



(11) **EP 3 831 592 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.11.2024 Patentblatt 2024/45

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B31D 3/00 ^(2017.01) **B31D 3/04** ^(2006.01)
B31D 5/00 ^(2017.01) **B65D 5/49** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20212047.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B31D 3/002; B31D 3/04; B31D 5/0004;
B65D 5/48026; B31B 2120/25; B31D 5/0026

(22) Anmeldetag: **04.12.2020**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ZELLSTRUKTUR, ZELLSTRUKTUR UND VERWENDUNG**

METHOD FOR MANUFACTURING A CELL STRUCTURE, CELL STRUCTURE AND ITS USE

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE STRUCTURE CELLULAIRE, STRUCTURE CELLULAIRE ET UTILISATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **06.12.2019 DE 102019133452**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.06.2021 Patentblatt 2021/23

(73) Patentinhaber: **Technische Universität Dresden 01067 Dresden (DE)**

(72) Erfinder:
• **LIPPITSCH, Stefan**
01099 Dresden (DE)
• **WAGENFÜHR, André**
01109 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Gottfried, Hans-Peter**
Patentanwalt
Messering 8f
01067 Dresden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 681 963 FR-A- 1 395 153
US-A- 3 809 593

EP 3 831 592 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 Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer expandierbaren Zellstruktur, die wenigstens eine Zellschicht umfassende Strukturlage und wenigstens eine erste Grenzschicht aufweist, wobei die Zellschichten Zellwände der Zellstruktur im expandierten Zustand bilden, wobei die Zellwände Längsstegen und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden Längsstegen erstreckende Zwischenstege umfassen, und wobei in der wenigstens einen Strukturlage alle Zellschichten aneinander liegen, wobei die wenigstens eine Strukturlage in einer Expansionsrichtung, senkrecht zur Ausdehnung der wenigstens einen Strukturlage in die Breite, in der Weise aus einem planar Zustand zu einer Strukturlage im expandierten Zustand expandierbar ist, dass sich die Zwischenstege gegenüber den Längsstegen aufrichten. Der planare, unexpandierte, nicht aufgerichtete Zustand der Zellstruktur stellt zugleich den Transport- und Lagerzustand, beispielsweise vor dem Befüllen der Zellen, dar. Die Zellschichten liegen im planar Zustand aneinander und sind an den zur Ausbildung der Zellstruktur benötigten Fügestellen miteinander gefügt. Durch das spätere Aufrichten und somit der Umformung der Zellschichten aus dem planar Zustand heraus, ergeben sich letztlich die Zellen in der angestrebten und erwünschten Form und Ausprägung. Eine Strukturlage ist die kleinste Einheit, die selbstständig eine Zellstruktur darstellt, aber auch mit weiteren Strukturlagen zu einer größeren Zellstruktur zusammengefügt werden kann.

[0002] In der Verpackungsbranche wird die Unterteilung von Packräumen häufig mit Hilfe von Gefachen durchgeführt. Bei einem herkömmlichen Gefache handelt es sich um gekreuzte, ineinandergesteckte, einzelne Karton- oder Pappstreifen. Sie werden zur Trennung von Packgütern verwendet und haben somit eine Sortier-, zumeist aber zusätzlich auch eine Schutzfunktion. Ein großer Vorteil gängiger Gefache besteht in der Möglichkeit, sie in nicht expandierter, planar Form mit geringem Platzbedarf zu transportieren und zu lagern.

[0003] Gefache erfordern einen vergleichsweise aufwändigen Herstellungsprozess. Das liegt daran, dass die einzelnen Elemente, die Karton- oder Pappstreifen, aus denen Gefache bestehen, zunächst aus Bögen gestanzt werden. Dabei werden auch die Schlitzte hergestellt, die für das spätere Zusammenfügen durch Zusammenstecken erforderlich sind. Die zum Stecken benötigten Freiräume führen unter Belastung des Gefaches zu Spannungsspitzen, was zu einer Minderung der Stabilität führt. Die gestanzten Einzelteile sind anschließend aufwändig zu vereinzeln, zu handhaben und ineinanderzustecken. In Anbetracht der enormen Mengen an Verpackungen und somit auch Gefachen stellt jede Lösung eine erhebliche Verbesserung dar, welche eine vergleichbare Funktion bei kostengünstigerer Herstellung ermöglicht.

[0004] Zudem bedingt die aufwändige Herstellung durch Stanzen hergestellter Gefache auch große Stück-

zahlen, was gleichbedeutend mit einer geringen Flexibilität ist. Denn selbst Gefache mit gleicher Zellstruktur, jedoch unterschiedlicher Höhe erfordern immer ein neues Stanzwerkzeug.

[0005] Eine einfachere Herstellbarkeit bieten Hexagonalwabenkerne, bei denen keine aufwändige Handhabung einzelner Bestandteile benötigt wird. Allerdings bringen herkömmliche Hexagonalwabenkerne Nachteile mit sich, die je nach Anwendungsfall die Verwendung als Gefach ausschließen oder stark einschränken. Beispielsweise verjüngt sich ein Hexagonalwabenkern beim Expandieren in der Richtung quer zur Expansionsrichtung. Dies verhindert beispielsweise einen Einsatz für effektive Verpackungslösungen, bei denen der nicht expandierte Kern direkt mit der Verpackung verklebt und erst beim Anwender aufgerichtet wird. In diesem Fall würden sehr ungleichmäßige, teils unbrauchbare Zellen entstehen. Ihre Verwendung ist nur auf sehr spezielle Fälle beschränkt, wie z. B. für die Verpackung von Eiern, wie in der Druckschrift DE 858 224 B beschrieben.

[0006] Aus der Druckschrift GB 1 001 804 A ist eine Verpackungseinheit bekannt, die ebenfalls auf einer expandierbaren Zellstruktur basiert. Die entstehende Zellenstruktur, die als Gefache zum Einsatz kommt, weist aber ausschließlich sechseckige Zellen gleicher Größe auf, wodurch die Einsatzmöglichkeiten stark eingeschränkt sind und überdies unbrauchbare Zellen am Rand der Verpackung resultieren.

[0007] Die Druckschriften DE 10 2014 117 146 A1 und DE 361 66 32 A1 beschreiben Herstellungsverfahren, die auf aufwändigen Trennverfahren wie Stanzen bzw. Lasern basieren. Die Druckschriften WO 00/012393 A1 und KR200481315 Y1 offenbaren ineinandergesteckte Gefache, die keine kontinuierliche, effiziente Fertigung ermöglichen. Die Druckschriften CN 102673889 A, US 5 875 608 A und JP 09187875 A haben ebenfalls ein gestecktes Gefach, bei dem darüber hinaus sechseckige Strukturen ausgebildet werden, zum Gegenstand.

[0008] Weitere bekannte Lösungen mit einer sechseckigen, undefiniert expandierenden Wabenstruktur sind aus den Druckschriften DD 35 395 A1, DE 198 45 991 A1, DE 195 07 563 A1, DE 1 152 520 A und US 2007/ 0 051 661 A1 bekannt. Bei der Druckschrift US 2007/ 0 051 661 A1 kann die an sich undefinierte sechseckige Wabenstruktur durch einen Rahmen zu einer teilweise definierten Expansion gezwungen werden.

[0009] Die US 3 809 593 A zeigt die Herstellung einzelner Zellstrukturmodule aus Bahnen und Streifen, wobei ein Modul aus einer Boden- und einer Decklagenbahn, sowie einer Vielzahl dazwischen angeordneten und mit diesen verklebten streifenförmigen Zwischenstegen besteht. Die Bodenbahn wird mit der Deckbahn an den seitlichen Randbereichen verklebt, so dass Boden- und Deckbahn eines expandierten Zellstrukturmoduls jeweils einen äußeren Zwischensteg ausbilden. Zur Bildung beliebig großer Zellstrukturen werden die einzelnen Module übereinander angeordnet derart, dass die Deckbahn eines unteren Moduls mit der Bodenbahn des darüber an-

geordneten Moduls verklebt wird.

[0010] Die EP 0 681 963 A1 zeigt ein Verfahren zur Herstellung einer expandierbaren Zellstrukturlage, wobei eine Vielzahl von Bahnen unterschiedlicher Breite übereinander angeordnet und miteinander verklebt werden, so dass in Teilbereichen der Längsstege mehrere Materialschichten übereinander liegen. Jede einzelne dieser Bahnen bildet sowohl Längsstege als auch Zwischenstege aus. Ein Verbinden mehrerer Zellstrukturlagen miteinander ist nicht offenbart.

[0011] Bei der Expansion eines herkömmlichen Hexagonalwabenkerns verändert sich, über die ganze Länge des Kerns betrachtet, die Breite des Wabenkerns. Würde dieser dabei frei eingespannt sein, würde sich ein Strang mit zur Mitte hin gleichmäßig verringerter Breite ergeben. Dies ist beim herkömmlichen Expandieren jedoch meist nicht der Fall. Der Kern wird aus der nicht expandierten Form in die expandierte Form gezogen, wobei sich eine charakteristische Form für den gesamten Expansionsbereich einstellt.

[0012] Die Breitenreduktion und die einhergehende charakteristische Form kann auf die Einspannung beim Expansionsvorgang in Kombination mit dem elastischen Verhalten des Materials zurückgeführt werden. Während, entlang der Maschinenlaufrichtung (MLR) betrachtet, die Zellen von einer ideal flachen in eine ideal hexagonale Form überführt werden, weist jede einzelne Zelle mit zunehmendem Abstand zur Symmetrieebene eine unterschiedliche, asymmetrische und vom regelmäßigen Sechseck abweichende Form auf. Je kleiner die Zellweite und je länger der Expansionsbereich, desto weniger Einfluss hat die Expansion auf die Zellgeometrie einer einzelnen Zelle.

[0013] Dies ändert sich jedoch, wenn der geforderte Kern nur wenige Zellen umfasst, wie es beispielsweise bei der Verwendung als Gefache-Ersatz ist. Wird ein nur wenige Zellen umfassender Wabenkern expandiert und sind seine Stirnflächen dabei eingespannt, entsteht eine sehr ungleichmäßige Form.

[0014] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine expandierbare Zellstruktur und ein Herstellungsverfahren für die Zellstruktur anzubieten, das eine hohe Produktivität und Flexibilität bei der Anordnung und Gestaltung der Zellstruktur der einzelnen Zellen bietet, eine rechteckige Zellstruktur ermöglicht und dabei zugleich beim Expandieren eine definierte Verformung aufweist.

[0015] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1. Die Zellstruktur wird von einer nachfolgenden Zellstruktur durch wenigstens eine erste Grenzlage getrennt, während die untere Bahn oder eine zweite Grenzlage zur vorausgehenden Zellstruktur abgrenzen. Als erste Grenzlage kommt auch eine Bahn bzw. ein Abschnitt der Bahn ohne Klebstoffauftrag in Betracht.

[0016] Die Zelllagen bilden Zellwände aus, speziell Längsstege und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden

Längsstegen erstreckende Zwischenstege. Die Zelllagen entstehen beim Zuführen von Bahnen und Streifen. In der planen Strukturlage liegen alle Zellwände aneinander an, da die Bahnen und Streifen als plane Materialien zugeführt werden. Die wenigstens eine Strukturlage ist in einer Expansionsrichtung, senkrecht zur Ausdehnung der wenigstens einen Strukturlage, in der Weise aus einem planen Zustand expandierbar, dass sich die Zwischenstege gegenüber den Längsstegen aufrichten.

[0017] Dazu werden nach der Erfindung in einem ersten Verfahrensschritt mehrere endlose Zelllagen als Bahnen, die über die Breite der ersten Grenzlage durchgängige, im Bereich wenigstens einer Fügezone mit den Längsstegen verbundene Zelllagen für die Ausbildung der Zwischenstege zugeführt. Ergänzend sind Streifen vorgesehen, die nur einen Teil der Bahnbreite, insbesondere die Breite der Zwischenstege, einnehmen und zusätzlich beidseitig jeweils eine Verbindungsflasche für das Fügen in der Fügezone umfassen. Die Bahnen und, wenn vorhanden, die Streifen werden lagenweise übereinander zugeführt, sodass mehrere Lagen auf einmal ausgebildet werden können. Dies stellt einen ersten Verfahrensschritt dar.

[0018] Die Lagen werden in einem zweiten Verfahrensschritt bahnen- bzw. streifenweise im Bereich von Fügezonen und kontinuierlich derart durch Fügen miteinander verbunden, dass sich an die Fügezonen jeweils ein Gelenk unmittelbar anschließt. Letzteres ergibt sich durch das Wegbiegen der beiden verklebten Stege beim Expandieren. Vor allem bei stärkeren, biegesteifen Materialien ist ein Vorbereiten der Biegestellen vorteilhaft.

[0019] In einem dritten Verfahrensschritt werden als ein Strang vorliegende, an den Fügezonen verbundene Strukturlagen in Abschnitte getrennt, sodass sich nach dem Expandieren die nach dem letzten Verfahrensschritt fertiggestellte, ursprünglich plane Zellstruktur herausbildet. Die Länge der Abschnitte der Strukturlagen entspricht einer Wandhöhe der Zellstruktur. Die Strukturlage ist die kleinste Einheit, die selbstständig eine Zellstruktur darstellt, aber auch mit weiteren Strukturlagen zu einer größeren Zellstruktur zusammengefügt werden kann. Das Zusammenfügen erfolgt so lange, bis eine Grenzlage dies verhindert und eine neue Zellstruktur ermöglicht.

[0020] Es werden somit mehrere endlose oder quasi endlose Zelllagen übereinander zugeführt und im Bereich der Fügezonen miteinander zu einem quasi kontinuierlichen Strang der Strukturlagen verbunden. Nachfolgend wird der Strang in der geforderten Länge durch Trennen in Strukturlagen zerteilt, sodass sich nach dem späteren Expandieren die Zellstruktur mit einer Höhe, die der Länge der abgetrennten Abschnitte entspricht, herausbildet.

[0021] Ein bevorzugter Prozessablauf gliedert sich in folgende Teilschritte:

1. Zuführen von Streifen und Bahnen für die verschiedenen Zelllagen;
2. Vorbereiten der späteren Gelenkstellen durch Ril-

len, Ritzen oder Perforieren;

3. streifenförmiger Klebstoffauftrag auf die Bahnen und Streifen und

4. Verpressen dieser zum Strang von Strukturlagen;

5. diskontinuierliches Zuführen und Abtrennen der ersten, oberen Grenzlage als Abschluss einer Zellstruktur;

6. Abtrennen der nicht expandierten, verklebten Strukturlagen in einen Schacht, wobei für den Fall, dass mehrere Strukturlagen zur Zellstruktur zu verkleben sind, diese durch den vorherrschende Druck im entsprechend gestalteten Schacht miteinander verbunden werden;

7. eine plane, nicht expandierte Zellstruktur liegt beim Austritt aus dem Schacht fertig vor.

[0022] Der Beginn einer neuen Zellstruktur wird jeweils durch eine erste, untere Bahn der ersten Strukturlage gebildet, kann aber auch als eine gesonderte zweite Grenzlage diskontinuierlich zugeführt werden.

[0023] Dieses Herstellungsverfahren wird zur Produktion der Zellstruktur angewendet. Werden die Anzahl von Zelllagen, die Anzahl verklebter Strukturlagen, der Verklebungsort oder dessen Breite variiert, ergeben sich unterschiedliche Zellstrukturen. Die Länge der vom Strang abgetrennten Abschnitte der Strukturlage ergibt die Höhe der Zellstruktur. Die Höhe kann auch variiert werden, indem mit einem nichtlinearen Schnitt vorteilhafte Zellstrukturen mit unterschiedlich hohen Zellwänden entstehen.

[0024] Bevorzugt werden quasi endlose Zelllagen für mehrere Zellstrukturen zugleich zugeführt. Beginn und Ende einer neuen Zellstruktur werden durch die Grenzlage ohne Fügezonen, insbesondere ohne Klebstoffauftrag, an der von der Strukturlage abgewandten Seite, also der Außenseite der einzelnen Zellstruktur, ausgebildet.

[0025] Der Unterschied beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer expandierbaren Zellstruktur zur herkömmlichen Fertigung von Wabenkernen besteht nicht zuletzt darin, gezielt Zelllagen, beispielsweise Papierbahnen und Papierstreifen, je nach geforderter Zellstruktur, anordnen und definiert verkleben zu können. Die erzielte Struktur dient dann nicht nur als Kernstruktur für Sandwichbauteile, sondern bietet auch die Möglichkeit, anwendungsbezogenen Packräume zu unterteilen. Alle so herstellbaren Packmittel nutzen bei ihrer Expansion die kinematischen Eigenschaften von kombinierten Schubkurbel- und Parallelkurbelgetrieben.

[0026] Bevorzugt erfolgt das Fügen bei der Herstellung mittels eines streifenförmigen Klebstoffauftrags. Es können aber auch andere Fügeverfahren zum Einsatz kommen, wie z. B. Heißsiegeln einer entsprechend geeigneten Materialbahn oder die Verwendung eines mit entsprechend aktivierbaren Klebestreifen versehenen Materials. Die Aktivierung kann durch Wärme erfolgen, aber auch auf andere Weise entsprechend der Art des Klebstoffs.

[0027] Beim nichtlinearen Abtrennen der Abschnitte können unterschiedliche Höhenverläufe der Stegwände erzeugt werden. Hierzu ist eine entsprechend gestaltete Trenn- bzw. Schneidvorrichtung erforderlich.

5 **[0028]** Nach dem oben beschriebenen Verfahren ist ein Teil der Variabilität in der Größe der Fächer der Zellstruktur durch einfache Parametereinstellung möglich. Des Weiteren werden Produkte mit verbesserten mechanischen Eigenschaften, bei denen beispielsweise keine Spannungsspitzen infolge benötigter Stanzfreiräume für Fügenschlitze entstehen, sowie einer vereinfachten Handhabung ermöglicht. Im Bereich des Leichtbaus, speziell bei der sogenannten Sandwichbauweise, findet als Zellstruktur häufig ein so genannter expandierbarer Hexagonalwabenkern als Kernschicht zwischen Deck-
10 schichten Anwendung. Ein Vorteil bei der Herstellung derartiger Kerne nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist das sehr produktive Verfahren, mit dem ebenso kostengünstig expandierbare Zellstrukturen produziert werden können, zugleich aber die Nachteile der herkömmlichen Hexagonalwabenkerne vermieden werden.

[0029] Ein weiterer Aspekt betrifft eine expandierbare Zellstruktur, die wenigstens eine, in einem Ausgangszustand zunächst plane, Zelllagen umfassende Strukturlage aufweist, die beim Expandieren in einer Expansions-
25 richtung auseinandergezogen wird. Die Zelllagen, die übereinander angeordneten und teilweise miteinander verbundenen Schichten, bilden Zellwände, die als solche erst dann zur Wirkung gelangen, wenn die Zellstruktur expandiert wird und damit die Zellwände aufgerichtet werden. In der Strukturlage liegen alle Zellwände, die Längsstege und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden Längsstegen erstreckende Zwischenstege umfassen,
30 aneinander an. Die Strukturlage ist in einer Expansionsrichtung, senkrecht zur Ausdehnung der Strukturlage, in der Weise expandierbar, dass sich die Zwischenstege gegenüber den Längsstegen aufrichten und dadurch Räume, beispielsweise die Packräume für ein Gefache, freigeben. Während im nicht expandierten, planen Zustand der Strukturlagen die Zwischenstege im Wesentlichen parallel zu den Längsstegen liegen und einen Winkel von etwa 0° zueinander einnehmen, vergrößert sich
35 der Winkel in einem Gelenk beim Aufrichten auf bis zu 90°. Sobald die Gelenke einen Winkel von nahezu 90° einnehmen, sind die Zellen der Zellstruktur nahezu rechteckig.

[0030] Die wenigstens eine Strukturlage umfasst eine erste und eine zweite Grenzlage, von denen eine in der Regel bereits durch die untere Bahn gebildet wird. Die andere Grenzlage, in der Regel die obere bzw. letzte in der jeweiligen Zelllage, die in den Schacht abgetrennt und gefördert wird, wird bevorzugt durch einen Abschnitt einer unbeleimten Bahn gebildet. Die Grenzlagen bilden
40 den oberen und den unteren Abschluss einer Zellstruktur. Die Zellwände bilden zudem eine parallelkinematische Zellgeometrie aus. Allgemein wirken in einem parallelkinematischen Mehrachssystem alle Aktoren auf ei-

ne gemeinsame Plattform. Dadurch können die dynamischen Eigenschaften der Achsen identisch ausgelegt werden. Die Zellwände folgen dabei den kinematischen Eigenschaften kombinierter Schubkurbel- und Parallelkurbelgetriebe, nachfolgend als parallelkinematische Zellgeometrie bezeichnet. Daraus folgt auch, dass alle Zwischenstege in ihrer Länge gleich sein müssen.

[0031] Über die Breite durchgängige, im Bereich wenigstens einer Fügezone mit den Längsstegen verbundene Zelllagen sind für die Ausbildung der Zwischenstege vorgesehen. Die Breite der Längsstege kann dabei, im nicht expandierten und im expandierten Zustand, über die Zwischenstege hinausreichen bzw. müssen keine Zwischenstege einen äußeren, seitlich geschlossenen Randbereich im expandierten Zustand bilden. Weiterhin sind Zelllagen für die Ausbildung der Zwischenstege vorgesehen, die als Streifen, die nur die Breite des Zwischenstegs und beidseitig jeweils einer Verbindungslasche für das Fügen in der Fügezone umfassen. Durch diese Anordnung wird vorteilhafterweise bei der Expansion der wenigstens einen Strukturlage eine mit der Expansion einhergehende, undefinierte Verringerung der Breite der Zellstruktur verhindert.

[0032] Mehrere Strukturlagen aneinandergereiht, z. B. miteinander verklebt, bilden eine Zellstruktur, es genügt aber auch eine einzige Strukturlage. Deren Anzahl an Zelllagen und damit an expandierbaren Reihen von Zellen hängt ab von der Anzahl der gleichzeitig zuführbaren Bahnen und Streifen.

[0033] Der wesentliche Unterschied der vorliegenden Erfindung zum Stand der Technik besteht darin, dass nach der Erfindung Zellstrukturen entstehen, die in ihrer Zellgeometrie ausschließlich auf viergliedrigen Koppelgetrieben aufbauen statt auf ausschließlich sechsgliedrigen Koppelgetrieben, wie beim herkömmlichen Honigwabenkern. Die aneinandergereihten und miteinander verbundenen Viergelenkketten haben lediglich einen Freiheitsgrad. Durch eine zusätzliche Zwangsbedingung entsteht eine genau definierte Zellgeometrie und damit einhergehend die Zellstruktur mit ihren vorteilhaften Eigenschaften.

[0034] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform muss für jedes Fach seitlich eines zentralen sechsgliedrigen Koppelgetriebes eine weitere Zelllage aufgebracht werden. Wechselweise mit den durchgängigen Zelllagen, die als Bahnen zugeführt die Längs- und ggf. auch die die Zwischenstege bilden, ist es vorgesehen, dass die nicht expandierte Zellstruktur andere Zelllagen für die Ausbildung der Zwischenstege umfasst. Diese Zelllagen sind als Streifen, die nur die Breite des Zwischenstegs, zuzüglich einer Verbindungslasche auf jeder Seite für das Fügen in der Fügezone, umfassen, ausgebildet. Dadurch kommen über die Breite abschnittsweise getrennte und bevorzugt an den gesondert vorgesehenen Verbindungslaschen gefügte Streifen zum Einsatz, sodass unnötige Doppelungen oder mehrfache Überlagerungen von Material vermieden werden.

[0035] Die Zellwände bilden miteinander die parallel-

kinematische Zellgeometrie aus, indem in der wenigstens einen Strukturlage wenigstens ein sechsgliedriges Koppelgetriebe durch zwei in der Expansionsrichtung hintereinander angeordnete Reihen mit jeweils wenigstens einem viergliedrigen Koppelgetriebe flankiert wird. Das sechsgliedrige Koppelgetriebe erstreckt sich zwischen zwei Bahnen, die dessen Längsstege bilden. Die beiden viergliedrigen Koppelgetriebe flankieren das sechsgliedrige Koppelgetriebe an zumindest einer Seite, die durch jeweils zwei aneinandergrenzende Zwischenstege gebildet wird. Jedes der viergliedrigen Koppelgetriebe ist mit einem der Zwischenstege des sechsgliedrigen Koppelgetriebes verbunden.

[0036] Nach einer Ausführungsform ist jede Strukturlage symmetrisch aufgebaut und das zentrale sechsgliedrige Koppelgetriebe wird beidseits von der gleichen Anzahl an viergliedrigen Koppelgetrieben flankiert. Es ist weiterhin nach einer vorteilhaften Weiterbildung in jeder Strukturlage eine unterschiedliche Zellgeometrie mit unterschiedlichen Zellgrößen und/oder Wandhöhen vorgesehen.

[0037] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die nicht expandierte Zellstruktur über die Breite durchgängige, im Bereich wenigstens einer Fügezone mit den Längsstegen verbundene Zelllagen für die Ausbildung der Zwischenstege. Das Fügen erfolgt bevorzugt durch Verkleben mittels zuvor aufgetragener klebender insbesondere streifenförmiger Bereiche, alternativ durch gesonderten Klebstoffauftrag, einen Haftklebstoff oder auf andere geeignete Weise, wie z. B. ein Siegelverfahren. Die Fügezone muss nicht vollständig verklebt sein, jeweils ein verklebter Bereich an den Rändern der Fügezone ist ausreichend.

[0038] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, beim Einsatz einer Zellstruktur als Packmittel unterschiedliche Materialien, wie z. B. Wellpapp- und Kartonlagen miteinander zu kombinieren. Des Weiteren hat sich als vorteilhaft erwiesen, die späteren Knickstellen bereits vor dem Fügen der Bahnen und Streifen zum Strang der unexpandierten, planen Strukturlage die Bahnen und Streifen mittels Rillen, Ritzen oder Perforieren entlang einer Knicklinie vorzubereiten.

[0039] Ein weiterer Aspekt betrifft eine Verwendung einer Zellstruktur, die ein Zellwände umfassendes Gefache ausbildet. Dabei wird eine längenveränderliche Zellstruktur mit definierter Breitenänderung als ein Packmittel verwendet. Das Packmittel bildet auf Basis einer expandierbaren Zellstruktur, die ein Stegwände umfassendes Gefache, insbesondere zur Anordnung in einer Faltschachtel, aus. Dabei ist eine expandierbare Zellstruktur als Gefache vorgesehen. Vorteilhafterweise verlaufen die Stegwände im vollständig expandierten Zustand des Gefaches, wenn die Gelenke zwischen Längs- und Zwischenstegen einen Winkel von nahezu 90° einnehmen, rechtwinklig zueinander und parallel zu den Außenkanten des Packmittels. Ein besonderer Vorzug ergibt sich demnach, wenn das Gefache als eine Faltschachtel-Inneneinrichtung verwendet wird. Das Gefache kann auch

mit unterschiedlich großen Fächern und Steghöhenverläufen ausgebildet sein. Zudem muss die Zellstruktur nicht zwangsläufig 90° überexpandiert, sondern mit anderen Winkeln, beispielsweise mit 45° verbaut, werden.

[0040] Es ist weiterhin vorgesehen, dass die zuvor beschriebene expandierbare Zellstruktur auch als ein längenveränderliches Erzeugnis mit definierter Breitenänderung, wie z. B. in der Möbelbranche oder als druckfester Sandwichkern, vorteilhaft Verwendung findet. Dies ist beispielsweise auch mit lokal variierenden Trageigenschaften möglich, insbesondere indem die Zellgröße lokal, z. B. entsprechend der erwarteten Belastung, variiert wird. So resultieren durch lokal variierte Zellstrukturen Sandwichkernmaterialien mit partiell unterschiedlichen Trageigenschaften.

[0041] Die Erfindung bietet eine Abwandlung des Herstellungsverfahrens für herkömmliche Wabenstrukturen an, sodass mit diesem eben solche aufrichtbaren Zellstrukturen sehr effektiv hergestellt werden können. Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren bietet wesentliche Vorteile gegenüber dem Stand der Technik, z. B. durch andere, vor allem flexible Klebemuster in Abhängigkeit von der vorgesehenen Zellstruktur, die mögliche Verwendung von Streifen statt Bahnen und der Umstand, dass keine endlose Zellstruktur resultiert, sondern durch die unbeschichtete, kleberfreie Grenzlage einzelne Produkte trotz quasi kontinuierlicher Fertigung gebildet werden. Auf einfache Weise können Zellstrukturen, insbesondere mit sich wiederholendem Muster, durch Aneinanderreihung und Verklebung von Strukturlagen hergestellt werden.

[0042] Weitere wesentliche Vorteile der vorliegenden Erfindung liegen in der Anordnung von Stegelementen zur Bildung kinematischer Strukturen, welche bei der Expansion beispielsweise ein auf eine Aufgabe zugeschnittenes Packmittel ergeben. Das erfindungsgemäße Verfahren bietet darüber hinaus folgende Vorteile:

- das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf und ist angelehnt an ein industriell erprobtes Verfahren zur Herstellung bekannter Hexagonalwabenkerne als Zellstruktur;
- nur wenige Verfahrensschritte - dafür aber mehrfach wiederholt bzw. parallel ausgeführt - werden benötigt, was zu einem überschaubaren Prozess und Produktionssicherheit führt;
- hohe Produktivität durch kontinuierliche Verarbeitung von Bahnen und Streifen;
- kostengünstige Herstellung von Produkten;
- sehr variables Verfahren in Bezug auf die Produktgröße und die Mehrfachanordnung eines Musters bzw. einer Strukturlage in einer Zellstruktur;
- hohe Ausbringung bei kostengünstiger Produktion;
- Verarbeitung verschiedenster Materialien möglich, auch innerhalb eines Packmittels (z. B. auch Wellpappe).

[0043] Die Verwendung als Packmittel bietet, je nach

Ausführungsform, folgende vorteilhafte Eigenschaften:

- Form und Geometrie sehr flexibel für einzelne Anwendungen bzw. zu verpackende Gegenstände gestaltbar;
- anpassbar durch verschiedene Zellgrößen, -formen und -kombinationen sowie Materialien, die in einer Einheit realisierbar sind;
- expandierbar bzw. auffaltbar, dadurch geringe Lager- und Transportkosten;
- Produkte mit variabler Höhe können hergestellt werden;
- definierte Breitenreduktion der Zellstruktur bei der Expansion, so dass die typische Breitenreduktion herkömmlicher Hexagonalwabenkerne vermieden wird;
- Schwachstellen, wie beispielsweise Stanzfreiräume von Gefachen, werden vermieden, wodurch eine Schwächung der Struktur, vor allem durch konstruktionsbedingten Spannungsspitzen unter Belastung, entfällt;
- Mehrfachwände mit nahezu beliebigem Abstand können als Schutzfunktion bzw. zur Verstärkung geschaffen werden.

[0044] Die Verpackungsbranche stellt nur eine beispielhafte Anwendung für die Zellstruktur dar. So könnten auch weitere längenveränderliche Gegenstände, beispielsweise für die Möbelbranche, nach dem erfindungsgemäßen Prinzip hergestellt werden. Auch können derart hergestellte Zellstrukturen als spezielle Kernschichten für Sandwichverbünde Verwendung finden.

[0045] Anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und ihrer Darstellung in den zugehörigen Zeichnungen wird die Erfindung anhand des Stands der Technik, sowie Ausführungsformen von Zellstrukturen und einer Zellstrukturherstellvorrichtung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1: eine Draufsicht auf einen Wabenkern nach dem Stand der Technik;

Fig. 2: Draufsichten auf drei exemplarische Zwischenzustände eines Wabenkerns nach dem Stand der Technik während der Expansion in einen überexpandierten Zustand;

Fig. 3: eine perspektivische Ansicht eines Gefaches nach dem Stand der Technik;

Fig. 4: eine schematische Draufsicht auf drei exemplarische Zwischenzustände einer Ausführungsform einer Zellstruktur während der Expansion;

Fig. 5: eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Zellstruktur mit unterschiedlichen Wandhöhen nach der Expansion;

Fig. 6: eine schematische Draufsicht einer Ausführungsform einer Zellstruktur, optimiert hinsichtlich Materialausnutzung, gefügt aus Materialbahnen und -streifen;

Fig. 7: eine schematische perspektivische Ansicht

einer Zellstrukturherstellvorrichtung zur Durchführung einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 8: eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Zellstruktur in drei Stufen der Aufrichtung und

Fig. 9: eine schematische perspektivische Ansicht eines Packmittels, verwandt als Inneneinrichtung einer Faltschachtel.

[0046] Fig. 1 zeigt in der Draufsicht einen Wabenkern 1 nach dem Stand der Technik, der mit zwei parallelen Ebenen gefügt und anschließend expandiert wird und bei dem die einzelnen Waben durch Zellseparatoren 2 gebildet werden. Charakteristisch ist der Wechsel zwischen Einzel- und Doppelstegen die sich durch die Verklebung einzelner Zelllagen ergeben. Es zeigt sich, dass die gesamte Struktur im mittleren Bereich einschnürt und sich in der Breite verringert. Diese gängige Breitenreduktion zeigt das für viele Anwendungen nachteilige Verhalten eines herkömmlichen Wabenkerns, das mit der vorliegenden Erfindung überwunden wird.

[0047] Fig. 2 zeigt weitere Draufsichten auf drei exemplarische Zwischenzustände eines Wabenkerns 1 nach dem Stand der Technik während der Expansion, wobei ebenfalls zunächst vollständig unexpandierte und somit im Auslieferungszustand vorliegende Wabenkerne aufgerichtet und in eine sechseckige Wabenform gebracht werden. Ein nach oben gerichteter Pfeil zeigt die Expansionsrichtung an, in die der Wabenkern 1 auseinandergezogen wird. Danach werden die Zellen weiter gestreckt, bis eine nahezu rechteckige Form erreicht wird. Auch hier ist erkennbar, dass sich die Breite des Wabenkerns 1 bei der Expansion ungleichmäßig verringert.

[0048] Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Gefaches 6 nach dem Stand der Technik, wobei die einzelnen Zellen durch vier Gefachewände 7 gebildet werden. Diese weisen eine feste Länge auf, sodass beim Zusammenfallen und Auseinanderfallen ein Mechanismus basierend auf dem Prinzip von Parallelkurbelgetrieben wirkt. Nachteilig ist jedoch die aufwändige Herstellung derartiger Gefache, da die benötigten Zuschnitte vergleichsweise aufwändig herzustellen und ineinander zu stecken sind. Die zum Ineinanderstecken benötigten eingestanzten Schlitzte vermindern darüber hinaus die Stabilität und Festigkeit und fördern die Entstehung und das Wachsen von Rissen im Material.

[0049] Fig. 4 zeigt eine schematische Draufsicht auf drei exemplarische Zwischenzustände einer Ausführungsform einer Zellstruktur 20, umfassend eine Strukturlage 50 samt Grenzlage 32 während der Expansion. Nach dem planen, unexpandierten Zustand unter Buchstabe a) beginnt das Aufrichten in Pfeilrichtung, der Expansionsrichtung 12. Unter Buchstabe b) wird die teilweise aufgerichtete Zellstruktur 20 gezeigt, wobei das Ausführungsbeispiel aus mehreren rechteckigen Zellen besteht, die in Expansionsrichtung den Bedingungen von

Schubkurbeln mit gleich langen Kurbel- und Koppellängen sowie in Querrichtung den Bedingungen von Parallelkurbeln mit gleich langen Kurbeln genügen. Aus der beispielhaften Anordnung ergibt sich zudem eine sechseckige Zelle, die sich bei maximaler Aufrichtung an ein Rechteck annähert. Buchstabe c) zeigt die vollständig aufgerichtete Zellstruktur 20'.

[0050] Die Zellen der Zelllage 31, der Strukturlage 50 bzw. der Zellstruktur 20' werden durch Längsstege 34 und Zwischenstege 36 gebildet. Die Abgrenzung nach außen, zu einer weiteren Zellstruktur 20, erfolgt durch jeweils eine Grenzlage 32, die als eine Bahn zugleich den Längssteg 34 bildet. Die Längsstege 34 sind mit den Zwischenstegen 36 über Gelenke 37 verbunden. Die Zellstruktur 20, 20' ist von der Erfindung nicht umfasst, da sie nur aus Bahnen, ohne Streifen, besteht.

[0051] Fig. 5 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Zellstruktur 10" mit unterschiedlichen Wandhöhen. Dies wird erreicht, indem die Zellstruktur 10" beim Abtrennen der Strukturlage, hier nur auf einer Seite, der Oberseite, nicht geradlinig geschnitten wird. Stattdessen wird das gewünschte Höhenprofil durch die Wahl einer Schnittlinie beim Schnitt berücksichtigt.

[0052] Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht von oben einer weiteren Ausführungsform einer Zellstruktur 10', deren Zelllagen 31 aus Bahnen 122, 122', aber auch aus Streifen 132, 132' (vergleiche auch Fig. 7) besteht. Die Bahnen 122, 122' kommen dabei im gezeigten Ausführungsbeispiel für die Längsstege 34 zum Einsatz und sind mit mehreren Zwischenstegen 36 in jeweils einer Fügezone 38 über Verbindungslaschen 39 verbunden. Die Zwischenstege 36 sind dabei aus den Streifen 132, 132' ausgebildet, die die Breite des Zwischenstegs 36 zuzüglich Verbindungslaschen 39 aufweisen. Das Gelenk 37 bildet sich zwischen Zwischensteg 36 und Verbindungslasche 39 aus. Dies ist der Fall in der Strukturlage 50' und ebenfalls unmittelbar anschließend an die Fügezone 38.

[0053] Das Prinzip beim Aufrichten führt dazu, dass erwünschten Räume, Hohlräume bzw. Zellen entstehen. Bei der Verwendung von Bahnen in Kombination mit Streifen kann eine vorteilhafte ressourcenschonende Zellstruktur 10', 10" hergestellt werden.

[0054] Fig. 7 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung 110 zur Herstellung einer Zellstruktur 10. Das Aufrichten zur Zellstruktur 10', hier bereits mit dargestellt, erfolgt vorteilhafterweise später, insbesondere unmittelbar vor der Anwendung. Hier kommen nicht nur Bahnen 122, 122', sondern auch Streifen 132, 132' zum Einsatz. Dies führt in Kombination mit dem streifenförmigen Klebstoffauftrag, die entsprechend der vorgesehenen Zellstruktur gezielt aufgebracht werden, zu einer Zellstruktur 10, aus der bei der späteren Expansion die Zellstruktur 10' gemäß Fig. 6 resultiert.

[0055] Neben den Bahnen 122, 122', die von Bahnrollen 120, 120' entnommen werden, sind auch Streifen

132, 132' zur Bildung von Zelllagen 31 (vgl. Fig. 4 und 6) vorgesehen. Diese liegen in der Vorrichtung als Streifenrollen 130, 130' vor. Zur Herstellung der Fügezonen sind Einrichtungen zum Kleberauftrag, ausgeführt als Auftrageinrichtungen 144, 144' vorgesehen. Weiterhin ist eine Auftrageinrichtung 144" vorgesehen und derart ausgestaltet, dass ein intermittierender Klebstoffauftrag erfolgen kann. Bei unterbrochenem Klebstoffauftrag wird aus der Bahn 122 eine Grenzlage 32 gebildet, die eine Zellstruktur 10 von der nächstfolgenden abgrenzt, da die dann aneinander liegenden Strukturlagen 50 der beiden aufeinander folgenden Zellstrukturen 10 mangels Klebstoff nicht verkleben.

[0056] Es erfolgt weiterhin ein Verpressen der Bahnen 122, 122' und Streifen 132, 132' in dem gebildeten Strang der Strukturlagen 50 mittels Anpressrollen 142 zu einem Strang von Strukturlagen 50, gefolgt von dem Abschneiden der einzelnen Abschnitte von Strukturlagen 50 mittels Schneidvorrichtung 146 und Verpressen in einen Schacht 150. Zum Abschluss wird ein Abschnitt der Bahn 122 ohne Klebstoff als Grenzlage 32 in die Schneidvorrichtung 146 gefördert, von dieser ein Abschnitt abgetrennt und im Schacht 150 mit den dort bereits vorliegenden Strukturlagen 50 verpresst. Die aus dem Schacht 150 ausgegebene Zellstruktur 10 kann danach oder später aufgerichtet werden.

[0057] Fig. 8 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Zellstruktur 10 in drei Stufen der Aufrichtung

[0058] Die dargestellte Zellstruktur 10 umfasst eine einzelne Strukturlage 50 mit Zelllagen 31, die als Bahnen 122 und Streifen 132 zugeführt worden sind. Die Längsstege 34 stehen über die äußeren Fügezonen 38, an denen die Zwischenstege 36 mit den Längsstegen 34 verbunden sind, hinaus. Die Position der Zwischenstege 36 ist frei wählbar und über die Zuführung der Streifen 132 und deren Lage über die Arbeitsbreite einstellbar. Den Abschluss bildet die Grenzlage 32. Die Zellstruktur 10 weist keine Sechseckstruktur auf.

[0059] Fig. 9 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Packmittels, verwandt als Inneneinrichtung einer Faltschachtel 60, umfassend eine Ausführungsform einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Zellstruktur 10, und dessen Aufrichtung in den Schritten a) bis g)

[0060] Die Grenzlagen 32 bestehen hier aus beispielsweise silikonbeschichtetem Trennpapier, das später wieder entfernt wird, damit die nachfolgende Verklebung mit einem Faltschachtelzuschnitt 62 gewährleistet werden kann. Die Zellstruktur 10 wurde mit Haftklebstoff gefügt. Dies wird in den Schritten a) und b) dargestellt.

[0061] Im nächsten Schritt (Darstellung b) wird die Grenzlage 32, das Trennpapier, entfernt und die Zellstruktur 10 mit freigelegten klebenden Bereichen (Darstellung c) mit einem entsprechenden Faltschachtelzuschnitt 62 gefügt (Darstellung d).

[0062] Beim Aufrichten der Faltschachtel 60 in den

Schritten e) bis g) wird auch die Zellstruktur 10' aufgerichtet, es entsteht das fertige Packmittel. In diesem Fall ersetzt die Faltschachtel 60 mit den Wänden des Faltschachtelzuschnitts 62 beide Grenzlagen 32, die nur während der Fertigung als Trennpapier temporär zum Einsatz kamen.

Bezugszeichenliste

10 [0063]

1	Wabenkern (Stand der Technik)
2	Zellseparator (Stand der Technik)
6	Gefache (Stand der Technik)
7	Gefachewand (Stand der Technik)
10	Zellstruktur (mit Streifen)
10'	Zellstruktur (mit Streifen, aufgerichtet)
10"	Zellstruktur (mit Streifen, aufgerichtet, Höhe variierend)
12	Expansionsrichtung
20	Zellstruktur (ohne Streifen)
20'	Zellstruktur (ohne Streifen, aufgerichtet)
30	sechsgliedriges Koppelgetriebe
31	Zelllage
32	Grenzlage
34	Längssteg
36	Zwischensteg
37	Gelenk
38	Fügezone
39	Verbindungsflasche
40	viergliedriges Koppelgetriebe
50	Strukturlage einer Zellstruktur
50'	Strukturlage einer Zellstruktur (aufgerichtet)
60	Faltschachtel
62	Faltschachtelzuschnitt
110	Vorrichtung (Bahnen und Streifen)
120, 120'	obere, untere Bahnrolle
122, 122'	obere, untere Bahn
130, 130'	obere, untere Streifenrolle
132, 132'	oberer, unterer Streifen
142	Anpressrollen
144, 144'	obere, untere Auftrageinrichtung
144"	Auftrageinrichtung (zur Grenzlagenbildung)
146	Schneidvorrichtung
150	Schacht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer expandierbaren Zellstruktur (10), die wenigstens eine Zelllagen (31) umfassende Strukturlage (50) und wenigstens eine erste Grenzlage (32) aufweist, wobei die Zelllagen (31) Zellwände der expandierten Zellstruktur (10', 10") bilden, wobei die Zellwände Längsstege (34) und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden Längsstegen (34) erstreckende Zwischenstege (36) umfas-

sen, und wobei in der wenigstens einen nicht expandierten Strukturlage (50) alle Zellschichten (31) aneinander liegen, wobei die wenigstens eine Strukturlage (50) in einer Expansionsrichtung (12), senkrecht zur Ausdehnung der wenigstens einen Strukturlage (50) in die Breite, in der Weise aus einem planarisierten Zustand zu einer Strukturlage (50') expandierbar ist, dass sich die Zwischenstege (36) gegenüber den Längsstegen (34) aufrichten, wobei

- a. in einem ersten Verfahrensschritt mehrere endlose Zellschichten (31) als über die Breite senkrecht zur Expansionsrichtung (12) durchgängige Bahnen (122, 122') zur Ausbildung der Längsstege (34) und als Streifen (132, 132') für die Ausbildung der Zwischenstege (36) übereinander zugeführt werden, welche Streifen nur die Breite der Zwischenstege (36) zuzüglich beidseits jeweils einer Verbindungsflanke (39) aufweisen, mit der die Zwischenstege (36) in einer Fügezone (38) mit den Längsstegen (34) verbunden werden, wobei die Zellschichten (31) für die Ausbildung der Längsstege (34) jeweils im Bereich der Fügezone (38) mit den Zellschichten (31) für die Ausbildung der Zwischenstege (36) verbunden werden,
 - b. in einem zweiten Verfahrensschritt im Bereich der Fügezonen (38) die Bahnen (122, 122') und Streifen (132, 132') derart miteinander verbunden werden, dass sich an die Fügezonen (38) jeweils ein Gelenk (37) zu dem Zwischensteg (36) unmittelbar anschließt,
 - c. in einem dritten Verfahrensschritt von den an den Fügezonen (38) verbundenen Zellschichten (31) Strukturlagen (50) abgeschnitten werden, wobei die Länge der Abschnitte der Strukturlagen (50) einer Wandhöhe der Zellstruktur (10, 10', 10'') entspricht und
 - d. in einem vierten Verfahrensschritt die wenigstens erste Grenzlage (32) diskontinuierlich zugeführt und ein Abschnitt als Abschluss einer Zellstruktur abgetrennt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in einem nachfolgenden Verfahrensschritt mehrere Strukturlagen (50) im Bereich der Längsstege (34) gefügt und zu der Zellstruktur (10) verbunden werden, sodass sich nach dem Expandieren die Zellstruktur (10', 10''), herausbildet,
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Fügen mittels Klebstoffauftrags erfolgt.
 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei ein nichtlineares Zerteilen der gefügten Strukturlagen (50) vorgesehen ist und damit unterschiedliche Wandhöhen von Zellwänden (34, 36) in der

Zellstruktur (10'') erzeugt werden.

Claims

1. A method for manufacturing an expandable cell structure (10) comprising at least one structural layer (50) comprising cell layers (31) and at least one first boundary layer (32), wherein the cell layers (31) form cell walls of the expanded cell structure (10', 10''), wherein the cell walls comprise longitudinal and intermediate webs (36) extending between two adjacent parallel longitudinal webs (34), and wherein in the at least one non-expanded structural layer (50) all the cell layers (31) are in contact with one another, wherein the at least one structural layer (50) in an expansion direction (12), perpendicular to the extent of the at least one structural layer (50) in width, is expandable from a flat state to a structural layer (50') in the expanded state in such a way that the intermediate webs (36) straighten up with respect to the longitudinal webs (34), wherein
 - a. in a first process step, a plurality of endless cell layers (31) are supplied one above the other as continuous webs (122, 122') extending over the width perpendicular to the direction of expansion (12) for forming the longitudinal webs (34) and as strips (132, 132') for forming the intermediate webs (36) are supplied one above the other, which strips have only the width of the intermediate webs (36) plus a connecting flap (39) on each side, by means of which the intermediate webs (36) are connected to the longitudinal webs (34) in a joining zone (38) to the longitudinal webs (34), wherein the cell layers (31) for forming the longitudinal webs (34) are joined in each case in the region of the joining zone (38) to the cell layers (31) for forming the intermediate webs (36),
 - b. in a second process step, the webs (122, 122') and strips (132, 132') are joined to one another in the area of the joining zones (38) in such a way that a hinge (37) to the intermediate web (36) is directly adjacent to each of the joining zones (38),
 - c. in a third process step, structural layers (50) are cut from the cell layers (31) connected at the joining zones (38), wherein the length of the sections of the structural layers (50) corresponds to a wall height of the cell structure (10, 10', 10'') and
 - d. in a fourth process step, the at least one first boundary layer (32) is supplied in a discontinuous manner and a section is separated to terminate a cell structure.
2. The method according to claim 1, wherein in a sub-

sequent process step a plurality of structural layers (50) are joined in the region of the longitudinal webs (34) and connected to form the cell structure (10), so that after expansion the cell structure (10', 10'') is formed.

3. The method according to claim 1 or 2, wherein the joining is carried out by means of applying adhesive.
4. The method according to one of the previous claims, wherein non-linear division of the joined structure layers (50) is provided and different wall heights of cell walls (34, 36) are produced in the cell structure (10'') as a result.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une structure alvéolaire expansible (10), qui présente au moins une couche de structure (50) comprenant des couches alvéolaires (31) et au moins une première couche limite (32), dans lequel les couches alvéolaires (31) forment des parois alvéolaires de la structure alvéolaire expansée (10', 10''), dans lequel les parois alvéolaires comprennent des nervures longitudinales (34) et des nervures intermédiaires (36) s'étendant entre deux nervures longitudinales voisines (34) s'étendant parallèlement à chaque stade de l'expansion, et dans lequel toutes les couches alvéolaires (31) sont juxtaposées dans l'au moins une couche de structure non expansée (50), dans lequel l'au moins une couche de structure (50) est expansible dans une direction d'expansion (12), perpendiculaire à l'extension de l'au moins une couche de structure (50) dans la largeur, d'un état plan à une couche de structure (50') à l'état expansé de telle sorte que les nervures intermédiaires (36) se dressent à l'opposé des nervures longitudinales (34), dans lequel

a. dans une première étape de procédé, plusieurs couches alvéolaires sans fin (31) sont amenées l'une au-dessus de l'autre en tant que bandes continues (122, 122') sur la largeur perpendiculairement à la direction d'expansion (12) pour la formation des nervures longitudinales (34) et en tant que stries (132, 132') pour la formation des nervures intermédiaires (36), lesquelles stries présentent uniquement la largeur des nervures intermédiaires (36) augmentée des deux côtés à chaque fois d'une languette de connexion (39) avec laquelle les nervures intermédiaires (36) sont connectées dans une zone d'assemblage (38) aux nervures longitudinales (34), dans lequel les couches alvéolaires (31) sont connectées pour la formation des nervures longitudinales (34) à chaque fois dans la région de la zone d'assemblage (38) aux cou-

ches alvéolaires (31) pour la réalisation des nervures intermédiaires (36),

b. dans une deuxième étape de procédé, les bandes (122, 122') et stries (132, 132') sont connectées l'une à l'autre dans la région des zones d'assemblage (38) de telle sorte qu'une articulation (37) à la nervure intermédiaire (36) se rattache à chaque fois directement aux zones d'assemblage (38),

c. dans une troisième étape de procédé, des couches de structure (50) sont découpées des couches alvéolaires (31) connectées aux zones d'assemblage (38), dans lequel la longueur des sections des couches de structure (50) correspond à une hauteur de paroi de la structure alvéolaire (10, 10', 10'') et

d. dans une quatrième étape de procédé, l'au moins une couche limite (32) est amenée de manière discontinue et une section est séparée en tant que terminaison d'une structure alvéolaire.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel dans une étape de procédé subséquente, plusieurs couches de structure (50) sont assemblées dans la région des nervures longitudinales (34) et connectées à la structure alvéolaire (10) de sorte qu'après l'expansion, la structure alvéolaire (10', 10'') se forme.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'assemblage s'effectue au moyen d'application d'adhésif.
4. Procédé selon une des revendications précédentes, dans lequel une division non linéaire des couches de structure assemblées (50) est prévue et différentes hauteurs de paroi des parois alvéolaires (34, 36) sont ainsi générées dans la structure alvéolaire (10').

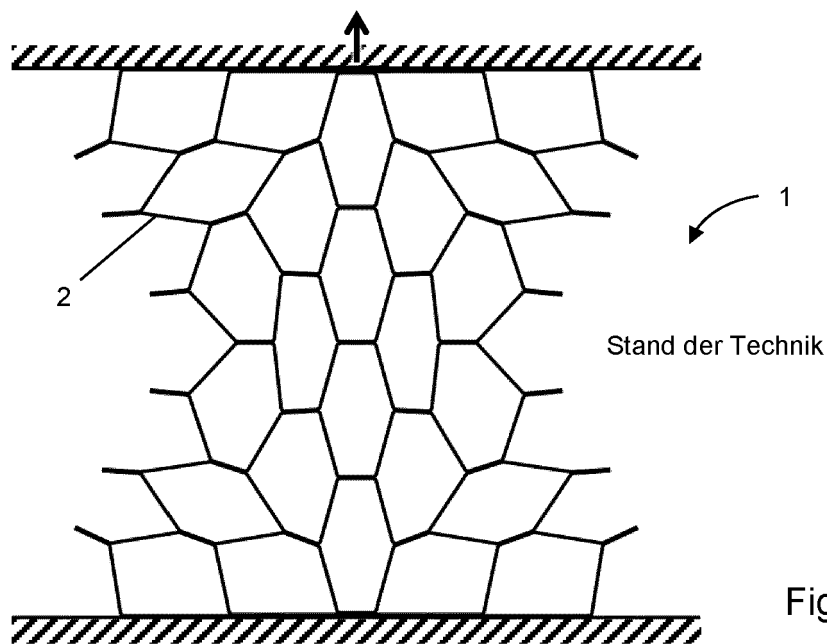


Fig. 1

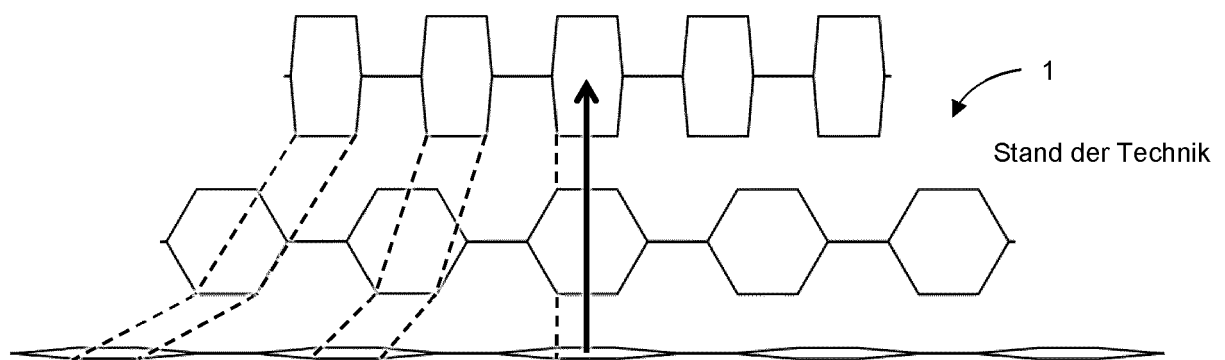
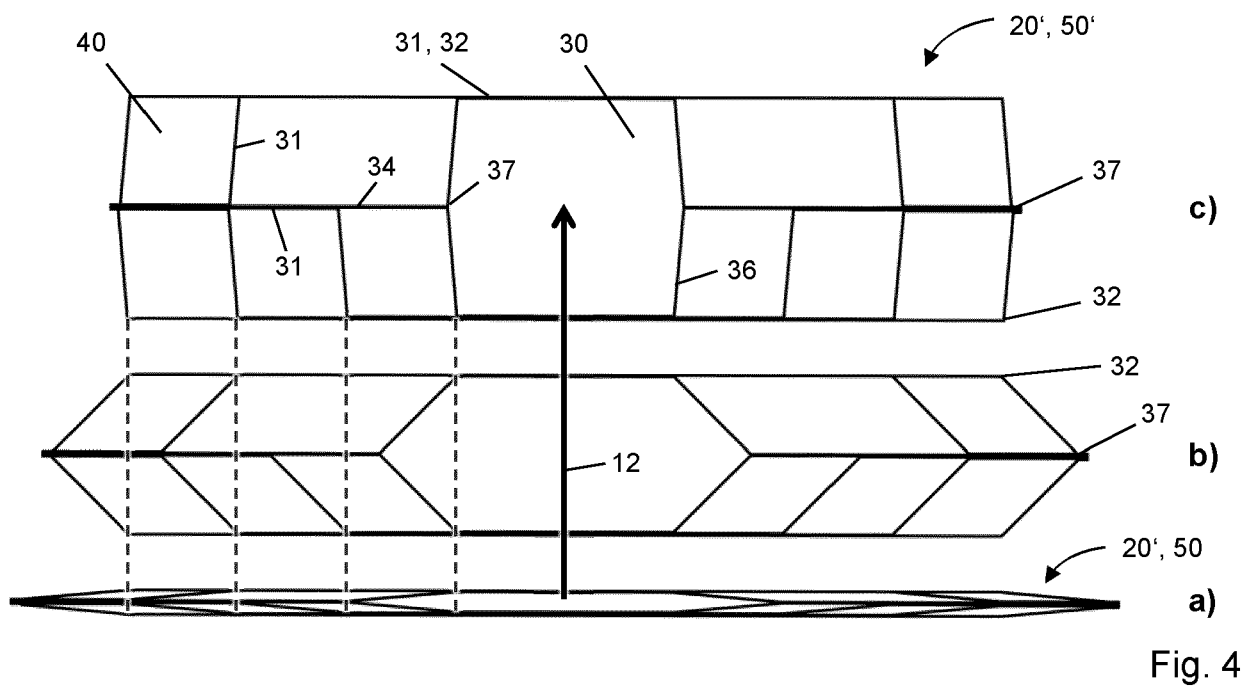
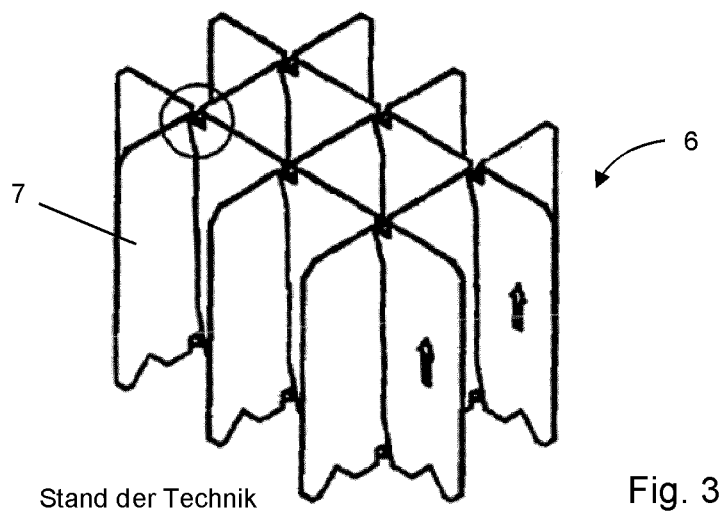


Fig. 2



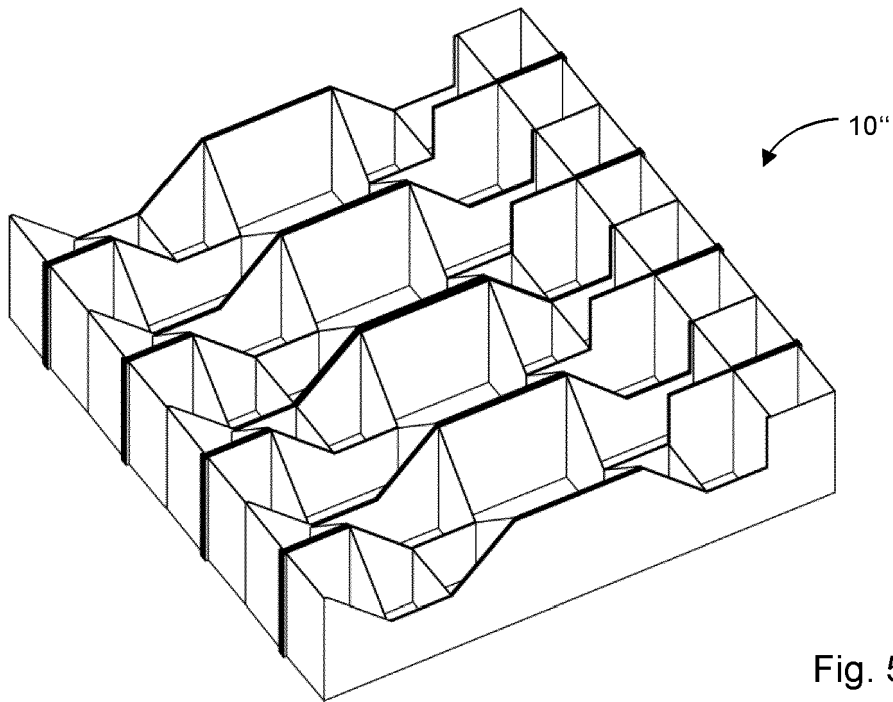


Fig. 5

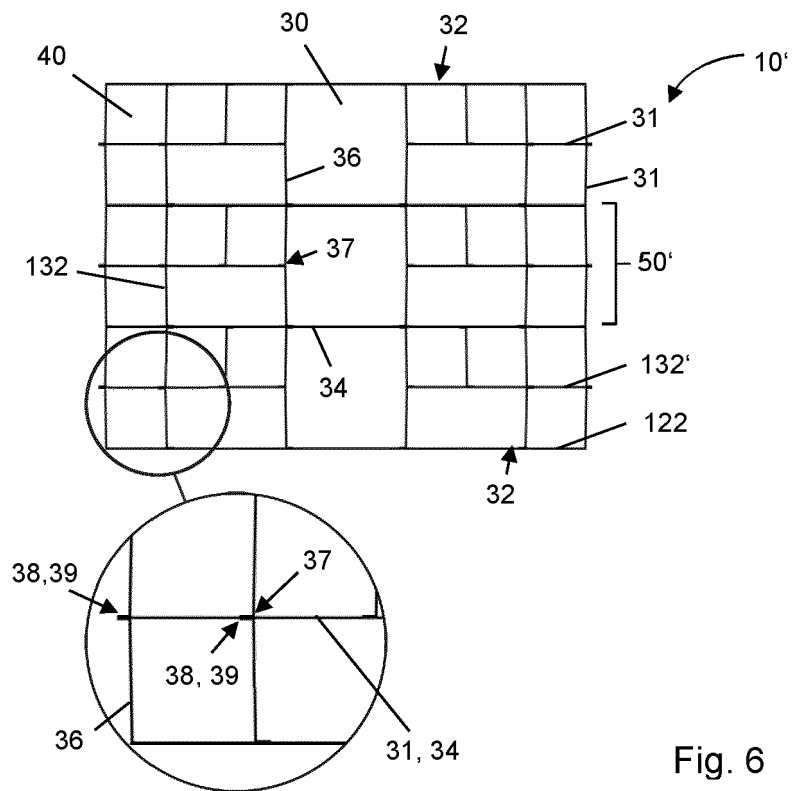
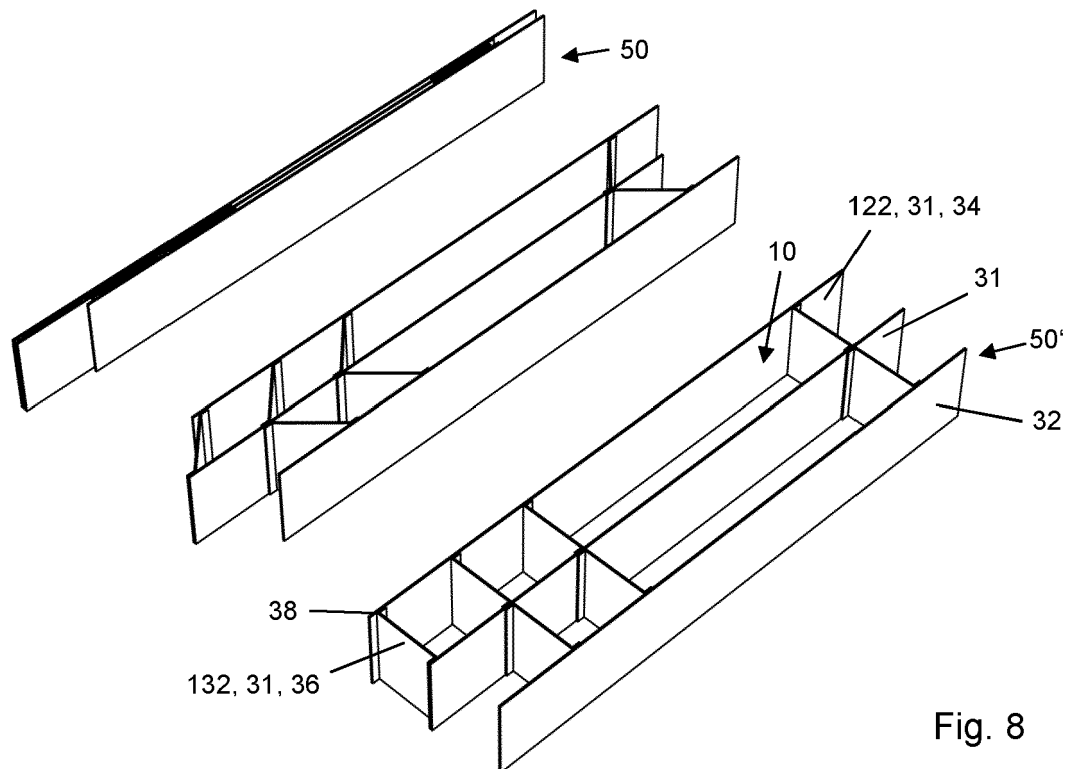
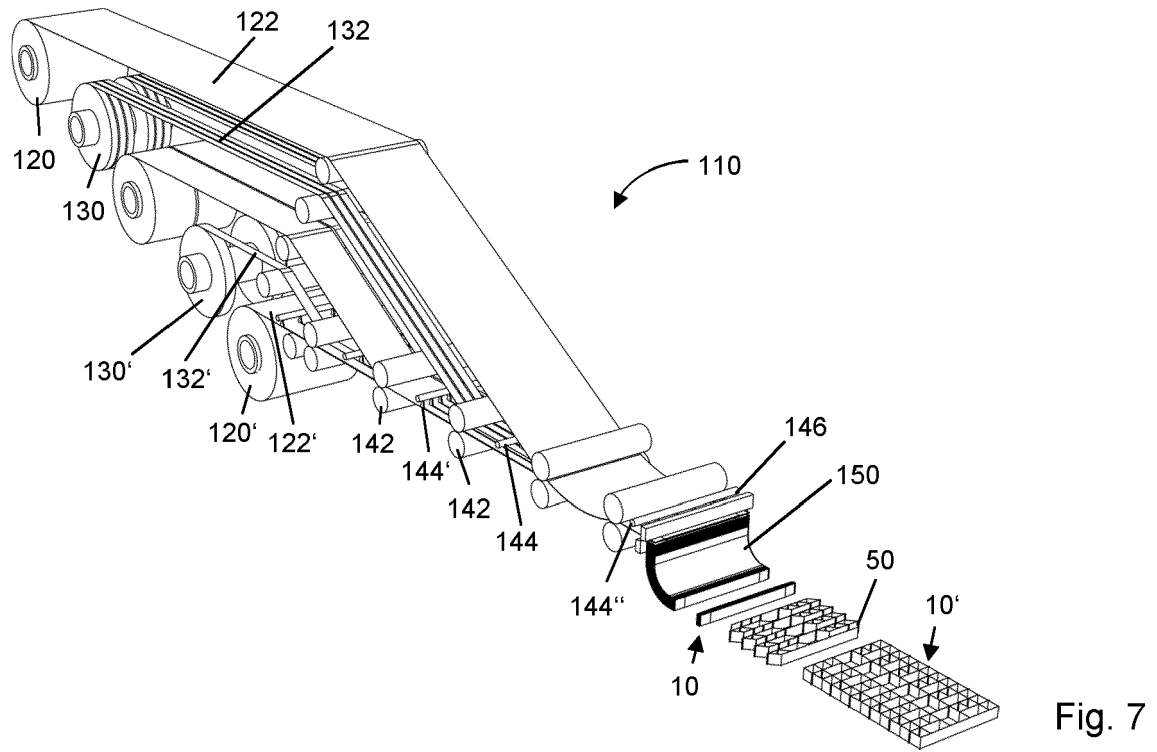


Fig. 6



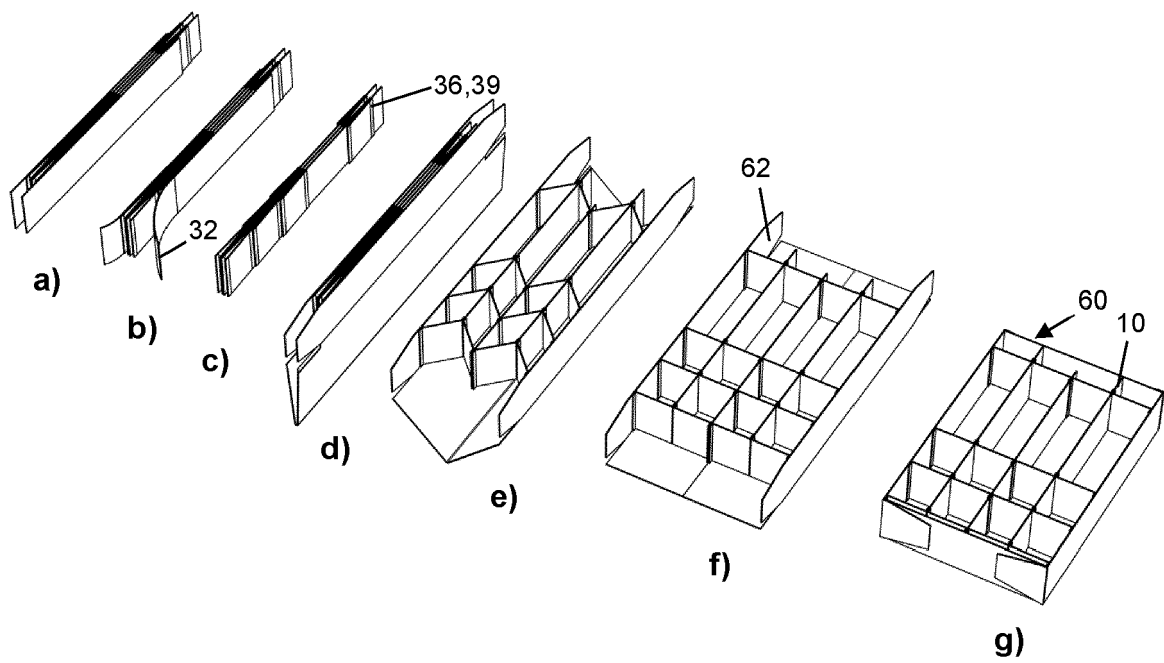


Fig. 9

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 858224 B [0005]
- GB 1001804 A [0006]
- DE 102014117146 A1 [0007]
- DE 3616632 A1 [0007]
- WO 00012393 A1 [0007]
- KR 200481315 Y1 [0007]
- CN 102673889 A [0007]
- US 5875608 A [0007]
- JP 09187875 A [0007]
- DD 35395 A1 [0008]
- DE 19845991 A1 [0008]
- DE 19507563 A1 [0008]
- DE 1152520 A [0008]
- US 20070051661 A1 [0008]
- US 3809593 A [0009]
- EP 0681963 A1 [0010]