

(19)



(11)

EP 2 110 189 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.10.2009 Patentblatt 2009/43

(51) Int Cl.:

B21D 26/02 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **08007621.9**(22) Anmeldetag: **18.04.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

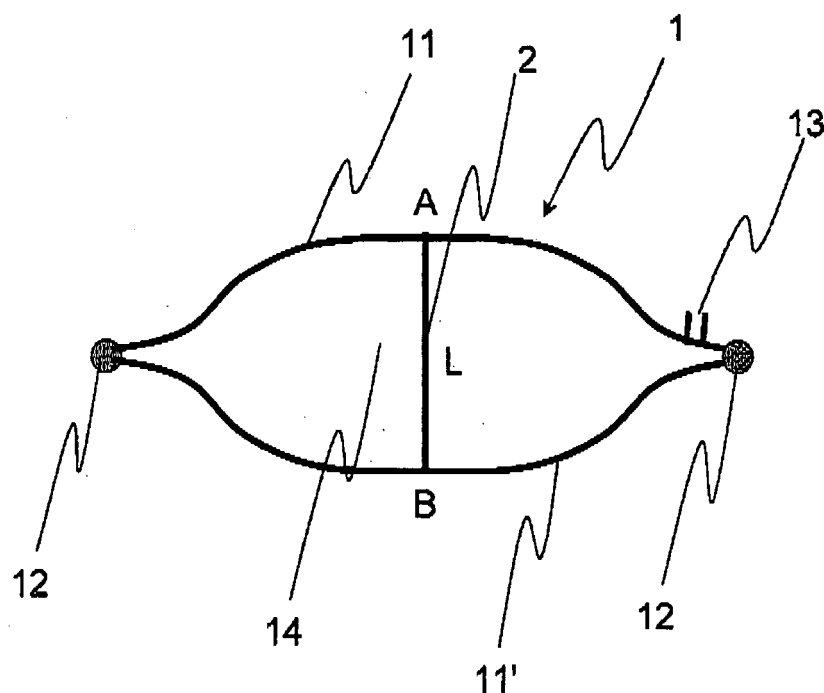
AL BA MK RS(71) Anmelder: **ETH Zurich****8092 Zürich (CH)**(72) Erfinder: **Zieta, Oskar****8093 Zürich (CH)**(54) **Verfahren zur werkzeuglosen Umformung von Blech**

(57) Bei einem erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung von Halbfabrikaten (1a) für dreidimensionale Blechstrukturen (1) werden zwei oder mehr Blechelemente (11-11'') mit einer vorbestimmten Kontur (16) sowie mindestens ein Begrenzungselement (2, 2') bereitgestellt. Dieses Begrenzungselement ist geeignet, bei einem späteren Aufblasen des Halbfabrikats (1a) zu einer dreidimensionalen Blechstruktur (1) die Verformung

eines oder mehrerer der Blechelemente (11-11'') zu begrenzen. Das mindestens eine Begrenzungselement (2, 2') ist mit mindestens einem der Blechelemente (11-11'') form- und/oder kraftschlüssig verbunden; und die zwei oder mehr Blechelemente (11-11'') entlang ihrer Konturen (16) zu einem Halbfabrikat (1a) zusammengefügt, beispielsweise durch Schweiessen oder Kleben, so dass sich ein im Wesentlichen geschlossener Hohlraum (14) bildet.

Fig. 5

(c)



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung betrifft dreidimensionale Blechstrukturen und deren Halbfabrikate, sowie Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Blechstrukturen und deren Halbfabrikaten.

Stand der Technik

[0002] Blech ist ein sehr vielseitig verwendbarer Werkstoff, der aufgrund seiner plastischen Verformbarkeit aus einer einfachen flächigen Grundform in komplexe dreidimensionale Blechstrukturen umgeformt werden kann. Solche Bauteile können bei relativ geringem Gewicht eine hohe Steifigkeit und Festigkeit aufweisen, und werden deshalb häufig eingesetzt, wenn das Gewicht ein wichtiger Faktor ist, beispielsweise im Fahrzeugbau und Leichtbau.

[0003] Für die Umformung von flächigen, plastisch verformbaren Werkstoffen wie Blech sind verschiedene Verfahren bekannt, wie beispielsweise das Tiefziehen mit Stempel und Matrize. Für speziellere Formgebungen können andere Verfahren eingesetzt werden, so zum Beispiel Hochdruck-Blechumformung, auch bekannt als Hydroforming, bei der im Vergleich zum herkömmlichen Tiefziehen der Stempel durch ein direkt auf das Werkstück wirkendes Druckmedium ersetzt wird, welches von einer Seite auf das Blech wirkt, und dieses gegen eine die Formgebung bestimmende Matrix drückt. Eine alternative Variante ist das hydromechanische Tiefziehen, bei dem die Matrize durch einen mit Druckmedium gefüllten, druckregulierten Hohlraum ersetzt wird. Das umzuformende Blech schliesst den Hohlraum druckdicht ab. Der von der anderen Seite auf das Blech wirkende Stempel verformt zum einen das Werkstück, und erzeugt zum anderen gleichzeitig aufgrund der Verdrängung des Druckmediums im Hohlraum den notwendigen hydraulischen Druck. Der für die Umformung benötigte Medien-
druck hängt unter anderem von der Geometrie des Bauteils, der Blechdicke und dem verwendeten Werkstoff ab, und können von 5 MPa (Aluminiumblech) bis 200 MPa (Edelstahlblech) reichen. Solche Drücke können nur hydraulisch erzeugt werden, und erfordern aufwendige, teure Werkzeuge.

[0004] Für die Herstellung von komplexen Hohlstrukturen aus Blech wird das Innen-Hochdruck-Verfahren angewandt, eine Variante der Hochdruck-Blechumformung, bei der das druckbeaufschlagte Medium in einen druckdicht abgeschlossenen Innenraum eines röhrenförmigen Blechrohrlings eingebracht wird, das in einem eine äussere Matrize bildenden Werkzeug angeordnet ist. Ein solches Verfahren ist beispielsweise beschrieben in WO 00/10748 A1 und WO 2006/018846 A1. Die notwendigen Drücke sind ähnlich wie bei konventionellen Hochdruck-Blechumformen. Anstelle eines röhrenförmigen Blechrohrlings können auch zwei flächig aufeinander

gelegte Bleche verwendet werden, um beispielsweise einen Tank zu formen.

[0005] Den bekannten Verfahren eigen sind die sehr hohen Arbeitsdrücke, welche bis 200 MPa (2000 bar) betragen können. Bei solchen Drücken werden die formgebenden Werkzeuge stark belastet. Deren Anfertigung und betrieb ist zudem aufwendig und teuer, und die Grösse der herstellbaren Bauteile begrenzt.

10 Darstellung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, dreidimensionale Blechstrukturen und deren Halbfabrikate, sowie Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Blechstrukturen und deren Halbfabrikaten zur Verfügung zu stellen, welche die oben erwähnten und andere Nachteile nicht aufweisen. Insbesondere sollen solche Verfahren zeit- und kosteneffizient sein, und ohne teure Werkzeuge auskommen.

[0007] Diese und andere Aufgaben werden gelöst durch die erfindungsgemässen Herstellungsverfahren, Halbfabrikate und Blechstrukturen gemäss den unabhängigen Patentansprüchen. Weitere bevorzugte Varianten und Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen gegeben.

[0008] Nachfolgend wird die Erfindung am Beispiel von Blech beschrieben. Neben Blech kann jedoch die Erfindung auf jedes andere flächige Ausgangsmaterial angewandt werden, welches ein gewisses Mass an Plastizität und Duktilität aufweist. Wenn ein Material für herkömmliche Umformungsverfahren geeignet ist, kann es auch für die erfindungsgemässen Verfahren verwendet werden.

[0009] Beim erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Blechstrukturen werden zwei oder auch mehr mit einer bestimmten Kontur zugeschnittene Blechelemente bereitgestellt. Diese Rohlinge können direkt vor der Verarbeitung zugeschnitten werden, was für grössere Rohlinge vorteilhaft ist, oder bereits vorab hergestellt worden sein. Die zwei oder mehr Blechelemente werden entlang ihrer Kanten zusammengefügt, so dass sich ein im wesentlichen druckdicht geschlossener Hohlraum bildet. Anschliessend wird dieses Halbfabrikat durch Aufblasen zur dreidimensionalen Blechstruktur umgeformt, das heisst, es wird innerhalb des Hohlraums gegenüber der äusseren Umgebung ein Überdruck erzeugt, beispielsweise durch Einleiten von Druckluft oder Befüllen mit Wasser oder einem anderen hydraulischen Wirkmedium. Im folgenden wird der Begriff Aufblasen jeweils synonym zum Begriff Umformen verwendet. Die Blechrohlinge werden durch den erhöhten Innendruck plastisch verformt und in einem gewissen Mass auch elastisch gedehnt, wobei die Umformung "frei" ist, also nicht durch eine Matrize oder einen Stempel vorgegeben ist. Die Art der Umformung ist durch die Wahl der Konturgebung und topologischen Verbindung der Blechelemente, die spezifischen Eigenschaften des Blechs wie Material, Elastizitätsmodul, Blechdicke,

Walzrichtung, sowie die Prozessparameter wie angewandter Arbeitsdruck und Umformzeit bestimmt. Nicht notwendig ist hingegen wie bereits erläutert die Verwendung einer Matrize oder eines anderen formgebenden Werkzeugs.

[0010] Durch geeignete Wahl der Konturen können während der Umformung auch Knick- und Biegebewegungen innerhalb der dreidimensionalen Struktur erzeugt werden, so dass in einem einzigen Schritt Formgebungen der resultierenden Blechstrukturen möglich werden, die mit herkömmlichen Blechumformungsverfahren nicht in einem Arbeitsgang erreichbar sind.

[0011] Bei grösseren Strukturen mit grossflächigen Bereichen, die nicht der Nähe einer Verbindungskontur liegen, ist in diesen Bereichen die Beeinflussung der Formgebung durch die Konturierung beschränkt. Um dieses Problem zu lösen, werden ein oder mehrere Begrenzungselemente an den Blechelementen angeordnet. Die genannten Begrenzungselemente können beispielsweise im wesentlichen eindimensional sein, zum Beispiel Blechstreifen oder Kabel, die zwischen den Blechelementen angeordnet und an geeigneten Stellen mit diesen verbunden werden, so dass beim Aufblasen der Blechstruktur die räumliche Distanz der durch das Begrenzungselement verbundenen Punkte der Blechrohlinge nach oben begrenzt ist. Je nach Wahl des Begrenzungselements, kann die Distanz der entsprechenden Punkte auch fix festgelegt werden, beispielsweise mit steifen Stäben. Ebenso ist es möglich, Begrenzungselemente zu verwenden, die eine zweidimensionale Formgebung aufweisen, die beim Aufblasen der Blechstruktur an einer bestimmten Stelle eine minimale innere Kontur vorgibt. Auch Stege oder andere Strukturen können als Begrenzungselemente auf den Blechelementen angebracht werden, um lokal die mechanische Festigkeit der Blechflächen zu modifizieren, und so die Formgebung beim Aufblasen/Umförmn der Blechstruktur zu beeinflussen.

[0012] Die Begrenzungselemente können nach der Fertigstellung der dreidimensionalen Blechstruktur auch weitere Aufgaben übernehmen. Beispielsweise können bei erfindungsgemässen Blechstrukturen, die als Fahrzeugtanks dienen sollen, Begrenzungselemente als Lochbleche ausgestaltet werden, die im späteren Betrieb als Schwappbleche dienen. Ebenso können die Begrenzungselemente der mechanischen Stabilisierung dienen, beispielsweise als innere Verstrebungen.

[0013] Erfindungsgemässe dreidimensionale Blechstrukturen können für eine Vielzahl von Verwendungszwecken eingesetzt werden, beispielsweise als Leichtbauelemente für Bauwerke und Fahrzeuge, etc, als Schwimmer, Tanks, Ziergegenstände, Möbel, und vieles mehr.

Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Im folgenden wird die erfindungsgemässe Vorrichtung anhand von Zeichnungen erläutert.

- Figur 1 zeigt in einem Querschnitt (a) durch ein Halbfabrikat vor dem Aufblasen/Umförmn, und (b) die fertige umgeförmte Blechstruktur.
- 5 Figur 2 zeigt drei Varianten einer Konturgebung für eine erfindungsgemässe Blechstruktur, vor und nach dem Aufblasen/Umförmn.
- Figur 3 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Blechstruktur, bei der Blechelemente mit zwei verschiedenen Wanddicken verwendet wurden.
- 10 Figur 4 zeigt in (a) drei verschiedene mögliche Ausführungsformen einer erfindungsgemässen Blechstruktur, und in (b) ein Detail eines endseitigen Haltpunktes einer solchen Blechstruktur.
- 15 Figur 5 zeigt im Querschnitt eine mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemässen Blechstruktur mit einem Begrenzungselement, (a) vor dem Aufblasen, (b) im Detail im Bereich des Begrenzungselements, und (c) nach dem Aufblasen.
- 20 Figur 6 zeigt eine weitere Variante einer erfindungsgemässen Blechstruktur, mit zwei gekreuzten Begrenzungselementen.
- 25 Figur 7 zeigt im Querschnitt noch eine weitere Variante einer erfindungsgemässen Blechstruktur, (a) vor und (b), (c) nach dem Aufblasen, mit einem Begrenzungselement in der Form eines auf einem der Blechelemente angebrachten Steges.
- 30 Figur 8 zeigt zwei weitere Ausführungsformen einer erfindungsgemässen Blechstruktur, bei welchen (a) Sicken bzw. (b) Sicken und Knik- ke in den Blechelementen als Begrenzungselemente funktionieren.
- 35 Figur 9 zeigt (a) ein aufgerolltes erfindungsgemässes Halbfabrikat einer Blechstruktur, welches (b) durch das Erhöhen des Innendrucks sich selbsttätig ausrollt, um anschliessend in die endgültige dreidimensionale Form der erfindungsgemässen Blechstruktur umgeförm- tet zu werden.
- 40 Figur 10 zeigt verschiedene Varianten von mehrkammerig ausgestalteten erfindungsgemässen Blechstrukturen, bei denen Grenzflächen zwischen zwei Kammern auch als Begrenzungselemente dienen, welche die Formgebung der Gesamtstruktur beeinflussen.
- 45
- 50
- 55

Ausführung der Erfindung

[0015] Das Grundprinzip der erfindungsgemässen Verfahren sind in Figur 1 schematisch dargestellt mit einem Querschnitt durch (a) ein Halbfabrikat vor dem Aufblasen, und (b) durch die fertige aufgeblasene Blechstruktur. Zwei flache Blechelemente 11, 11' bzw. Blechrohlinge werden nach DIN 8588, 8589 mit einer bestimmten Kontur aus dem Rohblech zugeschnitten. Dies geschieht mit einem herkömmlichen Verfahren, beispielsweise mittels Stanzen oder Laserschneiden. Die entsprechend konturierten Blechelemente 11, 11' werden übereinander angeordnet, und entlang ihrer Konturen 16 nach DIN 8580 zu einem Halbfabrikat 1a zusammengefügt, beispielsweise durch Schweißen, Fügen oder Kleben. Die grösste Flexibilität bezüglich der Formgebung wird dabei mit Laserschweißen erreicht. Es resultiert ein in wesentlichen druckdichter Hohlraum 14 zwischen den Blechelementen 11, 11' in der Form des Spaltes zwischen den Blechelementen. Vorzugsweise ist ein oder mehrere Anschlüsse 13 für eine Zuleitung eines Druckmediums vorgesehen.

[0016] Die Fertigung des Halbfabrikats 1a geschieht vorzugsweise in Linie, dass heisst, die Blechelemente werden aus Rollenblech zugeschnitten und anschliessend direkt entlang den Konturen verschweisst. Entsprechende Anlagen sind dem Fachmann aus der industriellen Praxis bekannt. Bei kleineren Blechelementen 11, 11' kann es auch sinnvoll sein, diese in einem separaten Arbeitsgang herzustellen, und fertig konturiert zur Herstellung des Halbfabrikats bereitzustellen.

[0017] Das Halbfabrikat kann dann direkt zur fertigen dreidimensionalen Blechstruktur umgeformt und weiterverarbeitet werden, oder erst später in einem separaten Schritt. Dazu wird das Halbfabrikat aufgeblasen, das heisst, es wird gegenüber der äusseren Umgebung im Innenraum 14 ein Überdruck erzeugt, so dass die unverbundenen Flächen der Blechelemente 11, 11' auseinander gedrückt werden, und sich die Blechelemente 11, 11' frei zu einer vorbestimmten dreidimensionalen Blechstruktur 1 umformen. Zu diesem Zweck wird Druckluft oder Wasser oder eine andere hydraulische Flüssigkeit druckbeaufschlagt in den Hohlraum 14 eingebracht. Der Überdruck und die Wirkzeit bestimmen sich nach der Konturgebung und der Materialparametern. Nach dem Erreichen des Sollzustands der Form der dreidimensionalen Blechstruktur wird dann der Druck wieder abgesenkt, wobei aufgrund der plastischen Verformung des Blechs die Formgebung stabil bleibt. Eine gewisse reversible elastische Verformung muss dabei bei der Festlegung der Prozessparameter und der Konturgebung berücksichtigt werden. Es kann auch ein erhöhter Innendruck verbleiben, um beispielsweise die Blechstruktur 1 mechanisch zu stabilisieren.

[0018] Im Gegensatz zu den herkömmlichen Umformungsverfahren ist bei einem erfindungsgemässen Verfahren der notwendige Druck im Innenraum geringer, und beträgt je nach Fall zwischen 50 kPa (0.5 bar) und 1 MPa

(10 bar). Dies stellt wesentlich geringere Anforderungen an die technische Infrastruktur. Da die Formgebung ohne Matrizen oder Gegenwerkzeug erfolgt, sind zudem sehr grosse Blechstrukturen fertigbar. Da die Halbfabrikate flach sind, benötigen sie wesentlich weniger Platz als die fertig umgeformten Blechstrukturen. Dies ergibt die logistisch vorteilhafte Möglichkeit, grössere Blechstrukturen, beispielsweise für die Verwendung an Bauwerken, als Halbfabrikat zum Montageort zu transportieren, und dort vor Ort fertig zu stellen. Eine erfindungsgemässe Blechstruktur kann auch Öffnungen aufweisen, beispielsweise in der topologischen Form eines Torus, solange der Innenraum abgeschlossen ist.

[0019] Der Vorteil bei der Verwendung von Druckluft als Druckmedium ist die leichte Handhabbarkeit. Hingegen sind Gase bei höheren Drücken aufgrund ihrer Kompressibilität weniger effizient, dass heisst, der notwendige Druck wird weniger schnell erreicht, und es tritt eine Temperaturerhöhung auf, die wiederum wegen der Materialausdehnung einen Einfluss auf die Blechstruktur hat. Bei der Verwendung von hydraulischen Flüssigkeiten (Wasser, Öl, Wasser-Öl-Emulsionen) tritt dieses Problem nicht auf, und die Temperatur der Blechstruktur ist über das Druckmedium einstellbar. Hingegen stellt sich hier das Problem, die hydraulische Flüssigkeit anschliessend wieder aus der Blechstruktur zu entfernen, was aufwendiger ist als bei gasförmigen Druckmedien.

[0020] Anstatt der Verwendung von Druckluft oder pneumatischen Flüssigkeiten können auch andere Methoden verwendet werden, um den Innendruck zu erhöhen. Beispielsweise können chemische Reaktionen angewandt werden, die ein bestimmtes Volumen an Gas produzieren. Auf diese Weise lässt sich zum Beispiel ein vollständig geschlossenes Halbfabrikat realisieren, in das eine bestimmte Menge an geeigneten chemischen Edukten eingebracht wird. Nach Auslösen der Reaktion, beispielsweise durch eine lokale Erhöhung der Temperatur über einen bestimmten Schwellwert, tritt die Reaktion in Gang, das Gas wird produziert, und bläst die Blechstruktur wie gewünscht auf. Ebenso ist es möglich, für die Innendruckerhöhung ausschäumende Materialien zu verwenden, wie bspw. Polyurethanschaum, Schaumbeton oder Aluminiumschaum, die anschliessend im Hohlraum der Blechstruktur verbleiben.

[0021] Die Formgebung einer erfindungsgemässen Blechstruktur ergibt sich primär aus der Wahl der Konturen, der Materialeigenschaften und der Prozessparameter. Die durch den erhöhten Innendruck erzeugte Kraft wirkt grundsätzlich senkrecht zur Blechoberfläche. Aufgrund der plastischen Verformung kommt es dabei zu einer Verschiebung der Konturen. Beim Ausblasen der Halbfabrikate werden diese also in der Ebene der Konturen schmaler, was bei der Wahl der Konturierung berücksichtigt werden muss, wie in Figur 2 schematisch erläutert wird. Werden zum Beispiel wie in Figur 2(a) gezeigt zwei lange Blechelemente 11 mit einer Breite a und einer Länge b zu einem Halbfabrikat 1a zusammengefügt, dann tailliert sich die dreidimensionale Blechstruktur

1 beim Umformen (b). Durch eine runde Konturgebung an den Längsseitigen Enden (c) kann dieser Effekt kann vermindert werden. Ein genaues Einhalten einer konstanten Breite a über die gesamte Länge der Blechstruktur lässt sich schliesslich erreichen durch eine Verbreiterung der Blechelemente 11 in der Mitte (e), woraus dann beim Aufblasen eine untaillierte Blechstruktur resultiert (f).

[0022] In Figur 3 wird die Verwendung von Blechen unterschiedlicher Dicke illustriert. Ein erstes Blechelement 11 wird aus 2 mm dickem Blech gefertigt, während ein zweites Blechelement 11' eine Dicke von 0.8 mm aufweist. Beim Aufblasen des Halbfabrikats werden aufgrund ihrer resultierenden unterschiedlichen mechanischen Stabilität die Bleche in unterschiedlichem Ausmass gedehnt, wodurch eine asymmetrische Formgebung der Blechteile resultiert. Die Verwendung von unterschiedlichen Blechdicken erlaubt also ebenfalls eine Beeinflussung der Umformung der erfindungsgemässen dreidimensionalen Blechstruktur.

[0023] Die für eine bestimmte Form einer dreidimensionalen Blechstruktur benötigten Konturen der Blechelemente und Prozessparameter lassen sich unter Einbezug der Materialparameter rechnerisch bestimmen. Figur 4(a) zeigt drei verschiedene Beispiele möglicher Grestaltungsformen einfacher erfindungsgemässer Blechstrukturen. Die Schweissnaht 12 muss dabei auch nicht zwingend mit der Kontur 16 übereinstimmen. So weist beispielsweise die zweite Blechstruktur an den längsseitigen Enden eine Schweissnaht 12 auf, die einen gewissen Teil der Blechelemente überstehen lässt, wodurch ein Bereich entsteht der nicht aufgeblasen wird, und beispielsweise zum Anbringen eines Haltepunkts dienen kann. Eine andere Möglichkeit, einen Haltepunkt anzubringen, ist im ersten Beispiel von Figur 4(a) und in Figur 4(b) ersichtlich. Das Halbfabrikat 1a weist an seinem längsseitigen Ende eine schwalbenschwanzförmige Kontur 16 auf, deren Spitzen sich beim Aufblasen/Umformen aufeinander zu bewegen. Nach dem Umformen wird ein entsprechend geformter Anschlusspunkt 16 zwischen die zwei Spitzen eingesetzt.

[0024] Durch eine geeignete Konturgebung können während der Umformung auch Schwenkbewegungen induziert werden, wobei gewisse Teile der Blechstruktur gegenüber anderen verschwenkt werden. Dazu geeignet sind beispielsweise Einschnürungen in der Kontur. Auf diese Weise lassen sich dreidimensionale Blechstrukturen fertigen, die mit herkömmlichen Blechumformungsverfahren gar nicht herstellbar wären.

[0025] Bei Blechelementen mit grösseren Flächen kann in einem gewissen Abstand zu den Konturlinien die Möglichkeit der Formbestimmung der Blechstruktur eingeschränkt sein. Dieses Problem wird gelöst durch ein oder mehrere Begrenzungselemente, welche an einem oder mehreren Blechelementen angebracht werden, und die Verformung der Blechelemente bei der Aufblas-Umformung auf die eine oder andere Art begrenzen.

[0026] Ein exemplarisches Beispiel für eine erfin-

dungsgemässe Blechstruktur 1 mit einem Begrenzungselement 2 ist in Figur 5 gezeigt, (a) vor dem Aufblasen/Umformen, (b) als Detail I im Bereich des Begrenzungselements 2 und (c) nach dem Aufblasen. Das Begrenzungselement im gezeigten Beispiel ist ein gefalteter Blechstreifen 2, der zwischen zwei Blechelementen 11, 11' angeordnet wird und an zwei Anschlusspunkten 21, 21' mit den Blechelementen an den Punkten A und B form- und/oder kraftschlüssig verbunden wird, zum Beispiel durch Kleben oder Schweissen. Beim Aufblasen des Halbfabrikats wird nun das Begrenzungselement 2 entfaltet, bis es zu seiner maximalen Länge L gestreckt ist. Die weitere Umformung der Blechelemente 11, 11' ist nun begrenzt, da sich der Punkt A des einen Blechelements 11 und der Punkt B des zweiten Blechelements 11' nicht weiter voneinander entfernen können als die vom Begrenzungselement 2 vorgegebene Distanz L. Durch geeignete Positionierung der Begrenzungselemente 2 und Wahl der Länge L lässt sich so die endgültige Form der Blechstruktur 1 auch in denjenigen Bereichen bestimmen, die weiter von den Konturen 16 entfernt sind.

[0027] Anstatt eines Blechstreifens können für das gezeigte Beispiel eines Begrenzungselements 2 auch Kabel, Ketten oder ähnliches verwendet werden. Ebenso ist es möglich, einen oder beide Anschlusspunkte 21, 21' des Begrenzungselements verschiebbar auszugestalten, eventuell auch mit einem Einrastmechanismus. Dies würde es dann erlauben, ein steifes Begrenzungselement einzusetzen, wie zum Beispiel einen Distanz-Stab, der so nicht nur die maximale Distanz zwischen den Punkten A und B bestimmen würde sondern auch die minimale Distanz, und der so auch zur mechanischen Stabilisierung der erfindungsgemässen Blechstruktur dienen kann. Eine solche Stabilisierung lässt sich auch durch Kreuzen von zwei oder mehr Begrenzungselementen 2, 2' erreichen, wie beispielsweise in Figur 6 dargestellt.

[0028] Ein Begrenzungselement 2 kann auch nur die Verformung eines Blechelements 11 begrenzen. So zeigt beispielsweise Figur 7 eine mögliche Ausgestaltungsform (a) eines erfindungsgemässen Halbfabrikats 1a einer erfindungsgemässen Blechstruktur 1, bei der zwischen zwei Blechelementen 11, 11' ein Steg 2, zum Beispiel in Form eines gefalteten Blechstreifens, angeordnet ist, die entlang ihrer gesamten Länge mit einem 11 der Blechelemente verbunden ist. Beim Aufblasen (b) der Blechstruktur 1 verhindert dann das Begrenzungselement 2 eine Biegung der Oberfläche des Blechelements 11 in Längsrichtung, wie im Längsschnitt in Figur 7(c) ersichtlich ist. Dies beeinflusst die gesamte Umformung, was bei der Bestimmung der Konturgebung, Prozessparameter, etc. berücksichtigt wird. Ein solcher Steg kann natürlich auch auf der Aussenseite des Blechelements abgeordnet werden.

[0029] Selbstverständlich können auch verschiedene Begrenzungselemente, also beispielsweise Kabel und Stege, miteinander kombiniert werden, um die gewünschte Form der dreidimensionalen Blechstruktur zu

erreichen.

[0030] Eine erfindungsgemässe Blechstruktur 1 mit grossem Volumen kann beispielsweise als Tank dienen, beispielsweise für Treibstoff, Heizöl oder Wasser. Ein solcher Tank eignet sich besonders für den Einbau in bestehenden Gebäuden, weil es dort normalerweise nicht mehr möglich ist, einen grossvolumigen starren Tank nachträglich in das Gebäudeinnere zu bringen. Beim Einbau von Wärmepumpen und solarthermischen Anlagen, für die ein Wärmespeichertank benötigt wird, wird darum der Tank vor Ort zusammengeschweisst, oder durch eine Vielzahl kleinerer Tanks ersetzt. Eine erfindungsgemässe Blechstruktur kann nun aber als platzsparendes Halbfabrikat 1a in das Gebäude gebracht, und anschliessend zum fertigen Tank aufgeblasen/umgeformt werden. Es ist auch möglich, das flache Halbfabrikat vor dem Transport noch zusätzlich in geeigneter Weise zusammen zu rollen oder zu falten, um es noch kompakter zu machen. Beim Aufblasen entfaltet sich das Halbfabrikat direkt zur dreidimensionalen Blechstruktur. Da die relativ dünnwandige Blechstruktur sich bei der Verwendung als Tank im befüllten Zustand eventuell verformen könnte, kann die Struktur des Tankes stabilisiert werden, indem beispielsweise nach dem Aufblasen Gurte horizontal oder vertikal um den Umfang der Blechstruktur angelegt werden. Ein einfaches Beispiel eines zusammengerollten Halbfabrikats 1a zeigt Figur 9 (a). Durch Erhöhen des Innendrucks rollt sich das Halbfabrikat selbsttätig aus, um anschliessend in die endgültige dreidimensionale Form der erfindungsgemässen Blechstruktur 1 ungeformt zu werden, wie in Figur 9(b) gezeigt.

[0031] Bei erfindungsgemässen Blechstrukturen, die zur Verwendung als Fahrzeugtanks vorgesehen sind, können zweidimensionale Begrenzungselemente eingesetzt werden, die beispielsweise als Lochbleche ausgestaltet werden können, und so später im Betrieb als Schwappbleche zu dienen. In einer anderen Ausgestaltungsform können erfindungsgemässe Blechstrukturen auch doppelwandig ausgeführt werden, was wiederum für Tanks besonders vorteilhaft ist. Zu diesem Zweck wird werden anstatt zwei vier Blechelemente verschweisst.

[0032] Figur 8 zeigt noch zwei weitere Ausgestaltungsformen einer erfindungsgemässen Blechstruktur 1. In Figur 8(a) ist auf einem Blechelement 11 in Längsrichtung eine Sicke 2 angebracht. Sicken werden in der Blechtechnik oft zur Stabilisierung von Blechstrukturen eingesetzt. Bei der erfindungsgemässen Blechstruktur in Figur 8(a) dienen hingegen sie als Begrenzungselement 2, weil sie die Verformung des Blechelements 11 beim Umformungsprozess beeinflusst. Natürlich ist die Formgebung der Sicken ebenfalls variierbar, um die Form der dreidimensionalen Blechstruktur 1 zu beeinflussen. In Figur 8 (b) wurde das Halbfabrikat 1a vor dem Umformprozess im flachen Zustand abgeknickt, was ebenfalls die Beeinflussung der Formgebung erlaubt.

[0033] Weitere Varianten von erfindungsgemässen Blechstrukturen 1 sind in Figur 10 dargestellt. Diese sind

mehrkammerig ausgestaltet, wobei die Grenzflächen zwischen zwei Kammern jeweils als Begrenzungselement 2 dienen, welches die Formgebung der Gesamtstruktur 1 beeinflusst. So zeigt Figur 10(a) eine Variante, bei der bei den zwei Blechelementen 11, 11' zusätzliche Schweisssnähte 2 innerhalb der Konturen 16 angebracht sind, die zu drei getrennten Kammern führen. Beim Aufblasen/Umformen des Halbfabrikats 1a bilden diese Schweisssnähte 2 Grenzflächen zwischen den Kammern, und beeinflussen gleichzeitig als Begrenzungselemente die Umformung der Blechstruktur 1. In einer bevorzugten Variante können zusätzlich verschiedene Innendrucke in den Kammern gewählt werden. In einer anderen Variante können die Kammern auch nicht getrennt sein, wobei die Schweisssnähte 2 trotzdem als Begrenzungselement dienen. Figur 10(f) zeigt eine vielkammerige Variante. Bei dieser sind die einzelnen Blechelemente 11, 11' ziegelförmig gestapelt, und so verschweisst 12, dass ein einzelnes Blechelement 11 jeweils als Oberseite einer Kammer und als Unterseite der nächsten Kammer dient.

[0034] In zwei anderen Varianten in den Figuren 10(b) und (c) sind zwei bzw. eine kleinere Kammern innerhalb einer dritten, grösseren Kammer angeordnet. Beim Umformen beeinflussen sie die durch ihr Volumen und ihre Formgebung die Umformung der äusseren Kammer, und funktionieren deshalb ebenfalls als Begrenzungselement 2. Die Figur 10(d) wiederum zeigt eine vielkammerige Variante, bei welcher gefaltete Blechelemente 11 ineinander angeordnet und verschweisst 12 sind. Bei der Variante aus Figur 10(e) sind einzelne Blechstrukturen ziegelförmig angeordnet. Bei beiden dieser Varianten dient jeweils ein Teil eines Blechelements 11 gleichzeitig als Begrenzungselement 2.

[0035] Die erfindungsgemässen Blechstrukturen aus Figur 10(a) und (b) sind besonders geeignet als Leichtbau-Trägerstrukturen. Die zusätzliche Versteifung der Kanten durch die äusseren Kanten entspricht einer Verstärkung der Ober- und Untergurten. Die erfindungsgemässen Blechstrukturen aus Figur 10(d) bis (f) wiederum sind für grossflächigere Anwendungen geeignet, beispielsweise für Fassaden- und Dachelemente oder flächige Tragstrukturen wie zum Beispiel Fussböden.

45 Liste der Referenzzeichen

[0036]

1	dreidimensionale Blechstruktur
1a	Halbfabrikat
11-11''	Blechrohling, Blechelement
12	Fügekante, Verbindungsnaht
13	Anschluss für Druckmediumzuleitung
14	Hohlraum
15	Zwischenraum
16	Kontur
2, 2'	Begrenzungselement
21,21'	Anschlusspunkt

3 Druckmedium

A, B, C, D Punkt auf Blechelement
L, L' Länge des Blechelements
a Breite
b Länge
l Detail

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Halbfabrikaten (1a) für dreidimensionale Blechstrukturen (1), bei welchem

- zwei oder mehr Blechelemente (11-11'') mit einer vorbestimmten Kontur (16) bereitgestellt werden;
- mindestens ein Begrenzungselement (2, 2') bereitgestellt wird, welches geeignet ist, bei einem späteren Aufblasen des Halbfabrikats (1a) zu einer dreidimensionalen Blechstruktur (1) die Umformung mindestens eines der Blechelemente (11-11'') zu begrenzen;
- das mindestens eine Begrenzungselement (2, 2') mit mindestens einem der Blechelemente (11-11'') form- und/oder kraftschlüssig verbunden oder auf diesem angebracht wird; und
- die zwei oder mehr Blechelemente (11-11'') entlang ihrer Konturen (16) zu einem Halbfabrikat (1a) zusammengefügt werden, beispielsweise durch Schweißen oder Kleben, so dass sich ein im wesentlichen geschlossener Hohlraum (14) bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem oder mehreren der Blechelemente (11-11'') ein Anschluss (13) für die Zuleitung eines Druckmediums (3) in den Hohlraum (14) angebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Begrenzungselement (2, 2') innerhalb des Hohlraums (14) angeordnet wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Halbfabrikat (1a) nach dem Zusammenfügen der Blechelemente (11-11'') zusammengefaltet, zusammengerollt, und/oder geknickt wird.

5. Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Blechstrukturen (1), bei dem zuerst ein Halbfabrikat (1a) gemäss einem Verfahren nach Anspruch 1 bis 4 hergestellt wird, und anschliessend im Hohlraum (14) des Halbfabrikats (1a) gegenüber der äusseren Umgebung ein Überdruck erzeugt wird, so dass sich

die Blechelemente (11-11'') des Halbfabrikats (1a) zu einer vorbestimmten dreidimensionalen Blechstruktur (1) umformen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überdruck im Hohlraum (14) durch Einleiten eines Druckmediums, insbesondere Druckluft, Wasser oder pneumatische Flüssigkeit, in den Hohlraum (14) oder mittels einer innerhalb des Hohlraums (14) ablaufenden gaserzeugenden chemischen Reaktion erzeugt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine gaserzeugende chemische Reaktion gleichzeitig zur Aufschäumung eines in den Hohlraum (14) eingebrachten Materials dient, insbesondere Polyurethan, Beton, oder Aluminium.

8. Halbfabrikat (1a) zur Herstellung von dreidimensionalen Blechstrukturen (1), mit zwei oder mehr Blechelementen (11-11'') mit einer vorbestimmten Kontur (16), die entlang ihrer Konturen (16) zusammengefügt (12) sind, beispielsweise durch Schweißen oder Kleben, so dass sich ein im wesentlichen geschlossener Hohlraum (14) bildet; und mindestens einem Begrenzungselement (2, 2'), das mit mindestens einem der Blechelemente (11-11'') form- und/oder kraftschlüssig verbunden ist, und welches geeignet ist, bei einem Aufblasen des Halbfabrikats (1a) zu einer dreidimensionalen Blechstruktur (1) die Umformung eines oder mehrerer der Blechelemente (11-11'') zu begrenzen.

9. Halbfabrikat nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem oder mehreren der Blechelemente (11-11'') ein Anschluss (13) für die Zuleitung eines Druckmediums (3) in den Hohlraum (14) angebracht ist.

10. Halbfabrikat nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Begrenzungselement (2, 2') innerhalb des Hohlraums (14) angeordnet ist

11. Halbfabrikat nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Begrenzungselement (2, 2') zwischen zwei Blechelementen (11-11'') angeordnet und an diesen form- und/oder kraftschlüssig befestigt ist.

12. Halbfabrikat nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Begrenzungselement (2, 2') ein auf einem Blechelement (11-11'') angeordneter Steg oder eine auf einem Blechelement (11-11'') angebrachte Sicke ist.

13. Halbfabrikat nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Halbfabrikat

(1a) zusammengefaltet, zusammengerollt oder geknickt ist.

14. Blechstruktur (1), umfassend ein Halbfabrikat (1a) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, welches durch Aufblasen des Hohlraums (14) des Halbfabrikats (1a) umgeformt ist. 5

15. Blechstruktur nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (14) mit einem geschäumten Material ausgefüllt ist, insbesondere Polyurethanschaum, Schaumbeton, oder Aluminiumschaum. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

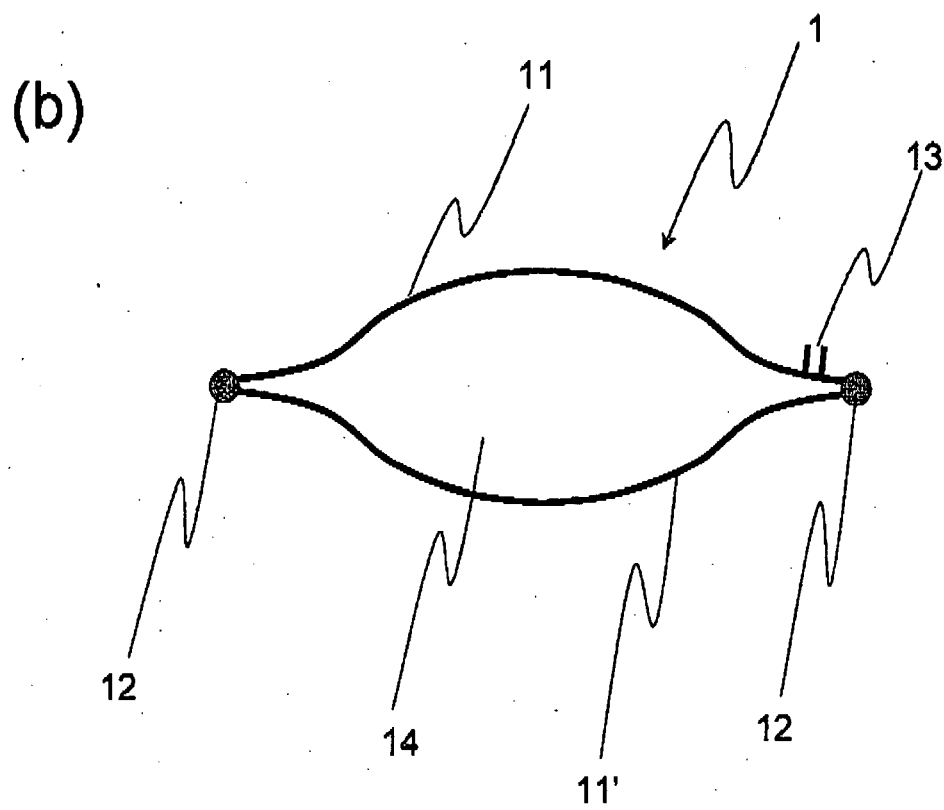
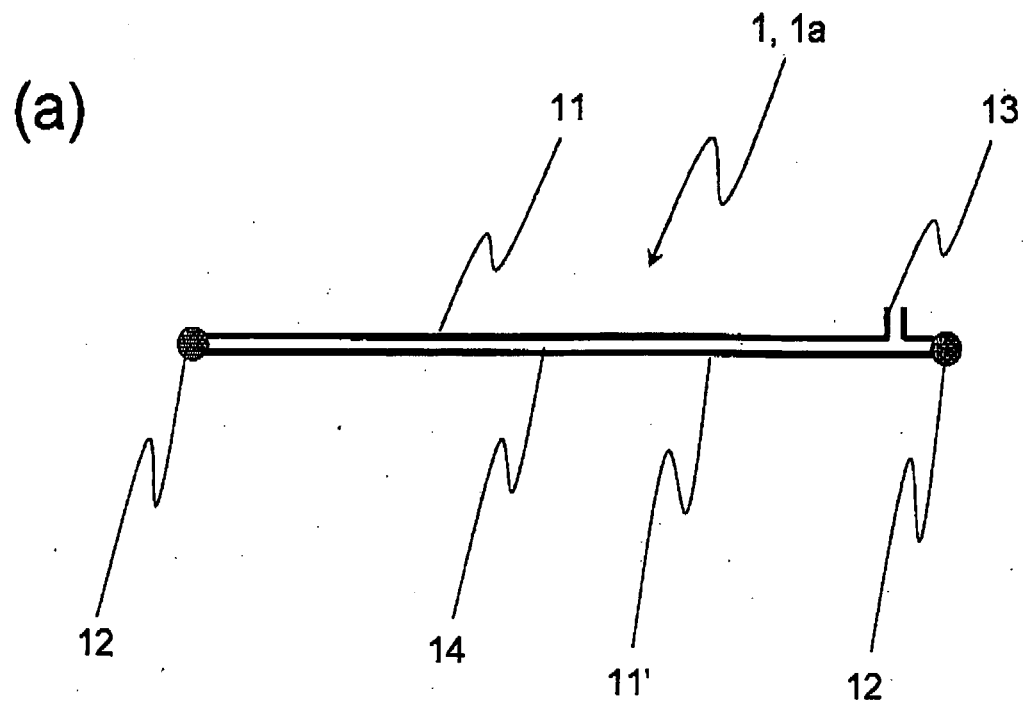


Fig. 2

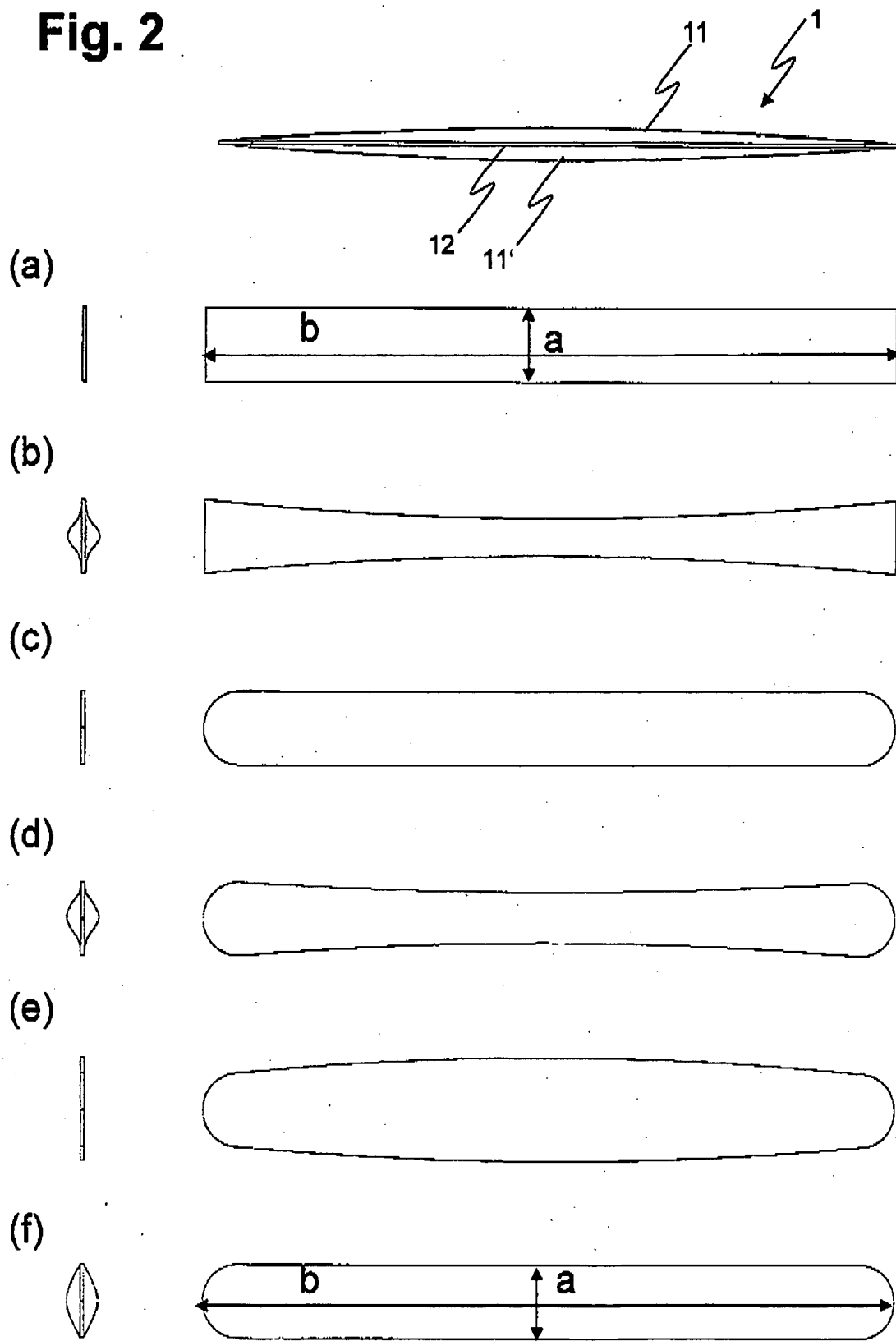


Fig. 3

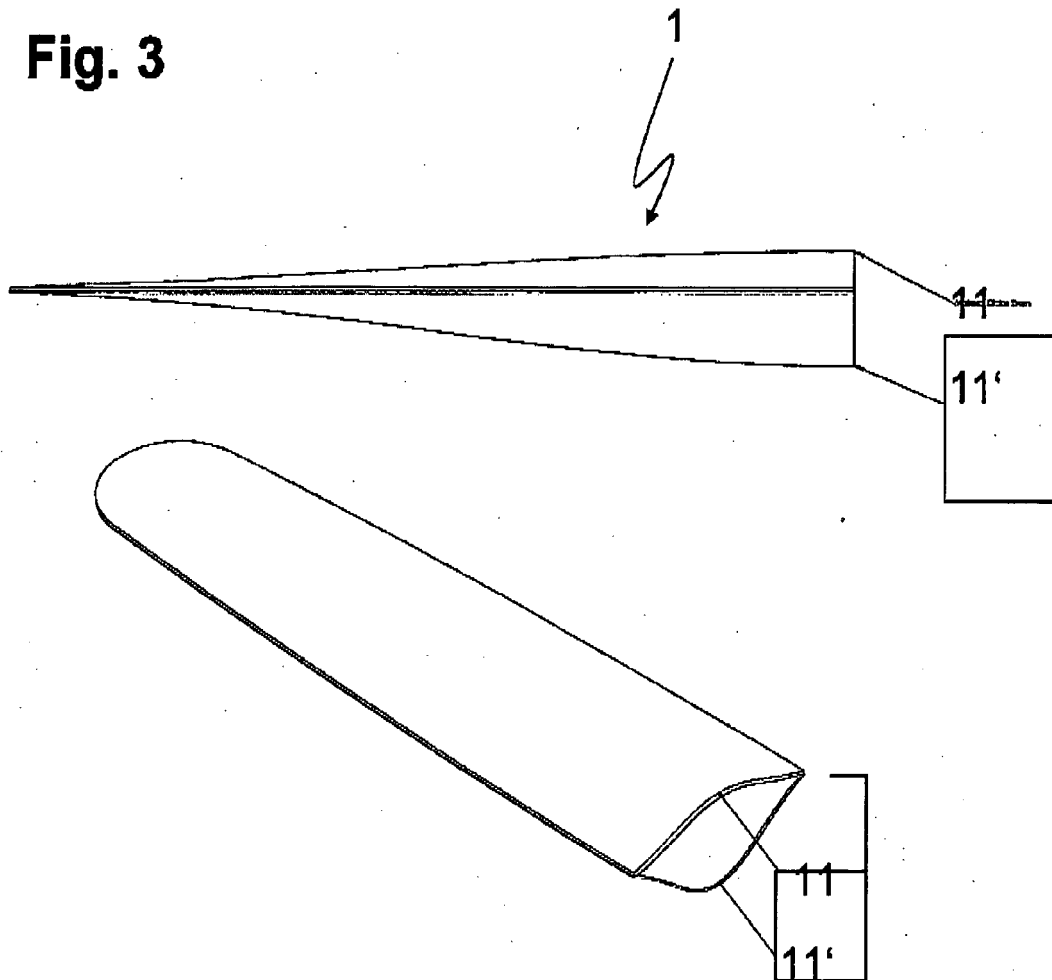


Fig. 6

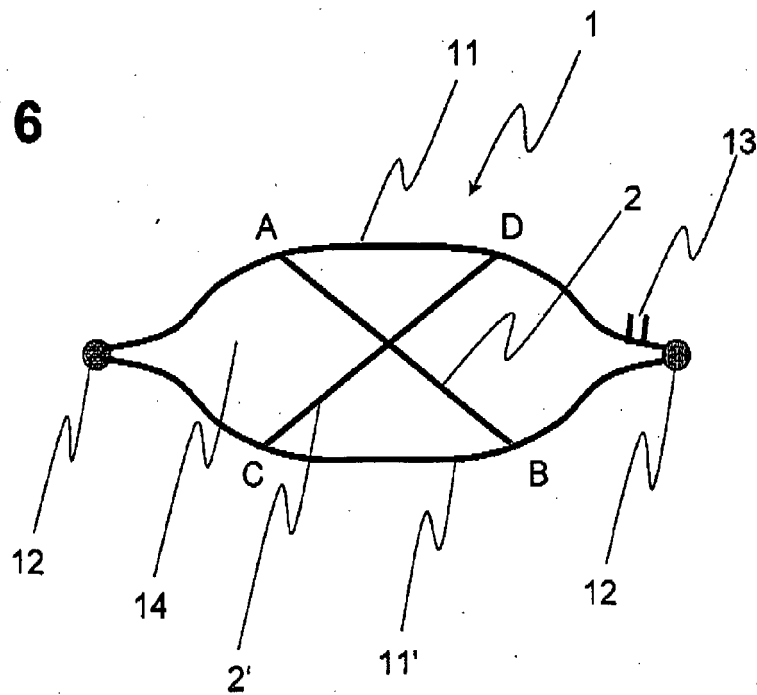


Fig. 4

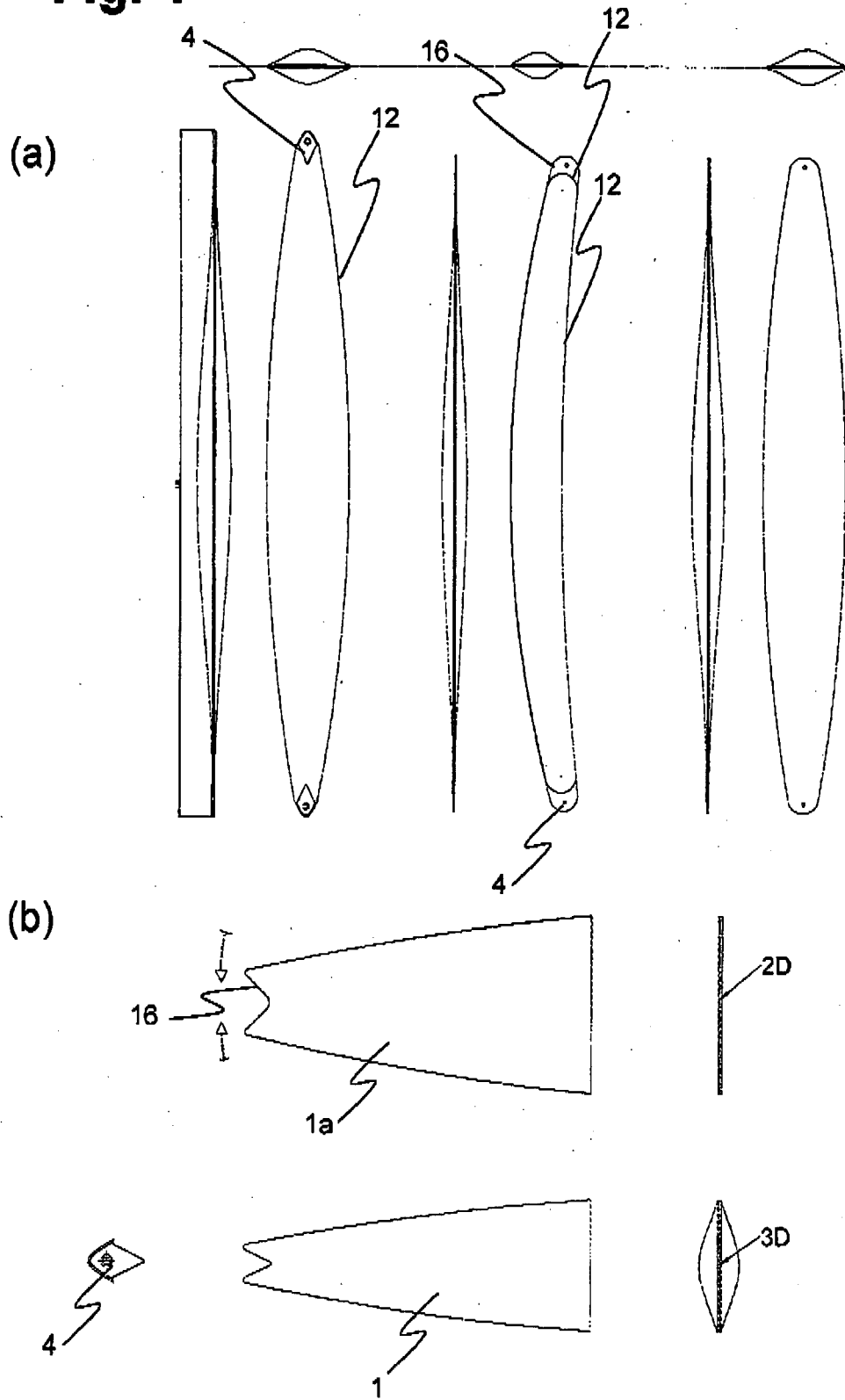
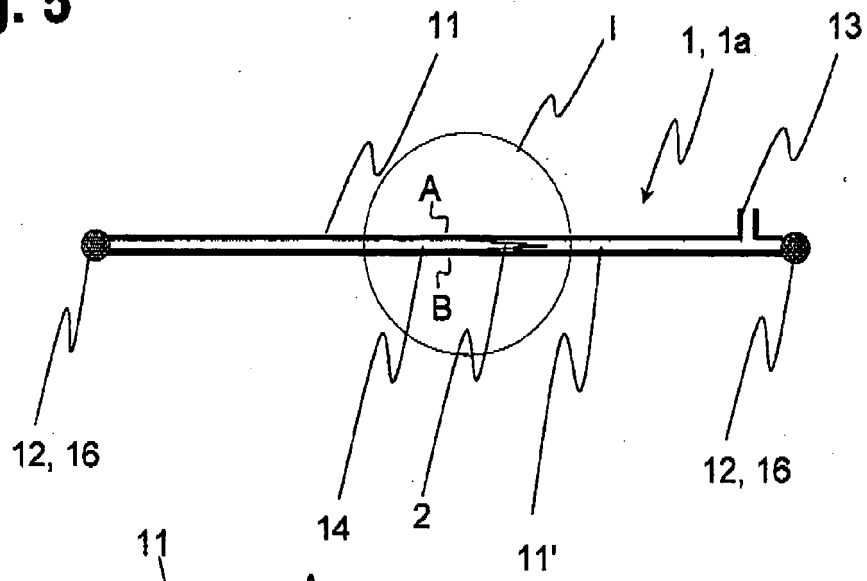
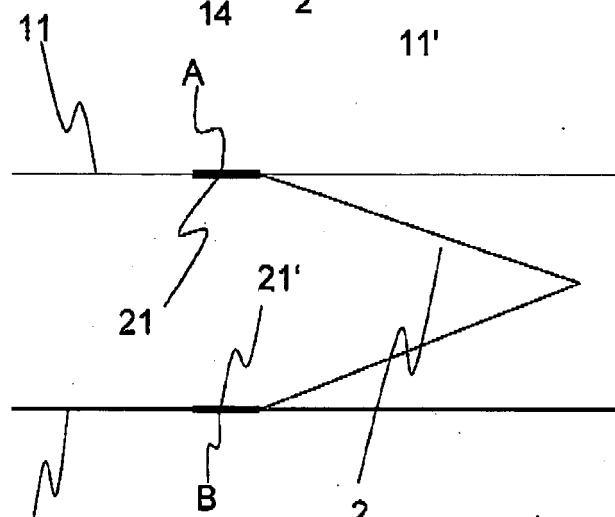


Fig. 5

(a)



(b)



(c)

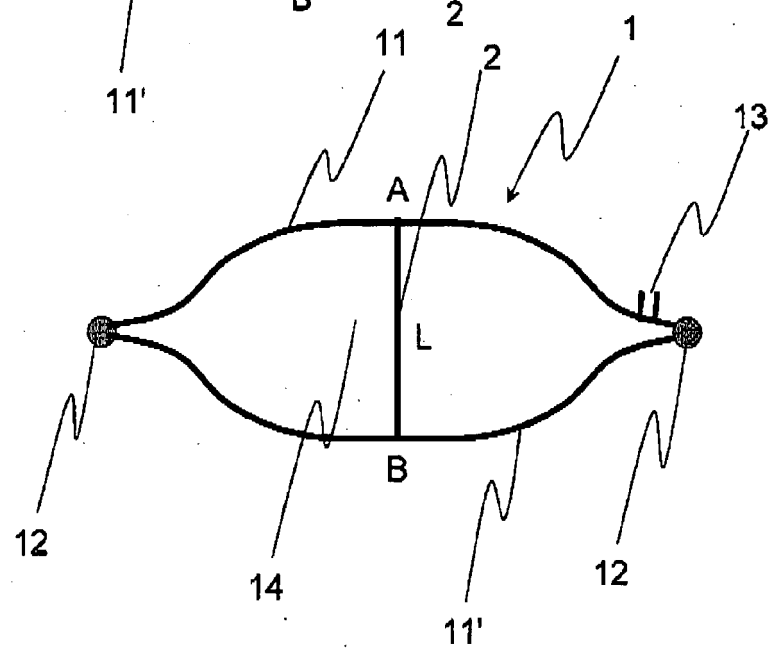
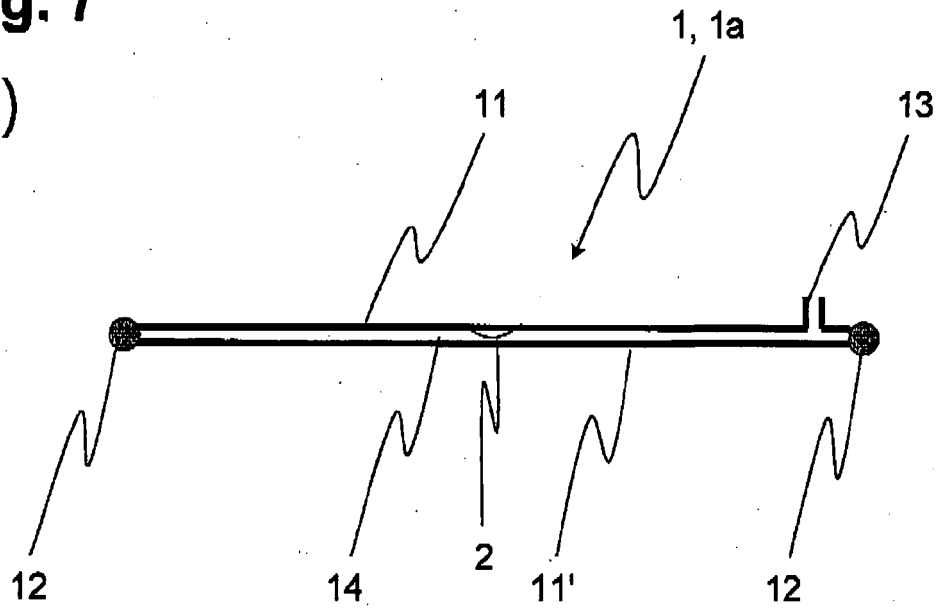
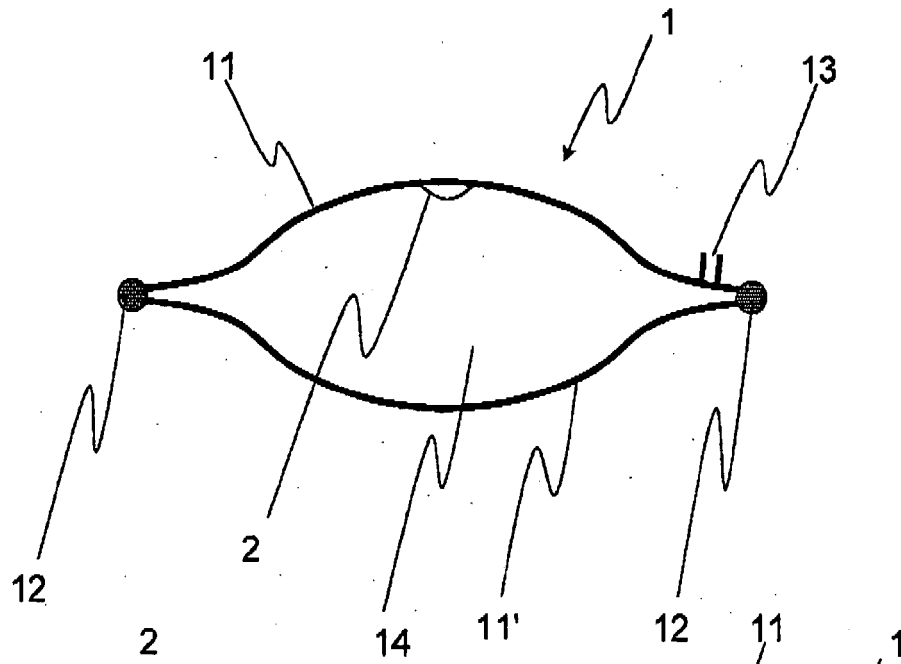


Fig. 7

(a)



(b)



(c)

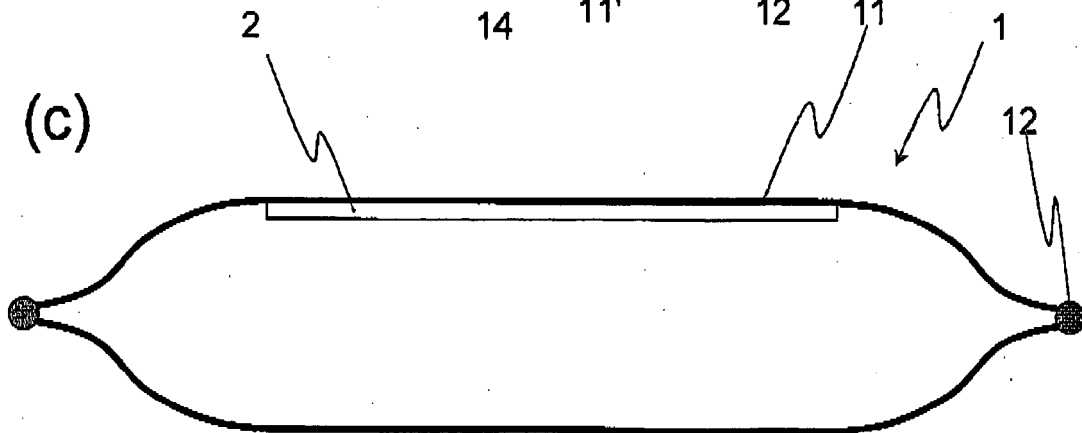
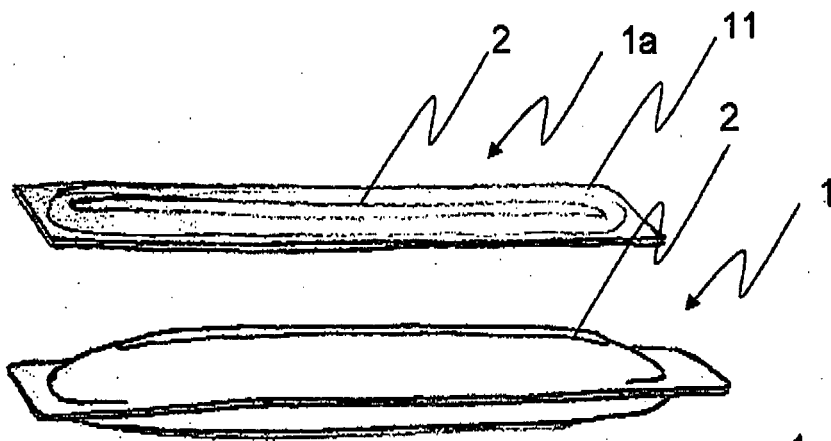


Fig. 8

(a)



(b)

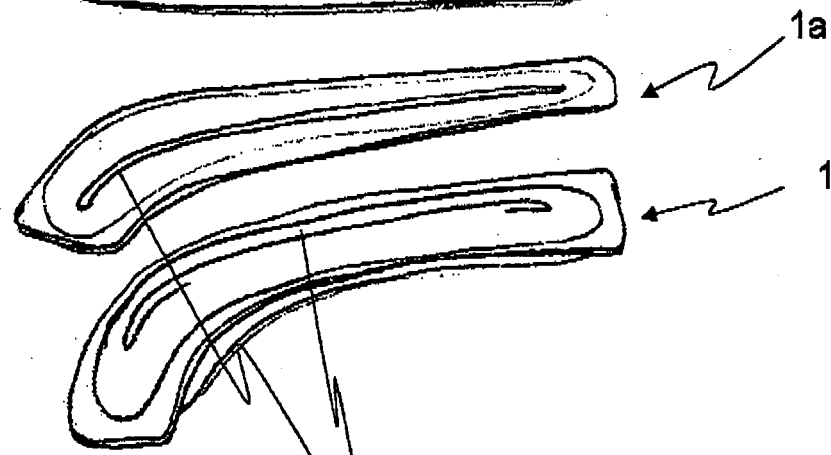
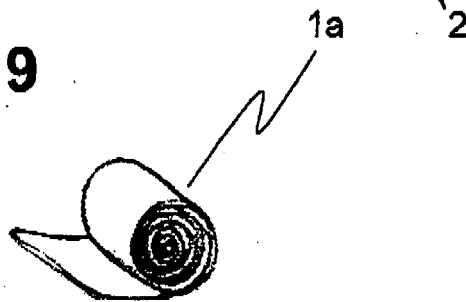


Fig. 9

(a)



(b)

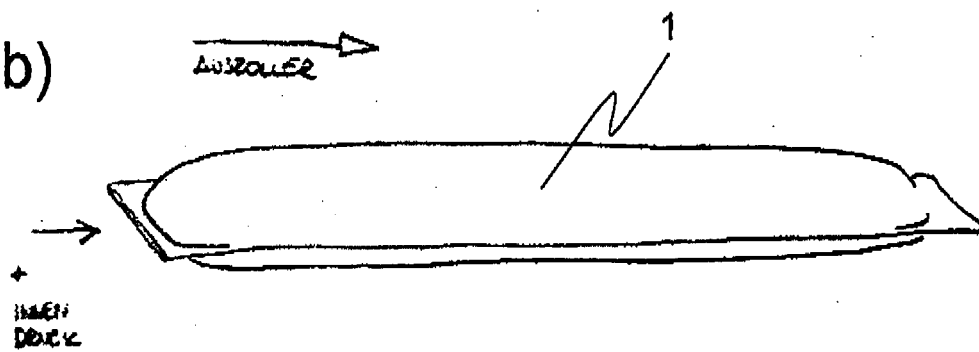


Fig. 10

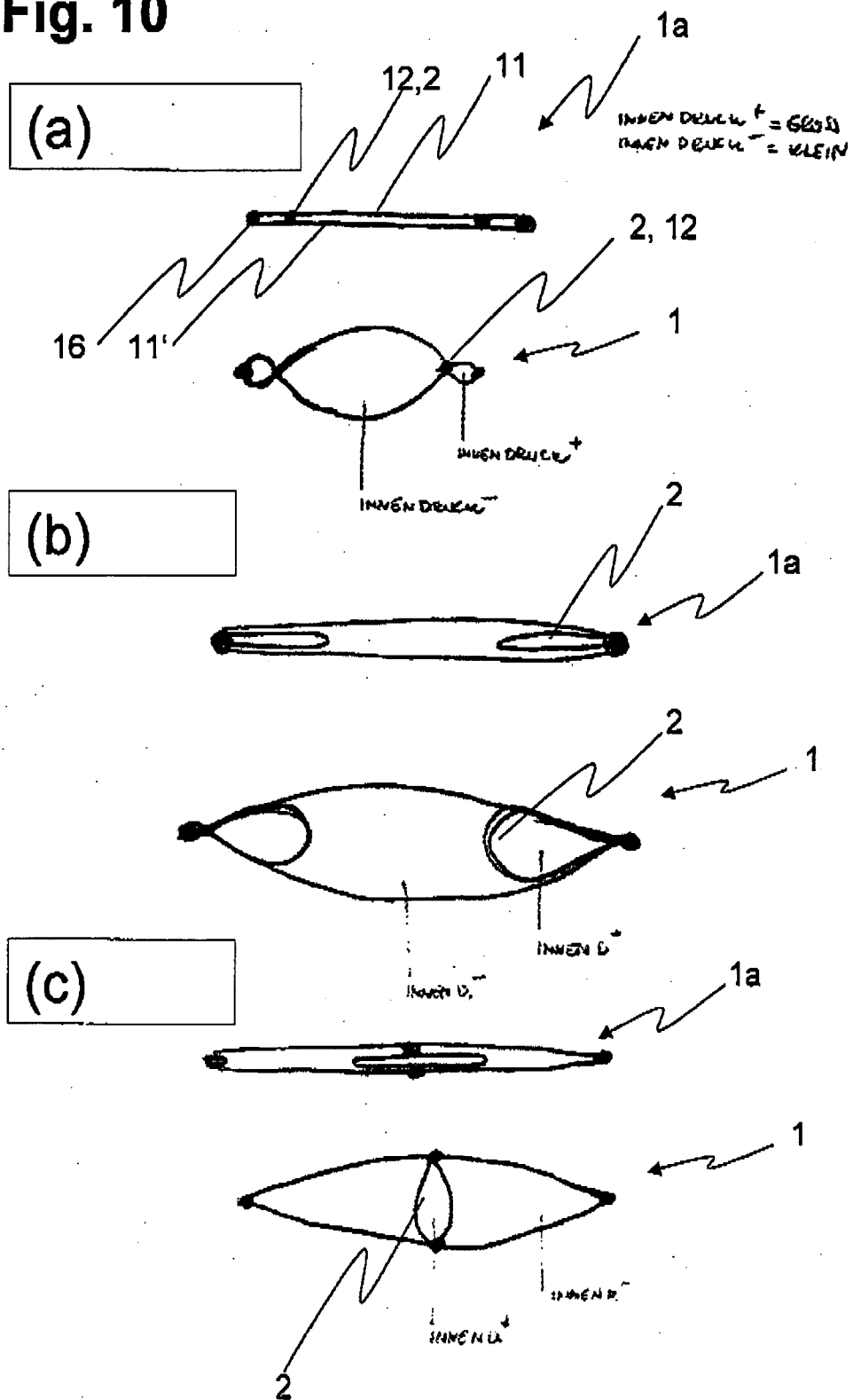
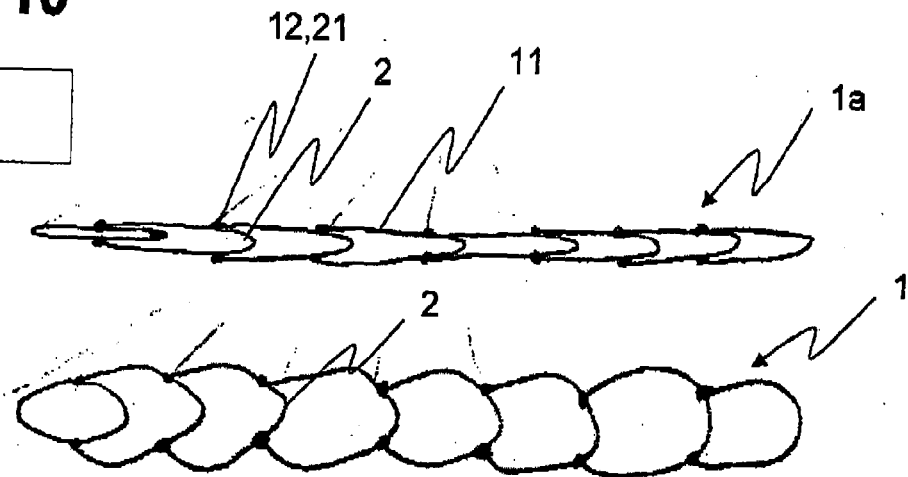
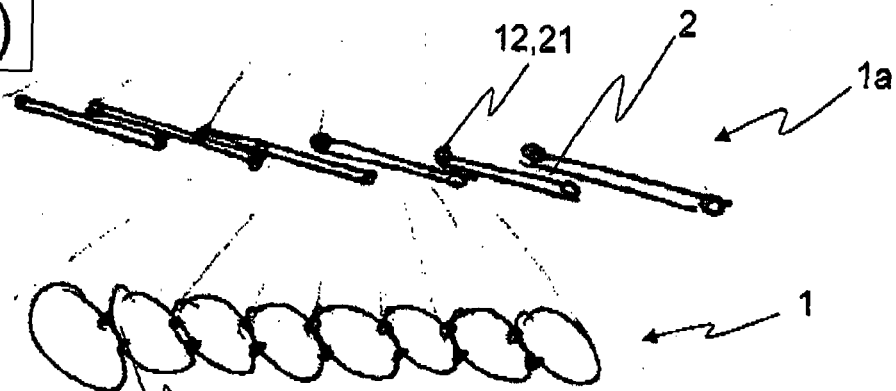


Fig. 10

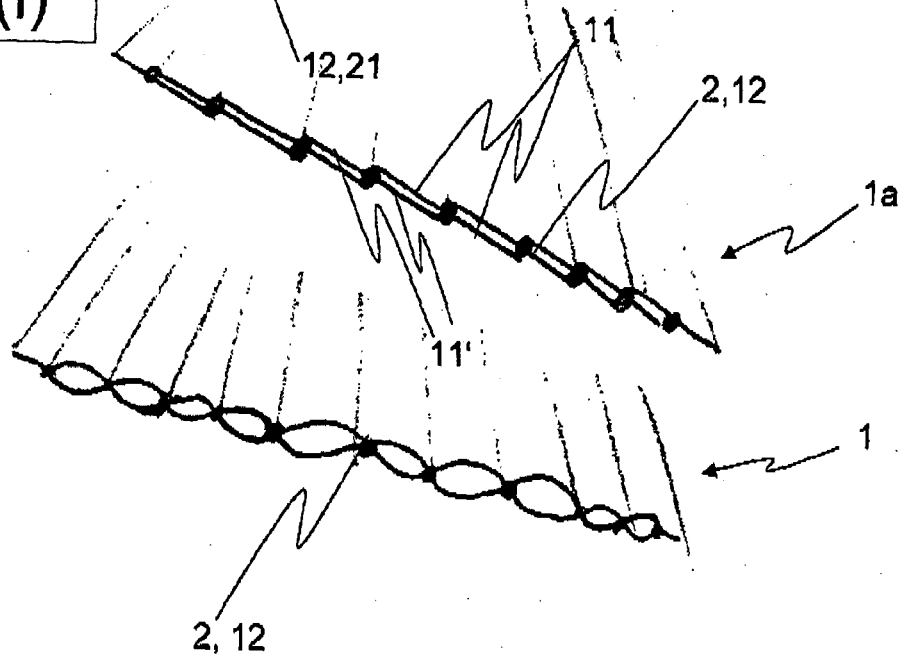
(d)



(e)



(f)





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 00 7621

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 962 268 A (SOLISTOR B V [NL]) 8. Dezember 1999 (1999-12-08) * Absätze [0019] - [0022]; Abbildungen 2c, 2d, 4c, 4d *	1-15	INV. B21D26/02
X	RU 2 200 640 C2 (KOJ FIZ IM AKAD E I ZABABAKHIN; SKIJ NII TEKHN; RF JADERNYJ TS VSEROSS) 20. März 2003 (2003-03-20) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	
X	US 3 924 793 A (SUMMERS LEO EWART ARTHUR ET AL) 9. Dezember 1975 (1975-12-09) * das ganze Dokument *	1-15	
X	FR 2 739 832 A (AEROSPATIALE [FR]) 18. April 1997 (1997-04-18) * Abbildungen 4, 5, 7 *	1-3, 5-15	
X	JP 2004 160485 A (NISSAN MOTOR) 10. Juni 2004 (2004-06-10) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	
A	DE 10 2004 032238 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 19. Januar 2006 (2006-01-19) * das ganze Dokument *	6, 7, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	AT 346 667 B (VOEST AG [AT]) 27. November 1978 (1978-11-27) * Seite 2, Zeilen 39-45; Abbildungen *	6, 7, 15	B21D
A	DE 197 53 658 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 17. Juni 1999 (1999-06-17) * das ganze Dokument *	6, 7, 15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. September 2008	Prüfer Knecht, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 00 7621

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-09-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0962268	A	08-12-1999	KEINE		
RU 2200640	C2	20-03-2003	KEINE		
US 3924793	A	09-12-1975	GB	1429054 A	24-03-1976
FR 2739832	A	18-04-1997	AU	7304396 A	30-04-1997
			CA	2208435 A1	17-04-1997
			DE	69618760 D1	14-03-2002
			DE	69618760 T2	22-08-2002
			EP	0800474 A1	15-10-1997
			ES	2171729 T3	16-09-2002
			WO	9713683 A1	17-04-1997
			JP	10511623 T	10-11-1998
			JP	3874423 B2	31-01-2007
			US	5975465 A	02-11-1999
JP 2004160485	A	10-06-2004	JP	4042538 B2	06-02-2008
DE 102004032238	A1	19-01-2006	KEINE		
AT 346667	B	27-11-1978	KEINE		
DE 19753658	A1	17-06-1999	KEINE		

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 0010748 A1 [0004]
- WO 2006018846 A1 [0004]