

(19)



(11)

**EP 3 165 307 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.05.2017 Patentblatt 2017/19**

(51) Int Cl.:  
**B22F 3/11** <sup>(2006.01)</sup> **B22F 3/18** <sup>(2006.01)</sup>  
**B22F 7/00** <sup>(2006.01)</sup> **C22C 1/04** <sup>(2006.01)</sup>  
**C22C 1/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **16197073.6**

(22) Anmeldetag: **03.11.2016**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Havel metal foam GmbH**  
**14774 Brandenburg an der Havel (DE)**

(72) Erfinder: **Schuller, Friedrich**  
**97342 Obernbreit (DE)**

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB**  
**Leopoldstraße 4**  
**80802 München (DE)**

(30) Priorität: **03.11.2015 DE 102015118787**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON METALLSCHAUMVERBUNDKÖRPERN UND METALLSCHAUMVERBUNDKÖRPER**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Metallschaum-Verbundkörpern, insbesondere Sandwichplatten, mit Decklagen aus Aluminium oder Stahl und einem Metallschaumkörper aus Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung zwischen den Decklagen, wobei gepresste Halbzeuge aus Leichtmetall oder einer Leichtmetall-Legierung und einem Treibmittel in einen vorgefertigten Behälter eingelegt und nach Befüllen des Behälters dieser durch einen Umformprozess unter Dickenreduzierung zu einem Rohling aus Verbundwerkstoff, bestehend zumindest aus Behälterwandungen und

einem Kern aus gepresstem Aluminium-Schaumkörperhalbzeug verdichtet wird und der Rohling anschließend in einem Ofenprozess zur Bildung eines geschlossenporigen Schaumkörpers aus Leichtmetall oder einer Leichtmetall-Legierung zur Ausbildung eines Metallschaumverbundkörpers erwärmt wird.

Die Erfindung betrifft ferner einen Rohling zur Herstellung eines Metallschaumverbundkörpers, einen Metallschaumverbundkörper aus diesem sowie eine Verwendung eines solchen Metallschaumverbundkörpers.

**EP 3 165 307 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Metallschaumverbundkörpern. Die Erfindung betrifft ferner einen Metallschaumverbundkörper, insbesondere eine Verbundplatte.

**[0002]** Metallschaumverbundkörper erfreuen sich als Sandwichplatten wegen ihrer hohen strukturellen Festigkeit bei gleichzeitig geringem spezifischen Gewicht großer Beliebtheit, wobei die Deckschichten aus Aluminiumplatten mit einem Metallschaumkern auf Aluminiumbasis (AFS) oder mit Deckschichtplatten aus Stahl mit einem Metallschaumkern auf Aluminium-Basis (SAS) Platten ausgeführt sind. Hauptsächlich werden Metallschaumverbundplatten als AFS (Aluminium-Aluminiumschaum-Aluminium-Sandwiches) und SAS (Stahl-Aluminiumschaum-Stahl-Sandwiches mit metallischer Bindung) unterschieden.

**[0003]** Anwendungsgebiete zeigen sich vorrangig in der Bauindustrie, dem Schienenfahrzeugbau, in der Luft- und Raumfahrt, Architektur, Industriebau, Schiffbau und anderen Wirtschaftszweigen.

**[0004]** Derartige Verbundelemente werden als metallurgisch integrale Körper und Metallleichtbauerzeugnisse ohne Zusatzstoffe, wie Kleber, Nieten oder Schrauben, hergestellt, so dass diese Metallschaumverbundkörper auch eine hohe ästhetische Anziehungskraft besitzen.

**[0005]** Allerdings sind diese Bauplatten verhältnismäßig teuer, da sie in individueller Einzelfertigung und ohne ein Anlagenregime, das eine mehrschichtige Auslastung gestattet, hergestellt werden.

**[0006]** Üblicherweise wird zur Herstellung der Aluminium-Schaumkörperelemente, die später nach dem temperaturbedingten Aufschäumen den Aluminium-Schaumkörper zwischen den Decklagen der Sandwich-Platte bilden, ein Aluminium-Metallpulver mit einem Treibmittel, z.B.  $TiH_2$  vermischt und anschließend mittels eines Presskolbens in einem Axial-Pressformschritt verdichtet. Beim Axial-Pressen wird ein zylindrischer Block aus dem pulvermetallurgischen Schäummaterial durch eine Düse zu einem schäumfähigen Formmaterial verpresst. Anschließend wird das Formmaterial (Halbzeug, Al-Schaumkörperelemente) zum Schäumen in eine Form oder in das auszusäumende Bauteil gelegt und nach Erhitzen der Schäumform oder des Bauteiles mit dem Schaumstoffmaterial (Al-Schaumkörperelemente) das Bauteil ausgeschäumt. Nach gewünschter Ausbildung des Metallschaumes wird das Bauteil abgekühlt.

**[0007]** Ein Verfahren zur Herstellung eines Metallschaumverbundkörpers unter Einsatz eines walzverdichteten Behälters als Rohling ist aus der EP 1 423 222 B1 bekannt, wobei allerdings ein verhältnismäßig kompliziertes Verfahren zur Ausbildung des Rohlings unter Einfüllen eines vorgemischten Metall-/Treibmittelpulvers in einen Container ein Vorverdichten des Pulvers und eine Evakuierung des Containers nach dessen gasdich-

ten Verschließen erforderlich sind.

**[0008]** Dieses Herstellungsverfahren für einen Rohling aus Verbundwerkstoff der einerseits ein schäumbares Kernmaterial aus Metall oder Metalllegierung und Treibmittel und andererseits die Deckschichten gebildet aus den oberen und unteren Wänden des Behälters aufweist, ist allerdings verhältnismäßig aufwendig.

**[0009]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Metallschaumverbundkörpern anzugeben, die sich gegenüber dem Stand der Technik durch eine wesentliche Vereinfachung hinsichtlich der Verfahrensführung und damit hinsichtlich der Herstellungskosten ausführen lassen.

**[0010]** Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde einen entsprechend vorteilhaft herstellbaren Metallschaumverbundkörper anzugeben.

**[0011]** Die vorgenannten Aufgaben werden erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1, 11, 12 und 13 gelöst.

**[0012]** Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass in einen vorbereiteten Metallbehälter dessen obere und untere Wände die späteren Deckschichten des fertigen Metallschaumverbundkörpers bilden, das schäumbare Material, d.h. das Material aus Metall oder einer Metalllegierung und einem Treibmittel, insbesondere Aluminium oder eine Aluminiumlegierung und Treibmittel ( $TiH_2$ ) als bereits vereinigte gepresste Halbzeuge eingelegt werden. Anschließend wird der so befüllte Behälter allseitig verschlossen und in einem Umform-, vorzugsweise Walzprozess hochverdichtet, unter wesentlicher Dickenreduzierung und auf diese Weise ohne Vakuum- oder Gasführungsprozesse oder die Verarbeitung von Metall- oder Treibmittelpulvermischungen ein Rohling aus Verbundwerkstoff hergestellt, der aus dem schäumbaren gepressten Halbzeugmaterial und den Deckschichten in einem hochverdichteten Verbund besteht. Dieser wird als Rohling einem nachfolgenden Ofenprozess zum Aufschäumen des zwischen den Deckschichten gebildeten, mit dem gepressten Halbzeug aus schäumbarem Material ausgefüllten Innenraumes zur Ausbildung eines Sandwich-Metallschaumverbundkörpers, vorzugsweise mit einem geschlossenporigen Schaumkörper, unterzogen.

**[0013]** Derartige Sandwich-Schaumkörperplatten sind wesentlich leichter und von hoher Dämpfungskapazität als Leichtbauplatten aus z. B. Aluminium-Vollmaterial, insbesondere wenn auch die Deckschichten aus Aluminium bestehen.

**[0014]** Vorzugsweise werdend die gepressten Halbzeuge als Stäbe, Stangen oder auch als plattenförmige Elemente in sich kreuzenden Lagen oder auch als Kleinkörper oder Granulat in den Innenraum des Behälters eingelegt, so dass der Innenraum des Behälters praktisch vollständig befüllt ist, ehe der Behälter z. B. durch Schweißen oder in sonstiger Weise vollständig verschlossen wird und einem Umformvorgang, insbesondere Walzvorgang zur Herstellung des verdichteten Roh-

lings unterzogen wird.

**[0015]** Ggf. wird der Rohling vor der Weiterverarbeitung zu einem Metallschaumverbundkörper, wie einer Sandwichplatte mit Deckschichten (behälterabhängig) z. B. Aluminium oder aus Stahl noch geschnitten, um entsprechende Fertigmaße vor oder nach dem Ausschäumen des Metallschaumkörperelementes sicherzustellen.

**[0016]** Vorzugsweise erfolgt die Fertigmaßbearbeitung in Hinblick auf z. B. eine Plattengröße der Sandwichplatten vor dem Ofenprozess unter einer Trennbehandlung des Rohlings.

**[0017]** Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In diese zeigen:

Fig. 1 einen grundsätzlichen Verfahrensablauf eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallschaumverbundkörpers, insbesondere einer Sandwichplatte;

Fig. 2 eine Skelettdarstellung eines Behälters;

Fig. 3 eine stirnseitige Ansicht des Behälters nach Figur 1;

Fig. 4 eine Schnittdarstellung des mit dem gepressten Halbzeugmaterial aus einem schäumbaren Leichtmetallmaterial befüllten Behälters;

Fig. 5 eine Schnittdarstellung eines Rohlings für die Herstellung eines Metallschaumverbundkörpers in Schnittdarstellung nach einem Umform-, insbesondere Walzprozeß;

Fig. 6 eine Einzelheit der Lagenanordnung des gepressten Halbzeugmaterials in den Behälter nach Figur 4;

Fig. 7 eine Einzelheit der Entlüftungsöffnungen in einer Stirnseite des Behälters nach Figur 3;

Fig. 8a eine Außenansicht des befüllten, mit dem gepressten Halbzeugmaterial aus gepresstem Halbzeug aus schäumbildendem Leichtmetallmaterial befüllten Behälters vor dem Umformen (insbesondere Walzen), und

Fig. 8b eine räumliche Darstellung eines verdichteten Rohlings mit abgetrennten Stirnwänden des Behälters, vorbereitet zur Überführung in einen Prozessofen zur Durchführung Schäumprozesses zur Ausbildung einer Metallschaumkörperverbundplatte (Sandwich).

**[0018]** Das Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird schematisch anhand des Verfahrensablaufes von Figur 1 erläutert.

**[0019]** Das für die Herstellung des jeweiligen geschäumten Metallschaumverbundkörpers, insbesondere einer Metallschaum-Verbundplatte als Sandwich (AFS oder SAS (Aluminium-Schaumkern-Verbundplatte, Stahl-Aluminiumkern-Verbundplatte)) jeweils erforderliche Deckschichtmaterial bestimmt die Herstellung eines parallelepipedförmigen, insbesondere plattenförmigen Behälters, der den späteren Rohling für die Herstellung der Sandwichplatte als hier vorgesehene Ausführungsform des Metallschaumverbundkörpers bildet. Die Deckschichtmaterialien 1, 2 des Behälters 100 bilden also die zukünftigen Deckschichtplatten des Fertigbauteiles und diese bestehen üblicherweise Aluminium oder einer Aluminiumlegierung oder aus Stahl, wobei diese über Stirn- und Seitenplatten 3, 4 zu einem Behälter verbunden, vorzugsweise verschweißt werden.

**[0020]** Zunächst wird der Behälter 100 (siehe Fig.1) als offener Behälter ausgebildet und es wird in diesen das schäumbare Material zur Bildung des Schaumkernes als gepresstes Halbzeug 6 auf Aluminiumbasis, im Allgemeinen eine Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung, in der das Treibmittel (im Allgemeinen  $TiH_2$  integriert enthalten ist, eingelegt.

**[0021]** Die gepressten Halbzeuge 6 werden dabei vorzugsweise in Form von Stäben oder Stangen mit vorzugsweise rechteckigem Querschnitt ausgebildet (vgl. Figur 4), die kreuzweise, d. h. in sich kreuzenden Lagen in die Öffnung des Behälters 100 eingestapelt werden. Sodann wird Behälter 100 durch die obere Deckplatte 1, d. h. die obere Behälterwand verschlossen, wobei dieser Zustand als zeichnerische Darstellung in Figur 4 dargestellt ist. Vorzugsweise wird der Behälter 100 dicht verschweißt. Um der innerhalb des Behälters 100 und der Struktur aus gepresstem Halbzeugmaterial-Stangen 6 von vorzugsweise rechteckigem Querschnitt enthaltenen Luft (vgl. Figur 6) in Verbindung mit der nachfolgenden hochgradigen Verdichtung des Behälters 100 durch einen anschließenden Umformprozess das Ausströmen zu ermöglichen, werden Entlüftungsbohrungen 5 in einer vorzugsweise in beiden Stirnwänden 3 oder auch an den Längsseiten des Behälters 100 vorgesehen.

**[0022]** Nach dem Verschließen des Behälters 100 wird dieser also einem hochgradigen Umform- und Verdichtungsprozess insbesondere einem Walzprozess unterworfen, der zu einer drastischen Verdichtung des gesamten Behälters 100 einschließlich des in ihm enthaltenen schäumbaren Halbzeugmaterials 6 und drastischen Dickenverringerung führt, wobei zugleich eine intermetallische Verbindung zwischen den oberen und unteren Lagen des schäumbaren Halbzeugmaterials 6 und oberen Deckschichtmaterial 1 bzw. dem unteren Deckschichtmaterial 2 eintritt.

**[0023]** Auf diese Weise wird aus dem Behälter 100 mit dem in diesem enthaltenen schäumbaren Materialstapel aus gepresstem, schäumbaren Halbzeugmaterials 6 vorzugsweise bestehend aus  $AlMg_3(...)_4Si_6TiH_21\%$  oder  $AlMg_1Si_{0,6}TiH_20,8\%$  ein Rohling aus Verbundwerkstoff gebildet, der anschließend ggf. geschnitten bzw. auf das

gewünschte Fertigmaß des späteren Metallschaumkern-Sandwich gebracht wird und so vorbereitet in einem hier nicht näher dargestellten Ofenprozess ausgeschäumt wird zur Herstellung des fertigen Metallschaumverbundkörpers.

**[0024]** Vorzugsweise wird der Behälter in einem Maß von z. B. 300 x 160 cm mit einer Höhe (Dicke) von 10 cm gebildet wohingegen die später zu entfernenden Seitenbleche z. B. nur eine Dicke von 2,4 cm aufweisen. Eine solche Ausbildung führt zu einem Endprodukt als Sandwich-Platte mit einer Dicke von ca. 20 mm, wobei ein innerer Schaumkern eine Dicke von ca. 60 mm aufweist, mit Decklagen (obere und untere Deckschichtmaterialplatten 1 bzw. 2) mit einer Dicke von ca. 2 mm).

**[0025]** Selbstverständlich können auch unterschiedliche Materialien für die Deckschichten 1, 2 und die Stirn- bzw. Längsbleche 3, 4 des Behälters 100 gewählt werden.

**[0026]** Auf diese Weise ist eine wesentliche Steigerung der Effizienz des Herstellungsprozesses für den Metallschaumverbundkörper in Gestalt der Vorbereitung des entsprechenden Rohlings möglich.

**[0027]** Figur 1 zeigt die Behälterstruktur 100 in Skelettdarstellung mit der Schnittdarstellung A-A dargestellt in Figur 5, wobei diese jedoch den Zustand des fertig verdichteten Rohlings nach dem Walzprozess mit den Deckschichten 1 und 2 und dem verdichteten gepressten Halbzeugmaterial 6 darstellt.

**[0028]** Figur 3 ist ein Blick auf die Stirnseite 3 des Behälters 100 mit den dort vorgesehenen Lüftungsöffnungen 5, die das Entweichen der Luft aus dem Behälterverbund in Verbindung mit dem vorzugsweise durch Walzen realisierten Verdichtungsprozess zur Herstellung des Rohlings, der in Figur 5 dargestellt ist, vorgesehen sind.

**[0029]** Fig. 4 zeigt eine Einzelheit in der Anordnung der Entlüftungsöffnungen 5 an der Stirnseite 3 des Behälters 100 während Figur 6 die inherenten Luft einschüsse innerhalb der Stapelanordnung ausgepressten Halbzeugen 6 nach Einschichten in den Behälter 100 (siehe Figur 4 verdeutlicht). Figur 6 ist eine Einzelheit aus Figur 4. In diesen sind die gepressten Halbzeuge aus schäumbaren Material auf Aluminium-Magnesium-Silizium-Basis kombiniert mit dem Treibmittel lagenweise und quer d. h. unter lagenweiser Kreuzung im wesentlichen um 90° in den Behälter 100 eingeschichtet. Figur 4 zeigt also den mit Schweißnähten 6 verschlossenen Behälter vor dem Verdichtungsprozess zur Ausbildung des Rohlings der vorzugsweise durch Walzen hergestellt wird und zu einer drastischen Dickenreduzierung führt. Vorzugsweise im Anschluss werden je nach Gestaltung der späteren Sandwichplatte die gegenüberliegenden Stirnseiten des Rohlings abgetrennt, sodass, wie in Figur 8b gezeigt, der fertige Rohling zur Vorbereitung für den anschließenden Ofenprozess die gepressten Halbzeugstangen zu einem hochvorverdichteten Körper freilegt, wie dies Figur 8b verdeutlicht.

**[0030]** In Figur 8a ist der befüllte Behälter 100 vor dem

Umformvorgang (Walzen) gezeigt.

**[0031]** Durch die Erfindung wird eine wesentlich effizientere Herstellungsmethode zur Vorbereitung eines Rohlings aus Verbundwerkstoff zur Bildung eines Metallschaumverbundkörpers in einem anschließenden Ofenprozess geschaffen.

**[0032]** Derartig geschäumte Sandwichplatten sind insbesondere als Behälterwände für gefährliche Transportgüter oder werden im Fahrzeug- und Schiffbau oder in der Luft- und Raumfahrttechnik verwendet. Sie verbinden verhältnismäßig geringes Gewicht mit außerordentlicher Festigkeit und Dämmwirkung gegenüber thermischen oder akustischen oder auch aus Druckwellen herrührenden Belastungen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Metallschaum-Verbundkörpern, insbesondere Sandwichplatten, mit Decklagen (1, 2) aus Aluminium oder Stahl und einem Metallschaumkörper aus Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung zwischen den Decklagen (1, 2), wobei gepresste Halbzeuge (6) aus Leichtmetall oder einer Leichtmetall-Legierung und einem Treibmittel in einen vorgefertigten Behälter (100) eingelegt und nach Befüllen des Behälters (100) dieser durch einen Umformprozess unter Dickenreduzierung zu einem Rohling (8) aus Verbundwerkstoff, bestehend zumindest aus Behälterwandungen und einem Kern aus gepresstem Aluminium-Schaumkörperhalbzeug (6) verdichtet wird und der Rohling (8) anschließend in einem Ofenprozess zur Bildung eines geschlossenporigen Schaumkörpers aus Leichtmetall oder einer Leichtmetall-Legierung zur Ausbildung eines Metallschaumverbundkörpers erwärmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gepresste Halbzeug (6) aus  $\text{AlMg}_3$  (bis 4)  $\text{Si}_6$  (+/-1)  $\text{TiH}_{21}$  oder  $\text{AlMg}_1\text{Si}$  0,6  $\text{TiH}_2$  0,8 besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (100) aus Deckblechen (1, 2) mit einer Materialstärke besteht, die ein Mehrfaches der Materialstärke von Stirn- oder Seitenblechen des Behälters (100) aufweist.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (100) nach mehrlagigem Einlegen des gepressten Halbzeugmaterials (6) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung und Treibmittel allseitig verschlossen, insbesondere verschweißt wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gepress-

te Halbzeugmaterial (6) aus Aluminium oder Aluminiumlegierung und Treibmittel in Form von Stangen oder Stäben in den Behälter (100) mehrlagig eingelegt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagen aus gepresstem Halbzeugmaterial (6) innerhalb des Behälters (100) kreuzförmig zueinander angeordnet sind und aufeinander liegen. 5
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Innenraum des Behälters (100) durch das gepresste Halbzeugmaterial (6) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung und Treibmittel im Wesentlichen vollständig ausgefüllt ist. 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (100) zumindest eine Entlüftungsöffnung (5) aufweist, vorzugsweise an einer der Stirnseiten (3), und/oder wobei der Behälter (100) an seinen Stirnseiten (3) Entlüftungsöffnungen (5), vorzugsweise mit einem Durchmesser von ca. 5 mm aufweist. 15
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8 zur Bildung einer Metallschaumverbundplatte mit einer Schaumkerndicke von ca. 16 mm und einer Decklagendicke von jeweils ca. 2 mm ein Innenraum des Behälters eine Dicke von ca. 200 mm und die Deckbleche des Behälters (100) beiderseits des Innenraumes eine Dicke von ca. 100 mm aufweisen und vor dem Walzen der mit dem gepressten Halbzeugmaterial befüllte Behälter einen Dicke von ca. 400 mm aufweist. 20
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Umformen, insbesondere Walzen der Rohling aus Verbundwerkstoff aus gepresstem Halbzeug (6) und Deckschichten (8) vor oder nach einem Ofenprozess zur Ausschäumung (1, 2) des Schaumkernmaterials geteilt wird. 25
11. Rohling zur Herstellung eines Metallschaumverbundkörpers gebildet aus einem verdichteten, insbesondere gewalzten Behälter (100) in den mehrlagig gepresstes Halbzeugmaterial (6) aus Leichtmetall, insbesondere Aluminium oder Aluminiumlegierung und Treibmittel eingelegt ist, verdichtet durch Umformen, insbesondere Walzen. 30
12. Metallschaumverbundkörper aus Deckschichten und einem Schaumkern aus Leichtmetall, insbesondere Aluminium oder Aluminiumlegierung gebildet aus einem Behälter (100) mit in diesen eingelegten 35

gepressten Halbzeugen (6) aus Leichtmetall, insbesondere Aluminium oder einer Aluminiumlegierung mit Treibmittel unter Bildung eines geschlossenporigen Schaumkernes in einem Ofenprozess.

13. Verwendung des Metallschaumverbundkörpers nach Anspruch 12 als LeichtbauStrukturelement, insbesondere im Schiffbau, der Luft- und Raumfahrttechnik oder der Fahrzeugtechnik zur Energieabsorption oder als Wandungsmaterial von Transportbehältern (insbesondere für Gefahrgüter). 40

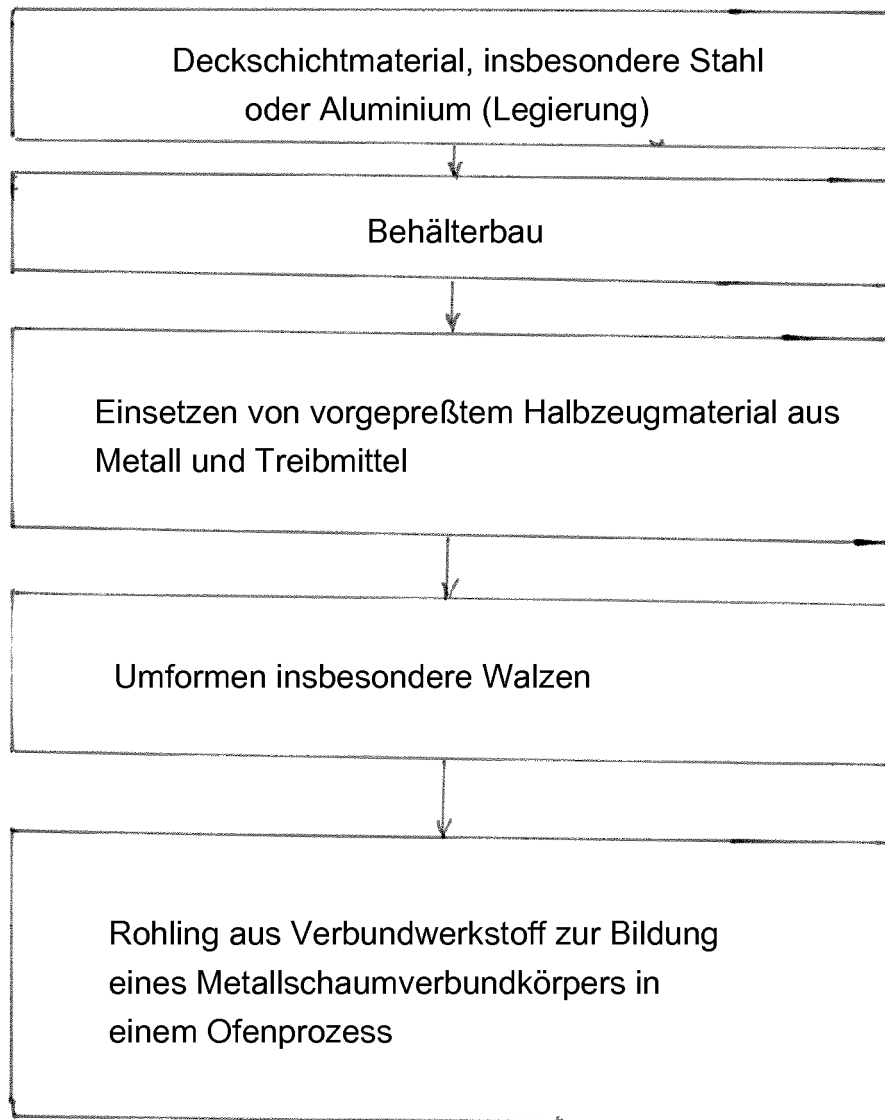
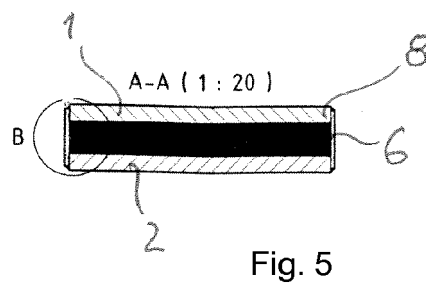
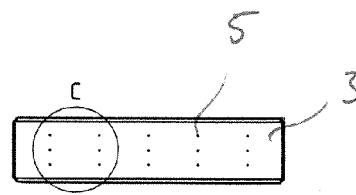
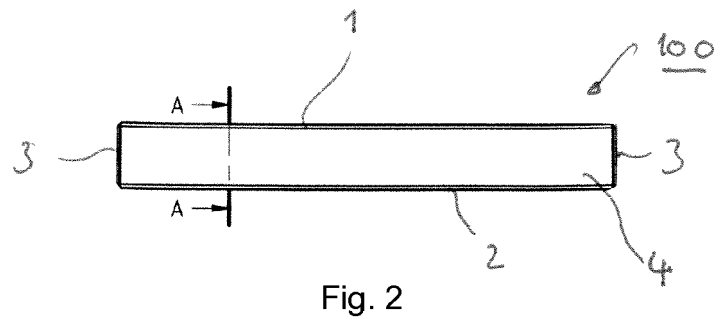


Fig. 1



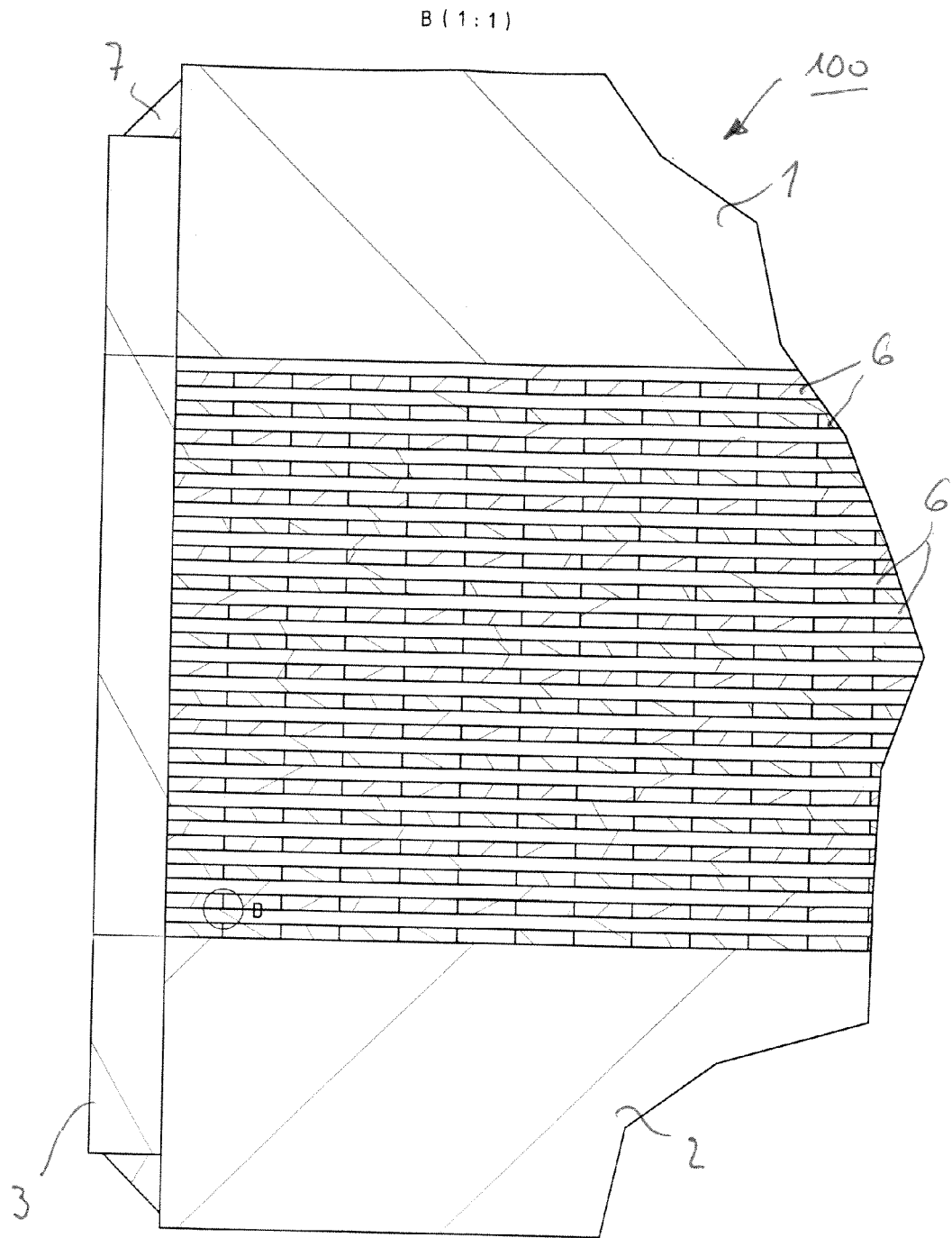


Fig. 4



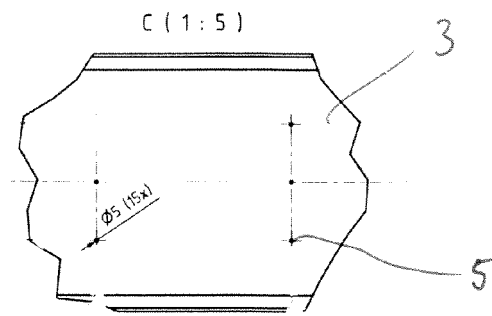


Fig. 7

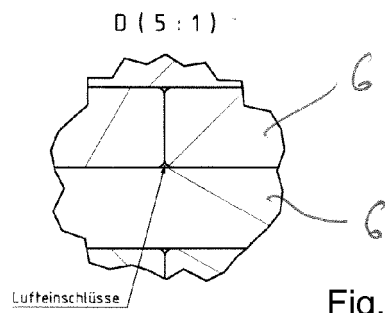


Fig. 6

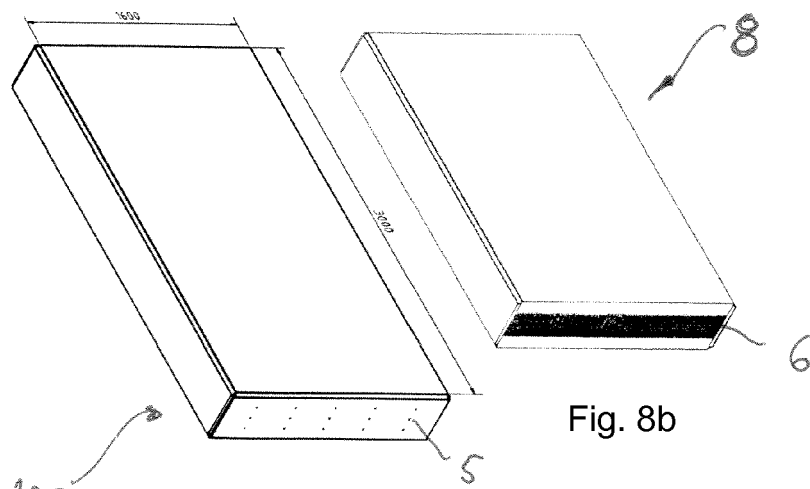


Fig. 8a

Fig. 8b



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 19 7073

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 000 690 A2 (SCHUNK SINTERMETALLTECHNIK GMB [DE]) 17. Mai 2000 (2000-05-17) * Spalte 2, Absatz [0009] * * Spalte 3, Absätze [0011]-[0012], [0014]-[0019] * * Spalte 4, Absatz [0025]; Abbildung 2 * * Spalte 5, Absatz [0027]; Abbildung 3 * * Spalte 6, Absatz [0031] *	1-13	INV. B22F3/11 B22F3/18 B22F7/00 C22C1/04 C22C1/08
A	WO 2006/005150 A1 (VATCHIANTS SERGUEI [CA]) 19. Januar 2006 (2006-01-19) * das ganze Dokument *	1-13	
A	EP 1 036 615 A1 (SCHUNK SINTERMETALLTECHNIK GMB [DE]) 20. September 2000 (2000-09-20) * das ganze Dokument *	1-13	
A	WO 2004/058435 A1 (KARMANN GMBH W [DE]; BUNSMANN WINFRIED [DE]) 15. Juli 2004 (2004-07-15) * das ganze Dokument *	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22F C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 28. März 2017	Prüfer Helgadóttir, Inga
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 19 7073

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-03-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1000690 A2	17-05-2000	AT 277710 T DE 19852277 A1 EP 1000690 A2	15-10-2004 25-05-2000 17-05-2000
WO 2006005150 A1	19-01-2006	KEINE	
EP 1036615 A1	20-09-2000	AT 296179 T EP 1036615 A1	15-06-2005 20-09-2000
WO 2004058435 A1	15-07-2004	AU 2003289834 A1 DE 10260419 A1 WO 2004058435 A1	22-07-2004 08-07-2004 15-07-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- EP 1423222 B1 [0007]