



(10) **DE 11 2012 000 761 T5** 2013.11.14

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/109189**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 000 761.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2012/024072**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.02.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.08.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.11.2013**

(51) Int Cl.: **E04C 2/34 (2013.01)**
E04C 2/36 (2013.01)

(30) Unionspriorität:
13/024,838 **10.02.2011** **US**

(74) Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Kraus & Weisert,
80539, München, DE

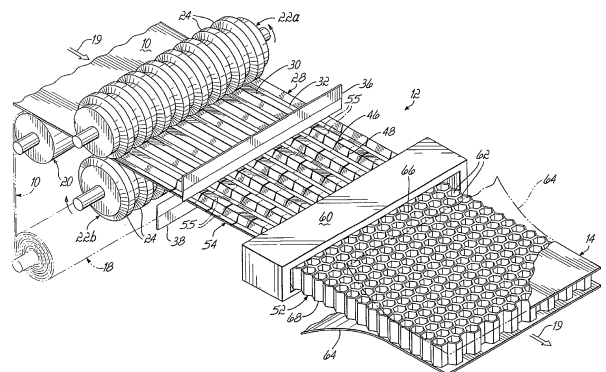
(71) Anmelder:
Bradford Co., Holland, Mich., US

(72) Erfinder:
Bradford, Judson A., Holland, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Produkts mit einem Wabenkern**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Produkts (16) mit einer inneren Wabenschicht oder einem Kern (72). Die innere Schicht (72) wird durch Führen einer im Wesentlichen flachen Materialbahn (10) zwischen Walzen (76a, 76b) geformt, um eine gewellte Bahn (82) zu erzeugen. Die gewellte Bahn (82) wird geschnitten und gefaltet, um den Wabenkern (72) zu erzeugen. Äußere Schutzhäute (64) werden an Außenflächen (66, 68) der inneren Schicht (52) aufgebracht, um ein mehrschichtiges Material (14) zu erzeugen, welches dann auf Größe geschnitten wird.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Produkt für Struktur-, Verpackungs- und andere Anwendungen und das Verfahren zum Herstellen des Produkts.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In der Luftfahrtindustrie werden Wabenprodukte als eine Kernkomponente für sandwichartige Platten und Pappen verwendet, welche widerstandsfähig gegen Wölben und Biegen sind. Diese Wabenprodukte umfassen jeweils mehrere Zellen, welche im Querschnitt eine im Wesentlichen hexagonale Form aufweisen. Derartige Produkte können unter anderem Material aus Aluminium, Faserpapier oder Kunststoff gefertigt werden. Eine sandwichartige Struktur kann angefertigt werden, welche zwei Abdeckschichten oder Häute aufweist, welche an das Wabenprodukt geschweißt, anhaftend geklebt oder auf andere Art und Weise daran befestigt sind, um ein mehrschichtiges oder mehrlagiges Material zu erzeugen. Ein Interesse, welches in anderen industriellen Bereichen betreffend die Verwendung von leichtgewichtigen sandwichartigen Strukturen ausgedrückt wird, wächst kontinuierlich aufgrund zumindest zum Teil der Realisierung ihrer hohen Festigkeitseigenschaften, während sie ein verhältnismäßig geringes strukturelles Gewicht pro Volumen des Produkts aufrechterhalten.

[0003] Ein mehrschichtiges oder mehrlagiges Material mit einem Wabenprodukt als den Kern davon kann in der Verpackungsindustrie verwendet werden. Bei Automobilteilverpackungs- und vergleichbaren Märkten muss ein derartiges Produkt jedoch mit Wellpappe oder Wellkunststoff oder ähnlichen Materialien konkurrieren, welche schnell und verhältnismäßig kostengünstig hergestellt werden können.

[0004] Das US-Patent Nr. 6,183,836 offenbart einen Wabenkern zur Verwendung bei einem sandwichähnlichen Material, bei welchem das Material des Wabenkerns geschnitten und dann gefaltet wird, um mehrere hexagonale Zellen zu erzeugen. Aufgrund des Verfahrens, welches verwendet wird, um das Wabenprodukt anzufertigen, welches das komplexe Falten der geschnittenen Schicht aufweist, kann die resultierende Struktur kostspielig herzustellen sein.

[0005] Ein Verfahren zum Herstellen eines gefalteten Wabenkerns zur Verwendung in sandwichähnlichen Materialien aus einer kontinuierlichen ungeschnittenen Bahn wird in dem US-Patent Nr. 6,726,974 offenbart. Das US-Patent Nr. 6,800,351 offenbart ein weiteres Verfahren zum Herstellen eines gefalteten Wabenkerns, welches ein Ritzen eines gewellten

Materials vor einem Drehen miteinander verbundener gewellter Streifen aufweist. Der Wabenkern, welcher aus einer Verwendung von einem dieser Verfahren resultiert, kann ein Material aufweisen, welches zu dem Gewicht des Wabenkerns hinzugefügt wird, aber welches die Festigkeit des Wabenkerns nicht signifikant verbessern kann.

[0006] Ungeachtet welches Verfahren verwendet wird, um einen Wabenkern anzufertigen, kann der resultierende Kern eine Druckbelastbarkeit in einer Richtung aufweisen, welche höher als die Druckbelastbarkeit in einer anderen Richtung ist. Häufig ist die Druckbelastbarkeit in einer Richtung höher, da sich mehrere Schichten des Materials überlappen; wobei sich alle der überlappenden Abschnitte in der gleichen Richtung erstrecken. Dementsprechend gibt es einen Bedarf an einem mehrschichtigen Produkt, welches eine innere Wabenschicht mit gleichen Festigkeiten in mehreren Richtungen aufweist.

[0007] Ferner gibt es einen Bedarf an einem Verfahren zum Herstellen eines Produkts, wie z. B. eines Wabenprodukts, für eine Verwendung in einem mehrschichtigen Material, welches weniger kostspielig und effizienter als bisher bekannte Verfahren ist.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Die vorliegende Erfindung umfasst ein Verfahren zum Herstellen eines sandwichähnlichen oder mehrschichtigen Produkts mit einer inneren Schicht, welche einen Wabenkern aufweist, und das resultierende Produkt. Das Produkt kann eine beliebige Anzahl von Schichten aufweisen; es ist nicht beabsichtigt, dass das Produkt auf drei Schichten beschränkt ist. Die Verfahren der vorliegenden Erfindung können verwendet werden, um Produkte für eine Verwendung in einer beliebigen gewünschten Umgebung oder Industrie anzufertigen, einschließlich Verpackungsmaterialien, sind jedoch nicht darauf beschränkt.

[0009] Gemäß einem Aspekt dieser Erfindung umfasst ein Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Produkts ein Bewegen einer im Wesentlichen planaren Bahn eines Materials in einer ersten Richtung. Die im Wesentlichen planare oder im Wesentlichen flache Materialbahn kann von einer Rolle von Material abgerollt werden, bevor sie bearbeitet wird. Die Bahn kann oder die Bahnen können an dem Anfang des Verfahrens und zu einem beliebigen Stadium bei dem Verfahren auf eine beliebige gewünschte Temperatur erwärmt werden und eine beliebige gewünschte Dicke aufweisen. Zusätzliche kann die Bahn oder können die Bahnen aus einem beliebigen gewünschten Material bestehen, einschließlich Kunststoff, ist/sind jedoch nicht darauf beschränkt.

[0010] Der nächste Schritt umfasst ein Führen der im Wesentlichen planaren Materialbahn zwischen ein Paar von Walzen, um eine im Wesentlichen gewellte Materialbahn herzustellen, welche ein im Wesentlichen gewelltes Profil mit fortlaufenden abgeflachten Bergen und abgeflachten Tälern aufweist, welche durch Verbindungsabschnitte der Bahn verbunden sind, wobei sich die abgeflachten Berge und abgeflachten Täler in der ersten Richtung oder Bewegungsrichtung der Bahn erstrecken. Zusätzliche Schritte umfassen ein Schneiden der fortlaufenden Wellen der gewellten Bahn und dann ein Falten der geschnitten gewellten Bahn, um einen Wabenkern zu erzeugen. Ein anderer Schritt umfasst ein Aufbringen oder Befestigen von Außenhäuten an dem Wabenkern. Um ein Produkt einer gewünschten Größe zu erlangen, kann der letzte Schritt bei dem Verfahren ein Schneiden des mehrschichtigen Materials einschließlich des Wabenkerns und der Außenhäute umfassen, um das fertiggestellte Produkt zu erzeugen.

[0011] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung umfasst das Verfahren ein Herstellen eines mehrschichtigen Produkts, welches eine innere Schicht mit einem Wabenkern aufweist. Das Verfahren weist ein Aufbringen von Außenhäuten an der inneren Schicht und ein Schneiden der kombinierten Schichten auf eine gewünschte Größe auf. Das Verfahren zum Herstellen der inneren Schicht umfasst ein Bewegen einer im Wesentlichen flachen Materialbahn in einer ersten Richtung. Der nächste Schritt umfasst ein Führen der Materialbahn zwischen Walzen, um eine gewellte Materialbahn zu erzeugen, welche ein im Wesentlichen gewelltes Profil mit fortlaufenden abgeflachten Bergen und abgeflachten Tälern aufweist, welche über Verbindungsabschnitte der Bahn verbunden sind, wobei sich die abgeflachten Berge und abgeflachten Täler in der Bewegungsrichtung der Bahn erstrecken. Der nächste Schritt bei dem Verfahren umfasst ein Schneiden der fortlaufenden Wellen der gewellten Bahn. Der nächste Schritt bei dem Verfahren umfasst ein Falten der gewellten Bahn, um einen Wabenkern zu erzeugen. Ein anderer Schritt bei dem Verfahren umfasst ein Aufbringen von Außenhäuten an dem Wabenkern.

[0012] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung umfasst das Verfahren ein Anfertigen eines mehrschichtigen Produkts, welches eine innere Schicht mit einem Wabenkern aufweist. Ein Schritt bei dem Verfahren umfasst ein Führen einer Materialbahn zwischen Walzen, um eine gewellte Materialbahn mit fortlaufenden abgeflachten Bergen und abgeflachten Tälern, welche über Verbindungsabschnitte der Bahn verbunden sind, zu erzeugen. Die abgeflachten Berge und abgeflachten Täler erstrecken sich in der Bewegungsrichtung der Bahn. Ein anderer Schritt bei dem Verfahren umfasst ein Schneiden von Abschnitten der gewellten Bahn. Ein anderer Schritt bei dem

Verfahren umfasst ein Falten der gewellten Bahn, um einen Wabenkern zu erzeugen. Ein anderer Schritt bei dem Verfahren umfasst ein Aufbringen von Außenhäuten an dem Wabenkern.

[0013] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung sind die Walzen derart geformt, dass aufgrund der Konfigurationen der Walzen einige der Verbindungsabschnitte der fortlaufenden Wellen dicker als die Berge oder Täler der fortlaufenden Wellen sind. Alternativ oder zusätzlich sind aufgrund der Konfigurationen der Walzen einige der Verbindungsabschnitte der fortlaufenden Wellen dicker als andere der Verbindungsabschnitte der fortlaufenden Wellen.

[0014] Ungeachtet des Verfahrens, welches verwendet wird, um das mehrschichtige Produkt zu erzeugen, ist ein Vorteil des Verfahrens, dass ein leichtgewichtiges festes Produkt mit einem großen Festigkeits-zu-Gewichts-Verhältnis schnell und einfach in einer gewünschten Größe oder Höhe hergestellt werden kann. Das Produkt dieser Erfindung, welches gemäß einem der hierin beschriebenen Verfahren hergestellt werden kann, weist ein verhältnismäßig hohes Festigkeits-zu-Gewichts-Verhältnis auf und kann aus vielen unterschiedlichen Materialien schnell und kostengünstig hergestellt werden. Das Festigkeits-zu-Gewichts-Verhältnis kann durch strategisches Entfernen von Material von der Bahn zu einigen Zeiten bei dem Verfahren des Herstellens des Produkts verbessert werden. Das mehrschichtige Produkt kann in ein beliebiges gewünschtes Produkt eingebaut werden oder in einer beliebigen gewünschten Art und Weise verwendet werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0015] Die Zielsetzungen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden klarer werden, wenn die folgende detaillierte Beschreibung der Zeichnungen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen in Betracht gezogen wird, in welchen:

[0016] [Fig. 1](#) eine Perspektivansicht einer im Wesentlichen planaren Materialbahn ist, welche, bevor sie mit Außenhäuten abgedeckt wird, zwischen Walzen geleitet, geschnitten und in einen Wabenkern gefaltet wird;

[0017] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht der Walzen der [Fig. 1](#), wobei die flache Materialbahn der [Fig. 1](#) dazwischen verläuft;

[0018] [Fig. 2A](#) ist eine Querschnittsansicht einer gewellten Materialbahn, nachdem sie zwischen die Walzen der [Fig. 2](#) geführt wurde;

[0019] [Fig. 3](#) ist eine Perspektivansicht einer gewellten Bahn, welche gemäß der vorliegenden Erfindung geschnitten wird;

[0020] **Fig. 4** ist eine Perspektivansicht der geschnittenen gewellten Bahn der **Fig. 4**, welche in einen Wabenkern gefaltet wird;

[0021] **Fig. 5** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Abschnitts der geschnittenen gewellten Bahn der **Fig. 4**;

[0022] **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht von alternativen Walzen, wobei eine flache Materialbahn dazwischen zum Anfertigen eines Wabenkerns gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung verläuft;

[0023] **Fig. 7** ist eine Querschnittsansicht einer gewellten Materialbahn nachdem sie zwischen die Walzen der **Fig. 6** geführt wurde;

[0024] **Fig. 7A** ist eine vergrößerte Ansicht des eingekreisten Bereichs der **Fig. 7**;

[0025] **Fig. 8** ist eine teilweise weggeschnittene Draufsicht eines Produkts, welches unter Verwendung des Wabenkerns der **Fig. 7** und **Fig. 7A** angefertigt wurde;

[0026] **Fig. 9** ist eine Querschnittsansicht von alternativen Walzen, wobei eine flache Materialbahn dazwischen zum Anfertigen eines Wabenkerns gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung verläuft;

[0027] **Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht einer gewellten Materialbahn nachdem sie zwischen den Walzen der **Fig. 9** geführt wurde;

[0028] **Fig. 10A** ist eine vergrößerte Ansicht des eingekreisten Bereichs der **Fig. 10**;

[0029] **Fig. 11** ist eine teilweise weggeschnittene Draufsicht eines Produkts, welches unter Verwendung des Wabenkerns der **Fig. 10** und **Fig. 10A** angefertigt wurde; und

[0030] **Fig. 12** ist eine Perspektivansicht eines kontinuierlichen Flusses eines mehrschichtigen Produkts mit einem Wabenkern, welches auf eine gewünschte Größe geschnitten wird.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

[0031] Bezug nehmend auf die Zeichnungen und insbesondere auf **Fig. 1** ist eine flexible Materialbahn **10** gezeigt, welche in eine Vorrichtung **12** eindringt, um einen durchgängigen Fluss eines mehrschichtigen Materials **14** herzustellen, welches auf Größe geschnitten wird, um ein fertiggestelltes mehrschichtiges Produkt **16** (siehe **Fig. 12**) herzustellen. Die Materialbahn **10** kann von einer beliebigen Quelle kommen, welche eine Rolle **18** einbezieht, welche in

Fig. 1 durchsichtig gezeigt ist, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Sobald die Materialbahn abgewickelt oder abgerollt ist, ist sie im Wesentlichen planar oder eben. Sie wird dann in die Richtung von Pfeilen **19** auf eine herkömmliche Art und Weise gezogen oder bewegt, was einbezieht, dass dies durch eine drehende Bewegungswalze **20** unterstützt wird. Die Bewegungsrichtung der Bahn **10** während des Verfahrens der vorliegenden Erfindung wird durch in **Fig. 1** gezeigte Pfeile **19** angezeigt. Obwohl nur eine Bewegungswalze **20** in **Fig. 1** gezeigt ist, kann die Bahn **10** um mehrere oder zwischen mehreren Walzen geführt werden, bevor sie bearbeitet oder durch in **Fig. 2** im Detail gezeigte Formgebungswalzen **22a**, **22b** in eine gewellte Form wie nachfolgend beschrieben verformt wird.

[0032] Die flexible Materialbahn **10** kann massiv sein oder kann Öffnungen aufweisen, welche dadurch in einer beliebigen Phase des Verfahrens ausgebildet werden, wie es in der US-Patentanmeldung Nr. 11/535,623 dargestellt und/oder beschrieben ist, welche hierin vollständig mitaufgenommen ist.

[0033] Der nächste Schritt in dem in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Verfahren ist, die Materialbahn **10** plastisch zu verformen oder zu bearbeiten, indem die Materialbahn **10** zwischen drehende Formgebungswalzen **22a**, **22b** geführt wird, welche auf eine beliebige gewünschte Temperatur gekühlt oder erwärmt sein können. Alternativ kann die sich bewegende verhältnismäßig ebene Materialbahn **10** erwärmt werden, bevor sie über die Formgebungswalzen **22a**, **22b** plastisch verformt wird.

[0034] Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, weist jede Formgebungswalze **22a**, **22b** mehrere Zähne **24** auf, welche sich von einem Kern **26** der Formgebungswalze nach außen erstrecken. Die Konfiguration oder Form dieser Zähne **24** verleiht der Bahn **10**, welche zwischen den Formgebungswalzen **22a**, **22b** geführt wird, eine bestimmte Konfiguration. Wie es in den **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt ist, erzeugt die Bearbeitung oder Deformation, welche durch Führen der Bahn **10** zwischen den Formgebungswalzen **22a**, **22b** bewirkt wird, eine ungeschnittene im Wesentlichen gewellte Bahn **28** mit einem im Wesentlichen gewellten Profil mit fortlaufenden abgeflachten Bergen **30** und fortlaufenden abgeflachten Tälern **32**, welche über Verbindungsabschnitte **34** verbunden sind und sich alle in der durch Pfeile **19** gezeigten Bewegungsrichtung der Bahn **10** erstrecken. Die Formgebungswalzen **20a**, **20b** verformen oder formen die abgerollte Materialbahn **10** plastisch aus einer im Wesentlichen flachen Gestaltung in eine im Wesentlichen gewellte Gestaltung mit über fortlaufende Verbindungsabschnitte **34** verbundenen fortlaufenden abgeflachten Bergen **30** und fortlaufenden abgeflachten Tälern **32**, welche sich alle in der durch Pfeile **19** gezeigten Bewegungsrichtung der Bahn **10** erstrecken.

[0035] Obwohl die Formgebungswalzen **20a**, **20b** so gezeigt sind, dass sie der Bahn **10** eine Prägung verleihen, können der Bahn **10** andere Konfigurationen oder Arten von Wellen verliehen werden. Zum Beispiel kann die ungeschnittene gewellte Bahn **28** eine beliebige Anzahl von abgeflachten Bergen und/oder abgeflachten Tälern von beliebiger gewünschter Größe, d. h., Breite, aufweisen.

[0036] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist, wie in **Fig. 2A** gezeigt ist, die ungeschnittene gewellte Bahn **28** eine gleichförmige Dicke entlang ihrer Länge und Breite auf. Mit anderen Worten ist die Dicke „T“ der Bahn durchgehend identisch; die gleiche in den Bergen **30**, Tälern **32** und Verbindungsabschnitten **34**. Diese Dicke „T“ kann durch Ändern der Anordnung der Formgebungswalzen **22a**, **22b** geändert werden, um den Abstand oder die Lücke oder den Walzenspalt zwischen den Zähnen **24** der Formgebungswalzen **22a**, **22b** zu ändern.

[0037] Wie es in den **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt ist, ist der nächste Schritt bei dem Verfahren, Abschnitte der ungeschnittenen gewellten Bahn **28** unter Verwendung oberer und unterer Schneidwerkzeuge **36**, **38**, welche erwärmt sein können oder nicht, zu schneiden. Die Zeichnungen zeigen Schneidwerkzeuge **36**, **38** einer bestimmten Konfiguration. Wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, werden Pfeile **40** verwendet, um darzustellen, dass die Schneidwerkzeuge **36**, **38** erwärmt sein können. Die Schneidwerkzeuge, welche bei einem beliebigen der Verfahren dieser Erfindung verwendet werden, können jedoch andere Größen, Formen oder Konfigurationen aufweisen und können mit einem beliebigen herkömmlichen Mittel bewegt werden, wie z. B. einem (nicht gezeigten) pneumatischen Leistungsantrieb oder einem beliebigen anderen Antrieb.

[0038] Wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, kann die Gruppe von oberen Schneidwerkzeugen **36** mit einem oder mehreren Verbindungsmitteln **42** (eines ist in **Fig. 3** durchsichtig gezeigt) zusammen verbunden sein und zusammen in der Richtung von Pfeilen **43** bewegt werden. Um die im Wesentlichen abgeflachten Berge **30** und die Verbindungsabschnitte **34** der ungeschnittenen gewellten Bahn **28** zu schneiden, werden die Schneidwerkzeuge **36**, wie in **Fig. 3** gezeigt, um eine bestimmte Entfernung nach unten bewegt, ohne die im Wesentlichen ebenen Täler **32** der ungeschnittenen gewellten Bahn **28** zu schneiden.

[0039] Ähnlich wie in **Fig. 3** gezeigt, kann die Gruppe von unteren Schneidwerkzeugen **38** mit einem oder mehreren Verbindungsmitteln **44** (eines ist in **Fig. 3** durchsichtig gezeigt) miteinander verbunden sein und zusammen in der Richtung von Pfeilen **45** bewegt werden. Um die im Wesentlichen flachen Täler **32** und die Verbindungsabschnitte **34** der ungeschnittenen gewellten Bahn **28** zu schneiden, werden

die Schneidwerkzeuge **38**, wie in **Fig. 3** gezeigt, um eine bestimmte Entfernung nach oben bewegt, ohne die im Wesentlichen abgeflachten Berge **30** der ungeschnittenen gewellten Bahn **28** zu schneiden. Obwohl die Anzahl und Größe der Schneidwerkzeuge **36**, **38** der **Fig. 1** und **Fig. 3** einander nicht gleich ist, ist es für einen Fachmann klar, dass eine beliebige Anzahl von Schneidwerkzeugen mit einer beliebigen gewünschten Größe gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

[0040] Der Ort der Schneidwerkzeuge **36**, **38** kann geändert werden, um den Abstand zwischen den oberen Schnitten **46**, welche von den oberen Schneidwerkzeugen **36** angefertigt werden, und den unteren Schnitten **48**, welche von den unteren Schneidwerkzeugen **38** angefertigt werden, zu ändern. Der Abstand zwischen benachbarten Schnitten **46**, **48** bestimmt die Höhe „H“ der Zellen **50** des Wabenkerns oder der Schicht **52**, wie es in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt ist. Als ein Ergebnis des Schneidvorgangs, welcher in den **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt ist, wird eine fortlaufende geschnittene gewellte Bahn **54** ausgebildet.

[0041] Wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, ist der nächste Schritt in dem Verfahren, die fortlaufende geschnittene gewellte Bahn **54** entlang geritzter Abschnitte **55** zu falten, um Faltlinien **56** zu erzeugen. Jede Faltlinie **56** wird durch mehrere ausgerichtete beabstandete angeordnete obere Schnitte **46** oder mehrere beabstandete angeordnete ausgerichtete untere Schnitte **48** und beabstandete angeordnete geritzte Abschnitte **55** definiert. Falls es gewünscht ist, können die geritzten Abschnitte **55** weggelassen werden. Die Faltlinien **56** erstrecken sich quer von einem Seitenrand **58** der fortlaufenden geschnittenen gewellten Bahn **54** zu dem gegenüberliegenden Seitenrand **58** in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Bewegungsrichtung der fortlaufenden geschnittenen gewellten Bahn **54**. Wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, verkürzt sich die fortlaufende geschnittene gewellte Bahn **54** nachdem sie akkordeonartig gefaltet wurde und wird ein fortlaufender Wabenkern oder eine fortlaufende Schicht **52**. Der Faltschritt wird schematisch durch den Kasten **60** in den **Fig. 1** und **Fig. 12** offenbart.

[0042] Wie es in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt ist, wechseln die Faltlinien **56** zwischen der oberen und unteren Ebene P1 und P2 der fortlaufenden geschnittenen gewellten Bahn **54**. Der Wabenkern **52** weist eine Höhe H auf, welche als der Abstand zwischen der oberen und unteren Ebene P3, P4 des Wabenkerns **52** nachdem die fortlaufende geschnittene gewellte Bahn **54** gefaltet wurde definiert ist, wie es in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt ist. Wie es in **Fig. 5** gezeigt ist, weist jede der Zellen **50** des Wabenkerns **52** ein hohles Inneres **62** auf. Wenn die fortlaufende geschnittene gewellte Bahn **54** gefaltet ist, können die Berührungs- oder Kontaktabschnitte der fortlau-

fenden Berge **30** und fortlaufenden Täler **32** in einer beliebigen bekannten Art und Weise miteinander verbunden werden, wie es in [Fig. 5](#) gezeigt ist.

[0043] Wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist der nächste Schritte bei dem Verfahren, Außenhäute **64** (eine ist aus Gründen der Klarheit teilweise durchsichtig gezeigt) an einer oberen und unteren Fläche **66, 68** des fortlaufenden Wabenkerns **52** in der Bewegungsrichtung der Bahn **10** aufzubringen oder zu befestigen. Wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, erzeugt dieses zuvor beschriebene Verfahren mit den Schritten, welche in einer beliebigen gewünschten Reihenfolge ausgeführt werden, einen fortlaufenden Materialstreifen **14**, welcher eine sandwichähnliche oder dreischichtige Zusammensetzung aufweist, wobei Außenhäute **64** außen sind und an der fortlaufenden inneren Schicht **52** befestigt sind. Die fortlaufende innere Schicht **52** umfasst einen Wabenkern, welcher aus Wabenkernzellen **50** aufgebaut ist, welche jeweils ein hohles Inneres **62** aufweisen, welches das Gewicht des endgültigen Produkts **16** verringert, ohne die Festigkeit des Produkts **16** zu beeinträchtigen.

[0044] Wie es in [Fig. 12](#) dargestellt ist, kann das fortlaufende mehrschichtige Material **14** mit einem Schneidwerkzeug **70** auf Größe geschnitten werden, um ein fertiggestelltes Produkt **16** mit einer Wabeninnenschicht zu erzeugen. Obwohl in [Fig. 12](#) eine Größe des Produkts **16** dargestellt ist, kann das Produkt **16** eine beliebige gewünschte Größe, d. h., Länge, Breite und/oder Höhe, aufweisen.

[0045] [Fig. 1](#) zeigt zwei Außen- oder Schutzhäute **64**, welche über und unter dem fortlaufenden Wabenkern **52** angeordnet sind, um ein dreischichtiges fortlaufendes Produkt **14** zu erzeugen. Die Außenhäute **64** können von (nicht gezeigten) Materialrollen zugeführt werden, oder können in einer beliebigen bekannten Art und Weise zugeführt werden. Das Schneidwerkzeug oder die Schneidvorrichtung **70** schneidet das dreischichtige fortlaufende Produkt **14** auf eine gewünschte Größe mit einer Längsabmessung oder Länge L in der Bewegungsrichtung des Materials und einer Querabmessung oder Breite W senkrecht zu der Bewegungsrichtung des Materials, wie es in [Fig. 12](#) gezeigt ist. Das Ergebnis ist ein fertiggestelltes Produkt **16** mit einer Wabeninnenschicht **72** und Außenhäuten **74**. Alternativ kann das dreischichtige fortlaufende Produkt **14** aufgerollt werden und später geschnitten werden, um Produkte von gewünschter Größe zu erhalten. Dieses Verfahren ermöglicht dem Produkt **16**, weniger zu wiegen als vergleichbare Produkte mit einem massiven Wabenkern, ohne Festigkeit oder Widerstandsvmögen zu beeinträchtigen.

[0046] [Fig. 6–Fig. 8](#) stellen andere Aspekte der vorliegenden Erfindung dar. [Fig. 6](#) stellt alternative Formgebungswalzen **76a, 76b** dar, welche bei dem

hierin gezeigten und zuvor beschriebenen Verfahren verwendet werden. Formgebungswalzen **76a, 76b** arbeiten wie Formgebungswalzen **22a, 22b**, um eine verhältnismäßig ebene Materialbahn **10** plastisch zu verformen, zu bearbeiten oder zu formen, indem die Materialbahn **10** zwischen die drehenden Formgebungswalzen **76a, 76b** geführt wird. Die drehenden Formgebungswalzen **76a, 76b** können auf eine beliebige gewünschte Temperatur gekühlt oder erwärmt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die sich bewegende verhältnismäßig flache Materialbahn **10** erwärmt werden, bevor sie mittels der Formgebungswalzen **76a, 76b** plastisch verformt wird.

[0047] Wie es in [Fig. 6](#) gezeigt ist, weist jede Formgebungswalze **76a, 76b** mehrere Zähne **78** auf, welche sich von einem Kern **80** der Formgebungswalze nach außen erstrecken. Die Konfiguration oder Form dieser Zähne **78** verleiht der Bahn **10**, welche zwischen den Formgebungswalzen **76a, 76b** verläuft, eine bestimmte Konfiguration. Wie es in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt ist, erzeugt die Bearbeitung oder Deformation, welche durch Führen der Bahn **10** zwischen die Formgebungswalzen **76a, 76b** bewirkt wird, eine in den [Fig. 7](#) und [Fig. 7A](#) gezeigte fortlaufende ungeschnittene im Wesentlichen gewellte Bahn **82**, welche ein im Wesentlichen gewelltes Profil mit fortlaufenden abgeflachten Bergen **84** und fortlaufenden abgeflachten Tälern **86** aufweist, welche über fortlaufende Verbindungsabschnitte **88** verbunden sind, welche sich alle in der durch Pfeile **19** in [Fig. 1](#) gezeigten Bewegungsrichtung der Bahn **10** erstrecken. Die Formgebungswalzen **76a, 76b** verformen oder formen die sich bewegende Materialbahn **10** plastisch aus einer im Wesentlichen flachen Gestaltung in eine im Wesentlichen gewellte Gestaltung mit fortlaufenden abgeflachten Bergen **84** und fortlaufenden abgeflachten Tälern **86**, welche über fortlaufende Verbindungsabschnitte **88** verbunden sind und sich alle in der Bewegungsrichtung der Bahn **10** erstrecken.

[0048] Obwohl die Formgebungswalzen **76a, 76b** so gezeigt sind, dass sie der Bahn **10** eine Prägung verleihen, können durch diese Formgebungswalzen der Bahn **10** andere Konfigurationen oder Arten von Wellen verliehen werden. Zum Beispiel kann die ungeschnittene gewellte Bahn **82** eine beliebige Anzahl von abgeflachten Bergen und/oder abgeflachten Tälern mit einer beliebigen gewünschten Größe aufweisen.

[0049] Wie es in den [Fig. 7](#) und [Fig. 7A](#) gezeigt ist, muss die ungeschnittene gewellte Bahn **82**, nachdem sie zwischen die drehenden Formgebungswalzen **76a, 76b** geführt wurde, keine gleichförmige Dicke aufweisen. Wie es in [Fig. 7A](#) gezeigt ist, ist die Dicke „T1“ der abgeflachten Berge **84** und der abgeflachten Täler **86** der gewellten Bahn **82** identisch. Die Dicke „T2“ der alternativen Verbindungsabschnitte **88** der gewellten Bahn **82** ist jedoch weiter oder

größer als die Dicke „T1“ der abgeflachten Berge **84** und abgeflachten Täler **86** der gewellten Bahn **82**. Diese Dicken können geändert werden, indem der Ort der Formgebungswalzen **76a**, **76b** geändert wird, um den Abstand oder die Lücke oder den Walzenspalt zwischen den Zähnen **78** der Formgebungswalzen **76a**, **76b** zu ändern. Obwohl jedoch gemäß diesem Aspekt der Erfindung der Abstand, die Lücke oder der Walzenspalt zwischen den Zähnen **78** der Formgebungswalzen **76a**, **76b** geändert wird, ist jeder zweite Verbindungsabschnitt dicker als die Berge und Täler der im Wesentlichen gewellten Bahn **82**.

[0050] **Fig. 8** stellt ein fertiggestelltes mehrschichtiges Produkt **92** dar, welches gemäß diesem Aspekt der Erfindung angefertigt wurde (nachdem die in **Fig. 7** gezeigte gewellte Bahn **82** gefaltet wurde). Das mehrschichtige Produkt **92** weist ein Paar von gegenüberliegenden Seitenrändern **94** auf, wobei der Abstand zwischen diesen die Breite „W“ des mehrschichtigen Produkts **92** definiert. Gleichermaßen weist das mehrschichtige Produkt **92** ein Paar von Endrändern **96** auf, wobei der Abstand zwischen diesen die Länge „L“ des Produkts **92** definiert. Das mehrschichtige Produkt **92** weist eine mittlere Schicht oder einen Wabenkern **90** auf, welcher an einer Oberseite und einer Unterseite mit Außen- oder Schutzhäuten oder Schichten **91** bedeckt ist (nur eine ist teilweise in **Fig. 8** gezeigt).

[0051] Eines der Ergebnisse davon, dass die Verbindungsabschnitte **88** der gewellten Bahn **82** dicker als die Berge **84** und Täler **86** der gewellten Bahn **82** ist (gezeigt in **Fig. 7A**), ist, dass die Festigkeit des Wabenkerns **90** des Produkts **92**, welches in **Fig. 8** gezeigt ist, in der Quer- (zwischen gegenüberliegenden Seitenrändern **94**) und Längsrichtung (zwischen gegenüberliegenden Endrändern **96**) die gleiche ist. Da, wie es in **Fig. 7A** gezeigt ist, die Dicke „T2“ von abwechselnden Verbindungsabschnitten **88** der gewellten Bahn **82** näherungsweise die gleiche wie die Dicke von zwei Bergen **84** oder Tälern **86** der gewellten Bahn **82** ist, welche einander berühren nachdem das Verfahren zum Herstellen des mehrschichtigen Produkts **92** fertiggestellt ist, ist die Festigkeit des Wabenkerns **90** des Produkts **92** die gleiche in sowohl der Quer- als auch Längsrichtung.

[0052] **Fig. 9–Fig. 11** stellen einen weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung dar. **Fig. 9** stellt alternative Formgebungswalzen **98a**, **98b** dar, welche bei dem gezeigten und hierin beschriebenen Verfahren verwendet werden. Die Formgebungswalzen **98a**, **98b** arbeiten wie die Formgebungswalzen **22a**, **22b** und **76a**, **76b**, um eine verhältnismäßig flache Materialbahn **10** plastisch zu verformen, zu bearbeiten oder zu formen, indem die Materialbahn **10** zwischen die drehenden Formgebungswalzen **98a**, **98b** geführt wird. Die drehenden Formgebungswalzen **98a**, **98b** können auf eine beliebige gewünschte Temperatur

gekühlt oder erwärmt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die sich bewegende verhältnismäßig flache Materialbahn **10** erwärmt werden, bevor sie über die Formgebungswalzen **98a**, **98b** plastisch verformt wird.

[0053] Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, weist jede Formgebungswalze **98a**, **98b** mehrere Zähne **100** auf, welche sich von einem Kern **102** der Formgebungswalze nach außen erstrecken. Die Konfiguration oder Form dieser Zähne **100** verleiht der Bahn **10**, welche zwischen die Formgebungswalzen **98a**, **98b** geführt wird, eine bestimmte Konfiguration. Wie es in den **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigt ist, erzeugt die Bearbeitung oder Verformung, welche durch Führen einer verhältnismäßig flachen Bahn zwischen die Formgebungswalzen **98a**, **98b** bewirkt wird, eine in den **Fig. 10** und **Fig. 10A** gezeigte fortlaufende ungeschnittene im Wesentlichen gewellte Bahn **104**, welche ein im Wesentlichen gewelltes Profil mit fortlaufenden abgeflachten Bergen **106** und fortlaufenden abgeflachten Tälern **108** aufweist, welche über fortlaufende Verbindungsabschnitte **110** verbunden sind, welche sich alle in der Bewegungsrichtung der Bahn **10** erstrecken, welche durch Pfeile **19** in **Fig. 1** gezeigt ist. Die Formgebungswalzen **98a**, **98b** verformen oder formen die sich bewegende Materialbahn **10** plastisch von einer im Wesentlichen flachen Gestaltung in eine im Wesentlichen gewellte Gestaltung mit fortlaufenden abgeflachten Bergen **106** und fortlaufenden abgeflachten Tälern **108**, welche über fortlaufende Verbindungsabschnitte **110** verbunden sind und sich alle in der Bewegungsrichtung der Bahn **10** erstrecken.

[0054] Obwohl die Formgebungswalzen **98a**, **98b** so gezeigt sind, dass sie der Bahn **10** eine Prägung verleihen, können diese Formgebungswalzen der Bahn **10** andere Konfigurationen oder Arten von Wellen verleihen. Zum Beispiel kann die ungeschnittene gewellte Bahn **82** eine beliebige Anzahl von abgeflachten Bergen und/oder abgeflachten Tälern mit einer beliebigen gewünschten Größe aufweisen.

[0055] Wie es in den **Fig. 10** und **Fig. 10A** gezeigt ist, weist die ungeschnittene gewellte Bahn **104**, nachdem sie zwischen die drehenden Formgebungswalzen **98a**, **98b** geführt wurde, keine einheitliche Dicke auf. Wie es in **Fig. 10A** gezeigt ist, ist die Dicke „T1“ der abgeflachten Berge **106** und der abgeflachten Täler **108** der gewellten Bahn **104** identisch. Die Dicke „T2“ von jedem Verbindungsabschnitt **110** der gewellten Bahn **104** ist jedoch weiter oder größer als die Dicke „T1“ der abgeflachten Berge **106** und abgeflachten Täler **108** der gewellten Bahn **104**. Diese Dicken können geändert werden, indem die Anordnung der Formgebungswalzen **98a**, **98b** geändert wird, um den Abstand oder die Lücke oder den Walzenspalt zwischen den Zähnen **100** der Formgebungswalzen **98a**, **98b** zu ändern. Obwohl jedoch der Abstand oder die Lücke oder der Walzenspalt zwischen den Zähnen

100 der Formgebungswalzen **98a**, **98b** geändert ist, ist gemäß diesem Aspekt der Erfindung jeder Verbindungsabschnitt dicker als die Berge und Täler der im Wesentlichen gewellten Bahn **104**.

[0056] **Fig. 11** stellt ein fertiggestelltes mehrschichtiges Produkt **112** dar, welches gemäß diesem Aspekt der vorliegenden Erfindung angefertigt wurde und welches ein Paar von gegenüberliegenden Seitenrändern **114** aufweist, wobei der Abstand zwischen diesen die Breite W des Produkts **112** definiert. Ebenso weist das Produkt **112** ein Paar von Endrändern **116** auf, wobei der Abstand zwischen diesen die Länge L des Produkts **112** definiert. Das Produkt **112** weist eine mittlere Schicht oder einen Wabenkern **118** auf, welcher an einer Oberseite und einer Unterseite mit Außen- oder Schutzhäuten oder Schichten **120** bedeckt ist (wobei nur eine teilweise in **Fig. 11** gezeigt ist).

[0057] Eines der Ergebnisse davon, dass die Verbindungsabschnitte **110** der gewellten Bahn **104** dicker als die Berge **106** und Täler **108** der gewellten Bahn **104** (welche in **Fig. 10A** gezeigt ist) sind, ist dass die Festigkeit des Wabenkerns **118** des Produkts **112**, welches in **Fig. 11** gezeigt ist, in der Quer- und Längsrichtung die gleiche ist. Da, wie es in **Fig. 7A** gezeigt ist, die Dicke von „T2“ der Verbindungsabschnitte **110** der gewellten Bahn **104** näherungsweise die gleiche wie die Dicke von zwei Bergen **106** oder Tälern **108** der gewellten Bahn **104** ist, welche einander berühren nachdem das Herstellungsverfahren fertiggestellt ist, führt dies bei dem Produkt **112** dazu, dass die Festigkeit des Wabenkerns **118** des Produkts **112** die gleiche in sowohl der Quer- als auch Längsrichtung ist.

[0058] Obwohl mehrere bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben wurden, werden einem Fachmann Änderungen und Modifikationen einfallen, welche durchgeführt werden können, ohne von der Lehre der Erfindung abzuweichen. Obwohl z. B. eine Konfiguration einer Zelle dargestellt und beschrieben ist, können die Zellen der vorliegenden Erfindung andere Konfigurationen aufweisen, wie z. B. eine zylindrische Form. Die Erfindung soll daher nur durch die nachfolgenden Ansprüche und Äquivalente davon beschränkt werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 6183836 [\[0004\]](#)
- US 6726974 [\[0005\]](#)
- US 6800351 [\[0005\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Produkts mit einer Wabenschicht, umfassend in einer beliebigen Reihenfolge:

Bewegen einer im Wesentlichen planaren Materialbahn in der ersten Richtung;

Führen der Materialbahn zwischen ein Paar von Walzen, um eine gewellte Materialbahn zu erzeugen, welche ein in Wesentlichen gewelltes Profil mit fortlaufenden abgeflachten Bergen und abgeflachten Tälern aufweist, welche über Verbindungsabschnitte der Bahn verbunden sind, wobei sich die abgeflachten Berge und abgeflachten Täler in der Bewegungsrichtung der Bahn erstrecken;

Schneiden der fortlaufenden Wellen der gewellten Bahn;

Falten der gewellten Bahn, um einen Wabenkern zu erzeugen; und

Aufbringen von Außenhäuten an dem Wabenkern.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von anderen der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von einigen der Berge der gewellten Bahn aufweisen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von einigen der Täler der gewellten Bahn aufweisen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Schneidens der fortlaufenden Wellen der gewellten Bahn ein Kontaktieren der gewellten Bahn mit zwei Messern umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei sich die zwei Messer in entgegengesetzte Richtungen bewegen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei jeder der Verbindungsabschnitte der Bahn eine Dicke größer als die Dicke der abgeflachten Berge und/oder abgeflachten Täler aufweist.

8. Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Produkts mit einem Wabenkern, umfassend in einer beliebigen Reihenfolge:

Bewegen einer Materialbahn in einer ersten Richtung;

Führen der Materialbahn zwischen Walzen, um eine gewellte Materialbahn zu erzeugen, welche ein im Wesentlichen gewelltes Profil mit fortlaufenden abgeflachten Bergen und abgeflachten Tälern, die über Verbindungsabschnitte der Bahn verbunden sind, aufweist, wobei sich die abgeflachten Berge und ab-

geflachten Täler in der Bewegungsrichtung der Bahn erstrecken;

Schneiden der fortlaufenden Wellen der gewellten Bahn;

Falten der gewellten Bahn, um einen Wabenkern zu erzeugen; und

Aufbringen von Außenhäuten auf den Wabenkern.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Eingangsbahn von einer Rolle abgerollt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von anderen Verbindungsabschnitten der gewellten Bahn aufweisen.

11. Verfahren nach Anspruch 8, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von einigen der Berge der gewellten Bahn aufweisen.

12. Verfahren nach Anspruch 8, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von einigen der Täler der gewellten Bahn aufweisen.

13. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Schritt des Schneidens der fortlaufenden Wellen der gewellten Bahn ein Kontaktieren der gewellten Bahn mit zwei Messern umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei sich die zwei Messer in entgegengesetzte Richtungen bewegen.

15. Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Produkts mit einer Wabenschicht, umfassend in einer beliebigen Reihenfolge:

Führen einer Materialbahn zwischen Walzen, um eine gewellte Materialbahn zu erzeugen, welche fortlaufende abgeflachte Berge und abgeflachte Täler aufweist, welche über Verbindungsabschnitte der Bahn verbunden sind, wobei sich die abgeflachten Berge und abgeflachten Täler in der Bewegungsrichtung der Bahn erstrecken;

Schneiden von Abschnitten der gewellten Bahn;

Falten der gewellten Bahn, um einen Wabenkern zu erzeugen; und

Aufbringen von Außenhäuten an den Wabenkern.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von anderen der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn aufweisen.

17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten

Bahn eine Dicke größer als die Dicke von einigen der Berge der gewellten Bahn aufweisen.

18. Verfahren nach Anspruch 15, wobei zumindest einige der Verbindungsabschnitte der gewellten Bahn eine Dicke größer als die Dicke von einigen der Täler der gewellten Bahn aufweisen.

19. Verfahren nach Anspruch 15, wobei der Schritt des Schneidens der fortlaufenden Wellen der gewellten Bahn ein Kontaktieren der gewellten Bahn mit zwei Messern umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei sich die zwei Messer in entgegengesetzte Richtungen bewegen.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

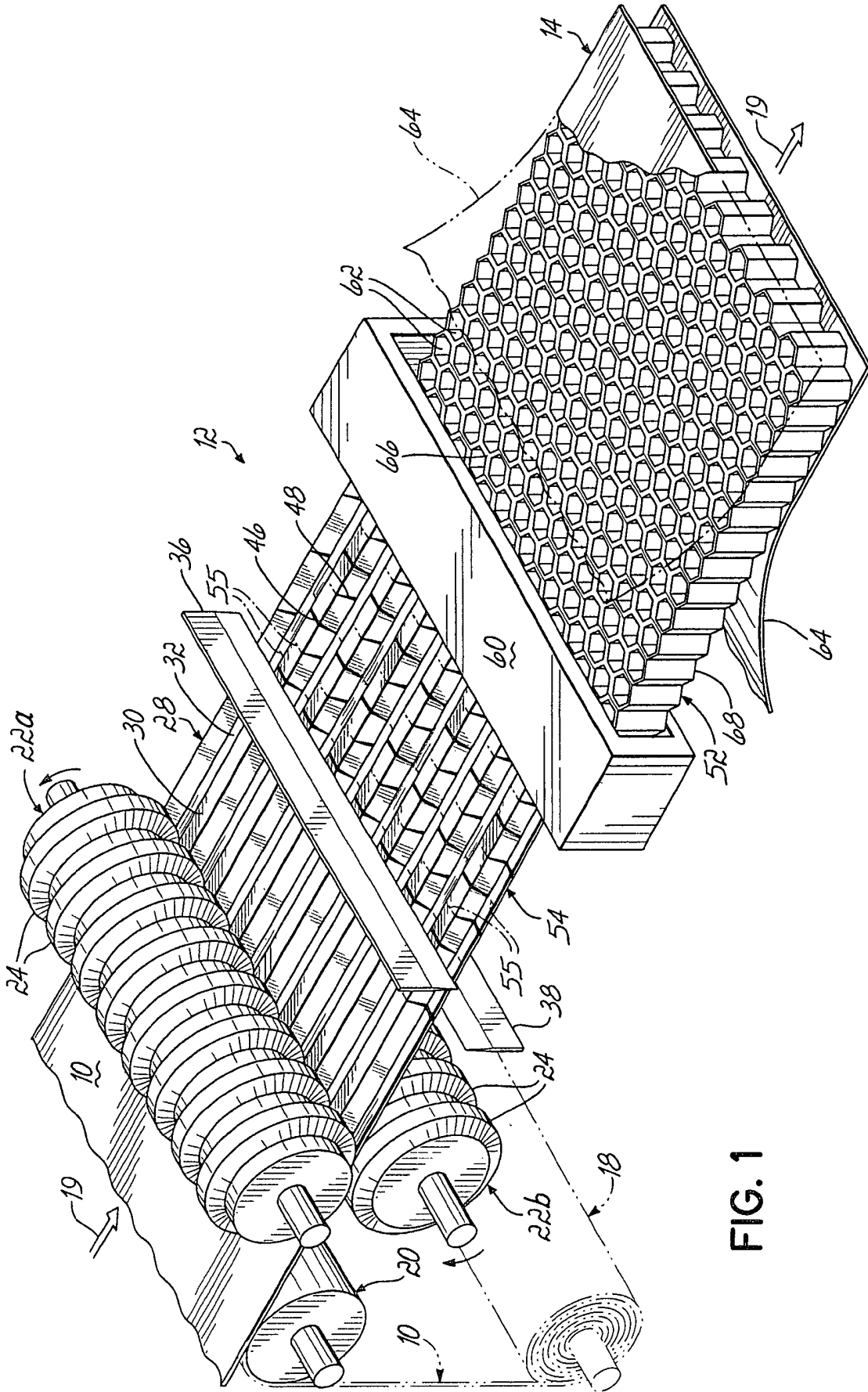


FIG. 1

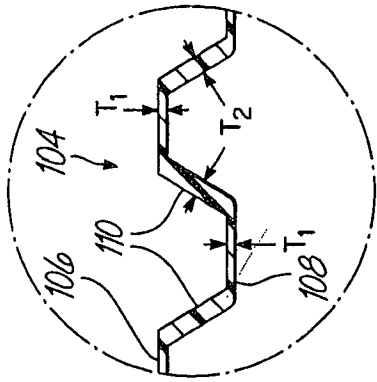


FIG. 10A

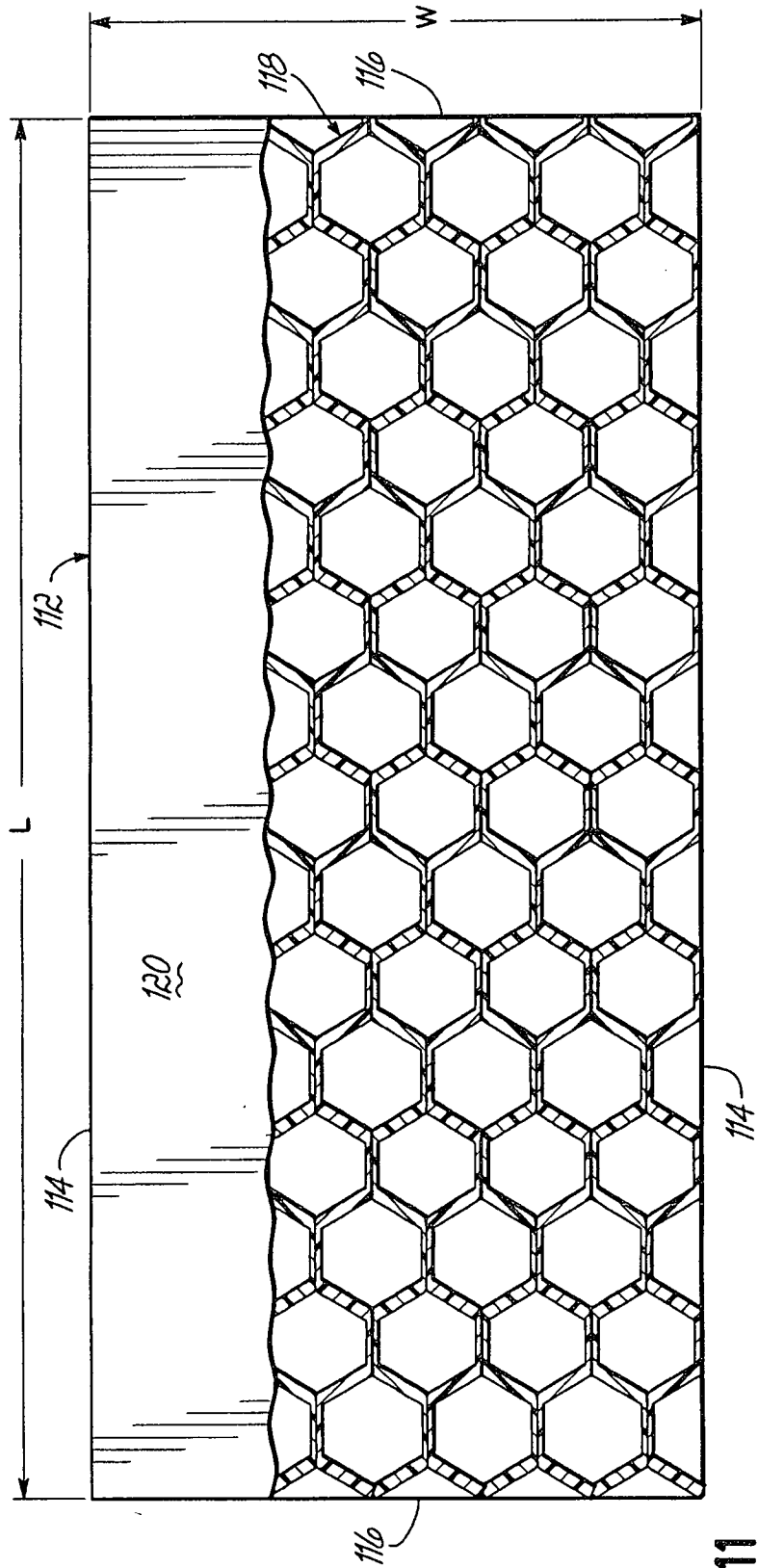


FIG. 11

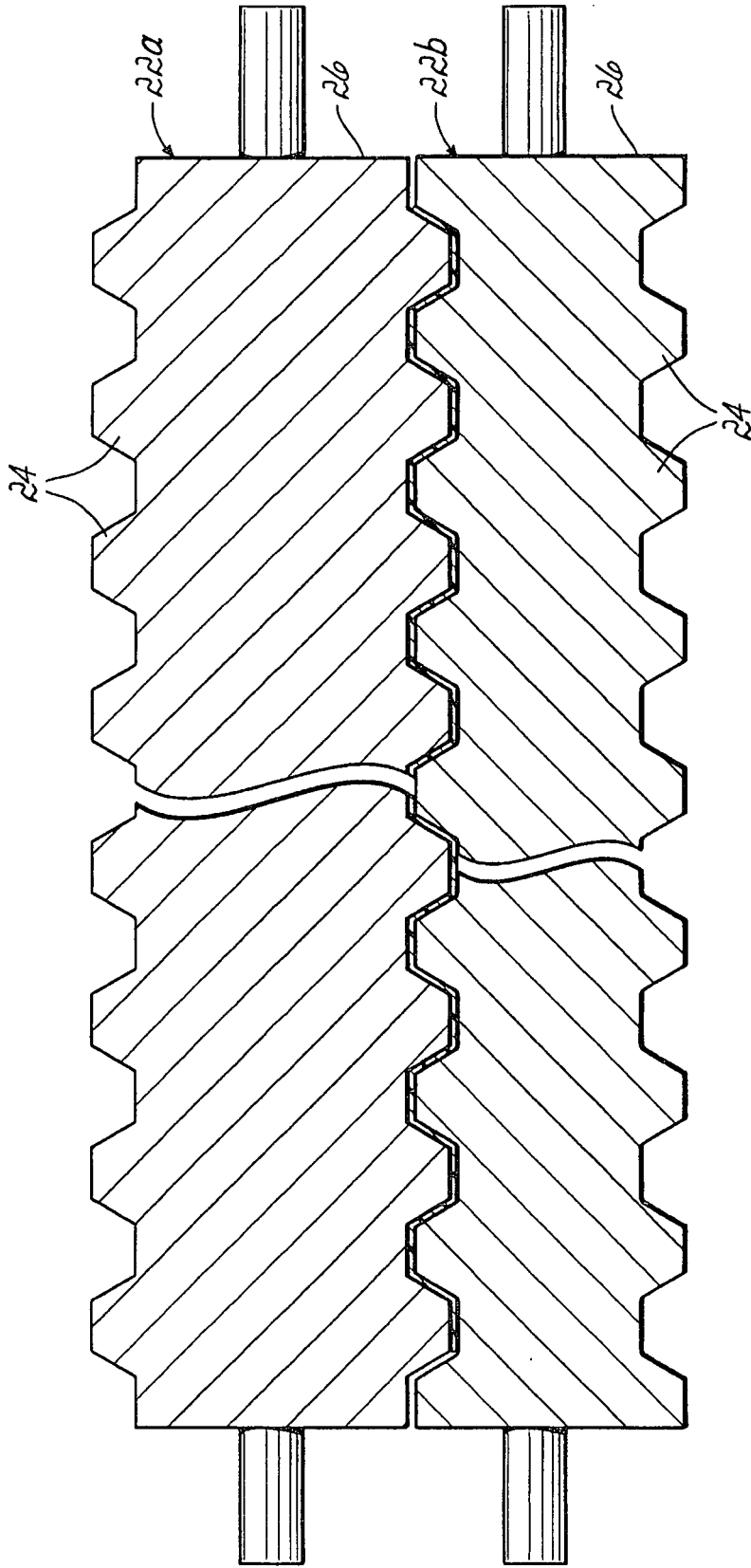


FIG. 2

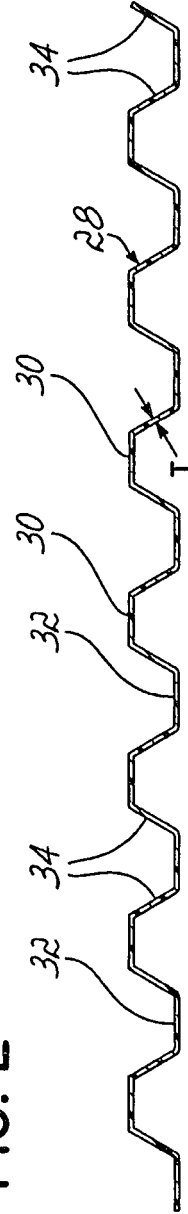


FIG. 2A

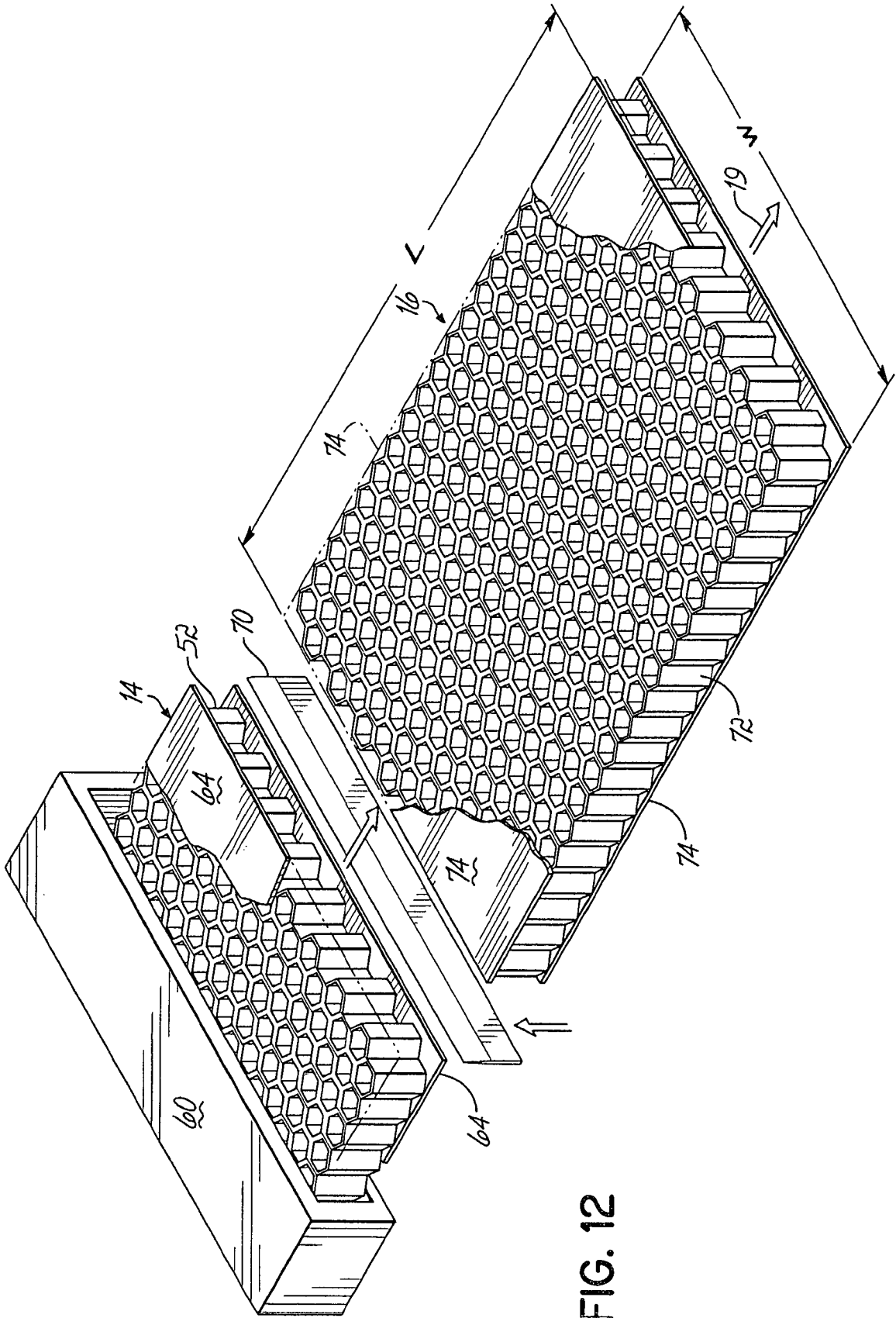


FIG. 12

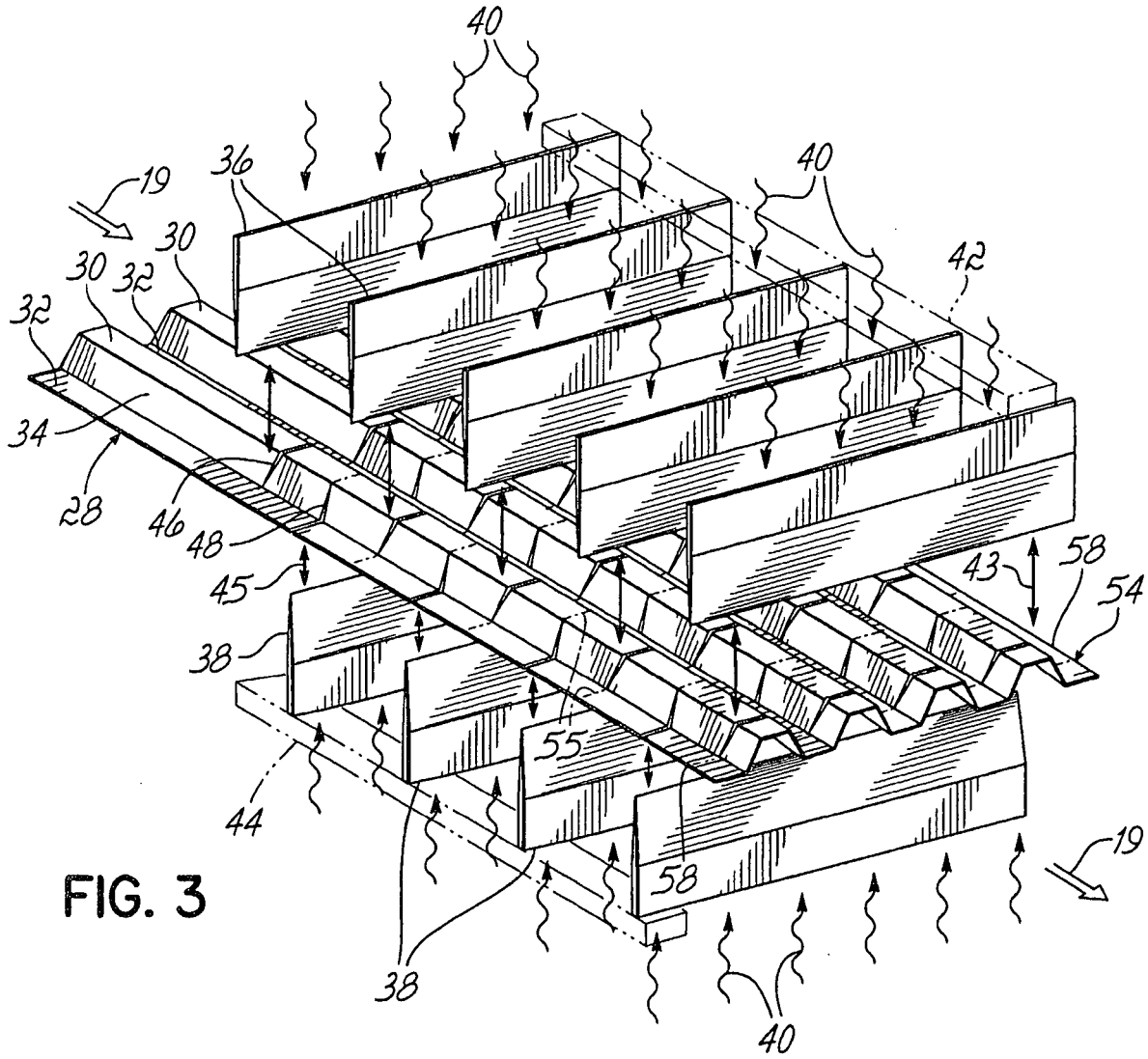


FIG. 3

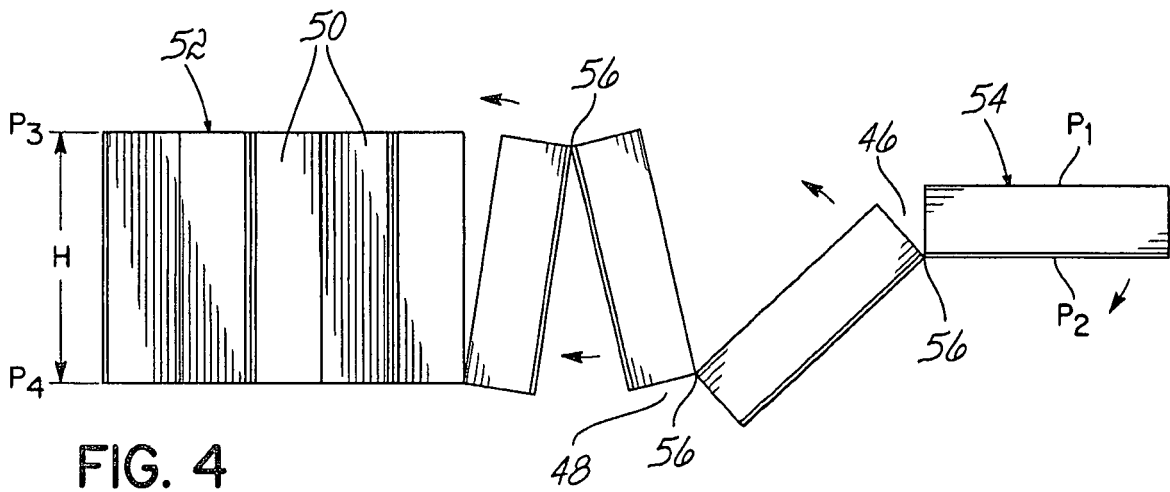


FIG. 4

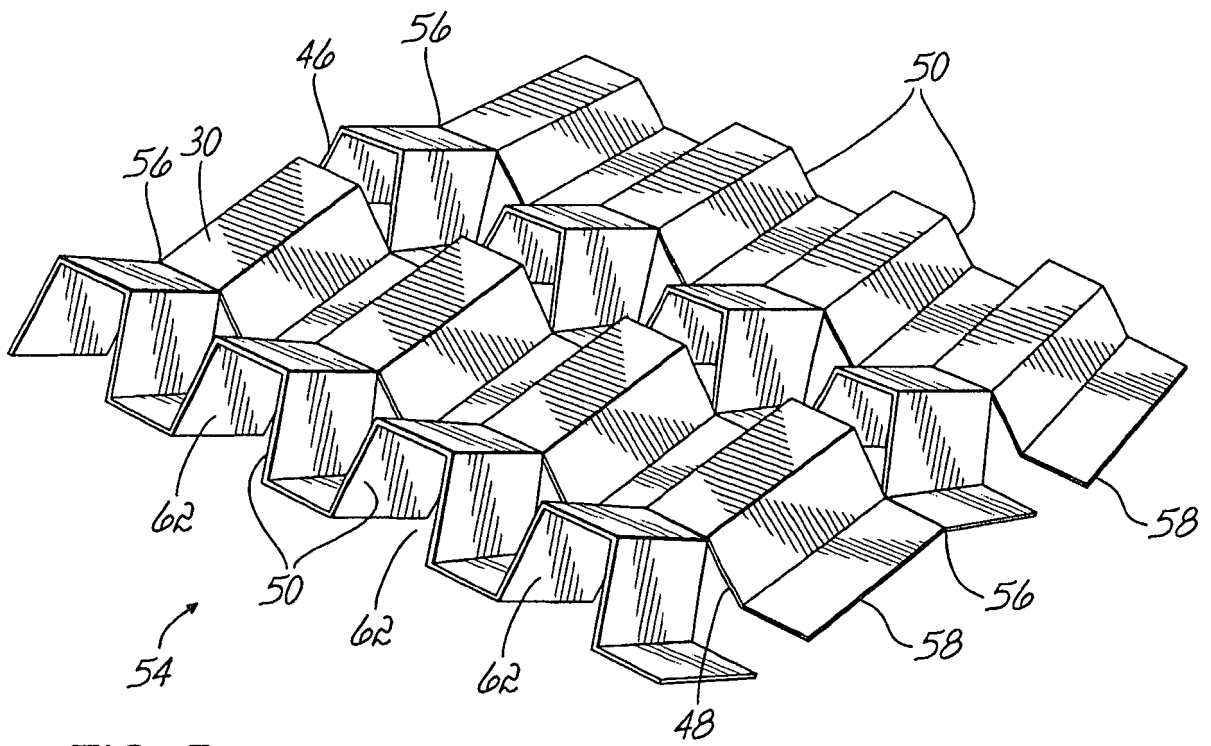


FIG. 5



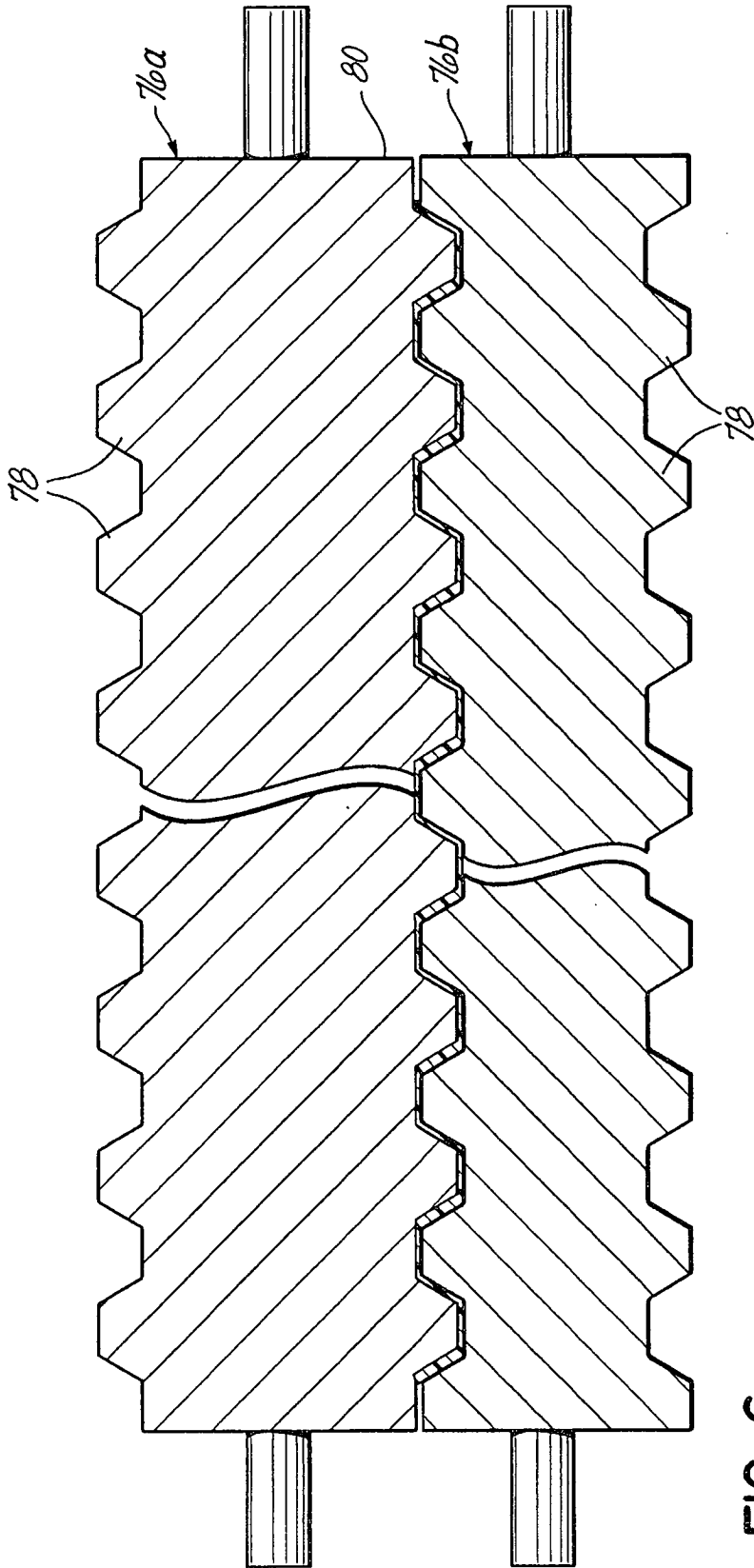


FIG. 6

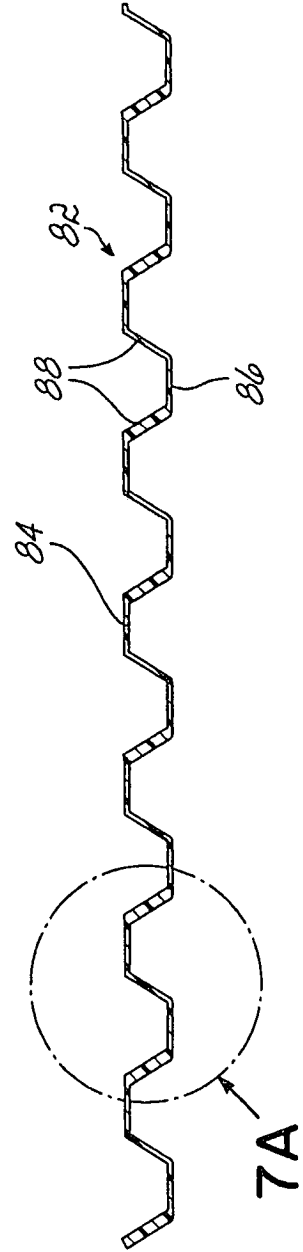


FIG. 7 7A

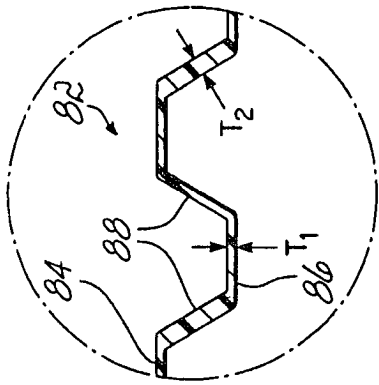


FIG. 7A

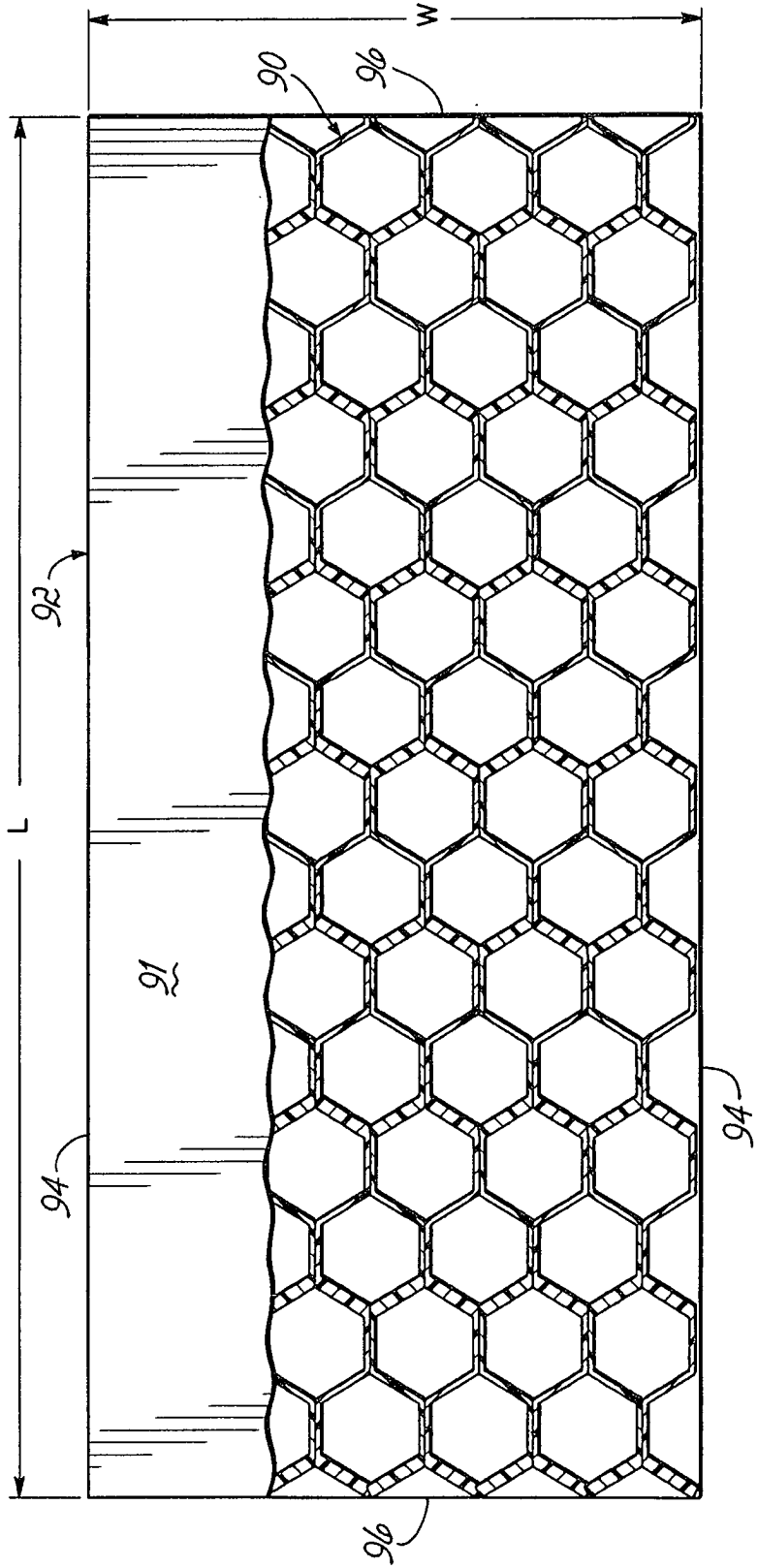


FIG. 8

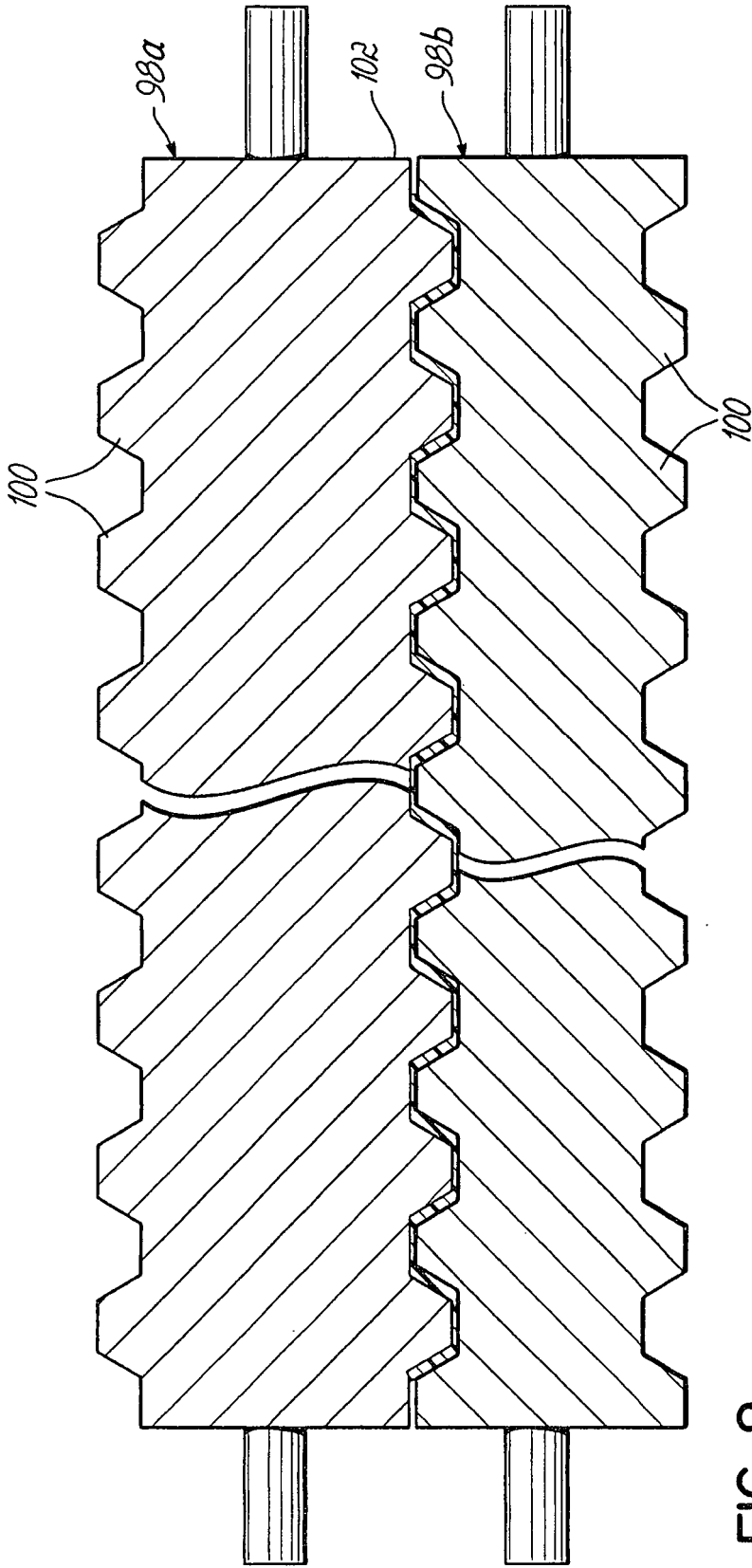


FIG. 9

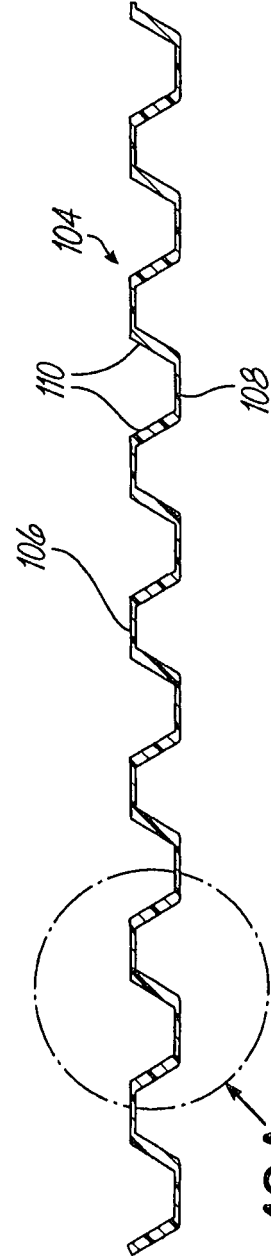


FIG. 10 10A