungsteils 3.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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 abgewandeten 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.

[0025] 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.

[0026] 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 =	20mm
b =	25mm
h ₁ =	4mm
h ₂ =	???
h ₃ =	44mm

I ₆ =	Widerstandsmoment Vollmaterial
I ₇ =	Widerstandsmoment Wabenkonstruktion
F ₆ =	Querschnitt des Vollkörpers
F ₇ =	Querschnitt der Wabenkonstruktion

Widerstandsmoment für den Träger Fig 7

[0027] 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

[0028] 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:

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

[0029] Aus dieser Formel ergibt sich die folgende Rechnung:

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

[0030] Bei gleicher Festigkeit gegen Druck ergeben sich folgende Querschnittsverhältnisse:

[0031] Die Makrozellenkonstruktion hat eine Querschnittsfläche F_7 aller drei Elemente (Fig 7) von 344 mm^2 bei einer Bauhöhe von $h_3 = 44 \text{ mm}$.

[0032] Das Vollmaterial hat eine Querschnittsfläche F_6 von 896 mm^2 bei einer Bauhöhe h_2 von 35.8 mm . 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 $h_2 = 35.8 \text{ mm}$ Dicke nur 18.6% oder 1/5 weniger auftragend als die Makrozellenkonstruktion mit $h_3 = 44 \text{ mm}$.

[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 Querstegen 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 Gewichtsersparnis kann erreicht werden indem in der Grundplatte 10, den Längsstegen 11, den Querstegen 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 Querstegen 12 treffen und alle Verbindungsstellen zwischen Grundplatte 10, Längsstegen 11 und Querstegen 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. Makrozellenkonstruktion für den Stahl- und Fahrzeugbau, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Grundplatte (10), Querstege (12), Längsstege (11) und eine Deckplatte (13) eine sandwichartige Makrozellenkonstruktion bilden.
2. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bleche für die Grundplatte (10), die Deckplatte (13), die Querstege (12) und die Längsstege (11) eine Blechstärke (d) von 3 bis 6 mm aufweisen.
3. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanz (x) zwischen den Längsstegen (11) 100 bis 500 mm beträgt.
4. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanz (y) zwischen den Querstegen (12) 100 bis 500 mm beträgt.
5. Makrozellenkonstruktion nach den Ansprüchen 2 und 3, **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.
6. Makrozellenkonstruktion nach den Ansprüchen 2 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Blechstärke (d) der Grundplatte (10), der Längsstege (11), der Querstege (12) und der Deckplatte (13) zu der Distanz (y) zwischen den einzelnen Querstegen (12) zwischen 1:60 und 1:80 liegt.
7. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (10), die Längsstege (11), die Querstege (12) und die Deckplatte (13) mittels Schweißung fest miteinander verbunden sind.
8. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (10), die Längsstege (11), die Querstege (12) und die Deckplatte (13) mittels Löten fest miteinander verbunden sind.
9. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (10), die Längsstege (11), die Querstege (12) und die Deckplatte (13) mittels Kleben fest miteinander verbunden sind.
10. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) gerade Flächen aufweisen.
11. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) parallel angeordnet sind.
12. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) gekrümmte Flächen aufweisen.

EP 1 785 539 A2

13. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) parallel angeordnet sind.
- 5 14. Makrozellenkonstruktion nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundplatte (10) und Deckplatte (13) voneinander unabhängige beliebige Formen aufweisen.
- 10 15. Makrozellenkonstruktion nach den Ansprüchen 10 bis 14, **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.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig 1

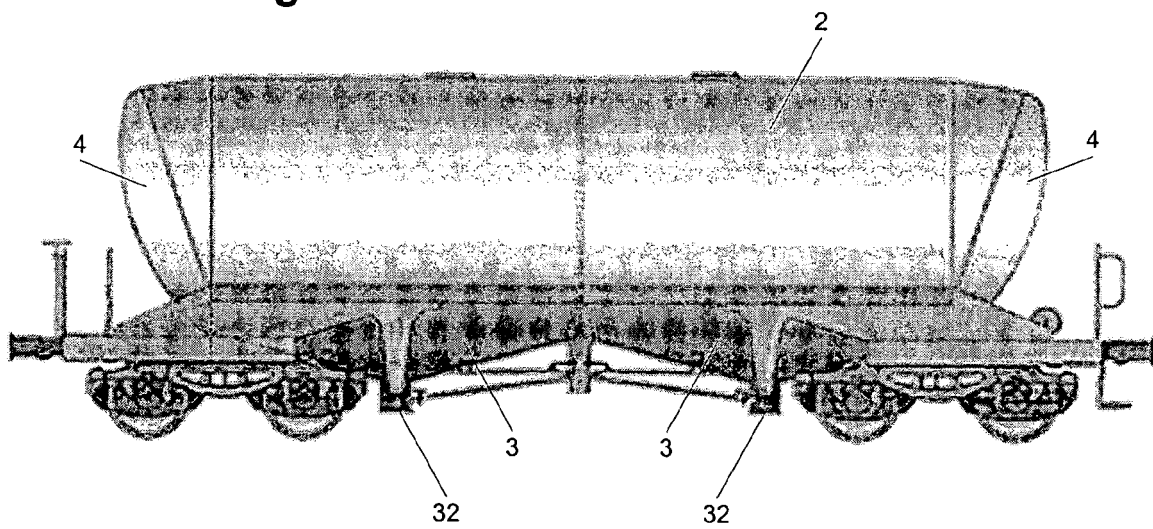


Fig 2

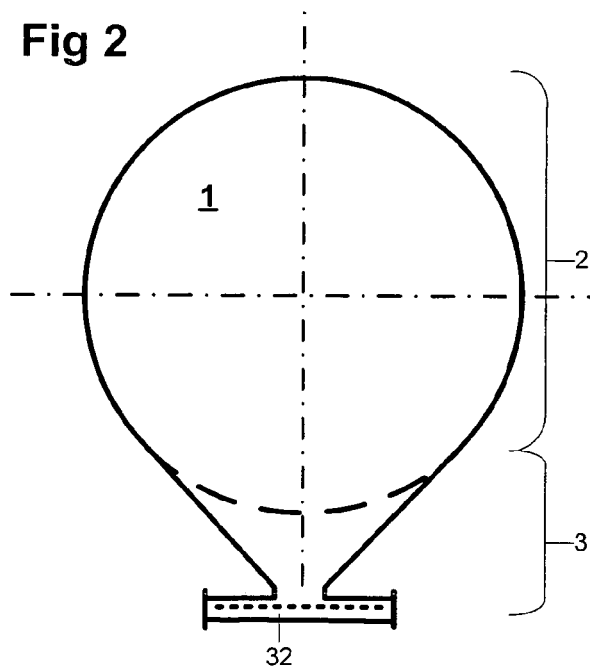


Fig 3

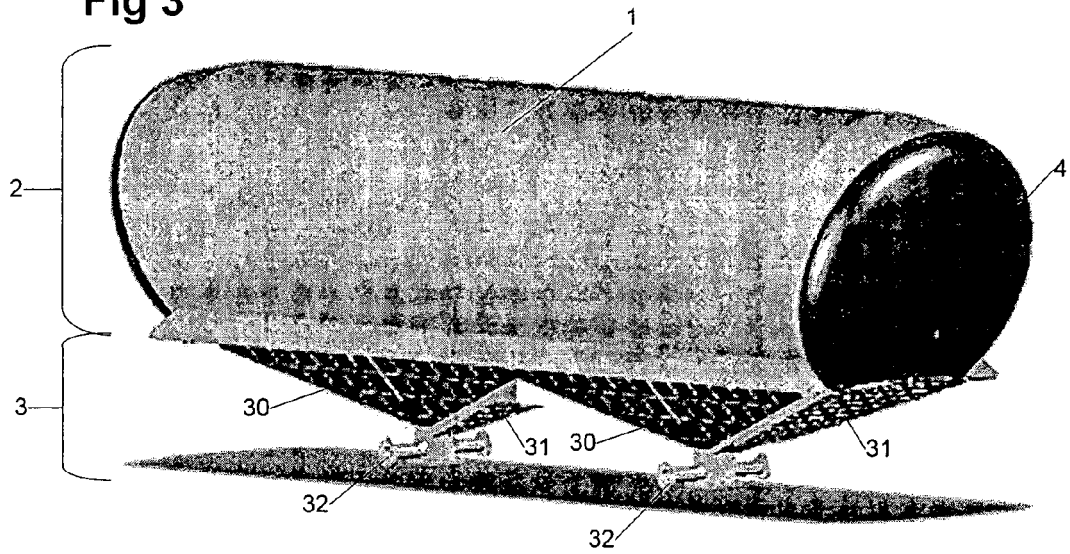


Fig 4

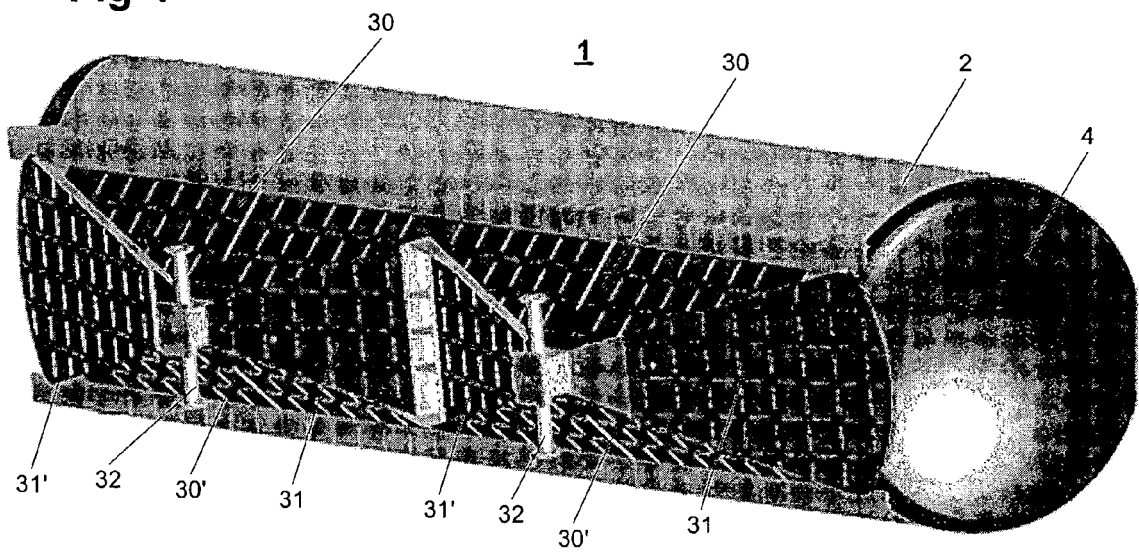


Fig 5

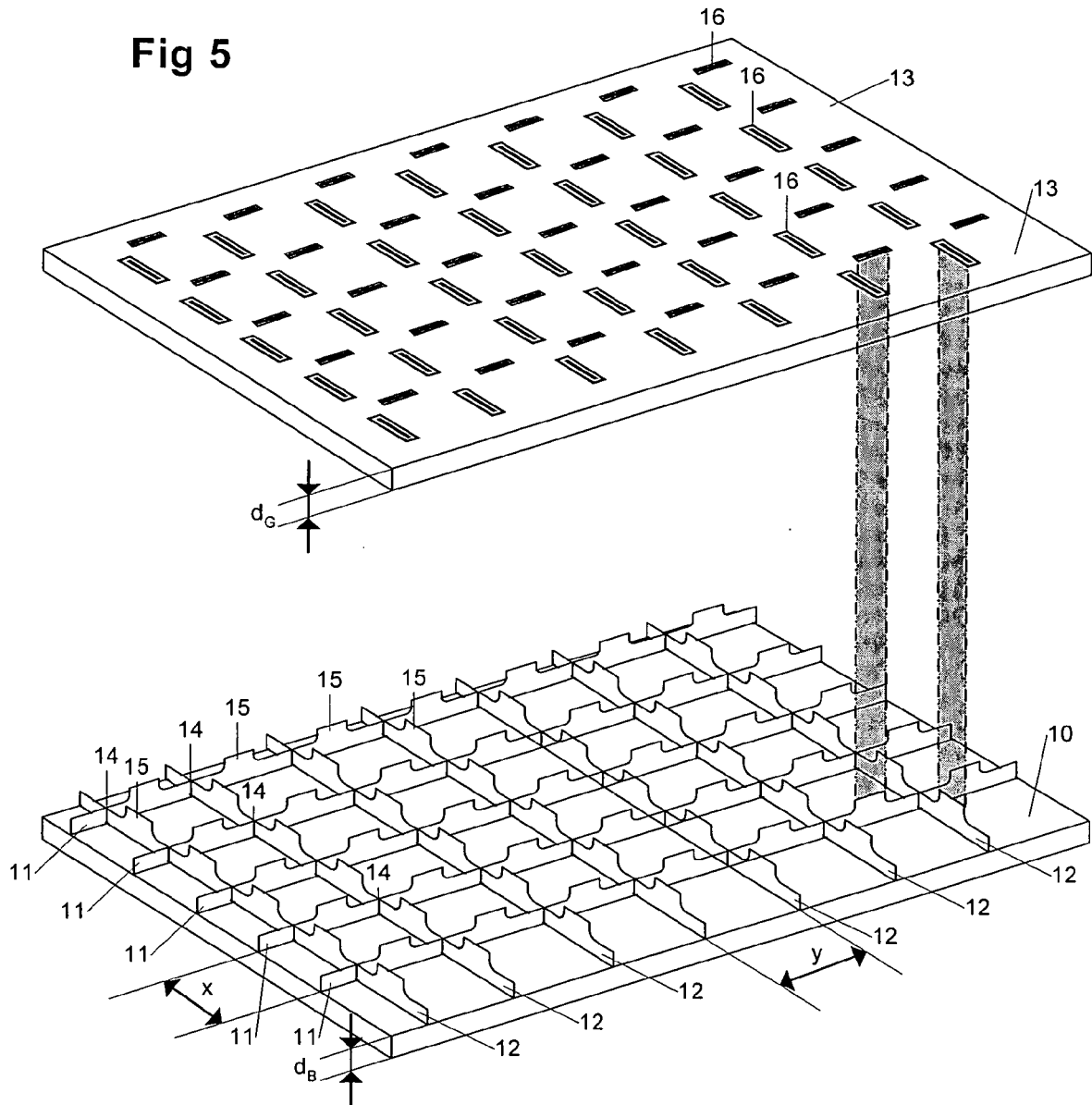


Fig 6

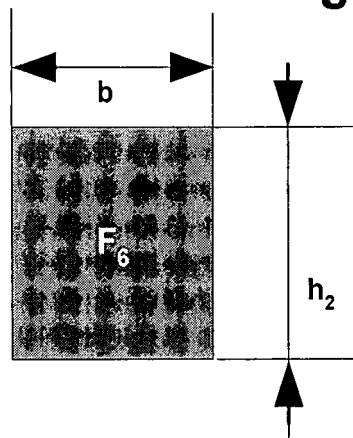


Fig 7

