



(10) **DE 10 2010 033 287 A1** 2012.02.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 033 287.9**

(22) Anmeldetag: **04.08.2010**

(43) Offenlegungstag: **09.02.2012**

(51) Int Cl.: **B29C 70/46 (2006.01)**
B60R 13/02 (2006.01)

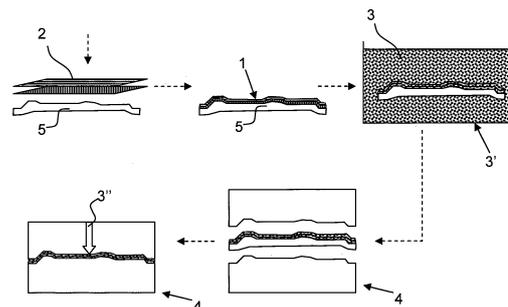
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Ilzhöfer, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 73230, Kirchheim,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines geformten Faserverbundbauteils für ein Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung eines geformten Faserverbundbauteils für ein Kraftfahrzeug bereit, das die Schritte umfasst: a) Herstellen eines Faservorformlings (1) durch Anordnen und Formen von Fasermaterial (2) entsprechend der Form des Faserverbundbauteils; b) Aufbringen von formbarem und vernetzbarem Matrixmaterial (3) auf den Faservorformling (1); c) Anordnen des mit dem Matrixmaterial (3) versehenen Faservorformlings (1) in einem Werkzeug (4); und d) aushärten Lassen des Matrixmaterials (3) unter Temperaturbeaufschlagung und Druckausübung in dem Werkzeug (4) und Entnehmen des geformten Faserverbundbauteils.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines geformten Faserverbundbauteils für ein Kraftfahrzeug.

[0002] Im Zuge der zunehmenden Leichtbauweise im Kraftfahrzeugbau kommen verstärkt Bauteile aus Faserverbundkunststoffen zum Einsatz, die eine hohe Steifigkeit mit geringem Gewicht verbinden. Die in der Luftfahrttechnik üblicherweise verwendeten Materialien und Fertigungsverfahren, in denen vorimprägnierte Faserhalbzeuge eingesetzt werden, kommen im Kraftfahrzeugbau auf Grund der kleineren Dimensionen der dortigen Werkstücke mit größeren Krümmungen und stärkerem Verformungsgrad nur eingeschränkt oder gar nicht in Frage. Hier wird ein mehrstufiger RTM-Prozess (Resin-Transfer Molding) eingesetzt, bei dem zunächst ein Faservorformling hergestellt wird, der anschließend in einem geschlossenen Werkzeug in einem Injektionsverfahren mit Harz imprägniert wird. Die Vernetzung des Harzes im Werkzeug findet unter Wärmezufuhr statt, hierbei muss jedoch darauf geachtet werden, dass zuvor das Fasermaterial vollständig imprägniert wurde. Dadurch kommt es zu hohen Zykluszeiten und damit verbunden zu einer relativ geringen Produktivität.

[0003] Um die Imprägnierung im Werkzeug zu vermeiden, wird in der DE 10 2007 054 087 A1 ein Verfahren offenbart, bei dem ein Faserverbundbauteil hergestellt wird, indem zunächst das Matrix-Material aus Harz und/oder Matrixfasern auf die Verstärkungsfasern oder Faserbündeln aufgebracht wird. Das so gebildete imprägnierte Fasermaterial wird dazu verwendet, eine Preform zu bilden, aus der durch Aushärten des auf die Fasern aufgetragenen Matrixmaterials das Faserverbundbauteil gebildet wird.

[0004] Aus der US 6,096,669 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs bzw. das Halbzeug selbst bekannt, das zur Verwendung in einem RTM-Prozess geeignet ist, wobei zunächst ein Harzfilmgitter bereitgestellt wird, auf dem unidirektionale Faserreihen abgelegt werden, so dass ein Harz-Faserverband gebildet wird, der dann erhitzt wird, um das Harz auf die Fasern zu schmelzen. Während das Harz noch in Schmelzform vorliegt, wird eine Faservlieslage aufgeklebt. Mit diesem Prozess kann auch ein mehrschichtiges Halbzeug bereitgestellt werden, indem Faservlies und Lagen aus unidirektionalen Faserreihen, die durch das härtbare Harzfoliengitter zusammen gehalten werden, bestehen, übereinander abgelegt werden.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es wünschenswert, ein Verfahren zur Herstellung eines geformten Faserverbundbauteils zu schaffen, das geringere Zykluszeiten im Werkzeug ermöglicht und somit eine Erhöhung der Produktivität bereitstellt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

[0007] Eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines geformten Faserverbundbauteils für Kraftfahrzeuge umfasst zunächst die Herstellung eines Faservorformlings, indem Fasermaterial entsprechend der Form des herzustellenen Faserverbundbauteils angeordnet und geformt wird. Das formbare und vernetzbare Matrixmaterial wird nun auf den Faservorformling aufgebracht, der danach in einem Werkzeug angeordnet wird. Im geschlossenen, Druck ausübenden Werkzeug wird das Matrixmaterial unter Wärmezufuhr durch Temperaturbeaufschlagung zunächst vernetzen und aushärten gelassen, woraufhin das geformte Faserverbundbauteil aus dem Werkzeug entnommen werden kann.

[0008] Durch die Bereitstellung des Matrixmaterials im Faservorformling außerhalb des Werkzeugs werden die Zykluszeiten des Werkzeugs selbst verringert, die Produktivität kann gesteigert werden, insbesondere, da schneller aushärtende Harzsysteme verwendet werden können. Zusätzlich werden Luft einschüsse im Faserverbundbauteil vermieden, da das Injizieren des Matrixmaterials im eingeschlossenen Werkzeug entfällt weil der Faservorformling bereits mit dem Matrixmaterial imprägniert ist.

[0009] Bei dem Fasermaterial kann es sich um ein flächiges Faserhalbzeug handeln, das Bänder, Matten, Vliese, Gewebe, Gelege oder Gestricke jeweils entsprechend aus Kurz-, Lang- oder Endlosfasern umfasst, wobei Anordnen des Fasermaterials in diesem Fall bedeutet, dass wenigstens eine Lage des flächigen Faserhalbzeugs kraftflussgerecht und spannungsoptimiert abgelegt wird. Werden als Fasermaterial Endlos- oder Langfasern, Faserbündel oder Faserstränge verwendet, so kann das Ablegen auch das Vernähen oder Sticken der Fasern, Faserbündel oder Faserstränge miteinander umfassen, aber auch mit einer Trägerstruktur, auf der das Fasermaterial angeordnet wird. Die Trägerstruktur bildet dabei die Form des Faserverbundbauteils ab.

[0010] Als Fasermaterial kann zwischen Glasfasern, Karbon-, Aramid-, Keramik-, Metall- und Naturfasern oder einer Kombination davon gewählt werden. Denkbar ist auch die Verwendung von Hybridfasern oder Hybridgeweben, die neben einem Verstärkungsfaserteil eine Kunststoffkomponente etwa aus einem Thermoplast oder auch aus Matrixmaterial umfassen.

[0011] Verschiedene Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehen sich auf das Aufbringen des Matrixmaterials auf den Faservorformling.

[0012] In einer Ausführungsform wird ein pulverförmiges Matrixmaterial auf dem Faservorformling verteilt, der daraufhin durch ein elektrostatisches Wechselfeld transportiert wird, so dass das pulverförmige Matrixmaterial den Faservorformling vollständig durchdringt.

[0013] Alternativ dazu kann der Faservorformling in ein Matrixmaterialbad, sei es eine Schmelze oder eine Lösung, eingetaucht werden. Hierbei kann der Faservorformling dem Matrixmaterialbad auch in einer Vakuumkammer zugeführt werden, wobei eine besonders gute Durchdringung mit Matrixmaterial erreicht und darüber hinaus die Bildung von Luft einschüssen innerhalb des imprägnierten Faservorformlings vermieden wird. Alternativ zu diesen beiden Ausführungsformen oder ergänzend kann auch vorgesehen sein, eine oder mehrere Lagen aus faserförmigem Matrixmaterial auf dem Faservorformling anzuordnen.

[0014] Bei dem Matrixmaterial kann es sich um einen duroplastischen und/oder elastomeren Kunststoff wie etwa um Polyester oder Polyurethane, Epoxide, Phenole, Vinylester und Mischungen davon handeln.

[0015] Schließlich kann vorgesehen sein, dass nach dem Einlegen des imprägnierten Faservorformlings in das Werkzeug und noch vor dem Aushärten Lassen in das geschlossene Werkzeug zusätzliches Matrixmaterial eingespritzt wird.

[0016] Diese und weitere Vorteile werden durch die nachfolgende Beschreibung unter Bezug auf die begleitenden Figuren dargelegt.

[0017] Der Bezug auf die Figuren in der Beschreibung dient der Unterstützung der Beschreibung und dem erleichterten Verständnis des Gegenstands. Gegenstände oder Teile von Gegenständen, die im Wesentlichen gleich oder ähnlich sind, können mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die Figuren sind lediglich eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung.

[0018] Dabei zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) schematisch Verfahrensschritte einer erfindungsgemäßen Ausführungsform des Verfahrens,

[0020] [Fig. 2](#) schematisch einen Verfahrensschritt des Aufbringens des Matrixmaterials auf den Faservorformling.

[0021] Die Erfindung bezieht sich auf ein Herstellungsverfahren für ein geformtes Faserverbundbauteil für ein Kraftfahrzeug, das sich insbesondere für

Innenverkleidungsbauteile, wie etwa einer Heckdeckelinnenschale eignet.

[0022] Solche Bauteile werden bislang in einem mehrstufigen RTM-Prozess durch Imprägnieren eines vorgefertigten Faservorformlings durch einen Injektionsschritt mit Harz in einem geschlossenen Werkzeug hergestellt, wobei darauf geachtet werden muss, dass das Fasermaterial vollständig durchdrungen wird, bevor die durch Vernetzung des Harzes erforderliche Wärmezufuhr stattfindet. Das Abkühlen und Aufheizen des Werkzeugs bedingt hohe Zykluszeiten und damit eine geringe Produktivität.

[0023] Um den Herstellungsprozess für ein solches Bauteil zu beschleunigen offenbart die Erfindung ein Verfahren, das vorsieht, dass das Harz vorab, bevor der Faservorformling in das Aushärtwerkzeug eingebracht wird, auf den Faservorformling appliziert wird, und diesen durchdringt.

[0024] In [Fig. 1](#) ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, in der zunächst ein flächiges Faserhalbzeug **2** zweilagig auf einer Trägerstruktur **5** kraftflussgerecht und spannungsoptimiert abgelegt wird, die abgelegten Fasern werden dann, siehe den zweiten Schritt, vorgeformt, um den Vorformling **1** zu bilden.

[0025] Bei dem Faserhalbzeug kann es sich um Bänder, Matten, Vliese, Gelege, Gewebe und Gestricke handeln, die je nachdem aus Kurz-, Lang- oder Endlosfasern erzeugt wurden; dies ist figurativ nicht ersichtlich.

[0026] Das abgelegte Fasermaterial kann gegebenenfalls auch fixiert werden, etwa durch einen Näh- oder Klebevorgang. Zur Fixierung des Fasermaterials kann auch ein Binder verwendet werden, als Binder eignen sich Polyvinylalkohol, oder eine wässrige Dispersion eines Epoxidharzes, eines Vinylesterharzes, eines ungesättigten Polyesterharzes, eines Polycyanateterharzes, Benzocyclobutenharzes, Polyimids, Bismaleimids oder Mischungen davon.

[0027] Außer der Verwendung von flächigem Fasermaterial ist auch denkbar, Endlos- oder Langfasern, Faserbündel oder Stränge direkt der Form des Faserverbundbauteils entsprechend abzulegen, indem eine Formgebung durch Nähen oder Sticken erfolgt.

[0028] Vorliegend wurde das Bereitstellen des Faservorformlings **1** mit Hilfe einer Trägerstruktur **5** dargelegt, diese ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Gegebenenfalls werden entsprechende Faserlagenschichtungen im entsprechenden Zuschnitt als Faservorformling eingesetzt, der dann mit Matrixmaterial getränkt und nachfolgend im Formwerkzeug, gegebenenfalls nach Injektion weiteren Matrixmaterials, aushärten gelassen wird. Bei der Trägerstruktur kann

es sich auch um eine geformte Kunststofflage handeln, die etwa aus Matrixmaterial oder einem weiteren Kunststoffmaterial, wie einem Thermoplasten bestehen kann, das bei Wärmezufuhr schmilzt und die Fasern ebenfalls durchdringt.

[0029] Der Vorformling **1** wird mit dem Matrixmaterial **3** imprägniert, indem er, wie in [Fig. 1](#) dargestellt, in ein Tauchbad **3'** eingetaucht wird, in dem das Matrixmaterial **3** in flüssiger Form vorliegt, sei es als Schmelze oder in Lösung. Vor der Überführung in das Werkzeug **4** kann der imprägnierte Vorformling **1** getrocknet werden. So kann sich etwa um ein Matrixmaterial handeln, das vor dem Aushärten in einer ersten Stufe geliert. Alternativ kann der nass imprägnierte Vorformling **1** in das RTM-Formwerkzeug **4** überführt werden, in dem durch Druckausübung und unter Beaufschlagung mit einer für das gewählte Matrixmaterial erforderlichen Temperatur nach Injektion von weiterem Matrixmaterial **3''** die Vernetzung und Aushärtung des Matrixmaterials erfolgt, wodurch das geformte Faserverbundbauteil **10** geschaffen wird. Durch die Vorimprägnierung des Vorformlings, durch die die in dem RTM-Werkzeug injizierte Harzmenge minimiert werden kann, verringern sich die Zykluszeiten und erhöht sich die Produktivität, da aufgrund der schneller erreichten vollständigen Imprägnierung im Werkzeug insbesondere auch schneller aushärtendere Harzsysteme verwendet werden können.

[0030] Um eine besonders gute Durchdringung des Fasermaterials mit dem Matrixmaterial zu erhalten, kann vor dem Eindringen des Faservorformlings **1** in das Tauchbad **3'** vorgesehen sein, den Faservorformling durch eine Vakuumkammer zu führen, aus der er dem Matrixmaterialbad zugeführt wird.

[0031] Ein alternativer Verfahrensschritt zur Aufbringung des Matrixmaterials ist in [Fig. 2](#) dargestellt. Das Matrixmaterial **3** liegt hier in pulverförmiger Form vor und wird auf dem Faservorformling **1** verteilt. Das Transportieren des Faservorformlings **1**, auf dem das pulverförmige Matrixmaterial verteilt ist, durch ein elektrostatisches Wechselfeld **9**, das durch zwei Elektroden **7** erzeugt wird, die durch zwei dielektrische Schichten **8** geschützt werden, bewirkt die Durchdringung des Vorformlings mit dem pulverförmigen Matrixmaterial. Dieser Prozess ist als Fibroline-Prozess bekannt. Der Hochspannungsgenerator **6** erzeugt eine Spannung zwischen beispielsweise 10 bis 50 kW.

[0032] Das Aufbringen von Matrixmaterial auf den Faservorformling kann – figurativ nicht gezeigt – das Anordnen einer oder mehrerer Lagen aus faserförmigem Matrixmaterial auf dem Faservorformling alternativ oder zusätzlich, wie etwa im Falle einer Ausführungsform der Trägerstruktur, umfassen. Faserförmiges Matrixmaterial kann auch innerhalb des Fasermaterials in Form von Hybridgeweben oder Hy-

bridgarnen vorliegen. Ein polymerisch aushärtbarer Anteil des Faservorformlings oder des Hybridgewebes oder der Hybridgarne kann beispielsweise durch Wärmebeaufschlagung zwischen etwa 60 bis 120°C unter Druckausübung aufgeschmolzen werden, um das Fasermaterial zu durchdringen.

[0033] Das Matrixmaterial kann ein duroplastischer oder elastomerer Kunststoff sein, der aus der Gruppe, die Polyester, Polyurethane, Epoxide, Phenole, Vinylester, Polyamide, Polycyanatester, Benzocyclobuten und Mischungen davon umfasst, ausgewählt sein kann. So können auch Polymerblends wie Vinylester-Polyurethan-Blend verwendet werden. Handelt es sich um ein Feststoffharz, das in Lösung auf den Faservorformling aufgebracht wurde, so kann dieser nach dem Tauchbad zu einem gelartigen oder festen Überzug trocknen gelassen werden. Der Gewichtsanteil des Matrixmaterials, das durch die Vorimprägnierung in dem Vorformling enthalten ist, kann in einem Bereich von etwa 2 bis etwa 30 Prozent liegen.

[0034] Da der Vorformling somit bereits imprägniert wird, wenn er in das Formwerkzeug zur Aushärtung bzw. zum Aufschmelzen und zur Aushärtung des Matrixmaterials eingelegt wird, kann dort gegebenenfalls auf die Injektion von Matrixmaterial verzichtet werden. Allerdings wird vorzugsweise ein Einspritzen eines Restanteils des Matrixmaterials in das geschlossene RTM-Werkzeug erfolgen, bevor das gesamte Matrixmaterial aushärten gelassen wird. Diese Vorgehensweise erhöht die Produktivität durch Einsatz schnellerer Harzsysteme und verringert die Zykluszeiten des RTM-Prozesses. Zudem werden Luft einschließen im fertigen Faserverbundbauteil vermieden.

[0035] Als Verstärkungsfasern können Fasern aus Glas, Carbon, Aramid, Keramik und/oder Metallfasern eingesetzt werden, denkbar sind aber auch Naturfasern und Hybridfasern sowie Kombinationen davon. Gegebenenfalls kann das Fasermaterial auch einen Kunststofffaseranteil aufweisen, wie etwa Thermoplastfasern, die durch Wärmebeaufschlagung aufgeschmolzen werden und die Verstärkungsfasern durchdringen.

[0036] Ferner sind als Verstärkungsfasern hochmodulige Polyethylenfasern denkbar. Neben der Verwendung von flächigen Faserhalbzeugen als Fasermaterial ist auch denkbar, Endlosbeziehungsweise Langfasern, Faserbündeln oder Fasersträngen durch Ablegen, Nähen oder Sticken zur Bildung des Faservorformlings anzuordnen.

[0037] Ein so geschaffenes Faserverbundbauteil eignet sich insbesondere als leichtes Innenverkleidungsbauteil für ein Fahrzeug und weist gute Festigkeitswerte auf.

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 102007054087 A1 [0003]
- US 6096669 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines geformten Faserverbundbauteils für ein Kraftfahrzeug, umfassend die Schritte:

- a) Herstellen eines Faservorformlings (1) durch Anordnen und Formen von Fasermaterial (2) entsprechend der Form des Faserverbundbauteils;
- b) Aufbringen von formbarem und vernetzbarem Matrixmaterial (3) auf den Faservorformling (1);
- c) Anordnen des mit dem Matrixmaterial (3) versehenen Faservorformlings (1) in einem Werkzeug (4),
- d) aushärten Lassen des Matrixmaterials (3) unter Temperaturbeaufschlagung und Druckausübung in dem Werkzeug (4) und Entnehmen des geformten Faserverbundbauteils.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial in Form eines flächigen Faserhalbzeugs (2), umfassend Bänder, Matten, Vliese, Gelege, Gewebe, Gestricke aus Kurz-, Lang- oder Endlosfasern, vorliegt, und das Anordnen des Fasermaterials in Schritt a) ein kraftflussgerechtes und spannungsoptimiertes Ablegen zumindest einer Lage des flächigen Faserhalbzeugs ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial in Form von Endlos- oder Langfasern, Faserbündeln oder Fasersträngen vorliegt, und das Anordnen des Fasermaterials in Schritt a) ein kraftflussgerechtes und spannungsoptimiertes Ablegen, Nähen, Sticken umfasst.

4. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellen des Faservorformlings das Bereitstellen einer Trägerstruktur (5) vor dem Anordnen des Fasermaterials umfasst.

5. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial ein Fasermaterial ist, das aus der Gruppe umfassend Glas-, Carbon-, Aramid-, Keramik-, Metallfasern, Naturfasern und Kombinationen davon, sowie Hybridfasern gewählt ist.

6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
das Aufbringen von Matrixmaterial in Schritt b)
– Verteilen eines pulverförmigen Matrixmaterials (3) auf dem Faservorformling und Transportieren durch ein elektrostatisches Wechselfeld (9), oder
– Eintauchen des Faservorformlings (1) in ein Matrixmaterialbad (3'), wobei der Faservorformling dem Matrixmaterialbad (3') direkt oder durch eine Vakuumkammer zugeführt wird, und/oder
– Anordnen einer Lage aus faserförmigem Matrixmaterial auf dem Faservorformling umfasst.

7. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial ein duroplastischer und/oder elastomerer Kunststoff, insbesondere aus der Gruppe umfassend Polyester, Polyurethane, Epoxide, Phenole, Vinylester und Mischungen davon gewählt ist.

8. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Schritten c) und d) Einspritzen von zusätzlichem Matrixmaterial (3'') erfolgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

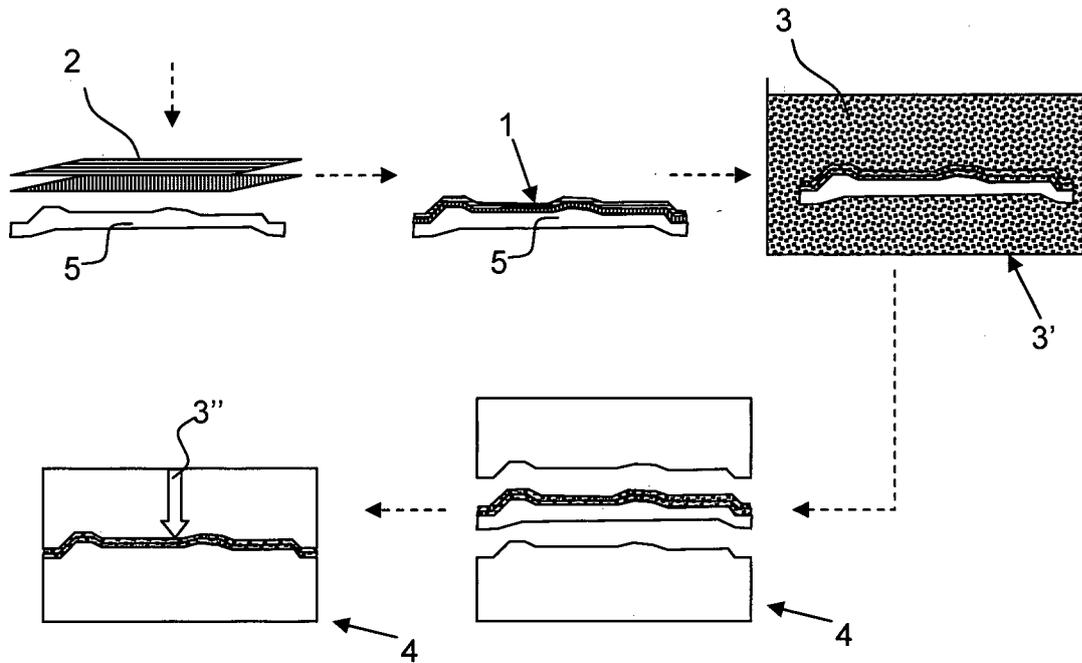


Fig. 2

