



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 57 655.2**
(22) Anmeldetag: **26.11.2001**
(43) Offenlegungstag: **05.06.2003**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.11.2012**

(51) Int Cl.: **B29C 70/48** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Vereinigung zur Förderung des Instituts
für Kunststoffverarbeitung in Industrie und
Handwerk an der Rhein.-Westf. Technischen
Hochschule Aachen e.V., 52062, Aachen, DE**

(72) Erfinder:
**Wassenberg, Tom, 49751, Sögel, DE; Kleba, Ingo,
52062, Aachen, DE; Meyer-Noack, Sven, Dr., geb.
Heilmann, 52064, Aachen, DE**

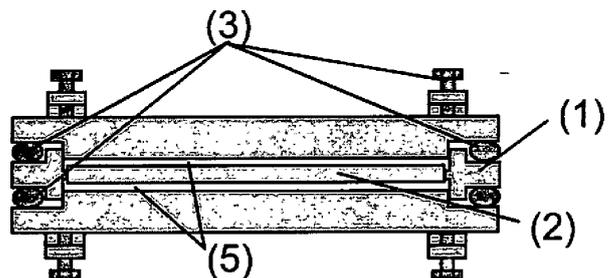
(74) Vertreter:
von Kreisler Selting Werner, 50667, Köln, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	100 07 373	C1
DE	199 26 896	A1
DE	694 14 342	T2

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur wirtschaftlichen automatisierbaren Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen im Harzinfusions-bzw. Vakuumverfahren**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen von faserverstärkten Kunststoffbauteilen durch Halten einer zu imprägnierenden Faserpreform (2) in einer von mindestens zwei Vorrichtungsteilen umschlossenen Kavität, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Vorrichtungsteile im Harzinfusions- bzw. Vakuumverfahren von der Preform (2) unter Bildung mindestens eines Spaltes (5) zwischen der Preform und den Vorrichtungsteilen auseinander bewegt werden und das Harz im evakuierten Zustand der Kavität in den mindestens einen Spalt (5) zum Imprägnieren der Preform zugeführt wird, wobei das Harz aufgrund der Druckdifferenz zwischen Kavität und Harzbehälter in dem mindestens einen Spalt (5) fließt, dass nach Imprägnierung der Preform (2) die Vorrichtungsteile wieder aufeinander zu bewegt werden, um das Harz (4) keilförmig aus dem mindestens einen Spalt (5) zu verdrängen, und dass die imprägnierte Preform (2) unter Vakuum aushärtet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 2 zur wirtschaftlichen automatisierbaren Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen im Harzinfusionsverfahren bzw. Vakuumverfahren. Die Erfindung kann überall dort eingesetzt werden, wo Faserhalbzeuge unter Vakuum imprägniert werden.

[0002] Zur Herstellung von Faserverbundkunststoff-Bauteilen im Harzinfusionsverfahren bzw. Vakuumverfahren werden ausschließlich einteilige bzw. offene Werkzeuge oder Formen eingesetzt. Die für die geschlossene Imprägnierung des Faservorformlings erforderliche Gegenform wird durch eine (Vakuum-) Folie gebildet. Die Komprimierung des Laminats während der Aushärtung wird durch das anliegende Vakuum erreicht. Die homogene Verteilung des Vakuums über das gesamte Bauteil wird durch Aufsaugewebe bzw. -gelege erzielt. Dies wird während des Prozesses teilweise oder komplett mit Matrixmaterial getränkt und muss, durch ein Trenngewebe vom eigentlichen Laminat getrennt, nach der vollständigen Härtung des Bauteils entfernt und entsorgt werden.

[0003] Bei der Herstellung großer Bauteile im SCRIMP-Prozess, ein Harzinfusionsverfahren mit Verteilmedium, wird zusätzlich zum „normalen„ Vakuumsackaufbau ein Verteilmedium über dem Laminataufbau integriert, das dadurch gekennzeichnet ist, dass es eine geringere Permeabilität besitzt als das Laminat. Dieses Verteilmedium ermöglicht, dass das Matrixmaterial großflächig über dem Laminat verteilt wird und von dort das Laminat in Dickenrichtung tränkt. Auch dieses Verteilmedium ist nach dem Prozess mit Harz getränkt und muß entfernt und entsorgt werden.

[0004] Ein erster Schritt, diese Abfallmenge zu reduzieren, ist in der vom Verein zur Förderung des Institutes für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk an der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule Aachen e. V. eingereichten Patentanmeldung DE 199 26 896 A1 beschrieben. Hier werden Imprägnierkanäle über eine Vakuumfolie, die in Vertiefungen einer Oberform gezogen wird, freigelegt. Diese Kanäle sorgen für die Verteilung des Harzes über dem Preform und können nach der Imprägnierung wieder verdrängt werden, indem die Folie sich wieder auf das Laminat absenkt.

[0005] Das Harzinfusions- bzw. Vakuumverfahren (oder auch VARTM) ist eine Fertigungstechnik für faserverstärkte Kunststoffbauteile, die gegenüber weiteren verwandten Verfahren (z. B. RTM) einen Kostenvorteil besitzt. Dieser liegt darin begründet, daß nur eine Formhälfte und kein druckfestes Werkzeug benötigt wird, keine Injektionsanlage erforderlich ist

und trotzdem Laminat hoher Qualität hergestellt werden können. Im Vergleich zum Handlaminierverfahren besitzt das Harzinfusionsverfahren ebenfalls das Potential, höherwertige Laminat zu erzielen und gegenüber dem Faserspritzen können im Harzinfusionsverfahren Endlosfasern verarbeitet werden. Ein Nachteil des Verfahrens liegt in dem hohen Anteil an Abfall, der während des Prozesses entsteht. Hierzu zählen nicht nur getränkte Hilfsgewebe bzw. -gelege oder Fasermatten sondern auch zum Teil die Dichtmaterialien und Folien.

[0006] Nachteilig an dem Verfahren gemäß DE 199 26 896 A1 ist, dass die Dichtigkeit der Vorrichtung von dem Zustand der Vakuumfolie abhängt, keine reproduzierbaren hochwertigen Oberflächen erzeugt werden können, und dass die realisierbaren Geometrien eingeschränkt sind.

[0007] Aus der DE 100 07 373 C1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Sandwichbauteilen mit offenzelligen Kernwerkstoffen mittels Injektion eines mit einem Härter versetzten Harzes in eine Vorrichtung bekannt, wobei ein Schaumstoff oder Wabenzellkern verwendet wird, der mit wenigstens je einer Decklage aus einem Verstärkungsgewebe belegt ist. Der mit einem Härter versetzte Harz wird in die Vorrichtung injiziert, wobei durch langsames Schließen der Vorrichtung das Harz in die Decklagen des Verstärkungsgewebes gepresst wird. Dabei wird die Vorrichtung auf die Härtungstemperatur des Harzes aufgeheizt und das Harz ausgehärtet.

[0008] Aus der DE 694 14 342 T2 ist eine Vorrichtung zum Formen von Produkten aus Verbundmaterialien bekannt. Die Vorrichtung weist eine Formhälfte auf, die ein faserartiges Verstärkungsmaterial aufnehmen kann und eine weitere Formhälfte, die dicht mit der ersten Formhälfte abschließt. Desweiteren existieren Zuführungsmittel, um Harz zur Durchtränkung des Verstärkungsmaterials zuzuführen.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die eine wirtschaftliche automatisierbare Herstellung von Faserverbundbauteilen ohne Abfall ermöglicht, und bei der die Vorrichtung vollständig wiederverwendbar ist.

[0010] Die Herstellung der Vorrichtung soll mit einfachen Mitteln möglich sein und sich an jegliche Bauteilform und Verstärkungsstruktur anpassen oder angepasst herstellen lassen.

[0011] Die Aufgabe wird mit dem Verfahren und der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bzw. 2 gelöst.

[0012] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur wirtschaftlichen automatisierbaren Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen im Harzinfusions- bzw. Vakuumverfahren, die Verwendung einer

zur Erfindung gehörenden Vorrichtung zur Optimierung der Bauteilimprägnierung. Durch den Einsatz der Vorrichtung wird es möglich, den üblicherweise anfallenden Abfall bei der Herstellung von Faserverbundkunststoffbauteilen zu reduzieren und im Gegensatz zu herkömmlichen Harzinfusionsverfahren eine beidseitig reproduzierbare hochwertige Oberfläche zu fertigen. Hierzu werden Vorrichtungsteile gegeneinander bewegt, um einen erforderlichen Fließspalt einzustellen, der eine schnelle und gezielte Verteilung des Harzes über dem Laminat bewirkt. Nach der Imprägnierung werden die Vorrichtungselemente wieder aufgrund des in der Kavität herrschenden Vakuums zusammengefahren und das Bauteil in seiner Endkontur ausgehärtet.

[0013] Die Vorrichtung besteht aus mindestens zwei Teilen, kann aber für komplexe Geometrien und/oder Sandwichbauteile auch aus mehreren Teilen bestehen, die getrennt voneinander bewegt werden können. So können erstmals im Harzinfusionsverfahren Bauteile mit allseitig reproduzierbaren hochwertigen Oberflächen und Endkontur gefertigt werden. Es entsteht kein weiterer Abfall durch getränkte Verteilmedien oder Absaugeinrichtungen. Es werden keine Formenträger oder Schließen benötigt, da der Druck in der Kavität stets unter dem Umgebungsdruck hegt.

[0014] Das Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffbauteilen im Harzinfusions- bzw. Vakuumverfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilung des Harzes zur Imprägnierung über Spalte erfolgt, die durch die Funktion der Vorrichtung entstehen, bei der nach vollständiger Imprägnierung durch Harzinfusion das Harz aus den Spalten gedrückt wird, indem die Vorrichtungsteile geschlossen werden.

[0015] Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gibt im evakuierten Zustand Spalte zum Fließen des Matrixsystems über dem Laminat frei, wobei diese nach dem Harzeintrag und/oder Imprägnieren wieder geschlossen werden.

[0016] Die Vorrichtung besteht aus mindestens zwei Teilen, die auf jegliche Art (pneumatisch, hydraulisch, elektrisch und/oder mechanisch) gegeneinander bewegt werden können, um die Imprägnierspalte über dem Laminat zu erzeugen.

[0017] Die Anordnung von Zwischenräumen ermöglicht eine individuelle Anpassung an Bauteilen.

[0018] Durch die Bewegung der Vorrichtungsteile gegeneinander entstehen Spalte zur Aufnahme und Verteilung des Harzes.

[0019] Nach vollständiger Imprägnierung der Preform können die Vorrichtungsteile auf jegliche Art (pneumatisch, hydraulisch, elektrisch und/oder me-

chanisch) wieder gegeneinander bewegt werden, um die Kavität entsprechend der Bauteilgeometrie wieder zu schließen und das Harz aus den Spalten zu verdrängen.

[0020] Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen (Bild 1 bis Bild 4) die Erfindung näher erläutert:

Die Vorrichtung zum Imprägnieren besteht aus mindestens zwei Teilen, die gegeneinander abgedichtet sind. Die Preformhalterung **1** nimmt die Faserpreform **2**, die einen monolithischen oder einen Sandwichaufbau besitzen kann, auf und fixiert ihn in der Kavität. Mindestens ein anderer Vorrichtungsteil kann gegenüber der Preformhalterung über pneumatische, hydraulische, elektrische und/oder mechanische Antriebssysteme **3** angehoben werden, um so oberhalb des zu imprägnierenden Laminates einen Spalt **5** zu öffnen (Bild 1), wobei in den Darstellungen exemplarisch Druckschläuche als Antriebssystem gezeigt sind.

[0021] Durch die an das Bauteil angepasste Geometrie dieser Spalte werden Fließräume für das Harz gebildet. Während des ganzen Ablaufs kann die Kavität weiterhin unter dem beaufschlagten Vakuum verbleiben. Nach dem Einstellen der notwendigen Spalte wird für die Imprägnierung des Bauteils eine entsprechend zuzuführende Harzmenge **4** in die Spalte über variable Angussysteme eingeleitet (Bild 2) Das Fließen findet aufgrund der herrschenden Druckdifferenz zwischen der Kavität und dem Harzbehälter statt. Der Druck im Harzbehälter ist nicht höher als der Umgebungsdruck, so dass für die Fertigung keine Schließkräfte erforderlich sind.

[0022] Nachdem die Harzmenge eingeleitet ist, kann die Harzzufuhr gestoppt werden. Entsprechend der Bauteilgeometrie und den Bauteilanforderungen können nun variabel und geregelt die Vorrichtungsteile wieder aufeinander zu bewegt werden. Dies kann sowohl aktiv durch weitere pneumatische, hydraulische, elektrische oder mechanische Einrichtungen geschehen, oder passiv durch den Differenzdruck zwischen Kavität und Umgebungsdruck. Durch die Anbringung mehrerer Antriebssysteme kann die Bewegung der Vorrichtungsteile auch in mehreren Schritten und nicht nur in einer Richtung ablaufen. Durch die Bewegung der Formteile wird das Harz aus den Spalten bis zur Vakuumseite vorangetrieben und imprägniert dabei das Bauteil (Bild 3).

[0023] Unter Vakuum kann das Bauteil aushärten, wobei keine Schließkraft aufgebracht werden muss. Zur weiteren Kompaktierung des Laminates können aber auch die angebrachten Wegsysteme (pneumatisch, hydraulisch oder mechanisch) zusätzlich eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von faserverstärkten Kunststoffbauteilen durch Halten einer zu imprägnierenden Faserpreform (2) in einer von mindestens zwei Vorrichtungsteilen umschlossenen Kavität, **dadurch gekennzeichnet,**

dass mindestens eines der Vorrichtungsteile im Harzinfusions- bzw. Vakuumverfahren von der Preform (2) unter Bildung mindestens eines Spaltes (5) zwischen der Preform und den Vorrichtungsteilen auseinander bewegt werden und das Harz im evakuierten Zustand der Kavität in den mindestens einen Spalt (5) zum Imprägnieren der Preform zugeführt wird, wobei das Harz aufgrund der Druckdifferenz zwischen Kavität und Harzbehälter in dem mindestens einen Spalt (5) fließt,

dass nach Imprägnierung der Preform (2) die Vorrichtungsteile wieder aufeinander zu bewegt werden, um das Harz (4) keilförmig aus dem mindestens einen Spalt (5) zu verdrängen, und dass die imprägnierte Preform (2) unter Vakuum aushärtet.

2. Vorrichtung zum Herstellen von faserverstärkten Kunststoffbauteilen zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1, mit mindestens zwei Vorrichtungsteilen, die gegeneinander abgedichtet sind und eine Kavität umschließen, und einer Preformhalterung (1), die die zu imprägnierende Faserpreform (2) in der Kavität fixiert, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Vorrichtungsteil von der unter Vakuum befindlichen Kavität wegbewegbar ist, um zwischen dem Faserpreform (2) und dem Vorrichtungsteil einen Spalt (5) unter Vakuum zu bilden, in den für die Imprägnierung der Faserpreform (2) Harz (4) aufgrund des Vakuums zuführbar ist, und dass das mindestens eine Vorrichtungsteil nach dem Füllen des Spaltes (5) und nach Imprägnierung der Faserpreform (2) durch die Harzinfusion wieder schließbar ist, wobei das in den Spalten (5) verbleibende Harz keilförmig aus den Spalten (5) druckbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Vorrichtungsteil durch pneumatische, hydraulische, elektrische und/oder mechanische Antriebsmittel bewegbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Harz über variable Angusysteme in den mindestens einen Spalt (5) einfüllbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Bild 1

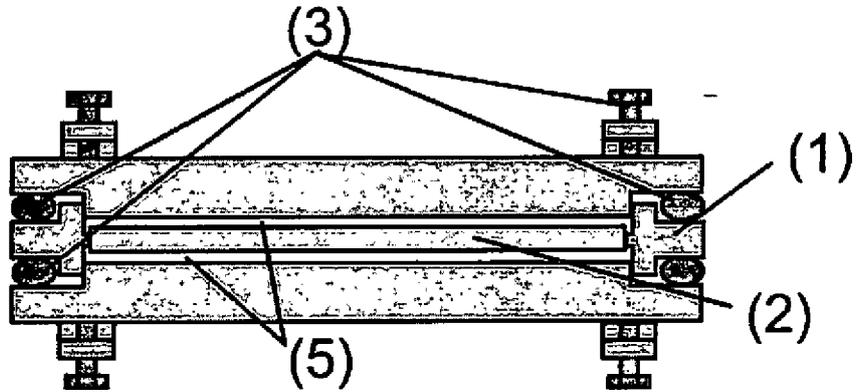


Bild 2

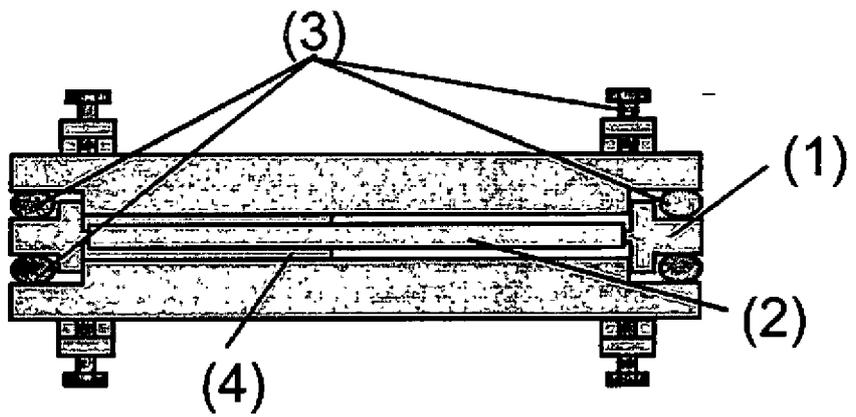


Bild 3

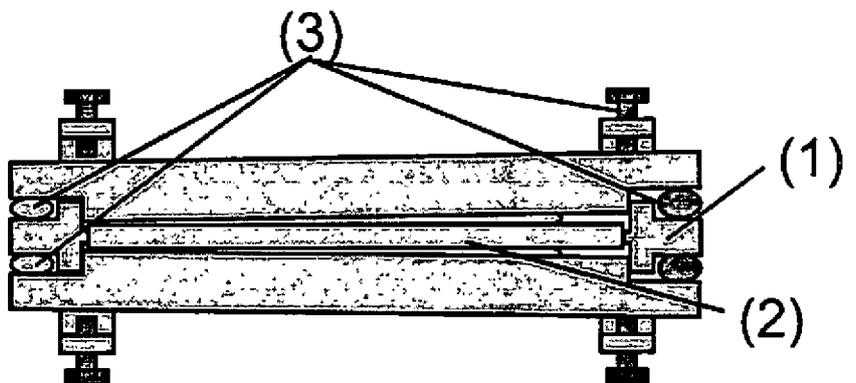


Bild 4

