

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1199/2011
(22) Anmeldetag: 19.08.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2013

(51) Int. Cl. : **B29C 70/34** (2006.01)
B29C 70/44 (2006.01)

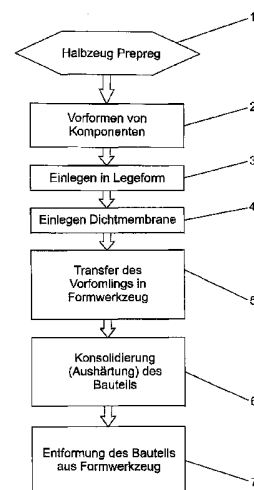
(56) Entgegenhaltungen:
DE 4415509 A1
US 2005112304 A1
US 2011086199 A1

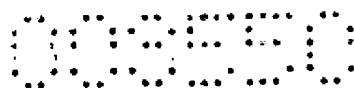
(73) Patentanmelder:
C6 GMBH
8010 GRAZ (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUTEILS AUS EINEM VORIMPRÄGNIERTEN VERBUNDMATERIAL, DERART HERGESTELLTES BAUTEIL UND LEGEFORM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen Komponenten (12a bis 12e, 16,17,18) aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial (Prepreg), welche in Form gebracht und mittels zumindest einer eingelegten flexiblen Dichtmembrane (15) in einem Formwerkzeug unter Druck und Wärme ausgehärtet werden.

Auf einer Legeform (10) werden entweder die bereits vorgeformten Komponenten (12a bis 12e, 16, 17,18) des Bauteils abgelegt oder Zuschnitte aus Prepreg zu Komponenten geformt, wobei die Komponenten (12a bis 12e, 16, 17,18) mit der /den eingelegten Dichtmembrane(n) (15) der Legeform (10) entnommen und in das Formwerkzeug übertragen werden.





16

5 Zusammenfassung

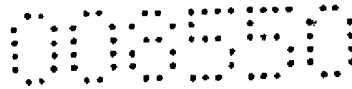
10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial (Prepreg), welche in Form gebracht und mittels zumindest einer eingelegten flexiblen Dichtmembrane (15) in einem Formwerkzeug unter Druck und Wärme ausgehärtet werden.

15

Auf einer Legeform (10) werden entweder die bereits vorgeformten Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) des Bauteils abgelegt oder Zuschnitte aus Prepreg zu Komponenten geformt, wobei die Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) mit der /den eingelegten Dichtmembrane(n) (15) der Legeform (10) entnommen und in das Formwerkzeug

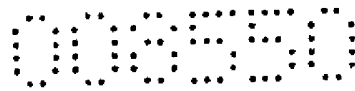
20 übertragen werden.

Fig.1

**C6 GmbH****PA 8270**

5 Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem vorimprägnierten Faserverbundmaterial, derart hergestelltes Bauteil und Legeform

- 10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen Komponenten aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial (Prepreg), welche in Form gebracht und mittels zumindest einer eingelegten Dichtmembrane in einem Formwerkzeug unter Druck und Wärme ausgehärtet werden.
- 15 Für hochbelastete Bauteile von Fahrzeugen und Maschinen ist es üblich, endlosfaserverstärkte flächige Halbzeuge aus Karbonfasern oder anderen hochfesten Fasern mit Kunststoffen als Matrixmaterial zu geschichteten Verbundwerkstoffen zu verarbeiten. Dabei soll ein möglichst großer Anteil des Bauteils aus Fasern gebildet sein,
- 20 da diesen die lasttragende Funktion zukommt, wobei die Fasern in Richtung der Belastung der Bauteile ausgerichtet sein sollen. Nach dem Stand der Technik kommen diesen Anforderungen am Besten Verfahren nach, bei denen die flächigen Faserhalbzeuge durch schichtweises Auflegen (Laminieren) geformt werden.
- 25 Bei einem der üblichen Verfahren werden trockene Faserhalbzeuge auf eine Vorform abgelegt, wobei die einzelnen Schichten durch textile Verarbeitung, wie Nähen, Flechten oder Weben, oder durch einen oberflächlichen Auftrag eines Bindemittels zu einer sogenannten Preform fixiert werden, sodass eine Übertragung des geformten Schichtaufbaus von der Vorform in das Formwerkzeug möglich ist. Bei diesem als RTM-
- 30 Verfahren bekannten Verfahren werden im Formwerkzeug die Hohlräume zwischen den Verstärkungsfasern mit einem geeigneten flüssigen Kunststoff ausgefüllt, der nachfolgend

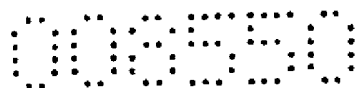


durch Vernetzung oder Abkühlung verfestigt, wobei aus Fasern und Kunststoff ein fester Verbundwerkstoff gebildet wird.

Bei einem weiteren üblichen Verfahren erfolgt ein Ablegen von vorimprägnierten
5 Faserhalbzeugen (sogenannten Prepregs) in geeignete Formwerkzeuge. Dabei werden
meist Prepregs mit klebriger Oberfläche eingesetzt, um ein Haften der einzelnen Schichten
aneinander zu gewährleisten. Gesonderte Verfahrensschritte zur Fixierung des
Schichtaufbaus sind daher nicht erforderlich. Da durch die Imprägnierung mit zähflüssigen
Kunstharzen die Beweglichkeit der Fasern im Halbzeug eingeschränkt ist, wurde eine
10 Vielzahl von Verfahren entwickelt, die eine Umformung des Prepregs, einzeln oder in
mehreren Schichten, zu Komponenten der Bauteile vorschlagen. In vielen Fällen wird zur
Konsolidierung und Stabilisierung der Bauteile eine teilweise Vernetzung der Kunstharze
im Prepreg empfohlen. Auch diesen bekannten Verfahren ist gemein, dass eine Ablage
bzw. Drapierung der imprägnierten Komponenten direkt in das bzw. im Formwerkzeug
15 erfolgt.

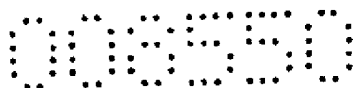
Aus der DE 198 13 104 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen
aus in einer evakuierbaren Vakuumfolie befindenden, Fasern umfassenden Preform und
einem Matrixmaterial bekannt, wobei zwischen der Vakuumfolie und dem herzustellenden
20 Faserverbundbauteil eine poröse Membrane eingebracht wird, deren Poren derart
dimensioniert sind, dass Luft ungehindert entweichen kann und das flüssige Matrixmaterial
zurückgehalten wird. Die Preform wird entweder als Faserhalbzeug und das
Matrixmaterial in flüssiger Form oder als Faserhalbzeug und das Matrixmaterial als Film
oder als mit Matrixmaterial vorimprägnierte Faserhalbzeuge eingesetzt.

25 Aus der DE 601 02 741 T2 ist ein Verfahren zum Formen eines Gegenstands aus Schichten
eines Verbundmaterials aus mit nicht gehärtetem Harz imprägnierten Fasern bekannt, bei
dem eine Formungsvorrichtung verwendet wird, die ein Formungswerkzeug und einen
Rahmen aufweist, welcher eine Öffnung bietet, in welcher eine Membran eingebracht ist.
30 Die Schicht bzw. Schichten des Verbundmaterials werden über dem Formungswerkzeug
drapiert, die Membran wird über den Verbundmaterialschichten aufgebracht und es wird



ein Vakuum zwischen der Membran und dem Formungswerkzeug angelegt. Es handelt sich daher hier um ein Verfahren zum Membran-Vakuumformen eines schichtweisen Faserverbundteils, bei dem die Verbundmaterialsichten direkt auf der Form drapiert werden. Die DE 10 2009 044 834 A1 befasst sich mit einem Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings für einen Faserverbundbauteil. Der Vorformling wird derart hergestellt, dass vorerst eine Faserverstärkungsschicht gebildet wird, ein Bindemittel durch Aufsprühen aufgebracht wird, die mit dem Bindemittel versehene Faserverstärkungsschicht kalt umgeformt wird und die umgeformte mit Bindemittel versehene Faserverstärkungsschicht erwärmt und anschließend abgekühlt wird.

Wie bereits oben erwähnt ist es bei der Verwendung von vorimprägnierten Faserhalbzeugen, sogenannten Prepregs, üblich, entweder vorgeformte Komponenten direkt im Formwerkzeug abzulegen, oder Zuschnitte aus Prepreg direkt in bzw. auf der Form zu drapieren. Die Ablage von vorgeformten Komponenten bzw. das Drapieren von Zuschnitten aus Prepreg ist nur in abgekühlten Formwerkzeugen möglich, sodass es erforderlich ist, das Formwerkzeug jeweils nach Ende eines vorherigen Aushärtungsprozesses abzukühlen, um das nächste Bauteil fertigstellen zu können. Es ist daher auch erforderlich, das Formwerkzeug anschließend wieder aufzuheizen. Der Konsolidierungs- und Aushärtungsprozess erfordert eine Formtemperatur von bis zu 200°C bei vernetzenden Matrixharzen, bei thermoplastischen Kunstharzen von bis zu 400°C, sodass der Energieaufwand erheblich sein kann. Während des Aushärtungsprozesses ist der Bauteil einem hydrostatischen Druck auszusetzen und gegebenenfalls unter Vakuum zu halten. Das Formwerkzeug muss daher derart ausgeführt sein, dass es den Prozessbedingungen während der Aushärtung des Bauteiles standhält. Es sind daher temperaturbeständige Materialien in dickwandiger Konstruktion notwendig, die hohe Herstellkosten für das Formwerkzeug verursachen. Aus wirtschaftlichen Überlegungen sollte daher die Zeit, in der das Formwerkzeug für die Herstellung eines Bauteils gebunden ist, möglichst kurz gehalten werden.



Hier setzt nun die Erfindung ein, deren Aufgabe darin besteht, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart zu verbessern, dass die Zeit, in der das Formwerkzeug für die Herstellung eines Bauteils quasi gebunden ist, möglichst kurz gehalten wird.

5 Gelöst wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass auf einer Legeform entweder die bereits vorgeformten Komponenten des Bauteils abgelegt oder Zuschnitte aus Prepreg zu Komponenten geformt werden, wobei die Komponenten mit der /den eingelegten Dichtmembrane(n) der Legeform entnommen und in das Formwerkzeug übertragen werden.

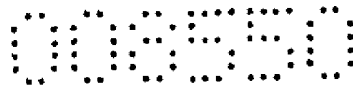
10

Beim erfindungsgemäßen Verfahren findet daher im Formwerkzeug lediglich die Konsolidierung und Vernetzung des Matrixharzes statt. Dabei wird die Dichtmembrane, welche an der formabgewandeten Oberfläche des Bauteils liegt, durch Luft, Dampf, Heißwasser, Öl oder dergleichen mit hydrostatischem Druck beaufschlagt und gleichzeitig
15 wird das Formwerkzeug beheizt, um die Konsolidierung und Vernetzung zu beschleunigen bzw. durchzuführen. Das Formwerkzeug braucht daher nach dem Ende eines Aushärtungsprozesses nicht oder nur geringfügig abgekühlt zu werden, um das fertige Bauteil zu entnehmen. Nach der Entnahme können die in der Legeform zusammengefügt Komponenten des nächsten Bauteils mitsamt der Dichtmembrane bzw. den
20 Dichtmembranen in das Formwerkzeug übertragen werden, ohne dieses vorher abzukühlen. Gemäß der Erfindung steht daher das Formwerkzeug nach dem Ende eines Aushärtungsprozesses sofort wieder für die Herstellung des nächsten Bauteils zur Verfügung, ein zeitaufwändiges und energietechnisch ungünstiges Abkühlen und Aufheizen des Formwerkzeuges entfallen.

25

Beim Verfahren gemäß der Erfindung wird eine Legeform verwendet, welche Vertiefungen aufweist, deren Innenkonturen zumindest Teilbereichen der Außenkonturen der vorgeformten Komponenten bzw. der durch Drapieren gebildeten Komponenten entsprechen.

30

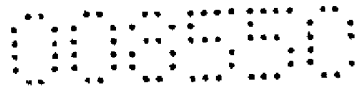


Je nach der Ausgestaltung des Bauteils bzw. der Komponenten des Bauteils wird bzw. werden die Dichtmembrane(n) bereits beim Vorformen der Komponenten in diese eingelegt, insbesondere bei hohlkörperförmig ausgeführten Bauteilen. Alternativ ist es möglich, die Dichtmembrane(n) in die in der Legeform befindlichen Komponenten einzulegen.

Die Komponenten können aus Zuschnitten aus gelartig klebrigem Prepreg vorgeformt werden. Dabei werden die Zuschnitte des Prepreg nach dem Entfernen der Trennfolien, die ein Verkleben des Prepreg während der Lagerung auf Rollen verhindern, in bekannter Weise, beispielsweise durch Drapieren, Wickeln um einen Dorn, Stapeln und dergleichen zu Bauteil- Komponenten geformt. Die Komponenten können auch aus Zuschnitten aus trockenem Prepreg und unter Einwirkung von Wärme vorgeformt werden. Sowohl bei einem Herstellen vorgeformter Komponenten als auch beim Drapieren von Zuschnitten in der Legeform können die Komponenten aus einer Lage oder aus mehreren Lagen Prepreg hergestellt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet daher die Herstellung von auf vielfältige Weise ausgestalteten Komponenten und Bauteilen.

Es ist von Vorteil, wenn die Komponenten in der Legeform einander an ihren Stoßbereichen überlappen. Dadurch werden die Komponenten zum Bauteil zusammen gefügt. Bei klebrigen Prepregs reicht die Überlappung aus, das Bauteil problemlos von der Legeform in das Formwerkzeug zu transferieren. Komponenten aus trockenem Prepreg können zusätzlich an den überlappenden Bereichen miteinander verklebt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung lassen sich außen geschlossene Komponenten derart herstellen, dass nach dem Positionieren der Dichtmembrane auf in der Legeform abgelegten, oben offenen, im Querschnitt beispielsweise U-förmigen Komponenten jeweils eine weitere Komponente mit beispielsweise ebenfalls U-förmigen, halbhohlen oder dergleichen Querschnitt positioniert wird, sodass geschlossene hohle Komponenten gebildet werden.



Alternativ können Komponenten aus überlappend gewickeltem Prepreg zu Hohlkörpern vorgeformt werden.

Die Dichtmembrane wird erfindungsgemäß derart ausgeführt, dass sie die
5 formabgewandten Innenseiten der Komponenten des Bauteils bedecken kann. Sie kann ein beliebig geformter Hohlkörper sein.

In der Legeform kann vorteilhafterweise durch Druckbeaufschlagung der Dichtmembrane diese auf Dichtheit geprüft werden.

10

Die Erfindung betrifft ferner ein Bauteil, welches nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und des Weiteren eine Legeform zum Zusammenfügen oder Drapieren von vorgeformten im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen Komponenten eines Bauteils aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial, mit
15 Vertiefungen, deren Innenkonturen zumindest Teilbereichen der Außenkonturen der Komponenten entsprechen.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der Zeichnung, die schematisch ein Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt, näher
20 beschrieben. Dabei zeigen

Fig. 1 ein Flussdiagramm zum Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

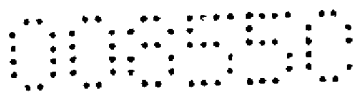
Fig. 2 eine Legeform gemäß der Erfindung und vorgeformte Bauteilkomponenten,

25

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Legeform mit positionierten Bauteilkomponenten,

Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie A-A der Fig. 3,

30 Fig. 5 bis Fig. 7 zu Fig. 4 analoge Schnittdarstellungen mit weiteren Ausführungsformen der Erfindung und

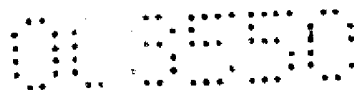


7

Fig. 8 eine Schnittdarstellung eines Formwerkzeuges mit einem eingelegten Bauteil gemäß Fig. 7.

- 5 Das Verfahren gemäß der Erfindung eignet sich zum Herstellen von Bauteilen, die aus im Querschnitt hohlen, halbhohlen, U-förmigen, schalenförmigen und dergleichen Komponenten zusammengefügt werden können.

Fig. 1 illustriert den Ablauf einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von Bauteilen aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial. Im ersten Verfahrensschritt (Schritt 1 in Fig. 1) wird zunächst das vorimprägnierte Faserverbundmaterial, üblicherweise Prepreg genannt, gebildet. Das Faserverbundmaterial besteht aus einer Lage oder mehreren Lagen von Fasergewebe oder Fasergelege und ist mit einem Matrixharz vorimprägniert. Das Fasergewebe bzw. Fasergelege kann aus 15 Glasfasern, Kohlenstofffasern, Synthesefasern, Naturfasern, Hybridfasern oder Kombinationen der erwähnten Fasern bestehen. Das zur Imprägnierung verwendete Matrixharz kann fest, flüssig oder gelartig klebrig sein und ist ein unvollständig vernetzter Duroplast oder ein Thermoplast. Es werden überwiegend Harze auf Basis von Epoxiden, Vinylestern, ungesättigten Polyestern, Phenolen, Polyurethanen oder Cyanatestern 20 verwendet. Der Prepreg ist somit ein flächiges Halbzeug aus Verstärkungsfasern und einem für die Konsolidierung und Aushärtung ausreichenden Anteil an Matrixharz und wird bahnenförmig, auf Rollen gewickelt, zur Verfügung gestellt. Liegt das Matrixharz im Prepreg in flüssiger oder gelartig klebriger Form vor, können aus Zuschnitten des Prepreg, nach dem Entfernen der Trennfolien, die ein Verkleben des Prepreg während der Lagerung 25 auf Rollen verhindern, nun in bekannter Weise, beispielsweise durch Drapieren, Wickeln um einen Dorn, Stapeln und dergleichen Bauteil-Komponenten hergestellt werden. Liegt das Matrixharz bei einer alternativen Ausführungsform von Prepregs in fester Form vor, werden Zuschnitte aus dem Prepreg durch Einwirkung von Wärme derart erweicht, dass ein Umformen des flächigen Halbzeuges durch Biegen, Kanten oder Tiefziehen zu 30 vorgeformten Komponenten des herzustellenden Bauteils stattfinden kann. In jedem Fall werden die Zuschnitte aus den Prepregs derart erstellt, dass sie entsprechende Umriss- und



die erwünschte Faserausrichtung aufweisen. Diese Herstellungsmöglichkeiten von Bauteil- Komponenten (Schritt 2 in Fig. 1) sind optional.

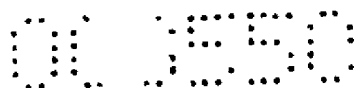
Fig. 2 zeigt beispielhaft mehrere, unterschiedlich vorgeformte Komponenten 12a bis 12e, welche zusammengefügt den herzustellenden Bauteil ergeben. Im nächsten Verfahrensschritt (Schritt 3 in Fig. 1) werden die vorgeformten Komponenten 12a bis 12e, welche aus einer Lage oder aus mehreren Lagen Prepreg bestehen, in eine Legeform 10 positioniert. Die Legeform 10 weist Formvertiefungen auf, deren Innenkonturen zumindest grobteils gemäß den Außenkonturen der vorgeformten Komponenten 12a bis 12e ausgeführt sind. Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform bilden die weitgehend bzw. im Wesentlichen jeweils einen U-förmigen Querschnitt aufweisenden Komponenten 12a bis 12e ein Bauteil, welches einen im Wesentlichen rechteckigen Rahmen und einen Verbindungsteil aufweist, der aus der Komponente 12e besteht, welche die beiden Komponenten 12a und 12c verbindet. Die Komponenten 12a und 12c sind mit Ausformungen 14a und 14c zur verbindenden Positionierung der Komponente 12d versehen. Sämtliche Komponenten 12a bis 12e und die Vertiefungen in der Legeform 10 sind derart aneinander angepasst, dass die in der Legeform 10 positionierten Komponenten 12a bis 12e an ihren Randabschnitten einander überlappend zusammengefügt werden können bzw. aneinander anschließen und gemeinsam das Bauteil bilden. Dabei sind die Komponenten derart hergestellt, dass sie in der Legeform 10 die gegenseitigen Überlappungsbereiche bilden können. Reicht die Klebrigkeit des Prepreg-Materials nicht aus, dem Bauteil die notwendige Stabilität für die nachfolgende Übertragung von der Legeform 10 in das Formwerkzeug zu verleihen, können zusätzlich Klebematerialien in Pasten- oder Folienform eingesetzt werden.

25

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, bei der kein Vorformen (Schritt 2 in Fig. 1) erfolgt, werden entsprechende Zuschnitte aus Prepreg ein- oder mehrlagig in der Legeform 10 drapiert und daher beim Einlegen zum Bauteil zusammengefügt.

30

Die Legeform 10 besteht aus einem Material, das eine problemlose Entnahme der Komponenten 12a bis 12e ermöglicht, beispielsweise aus Kunststoff oder Aluminium.



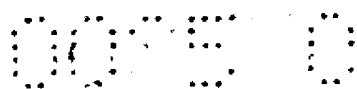
Alternativ können die Innenseiten der Vertiefungen entsprechend beschichtet oder behandelt sein. Möglich ist auch eine Ausführung der Innenseiten mit Rippen, Perforationen und dergleichen.

5 Im anschließenden Verfahrensschritt (Schritt 4 in Fig. 1) wird in die positionierten (oder alternativ drapierten) Bauteilkomponenten 12a bis 12e eine flexible Dichtmembrane 15 eingelegt. Wie Fig. 3 in Verbindung mit Fig. 4 zeigt, ist die Dichtmembrane 15 ein länglicher, schlauchartig ausgeführter Balg aus elastischem Kunststoff oder Elastomer mit einem geschlossenen Ende 15a. Es ist jedoch jede Ausführung der Dichtmembrane 15
10 denkbar, die eine oder mehrere geschlossene Kammern ergibt und die eine Beaufschlagung der formabgewandten Oberfläche des Bauteils mit einem hydrostatischen Druck erlaubt. Die Dichtmembrane 15 wird derart dimensioniert und ausgeführt, dass sie die formabgewandte Oberfläche (Innenseite) des Bauteils vollständig bedecken kann. Wie Fig. 3 zeigt, wird die Dichtmembrane 15 bei einem Ausschnitt 10b am Rand der Legeform 10
15 aus dieser herausgeführt. Bei der gezeigten Ausführungsform kann die flexible Dichtmembrane 15 durchgehend in sämtliche Komponenten 12a bis 12e eingelegt werden. Fig. 4 zeigt im Schnitt die in der Legeform 10 positionierte Komponente 12b mit eingelegter Dichtmembrane 15.

20 Wie Fig. 5 zeigt, können nach dem Einlegen der Dichtmembrane 15 weitere vorgeformte Komponenten auf den eingelegten Komponenten positioniert werden. Dargestellt ist eine Komponente 16a, welche im Querschnitt U-förmig vorgeformt die Komponente 12b abdeckt, so dass ein Bauteil mit geschlossenem, in Fig. 5 beispielhaft etwa rechteckigem Querschnitt hergestellt wird.

25

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsvariante einer Bauteilkomponente 17a im Querschnitt der Legeform 10 mit einer bereits in geschlossener Form vorgeformten Bauteilkomponente 17. Die Komponente 17 ist beispielhaft ein im Querschnitt etwa rechteckiger hohler Teil, welcher aus einer oder aus mehreren Prepreglage(n) mit überlappenden Randabschnitten
30 17a durch Wickeln über einen Dorn oder dergleichen vorgeformt und anschließend in die Legeform 10 eingelegt wird. Im Inneren der Komponente 17 ist die eingebrachte



10

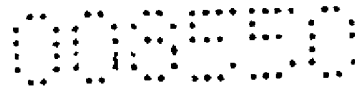
Dichtmembrane 15 im Schnitt dargestellt. Die Dichtmembrane 15 wird in diesem Fall vorzugsweise bereits in Schritt 2, beim Bilden der Komponente 17, positioniert oder nachträglich in die Komponente 17 ist als an ihrem einen Ende geschlossener länglicher „Sack“ eingebracht.

5

Fig. 7 zeigt im Querschnitt eine Bauteilkomponente 18 als Kombination einer im Querschnitt U-förmigen, vorgeformten oder drapierten Komponente 12b und einer in dieser eingelegten „gewickelten“ Komponente 17, wie sie in Fig. 6 dargestellt ist.

- 10 Die tatsächliche Ausgestaltung des herzustellenden Bauteils bestimmt die Ausführung und Anzahl seiner einzelnen Komponenten, wobei darauf geachtet wird, dass die Legeform 10 entsprechend ausgeführt werden kann. Je nach Komplexität des Bauteils kann es erforderlich sein, mehrere Dichtmembranen und mehrere Legeformen 10 zu verwenden. Je nachdem, wie die einzelnen Bauteilkomponenten in der Legeform 10 positioniert sind,
- 15 erfolgt die Übertragung der Bauteilkomponenten als Ganzes oder in Teilen von der Legeform 10 in das in herkömmlicher Weise ausgeführte Formwerkzeug. Im Formwerkzeug wird die Konsolidierung des Bauteils durch Einbringen eines hydrostatischen Innendruckes in die Dichtmembrane bzw. die Dichtmembranen 15 und unter Erhitzen der Formkomponenten durchgeführt, sodass das Matrixharz vernetzt wird
- 20 bzw. aushärtet (Schritt 6 in Fig. 1). Dabei wird der Bauteil aus seinem Bauteilkomponenten fest zusammengefügt und nach der Vernetzung als Ganzes der Form entnommen. Die Druckmembran 15 bzw. die Druckmembranen können bei Bedarf nach der Entnahme des Bauteils entfernt werden. Fig. 8 zeigt schematisch einen Schnitt durch ein geschlossenes Formwerkzeug mit Formoberteil 19 und Formunterteil 20 mit einer in dieser ausgebildeten
- 25 Formkavität zur Aufnahme des in der Legeform 10 gefügten Bauteils. Dargestellt ist eine Komponente 18 gemäß Fig. 7.

- Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die Zeit, in der das Formwerkzeug für die Herstellung bzw. Aushärtung des Bauteils verwendet wird, sehr kurz zu halten. Das
- 30 Formwerkzeug braucht nach Ende des Aushärtungsprozesses nicht oder nur wenig abgekühlt zu werden, um das fertige Bauteil zu entnehmen. Die in der Legeform bereits



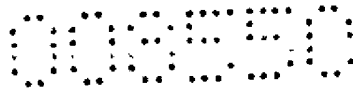
- zusammengestellten Bauteilkomponenten bzw. Zuschnitte können mitsamt der bzw. den Dichtmembrane(n) in das Formwerkzeug übertragen werden, ohne dass dieses abgekühlt wird. Die Erfindung gestattet es daher, das Formwerkzeug nach dem Ende eines Aushärtungsprozesses nach einer sehr kurzen Zeit für die Herstellung des nächsten
- 5 Bauteils bereitzustellen, da ein zeitaufwändiges Abkühlen und Aufheizen des Formwerkzeuges entfallen können. In der bzw. den Legeformen kann bereits eine Zusammenstellung der Komponenten für das nächste Bauteil erfolgen, während das Formwerkzeug für den Aushärtprozess im Einsatz ist. Es ist somit auch der erforderliche Energieeinsatz gegenüber den bekannten Verfahren wesentlich geringer, da eine
- 10 zwischenzeitliche Temperierung des Formwerkzeuges einen wesentlich geringeren Energieeinsatz erfordert als ein Abkühlen mit nachfolgendem Erwärmen.

00350

12

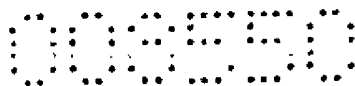
5 **Bezugsziffernliste**

- 10 1 bis 7Verfahrensschnitt
- 12a bis 12eKomponente
- 10Legeform
- 14aAusformung
- 14cAusformung
- 15 15Dichtmembrane
- 15ageschlossenes Ende
- 10bAusschnitt
- 16aKomponente
- 17Komponente
- 20 17aRandabschnitt
- 18Komponente
- 19Formwerkzeug, Oberteil
- 20Formwerkzeug, Unterteil



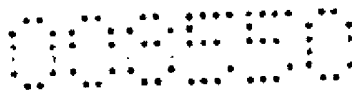
5 Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial (Prepreg), welche in Form gebracht und mittels zumindest einer eingelegten flexiblen Dichtmembrane (15) in einem Formwerkzeug unter Druck und Wärme ausgehärtet werden,
- 15 dadurch gekennzeichnet,
dass auf einer Legeform (10) entweder die bereits vorgeformten Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) des Bauteils abgelegt oder Zuschnitte aus Prepreg zu Komponenten geformt werden, wobei die Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) mit der /den eingelegten Dichtmembrane(n) (15) der Legeform (10) entnommen
- 20 und in das Formwerkzeug übertragen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Legeform (10) Vertiefungen aufweist, deren Innenkonturen zumindest Teilbereichen der Außenkonturen der vorgeformten Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) bzw. der
- 25 durch Drapieren gebildeten Komponenten entsprechen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane(n) (15) bereits beim Vorformen der Komponenten in diese eingelegt wird bzw. werden.



14

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane(n) (15) in die in der Legeform (10) befindlichen Komponenten eingelegt wird bzw. werden.
- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten aus Zuschnitten aus gelartig klebrigem Prepreg vorgeformt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten aus Zuschnitten aus trockenem Prepreg und unter Einwirkung von
10 Wärme vorgeformt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten aus einer Lage oder aus mehreren Lagen Prepreg hergestellt werden.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten in der Legeform (10) einander an ihren Stoßbereichen überlappen.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Komponenten aus trockenem Prepreg an den überlappenden Bereichen miteinander verklebt werden.
20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Positionieren der Dichtmembrane (15) auf in der Legeform (10) abgelegten oben offenen, im Querschnitt beispielsweise U-förmigen Komponenten jeweils eine weitere Komponente (16a) mit beispielsweise ebenfalls U-förmigen,
25 halbhohlen oder dergleichen Querschnitt positioniert wird, sodass geschlossene hohle Komponenten gebildet werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Komponenten aus überlappend gewickeltem Prepreg hohlkörperförmig vorgeformt
30 werden.



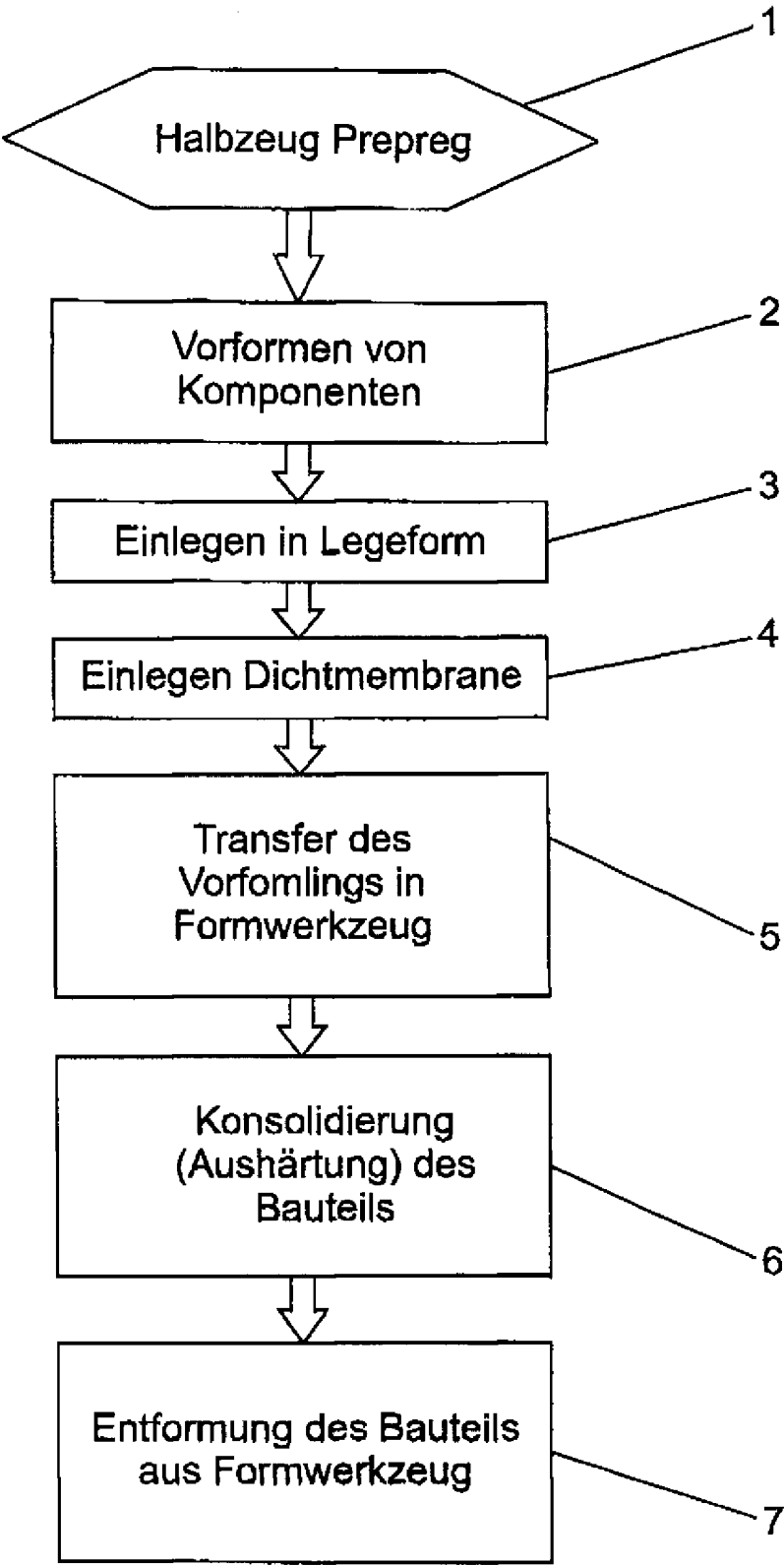
15

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane (15) derart ausgeführt ist, dass sie die formabgewandten Innenseiten der Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) des Bauteils bedeckt.
- 5 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane (15) ein beliebig geformter Hohlkörper ist.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane (15) in der Legeform (10) durch Druckbeaufschlagung auf
10 Dichtheit geprüft wird.
15. Bauteil, welcher nach dem Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 hergestellt ist.
- 15 16. Legeform (10) zum Zusammenfügen oder Drapieren von vorgeformten im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) eines Bauteils aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial, mit Vertiefungen, deren Innenkonturen zumindest Teilbereichen der Außenkonturen der Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18)
20 entsprechen.

000000

C6 GmbH
PA 8270

Fig. 1



00000000

C6 GmbH
PA 8270

Fig. 2

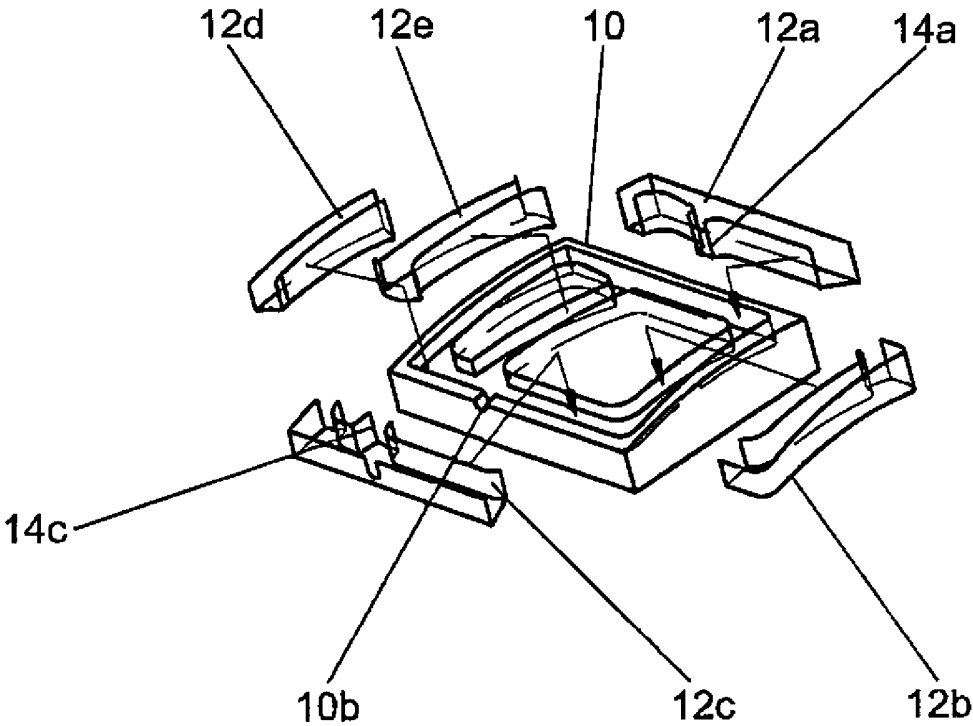
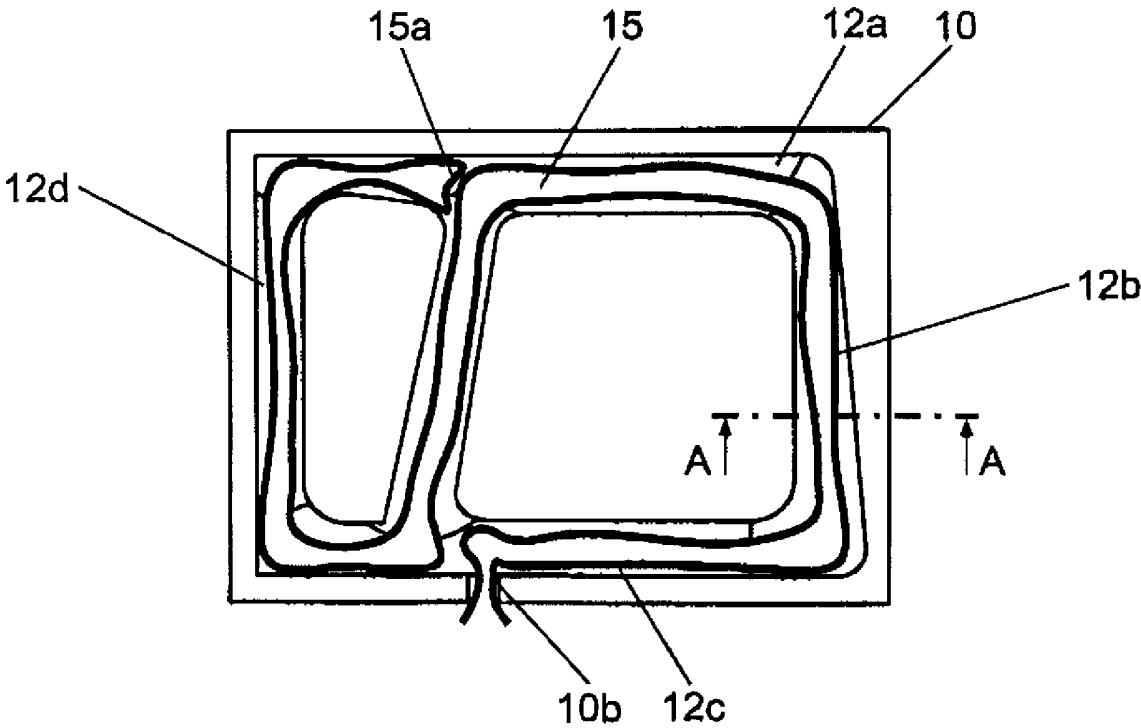
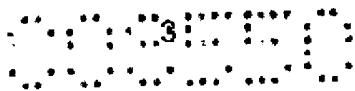


Fig. 3





C6 GmbH
PA 8270

Fig. 4 Schnitt A-A

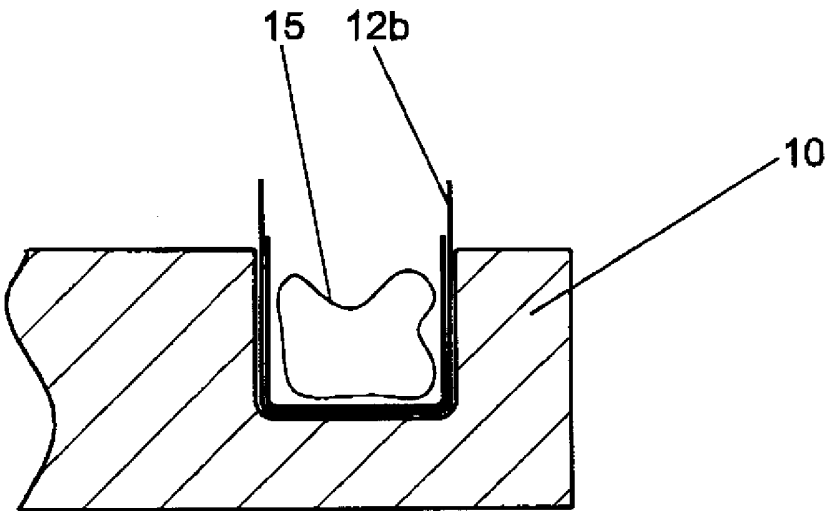
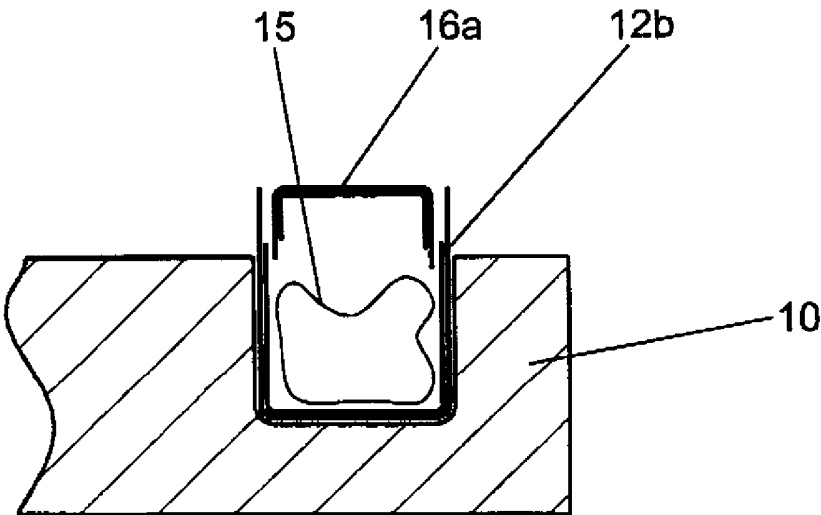


Fig. 5



000000

C6 GmbH
PA 8270

Fig. 6

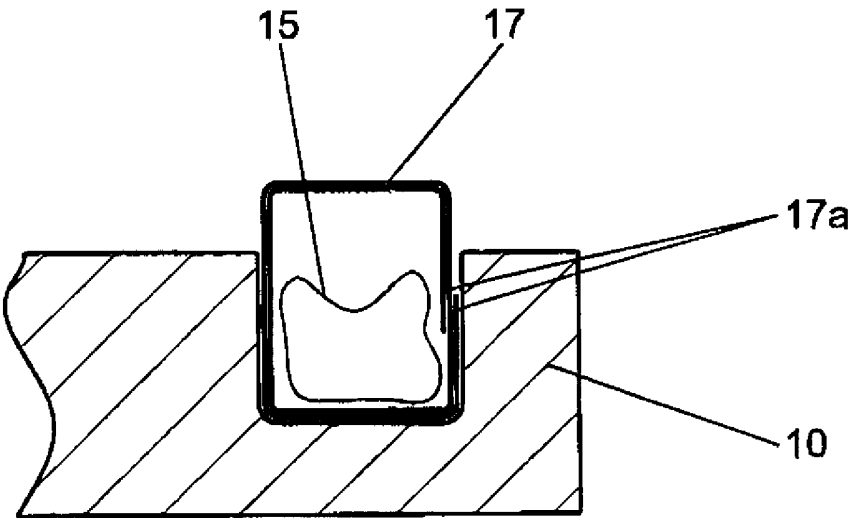
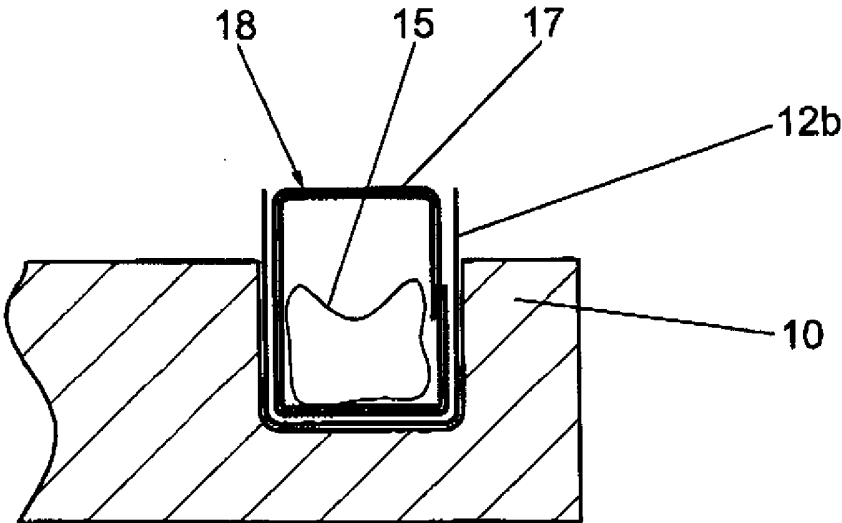


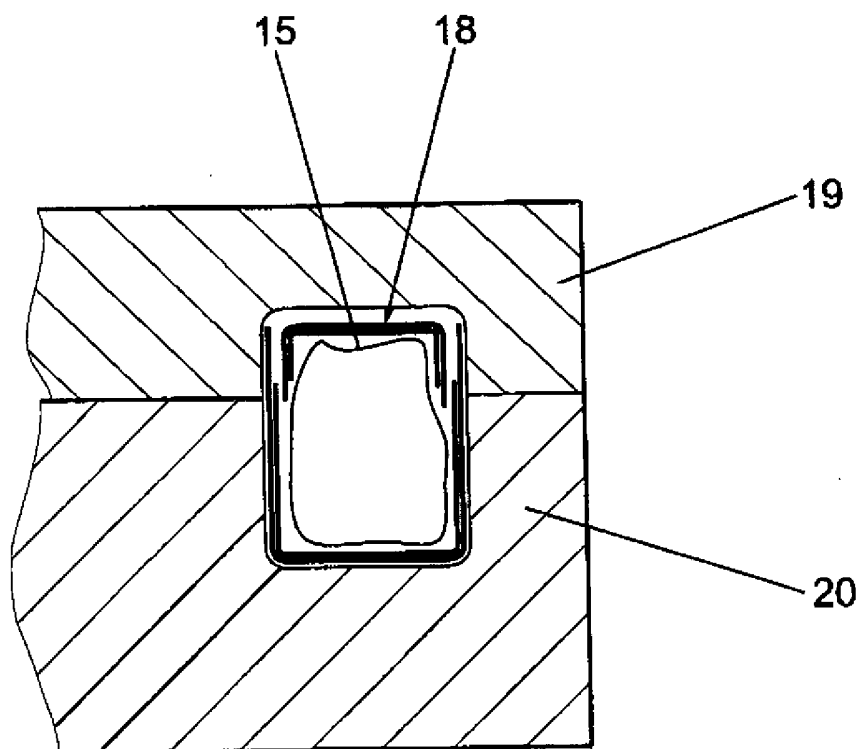
Fig. 7



000000

C6 GmbH
PA 8270

Fig. 8





A 1199/2011
PA 8270 AT
05.07.2012

5

Neue Patentansprüche

10

15

20

25

30

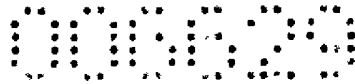
1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial (Prepreg), welche in Form gebracht und mittels zumindest einer eingelegten flexiblen Dichtmembrane (15) in einem Formwerkzeug unter Druck und Wärme ausgehärtet werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einer Fügeform (10) entweder die bereits vorgeformten Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) des Bauteils abgelegt oder Zuschnitte aus Prepreg zu Komponenten geformt werden, wobei die Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) mitsamt der /den in sie eingelegten Dichtmembrane(n) (15) der Fügeform (10) entnommen und in das Formwerkzeug übertragen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügeform (10) Vertiefungen aufweist, deren Innenkonturen zumindest Teilbereichen der Außenkonturen der vorgeformten Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) bzw. der durch Drapieren gebildeten Komponenten entsprechen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane(n) (15) bereits beim Vorformen der Komponenten in diese eingelegt wird bzw. werden.

NACHGEREICHT



4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane(n) (15) in die in der Fügeform (10) befindlichen Komponenten eingelegt wird bzw. werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten aus Zuschnitten aus gelartig klebrigem Prepreg vorgeformt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten aus Zuschnitten aus trockenem Prepreg und unter Einwirkung von Wärme vorgeformt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten aus einer Lage oder aus mehreren Lagen Prepreg hergestellt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten in der Fügeform (10) einander an ihren Stoßbereichen überlappen.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Komponenten aus trockenem Prepreg an den überlappenden Bereichen miteinander verklebt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Positionieren der Dichtmembrane (15) auf in der Fügeform (10) abgelegten oben offenen, im Querschnitt beispielsweise U-förmigen Komponenten jeweils eine weitere Komponente (16a) mit beispielsweise ebenfalls U-förmigen, halbhohlen oder dergleichen Querschnitt positioniert wird, sodass geschlossene hohle Komponenten gebildet werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Komponenten aus überlappend gewickeltem Prepreg hohlkörperförmig vorgeformt werden.

NACHGEREICHT



15

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane (15) derart ausgeführt ist, dass sie die formabgewandten Innenseiten der Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) des Bauteils bedeckt.

5 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane (15) ein beliebig geformter Hohlkörper ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtmembrane (15) in der Fügeform (10) durch Druckbeaufschlagung auf
10 Dichtheit geprüft wird.

15. Fügeform (10) zur Verwendung im Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 und zum Zusammenfügen von bereits vorgeformten im Querschnitt hohlen, halbhohlen, schalen- oder U-förmigen und dergleichen
15 Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) eines Bauteils aus vorimprägniertem Faserverbundmaterial,
wobei die Fügeform (10) Vertiefungen aufweist, deren Innenkonturen zumindest Teilbereichen der Außenkonturen der vorgeformten Komponenten (12a bis 12e, 16, 17, 18) des Bauteils entsprechen.

20

NACHGEREICHT