

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. Juni 2009 (04.06.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2009/068127 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
B29C 70/30 (2006.01) B29D 22/00 (2006.01)  
B29C 33/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/007362

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. September 2008 (09.09.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 057 198.6  
28. November 2007 (28.11.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse 137,  
70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ILZHÖFER,  
Karl-Heinz [DE/DE]; Schimmingweg 37, 73230 Kirch-  
heim (DE). SLKIC, Asmir [DE/DE]; Burgunderweg 18,  
89075 Ulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,  
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,  
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,  
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,  
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,  
TD, TG).

Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A FIBER COMPOSITE HOLLOW BODY HAVING A FIBER ORIENTATION OPTI-  
MIZED FOR FORCE FLOW AND TENSION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES FASERVERBUND-HOHLKÖRPERS MIT KRAFLUSS- UND  
SPANNUNGSOPTIMIERTER FASERAUSRICHTUNG

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a fiber composite hollow body, particularly a hollow fiber composite  
component for a motor vehicle, comprising the following method steps: a) applying and fixing endless reinforcement fibers to a form  
corresponding to the later shape of the hollow body, the fiber material being disposed relative to the fiber composite hollow body  
to be produced so as to optimize force flow and tension, b) impregnating the reinforcement fibers with a curable resin c) curing the  
applied resin to form a fiber composite component, and d) dissolving, melting, or removing the lost form to create the fiber composite  
hollow body, characterized in that a lost form is used that has a complex geometry and the fibers are placed tightly onto the surface  
of the lost form, completely forming the surface contour.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung eines Faserverbund-Hohlkörpers, insbesondere eines hohlen Faserverbundbau-  
teils für ein Kraftfahrzeug, umfassend die Verfahrensschritte: a) Aufbringen und Befestigen von Endlos-Verstärkungsfasern auf eine  
dem späteren Hohlraum entsprechende verlorene Form, wobei die Anordnung des Fasermaterials bezogen auf den herzustellenden  
Faserverbund-Hohlkörper kraftfluss- und spannungsoptimiert erfolgt, b) Imprägnieren der Verstärkungsfasern mit einem härtbaren  
Harz c) Aushärten des aufgetragenen Harzes unter Bildung eines Faserverbundbauteils und d) Herauslösen, Herausschmelzen oder  
Entfernen der verlorenen Form unter Bildung des Faserverbund-Hohlkörpers dadurch gekennzeichnet, dass eine verlorene Form mit  
komplexer Geometrie verwendet wird und die Fasern unter vollständiger Abbildung der Oberflächenkontur dicht auf die Oberfläche  
der verlorenen Form aufgebracht werden.

WO 2009/068127 A1

Verfahren zur Herstellung eines Faserverbund-Hohlkörpers mit kraftfluss- und spannungsoptimierter Faserausrichtung

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung eines komplexen Faserverbund-Hohlkörpers, insbesondere eines hohlen FVK-bauteils für ein Kraftfahrzeug, wobei die Anordnung des Fasermaterials bezogen auf den herzustellenden Faserverbund-Hohlkörper kraftfluss- und spannungsoptimiert erfolgt.

Zu den gängigen Herstellungsverfahren rotationssymmetrischer faserverstärkter Verbundkörper, oder faserverstärkter Kunststoffe (FVK), gehört das Wickelverfahren. Für Rohre werden dabei beispielsweise Faserstränge, -bündel oder -bänder mit einem Reaktionsharz getränkt und auf eine rotierende zylindrische Form gewickelt. Die Haftung der Fasern erfolgt über die Zugspannung der aufgebracht Stränge. Nach dem Aushärten des Harzes wird die Form aus dem fertigen Rohr entfernt.

Dies ist bei geometrisch anspruchsvolleren Körpern, beispielsweise mit Hinterschnitten oder konvex- oder konkav-Übergängen kaum noch möglich. In diesen Fällen wird versucht, die Fasern auf verlorene Formen aufzuwickeln, die aus Salzen, Wachsen oder anderen Stoffen bestehen, welche nach der Fertigstellung der Wickelstruktur und Aushärtung des Harzes herausgelöst oder ausgeschmolzen werden. Auch hier müssen die Fasern durch ihre Zugspannung auf der Form haften, wodurch erhebliche geometrische Beschränkungen hinsichtlich der Fasergeometrie ergeben. Bei komplexen Formen kann die Druckkraft, welche das Fasermaterial auf den verlorenen Kern aufbringt auch ganz erhebliche Größen annehmen, was die

Ausgestaltung des Kerns und den Herstellungsvorgang verkompliziert und verteuert. Derartige Verfahren sind beispielsweise aus der DE 69810487 T2 bekannt.

Ein weiteres bekanntes Verfahren zur Herstellung faserverstärkter Verbundkörper ist das so genannte Drucksackverfahren, das bei der Massenproduktion von hohlen verstärkten Kunststoffteilen eingesetzt werden kann. Das Verstärkungsmaterial wird in Form von ausgeschnittenen Gewebestücken, Geflecht, SMC oder vorgeformten Verstärkungen in eine zweiteilige Form eingelegt. Ein Drucksack wird in die eingebracht und die Form geschlossen. Hierauf wird Flüssigharz in die Form eingespritzt, um das Verstärkungsmaterial zu durchtränken. Der Drucksack wird dann aufgeblasen und auf diese Weise wird das gegen die Innenseite der Form gedrückt. In diesem Zustand wird das Harz ausgehärtet. Beim Entformen wird der Drucksack entleert und wieder entfernt. Ein Wickelverfahren mit Drucksack ist beispielsweise in der US 36 10 563 offenbart. Diese Verfahren haben den Nachteil, dass sich eine gezielte lastpfadoptimierte Faserausrichtung nicht einstellen lässt.

Die bekannten Verfahren haben den Nachteil, dass sich die Verstärkungsfasern nur sehr beschränkt lastpfadoptimiert orientiert ausrichten lassen. Oberflächenkonturen, insbesondere Hinterschnitte, oder vergleichsweise kleine Ausnehmungen lassen sich kaum abbilden. Da die Fasern beispielsweise bei der Wickeltechnik unter Zugspannung aufgebracht werden müssen, werden Hinterschnitte und Ausnehmungen des Formkerns überspannt und somit nicht abbildbar. Bereits dort, wo die Fasern unter nur geringer oder gar ohne Zugspannung aufliegen, sind diese nicht mehr dicht auf der Oberfläche und können die Oberflächenkontur auch nicht mehr genau abbilden. Ähnliches gilt auch für die Drucksacktechnik.

Bei der Wickeltechnik ist auch die geometrische Ausrichtung der Verstärkungsfasern stark begrenzt, da nur die Ausrichtungen gewählt werden können, die eine Zugspannung der Fasern, bzw. eine Druckspannung auf den Kern ermöglichen. Bei der Drucksacktechnik ist die gezielt orientierte Ablage von Fasern in der Form nur schwer möglich. Das Pressen mit dem Drucksack kann die Faserorientierung noch deutlich verändern.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Herstellungsverfahren für hohle faserverstärkte Verbundbauteile, beziehungsweise FVK-Bauteile (Faser-Verstärkte-Kunststoff-Bauteile) bereit zu stellen, das die Bauteilkontur auch bei komplexen Geometrien wie Hinterschnitten oder konvex- oder konkav-Übergängen ermöglichen, sowie eine lastpfadoptimierte Ausrichtung der Fasern zulässt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einem Verfahren zur Herstellung eines Faserverbund-Hohlkörpers, insbesondere eines hohlen Faserverbundbauteils für ein Kraftfahrzeug, umfassend die Verfahrensschritte:

- a) Aufbringen und Befestigen von Endlos-Verstärkungsfasern auf eine dem späteren Hohlraum entsprechende verlorene Form, wobei die Anordnung des Fasermaterials bezogen auf den herzustellenden Faserverbund-Hohlkörper kraftfluss- und spannungsoptimiert erfolgt,
- b) Imprägnieren der Verstärkungsfasern mit einem härtbaren Harz
- c) Aushärten des aufgebracht Harzes unter Bildung eines Faserverbundbauteils und
- d) Herauslösen, Herausschmelzen oder Entfernen der verlorenen Form unter Bildung des Faserverbund-Hohlkörpers wobei eine verlorene Form mit komplexer Geometrie verwendet wird und die Fasern unter vollständiger Abbildung der

Oberflächenkontur dicht auf die Oberfläche der verlorenen Form aufgebracht werden, mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Eine weitere Lösung ist gegeben durch ein Verfahren mit den bestimmenden Verfahrensschritten:

- I) Aufbringen von Harz auf Endlos-Verstärkungsfasern oder -faserbündel unter Bildung von beharzten Endlos-Verstärkungsfasern
- II) Aufbringen der beharzten Endlos-Verstärkungsfasern auf eine dem späteren Hohlraum entsprechende verlorene Form, wobei die Anordnung des Fasermaterials bezogen auf den herzustellenden Faserverbund-Hohlkörper kraftfluss- und spannungsoptimiert erfolgt,
- III) Aushärten des aufgetragenen Fasermaterials unter Bildung eines Faserverbundbauteils und
- IV) Herauslösen, Herausschmelzen oder Entfernen der verlorenen Form unter Bildung des Faserverbund-Hohlkörpers, wobei das Aufbringen des Fasermaterials durch ein Ablegen, Weben, Flechten, Sticken und/oder mittels Nähen auf die verlorene Form erfolgt, mit den Merkmalen des Anspruchs 3.

In erster erfindungsgemäßer Ausgestaltung ist somit vorgesehen, die Verstärkungsfasern lastpfadoptimiert, beziehungsweise bezogen auf den herzustellenden Faserverbund-Hohlkörper kraftfluss- und spannungsoptimiert auf die verlorene Form aufzubringen. Dabei ist es von wesentlicher Bedeutung die Fasern unter vollständiger Abbildung der Oberflächenkontur und dicht auf die Oberfläche der verlorenen Form aufzubringen. Beim Aufbringen der Verstärkungsfasern werden diese durch geeignete Mittel auf dem verlorenen Kern befestigt. Mittels der Befestigung wird der erforderliche Andruck der Fasern auf die Oberfläche des Kerns erreicht, so dass diese dicht auf der Oberfläche anliegen und die Kontur abbilden. Die geometrische Ausrichtung der Fasern, insbesondere Faserbündel- oder Stränge, unterliegt dabei nun

nicht mehr den Beschränkungen des Wickelverfahrens oder des Pressverfahrens.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden bereits mit Harz imprägnierte Endlos-Verstärkungsfasern eingesetzt. Dabei ist es von wesentlicher Bedeutung, dass das Aufbringen des Fasermaterials durch ein Ablegen, Weben, Flechten, Sticken und/oder mittels Nähen auf die verlorene Form erfolgt. Durch diese Verfahren ist sicher gestellt, dass die Fasern dicht auf der Oberfläche liegen, die Oberflächenkontur der verlorenen Form genau abbilden und auch Hinterschnitte oder Ausnehmungen der verlorenen Form genau abgebildet werden. Zur Imprägnierung der Endlos-Verstärkungsfasern sind neben Flüssigharzen auch Feststoffharzpulver geeignet, die den Fasern vor der Fixierung beigegeben werden. Auch die Verwendung von Feststoffharz in Faserform, beispielsweise in der Form eines so genannten comingled yarn, ist eine geeignete Variante.

Die weiteren Verfahrensschritte sowie deren besondere Ausgestaltungsformen können für imprägnierte oder auch noch nicht imprägnierte Verstärkungsfasern analog angewendet werden.

Die Endlos-Verstärkungsfasern können aus Glasfasern, Kohlefasern, Keramikfasern, Metallfasern, Naturfasern oder einem Gemisch von mindestens zwei dieser Fasermaterialien bestehen. Besonders bevorzugt sind Kohlenstofffasern, Aramidfasern und Glasfasern. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind bei den Verstärkungsfasern auch thermoplastische Kunststofffasern enthalten.

Das Aufbringen der Verstärkungsfasern kann mittels der in der Textilverarbeitung gängigen fasertechnischen Anlagen erfolgen, wie zum Beispiel Weben-, Flecht-, Stick- oder Nähautomaten. Unter dem Begriff der „Fasern“ ist dabei zusammenfassend sowohl das Einzelfilament als auch

Faserbündel, Rovings oder Garne aus Endlos-Verstärkungsfasern zu verstehen.

Die Befestigung der Fasern kann dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen, insbesondere durch das Befestigen der aufgebrachten Endlos-Verstärkungsfasern durch Aufsticken, Aufnähen, Aufkleben oder durch mechanische Befestigungsmittel. Die unterschiedlichen Methoden der Befestigung können in geeigneter Weise kombiniert werden. Dies ist nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auch sehr einfach möglich, da die gesamte zu bearbeitende Oberfläche der verlorenen Form außen liegt, beziehungsweise eine Behinderung des Zugangs durch Pressformen oder dergleichen nicht existiert.

Die Befestigung wird in bevorzugter Ausgestaltung so durchgeführt, dass die Verstärkungsfasern auf den Untergrund, bzw. auf die Oberfläche des Kerns aufgenäht oder aufgestickt werden. Hierzu weist der verlorene Kern bevorzugt eine textile Oberfläche auf, die einen guten Haftgrund für den Nähfaden oder das Sticken bietet. Dies kann beispielsweise eine Stoffbespannung des verlorenen Kerns sein, die seinerseits nach dem Entfernen des verlorenen Kerns im fertigen Verbundbauteil verbleibt. Auch Kunststoffkerne, insbesondere auch Polymerschäum-Kerne sind für das Nähen oder Sticken geeignet.

Das Ablegen der Fasern, oder auch das konturnahe Weben auf der Oberfläche des verlorenen Kerns kann bevorzugt mit dem Nähen oder Sticken kombiniert werden. Ebenso ist ein Vernadeln zur Befestigung geeignet.

Weitere Möglichkeiten zur Befestigung der Fasern auf der Oberfläche sind mechanische Befestigungsmittel. Dies können beispielsweise Klammern oder Klebstreifen sein.

Des Weiteren kann die Befestigung über diskrete Klebepunkte oder Klebflächen erfolgen. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Klebemittel vor dem Ablegen der Fasern auf die verlorene Form aufgetragen werden. In einer bevorzugten Ausführung wird die Oberfläche der verlorenen Form zumindest in den Faserablagebereichen mit klebrigem Harz versehen. Geeignete Klebemittel sind auch Acrylatklebstoff oder Kautschukhaftkleber.

Die verlorene Form kann dabei beispielsweise mit einem, insbesondere bereits klebrigen, Reaktionsharz beschichtet werden, das erst durch einen auf die Fasern aufgetragenen Starter ausgehärtet wird. Beispielsweise kann die Faser unmittelbar vor dem Aufbringen mit einer dünnen Beschichtung von flüssigem Starter versehen werden, so dass das Reaktionsharz im Anschluss an das Aufbringen der Fasern schnell aushärtet. Besonders geeignet sind bei dieser Vorgehensweise kalt härtende Reaktionsharze.

Eine weitere zweckmäßige Variante sieht vor, dass das Befestigen der aufgebrachten Endlos-Verstärkungsfasern durch die Klebewirkung eines auf den Endlos-Fasern befindlichen Harzes erfolgt. Hierzu wird das Harz beziehungsweise das Klebemittel bevorzugt unmittelbar vor dem Aufbringen auf die verlorene Form auf die Fasern aufgebracht. Dies kann beispielsweise durch ein Imprägnierbad oder durch eine Imprägnierdüse am Fadenkopf der Textilmaschine erfolgen.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht zur Befestigung der Verstärkungsfasern auf der Oberfläche der verlorenen Form Retentionsstrukturen vor. Typische Retentionsstrukturen sind mikroskopische Haken, Schlingen oder Widerhaken ähnlich einem Klettverschluss. Die Strukturen können auch eine gesonderte Oberflächenbeschichtung der verlorenen Form darstellen, beispielsweise ein auf der Oberfläche befestigtes Klettverschluss-Gewebe. In letzterem Fall verbleibt das Gewebe nach dem Entfernen der verlorenen



Form am Verbundbauteil. In weiterer bevorzugter Ausgestaltung werden Retentionsstrukturen mit Klebemitteln kombiniert eingesetzt.

Nach der Befestigung der Verstärkungsfasern, beziehungsweise deren Fixierung muss das Matrixmaterial, in der Form eines härtbaren Harzes in die Fasern eingebracht werden. Diese Imprägnierung erfolgt durch Infiltration des Gesamtgebildes aus Fasern und verlorenem Kern. Hier sind bekannte Verfahren wie RTM (Resin Transfer Molding) oder Vakuuminjektion verwendbar. Bei diesen Verfahren erfolgt die Aushärtung des Matrix-Harzes in der Regel unmittelbar im Anschluss an die Imprägnierung unter Bildung eines Faserverbundbauteils.

Als härtbare Harze für die Matrix sind die meisten gängigen thermischen, kalthärtenden oder UV-härtenden Harzsysteme geeignet. Bevorzugte Harzsysteme umfassen Polyester, Polyurethane, und/oder Polyamide.

Zur Aushärtung thermisch härtender Harze ist die Verwendung eines Autoklaven besonders geeignet. Der während der Aushärtung einwirkende Druck führt zu porenarmen, fehlerarmen Verbundbauteilen. Durch zusätzliche Verwendung von Außenkernen sind hier besonders genaue Geometrien und eine verbesserte Oberflächenqualität zu erzeugen. Hierbei sind in der Regel keine weiteren Werkzeuge aus Stahl oder Aluminium erforderlich. Daher sind auch Prototypen und geringe Stückzahlen wirtschaftlich zu fertigen.

Das Aushärten gemäß Verfahrensschritt c) kann aber auch in einer Pressform durch Pressen, gegebenenfalls unter Erwärmung erfolgen. Dabei reicht es typischerweise aus, wenn die Pressform nur die grobe Kontur des Verbundbauteils wiedergibt. Die Abbildung der feinen Kontur, bzw. die Hinterschnitte und Ausnehmungen werden durch die erfindungsgemäße dichte Ablage und Befestigung der Fasern erreicht.

Die verlorene Form, insbesondere gebildet durch einen formgebenden Kern, wird nach der Aushärtung entfernt (Verfahrensschritt d). Bevorzugt werden dabei Formen oder verlorene Kerne eingesetzt, die sich auflösen oder aufschmelzen lassen. Unter den Kunststoffkernen sind Polymerschäum-Kerne besonders bevorzugt. Unter den schmelzbaren Kernen sind Kunststoffe oder auch Wachskerne geeignet. Ebenso sind auch Wachs- oder Kunststoff-gebundene Sandkerne anwendbar. Kunststoffkerne bieten in der Regel einen guten Haftgrund für Klebemittel oder zum Aufkleben von speziellen Retentionsmitteln.

Die Kerne müssen dabei nicht massiv sein, sondern können ebenso auch Hohlräume aufweisen. Hierdurch kann die Herstellung vereinfacht und der Materialeinsatz verringert werden.

Auch zusammengesetzte Kerne, welche sich zum Entfernen in geeigneter Weise wieder zerlegen lassen, sind geeignet.

Der Verfahrensschritt zum Aufbringen und Befestigen der Endlos-Verstärkungsfasern eignet sich in hervorragender Weise ebenso zum gleichzeitigen Integrieren von Funktionsteilen in die Faserstruktur. Die Funktionsteile können beispielsweise in die Fasern eingenäht oder aufgestickt werden.

In einer bevorzugten Variante sind die Funktionsteile an der Oberfläche der verlorenen Form angeordnet, so dass die verlorene Form als Trägerstruktur wirkt. Zur Fixierung können die Teile beispielsweise teilweise in den verlorenen Kern hineinragen. Die Funktionsteile sind bevorzugt ausgewählt aus Faserprepregs, Metallteilen und/oder Kunststoffteilen.

Werden Faserprepregs als Funktionsteile verwendet, so ergibt sich hier die sehr kostengünstige Möglichkeit begrenzte Bereiche mit massiver Materialansammlung beziehungsweise

Bauteildicke zu realisieren. Die Härtung der Prepregs erfolgt zweckmäßigerweise im Verfahrensschritt c).

Als metallische Funktionsteile sind insbesondere Hülsen für metallische Befestigungselemente, wie Schrauben sowie Schweißblaschen oder Scharniere von Bedeutung.

Bevorzugte Anwendung finden derartige Faserverbundbauteile im Kraftfahrzeugbau, insbesondere bei der Herstellung von Boden- oder Wandteilen in der Kraftfahrzeugzelle oder im Interieur von Automobilen.

Der Faserverbund-Hohlkörper kann auch als Grünkörper für die Herstellung von CFC (Carbon fiber reinforced carbon), bzw. C/C-Verbundkörper, oder auch CMC-Verbundkörper (ceramic matrix composites) Verwendung finden. Hierzu werden die FVK-BAzteile in bekannter Weise carbonisiert und erforderlichenfalls infiltriert und nachverdichtet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Faserverbund-Hohlkörpers, insbesondere eines hohlen Faserverbundbauteils für ein Kraftfahrzeug, umfassend die Verfahrensschritte:
  - a) Aufbringen und Befestigen von Endlos-Verstärkungsfasern auf eine dem späteren Hohlraum entsprechende verlorene Form, wobei die Anordnung des Fasermaterials bezogen auf den herzustellenden Faserverbund-Hohlkörper kraftfluss- und spannungsoptimiert erfolgt,
  - b) Imprägnieren der Verstärkungsfasern mit einem härtbaren Harz
  - c) Aushärten des aufgebracht Harzes unter Bildung eines Faserverbundbauteils und
  - d) Herauslösen, Herausschmelzen oder Entfernen der verlorenen Form unter Bildung des Faserverbund-Hohlkörpersdadurch gekennzeichnet, dass eine verlorene Form mit komplexer Geometrie verwendet wird und die Fasern unter vollständiger Abbildung der Oberflächenkontur dicht auf die Oberfläche der verlorenen Form aufgebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufbringen des Fasermaterials durch ein Ablegen, Weben, Flechten, Sticken oder durch Nähen auf die verlorene Form erfolgt.

3. Verfahren zur Herstellung eines Faserverbund-Hohlkörpers, insbesondere eines hohlen Faserverbundbauteils für ein Kraftfahrzeug, umfassend die Verfahrensschritte:
  - I) Aufbringen von Harz auf Endlos-Verstärkungsfasern oder -faserbündel unter Bildung von beharzten Endlos-Verstärkungsfasern
  - II) Aufbringen der beharzten Endlos-Verstärkungsfasern auf eine dem späteren Hohlraum entsprechende verlorene Form, wobei die Anordnung des Fasermaterials bezogen auf den herzustellenden Faserverbund-Hohlkörper kraftfluss- und spannungsoptimiert erfolgt,
  - III) Aushärten des aufgetragenen Fasermaterials unter Bildung eines Faserverbundbauteils und
  - IV) Herauslösen, Herausschmelzen oder Entfernen der verlorenen Form unter Bildung des Faserverbund-Hohlkörpers, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufbringen des Fasermaterials durch ein Ablegen, Weben, Flechten, Sticken und/oder mittels Nähen auf die verlorene Form erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigen der aufgetragenen Endlos-Verstärkungsfasern durch Aufsticken, Aufnähen, Aufkleben oder durch mechanische Befestigungsmittel erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigen der aufgetragenen Endlos-Verstärkungsfasern durch die Klebewirkung eines auf die Endlos-Fasern befindlichen Harzes erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der verlorenen Form zumindest in den Faserablagebereichen mit klebrigem Harz versehen wird.
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der verlorenen Form zumindest in den Faserablagebereichen mit einer Retentionsstruktur, insbesondere Widerhaken ähnlich einem Klettverschluss, versehen wird.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der verlorenen Form zumindest in den Faserablagebereichen durch ein textiles Material gebildet wird.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigung der Endlos-Verstärkungsfasern mit der verlorenen Form durch mechanische Befestigungsmittel erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine verlorene Form mit Hinterschnitten oder oberflächlichen Ausnehmungen verwendet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Harz aus der Gruppe der thermischen, kalthärtenden

oder UV-härtenden Polyester, Polyurethane, und/oder Polyamide ausgewählt ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Aushärten gemäß Verfahrensschritt c) ein Pressen und/oder Erwärmen umfasst.
13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verlorene Form aus schmelzbarem und/oder löslichem Kunststoff oder geschäumtem Kunststoff aufgebaut wird.
14. Verfahren nach einem der voran gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verlorene Form aus Wachs aufgebaut wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Endlos-Verstärkungsfasern aus Glasfasern, Kohlefasern, Keramikfasern, Metallfasern, Naturfasern oder einem Gemisch von mindestens zwei dieser Fasermaterialien oder aus einer Kombination dieser Fasern mit thermoplastischen Kunststofffasern bestehen.
16. Verfahren nach einem der voran gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Aufbringen der Endlos-Verstärkungsfasern Funktionsteile in die Faserstruktur eingebunden werden.
17. Verfahren nach einem der voran gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsteile an der Oberfläche der verlorenen Form

angeordnet sind, wobei die verlorene Form als Trägerstruktur wirkt.

18. Verfahren nach einem der voran gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsteile ausgewählt sind aus Faserprepregs, Metallteilen und/oder Kunststoffteilen.
19. Hohles Faserverbundbauteil für ein Kraftfahrzeug, hergestellt nach einem der Ansprüche 1 bis 18.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/007362

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. B29C70/30 B29C33/52 B29D22/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B29C B29B B29D.

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/033221 A1 (NAKAMURA TETSUYA [JP]) 21 March 2002 (2002-03-21)	1-5, 10-13, 15,19
Y	paragraphs [0019], [0063], [0067], [0133]; claims 1,5,7	6,14, 16-18
X	EP 0 284 497 A (AEROSPATIALE [FR]) 28 September 1988 (1988-09-28)	1,2,4, 7-12,15, 19
Y	column 1, line 32 - line 36 column 7, line 48 - line 52 column 9, line 39 - line 41; claim 1	6,14, 16-18
Y	US 5 518 564 A (DARRIEUX JEAN-LOUIS [FR]) 21 May 1996 (1996-05-21) column 2, line 42 - line 53 column 4, line 40 - line 50	6
-/--		

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 Januar 2009

Date of mailing of the international search report

16/01/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Wallene, Allard

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/007362

(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	NL 7 603 432 A (MUELLER & CO HELIOS APP) 6 September 1977 (1977-09-06) page 4, line 16 - line 23 -----	14,16-18
Y	US 6 324 833 B1 (SINGER VICTOR [US] ET AL) 4 December 2001 (2001-12-04) column 2, line 48 - line 55 column 5, line 42 - column 6, line 40 -----	16,18

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/007362

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)
US 2002033221	A1	21-03-2002	NONE
<hr/>			
EP 0284497	A	28-09-1988	CA 1319081 C 15-06-1993
			CA 1302208 C 02-06-1992
			DE 3861692 D1 07-03-1991
			DK 158488 A 26-09-1988
			FR 2612950 A1 30-09-1988
			IE 60054 B1 18-05-1994
			JP 1619986 C 30-09-1991
			JP 2044945 B 05-10-1990
			JP 63315656 A 23-12-1988
			NO 881317 A 26-09-1988
			US 4863660 A 05-09-1989
			US 4917756 A 17-04-1990
			US 5019435 A 28-05-1991
<hr/>			
US 5518564	A	21-05-1996	NONE
<hr/>			
NL 7603432	A	06-09-1977	BE 841856 A1 01-09-1976
			DE 2609006 A1 08-09-1977
			DK 125776 A 05-09-1977
			ES 446651 A1 01-06-1977
			FR 2342834 A1 30-09-1977
			GB 1549052 A 01-08-1979
			JP 52107069 A 08-09-1977
			US 4248817 A 03-02-1981
			ZA 7604360 A 27-07-1977
<hr/>			
US 6324833	B1	04-12-2001	NONE
<hr/>			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/007362

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B29C70/30 B29C33/52 B29D22/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 B29C B29B B29D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/033221 A1 (NAKAMURA TETSUYA [JP]) 21. März 2002 (2002-03-21)	1-5, 10-13, 15,19
Y	Absätze [0019], [0063], [0067], [0133]; Ansprüche 1,5,7	6,14, 16-18
X	EP 0 284 497 A (AEROSPATIALE [FR]) 28. September 1988 (1988-09-28)	1,2,4, 7-12,15, 19
Y	Spalte 1, Zeile 32 - Zeile 36 Spalte 7, Zeile 48 - Zeile 52 Spalte 9, Zeile 39 - Zeile 41; Anspruch 1	6,14, 16-18
Y	US 5 518 564 A (DARRIEUX JEAN-LOUIS [FR]) 21. Mai 1996 (1996-05-21) Spalte 2, Zeile 42 - Zeile 53 Spalte 4, Zeile 40 - Zeile 50	6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Januar 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/01/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Wallene, Allard

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2008/007362

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	NL 7 603 432 A (MUELLER & CO HELIOS APP) 6. September 1977 (1977-09-06) Seite 4, Zeile 16 - Zeile 23 -----	14, 16-18
Y	US 6 324 833 B1 (SINGER VICTOR [US] ET AL) 4. Dezember 2001 (2001-12-04) Spalte 2, Zeile 48 - Zeile 55 Spalte 5, Zeile 42 - Spalte 6, Zeile 40 -----	16, 18

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/007362

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002033221	A1	21-03-2002	KEINE	
EP 0284497	A	28-09-1988	CA 1319081 C	15-06-1993
			CA 1302208 C	02-06-1992
			DE 3861692 D1	07-03-1991
			DK 158488 A	26-09-1988
			FR 2612950 A1	30-09-1988
			IE 60054 B1	18-05-1994
			JP 1619986 C	30-09-1991
			JP 2044945 B	05-10-1990
			JP 63315656 A	23-12-1988
			NO 881317 A	26-09-1988
			US 4863660 A	05-09-1989
			US 4917756 A	17-04-1990
			US 5019435 A	28-05-1991
US 5518564	A	21-05-1996	KEINE	
NL 7603432	A	06-09-1977	BE 841856 A1	01-09-1976
			DE 2609006 A1	08-09-1977
			DK 125776 A	05-09-1977
			ES 446651 A1	01-06-1977
			FR 2342834 A1	30-09-1977
			GB 1549052 A	01-08-1979
			JP 52107069 A	08-09-1977
			US 4248817 A	03-02-1981
			ZA 7604360 A	27-07-1977
US 6324833	B1	04-12-2001	KEINE	