



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 165 310 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**15.01.2003 Patentblatt 2003/03**

(21) Anmeldenummer: **00920578.2**

(22) Anmeldetag: **25.03.2000**

(51) Int Cl.7: **B31D 3/00**, B21D 47/00

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP00/02646**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 00/058080 (05.10.2000 Gazette 2000/40)**

(54) **FALTWABE AUS WELLPAPPE, VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZU DEREN HERSTELLUNG**

FOLDED HONEYCOMB STRUCTURE CONSISTING OF CORRUGATED PAPERBOARD AND  
METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING THE SAME

STRUCTURE EN NID D'ABEILLE PLISSEE, EN CARTON ONDULE, ET PROCEDE ET DISPOSITIF  
DE FABRICATION ASSOCIES

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **26.03.1999 DE 19913830**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.01.2002 Patentblatt 2002/01**

(73) Patentinhaber:  
• **K.U. Leuven Research & Development**  
**3000 Leuven (BE)**  
• **Pflug, Jochen**  
**65207 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder:  
• **PFLUG, Jochen**  
**D-65207 Wiesbaden (DE)**  
• **Verpoest, Ignace**  
**B-3010 Kessel-Lo (BE)**

(74) Vertreter: **Bird, Ariane et al**  
**Bird Goen & Co,**  
**Klein Dalenstraat 42A**  
**3020 Winksele (BE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**GB-A- 1 395 801** **US-A- 5 417 788**  
**US-A- 5 690 601**

**EP 1 165 310 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf Wabenkernschichten wie sie in Sandwichmaterialien für Verpackungs- und Strukturanwendungen eingesetzt werden, sowie auf Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung dieser Wabenkernschichten.

**[0002]** In der Luft- und Raumfahrt werden als Kernwerkstoff für beul- und biegestreife Sandwichschalen und -platten seit vielen Jahrzehnten bevorzugt Wabenkerne verwendet. Diese, meist hexagonalen oder überexpandierten Wabenkerne bestehen vorwiegend aus Aluminium oder phenolharzgetränktem Aramidfaserpapier und werden gewöhnlich im Expansionsprozeß hergestellt. Eine Sandwichstruktur mit zwei, üblicherweise aufgeklebten Deckschichten bietet extrem hohe Steifigkeits- und Festigkeits-Gewichtsverhältnisse. Das Interesse anderer großer Industriezweige an leichten Sandwichkernwerkstoffen mit guten gewichtsspezifischen Materialkennwerten wächst beständig, so daß inzwischen mehr als die Hälfte der Wabenkernmaterialien in anderen Bereichen eingesetzt werden.

**[0003]** Die Anwendung von Waben für Verpackungen, im Automobilbau und vergleichbaren Märkten erfordert eine schnelle kontinuierliche Herstellung der Wabenkernschicht, damit ein zur Wellpappe und anderen preiswerten Werkstoffen konkurrenzfähiges Produkt hergestellt werden kann.

**[0004]** Ein Sandwich mit Wabenkern besitzt hohe spezifische Druckfestigkeiten in der Materialebene, aufgrund der optimalen nahezu richtungsunabhängigen Unterstützung der Deckschichten. Im Vergleich zum Sandwich mit Wellkern (z.B. Wellpappe) können bessere Kantenstauchwiderstände und Biegesteifigkeiten insbesondere in der Maschinenrichtung erreicht werden. Dadurch sind deutliche Gewichts- und Materialeinsparungen möglich. Auch senkrecht zur Materialebene sind, aufgrund der senkrechten sich gegenseitig abstützenden Zellwände, die Druckkennwerte erheblich besser. Zudem hat ein Sandwich mit Wabenkern eine bessere Oberflächenqualität was insbesondere für das Bedrucken von Verpackungsmaterialien von Bedeutung ist. Aufgrund dieser Vorteile und der steigenden Nachfrage nach preisgünstigen Sandwichkernen gab es in der Vergangenheit vielfältige Bemühungen zur Verringerung der hohen Herstellungskosten für Wabenkerne.

**[0005]** Es sind viele Verfahren bekannt bei denen einzelne Materialstreifen oder eine zusammenhängende Materialbahn an abwechselnden Stellen verklebt und dann expandiert wird (US 4.500.380 Bova, DE 196.09.309 Hering, US 4.992.132 Schmidlin, US 5.334.276 Meier). Solche Verfahren werden bereits zur teilweise automatisierten Herstellung von Papierwaben mit Zellweiten über etwa 10 mm für Innenverpackungen, Kanten- und Eckelemente, sowie für Paletten eingesetzt. Die erforderlichen Kräfte und die Materialspannungen beim Expandieren stellen hohe Anforderungen an den Klebstoff und die Verklebung der Zellwände.

Durch ein Vorprägen der Faltlinien können diese Kräfte zwar reduziert werden, dennoch leidet die Regelmäßigkeit der Wabengeometrie, insbesondere bei Papierwaben mit kleinen Zellweiten, unter dem Expansionsprozeß. Die inneren Spannungen und die erforderlichen Expansionskräfte erhöhen sich stark bei geringeren Zellweiten. Daher sind diese Verfahren für kleinere Zellweiten zunehmend problematisch und schwieriger zu automatisieren. Zudem ist die Produktionsgeschwindigkeit durch das erforderliche Querschneiden der Bahn begrenzt.

**[0006]** Ebenso sind viele Verfahren bekannt bei denen einzelne, gewellte oder trapezförmige Materialbahnen oder Streifen versetzt verklebt werden (US 3.887.418 Jurisch, US 5.217.556 Fell, US 5.399.221 Casella, US 5.324.465 Duffy). Die technische Umsetzung zu einem kontinuierlichen Prozeß mit einer hohen Produktionsgeschwindigkeit gestaltet sich bei diesen Verfahren, aufgrund der notwendigen Positionierung und Handhabung der einzelnen Materialbahnen schwierig.

**[0007]** Es sind weitere Verfahren bekannt bei denen Wellpappen zu Wabenkernen verarbeitet werden. Bei einem Verfahren werden Wellpappen in den Zellwänden von Wabenkernen verwendet (US 4.948.445 Hess). Dabei werden einzelne Wellpappenbögen, mit in Produktionsrichtung verlaufenden Wellen zugeführt und kurze, durch die gesamte Wellpappendicke gehende Querschnitte eingebracht. Daher entstehen nach dem Aufrollen in Produktionsrichtung und dem Expandieren Wabenkerne mit relativ großen Zellweiten und relativ dicken Zellwänden. Prinzipiell gleicht das Verfahren den Expansionsverfahren mit einer zusammenhängenden Materialbahn.

**[0008]** Des Weiteren sind Waben und Verfahren bekannt bei denen eine Wellpappenbahn (US 3.912.573 Kunz) oder eine einzelne gewellte Bahn (WO 91/00803 Kunz) mit den Wellen quer zur Produktionsrichtung in Streifen geschnitten wird. Nach dem Zerschneiden der Bahn wird dann durch das Aneinanderkleben der einzelnen Streifen eine Wabenkernschicht erstellt. Dieses Verfahren erfordert eine gewisse Größe der einzelnen Streifen oder besondere Positionierungsbänder, damit deren Handhabung gewährleistet bleibt. Durch die Größe der Streifen reduziert sich die Bahnbreite nach dem Drehen der Streifen stark. Um keine zu kleine Breite der Wabenkernschicht zu erhalten, werden die Streifen in einem weiteren Produktionsschritt abgeschnitten und zu einem Wabenblock verklebt, der dann quer zur Produktionsrichtung deutlich langsamer weiter gefördert wird. Für kleine Wabenhöhen muß dieser Wabenblock gegebenenfalls zerschnitten werden. Die durch ein solches Verfahren hergestellten Waben besitzen zwischen einzelnen gewellten oder trapezförmig geformten Zellwandstreifen auch einzelne gerade Streifen. Solche verstärkte Waben sind auch bereits aus der manuellen Herstellung über einen Block bekannt (WO 95/10412 Darfler). Dort werden einzelne ebene Lagen zwischen

die einzelnen gewellten Lagen gelegt und mit ihnen verklebt.

[0009] Es sind auch Waben und Verfahren zu deren Herstellung bekannt bei denen eine zusammenhängende Materialbahn nach dem Einbringen von Schnitten zunächst gewellt oder trapezförmig verformt wird, bevor die zusammenhängenden Zellwände gegeneinander gefaltet und verklebt werden (WO 97/03816 Pflug). Um eine Materialeinsparung bei Verpackungsanwendungen insbesondere im Vergleich zur Wellpappe, zu erzielen ist ein sehr leichtes Papier (40 g/m<sup>2</sup> bis 80 g/m<sup>2</sup>) zu bevorzugen. Beim Wellen dieser geringen Grammaturen ist es vorteilhaft, die Welle direkt nach der Formung durch das Aufkleben einer Bahn zu stabilisieren. Insbesondere bei der Wellung quer zur Produktionsrichtung, wie sie in der Wellpappenherstellung mit Geschwindigkeiten bis zu 350 m/min üblich ist, muß direkt eine Decklage (ein sogenannter Liner) aufgeklebt werden. Die gewellte Bahn alleine kann die zur schnellen Förderung der Materialbahn notwendige Zugspannung nicht aufnehmen.

[0010] Es sind weiter Verfahren und Vorrichtungen bekannt um Einschnitte in Wellpappen einzubringen (US 5.690.601 Cummings). Diese Einschnitte werden entlang der Wellen einzelner Wellpappenbögen (in Querrichtung zur eigentlichen Produktionsrichtung der Wellpappe) vorgenommen um ein definiertes Falten zu ermöglichen. Das Falten erfolgt bei diesem Verfahren zum Schnitt hin, so daß dieser sich schließt.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wabenkernschicht, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, welche die kontinuierliche Herstellung von Waben mit relativ kleinen Zellweiten, mit einer der Wellpappenherstellung vergleichbaren Produktionsgeschwindigkeit ermöglicht. Des weiteren ist eine gute Oberflächenqualität sowie eine zuverlässige und schnelle Anbindung der Deckschichten erwünscht.

[0012] Die gestellte Aufgabe wird aufgrund der Maßnahmen der Ansprüche 1, 7 und 14 und mit Hilfe des Zwischenprodukts gemäß Anspruch 23 gelöst und durch weitere Merkmale der Unteransprüche weiterentwickelt.

[0013] Bei der Erfindung wird vorzugsweise eine wellenförmige oder trapezförmige Materialbahn mit mindestens einer, aber vorzugsweise mit zwei Decklagen durchgeführt. Dies kann Wellpappe, aber auch eine Kunststoff-, Faserverbund- oder Metallwellkernplatte sein. Auch eine Bahn mit mehreren Wellkernen z.B. eine zweiwellige Wellpappe (BC-Flute, AA-Flute) kann verwendet werden. Vorzugsweise bestehen die Decklagen aus sehr dünnem Material (Flächengewicht zwischen 60 g/m<sup>2</sup> und 100 g/m<sup>2</sup>) und die gewellte Kernschicht aus bis zu 2 mal so dickem Material, da die Decklagen in der zu bevorzugenden Variante der Faltwabe doppelt zu liegen kommen. An die Qualität der Decklagen, sowie an die Dickentoleranz und Oberflächenqualität der Wellkernbahn werden dabei sehr geringe Ansprüche gestellt, da diese Faktoren auf die Oberflächenqualität

des Endproduktes wenig Einfluß haben.

[0014] Die Dicke der Wellpappenbahn bestimmt die Weite der Wabenzellen. Zur Stützung der Deckschichten sind Zellweiten von 4.7 mm (A-Flute), oder bei sehr geringen Flächengewichten 3.6 mm (C-Flute) ausreichend, da die flachen Wellkerndeckschichtstreifen eine zusätzliche Auflage bieten und die Gefahr des Beulens der Deckschichten in die Zellen (Dimpling) vermindern. Es können aber auch Wabenkerne mit kleineren bzw. größeren Zellweiten aus Wellkernbahnen mit geringeren bzw. größeren Höhen der Welle (z.B. K-Flute) hergestellt werden.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird die mehrlagige Bahn zunächst in Förderrichtung auf der Unterseite und der Oberseite mit einer Vielzahl von durchlaufenden Faltlinien versehen. Die Faltlinien können zum Beispiel durch Pressen oder Längseinschneiden der Bahn eingebracht werden. Die Schnitte durchschneiden die Bahn in Dickenrichtung nicht ganz, sondern lassen jeweils eine Deckschicht (oder die Deckschicht und die Wellenberge) zusammenhängend. Die Schnitte auf der Oberseite liegen dabei möglichst genau zwischen den Schnitten der Unterseite. Die bei Wellpappen üblichen Unebenheiten der Deckschichten und die unterschiedlichen Schneidkräfte zwischen den Wellenbergen können dazu führen, daß die Deckschicht an einzelnen Stellen teilweise oder ganz durchgeschnitten wird. Dies ist durchaus erwünscht solange die Wellkernstreifen in Querrichtung noch zusammenhängend bleiben. Die erforderliche Faltkraft kann durch dieses leichte Anschneiden oder Perforieren der Deckschichten oder ein zusätzliches Vorprägen der Faltlinie verringert werden. Die Wellkernstreifen können auch zunächst komplett durchgeschnitten und gleichzeitig oder unmittelbar danach mittels Klebefolien zusammengeklebt werden. Dieses Material kann im Vergleich zu dem Material der Bahn leichter zu biegen bzw. zu falten sein. Demzufolge, schließt die Wortkombination "einstückig gebildet" nicht nur Wellenstreifen ein, die durch eine Deckschicht miteinander verbunden sind sondern auch getrennte Wellenstreifen, die durch Klebefolie miteinander verbunden werden. Das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe der zusammenhängenden Wellkernstreifen liegt vorzugsweise im Bereich von 0.5 bis 2.0.

[0016] Die zusammenhängenden Wellkernstreifen werden dann jeweils um 90° so gedreht, daß sich die Schnitte öffnen und sich die zusammenhängenden Decklagen benachbarter Streifen um 180° falten. Da die Streifen zusammenhängen, ist keine Ausrichtung in Dicken- oder Längsrichtung notwendig. Die Streifen legen sich mit den zusammenhängenden Decklagen flächig aneinander und bilden die Faltwabe. Sie können verklebt, anderweitig verbunden oder erst bei Aufkleben der neuen Deckschichten durch diese verbunden werden. Das Aufbringen des Klebers kann durch Rollen, Düsen oder Bürsten erfolgen, wobei ein Aufbringen bevorzugt wird, das eine relativ geringe Klebstoffmenge

konstant aufrägt. Bei der Verwendung einer Wellkernbahn mit zwei Decklagen sind die Wellkernstreifen wesentlich stabiler als nur mit einer Decklage und können mit einigem Druck verklebt werden. Eventuelle Verformungen des Wellkerns, die bei der Wellpappenherstellung die Oberflächenqualität oft beeinträchtigen, erfolgen hier in Breitenrichtung und haben auf die Oberflächenqualität und Dickentoleranz der Faltwabe keinen Einfluß.

**[0017]** Die flachen, in der Wabe senkrecht stehenden Wellkerneckschichtstreifen können die Zugspannungen in der Produktionsrichtung aufnehmen und ermöglichen einen schnellen Transport der Materialbahn. Sie erhöhen später die Schub- und Druckkennwerte der Wabe, so daß alles Material der Wellpappe im daraus gefalteten Wabenkern genutzt wird.

**[0018]** Zur Herstellung eines Wabenplattenmaterials können neue Deckschichten direkt nach der Wabenherstellung kontinuierlich auf die Wabenkernschicht aufgebracht werden. Dabei ist die hohe Druckfestigkeit der Wabe sehr nützlich. Eine gute Anbindung der Deckschichten an die Wabe kann durch ein leichtes zerfasern der Kanten beim Einbringen der Längsschnitte erreicht werden. Neben den Kanten der Wellkernlage stehen die kleinen Seitenflächen der gefalteten Wellkerneckschichtstreifen zusätzlich zur Anbindung der Deckschichten zur Verfügung.

**[0019]** Ein Ausführungsbeispiel für die Wabenkernschicht, das Verfahren und die Vorrichtung wird anhand der Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigt:

- Fig. 1 die Wellkernbahn und die Position der Längseinschnitte in der Draufsicht und der Seitenansicht,
- Fig. 2 die Position der Längseinschnitte in der Wellkernbahn in der Frontansicht,
- Fig. 3 die leicht gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 4 die 30° gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 5 die 60° gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 6 die nahezu ganz gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 7 eine perspektivische Darstellung der leicht gefalteten Wellkernbahn,
- Fig. 8 eine perspektivische Darstellung der 30° gefalteten Wellkernbahn,
- Fig. 9 eine perspektivische Darstellung der 60° gefalteten Wellkernbahn,
- Fig. 10 eine perspektivische Darstellung der nahezu ganz gefalteten Faltwabe aus Wellpappe,
- Fig. 11 das Verfahren zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe in der Draufsicht,
- Fig. 12 eine perspektivische Darstellung des Verfahrens zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe,
- Fig. 13 die Führung der Materialbahn aus der Bahn-

- ebene in der Seitenansicht,
- Fig. 14 die noch ebene Wellkernbahn in der Frontansicht,
- Fig. 15 die Verformung aus der Bahnebene bei 5° gefalteter Wellkernbahn,
- Fig. 16 die Verformung aus der Bahnebene bei 45° gefalteter Wellkernbahn,
- Fig. 17 die Verformung aus der Bahnebene bei dreistufiger Verdrehung jedes dritten Wellkernstreifens,
- Fig. 18 die Vorrichtung zum Einbringen der Längseinschnitte zur Herstellung der Faltwabe in der Frontansicht,
- Fig. 19 die Vorrichtung zum variablen Einbringen der Längseinschnitte in der Frontansicht,
- Fig. 20 die Vorrichtung zum Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe im Schnitt.
- Fig. 21 die Vorrichtung zum variablen Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen im Schnitt.

**[0020]** Fig. 1 zeigt die zugeführte Wellkernbahn mit den Wellen quer zur Produktionsrichtung und die Position der Längseinschnitte in der Draufsicht und der Seitenansicht. Die Wellkernbahn kann auf der Basis von Kunststoff, Gewebe, Faserverbundwerkstoff, Papier, Pappe oder ähnlichen Materialien sein. Die Wellkernstreifen 1 sind jeweils durch zwei Einschnitte 2 und 3 begrenzt. Die Wellkernbahn ist durch diese Schnitte, welche die Materialbahn in Dickenrichtung nicht ganz durchschneiden, abwechselnd von oben und unten eingeschnitten. Das verbleibende Material (eine Deckschicht oder/und die Wellenberge des Wellkerns) wird später an dieser Stelle um die Faltlinien 4 und 5 gefaltet. Fig. 2 zeigt die Position der Längseinschnitte und der Faltlinien in der Frontansicht. Das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellkernstreifens liegt vorzugsweise im Bereich 0.5 bis 2.

**[0021]** In Fig. 3 bis Fig. 6 ist die Faltung der zusammenhängenden Wellkernstreifen schrittweise in der Frontansicht dargestellt. Ein Klebstoff 6, für Verpackungsanwendungen vorzugsweise auf Stärke oder PVA Basis, kann vor dem Falten auf die Wellkerneckschichtstreifen aufgebracht werden. Der Klebstoff kann auf der gesamten Fläche oder nur dort aufgebracht werden wo sich die Wellenberge oder Wellentäler der benachbarten Wellkernstreifen treffen. Fig. 7 bis Fig. 10 zeigen die gleichen Zwischenschritte der Herstellung in perspektivischer Darstellung.

**[0022]** Fig. 11 zeigt das Verfahren zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe in der Draufsicht. In Fig. 12 sind die Positionen der einzelnen Verfahrensschritte eingezeichnet. Zunächst werden bei Position 10 die Längseinschnitte in die Materialbahn eingebracht. Danach erfolgt von 11 bis 13 die Verdrehung der Materialstreifen. Dabei kann optional ein Klebstoff auch erst

während des Verdrehens eingebracht werden (etwa bei 12). Bei 14 können dann Deckschichten auf die Faltwabe aufgebracht werden.

**[0023]** Im kontinuierlichen Prozeß ergeben sich Torsionsspannungen durch die Verdrehung der zusammenhängenden Wellkernstreifen. Diese Spannungen sind aufgrund der geringen Torsionssteifigkeit der dünnen, schmalen Streifen relativ gering. Die Länge dieses Prozeßschrittes kann daher relativ kurz sein ( $< 0.5$  m), wenn keine Änderung der Bahnbreite erfolgt. Zwangsläufig entspricht das Verhältnis zwischen der Dicke der Wellkernbahn und der Dicke der Wabenkernschicht dem Verhältnis der Breiten beider Materialbahnen ( $b_{\text{Wabe}} = b_{\text{Welle}} \cdot t_{\text{Wabe}} / t_{\text{Welle}}$ ).

**[0024]** Vorzugsweise ist die Wellkerndicke ( $t_{\text{Welle}}$ ) gleich der Wabenkerndicke ( $t_{\text{Wabe}}$ ) zu wählen, damit sich eine konstante Anlagenbreite ergibt ( $b_{\text{Wabe}} = b_{\text{Welle}}$ ). Allerdings wird ohnehin während des Drehens der Materialstreifen eine maximale Breite der Bahn mit  $b_{\text{max}} = b_{\text{Welle}} \cdot \sqrt{(t_{\text{Welle}}^2 + t_{\text{Wabe}}^2)} / t_{\text{Wabe}}$  erreicht. Bei gleicher Materialdicke  $t_{\text{Welle}} = t_{\text{Wabe}}$  würde die Breitenänderung  $b_{\text{max}} = 1.41 \cdot b_{\text{Welle}}$  betragen. Diese Änderung der Bahnbreite kann durch eine kurzzeitige Führung der Materialstreifen aus der Bahnebene heraus verhindert werden.

**[0025]** Fig. 13 zeigt die Führung der Materialbahn aus der Bahnebene heraus in der Seitenansicht. Die zusammenhängenden Wellkernstreifen können während der 90°-Torsion leicht gebogen werden. Eine Biegung der tordierten Wellkernstreifen erfordert jedoch eine größere Länge des Torsionsbereiches. Daher ist es sinnvoll die Bahn über der Breite leicht zu wellen um so die Verformungen aus der Bahnebene heraus zu begrenzen. Fig. 14 bis 16 zeigen die einzelnen Schritte bei einer möglichen Verformung der zusammenhängenden Wellkernstreifen aus der Bahnebene heraus zur Vermeidung der Bahnbreitenänderung.

**[0026]** Des weiteren kann die Breitenänderung stark reduziert werden wenn die Wellkernstreifen nacheinander verdreht werden. Dabei ist es besonders vorteilhaft, zunächst jeden dritten Wellkernstreifen zu verdrehen. In drei Stufen können so alle Wellkernstreifen verdreht werden, ohne daß sich eine merkliche Breitenänderung ergibt. Fig. 17 zeigt die dreistufige Verdrehung jedes dritten Wellkernstreifens und die resultierenden geringen Verformungen aus der Bahnebene heraus in einzelnen Frontansichten. Einzelne oder mehrere Wellkernstreifen können auch in anderer Reihenfolge nacheinander verdreht werden um die Breitenänderung zu begrenzen.

**[0027]** Dennoch ist eine Reduktion der Bahnbreite bei der Herstellung von Wabenkernschichten mit einer größeren Dicke ( $t_{\text{Wabe}} > t_{\text{Welle}}$ ) und eine Vergrößerung der Bahnbreite bei der Herstellung kleinerer Dicken ( $t_{\text{Wabe}} < t_{\text{Welle}}$ ) bis zu einem gewissen Grade aus Gründen der Flexibilität der Anlage eventuell vorteilhaft. Das Verhältnis zwischen der Dicke der Wellkernbahn

( $t_{\text{Welle}}$ ) und der Dicke der Wabenkernschicht ( $t_{\text{Wabe}}$ ) liegt dabei vorzugsweise zwischen 0.5 und 2. Fig. 18 zeigt eine Vorrichtung zum Einbringen der Längseinschnitte. Diese Vorrichtung kann aus einfachen Längsschneidmessern 20 bestehen, die auf einer oberen 21 und einer unteren Achse 22 oder auf einer Vielzahl von separaten Achsen rotieren. Der Abstand zwischen den oberen und unteren Schneidmessern zueinander und untereinander sollte möglichst gleichmäßig sein um eine hohe Schnittgenauigkeit und damit eine sehr konstante Wabenkerndicke zu erreichen. Ferner sollte die Materialbahn (z.B. durch Walzen) möglichst exakt geführt werden damit eine exakte Tiefe der Einschnitte erzielt wird. Das schnelle exakte Schneiden von Wellkernen in der Produktionsrichtung wird bereits bei der Wellpappenherstellung durchgeführt. Neben der bevorzugten Verwendung von rotierenden Messern ist auch das Schneiden mit stillstehenden Messern denkbar. Die zusammenhängenden Wellkernstreifen bilden eine relativ stabile Bahn, daher kann die Wellkernbahn nach dem Einbringen der Einschnitte hinter den Längsschneidmessern mit Walzen oder Bändern gefördert werden.

**[0028]** Fig. 19 zeigt eine variable Vorrichtung 24 zum Einbringen der Längseinschnitte. Durch eine gleichmäßige Verstellung der Abstände zwischen den einzelnen Schneidmessern 20 in Breitenrichtung kann eine Wabenkernschichten mit unterschiedlicher Dicke hergestellt werden. Ferner ist auch ein schnelles Austauschen der kompletten Schneidwalzen (z.B. mit sogenannten Revolversystemen) denkbar.

**[0029]** Fig. 20 zeigt eine Vorrichtungen zum Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen. Die Vorrichtung kann aus einfachen feststehenden Führungen 23, aus rotierenden Walzen oder aus Transportbändern bestehen. Die Geometrie dieser Führungen bestimmt wie die zusammenhängenden Wellkernstreifen beim Transport verdreht und gegeneinander gefaltet werden. Dabei ist entweder ein sequentielles Drehen, bei dem es zu einem sehr geringen stufenförmigem Wellen über der Breite kommt oder ein gleichzeitiges Drehen mit einer größeren Wellung über der Breite möglich.

**[0030]** Fig. 21 zeigt eine variable Vorrichtungen zum gleichzeitigen Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen mit einer Wellung über der Breite. Fig. 17 zeigt wie die Führungen der einzelnen Materialstreifen beim Drehen jedes dritten Wellkernstreifens in drei Stufen führen müssen. Bei dieser Variante ist vorteilhaft, daß es genügt die jeweils nicht drehenden zwei Wellkernstreifen nach oben bzw. unten zu führen, um den jeweils dazwischen liegenden Wellkernstreifen um 90° zu drehen.

**[0031]** Diese Faltwabe aus Wellpappe, das beschriebene Verfahren und die Vorrichtungen ermöglichen die Herstellung eines der Wellpappe in allen Materialkennwerten deutlich überlegenen Wabenmaterials. Die Wa-

benkernschichtdicke sollte vorzugsweise über 4 mm betragen, da die Materialeinsparungen im Vergleich zur Wellpappe mit zwei übereinander liegenden Wellkernen besonders groß sind. Doch auch bei geringeren Höhen bietet die Wabe deutlich bessere Materialeigenschaften. Das Material kann aus den gleichen, wenn auch leichteren Papieren (Kraftliner oder Testliner) und dem üblichen, auf Stärke bzw. PVA basierenden Klebstoff auf Anlagen hergestellt werden, die in wesentlichen Komponenten den weit entwickelten Wellpappenanlagen gleichen. Die beiden zusätzlichen Prozeßschritte (Einbringen der Längseinschnitte und Falten der zusammenhängenden Wellpappenstreifen) können durch die beschriebenen einfachen Vorrichtungen durchgeführt werden und reduzieren die Produktionsgeschwindigkeit nicht.

**[0032]** Mit den beschriebenen verstellbaren Längsschneid- und Führungsvorrichtungen bzw. dem in der Wellpappenindustrie üblichen Austauschen der Walzen und Komponenten kann eine Anlage für einwellige Wellpappe sehr flexibel Faltwaben mit unterschiedlichen Dicken herstellen. Die Produktionskosten sind voraussichtlich geringer als bei der Herstellung von zweilagigen Wellpappen. Zudem kann die Produktionsgeschwindigkeit, dieser auf einer einwelligen Wellpappenanlage basierenden Wabenpappenanlage vermutlich größer sein, als die von heute üblichen zweiwelligen Wellpappenanlagen.

**[0033]** Beim Herstellen von Faltwaben aus Wellpappe kann das Aufleimen der Decklagen in der gleichen Produktionsanlage, direkt nach der Kernschichtfertigung erfolgen, und zur Weiterverarbeitung der Wabenpappe können die in der wellpappenverarbeitenden Industrie üblichen Schneid-, Stanz- und Druckmaschinen verwendet werden.

**[0034]** Die Wabenpappe verfügt im Vergleich zur Wellpappe über deutlich bessere Druckfestigkeiten in der Materialebene (Kantenstauchwiderstand, ECT), insbesondere in der Produktionsrichtung (Maschinenrichtung). Zudem bietet sie senkrecht zur Materialebene (Flachstauchwiderstand, FCT) erheblich bessere Druckkennwerte und eine größere Stoßenergieaufnahme. Die möglichen Gewichts- und Materialeinsparungen, die richtungsunabhängigeren Festigkeiten und die bessere Oberflächenqualität, sowie der geringe Aufwand für die zusätzlichen Produktionsschritte lassen erwarten, daß die Faltwabenpappe aus Wellpappe konkurrenzfähig zur Wellpappe ist.

**[0035]** Zudem kann die Faltwabe ohne ein Auflaminieren von Deckschichten vielfältig zu Sandwichbauteilen weiterverarbeitet werden. Die Wabenzellen können zur besseren akustischen und thermischen Isolation zusätzlich mit einem Schaum oder ähnlichem Material gefüllt werden. Des weiteren können die Wabenzellwände durch ein Tauchbad oder durch Besprühen imprägniert oder beschichtet werden. Die guten Materialeigenschaften und die geringen Produktionskosten lassen erwarten, daß dieses Material neben den Verpackungs-

anwendungen auch in anderen Bereichen wie zum Beispiel in Innenverkleidungsbauteilen für Fahrzeuge, in Möbeln, Bodenbelägen und Wandverkleidungen, usw. Anwendungen findet.

**[0036]** Die Vorteile der erfindungsgemäßen Faltwabe sind:

- a) verbesserte Bedruckbarkeit durch bessere Oberflächenqualität,
- b) verbesserte mechanische Eigenschaften, z.B. Flachstauchwiderstand und Kantenstauchwiderstand, Biegefestigkeit, Biegesteifigkeit,
- c) geringeres Gewicht bei gleichen mechanischen Eigenschaften,
- d) guter Schlagwiderstand und mechanische Eigenschaften nach einem Schlag oder Stoß,
- e) Umweltfreundlichkeit, z.B. 20 bis 25% weniger Rohmaterialien werden verwendet, die Faltwabe findet Anwendung, wo bis jetzt nichtwiederverwendbare Materialien eingesetzt worden sind.

#### Patentansprüche

1. Faltwabe, mit einer Vielzahl von nebeneinander und in einer Ebene liegenden Wellkernstreifen, die jeweils aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehen, wobei die Decklagen der Wellkernstreifen parallel zueinander und quer zur Ebene angeordnet sind und sich die Längsrichtung der Wellen des Wellkerns bei jedem Wellkernstreifen quer zu diesem erstreckt, und wobei die Wellkernstreifen miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines der benachbarten Wellkernstreifen einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von 180° verbunden ist und die Verbindungen zwischen benachbarten Wellkernstreifen abwechselnd auf einer Seite und der anderen Seite der Faltwabe angeordnet sind.
2. Faltwabe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellkernstreifens im Bereich von 0.5 bis 2 liegt.
3. Faltwabe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis der Flächengewichte des Wellkernmaterials zu dem Decklagenmaterial jedes Wellkernstreifens im Bereich von 1 bis 2 liegt.
4. Faltwabe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Decklage des wellförmigen oder trapezförmigen Kerns mindestens jedes zweiten Wellkernstreifens mit der Deck-

lage des wellförmigen oder trapezförmigen Kerns mindestens eines benachbarten Wellkernstreifens ganz oder teilweise flächig verbunden ist.

5. Faltwabe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5  
**dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Wellkernstreifen aus zwei Decklagen und einem dazwischen angeordneten wellförmigen oder trapezförmigen Kern besteht und die eine Decklage jedes Wellkernstreifens mit einer Decklage eines benachbarten Wellkernstreifens einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von 180° verbunden ist, und die andere Decklage mit einer Decklage eines anderen benachbarten Wellkernstreifens einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von 180° verbunden ist. 10
6. Faltwabe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15  
weiterhin **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens auf einer Seite der Vielzahl von nebeneinander liegenden Wellkernstreifen eine Deckschicht angeordnet ist. 20
7. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung einer Faltwabe mit den folgenden Schritten : 25
  - a) Bilden von zusammenhängenden, aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehenden Wellkernstreifen, wobei die Wellkernstreifen miteinander verbunden sind und die Verbindungen zwischen benachbarten Wellkernstreifen abwechselnd auf einer Seite und der anderen Seite der Faltwabe angeordnet sind und wobei bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines benachbarten Wellkernstreifens verbunden ist; und 30
  - b) Drehen der zusammenhängenden Wellkernstreifen gegeneinander um etwa 90°, wodurch die Decklagen der Wellkernstreifen an den Verbindungslinien um etwa 180° gefaltet werden. 35
8. Verfahren nach Anspruch 7, 40  
**dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellkernstreifens im Bereich von 0.5 bis 2 liegt. 45
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, 50  
**dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis der Flächengewichte des Wellkernmaterials zu dem Decklagenmaterial jedes Wellkernstreifens im Bereich von 1 bis 2 liegt. 55
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 8,

**dadurch gekennzeichnet, daß** die sich berührenden Flächen, entweder mit Klebstoff der zuvor aufgebracht wird oder anderweitig, fest miteinander verbunden werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine Deckschicht auf die Faltwabe auflaminiert wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schritt des Bildens der zusammenhängenden Wellkernstreifen das komplette Durchschneiden der Wellkernbahn zu einzelnen Wellkernstreifen enthält.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schritt des Bildens der zusammenhängenden Wellkernstreifen das Längseinschneiden einer Wellkernbahn zu zusammenhängenden Wellkernstreifen enthält.
14. Anlage zum Herstellen einer Faltwabe, umfassend:
  - a) eine erste Vorrichtung zum Bilden von zusammenhängenden, aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehenden und in einer Ebene liegenden Wellkernstreifen, wobei die Wellkernstreifen miteinander verbunden sind und die Verbindungen zwischen benachbarten Wellkernstreifen abwechselnd auf einer Seite und der anderen Seite der Faltwabe angeordnet sind wobei bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines der benachbarten Wellkernstreifen verbunden ist; und
  - b) eine zweite Vorrichtung zum Drehen der zusammenhängenden Wellkernstreifen gegeneinander um etwa 90°, wodurch die Decklagen an den Verbindungslinien um etwa 190° gefaltet werden.
15. Vorrichtung nach dem Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zum Bilden der zusammenhängenden Wellkernstreifen eine Vorrichtung zum kompletten Durchschneiden einer Wellkernbahn zu einzelnen Wellkernstreifen enthält.
16. Vorrichtung nach dem Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zum Bilden der zusammenhängenden Wellkernstreifen eine Vorrichtung zum Längseinschneiden einer Wellkernbahn zu zusammenhängenden Wellkernstreifen enthält.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellkernstreifens im Bereich von 0.5 bis 2 liegt.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis der Flächengewichte des Wellkernmaterials zu dem Decklagenmaterial jedes Wellkernstreifens im Bereich von 1 bis 2 liegt.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zum Längseinschneiden der Wellkernbahn eine Mehrzahl von rotierenden oder feststehenden Messern besitzt.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zum Verdrehen eine Längswellung aufweist und die Wellkernstreifen dadurch zeitweise aus der Ebene führt oder so führt daß einzelne oder mehrere Wellkernstreifen nacheinander gedreht werden.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich vor oder im Bereich der Drehung der Wellkernstreifen eine Vorrichtung zum Aufbringen von Klebstoff auf die Decklagen der Wellkernstreifen befindet.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß**, die Vorrichtung zum Schneiden und zum Verdrehen jeweilsstellvorrichtungen zur variablen Einstellung des Abstandes der Messer und Führungselemente in Breitenrichtung besitzen.

23. Eine Vielzahl von nebeneinander, zusammenhängenden und in einer Ebene liegenden Wellkernstreifen, die jeweils aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehen, wobei die Decklagen der Wellkernstreifen parallel zueinander sind und sich die Längsrichtung der Wellen des Wellkerns bei jedem Wellkernstreifen quer zu diesem erstreckt, und wobei die Wellkernstreifen miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines der benachbarten Wellkernstreifen einstückig gebildet ist und mit dieser durch Falten durch 180° zu einer Faltwabe verbindbar ist, so daß die Verbindungen zwischen benachbarten Wellkernstreifen abwechselnd auf einer Seite und der anderen Seite der Faltwabe angeordnet sind.

24. Die Vielzahl nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis zwischen der Breite

und der Höhe jedes Wellkernstreifens im Bereich von 0.5 bis 2 liegt.

## 5 Claims

1. A folded honeycomb comprising a plurality of corrugated core strips which lie beside one another and in one plane and each consist of a corrugated or trapezoidal core with at least one cover layer, the cover layers of the corrugated core strips being arranged parallel to one another and transversely with respect to the plane, and the longitudinal direction of the flutes of the corrugated core extending, for each corrugated core strip, transversely with respect to it, and the corrugated core strips being connected to one another, **characterized in that** for at least each second corrugated core strip, the cover layer of the one corrugated core strip is formed in one piece with the cover layer of one of the adjacent corrugated core strips and is connected with it via a fold of 180°, and the connections between adjacent corrugated core strips are arranged alternately on one side and the other side of the folded honeycomb.

2. The folded honeycomb according to claim 1, **characterized in that** the ratio between the width and the height of each corrugated core strip lies in the range from 0.5 to 2.

3. The folded honeycomb according to claim 1 or 2, **characterized in that** the ratio between the weights per unit area of the corrugated core material and the cover layer material of each corrugated core strip lies in the range from 1 to 2.

4. The folded honeycomb according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the cover layer of the corrugated or trapezoidal core of at least each second corrugated strip is wholly or partly connected over the entire area to the cover layer of the corrugated or trapezoidal core of at least one adjacent corrugated core strip.

5. The folded honeycomb according to one of the preceding claims, **characterized in that** each corrugated core strip consists of two cover layers and a corrugated or trapezoidal core arranged between them, and the one cover layer of each corrugated core strip is formed in one piece with a cover layer of an adjacent corrugated core strip and is connected to it via a fold of 180°, and the other cover layer is formed in one piece with a cover layer of another adjacent corrugated core strip and is connected to it via a fold of 180°.

6. The folded honeycomb according to one of the pre-

ceding claims, further **characterized in that** a cover layer is arranged at least on one side of the plurality of corrugated core strips lying beside one another.

7. A process for the continuous production of a folded honeycomb, comprising the following steps:

a) forming connected corrugated core strips consisting of a corrugated or a trapezoidal core with at least one cover layer, the corrugated core strips being connected to one another and the connections between adjacent corrugated core strips being arranged alternately on one side and the other side of the folded honeycomb and, for at least each second corrugated core strip, the cover layer of one corrugated core strip being connected to the cover layer of an adjacent corrugated core strip; and

b) rotating the connected corrugated core strips through about 90° in relation to one another, as a result of which the cover layers of the corrugated core strips are folded through about 180° at the connecting lines.

8. The process according to claim 7, **characterized in that** the ratio between the width and the height of each corrugated core strip lies in the range from 0.5 to 2.
9. The process according to claim 7 or 8, **characterized in that** the ratio between the weights per unit area of the corrugated core material and the cover layer material of each corrugated core strip lies in the range from 1 to 2.
10. The process according to one of claims 7 to 9, **characterized in that** the touching surfaces are firmly connected to one another, either with adhesive which is applied previously or in another way.
11. The process according to one of claims 7 to 10, **characterized in that** at least one cover sheet is laminated onto the folded honeycomb.
12. The process according to one of claims 7 to 11, **characterized in that** the step of forming the connected corrugated core strips includes cutting completely through the corrugated core web to form individual corrugated core strips.
13. The process according to one of claims 7 to 11, **characterized in that** the step of forming the connected corrugated core strips includes the longitudinal slitting of a corrugated core web to form connected corrugated core strips.

14. A system for producing a folded honeycomb, comprising:

a) a first apparatus for forming connected corrugated core strips lying in a plane consisting of a corrugated or a trapezoidal core with at least one cover layer, the corrugated core strips being connected to one another and the connections between adjacent corrugated core strips being arranged alternately on one side and the other side of the plane, in at least each second corrugated core strip a cover layer of one corrugated core strip being connected to the cover layer of one of the adjacent corrugated core strips; and

b) a second apparatus for rotating the connected corrugated core strips through about 90° with respect to one another, as a result of which the cover layers are folded through about 180° at the connecting lines.

15. The apparatus according to claim 14, **characterized in that** the apparatus for forming the connected corrugated core strips includes an apparatus for cutting completely through a corrugated core web to form individual corrugated core strips.
16. The apparatus according to claim 14, **characterized in that** the apparatus for forming the connected corrugated core strips includes an apparatus for the longitudinal slitting of a corrugated core web to form connected corrugated core strips.
17. The apparatus according to one of claims 14 to 16, **characterized in that** the ratio between the width and the height of each corrugated core strip lies in the range from 0.5 to 2.
18. The apparatus according to one of claims 14 to 17, **characterized in that** the ratio between the weights per unit area of the corrugated core material and the cover layer material of each corrugated core strip lies in the range from 1 to 2.
19. The apparatus according to one of claims 16 to 18, **characterized in that** the apparatus for the longitudinal slitting of the corrugated core web has a plurality of rotating or stationary knives.
20. The apparatus according to one of claims 14 to 19, **characterized in that** the rotation apparatus has a longitudinal undulation and, as a result, leads the corrugated core strips out of the plane for some time or leads them in such a way that individual corrugated core strips or a plurality of corrugated core strips are rotated one after another.

21. The apparatus according to one of claims 14 to 20, **characterized in that** an apparatus for applying adhesive to the cover layers of the corrugated core strips is located upstream or in the region of the rotation of the corrugated core strips.
22. The apparatus according to one of claims 16 to 21, **characterized in that** the apparatus for cutting and for rotation in each case has adjusting devices for the variable setting of the distance of the knives and guide elements in the width direction.
23. A plurality of corrugated core strips which lie one beside the other, are connected to each other and lie in one plane and which each consist of a corrugated or a trapezoidal core with at least one cover layer, the cover layers of the corrugated core strips being parallel to one another and the longitudinal direction of the flutes of the corrugated core for each corrugated core strip extending transversely with respect to it, and the corrugated core strips being connected to one another, **characterized in that** for at least each second corrugated core strip, the cover layer of the one corrugated core strip is formed in one piece with the cover layer of one of the adjacent corrugated core strips and can be connected to it by being folded through 180° to form a folded honeycomb, so that the connections between adjacent corrugated core strips are arranged alternately on one side and the other side of the folded honeycomb.
24. The plurality according to claim 23, **characterized in that** the ratio between the width and the height of each corrugated core strip lies in the range from 0.5 to 2.

## Revendications

1. Structure abvéolaire pliée, avec une pluralité de bandes d'âme ondulée situées les unes à côté des autres et dans un plan, qui se composent chacun d'une âme de forme ondulée ou trapézoïdale avec au moins une couche de recouvrement, dans laquelle les couches de recouvrement des bandes d'âme ondulée sont disposées parallèlement les unes aux autres et transversalement au plan et le sens longitudinal des ondulations de l'âme ondulée dans chaque bande d'âme ondulée s'étend transversalement à celui-ci, et dans laquelle les bandes d'âme ondulée sont assemblées les unes aux autres, **caractérisée en ce que**, dans au moins une bande d'âme ondulée sur deux, la couche de recouvrement d'une première bande d'âme ondulée est formée d'une seule pièce avec la couche de recouvrement d'une des bandes d'âme ondulée voisines et est assemblée à celle-ci par un pli de 180° et les

assemblages entre des bandes d'âme ondulée voisines sont disposés en alternance sur un côté et sur l'autre côté de la structure abvéolaire pliée.

2. Structure abvéolaire pliée suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** le rapport entre la largeur et la hauteur de chaque bande d'âme ondulée se situe dans la gamme de 0,5 à 2.
3. Structure abvéolaire pliée suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le rapport des poids par unité de surface de la matière de l'âme ondulée et de la matière des couches de recouvrement de chaque bande d'âme ondulée se situe dans la gamme de 1 à 2.
4. Structure abvéolaire pliée suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la couche de recouvrement de l'âme de forme ondulée ou trapézoïdale d'au moins un bande d'âme ondulée sur deux est assemblée à plat, entièrement ou partiellement, à la couche de recouvrement de l'âme de forme ondulée ou trapézoïdale d'au moins une bande d'âme ondulée voisine.
5. Structure abvéolaire pliée suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque bande d'âme ondulée se compose de deux couches de recouvrement et d'une âme de forme ondulée ou trapézoïdale disposée entre celles-ci, et qu'une première couche de recouvrement de chaque bande d'âme ondulée est formée d'une seule pièce avec une couche de recouvrement d'une bande d'âme ondulée voisine et est assemblée à celle-ci par un pli de 180°, et l'autre couche de recouvrement est formée d'une seule pièce avec une couche de recouvrement d'une autre bande d'âme ondulée voisine et est assemblée à celle-ci par un pli de 180°.
6. Structure abvéolaire pliée suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en outre en ce qu'une** couche de recouvrement est disposée au moins sur un côté de la pluralité de bandes d'âme ondulée placées les unes à côté des autres.
7. Procédé pour la fabrication d'une structure abvéolaire pliée, comportant les étapes suivantes:
- a) formation de bandes d'âme ondulée attachées, se composant d'une âme de forme ondulée ou trapézoïdale avec au moins une couche de recouvrement, dans lequel les bandes d'âme ondulée sont assemblées les unes aux autres et les assemblages entre des bandes d'âme ondulée voisines sont disposés en alternance sur un côté et sur l'autre côté de la struc-

- ture abvéolaire pliée, et dans lequel, pour chaque au moins une bande d'âme ondulée sur deux, la couche de recouvrement d'une première bande d'âme ondulée est assemblée à la couche de recouvrement d'une bande d'âme ondulée voisine; et
- b) rotation des bandes d'âme ondulée attachées l'une par rapport à l'autre d'environ 90°, ce qui assure le plissage des couches de recouvrement des bandes d'âme ondulée sur les lignes d'assemblage d'environ 180°.
8. Procédé suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** le rapport entre la largeur et la hauteur de chaque bande d'âme ondulée se situe dans la gamme de 0,5 à 2.
9. Procédé suivant la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le rapport des des poids par unité de surface de la matière de l'âme ondulée et de la matière des couches de recouvrement de chaque bande d'âme ondulée se situe dans la gamme de 1 à 2.
10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 8, **caractérisé en ce que** les faces qui se touchent sont fermement assemblées l'une à l'autre soit avec de la colle, qui est appliquée au préalable, soit d'une autre manière.
11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce qu'**au moins une couche de recouvrement est contrecollée sur la structure abvéolaire pliée.
12. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** l'étape de formation des bandes d'âme ondulée attachées comprend le découpage complet de la bande d'âme ondulée en bandes d'âme ondulée individuelles.
13. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** l'étape de formation des bandes d'âme ondulée attachées comprend le refendage longitudinal d'une bande d'âme ondulée en bandes d'âme ondulée attachées.
14. Installation pour la fabrication d'une structure abvéolaire pliée, comprenant:
- a) un premier dispositif pour former des bandes d'âme ondulée attachées, se composant d'une âme de forme ondulée ou trapézoïdale avec au moins une couche de recouvrement et situés dans un plan, dans lequel les bandes d'âme ondulée sont assemblées les unes aux autres et les assemblages entre des bandes d'âme ondulée voisines sont disposés en alternance sur un côté et sur l'autre côté de la structure abvéolaire pliée, et dans lequel, pour chaque au moins une bande d'âme ondulée sur deux, la couche de recouvrement d'une première bande d'âme ondulée est assemblée à la couche de recouvrement d'une des bandes d'âme ondulée voisines; et
- b) un second dispositif pour faire tourner les bandes d'âme ondulée attachées l'une par rapport à l'autre d'environ 90°, ce qui assure le plissage des couches de recouvrement des bandes d'âme ondulée sur les lignes d'assemblage d'environ 180°.
15. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** le dispositif destiné à former les bandes d'âme ondulée attachées comprend un dispositif pour le découpage complet d'une bande d'âme ondulée en bandes d'âme ondulée individuels.
16. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** le dispositif destiné à former les bandes d'âme ondulée attachées comprend un dispositif pour le refendage longitudinal d'une bande d'âme ondulée en bandes d'âme ondulée attachées.
17. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** le rapport entre la largeur et la hauteur de chaque bande d'âme ondulée se situe dans la gamme de 0,5 à 2.
18. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 14 à 17, **caractérisé en ce que** le rapport des poids par unité de surface de la matière de l'âme ondulée et de la matière des couches de recouvrement de chaque bande d'âme ondulée se situe dans la gamme de 1 à 2.
19. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 16 à 18, **caractérisé en ce que** le dispositif pour le refendage longitudinal de la bande d'âme ondulée comporte une pluralité de lames tournantes ou immobiles.
20. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 14 à 19, **caractérisé en ce que** le dispositif de rotation présente une ondulation longitudinale et guide de ce fait les bandes d'âme ondulée temporairement hors du plan ou les guide de telle manière que certaines ou plusieurs bandes d'âme ondulée tournent l'une après l'autre.
21. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 14 à 20, **caractérisé en ce qu'**un dispositif pour appliquer de la colle sur les couches de recouvrement des bandes d'âme ondulée se trouve avant ou dans la région de la rotation des bandes d'âme ondulée.

22. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 16 à 21, **caractérisé en ce que** les dispositifs de découpage et de rotation comportent chacun des dispositifs de réglage en vue du réglage variable de la distance des lames et des éléments de guidage dans le sens de la largeur. 5
23. Pluralité de bandes d'âme ondulée attachées, placées les unes à côté des autres et situées dans un plan, qui se composent chacune d'une âme de forme ondulée ou trapézoïdale avec au moins une couche de recouvrement, dans laquelle les couches de recouvrement des bandes d'âme ondulée sont parallèles l'une à l'autre et le sens longitudinal des ondulations de l'âme ondulée dans chaque bande d'âme ondulée s'étend transversalement à celui-ci, et dans laquelle les bandes d'âme ondulée sont assemblées les unes aux autres, **caractérisée en ce que**, dans chaque au moins une bande d'âme ondulée sur deux, la couche de recouvrement d'une première bande d'âme ondulée est formée d'une seule pièce avec la couche de recouvrement d'une des bandes d'âme ondulée voisines et peut être assemblée à celle-ci, par un plissage sur 180°, en une structure abvéolaire pliée, de telle manière que les assemblages entre des bandes d'âme ondulée voisines soient disposées en alternance sur un côté et sur l'autre côté de la structure abvéolaire pliée. 10 15 20 25
24. Pluralité suivant la revendication 23, **caractérisée en ce que** le rapport entre la largeur et la hauteur de chaque bande d'âme ondulée se situe dans la gamme de 0,5 à 2. 30

35

40

45

50

55

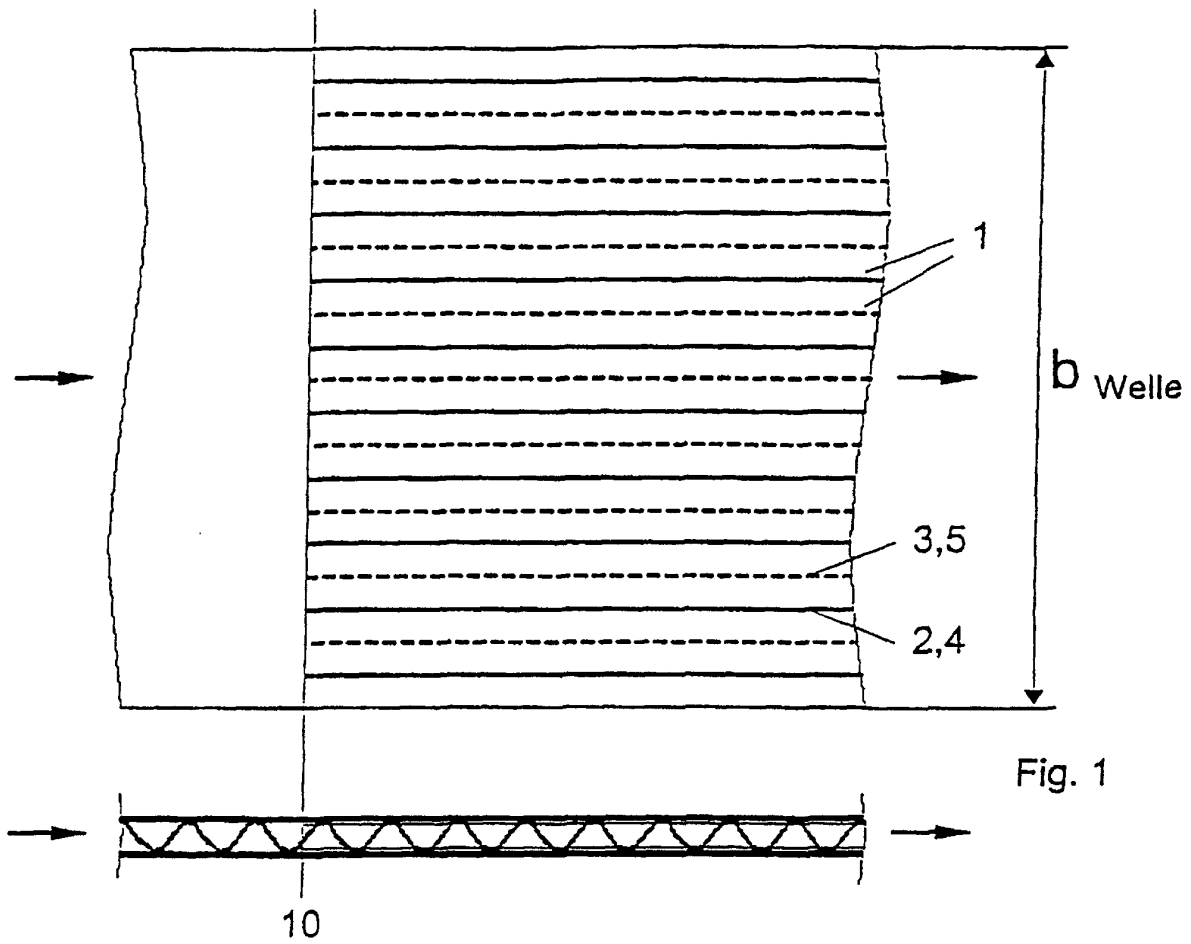


Fig. 1

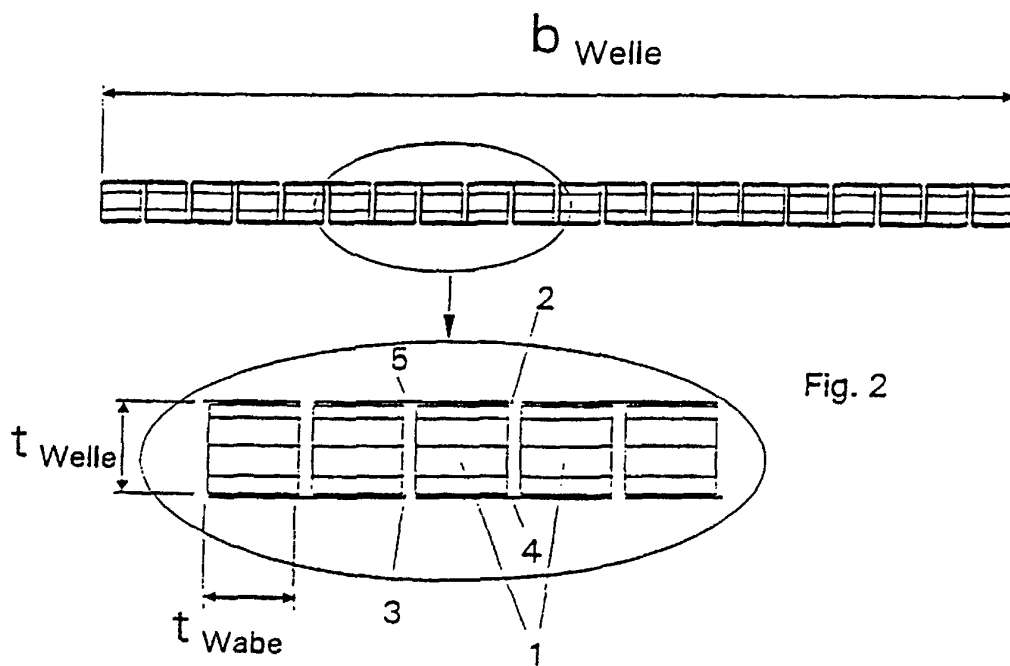


Fig. 2

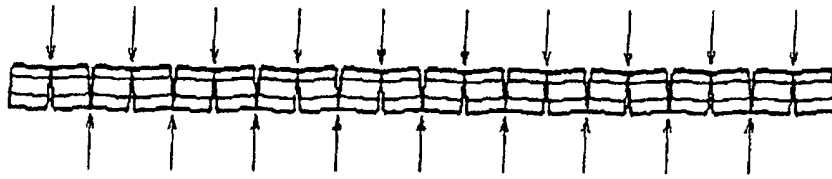


Fig. 3

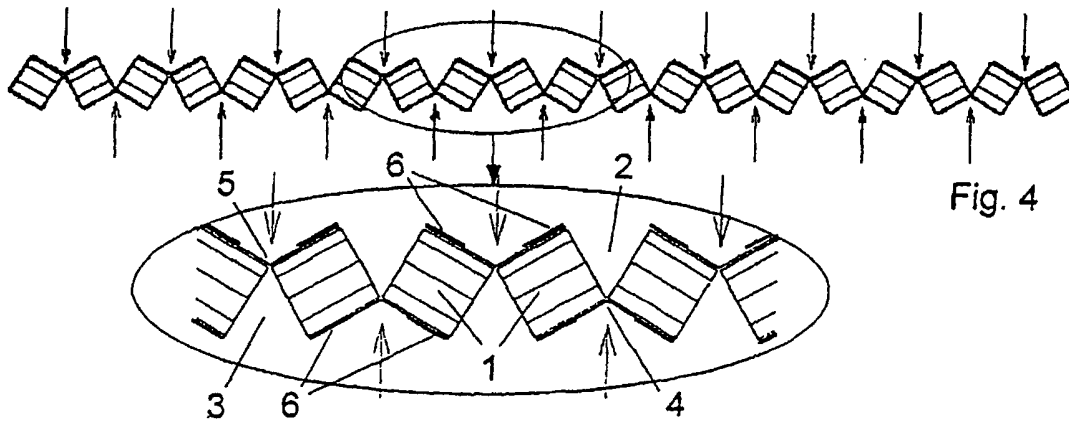


Fig. 4

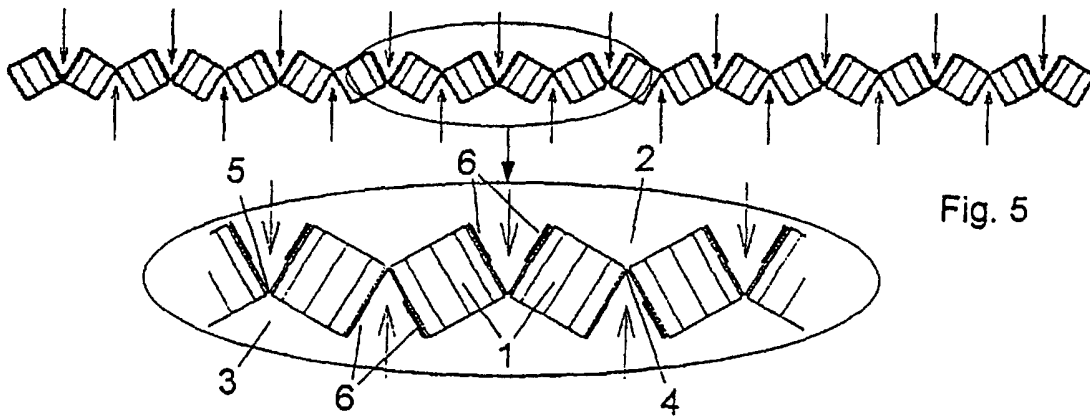


Fig. 5

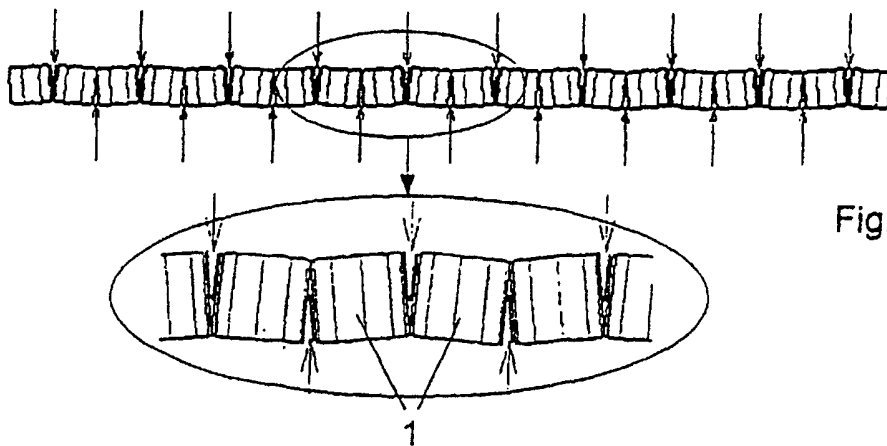


Fig. 6

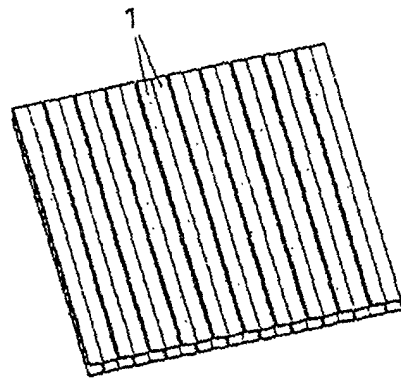


Fig. 7

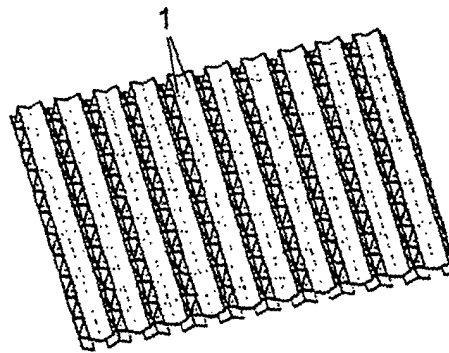


Fig. 8

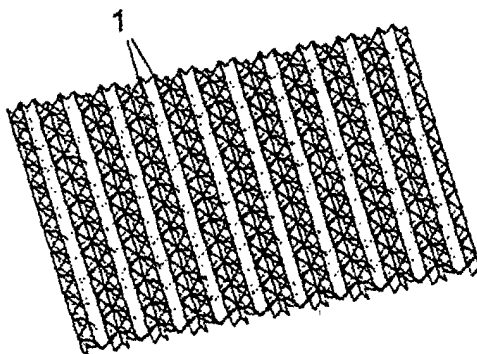


Fig. 9

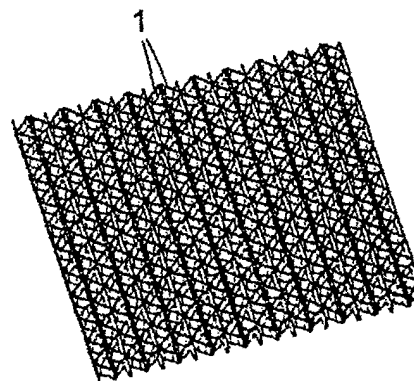


Fig. 10

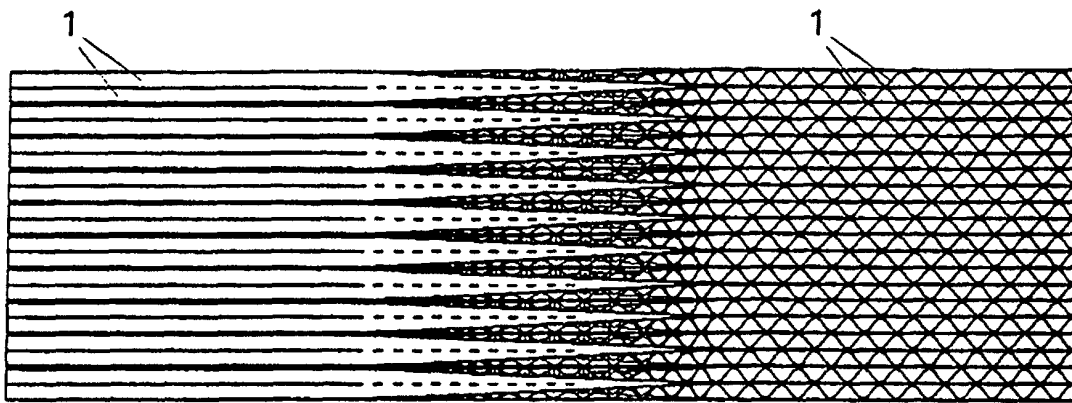


Fig. 11

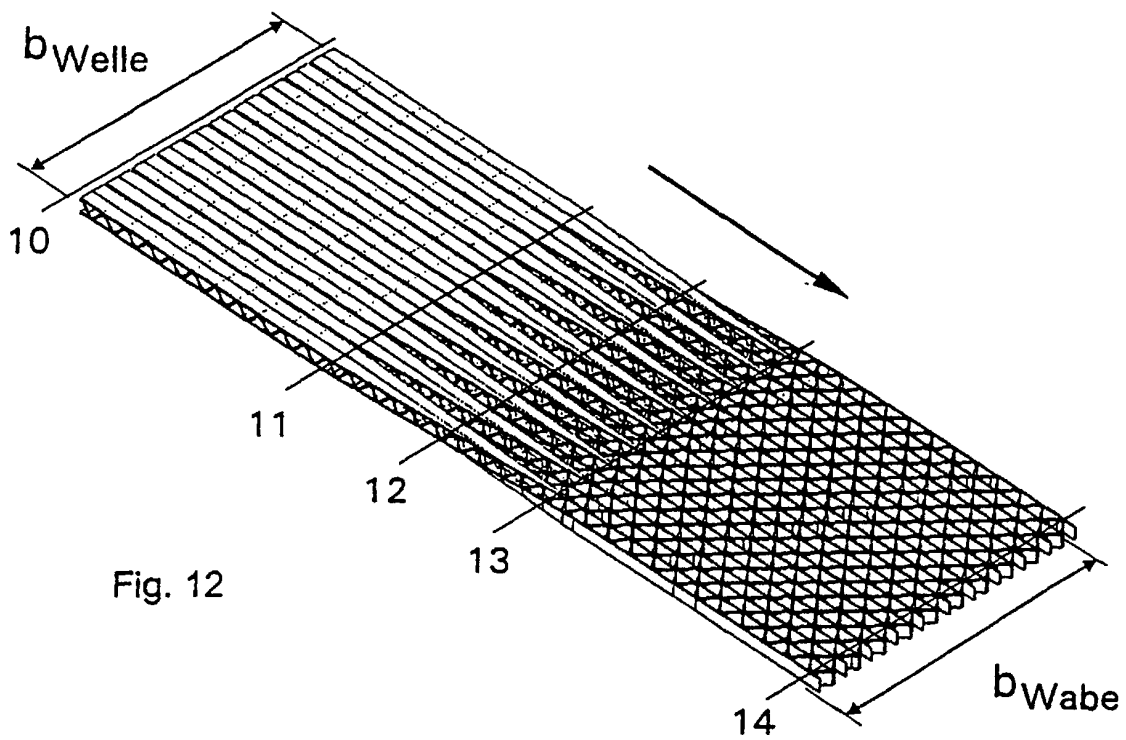


Fig. 12

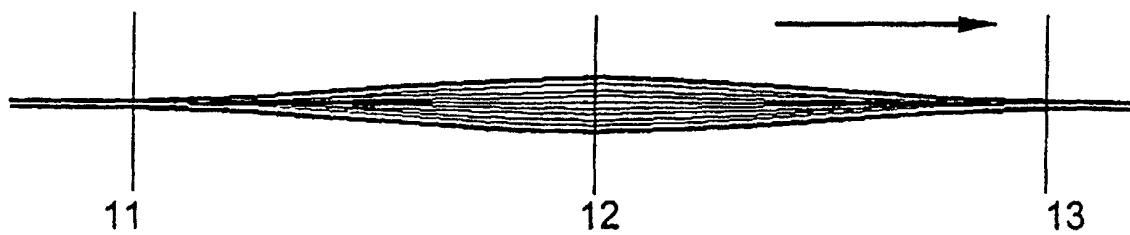


Fig. 13

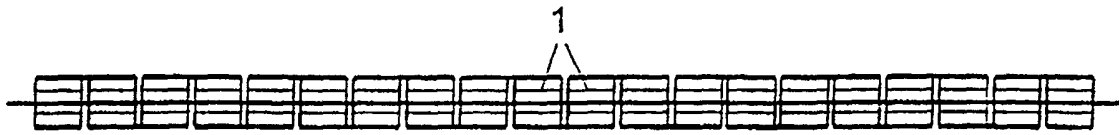


Fig. 14

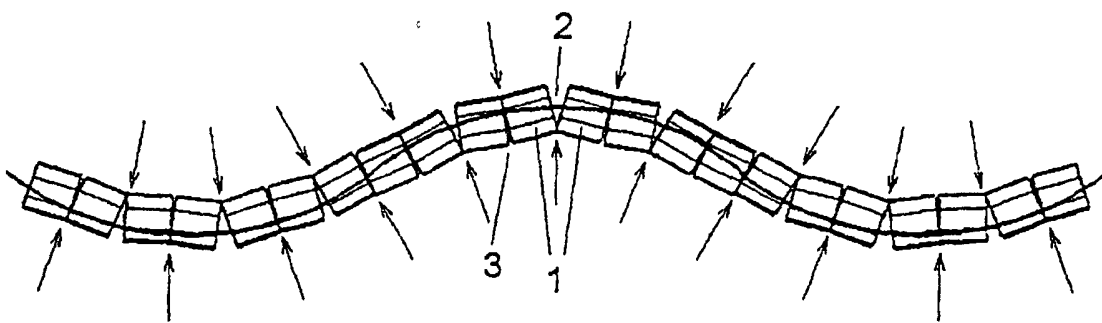


Fig. 15

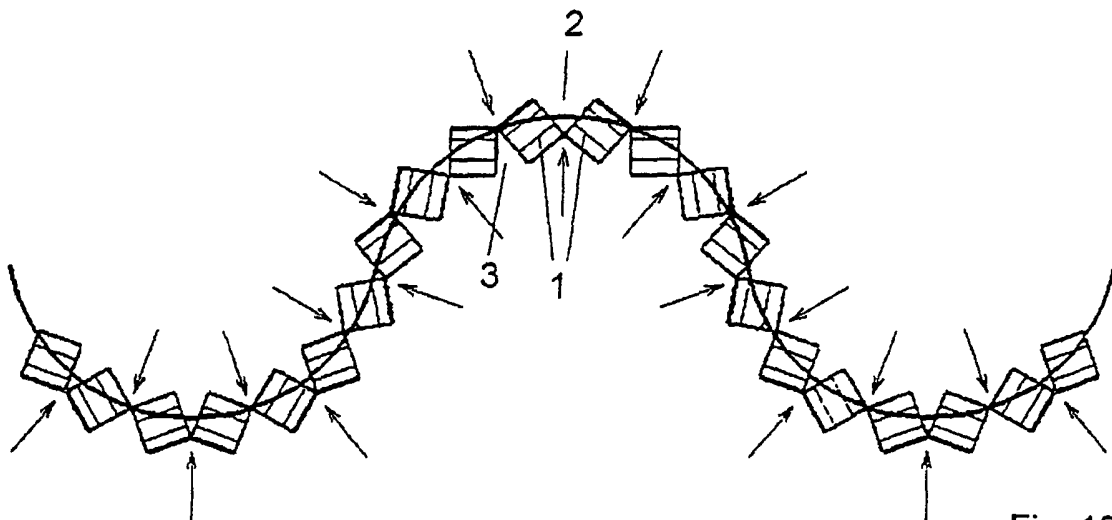


Fig. 16

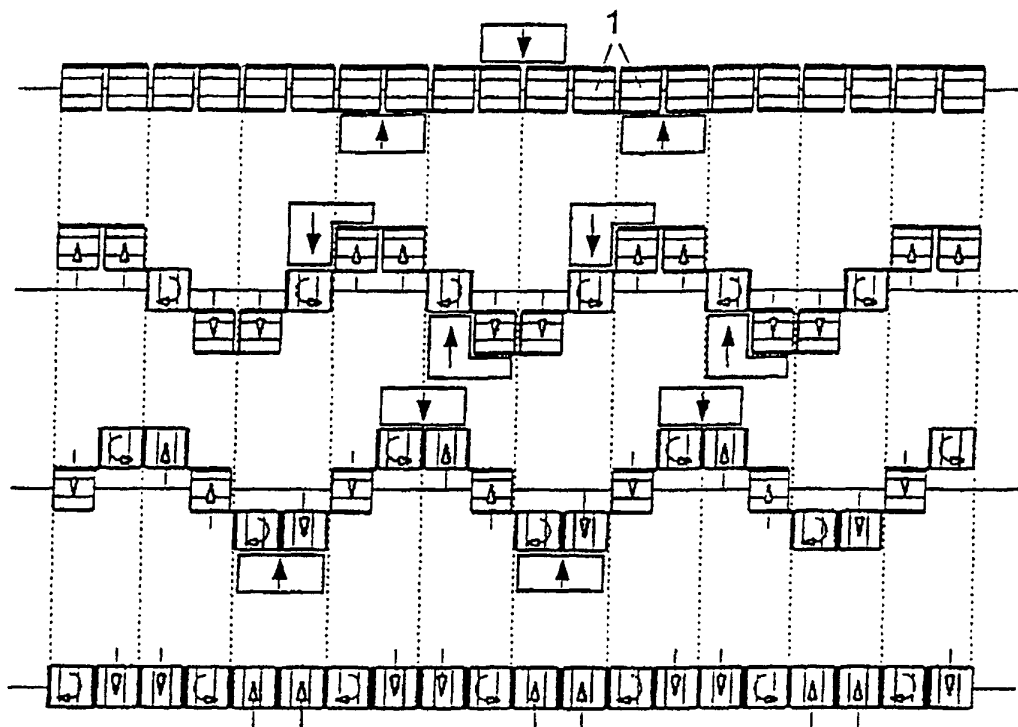


Fig. 17

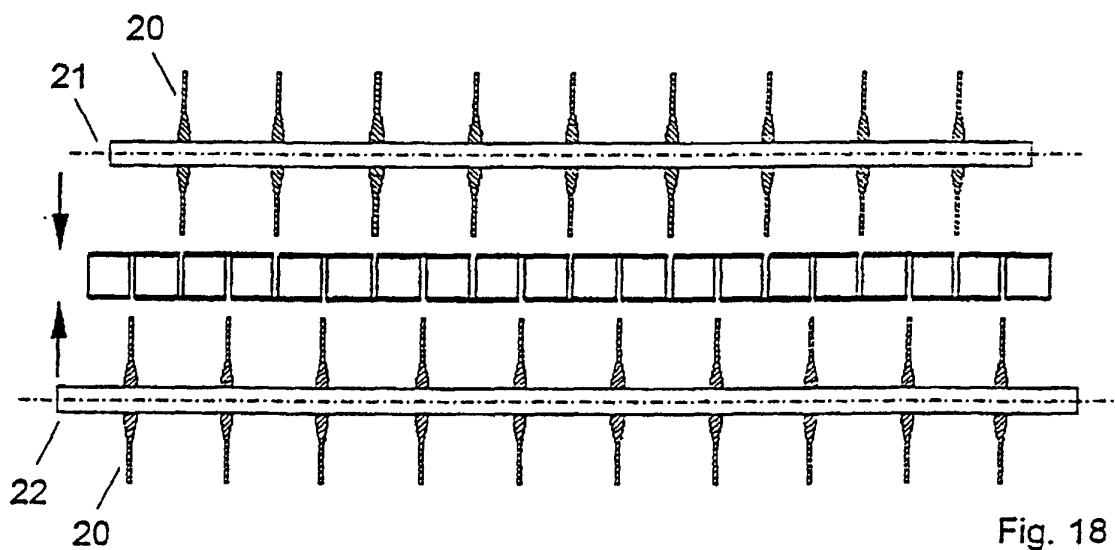


Fig. 18

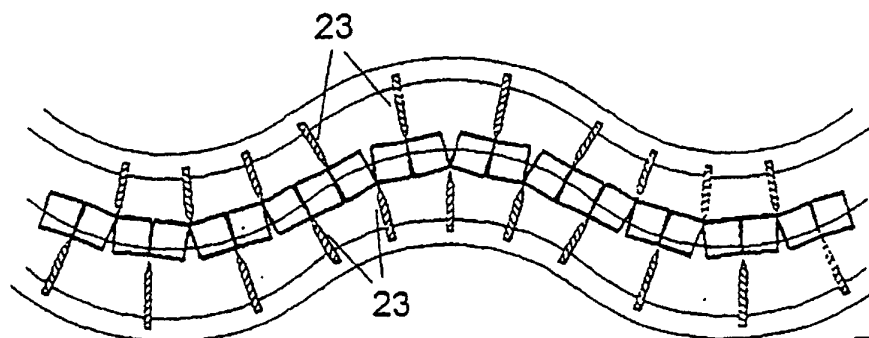


Fig. 20

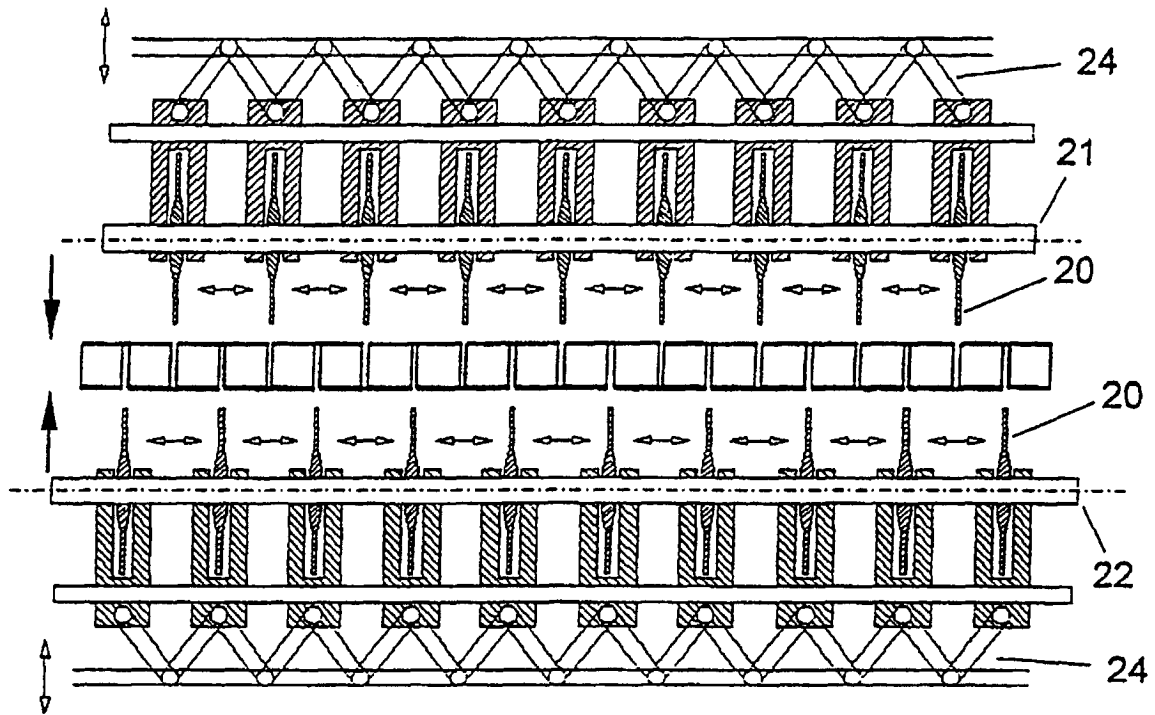


Fig. 19

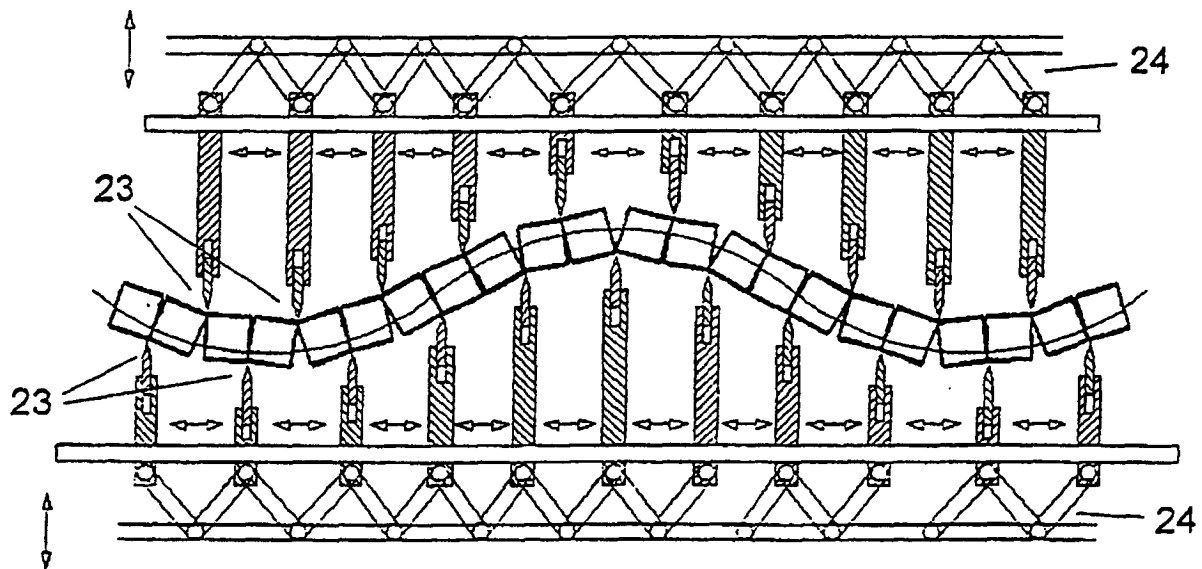


Fig. 21