

(19)



(11)

EP 3 831 592 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.2021 Patentblatt 2021/23

(51) Int Cl.:
B31D 3/00 (2017.01) **B31D 3/04** (2006.01)
B31D 5/00 (2017.01) **B65D 5/49** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20212047.3**

(22) Anmeldetag: **04.12.2020**

(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
KH MA MD TN**

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

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

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

(71) Anmelder: **Technische Universität Dresden**
01067 Dresden (DE)

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

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Zellstruktur (10, 10", 20) und die Zellstruktur selbst, die wenigstens eine Zelllagen (31) umfassende Strukturlage (50) aufweist, wobei die Zelllagen (31) Zellwände (34, 36) ausbilden und in der Strukturlage (50) alle Zellwände (34, 36) aneinander anliegen. Sie ist in einer Expansionsrichtung (12), senkrecht zur Ausdehnung der Strukturlage (50) in die Breite, in der Weise aus einem planen Zustand expandierbar, dass sich die Zwischenstege (36) gegenüber den Längsstegen (34) aufrichten. Nach der Erfindung umfasst das Verfahren die Schritte a) mehrere endlose Zelllagen (31) bilden als

Bahnen (122, 122') und/oder Streifen (132, 132') werden übereinander zugeführt, b) im Bereich von Fügezonen (38) die Bahnen (122, 122') und/oder Streifen (132, 132') werden derart miteinander verbunden, dass sich an die Fügezonen (38) jeweils ein Gelenk (37) unmittelbar anschließt und c) von den an den Fügezonen (38) verbundenen Zelllagen (31) werden Strukturlagen (50) abgeschnitten, wobei die Länge der Abschnitte der Strukturlagen (50) einer Wandhöhe der Zellstruktur (10, 10', 10", 20, 20') entspricht. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung einer Zellstruktur als Packmittel oder Sandwichkern.

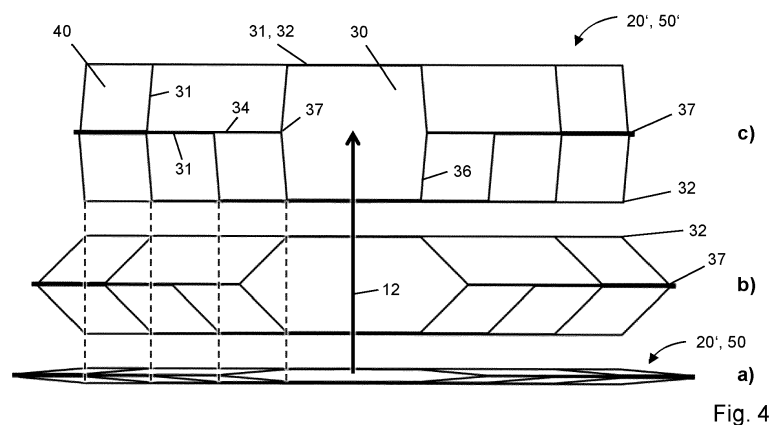


Fig. 4

EP 3 831 592 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer expandierbaren Zellstruktur, die wenigstens eine Zelllagen umfassende Strukturlage und wenigstens eine erste Grenzlage aufweist, wobei die Zelllagen Zellwände der Zellstruktur im expandierten Zustand bilden, wobei die Zellwände Längsstege und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden Längsstegen erstreckende Zwischenstege umfassen, und wobei in der wenigstens einen Strukturlage alle Zelllagen 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 planen Zustand zu einer Strukturlage im expandierten Zustand expandierbar ist, dass sich die Zwischenstege gegenüber den Längsstegen aufrichten. Der plane, unexpandierte, nicht aufgerichtete Zustand der Zellstruktur stellt zugleich den Transport- und Lagerzustand, beispielsweise vor dem Befüllen der Zellen, dar. Die Zelllagen liegen im planen Zustand aneinander und sind an den zur Ausbildung der Zellstruktur benötigten Fügestellen miteinander gefügt. Durch das spätere Aufrichten und somit der Umformung der Zelllagen aus dem planen 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] Die Erfindung betrifft auch eine Zellstruktur, die wenigstens eine Zelllagen umfassende Strukturlage und wenigstens eine erste Grenzlage aufweist, wobei die Zelllagen Zellwände der Zellstruktur im expandierten Zustand bilden, wobei die Zellwände Längsstege und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden Längsstegen erstreckende Zwischenstege umfassen, und wobei in der wenigstens einen Strukturlage alle Zelllagen 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 nicht expandierten Zustand, nachfolgend als planer Zustand im Sinne von "eben" bezeichnet, expandierbar ist, dass sich die Zwischenstege gegenüber den Längsstegen aufrichten. Die Zelllagen sind flache Materiallagen und werden zur Herstellung einer Strukturlage beispielsweise als Bahnen oder Streifen zugeführt. Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung einer Zellstruktur, die ein Zellwände umfassendes Gefache ausbildet. Die Zellstruktur, auf die bzw. insbesondere deren Herstellung sich die vorliegende Erfindung bezieht, ist im Gegensatz zur natürlichen Honigwabe nicht zwangsläufig sechseckig, sondern kann auch eine andere Anzahl von Ecken aufweisen, beispielsweise viereckig.

[0003] In der Verpackungsbranche wird die Unterteilung von Packräumen häufig mit Hilfe von Gefachen durchgeführt. Bei einem herkömmlichen Gefache han-

delt es sich um gekreuzte, ineinander gesteckte, 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, planer Form mit geringem Platzbedarf zu transportieren und zu lagern.

[0004] 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 ineinander zu stecken. 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.

[0005] Zudem bedingt die aufwändige Herstellung durch Stanzen hergestellter Gefache auch große Stückzahlen, was gleichbedeutend mit einer geringen Flexibilität ist. Denn selbst Gefache mit gleicher Zellstruktur, jedoch unterschiedlicher Höhe erfordern immer ein neues Stanzwerkzeug.

[0006] 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.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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 Maschinenaufrichtung (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.

[0012] 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.

[0013] 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 rechtwinklige Zellstruktur ermöglicht und dabei zugleich beim Expandieren eine definierte Verformung aufweist.

[0014] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Zellstruktur, die wenigstens eine Zelllagen umfassende Struktur aufweist. 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.

[0015] 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 Strukturform liegen alle Zellwände aneinander an, da die Bahnen und Streifen als plane Materialien zugeführt werden. Die wenigstens eine Strukturform ist in einer Expansionsrichtung, senkrecht zur Ausdehnung der wenigstens einen Strukturform, in der Weise aus einem planen Zustand expandierbar, dass sich die Zwischenstege gegenüber den Längsstegen aufrichten.

[0016] Dazu werden nach der Erfindung in einem ersten Verfahrensschritt mehrere endlose Zelllagen als Bahnen, die über die Breite der ersten Grenzlage durchgängig, im Bereich wenigstens einer Fügezone mit den Längsstegen verbundene Zelllagen für die Ausbildung der Zwischenstege zugeführt. Alternativ dazu oder ergänzend sind Streifen vorgesehen, die nur einen Teil der Bahnbreite, insbesondere die Breite der Zwischenstege, einnehmen und zusätzlich beidseitig jeweils eine Verbindungslasche 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.

[0017] 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.

[0018] In einem dritten Verfahrensschritt werden als ein Strang vorliegende, an den Fügezonen verbundene Strukturformen in Abschnitte getrennt, sodass sich nach dem Expandieren die nach dem letzten Verfahrensschritt fertiggestellte, ursprünglich plane Zellstruktur herausbildet. Die Länge der Abschnitte der Strukturformen entspricht einer Wandhöhe der Zellstruktur. Die Strukturform ist die kleinste Einheit, die selbstständig eine Zellstruktur darstellt, aber auch mit weiteren Strukturformen zu einer größeren Zellstruktur zusammengefügt werden kann. Das Zusammenfügen erfolgt so lange, bis eine Grenzlage dies verhindert und eine neue Zellstruktur ermöglicht.

[0019] Es werden somit mehrere endlose oder quasi endlose Zelllagen übereinander zugeführt und im Bereich der Fügezonen miteinander zu einem quasi kontinuierlichen Strang der Strukturformen verbunden. Nachfolgend wird der Strang in der geforderten Länge durch Trennen in Strukturformen zerteilt, sodass sich nach dem späteren Expandieren die Zellstruktur mit einer Höhe, die der Länge der abgetrennten Abschnitte entspricht, herausbildet.

[0020] Ein bevorzugter Prozessablauf gliedert sich in folgende Teilschritte:

1. Zuführen von Streifen oder Bahnen für die verschiedenen Zelllagen;
2. Vorbereiten der späteren Gelenkstellen durch Rillen, Ritzen oder Perforieren;
3. streifenförmiger Klebstoffauftrag auf die Bahnen oder 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.

[0021] 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.

[0022] Dieses Herstellungsverfahren wird zur Produktion der erfindungsgemäßen Zellstruktur angewendet. Werden die Anzahl von Zelllagen, die Anzahl verklebter Strukturlagen, der Verklebungsort oder dessen Breite variiert, ergeben sich unterschiedliche erfindungsgemäße 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.

[0023] 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.

[0024] Der Unterschied bei der erfindungsgemäßen Zellstruktur zur herkömmlichen Fertigung von Wabenkernen besteht nicht zuletzt darin, gezielt Zelllagen, beispielsweise Papierbahnen und/oder 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, anwendungsbezogen Packräume zu unterteilen. Alle so herstellbaren Packmittel nutzen bei ihrer Expansion die kinematischen Eigenschaften von kombinierten Schubkurbel- und Parallelkurbelgetrieben.

[0025] 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 Ma-

terials. Die Aktivierung kann durch Wärme erfolgen, aber auch auf andere Weise entsprechend der Art des Klebstoffs.

[0026] Beim nichtlinearen Abtrennen der Abschnitte können unterschiedliche Höhenverläufe der Stegwände erzeugt werden. Hierzu ist eine entsprechend gestaltete Trenn- bzw. Schneidvorrichtung erforderlich.

[0027] Nach dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen 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 Deckschichten 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.

[0028] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine expandierbare Zellstruktur, die wenigstens eine, in einem Ausgangszustand zunächst plane, Zelllagen umfassende Strukturlage aufweist, die beim Expandieren in einer Expansionsrichtung 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, 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 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.

[0029] Nach der Erfindung umfasst die wenigstens eine Strukturlage 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 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 eine gemeinsame Plattform. Dadurch können die dynamischen Eigenschaften der Achsen identisch ausgelegt werden. Die Zellwände bei der vorliegenden Erfindung 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.

[0030] Nach einer ersten Ausführungsform sind über die Breite durchgängige, im Bereich wenigstens einer Fügezone mit den Längsstegen verbundene Zelllagen 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. Nach einer zweiten Ausführungsform 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.

[0031] Mehrere Strukturlagen aneinandergereiht, z. B. miteinander verklebt, bilden eine Zellstruktur, es genügt aber nach der Erfindung 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.

[0032] Der wesentliche Unterschied der vorliegenden Erfindung zum Stand der Technik besteht darin, dass nach der Erfindung Zellstrukturen entstehen, die in ihrer Zellgeometrie ausschließlich oder auch 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 erfindungsgemäße Zellstruktur mit ihren vorteilhaften Eigenschaften.

[0033] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform muss für jedes Fach seitlich eines zentralen sechsgliedrigen Koppelgetriebes eine weitere Zelllage aufgebracht werden. Dies führt nach einer ersten Ausführungsform, die die Zuführung von Bahnen vorsieht, zu mehrfach übereinander angeordneten und zusammengefügt Zelllagen. Hieraus ergeben sich eine höhere Stabilität, aber auch ein höheres Gewicht und ein höherer Materialaufwand.

[0034] Alternativ dazu oder wechselweise mit den durchgängigen Zelllagen, die als Bahnen zugeführt die

Längs- und ggf. auch die die Zwischenstege bilden, ist es nach einer zweiten Ausführungsform 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] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung bilden die Zellwände miteinander die parallelkinematische 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 der vorliegenden Erfindung 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 der Erfindung betrifft eine Verwendung einer Zellstruktur, die ein Zellwände umfas-

sendes Gefache ausgebildet. 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 erfindungsgemäße 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 der vorliegenden Erfindung 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 oder 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 erfindungsgemäße 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 erfindungsgemäße 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 nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

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

Fig. 2: Draufsichten auf drei exemplarische Zwi-

schenzustände 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 der erfindungsgemäßen Zellstruktur während der Expansion;

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

Fig. 6: eine schematische Draufsicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zellstruktur, gefertigt aus Materialbahnen;

Fig. 7: eine schematische Draufsicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zellstruktur, optimiert hinsichtlich Materialausnutzung, gefertigt aus Materialbahnen und -streifen;

Fig. 8: eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Zellstruktur;

Fig. 9: eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Zellstruktur in drei Stufen der Aufrichtung und

Fig. 10: 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 erfindungsgemäßen 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.

[0051] Fig. 5 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen 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 Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zellstruktur 20', bei der sowohl für die Ausbildung der Längsstege 34, als auch für die Zwischenstege 36 durchgehende, die volle Breite umfassende Bahnen 122, 122' (vergleiche auch Fig. 8) als Zelllagen 31 zu einem Strang der Strukturlage 50 (hier bereits zur Strukturlage 50' expandiert dargestellt) übereinander gefügt werden.

[0053] Dies hat zur Folge, dass im Bereich einer bzw. mehrerer Fügezonen 38 bzw. in Teilbereichen der Längsstege 34 mehrere Materialschichten übereinanderliegen. Die Folgen sind ein höherer Materialverbrauch und ein höheres Gewicht, aber auch eine höhere Stabilität in den betreffenden Bereichen und damit der gesamten Zellstruktur 20'. An die Fügezone 38 grenzt jeweils ein Gelenk 37 an, über das die Zellstruktur 20' aufgerichtet werden kann.

[0054] Fig. 7 zeigt eine schematische Ansicht von oben einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zellstruktur 10', deren Zelllagen 31 aus Bahnen 122, 122', aber auch aus Streifen 132 (vergleiche auch Fig. 8) 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 Verbindungsflaschen 39 verbunden. Die Zwischenstege 36 sind dabei aus den Streifen 132, 132' ausgebildet, die die Breite des Zwischenstegs 36 zuzüglich Verbindungsflaschen 39 aufweisen. Das Gelenk 37 bildet sich zwischen Zwischensteg 36 und Verbindungsflasche 39 aus. Dies ist der Fall in der Strukturlage 50' und ebenfalls unmittelbar anschließend an die Fügezone 38.

[0055] Das Prinzip beim Aufrichten der beiden Ausführungsvarianten ist gleich, die erwünschten Räume, Hohlräume bzw. Zellen entstehen. Bei der Verwendung von Bahnen in Kombination mit Streifen kann jedoch eine vorteilhafte ressourcenschonende Zellstruktur 10', 10'' hergestellt werden.

[0056] Fig. 8 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung 110 zur Herstellung einer erfindungsgemäßen 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. 7 resultiert.

[0057] 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, 6 und 7) 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.

[0058] 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 vorliegen-

den Strukturlagen 50 verpresst. Die aus dem Schacht 150 ausgegebene Zellstruktur 10 kann danach oder später aufgerichtet werden.

[0059] Fig. 9 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Zellstruktur 10 in drei Stufen der Aufrichtung.

[0060] 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 32 mit den Längsstegen 34 verbunden sind, hinaus. Die Position der Zwischenstege 32 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.

[0061] Fig. 10 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Packmittels, verwandt als Inneneinrichtung einer Faltschachtel 60, umfassend eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zellstruktur 10, und dessen Aufrichtung in den Schritten a) bis g).

[0062] 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 nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gefügt. Dies wird in den Schritten a) und b) dargestellt.

[0063] 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).

[0064] 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

[0065]

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	5
39	Verbindungslasche	
40	viergliedriges Koppelgetriebe	
50	Strukturlage einer Zellstruktur	
50'	Strukturlage einer Zellstruktur (aufgerichtet)	
60	Faltschachtel	10
62	Faltschachtelzuschnitt	
110	Vorrichtung (Bahnen und Streifen)	
120,120'	obere, untere Bahnrolle	
122,122'	obere, untere Bahn	
130,130'	obere, untere Streifenrolle	15
132,132'	oberer, unterer Streifen	
142	Anpressrollen	
144,144'	obere, untere Auftrageinrichtung	
144"	Auftrageinrichtung (zur Grenzlagenbildung)	
146	Schneidvorrichtung	20
150	Schacht	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer expandierbaren Zellstruktur (10, 20), die wenigstens eine Zelloge (31) umfassende Strukturlage (50) und wenigstens eine erste Grenzlage (32) aufweist, wobei die wenigstens eine Zelloge (31) Zellwände der expandierten Zellstruktur (10', 10", 20') bilden, wobei die Zellwände Längsstegen (34) und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden Längsstegen (34) erstreckende Zwischenstegen (36) umfassen, und wobei in der wenigstens einen nicht expandierten Strukturlage (50) alle Zellogen (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 planen Zustand zu einer Strukturlage (50') expandierten Zustand expandierbar ist, dass sich die Zwischenstegen (36) gegenüber den Längsstegen (34) aufrichten, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a. in einem ersten Verfahrensschritt mehrere quasi endlose Zellogen (31) als über die Breite senkrecht zur Expansionsrichtung (12) durchgängige Bahnen (122, 122') zur Ausbildung der Längsstegen (34) und der Zwischenstegen (36) übereinander zugeführt werden, wobei die Zellogen (31) für die Ausbildung der Längsstegen (34) jeweils im Bereich einer Fügezone (38) mit den Zellogen (31) für die Ausbildung der Zwischenstegen (36) verbunden werden, und/oder als Streifen (132, 132') für die Ausbildung der Zwischenstegen (36) übereinander zugeführt

werden, die nur die Breite der Zwischenstegen (32) zuzüglich beidseits jeweils einer Verbindungslasche (39) aufweisen, mit der die Zwischenstegen (32) in der Fügezone (38) mit den Längsstegen (34) verbunden werden,

b. in einem zweiten Verfahrensschritt im Bereich der Fügezone (38) die Bahnen (122, 122') und/oder Streifen (132, 132') derart miteinander verbunden werden, dass sich an die Fügezone (38) jeweils ein Gelenk (37) zu dem Zwischensteg (36) unmittelbar anschließt,

c. in einem dritten Verfahrensschritt von den an den Fügezone (38) verbundenen Zellogen (31) Strukturlagen (50) abgeschnitten werden, wobei die Länge der Abschnitte der Strukturlagen (50) einer Wandhöhe der Zellstruktur (10, 10', 10", 20, 20') entspricht und

d. in einem vierten Verfahrensschritt die wenigstens erste Grenzlage (32) zugeführt und ein Abschnitt abgetrennt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in einem nachfolgenden Verfahrensschritt mehrere Strukturlagen (50) im Bereich der Längsstegen (34) gefügt und zu der Zellstruktur (10, 20) verbunden werden, sodass sich nach dem Expandieren die Zellstruktur (10', 10", 20'), 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", 20') erzeugt werden.
5. Zellstruktur (10, 20, 10', 10", 20'), die wenigstens eine Zelloge (31) umfassende Strukturlage (50) und wenigstens eine erste Grenzlage (32) aufweist, wobei die Zellogen (31) Zellwände der Zellstruktur (10', 10", 20') im expandierten Zustand bilden, wobei die Zellwände Längsstegen (34) und sich zwischen zwei benachbarten, in jedem Stadium der Expansion parallel verlaufenden Längsstegen (34) erstreckende Zwischenstegen (36) umfassen, und wobei in der wenigstens einen Strukturlage (50) alle Zellogen (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 planen Zustand zu einer Strukturlage (50') expandierten Zustand expandierbar ist, dass sich die Zwischenstegen (36) gegenüber den Längsstegen (34) aufrichten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsstegen (34) und die Zwischenstegen (36) miteinander eine parallelkinematische Zellgeometrie ausbilden, wobei nach einer ersten Ausführungsform

- mehrere quasi endlose, übereinander zugeführte Zelllagen (31) als über die Breite senkrecht zur Expansionsrichtung (12) durchgängige Bahnen (122, 122') zur Ausbildung der Längsstege (34) und der Zwischenstege (36) vorgesehen sind, wobei die Zelllagen (31) für die Ausbildung der Längsstege (34) jeweils im Bereich einer Fügezone (38) mit den Zelllagen (31) für die Ausbildung der Zwischenstege (36) verbunden sind, und/oder nach einer zweiten Ausführungsform übereinander zugeführte Streifen (132, 132') für die Ausbildung der Zwischenstege (36), die nur die Breite der Zwischenstege (32) zusätzlich beidseits jeweils einer Verbindungslasche (39) aufweisen, mit der die Zwischenstege (32) in der Fügezone (38) mit den Längsstegen (34) verbunden sind.
6. Zellstruktur nach Anspruch 5, wobei die Längsstege (34) und die Zwischenstege (36) miteinander die parallelkinematische Zellgeometrie ausbilden, bei dem in der wenigstens einen Strukturlage (50, 50') wenigstens ein sechsgliedriges Koppelgetriebe (30), das sich zwischen einem ersten und einem zweiten Längssteg (34) der wenigstens einen Strukturlage (50) erstreckt, an zumindest einer Seite, die durch jeweils zwei aneinander grenzende und durch ein Gelenk (37) verbundene Zwischenstege (36) gebildet wird, durch zwei in der Expansionsrichtung (12) hintereinander angeordneten Reihen mit jeweils wenigstens einem viergliedrigen Koppelgetriebe (40), von denen jedes mit einem der Zwischenstege (36) des sechsgliedrigen Koppelgetriebes (30) verbunden ist, flankiert wird.
7. Zellstruktur nach Anspruch 6, wobei jede Strukturlage (50, 50') symmetrisch aufgebaut und das sechsgliedrige Koppelgetriebe (30) zentral angeordnet ist, wobei das sechsgliedrige Koppelgetriebe (30) beidseits von der gleichen Anzahl an viergliedrigen Koppelgetrieben (40) flankiert wird.
8. Zellstruktur nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei in jeder Strukturlage (50, 50') eine unterschiedliche Zellgeometrie mit unterschiedlichen Zellgrößen und/oder Wandhöhen vorgesehen ist.
9. Zellstruktur nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei in einer Zellstruktur (10, 10', 10'', 20, 20') unterschiedliche Materialien verwendet werden.
10. Zellstruktur nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei die Zellstruktur (10, 10', 10'', 20, 20') als ein längenveränderliches Erzeugnis ausgebildet ist.
11. Verwendung einer Zellstruktur nach einem der Ansprüche 5 bis 10 als ein Gefache eines Packmittels oder als ein Sandwichkern im Verbund mit Decklagen.
12. Verwendung nach Anspruch 11, wobei die Zellwände (34, 36) im vollständig expandierten Zustand des Gefaches rechtwinklig zueinander und parallel zu den Außenkanten des Packmittels verlaufen.
13. Verwendung nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Gefache als eine Faltschachtel-Inneneinrichtung eingesetzt wird, wobei das Gefache mit gleich oder unterschiedlich großen Fächern und/oder Fächern mit gleich oder unterschiedlich hohen Zellwänden (34, 36) ausgebildet ist.

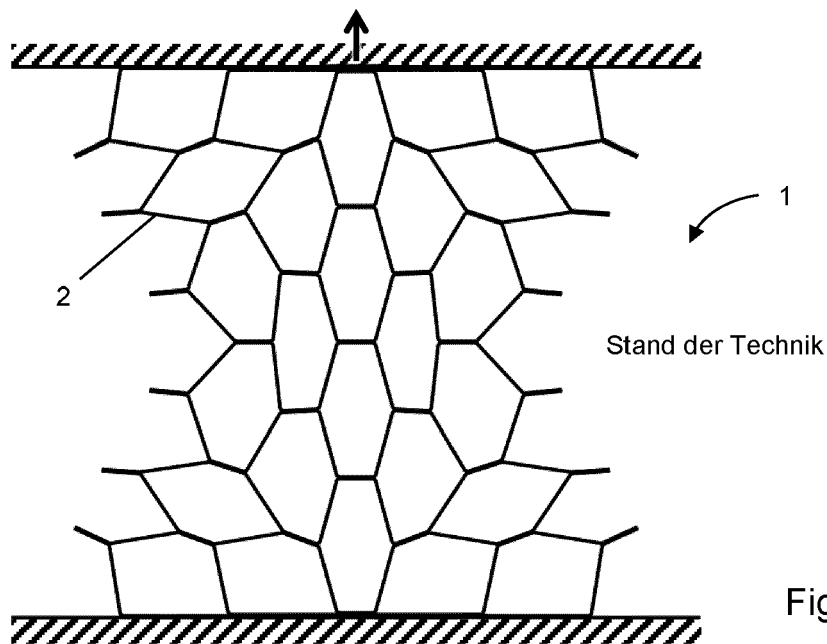


Fig. 1

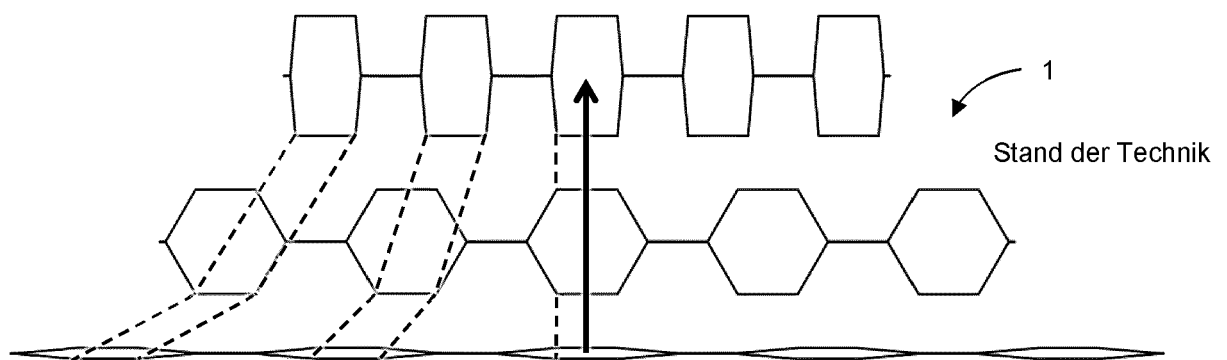
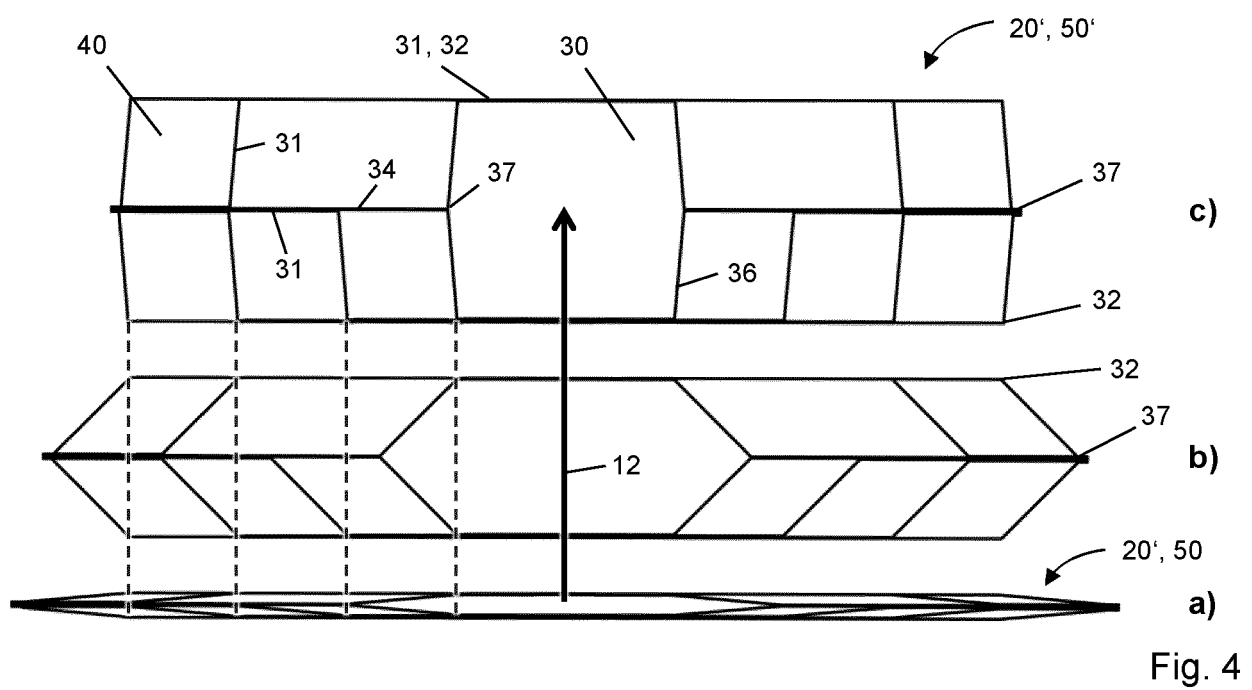
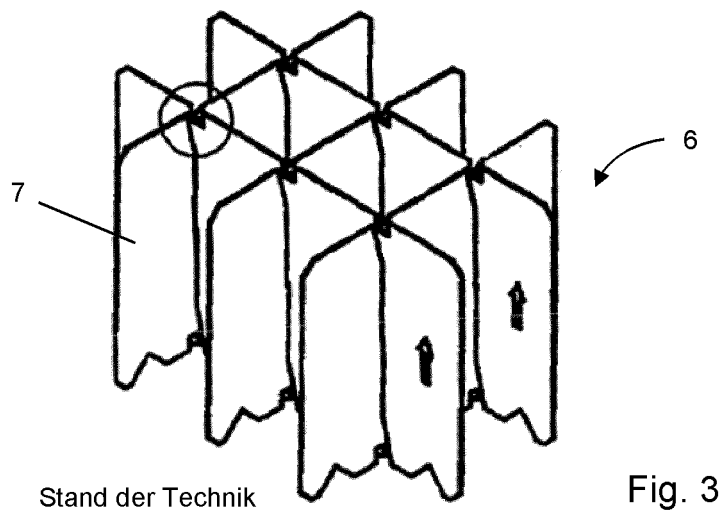
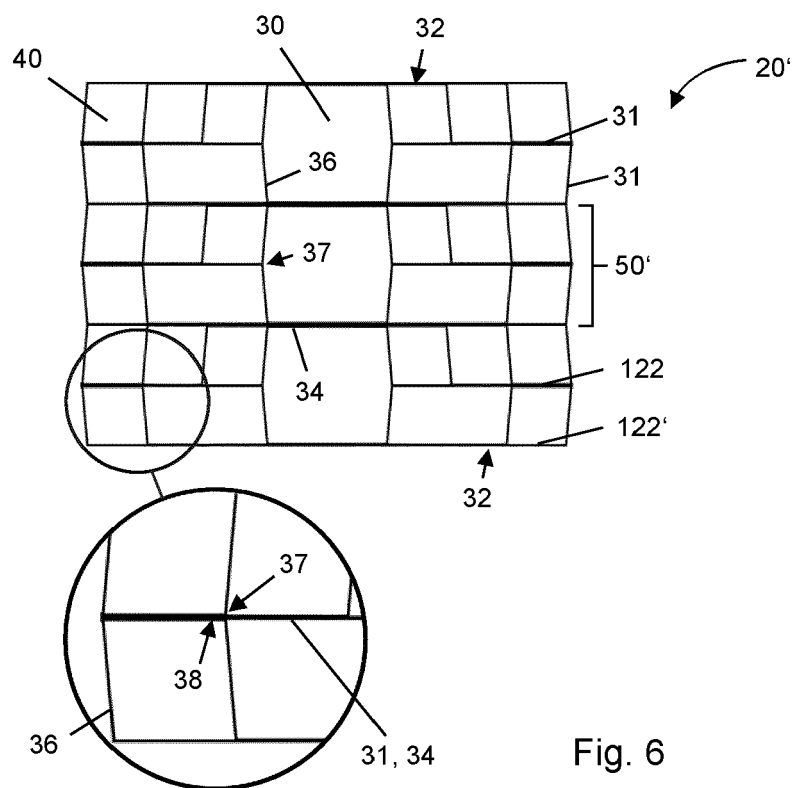
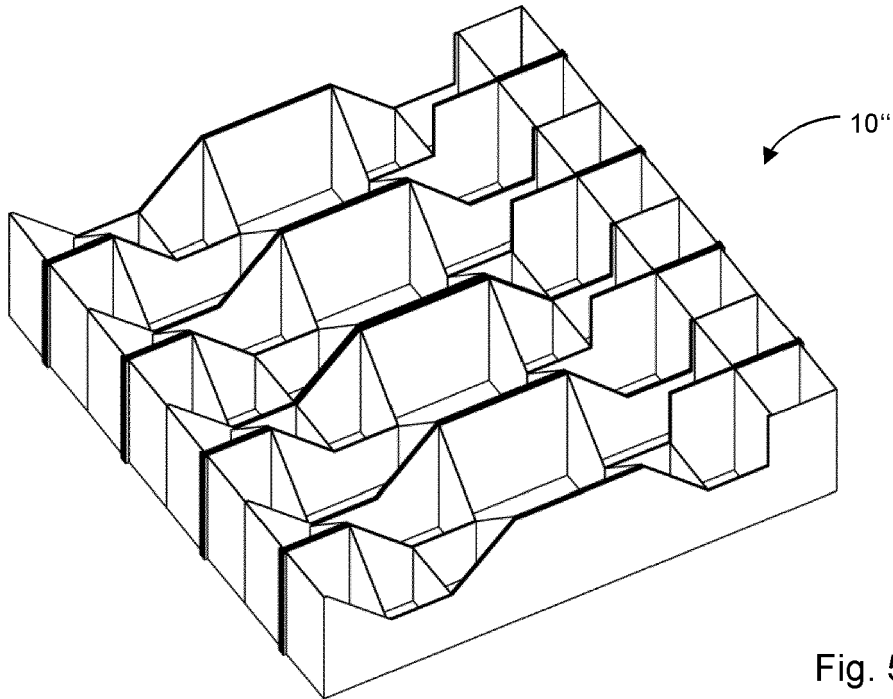


Fig. 2





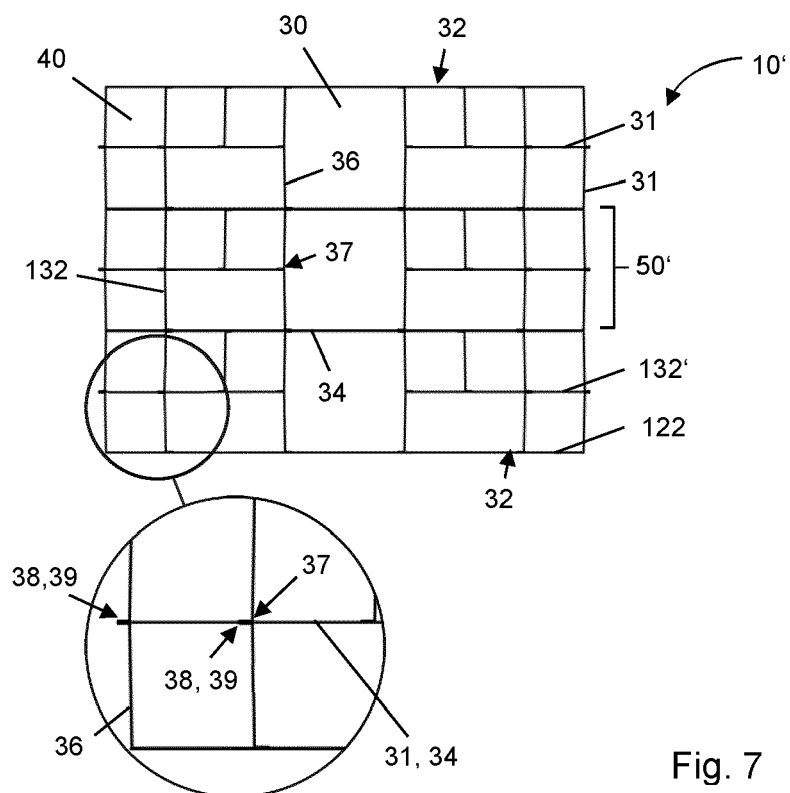


Fig. 7

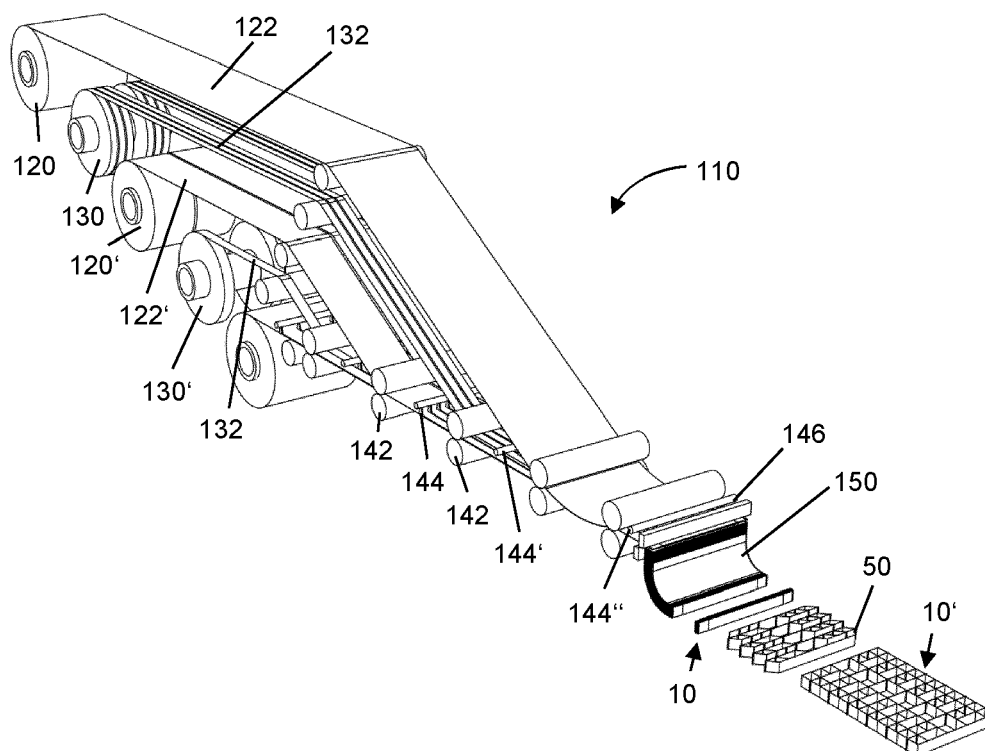
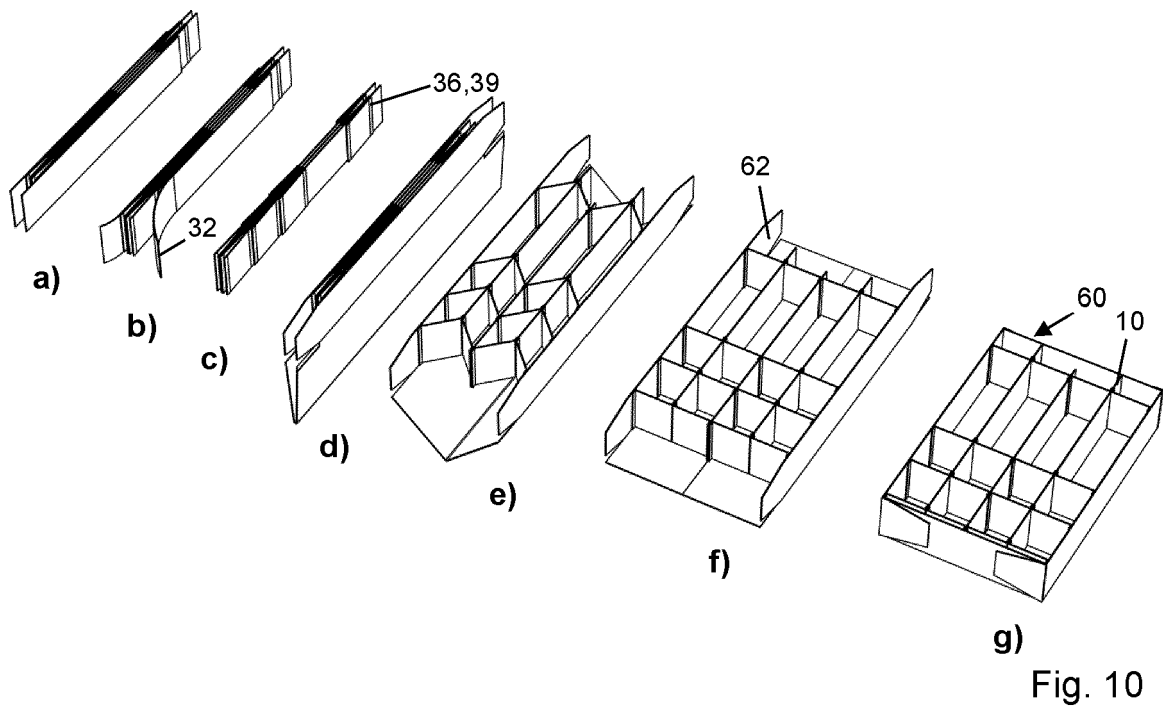
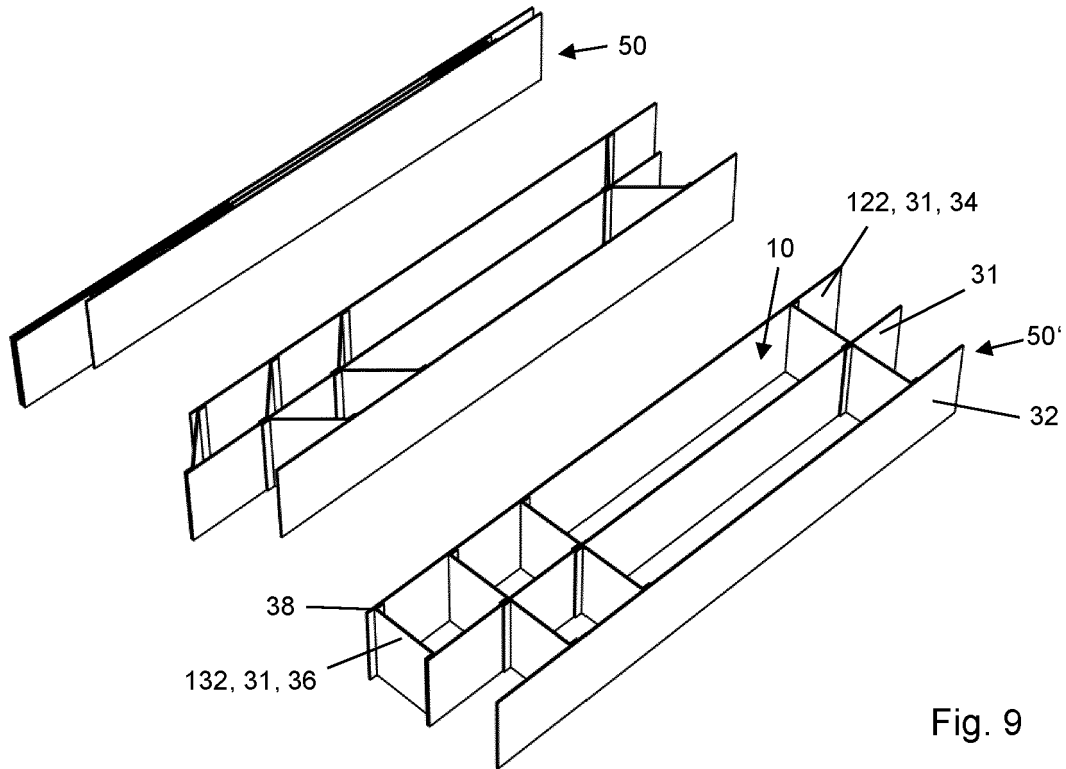


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 21 2047

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 809 593 A (BURKE W ET AL) 7. Mai 1974 (1974-05-07)	1-3,5, 9-13	INV. B31D3/00
Y	* das ganze Dokument *	4,8	B31D3/04
A	-----	6,7	B31D5/00
			B65D5/49
X	EP 0 681 963 A1 (VIDECART SA [ES]) 15. November 1995 (1995-11-15)	1,3,5, 11-13	
A	* das ganze Dokument *	6,7	

Y	FR 1 395 153 A (REED PAPER GROUP LTD) 9. April 1965 (1965-04-09)	4,8	
	* Seite 2, Absatz 8; Abbildung 1 *		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B31D B65D B31B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. April 2021	Prüfer Johne, Olaf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

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

EP 20 21 2047

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.

01-04-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3809593 A	07-05-1974	KEINE	
EP 0681963 A1	15-11-1995	AT 180233 T	15-06-1999
		AU 685915 B2	29-01-1998
		CN 1112894 A	06-12-1995
		DE 69509701 T2	23-12-1999
		EP 0681963 A1	15-11-1995
		ES 2111437 A2	01-03-1998
		JP 3088634 B2	18-09-2000
		JP H0840431 A	13-02-1996
		RU 2118278 C1	27-08-1998
		US 5601521 A	11-02-1997
		ZA 953784 B	16-01-1996
FR 1395153 A	09-04-1965	KEINE	

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

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