



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 050 210 A1** 2010.04.08

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 050 210.3**

(22) Anmeldetag: **02.10.2008**

(43) Offenlegungstag: **08.04.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B29C 51/14** (2006.01)

**B29C 51/42** (2006.01)

**B29C 53/04** (2006.01)

**B29D 22/00** (2006.01)

**B32B 3/12** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**EDAG GmbH & Co. KGaA, 36039 Fulda, DE**

(72) Erfinder:  
**Welsch, Jörn, 99834 Gerstungen, DE**

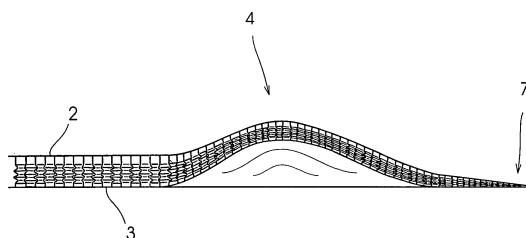
(74) Vertreter:  
**Weidner Stern, Patentanwälte, 99084 Erfurt**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verformen von thermoplastischen Wabenkörpern und nach diesem Verfahren hergestelltes Bauteil**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindungen betreffen ein Verfahren zum Verformen von thermoplastischen Wabenkörpern nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein nach diesem Verfahren hergestelltes Bauteil, welches vorzugsweise als Kernhalbzeug für PU-Formteile vorgesehen ist. Dazu wird die ebene Wabenplatte in einer Heizeinrichtung auf die Erweichungstemperatur des thermoplastischen Materials der Waben erwärmt und anschließend in eine gekühlte Pressform eingelegt, wobei eine solche definierte Abkühlung der Wabenplatte erfolgt, dass bei der während des Pressvorgangs erfolgenden Dickenreduzierung in den Wabenwänden senkrecht zur Wabenlängsachse eine Faltenbildung einsetzt, bei welcher sich die einzelnen Faltungen radial abwechselnd und nahezu ohne Krümmung sowie jeweils axial versetzt bis in die zwischen jeweils drei Waben befindlichen Wabenzwischenräume erstrecken und ausgehend von dem an den Deckschichten kreisrunden Wabenquerschnitt ein Wabenquerschnitt mit im Wesentlichen hexagonalem Querschnitt ausgebildet wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindungen betreffen ein Verfahren zum Verformen von thermoplastischen Wabenkörpern nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein nach diesem Verfahren hergestelltes Bauteil gemäß Patentanspruch 5. Das Verfahren ist insbesondere bei der Herstellung von Kernhalbzeugen für PU-Formteile anwendbar.

## Stand der Technik

**[0002]** Bei der Herstellung von PU-Formteilen werden die Reaktionskomponenten, das so genannte PU-System, unmittelbar vor dem Einbringen in ein geschlossenes oder offenes Formwerkzeug dosiert und intensiv vermischt. Im Formwerkzeug erfolgt dann das Aushärten zum fertigen Bauteil.

**[0003]** Zum Herstellen von Formkörpern mit hoher Festigkeit, Biegesteifigkeit und Wärmeformbeständigkeit ist es üblich, eine Verstärkung durch das Beimischen von Kurzglasfasern, Glasflocken oder anderen geeigneten Materialien, wie zum Beispiel Kohlefasern, herbeizuführen. Eine weitere Möglichkeit zum Verstärken von PU-Formteilen ist das direkt vor dem Eintragen des PU-Systems erfolgende Zudosieren von Langfasermaterialien.

**[0004]** Speziell bei PU-Formteilen, bei denen ein geringes Gewicht und eine hohe Biegesteifigkeit von Bedeutung sind, wird ein Sandwichtaufbau realisiert, indem ein leichtes und stabiles Kernhalbzeug im PU-System eingebettet wird. Dabei werden vorteilhaft Kernhalbzeuge mit einer Wabenstruktur verwendet. Die als Ausgangsmaterial verwendeten Wabenkörper liegen dazu üblicherweise in ebener Plattenform vor. Als Wabenkörpermaterial kommen Papierwerkstoffe, Aluminium oder Kunststoffe zum Einsatz. Unter anderem zum Gewährleisten der geforderten Biegesteifigkeit sind die Wabenöffnungen dabei wenigstens durch eine Deckschicht in Form eines Vlieses oder einer porigen Folie verschlossen. Die Deckschichten bestehen vorteilhaft aus einem Kunststoff. Sie verhindern ein Eindringen des PU-Systems in den Wabenhohlraum, ermöglichen aber eine formschlüssige Verbindung mit dem PU-System.

**[0005]** Insbesondere um gattungsgemäße PU-Formteile mit einer räumlichen, sphärischen Formgebung zu erzeugen, müssen die Kernhalbzeuge vor dem Einbetten in das PU-System in der entsprechenden stabilen räumlichen Form vorliegen. Prinzipbedingt ist das räumliche Verformen von Wabenkörpern jedoch problematisch. Bei einem komplexeren, sphärischen Verformen von Wabenkörpern in Umformwerkzeugen kommt es bei Wabenkörpern aus Papierwerkstoffen zu einem unkontrollierten Knautschen der Waben. Die Stabilität der Wabenstruktur geht dabei verloren und das Bauteil wird in-

stabil. Durch die Möglichkeit des Eindringens von Feuchtigkeit, wie das zum Beispiel im Bootsbau oder bei Dachbauteilen für den Fahrzeugbau der Fall sein kann, sind Wabenkörper aus Papierwerkstoffen nur bedingt einsetzbar. Auch Wabenkörper aus metallischen Werkstoffen haben neben einem höheren Gewicht den Nachteil, dass sie durch den unkontrollierbaren Knautschprozess ihre eigentliche Wabenstruktur und damit die ursprüngliche Stabilität verlieren.

**[0006]** Für die genannten Einsatzgebiete kommen vorzugsweise Wabenkörper aus Kunststoffen, in der Regel thermoplastische Kunststoffe, zum Einsatz. Die Wabenöffnungen sind dabei durch ebenfalls thermoplastische Deckschichten abgedeckt. Das Realisieren von einfachen Abwinklungen kann technologisch aufwändig und nur bedingt über das Erzeugen von Segmentierungen durch teilweises Schlitzen, Falten und anschließendes Fixieren durch Fügen erfolgen.

**[0007]** In der DE 41 30 623 A1 wird ein Verfahren zum Herstellen eines flächigen Gegenstandes mit Wabenstruktur beschrieben, bei welchem die Wabenplatte erst spanend profiliert und anschließend mit einer thermoplastischen Abdeckung versehen wird. Auch wird in dieser Veröffentlichung auf die Möglichkeit eines spanlosen Umformens hingewiesen, wenn eine einen warmhärtbaren Kunststoff aufweisende Wabenstruktur verwendet wird. Die dabei möglichen Verformungsgrade sind jedoch beschränkt, zumal bei komplexen Verformungen unterschiedliche Dickenverläufe realisiert werden müssen.

**[0008]** Gegenstand der EP 0 575 336 B1 ist unter anderem das Ausbilden einer profilierten Form aus einer Bautafel mit einem Kern, der mit Deckschichten aus thermoplastischen Harz verkleidet ist, wobei die Deckschichten mit einer Dekorschicht versehen werden sollen. Die Möglichkeit der Erzeugung komplexer sphärischer Verformungen ist nicht entnehmbar.

**[0009]** Aus der DE 42 33 139 A1 ist es weiterhin bekannt, eine kreisscheibenförmige Wabenplatte mit Hilfe einer geschlitzten Stützplatte sowie mit Unterstützung einer Vakuumfolie erzeugten Vakuums halbkugelförmig zu biegen. Für komplexe dreidimensionale Verformungen von Wabenplatten aus thermoplastischen Material ist diese Lösung nicht geeignet.

**[0010]** Bei der Herstellung von PU-Formteilen mit einem Leichtbaukern aus Wabenmaterial hat sich insbesondere auch unter dem Gesichtspunkt der Resistenz gegen Feuchtigkeit eine thermoplastische Wabenplatte als Ausgangsmaterial durchgesetzt, bei welcher die Wabenstruktur aus einzelnen, halb versetzt nebeneinander angeordneten Waben mit kreisförmigen Querschnitt besteht und die Ober- und Unterseite der Wabenplatte stoffschlüssig mit Deckschichten aus einem thermoplastischen Vlies versehen sind.

**[0011]** In der weiteren Erläuterung der Erfindungen wird sich auf eine solche gattungsgemäße Wabenplatte bezogen.

**[0012]** Das Herstellen von dreidimensional geformten thermoplastischen Bauteilen aus solchen ebenen Wabenplatten ist nach dem Stand der Technik nicht zufrieden stellend gelöst.

#### Aufgabenstellung

**[0013]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen von Kernhalbzeugen aus thermoplastischen Wabenplatten zu schaffen, mit welchem aus einer ebenen Wabenplatte durch thermoplastisches Umformen dreidimensionale Formgebungen, bis hin zu sphärischen Formen, möglich sind, wobei ein zufälliges, unkontrolliertes Aufschmelzen der Wabenstrukturen vermieden wird und die Stabilität der Wabenstruktur nach dem Wiederaushärten erhalten bleibt.

**[0014]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0015]** Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, dass zum Herstellen von Kernhalbzeugen handelsübliche thermoplastische Wabenplatten der oben beschriebenen Gattung Verwendung finden können. Das Realisieren von gezielten Dickenreduzierungen erlaubt eine dreidimensionale Formgebung bis hin zu sphärischen Formen. Durch das Erwärmen der Wabenplatten auf eine definierte Erweichungstemperatur und das definierte Abkühlen während des Einlegens in die Pressform sowie während des Pressvorgangs in einem gekühlten Werkzeug sind partiell oder ganzflächig unterschiedliche Dickenreduzierungen in der Wabenplatte realisierbar. Durch das gezielte Ausbilden eines polygonalen Wabenquerschnitts mit nicht mehr gekrümmten, wechselweise gefalteten Wabenwänden wird nach dem Widererstarren eine hohe Bauteilfestigkeit erreicht. So lässt die wechselweise Faltenbildung ein federnes Zusammendrücken der Waben nicht zu.

**[0016]** Die nun möglichen Dickenreduzierungen, bis hin zum Auflösen der Wabenstrukturen, ermöglichen es auch, Bauteile mit flanschartigen Randbereichen oder flachen, mittigen Bereichen ohne Wabenstruktur zu erzeugen, in welche zum Beispiel nachträglich durch Trennen Öffnungen eingebracht werden können.

**[0017]** Durch einseitiges Erwärmen oder Abkühlen der Wabenplatte ist es auch möglich, eine Dickenreduzierung auszubilden, welche nur von einer Oberfläche der Wabenplatte ausgeht. So können zum Beispiel partielle einseitige Vertiefungen erzeugt wer-

den. Ebenso sind durch das Erwärmen ausgewählter Bereiche der Wabenplatte partielle Verformungen erzeugbar.

#### Ausführungsbeispiele

**[0018]** Ausführungsbeispiele der Erfindungen werden im Folgenden an Hand der Figuren näher beschrieben:

**[0019]** Es zeigen:

**[0020]** [Fig. 1](#) eine unverformte Wabenplatte

**[0021]** [Fig. 2](#) eine räumlich verformte Wabenplatte

**[0022]** [Fig. 3](#) die Seitenansicht gemäß [Fig. 2](#)

**[0023]** [Fig. 4](#) die Seitenansicht einer zweidimensional verformten Wabenplatte

**[0024]** [Fig. 5](#) die Schnittverläufe in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#)

**[0025]** [Fig. 6](#) die Draufsicht auf eine einzelne verformte Wabe mit Andeutung der Ausgangsquerschnitte

**[0026]** [Fig. 7](#) eine Einzelheit E aus [Fig. 2](#) im Schnitt

**[0027]** [Fig. 8](#) einen Schnitt A-A aus [Fig. 5](#)

**[0028]** [Fig. 9](#) einen Schnitt B-B aus [Fig. 5](#)

**[0029]** Eine ebene Wabenplatte ([Fig. 1](#)) weist eine Wabenstruktur mit Waben **1** aus versetzt nebeneinander angeordneten kreisrunden Röhrchen aus thermoplastischem Material, zum Beispiel Polypropylen, auf. An den Berührungslinien können die einzelnen Waben **1** stoffschlüssig miteinander verbunden sein. An der Ober- und der Unterseite der Wabenstruktur sind Deckschichten **2**, **3** aus einem thermoplastischen Vlies angeordnet, welche stoffschlüssig mit den Wabenrändern verbunden sind. Zum besseren Verständnis ist in [Fig. 1](#) in der Deckschicht **2** der runde Querschnitt der Waben **1** angedeutet.

**[0030]** Eine solche Wabenplatte wird in einer Heizeinrichtung auf die Erweichungstemperatur des thermoplastischen Wabenmaterials erwärmt. Nach dem Erreichen der Erweichungstemperatur wird die ebene Wabenplatte in das Unterteil einer gekühlten und der dreidimensionalen, sphärischen Kontur Pressform eingelegt und durch Einwirkung des ebenfalls der Form des späteren Bauteils entsprechend geformten Pressform eingelegt und durch Einwirkung des ebenfalls der Form des späteren Bauteils angepassten und gekühlten Pressstempels verformt.

**[0031]** Dabei kommt es in Abhängigkeit vom jeweiligen Verformungsgrad zu Dickenreduzierungen in der

Wabenplatte. Bei der Darstellung gemäß [Fig. 2](#) erfolgte diese Dickenreduzierung unterschiedlich stark über das gesamte Formteil. Das in [Fig. 4](#) dargestellte Formteil weist dagegen einen unverformten Bereich ohne Dickenreduzierung, einen verformten Bereich **6** mit zunehmender Dickenreduzierung und einen Bereich **7** auf, in dem die Dickenreduzierung soweit ausgeprägt ist, dass durch Verschmelzen der Wabenwände die Wabenstruktur aufgehoben wurde.

**[0032]** Zum Realisieren der beschriebenen Dickenreduzierungen mit dem Aufrechterhalten einer Wabenstruktur erfolgt ab dem Erreichen der Erweichungstemperatur von den Deckschichten **2, 3** her ein definiertes Abkühlen der Wabenplatte, wobei in den Wabenwänden zur Wabenmitte hin ein Faltvorgang eingeleitet wird. Dieser Faltvorgang wird durch den Verlauf des Wiedererstarrens derart beeinflusst, dass im Wesentlichen senkrecht zur Wabenlängsachse verlaufende, nahezu ungekrümmte Faltungen **8, 9** gebildet werden, welche sich jeweils bis in die zwischen drei benachbarten Waben befindlichen Wabenzwischenräume **10** erstrecken und dort auslaufen ([Fig. 6](#)).

**[0033]** Auf Grund der Beeinflussung durch benachbarte Waben **1** erfolgen die Faltungen **8, 9** zwischen den Wabenzwischenräumen **10** jeweils axial versetzt und in radialer Richtung abwechselnd. Ausgehend von einem kreisrunden Wabenquerschnitt im Bereich der Deckschichten **2, 3** wird dazwischen ein Bereich mit im Wesentlichen hexagonalem Querschnitt erzeugt ([Fig. 7](#) bis [Fig. 9](#)). Die axial und radial versetzt ausgebildeten Faltungen **8, 9** der Wabenwände verhindern nach dem Erstarren sicher ein balgartiges Zusammendrücken der Wabenstruktur und gewährleisten somit die geforderte Festigkeit des Bauteils.

**[0034]** Ein nach diesem Verfahren hergestelltes Bauteil ist in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt. Dabei ist deutlich die zur Ausbildung der sphärischen Verformung **4** vorgenommene unterschiedliche Dickenreduzierung in der Wabenplatte erkennbar. Nach rechts ist die Dicke der Wabenplatte so weit reduziert, dass die Wabenstruktur aufgelöst wird, der Rand des Bauteils also flanschartig, die Wabenstruktur verschließend ausläuft. Eine nicht dargestellte Möglichkeit besteht darin, solche zusammengepressten Zonen im mittleren Bereich der Wabenplatte auszubilden. In diese Zonen können dann durch Trennen Öffnungen mit zur Wabenstruktur hin geschlossenen Rändern eingebracht werden.

**[0035]** [Fig. 4](#) zeigt ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Bauteil, bei welchem sich an einen unverformten Bereich **5** ein verformter Bereich **6** mit gefalteter Wabenstruktur anschließt, welcher in einen flanschartigen zusammengepressten Bereich **7** ohne Wabenstruktur ausläuft.

**[0036]** Die erfindungsgemäß hergestellten Bauteile werden als Kernhalbzeuge in PU-Formteilen eingesetzt. Auf diese Weise sind PU-Formteile mit räumlicher Formgebung und Sandwichaufbau technologisch vorteilhaft herstellbar.

#### Bezugszeichenliste

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| <b>1</b>  | Wabe, unverformt           |
| <b>2</b>  | Deckschicht                |
| <b>3</b>  | Deckschicht                |
| <b>4</b>  | sphärische Verformung      |
| <b>5</b>  | unverformter Bereich       |
| <b>6</b>  | verformter Bereich         |
| <b>7</b>  | Bereich ohne Wabenstruktur |
| <b>8</b>  | Faltung                    |
| <b>9</b>  | Faltung                    |
| <b>10</b> | Wabenzwischenraum          |

**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**

- DE 4130623 A1 [\[0007\]](#)
- EP 0575336 B1 [\[0008\]](#)
- DE 4233139 A1 [\[0009\]](#)

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Verformen von thermoplastischen Wabenkörpern, wobei die Wabenkörper im Ausgangszustand aus ebenen Wabenplatten mit einer Wabenstruktur aus thermoplastischem Material bestehen, die Waben aus einzelnen, versetzt angrenzend angeordneten Röhrchen mit kreisrundem Querschnitt bestehen, und die oberen und unteren Ränder der Waben stoffschlüssig mit einer Deckschicht, insbesondere aus einem thermoplastischen Vlies, versehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ebene Wabenplatte in einer Heizeinrichtung auf die Erweichungstemperatur des thermoplastischen Materials der Waben erwärmt und anschließend in eine gekühlte Pressform eingelegt wird, wobei eine solche definierte Abkühlung der Wabenplatte erfolgt, dass bei der während des Pressvorgangs erfolgenden Dickenreduzierung in den Wabenwänden senkrecht zur Wabenlängsachse eine Faltenbildung einsetzt, bei welcher sich die einzelnen Faltungen radial abwechselnd und nahezu ohne Krümmung sowie jeweils axial versetzt bis in die zwischen jeweils drei Waben befindlichen Wabenzwischenräume erstrecken und ausgehend von dem an den Deckschichten kreisrunden Wabenquerschnitt ein Wabenquerschnitt mit im Wesentlichen hexagonalem Querschnitt ausgebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmung der Wabenplatte in der Fläche und/oder in der Tiefe unterschiedlich erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Pressvorgang stellenweise unterschiedliche Dickenbereiche erzeugt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass beim Pressvorgang zusammengepresste Bereiche ohne Wabenstruktur erzeugt werden.

5. Durch Verformen einer thermoplastischen Wabenplatte hergestelltes Bauteil, dadurch gekennzeichnet, dass die Waben (1) im Bereich der stoffschlüssig mit ihnen verbundenen Deckschichten (2, 3) einen kreisrunden Querschnitt aufweisen, an den sich ein Bereich mit einem im Wesentlichen hexagonalen Querschnitt anschließt, wobei die Waben (1) in diesem Bereich senkrecht zur Wabenlängsachse verlaufende abwechselnde Faltungen (8, 9) aufweisen, welche sich jeweils nahezu ohne Krümmung und in der Höhe versetzt bis in die zwischen drei benachbarten Waben vorhandenen Wabenzwischenräume (10) erstrecken.

6. Durch Verformen einer thermoplastischen Wabenplatte hergestelltes Bauteil nach Anspruch 5, da-

durch gekennzeichnet, dass das Bauteil Bereiche (7) aufweist, in denen die Wabenplatte so weit zusammengepresst ist, dass keine Wabenstruktur mehr vorhanden ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

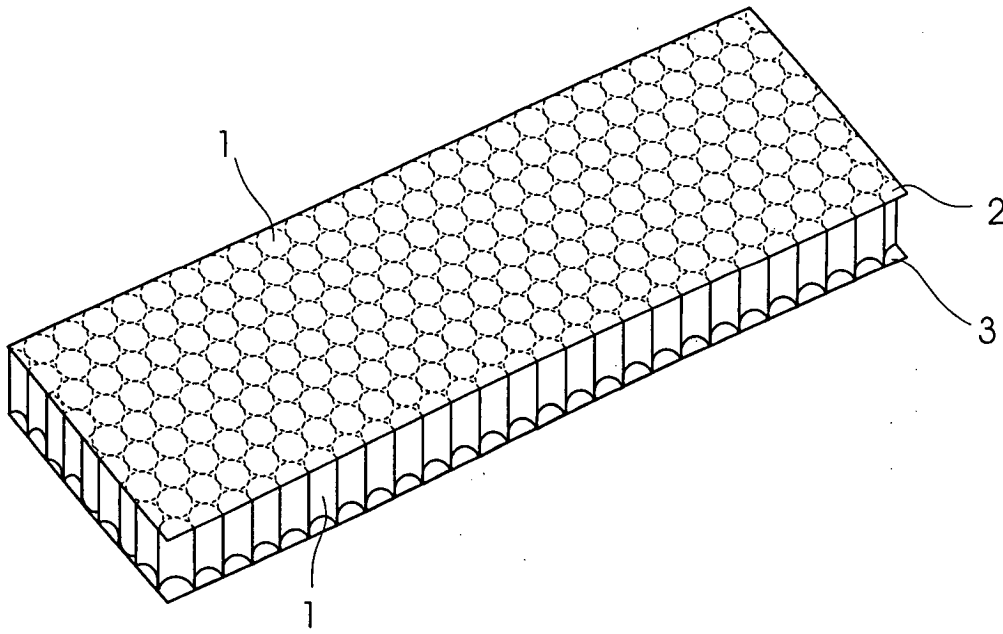


Fig. 1

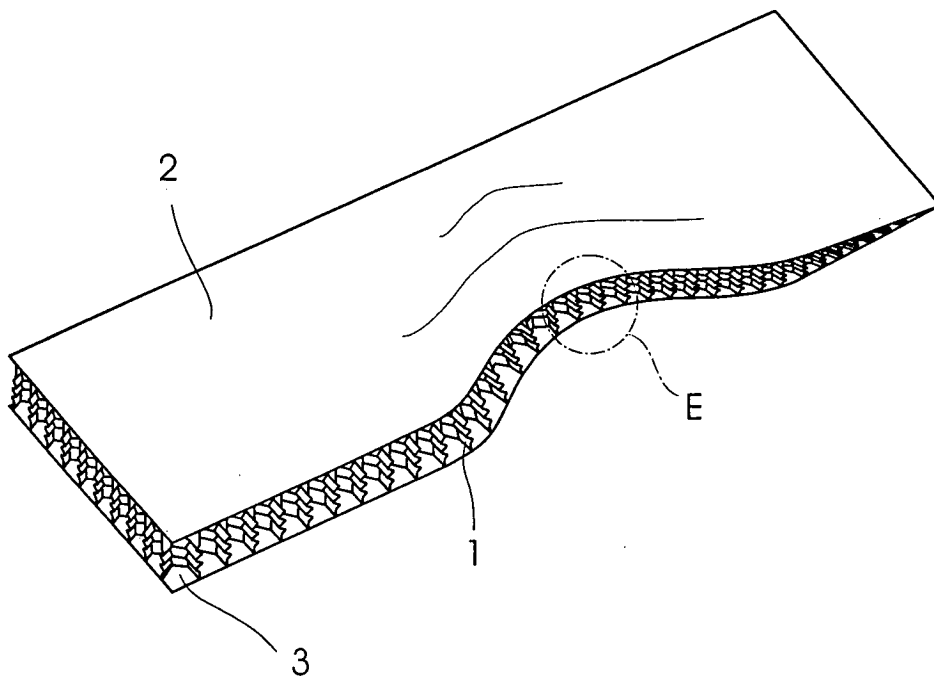


Fig. 2

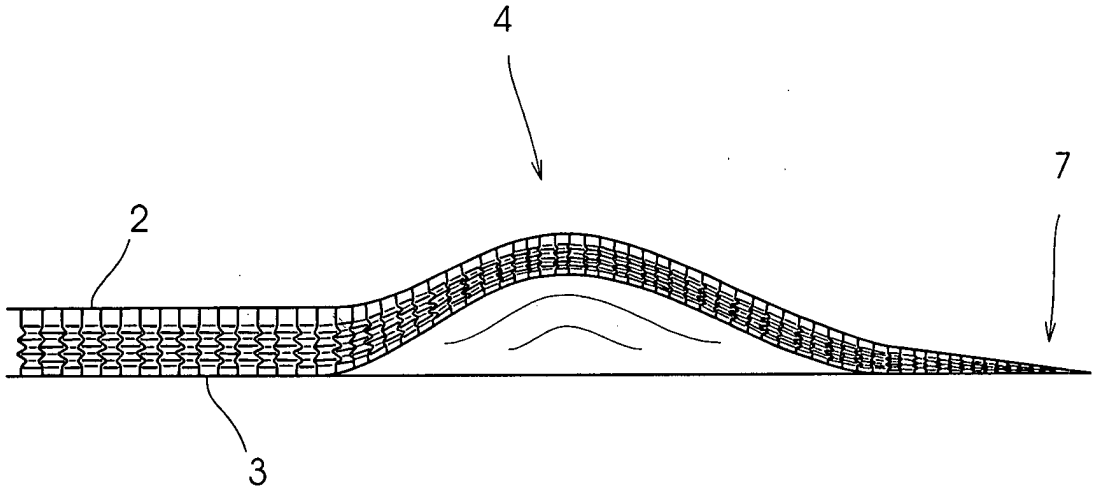


Fig. 3

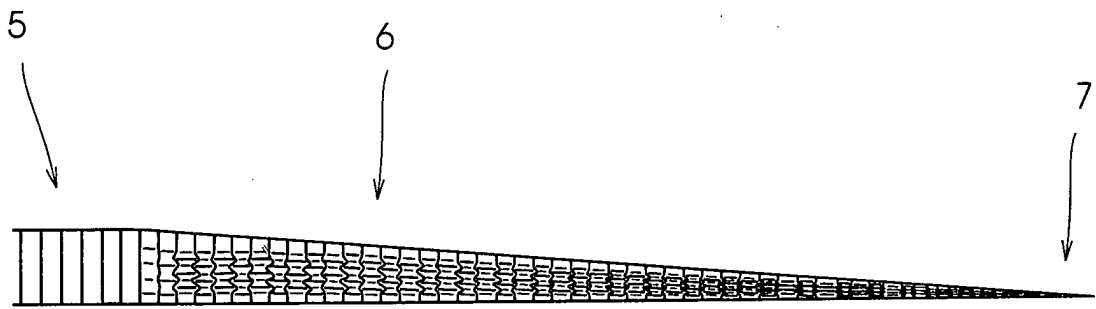


Fig. 4



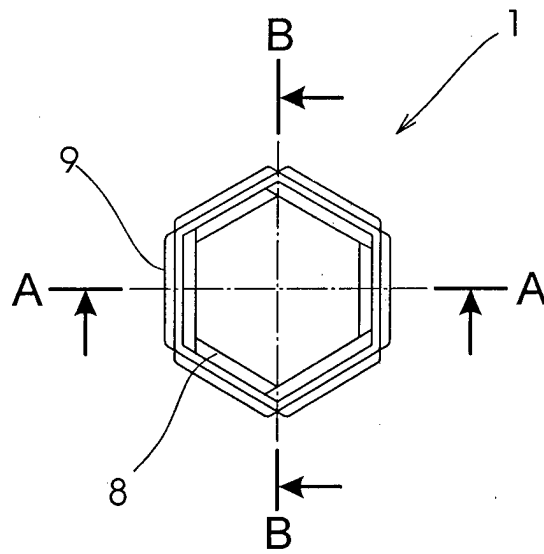


Fig. 5

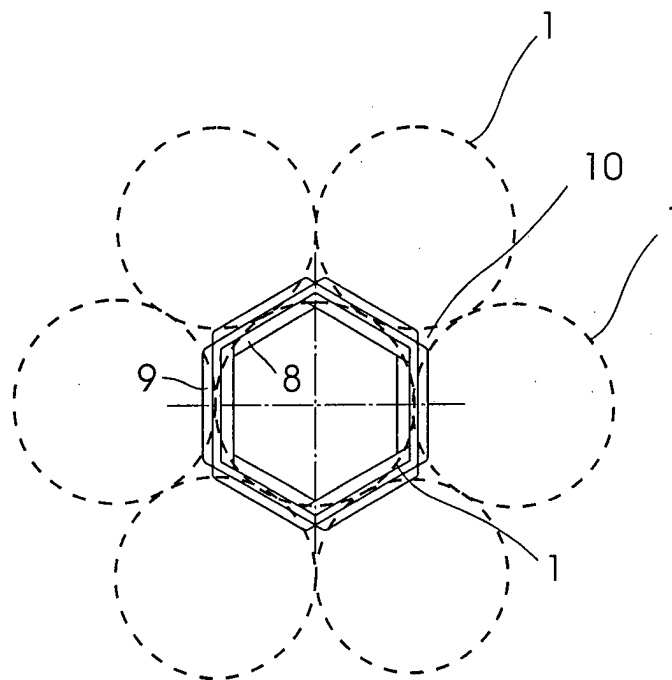


Fig. 6

