(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
18. Juni 2009 (18.06.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/074419 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 70/44 (2006.01) *B29D 22/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/065355

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. November 2008 (12.11.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 060 029.3 13. Dezember 2007 (13.12.2007) DE
61/007,492 13. Dezember 2007 (13.12.2007) US

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE]; Kreetslag 10, 21129 Hamburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **LENGSFELD, Hauke** [DE/DE]; Ampferweg 26, 21717 Helmste (DE). **REYE, Volker** [DE/DE]; Nettelhof 2, 22609 Hamburg (DE).

(74) Anwalt: **PECKMANN, Ralf**; Friedrichstrasse 31, 80801 München (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, DE, 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.

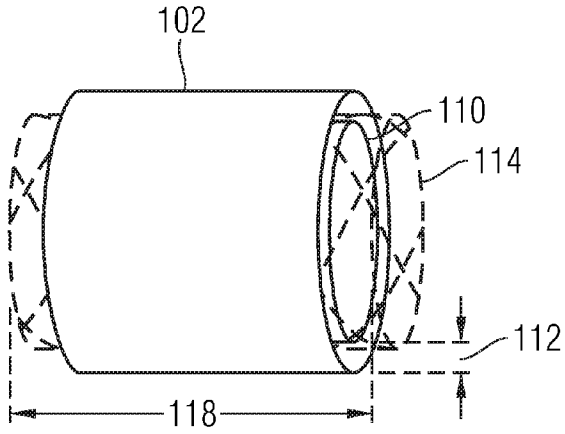
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING TUBE-SHAPED STRUCTURAL COMPONENTS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG RÖHRENFÖRMIGER STRUKTURBAUTEILE

Fig. 1B



(57) **Abstract:** The present invention relates to a method for producing a tube-shaped structural component (100). A tube-shaped forming tool (102) having an inner forming surface corresponding to an outer surface (104) of the structural component (100) is provided. A carrier surface (108) of an expandable carrier (110), shaped so that it fills out the forming tool (102) in the non-expanded state while leaving an expansion distance between the carrier surface (108) and the forming surface (106), is covered with a hose-shaped fiber mass. After disposing the carrier (110) in the forming tool (102), the fiber mass (114) is pressed against the forming surface (106) by expanding the carrier (110) and infiltrated with a curable matrix (115). Another aspect of the invention relates to a device for producing a tube-shaped structural component.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/074419 A1

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*

— *mit geänderten Ansprüchen und Erklärung*

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils (100). Ein röhrenförmigen Formwerkzeug (102) mit einer entsprechend einer Aussenf lache (104) des Strukturbauteils (100) geformten inneren Formfläche wird bereitgestellt. Eine Trägerfläche (108) eines expandierbaren Trägers (110), der so geformt ist, dass er in einem nicht expandierten Zustand das Formwerkzeug (102) unter Belassen eines Expansionsabstands der Trägerfläche (108) zur Formfläche (106) ausfüllt, wird mit einem schlauchförmigen Fasergelege bedeckt. Nach Anordnen des Trägers (110) im Formwerkzeug (102) wird das Fasergelege (114) durch Expandieren des Trägers (110) an die Formfläche (106) gepresst und mit einer aushärtbaren Matrixt (115) Infiltriert. Unter einem anderen Gesichtspunkt wird eine Vorrichtung zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils geschaffen.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung röhrenförmiger Strukturbauteile

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen eines röhrenförmigen Strukturbauteils, insbesondere einer Rumpftonnensektion eines Luft- oder Raumfahrzeugs.

Obwohl auf beliebige röhrenförmige Strukturbauteile mit beliebigen Querschnittsformen anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrunde liegende Problematik in Bezug auf die Herstellung von Rumpftonnensektionen von Flugzeugen näher erläutert.

Beim Bau von Flugzeugrümpfen insbesondere für Verkehrsflugzeuge ist es üblich, röhren- oder tonnenförmige Rumpfsektionen einzeln vorzufertigen und in einer anschließenden Endmontage zum fertigen Flugzeugrumpf zusammenzusetzen. Als Werkstoffe werden zunehmend Faserverbundwerkstoffe wie z.B. kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) verwendet, mit denen eine hohe Stabilität der Sektionen bei geringerem Gewicht erreicht werden kann.

Die Herstellung einer Rumpftonnensektion auf Grundlage von Faserverbundwerkstoffen erfolgt gemäß einem herkömmlichen Verfahren mit Hilfe eines Wickelkörpers als Positivwerkzeug, auf den Lagen eines mit einer Harzmatrix vorimprägnierten Fasermaterials (Prepregs) aufgewickelt und anschließend ausgehärtet werden, z.B. durch eine Wärmebehandlung. Der Faserlege- (Fiber Placement) oder Wickelvorgang ist aufgrund der Größe des Bauteils und unterschiedlicher Faserrichtungen der Prepreglagen sehr zeitintensiv.

Da schon geringe Abweichungen im Durchmesser benachbarter Rumpftonnensektionen die Endmontage behindern können, muss der Wickelkörper eine hohe Maßgenauigkeit aufweisen und darf sich nach dem Faserlegevorgang, z.B. während einer Wärmebehandlung, nicht mehr ausdehnen. Gleichzeitig ist es notwendig, den Wickelkörper teilbar oder zusammenlegbar auszuführen, so dass er nach dem Aushärtevorgang durch Teilen bzw. Zusammenlegen nach innen hin geschrumpft und aus der Rumpftonnensektion entfernt werden kann. Die Bereitstellung eines Wickelkörpers, der diese Eigenschaften vereint, ist mit hohen Kosten verbunden.

Um eine Rumpftonnensektion mit glatter Außenfläche und entsprechend vorteilhaften aerodynamischen Eigenschaften zu erhalten, werden für den Aushärtevorgang zusätzlich Druckbleche aufgelegt. Dabei darf sich zwischen Druckblech und Prepreggelege kein Hilfsmaterial wie z.B. Abreiß- oder Belüftungsgewebe befinden, da dieses zu einer rauen Oberfläche der Rumpftonnensektion führen würde. Im Allgemeinen ist es nicht möglich, überschüssiges Harz oder Luft aus dem Raum zwischen dem Wickelkörper und den Druckblechen zu entsorgen. Mangelnde Entsorgung von Harz oder Luft führt jedoch leicht zu porösen und damit minderwertigen Bauteilen.

Weitere Probleme sind dadurch bedingt, dass sich die Dicke des Prepreggeleges während des Aushärtevorgangs um den sogenannten Setzweg verringert, was bei der Formgebung und beim Andrücken der Druckbleche zu berücksichtigen ist. Der Setzweg des Prepregmaterials kann jedoch abhängig von der Materialcharge schwanken und so z.B. bei einer Charge mit einem relativ großen Setzweg zur Ursache von Porositäten werden. Da der Innendurchmesser der Rumpftonnensektion durch den Außendurchmesser des Wickelkörpers fest vorgegeben ist, verringert sich während des allmählichen Setzens des Prepreggeleges der Außendurchmesser der Rumpftonnensektion. Das Prepreggelege wird

folglich in Umfangsrichtung der Sektion zusammengeschoben, was leicht zu unerwünschten Welligkeiten der Fasern führt.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei der Herstellung von röhrenförmigen Strukturbauteilen und insbesondere von Rumpftonnensektionen eine hohe Qualität bei geringen Kosten zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 14 gelöst.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, zur Herstellung des Strukturbauteils ein ebenfalls röhrenförmiges Formwerkzeug zu verwenden, das als ein Negativwerkzeug ausgebildet ist, d.h. eine innere Formfläche aufweist, die ein Negativ der auszubildenden Außenfläche des Strukturbauteils darstellt. Der Begriff „röhrenförmig" ist hierbei nicht auf Röhren mit kreisförmigen Querschnitten beschränkt, sondern schließt ausdrücklich Röhren mit elliptischen, rechteckigen oder anderen, beliebig geformten Querschnitten ein, wobei der Querschnitt über die Länge der Röhre nicht konstant zu sein braucht, sondern sich verengen, aufweiten oder anderweitig verformen kann.

Um Fasergelege an der Innenfläche des Formwerkzeugs anzuordnen, wird weiterhin ein Träger bereitgestellt, der expandierbar ist, d.h. wahlweise zumindest in einen expandierten und einen nicht expandierten Zustand gebracht werden kann. Im nicht expandierten Zustand weist der Träger eine Form auf, die kleiner ist als der von der Innenfläche des Formwerkzeugs umschriebene Raum, sodass der Träger in diesem Zustand im Inneren des Formwerkzeugs anordbar ist. Dabei verbleibt zwischen der Innenfläche des Formwerkzeugs und einer Außenfläche

des Trägers ein Mindestabstand, der hier als Expansionsabstand bezeichnet werden soll.

Die bei Anordnung des Trägers im Formwerkzeug der Innenfläche des Formwerkzeugs gegenüber liegende Außenfläche des Trägers dient als Trägerfläche, die während des Herstellungsverfahrens das zu verarbeitende Fasergelege trägt. Das Fasergelege wird in Schlauchform bereitgestellt und auf der Trägerfläche angeordnet, sodass die Trägerfläche durch das schlauchförmige Gelege bedeckt ist. Beispielsweise wird das schlauchförmige Fasergelege über den Träger gezogen, während sich dieser im nicht expandierten Zustand frei zugänglich außerhalb des Formwerkzeugs befindet.

Der Träger wird sodann derart im Formwerkzeug angeordnet, dass die vom schlauchförmigen Fasergelege bedeckte Trägerfläche der Innenfläche des Formwerkzeugs gegenüberliegt, wobei zwischen dem Fasergelege und der Innenfläche der um die Dicke des Fasergeleges verminderte Expansionsabstand verbleibt. Der Träger wird nun expandiert, wodurch dieser verbliebene Abstand auf Null schrumpft und das Fasergelege von der Trägerfläche des expandierten Trägers gegen die Innenfläche des Formwerkzeugs gepresst wird. In einem abschließenden Schritt wird das zwischen der Trägerfläche und der Innenfläche des Formwerkzeugs gehaltene Fasergelege mit einer aushärtbaren Matrix infiltriert.

Die Verwendung eines Negativwerkzeugs, das die Außenkontur der Rumpftonnensektion abbildet, ermöglicht es, die gewünschten Außenmaße mit hoher Genauigkeit einzuhalten. Das Formwerkzeug kann ohne großen konstruktiven Aufwand einteilig oder auf einfache Weise nach außen hin aufklappbar oder zerlegbar ausgeführt werden. Der Aufbau des Fasergeleges unabhängig vom Form- und Aushärtewerkzeug auf dem Träger ermöglicht, mehrere für ein gegebenes Formwerkzeug passende Träger bereitzustellen und umschichtig einen der Träger außerhalb des Formwerkzeugs mit Fasergelege zu beschicken, während ein

anderer Träger sich zur Aushärtung im Formwerkzeug befindet. Auf diese Weise lassen sich Formwerkzeug und ggf. eine Aushärtestation kontinuierlich nutzen, was die Herstellungskosten senkt und Wartezeiten verkürzt.

Die Verwendung von Fasergelege, das mit einer separat bereitgestellten Matrix infiltriert wird, bietet gegenüber der herkömmlichen Verwendung von Prepregs weitere Zeitvorteile und größere Freiheiten in der konstruktiven Auslegung der hergestellten Strukturbauteile. Da das Fasergelege durch die Expansion des Trägers in Umfangsrichtung gedehnt wird, werden Faserwelligkeiten vermieden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung beträgt der Expansionsabstand zwischen 1 und 10 cm, z.B. etwa 5 cm. Bei einem derartigen Abstand verbleibt zwischen der Trägerfläche und der Innenfläche des Formwerkzeugs genügend Spielraum, um den Träger besonders rasch und berührungslos in das Formwerkzeug hinein und wieder hinaus zu bewegen, während andererseits vermieden wird, das schlauchförmige Gelege während des Expandierens zu überdehnen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung erfolgt das Bedecken der Trägerfläche derart, dass Fasern einer Faserlage des Fasergeleges diagonal um den Träger verlaufen. Dies ermöglicht vorteilhaft, das schlauchförmige Fasergelege radial zu expandieren, wobei sich der Neigungswinkel der Fasern ändert, ohne dass die Fasern in ihrer Längenrichtung überdehnt werden. Vorzugsweise weist das schlauchförmige Fasergelege nach dem Bedecken des Trägers eine größere Länge auf, als das Strukturbauteil, so dass beim radialen Expandieren des Trägers sich das Fasergelege in seiner Längsrichtung kontrahieren kann, ohne dass es zu einer unvollständigen Bedeckung der Trägerfläche kommt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung umfasst der Träger eine Druckmembran, wobei das Expandieren des Trägers durch Erzeu-

gen einer Druckdifferenz zwischen einem Innenbereich des Trägers und einem Zwischenbereich zwischen der Druckmembran und dem Formwerkzeug erfolgt. Die Druckmembran übt über die gesamte Innenfläche des röhrenförmigen Formwerkzeugs einen gleichmäßigen, mittels der Druckdifferenz präzise einstellbaren Anpressdruck auf das schlauchförmige Fasergelege aus, was eine besonders gleichmäßige Formung der Wand des Strukturbauteils ermöglicht.

Vorzugsweise wird zum Erzeugen der Druckdifferenz der Druck im Innenbereich des Trägers über den Atmosphärendruck hinaus erhöht. Geeignete Kompressionsvorrichtungen lassen sich im Innern des Trägers unterbringen, so dass beim Anordnen des Trägers im Formwerkzeug der Träger ohne Abdichten z.B. des Zwischenbereichs expandierbar ist. Alternativ oder zusätzlich wird zum Erzeugen der Druckdifferenz der Druck im Zwischenbereich zwischen der Druckmembran und dem Formwerkzeug unter den Atmosphärendruck abgesenkt. Dies ermöglicht, den Innenbereich z.B. zur Inspektion zugänglich zu machen. Die Druckmembran braucht nicht für hohe Absolutdrücke ausgelegt zu werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist weiterhin ein Schritt des Anordnens eines Versteifungselements zwischen der Trägerfläche und dem Fasergelege vorgesehen. Dies ermöglicht, in einem Arbeitsgang mit der Herstellung des Strukturbauteils das Versteifungselement, z.B. einen Stringer, an das Strukturbauteil anzubinden. Vorzugsweise wird das Versteifungselement während des Expandierens des Trägers in mindestens einem in einer radialen Richtung des röhrenförmigen Formwerkzeugs verlaufenden Führungsschlitz geführt. So wird das Versteifungselement ohne Verkanten präzise an die gewünschte Anbindeposition geführt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird das Versteifungselement als vorgetränktes oder ungetränktes Faserhalbzeug zwischen der Trägerfläche und dem Fasergelege angeordnet.

Durch gemeinsames Infiltrieren des Versteifungselements und der Wandung des röhrenförmigen Strukturbauteils sowie durch gemeinsames Aushärten wird das Versteifungselement angebunden.

Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung wird das Versteifungselement als vorausgehärtetes Faserhalbzeug zwischen der Trägerfläche und dem Fasergelege angeordnet. Dies ermöglicht die Verklebung (Co-Bonding) des Versteifungselements mit der Wandung des röhrenförmigen Strukturbauteils, wobei z.B. die aushärtbare Matrix, mit der das schlauchförmige Fasergelege infiltriert wird, als Kleber dient.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird das Versteifungselement in einer entsprechend ausgebildeten Vertiefung der Trägerfläche angeordnet. Dies erleichtert das Beschicken des Trägers mit dem Versteifungselement.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird ein Platzhalter in einem Hohlraum zwischen dem Versteifungselement und dem schlauchförmigen Fasergelege angeordnet. Dieser Platzhalter hält während des Aushärtevorgangs, wenn das Versteifungselement dem gegenseitigen Druck der Trägerfläche und der Innenfläche des Formwerkzeugs ausgesetzt ist, den gewünschten Hohlraum des Versteifungselements frei. Vorzugsweise weist der Platzhalter eine Membranhülle auf, wobei weiterhin ein Schritt des Expandierens des Platzhalters durch Erhöhen eines Drucks in der Membranhülle vorgesehen ist. Ein derartig expandierbarer Platzhalter kann nach dem Aushärtevorgang wieder geschrumpft und daher leicht entfernt werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist mindestens ein Führungsdeckel zur Anbringung an mindestens einem Ende des Formwerkzeugs und/oder des Trägers vorgesehen. Der Führungsdeckel weist einen in einer radialen Richtung des röhrenförmigen Formwerkzeugs verlaufenden Führungsschlitz zur Führung des Versteifungselements auf.

Durch den Führungsschlitz werden während des Expandierens des Trägers das Versteifungselement unabhängig von seiner Form und der Form der Trägerfläche präzise in radialer Richtung an die gewünschte Position an der Innenseite des Strukturbauteils geführt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren der Zeichnung näher erläutert.

Von den Figuren zeigen:

Fig. 1A-C schematische Perspektivansichten einer Vorrichtung zur Herstellung einer Rumpftonnensektion eines Flugzeugs gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2A-G ausschnitthafte Querschnittsansichten einer Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform, bei der Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils; und

Fig. 3A-D ausschnitthafte Querschnittsansichten einer Vorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform, bei der Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils.

In den Figuren bezeichnen dieselben Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

Figur 1A bis 1C zeigt in drei schematischen Perspektivansichten eine Vorrichtung zur Herstellung einer Rumpftonnensektion eines Flugzeugs, wobei in jeder der drei Figuren unterschiedliche Schritte eines Herstellungsverfahrens dargestellt sind. Die herzustellende Rumpftonnensektion hat angenähert die Form eines Zylindermantels, wobei der Querschnitt typischerweise

von der idealen Kreisform abweicht und sich über die Länge der Sektion verändert.

In Fig. 1A dargestellt ist ein röhrenförmiges Formwerkzeug 102, mit einer Innenfläche 106, die entsprechend der gewünschten Form der Außenfläche der herzustellenden Rumpftonnensektion geformt ist. Das Formwerkzeug 102 ist ein sogenanntes Negativwerkzeug, da seine Innenfläche 106 eine Negativform zur Außenfläche der Rumpftonnensektion bildet. Neben dem Formwerkzeug 102 befindet sich ein Träger 110 zum Tragen eines schlauchförmigen Fasergeleges 114.

Der Träger 110 ist annähernd zylindrisch geformt, mit etwa der gleichen Länge wie das Formwerkzeug 102 und einem Außendurchmesser, der etwas geringer ist als der Innendurchmesser des Formwerkzeugs. Dadurch lässt er sich sowohl innerhalb des Formwerkzeugs 102 als auch außerhalb anordnen. Der Träger 110 umfasst ein inneres Gerüst, das die gezeigte Form festlegt, und ist an seiner Mantelfläche 108 mit einer elastischen Druckmembran überzogen, die einen Innenbereich des Trägers druckdicht vom Außenraum trennt. Zum leichten, berührungslosen Ineinanderschieben können der Träger und/oder das Formwerkzeug z.B. mit hier nicht gezeigten Rollen versehen sein.

Die Oberfläche der um die Mantelfläche 108 des angenähert zylindrischen Trägers 110 angeordnete Druckmembran bildet eine Trägerfläche 108, die bei der Herstellung der Rumpftonnensektion das schlauchförmige Fasergelege 114 trägt. Zu Beginn des Herstellungsverfahrens wird der Träger 110 außerhalb des Formwerkzeugs 102 angeordnet. Das schlauchförmige Fasergelege 114 wird zugeschnitten und über den Träger 110 gezogen, bis es die Trägerfläche 108 vollständig bedeckt. Als Fasergelege 114 wird z.B. ein nicht gewebtes Gelege wie z.B. sogenanntes NCF (Non-Crimped Fabric) aus Kohlenstofffasern oder anderen geeigneten Fasern verwendet, das entsprechend konstruktiven Details der herzustellenden Rumpfsektion lokal verstärkt sein kann. Das Fasergelege 114 umfasst mehrere Faserlagen unter-

schiedlicher Orientierung, in denen die Fasern 116 wie beispielhaft gezeigt diagonal, d.h. schraubenförmig um den Umfang des Trägers 110 verlaufen. In weiteren, nicht gezeigten Faserlagen verlaufen Fasern in anderen Neigungswinkeln diagonal oder parallel zur Längsrichtung des Trägers 110.

Die Länge 118 des zugeschnittenen schlauchförmigen Fasergeleges 114 ist größer als die Länge des Trägers 110 und des Formwerkzeugs 102, so dass das Fasergelege 114 die Trägerfläche 108 des Trägers 110 nicht nur bedeckt, sondern an beiden Enden des Trägers 110 über diesen hinausragt.

Figur 1B zeigt einen nachfolgenden Schritt des Herstellungsverfahrens, in dem der von dem Fasergelege 114 bedeckte Träger 110 in das Formwerkzeug 102 bewegt wurde. Da der Durchmesser des Trägers 110 kleiner ist als der Innendurchmesser des Formwerkzeugs 102, passt der Träger 110 in das Formwerkzeug 102, ohne dass die Trägerfläche 108 die Innenfläche 106 des Formwerkzeugs berührt. Vielmehr verlaufen die Trägerfläche 108 und die Innenfläche 106 des Formwerkzeugs 102 annähernd parallel, wobei zwischen ihnen an jedem Ort ein Mindestabstand 112 von z.B. 5-10 cm verbleibt. Das die Trägerfläche 108 bedeckende Fasergelege 114 ragt aufgrund seiner Länge 118 beidseitig aus dem Formwerkzeug 102 heraus.

Figur 1C zeigt einen weiteren Schritt des Herstellungsverfahrens, in dem im Innenbereich des Trägers 110 mittels eines Kompressors 205 ein Überdruck erzeugt wurde. Die die Trägerfläche bildende Druckmembran des Trägers ist durch den Überdruck aufgebläht, so dass der Träger 110 über die Abmessungen seines inneren Gerüsts hinaus radial expandiert ist. Durch die radiale Expansion des Trägers 110 ist das schlauchförmige Fasergelege 114 in Richtung des Umfangs des Trägers 110 gedehnt. Gleichzeitig hat es sich aufgrund der diagonal um den Träger verlaufenden Fasern 116 in seiner Längsrichtung bis auf eine verkürzte Länge 119 kontrahiert. Dabei wurde das schlauchförmige Fasergelege 114 anfänglich gerade so reich-

lich zugeschnitten, dass es auch mit der verkürzten Länge die Trägerfläche noch vollständig bedeckt.

Im gezeigten expandierten Zustand des Trägers 110 presst die Druckmembran das Fasergelege 114 aufgrund des Überdrucks im Innenbereich des Trägers 110 gegen die Innenfläche 108 des Formwerkzeugs. In einem weiteren Schritt wird das so fixierte Fasergelege mit einer flüssigen, aushärtbaren Harzmatrix 115 infiltriert, z.B. indem die Harzmatrix von einem Ende des Formwerkzeugs 102 her wie durch Pfeile angedeutet in den Zwischenraum zwischen der Druckmembran und dem Formwerkzeug 102 eingefüllt wird.

Anschließend wird die Harzmatrix ausgehärtet, z.B. durch eine Wärmebehandlung. Der Überdruck wird aus dem Innenbereich des Trägers 110 abgelassen, sodass der Träger 110 in seinen ursprünglichen, nicht expandierten Zustand zurückkehrt und leicht aus dem Formwerkzeug 102 entfernt werden kann. Die fertige Rumpftonnensektion wird aus dem Formwerkzeug 102 entnommen. Sich zu einem Ende hin verjüngend geformte Sektionen werden z.B. in Richtung des weiteren Endes aus dem Formwerkzeug 102 entnommen. Alternativ kann das Formwerkzeug 102 zwei- oder mehrteilig ausgeführt sein, sodass es sich zur Entnahme der fertigen Sektion öffnen lässt.

Eine weitere Ausführungsform des Herstellungsverfahrens soll nun anhand der Figur 2A-G in größerem Detail erläutert werden. Die Figuren 2A-G zeigen jeweils für unterschiedliche Verfahrensschritte einen Ausschnitt der Peripherie des Trägers 110 in Querschnittsansicht.

Figur 2A zeigt den genannten Ausschnitt des Trägers 110 in einem Anfangszustand, in dem noch kein Fasergelege auf der Trägerfläche 108 angeordnet ist und der Träger 110 sich außerhalb des Formwerkzeugs 102 befindet. Der Träger 110 umfasst ein starres Trägergerüst 111 mit im wesentlichen kreisförmigem Querschnitt. Das Trägergerüst 111 ist z.B. aus Alu-

minium gebildet und weist an seiner Oberfläche eine Vielzahl kleiner Bohrungen zur Beaufschlagung mit Unter- und/oder Überdruck auf, die hier der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigt sind. An einer Stelle seines Umfangs ist eine schlitzartige Vertiefung 210 zur späteren Aufnahme eines Versteifungselements ausgebildet. In einem Randbereich 211 zu beiden Seiten der Vertiefung 210 ist der Umfang des Trägergerüsts 111 abgeflacht.

Die Oberfläche des Trägergerüsts 111 ist von einer Druckmembran 200 bedeckt, die sich über die gesamte Mantelfläche des im Ganzen annähernd zylinderförmigen Trägergerüsts 111 erstreckt und an den Rändern der Mantelfläche mit der Oberfläche des Trägergerüsts 111 druckdicht verbunden ist. Zwischen der Druckmembran 200 und dem Trägergerüst 111 ist somit ein Innenbereich 202 druckdicht gegenüber dem Außenraum abgeschlossen. Die Druckmembran 200 ist z.B. als Kunststofffolie ausgeführt.

Figur 2B zeigt einen Zustand des Trägers 110 aus Fig. 2A, nachdem eine Vakuumpumpe 204 über die feinen Bohrungen 213 in der Oberfläche des Trägergerüsts 111, von denen hier nur eine einzige Bohrung 213 beispielhaft gezeigt ist, mit dem Innenraum 202 verbunden wurde und diesen evakuiert hat. Durch den Unterdruck im Innenraum 202 ist die Druckmembran straff an das Trägergerüst 111 gesaugt worden. Insbesondere folgt die Druckmembran der Kontur des Trägergerüsts 111 bis in die Vertiefung 120 hinein.

In Fig. 2C ist nunmehr ein Versteifungselement 208 mit T-förmigem Profil, wie er z.B. im Flugzeugbau als so genannter T-Stringer verwendet wird, in die Vertiefung 120 eingesetzt worden. Der waagerechte Balken 209 des T-Profils liegt innerhalb der Abflachung 211 auf dem von der Druckmembran 200 bedeckten Trägergerüst 111 auf.

In Fig. 2D ist die Druckmembran 200 von einem schlauchförmi-

gen Fasergelege 114 aus Kohlenstofffasern bedeckt worden. Die äußere Oberfläche 108 der Druckmembran 200 fungiert als die das Fasergelege 114 tragende Trägerfläche 108 des Trägers 110. Das Versteifungselement 208 ist zwischen der Trägerfläche 108 und dem Fasergelege 114 eingeschlossen und in der Vertiefung 210 gehalten. Da auch der waagerechte Balken 209 des T-Profils innerhalb der Abflachung 111 verborgen liegt, weist das Fasergelege 114 oberhalb des Versteifungselements 208 keine Ausbuchtung auf, sondern folgt einer sanften Krümmung.

Figur 2E zeigt den so vorbereiteten und mit dem Versteifungselement 208 und dem Fasergelege 114 beschickten Träger 110, nachdem er in ein röhrenförmiges Formwerkzeug 102 geschoben wurde. Der Träger 110 ist soweit kleiner als der Innenraum des Formwerkzeugs 102 und entsprechend dessen Form ausgebildet, dass zwischen seiner Trägerfläche 108 und der Formfläche 106 des Formwerkzeugs stets ein Abstand 112 verbleibt. Mit anderen Worten verlaufen die Trägerfläche 108 und die Formfläche 106 im gezeigten Zustand parallel im Abstand 112 zueinander. Das Fasergelege 114 und die Druckmembran 200 sowie die Druckmembran und das Trägergerüst 111 dagegen berühren einander und sind nur der übersichtlichen Darstellung halber in Fig. 2B-E beabstandet gezeigt.

Figur 2F zeigt den im Formwerkzeug 102 angeordneten Träger 110, nachdem der Innenraum 202 zwischen dem Trägergestell 111 und der Druckmembran 200 mit einem Kompressor 205 verbunden und durch die feinen Bohrungen 203 mit Überdruck beaufschlagt wurde. Der Überdruck hat die Druckmembran 200 aufgebläht, so dass sie in radialer Richtung 212 bis zur Formfläche 106 des Formwerkzeugs 102 expandiert ist. Sowohl die Druckmembran als auch das Fasergelege sind durch die Expansion gedehnt worden. Das Versteifungselement 208 und das Fasergelege 114 sind durch die expandierende Druckmembran 200 zur Formfläche 106 geführt worden und werden im gezeigten Zustand mit gleichmäßigem, durch den Überdruck gegebenen Anpressdruck gegen diese

gepresst. Das Versteifungselement 208 ist während des Expansionsvorgangs durch die Vertiefung 120 in radialer Richtung 112 geführt worden und ist auch im gezeigten Zustand noch in der Vertiefung 120 wie in einem Führungsschlitz gehalten und damit präzise positioniert.

Figur 2G zeigt einen Zustand, nachdem der Raum zwischen der Druckmembran 200 und dem Formwerkzeug 102 mit einem aushärtbaren Matrixsystem 115 verfüllt wurde. Die Matrix 115 hat wie durch Schraffur angedeutet sowohl das Fasergelege 114 als auch den Faserwerkstoff des Versteifungselements 208 infiltriert. Während des anschließenden Aushärtens durch Wärmebehandlung wird der Überdruck im Innenbereich 202 des Trägers 110 aufrechterhalten. Anschließend wird der Überdruck ausgelassen und die fertige Rumpftonnensektion 100 dem Formwerkzeug 102 entnommen.

Noch eine weitere Ausführungsform des Herstellungsverfahrens ist in Figur 3A-D dargestellt. Die Figuren zeigen wieder jeweils für unterschiedliche Verfahrensschritte einen Ausschnitt der Peripherie des Trägers 110 in Querschnittsansicht.

Figur 3A zeigt einen Zustand entsprechend Fig. 2B, in dem eine Druckmembran 200 straff entlang der Oberfläche eines Trägergerüsts 111 angeordnet wurde, z.B. ebenfalls durch Evakuieren des dazwischen liegenden Innenbereichs des Trägers. Wie in der vorstehenden Ausführungsform ist im Trägergerüst 111 eine Vertiefung 120 für ein Versteifungselement ausgebildet, die allerdings hier die Form einer breiten, trapezförmigen Wanne aufweist.

Im in Fig. 3B gezeigten Zustand ist in der Vertiefung 210 ein aus Prepreg gebildetes Versteifungselement 208 mit O-Profil, ein so genannter O-Stringer, in der Vertiefung 120 angeordnet worden. Ein in der fertigen Rumpftonnensektion unter dem O-Profil des Stringers 208 auszubildender Hohlraum 304 ist hier

durch einen Platzhalter 300 ausgefüllt, der hier beispielhaft aus einer mit Druckluft gefüllten Membranhülle 301 gebildet ist. Ein schlauchförmiges Fasergelege 114 bedeckt die von der Druckmembran 200 gebildete Trägerfläche 108, die Fußabschnitte 306 des O-Stringers und die nach außen gewandte Seite des Platzhalters 300.

In dem in Fig. 3C gezeigten Zustand wurde der solcherart präparierte Träger 110 in einem röhrenförmigen Formwerkzeug 102 angeordnet. Zwischen der Trägerfläche 106 und der Formfläche verbleibt wie in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ein Expansionsabstand 112. Um den Träger 110 zu expandieren, wird dessen Innenbereich 202 mit Überdruck und/oder der zwischen der Druckmembran 200 und dem Formwerkzeug 102 liegende Zwischenbereich 206 mit Unterdruck beaufschlagt. Um während des Expandierens den O-Stringer 208 präzise in radialer Richtung 212 führen zu können, ist an den beiden Enden des O-Stringers 208 ein Führungsstift 502 im Platzhalter 300 verankert. Dieser gleitet in einem radial 212 verlaufenden Führungsschlitz 302, der in einem jeweils an den Enden des Formwerkzeugs 102 angebrachten Führungsdeckel 500 ausgespart ist.

Figur 3D zeigt einen Zustand, in dem die Druckmembran durch die angelegte Druckdifferenz zwischen Innen- 202 und Zwischenbereich 206 das schlauchförmige Fasergelege 114 mitsamt dem O-Stringer 208 und dem eingeschlossenen Platzhalter 300 gegen die Innenfläche 106 des Formwerkzeugs 102 presst. In nachfolgenden Schritten werden das Fasergelege 114 und der O-Stringer 208 gemeinsam mit einer Harzmatrix infiltriert und ausgehärtet. Dabei verbinden sich die eingeleitete Matrix und das im Prepreg des O-Stringers 208 enthaltene Harzmaterial. Nach einer Wärmebehandlung zur Aushärtung werden der Überdruck im Innenbereich 202 bzw. der Unterdruck im Zwischenbereich 206 ausgelassen und die ausgehärtete Rumpftonnensektion aus dem Formwerkzeug 102 entfernt. Der Platzhalter 300 wird, nachdem der Überdruck in seinem Inneren ebenfalls ausgelassen wurde, unter dem O-Stringer 208 entfernt, um dessen Hohlraum

304 freizugeben.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorliegend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Beispielsweise können Versteifungselemente vielfältiger anderer Profile verwendet werden. Rumpftonnensektionen und andere röhrenförmige Strukturbauteile mit komplexen, sich verjüngenden Querschnitten, Tür- und Fensteröffnungen können hergestellt werden.

Bezugszeichenliste

100 Strukturbauteil
102 Formwerkzeug
104 Außenfläche
106 Formfläche
108 Trägerfläche
110 Träger
111 Gerüst
112 Expansionsabstand
114 Fasergelege
115 Matrix
116 Fasern
118 Länge des Fasergeleges vor Expansion
119 Länge des Fasergeleges nach Expansion
200 Druckmembran
202 Innenbereich
203 Bohrung
204 Vakuumpumpe
205 Kompressor
206 Zwischenbereich
208 Versteifungselement
209 Waagerechter Abschnitt
210 Vertiefung
211 Abflachung
212 Radiale Richtung
300 Platzhalter
301 Membranhülle
302 Führungsschlitz
304 Hohlraum
306 Fußabschnitt
500 Führungsdeckel
502 Führungsstift

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils (100), mit den Schritten:

Bereitstellen eines röhrenförmigen Formwerkzeugs (102), welches eine entsprechend einer Außenfläche (104) des Strukturbauteils (100) geformte innere Formfläche (106) aufweist;

Bedecken einer Trägerfläche (108) eines expandierbaren Trägers (110), welcher derart geformt ist, dass er in einem nicht expandierten Zustand das Formwerkzeug (102) unter Belassen eines Expansionsabstands (112) der Trägerfläche (108) zur Formfläche (106) ausfüllt, mit einem schlauchförmigen Fasergelege (114);

Anordnen des Trägers (110) im Formwerkzeug (102);

Anpressen des Fasergeleges (114) an die Formfläche (106) durch Expandieren des Trägers (110) bei radialer Expansion des Fasergeleges (114); und

Infiltrieren des Fasergeleges (114) mit einer aushärtbaren Matrix (115).

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bedecken der Trägerfläche (108) derart erfolgt, dass Fasern (116) einer Faserlage des Fasergeleges (114) diagonal um den Träger (110) verlaufen.

3. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das schlauchförmige Fasergelege (114) nach dem Bedecken des Trägers (110) eine größere Länge (118) aufweist als das Strukturbauteil (100).

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Träger (110) eine Druckmembran (200) umfasst, wobei das Expandieren des Trägers (110) durch Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen einem Innenbereich (202) des Trägers (110) und einem Zwischenbereich (206) zwischen der Druckmembran (200) und dem Formwerkzeug (102) erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Erzeugen der Druckdifferenz der Druck im Innenbereich (202) des Trägers (110) über den Atmosphärendruck hinaus erhöht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Erzeugen der Druckdifferenz der Druck im Zwischenbereich (206) unter den Atmosphärendruck abgesenkt wird.

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Schritt des Anordnens eines Versteifungselements (208) zwischen der Trägerfläche (108) und dem Fasergelege (114) vorgesehen ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Schritt des Führens des Versteifungselements (208), während des Expandierens des Trägers (110), in einer radialen Richtung (212) des Formwerkzeugs (102) vorgesehen ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Versteifungselement (208) als vorgetränktes oder ungetränktes Faserhalbzeug zwischen der Trägerfläche (108) und dem Fasergelege (114) angeordnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Versteifungselement (208) als vorausgehärtetes Faserhalbzeug zwischen der Trägerfläche (108) und dem Fasergelege (114) angeordnet wird.

11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Versteifungselement (208) in einer entsprechend ausgebildeten Vertiefung (210) der Trägerfläche (108) angeordnet wird.

12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Platzhalter (300) in einem Hohlraum (304) zwischen dem Versteifungselement (208) und dem schlauchförmigen Fasergelege (114) angeordnet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Platzhalter (300) eine Membranhülle (301) aufweist und weiterhin ein Schritt des Expandierens des Platzhalters (300) durch Erhöhen eines Drucks in der Membranhülle (301) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils (100), mit:

einem röhrenförmigen Formwerkzeug (102), welches eine entsprechend einer Außenfläche (104) des Strukturbauteils (100) geformte innere Formfläche (106) aufweist;

einem expandierbaren Träger (110), welcher derart

geformt ist, dass er in einem nicht expandierten Zustand das Formwerkzeug (102) unter Belassen eines Expansionsabstands (112) zwischen einer Trägerfläche (108) des Trägers (110) und der Formfläche (106) ausfüllt;

einem Mittel zum Expandieren des Trägers (110) derart, dass bei Bedeckung der Trägerfläche (108) mit einem schlauchförmigen Fasergelege (114) und Anordnung des Trägers (110) im Formwerkzeug (102) die Trägerfläche (104) das Fasergelege radial expandiert und gegen die Formfläche (106) presst; und

einem Mittel zum Infiltrieren des Fasergeleges (114) mit einer aushärtbaren Matrix (115).

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Expansionsabstand (112) 1 bis 10 cm beträgt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (110) eine Druckmembran (200) umfasst, wobei das Mittel zum Expandieren dazu ausgebildet ist, eine Druckdifferenz zwischen einem Innenbereich (202) des Trägers (110) und einem Zwischenbereich (206) zwischen der Druckmembran (200) und dem Formwerkzeug (102) zu erzeugen.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Expandieren einen Kompressor (205) zum Erhöhen eines Drucks im Innenbereich (202) des Trägers (110) über den Atmosphärendruck hinaus umfasst.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Expandieren eine Vakuumpumpe zum Absenken eines Drucks im Zwischenbereich (206) unter den

Atmosphärendruck umfasst.

19. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Träger (110) eine Vertiefung (210) zum Einlegen eines Versteifungselements (208) umfasst.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Mittel zum Führen (210; 302) des Versteifungselements (208), während des Expandierens des Trägers (110), in einer radialen Richtung (212) des Formwerkzeugs (102) vorgesehen ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Mittel zum Führen (210; 302) mindestens einen Führungsdeckel (500) zur Anbringung an mindestens einem Ende des Formwerkzeugs (102) und/oder des Trägers (110) umfasst, wobei der Führungsdeckel (500) einen in einer radialen Richtung (212) des röhrenförmigen Formwerkzeugs (102) verlaufenden Führungsschlitz (302) zur Führung des Versteifungselements (208) aufweist.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE
(beim internationalen Büro am 20.03.2009 eingegangen)

1. Verfahren zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils (100), mit den Schritten:

Bereitstellen eines röhrenförmigen Formwerkzeugs (102), welches eine entsprechend einer Außenfläche (104) des Strukturbauteils (100) geformte innere Formfläche (106) aufweist;

Bedecken einer Trägerfläche (108) eines expandierbaren Trägers (110), welcher derart geformt ist, dass er in einem nicht expandierten Zustand das Formwerkzeug (102) unter Belassen eines Expansionsabstands (112) der Trägerfläche (108) zur Formfläche (106) ausfüllt, mit einem schlauchförmigen Fasergelege (114);

Anordnen des Trägers (110) im Formwerkzeug (102);

Anpressen des Fasergeleges (114) an die Formfläche (106) durch Expandieren des Trägers (110) bei radialer Expansion des Fasergeleges (114); und

Infiltrieren des Fasergeleges (114) mit einer aushärtbaren Matrix (115).

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bedecken der Trägerfläche (108) derart erfolgt, dass Fasern (116) einer Faserlage des Fasergeleges (114) diagonal um den Träger (110) verlaufen.

3. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das schlauchförmige Fasergelege (114) nach dem Bedecken des Trägers (110) eine größere Länge (118) aufweist als das Strukturbauteil (100).

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Träger (110) eine Druckmembran (200) umfasst, wobei das Expandieren des Trägers (110) durch Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen einem Innenbereich (202) des Trägers (110) und einem Zwischenbereich (206) zwischen der Druckmembran (200) und dem Formwerkzeug (102) erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Erzeugen der Druckdifferenz der Druck im Innenbereich (202) des Trägers (110) über den Atmosphärendruck hinaus erhöht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Erzeugen der Druckdifferenz der Druck im Zwischenbereich (206) unter den Atmosphärendruck abgesenkt wird.

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Schritt des Anordnens eines Versteifungselements (208) zwischen der Trägerfläche (108) und dem Fasergelege (114) vorgesehen ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Schritt des Führens des Versteifungselements (208), während des Expandierens des Trägers (110), in einer radialen Richtung (212) des Formwerkzeugs (102) vorgesehen ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Versteifungselement (208) als vorgetränktes oder ungetränktes Faserhalbzeug zwischen der Trägerfläche (108) und dem Fasergelege (114) angeordnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Versteifungselement (208) als vorausgehärtetes Faserhalbzeug zwischen der Trägerfläche (108) und dem Fasergelege (114) angeordnet wird.

11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Versteifungselement (208) in einer entsprechend ausgebildeten Vertiefung (210) der Trägerfläche (108) angeordnet wird.

12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Platzhalter (300) in einem Hohlraum (304) zwischen dem Versteifungselement (208) und dem schlauchförmigen Fasergelege (114) angeordnet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Platzhalter (300) eine Membranhülle (301) aufweist und weiterhin ein Schritt des Expandierens des Platzhalters (300) durch Erhöhen eines Drucks in der Membranhülle (301) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils (100), mit:

einem röhrenförmigen Formwerkzeug (102), welches eine entsprechend einer Außenfläche (104) des Strukturbauteils (100) geformte innere Formfläche (106) aufweist;

einem expandierbaren Träger (110), welcher derart

geformt ist, dass er in einem nicht expandierten Zustand das Formwerkzeug (102) unter Belassen eines Expansionsabstands (112) zwischen einer Trägerfläche (108) des Trägers (110) und der Formfläche (106) ausfüllt, wobei der Expansionsabstand (112) 1 bis 10 cm beträgt;

einem Mittel zum Expandieren des Trägers (110) derart, dass bei Bedeckung der Trägerfläche (108) mit einem schlauchförmigen Fasergelege (114) und Anordnung des Trägers (110) im Formwerkzeug (102) die Trägerfläche (104) das Fasergelege radial expandiert und gegen die Formfläche (106) presst; und

einem Mittel zum Infiltrieren des Fasergeleges (114) mit einer aushärtbaren Matrix (115).

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (110) eine Druckmembran (200) umfasst, wobei das Mittel zum Expandieren dazu ausgebildet ist, eine Druckdifferenz zwischen einem Innenbereich (202) des Trägers (110) und einem Zwischenbereich (206) zwischen der Druckmembran (200) und dem Formwerkzeug (102) zu erzeugen.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Expandieren einen Kompressor (205) zum Erhöhen eines Drucks im Innenbereich (202) des Trägers (110) über den Atmosphärendruck hinaus umfasst.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Expandieren eine Vakuumpumpe zum Absenken eines Drucks im Zwischenbereich (206) unter den Atmosphärendruck umfasst.

18. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Träger (110) eine Vertiefung (210) zum Einlegen eines Versteifungselements (208) umfasst.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass weiterhin ein Mittel zum Führen (210; 302) des Versteifungselements (208), während des Expandierens des Trägers (110), in einer radialen Richtung (212) des Formwerkzeugs (102) vorgesehen ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Mittel zum Führen (210; 302) mindestens einen Führungsdeckel (500) zur Anbringung an mindestens einem Ende des Formwerkzeugs (102) und/oder des Trägers (110) umfasst, wobei der Führungsdeckel (500) einen in einer radialen Richtung (212) des röhrenförmigen Formwerkzeugs (102) verlaufenden Führungsschlitz (302) zur Führung des Versteifungselements (208) aufweist.

Informelle Stellungnahme

1. Neuheit

Dokument D1 (EP 1 134 069 A1) offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, bei dem ein Fasergewebe auf einem expandierbaren Kern platziert wird. Die Außenkontur des Kerns entspricht dabei nahezu der Kontur des zu erstellenden Faserverbundbauteils bzw. der Innenkontur einer äußeren Form. Der mit dem Fasergewebe belegte Kern wird in der äußeren Form platziert und mit einem Innendruck beaufschlagt. Dabei dehnt sich der Kern um wenige Millimeter aus und presst dadurch das Fasergewebe gegen die Innenfläche der äußeren Form. Nach dem Infiltrieren mit Matrixmaterial wird das Bauteil ausgehärtet.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der D1 durch das Vorsehen eines Fasergeleges zum Bedecken der Trägerfläche des Trägers.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 14 der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der D1 durch das Vorsehen eines Expansionsabstandes zwischen dem Träger und dem Formwerkzeug von 1 bis 10 cm.

Dokument D2 (WO 00/61464) offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, bei dem auf einem nicht expandierbaren Kern ein Geflecht aus Verstärkungsfasern erzeugt wird. Nach dem Aufbau des Fasergeflechts in einer Flechtmaschine werden der Kern und das sich darauf befindliche Fasergeflecht von einer äußeren Form umgeben, welche Wärme und Druck auf das zuvor mit einer Matrix imprägnierte Fasergeflecht aufbringt. Nach dem Aushärten der Matrix kann das Bauteil entformt werden.

Der Gegenstand der neu eingereichten unabhängigen Patentansprüche 1 bzw. 14 der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der D2 durch das Vorsehen eines expandierbaren Trägers bzw. Kerns.

Dokument D3 (EP 0 408 161) offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, bei dem auf einem ausdehnbaren Hohlkern ein thermoplastisches Kunststofflaminat erzeugt wird. Durch Temperatureinwirkung wird ein in dem verschlossenen Hohlkern eingeschlossenes, leicht verdampfbares Medium verdampft. Der dadurch entstehende Druck dehnt den Hohlkern aus, welcher das thermoplastische Kunststofflaminat gleichmäßig gegen eine äußere Form presst. Durch die Temperatureinwirkung wird das thermoplastische Kunststofflaminat gleichzeitig ausgehärtet.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der D3 durch das Vorsehen eines Fasergeleges zum Bedecken der Trägerfläche des Trägers.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 14 der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der D3 durch das Vorsehen eines Expansionsabstandes zwischen dem Träger und dem Formwerkzeug von 1 bis 10 cm.
Dokument D4 (US 2,815,534) offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, bei dem in eine aufklappbare rohrförmige Hohlform ein Verstärkungsmaterial eingelegt wird. Nach dem Einlegen des Verstärkungsmaterials wird ein aufblasbarer ballonartiger Kern in die von dem Verstärkungsmaterial ausgekleidete Hohlform eingebracht. Durch ein Fluid kann der Kern unter Druck gesetzt werden. Dadurch wird das Verstärkungsmaterial an die Innenwand der Hohlform gepresst und kann ausgehärtet werden. Das Verstärkungsmaterial kann beispielsweise mit einem Matrixmaterial vorimprägniert sein.

Der Gegenstand der neu eingereichten unabhängigen Patentansprüche 1 bzw. 14 der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der D4 durch das Vorsehen eines expandierbaren Trägers, welcher derart geformt ist, dass er in einem nicht expandierten Zustand ein Formwerkzeug unter Belassen eines Expansionsabstands zur Formfläche des Formwerkzeugs ausfüllt.

Dokument D5 (EP 0 911 143 A1) offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, bei dem zunächst ein Fasergewebe auf einem Kern aufgerollt und über Temperatureinwirkung dessen Matrixmaterial ausgehärtet wird. Nach dem Entfernen des Kerns liegt eine Rolle aus Fasermaterial vor, bei welcher sich das Fasermaterial überlappt. Dieser Vorformling wird in

eine erste Hohlform eingelegt. In mindestens ein Ende des Vorformlings wird eine Hülse aus Verstärkungsfasergewebe eingeführt. An die erste Hohlform wird dann eine zweite Hohlform, welche die Hülse aus Verstärkungsfasergewebe ausfüllt mit einem kegelförmigen Innenraum angeflanscht. Mittels einer aufblasbaren Blase wird die Hülse aus Verstärkungsfasergewebe gegen die Außenwand der zweiten Hohlform gepresst mit Matrixmaterial infiltriert und ausgehärtet.

Der Gegenstand der neu eingereichten unabhängigen Patentansprüche 1 bzw. 14 der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der D5 durch das Vorsehen eines expandierbaren Trägers, welcher derart geformt ist, dass er in einem nicht expandierten Zustand ein Formwerkzeug unter Belassen eines Expansionsabstands zur Formfläche des Formwerkzeugs ausfüllt.

Der Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche 1 bzw. 14 der vorliegenden Erfindung ist somit neu gegenüber den zitierten Entgegenhaltungen D1 bis D5.

2. Erfinderischer Schritt

Dokument D1 wird als nächstkommender Stand der Technik angesehen.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, zur Herstellung eines röhrenförmigen Strukturbauteils ein ebenfalls röhrenförmiges Formwerkzeug zu verwenden, das als ein Negativwerkzeug ausgebildet ist, d.h. eine innere Formfläche aufweist, die ein Negativ der auszubildenden Außenfläche des Strukturbauteils darstellt. Das Negativwerkzeug hat dabei die Aufgabe, den Außendurchmesser und die Oberfläche bzw. Oberflächenqualität des röhrenförmigen Strukturbauteils zu definieren. Die Verwendung des Negativwerkzeugs ermöglicht es, die gewünschten Außenmaße des röhrenförmigen Strukturbauteils mit hoher Genauigkeit einzuhalten. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, einen expandierbaren Träger zu verwenden, der bereits in einem nicht expandierten Zustand eine definierte Form aufweist, die von der inneren Formfläche des Negativwerkzeugs um einen Expansionsabstand beabstandet ist, auf dem Träger ein Fasergelege anzuordnen und das Fasergelege um den Expansionsabstand radial zu dehnen bis es gegen die innere Formfläche des Negativwerkzeugs gepresst wird. Die Außenkontur des

nicht expandierten Trägers folgt dabei der Innenkontur des Negativwerkzeugs parallel im Expansionsabstand, sodass der Träger im nicht expandierten Zustand einfach im Inneren des Formwerkzeugs anzuordnen ist.

Die im Verfahren der vorliegenden Erfindung eingesetzten Fasergelege, die auch unter dem englischen Fachbegriff „non-crimp fabric" (NCF) bekannt sind, unterscheiden sich von Fasergeweben, -gestricken, -geflechten usw. dadurch, dass die Fasern in ihnen nicht onduliert (d.h. non-crimp) sind, sondern geradlinig verlaufen. Aufgrund der gestreckten Fasern sind Fasergelege prinzipiell nicht hochdehnfähig wie z.B. Gestricke oder Geflechte, bei denen Fasern wellenartig verlaufen und auf Belastung durch graduelles Verringern ihrer Welligkeit reagieren können. Das Bedecken der Trägerfläche des Trägers kann derart erfolgen, dass Fasern einer Faserlage des Fasergeleges diagonal um den Träger verlaufen. Dies ermöglicht vorteilhaft, das schlauchförmige Fasergelege radial zu expandieren, wobei sich der Neigungswinkel der Fasern ändert, ohne dass die Fasern in ihrer Längenrichtung überdehnt werden. Somit sind die Fasern des Fasergeleges zueinander verschieblich, sodass je nach Winkelausrichtung der Fasern eine Dehnung des Fasergeleges in einer Raumrichtung durch Verschieben der Fasern gegeneinander möglich ist, zusätzlich zu einer ebenfalls möglichen geringfügigen Dehnung des Fasergeleges durch Dehnung der Fasern selbst. Die definierte Form des Trägers im nicht expandierten Zustand ermöglicht es, den Expansionsabstand und die Faserrichtungen des Geleges so abzustimmen, dass die Trägerfläche im nicht expandierten Zustand faltenfrei mit dem Fasergelege bedeckt werden kann und bei einsetzender Expansion des Trägers in die durch das Formwerkzeug vorgegebene Form das Gelege in der Umfangsrichtung dehnt (was bedeutet, dass es radial expandiert) bis es in Kontakt mit der Innenfläche des Negativwerkzeugs kommt. Beim radialen Expandieren des Trägers kontrahiert sich das Fasergelege gleichzeitig in seiner Längsrichtung.

In einem auf diese Weise hergestellten röhrenförmigen Strukturbauteil verlaufen die Fasern geradlinig, sodass vorhandene Festigkeiten des Fasermaterials direkt in das Bauteil eingeleitet werden und dadurch bei gleichem Gewicht eine – im Vergleich zu Bauteilen mit ondulierten Fasern wie Geweben, Gestricken, oder Geflechten – eine höhere Belastbarkeit erreicht wird. Weiterhin ermöglicht die Verwendung eines Fasergeleges, welches durch Änderung des Neigungswinkels der Fasern radial expandierbar ist die Überbrückung eines Expansionsabstandes von bis zu 10 cm. Dieser Expansionsabstand ist von enormer

Bedeutung vor allem bei der Herstellung von röhrenförmigen Strukturbauteilen mit großen Durchmessern. Nur wenn der Abstand zwischen der Innenfläche des Negativwerkzeugs und der Trägerfläche des Trägers ausreichend groß ist lässt sich der Träger überhaupt in dem Negativwerkzeug platzieren.

Objektive Aufgabe der Erfindung ist demnach, zum einen eine höhere Belastbarkeit des röhrenförmigen Strukturbauteils im Verhältnis zu seinem Gewicht zu erreichen und zum anderen einen möglichst großen Expansionsabstand zu realisieren.

Das in der D1 offenbarte Verfahren sieht vor Abschnitte aus Fasergewebe [0156] und [0162] auf einem Kern zu platzieren. Die Außenkontur des Kerns entspricht dabei fast der Kontur des zu erstellenden Faserverbundbauteils. Der mit dem Fasergewebe belegte Kern wird in einer äußeren Form platziert und mit einem Innendruck beaufschlagt [0157]. Dabei dehnt sich der Kern um etwa 3 mm und presst dadurch das Fasergewebe gegen die Innenfläche der äußeren Form [0157]. Der Expansionsabstand von kann durch Verschieben einzelner Fasergewebsabschnitte bzw. durch Dehnung der Fasern erreicht werden.

Ein mit der Aufgabe der vorliegenden Erfindung befasster Durchschnittsfachmann hätte der D1 keinen Hinweis auf den Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung entnehmen können. Es findet sich in der D1 weder ein Hinweis auf das Verwenden eines Fasergeleges, welches durch Veränderung des Faserwinkels expandierbar wäre noch auf die Vorteile eines möglichst großen Expansionsabstandes. Ein größerer Expansionsabstand als die angegebenen 3 mm wäre mit dem verwendeten Fasergewebe (Beispiel Leinwandbindung [0156]) der D1 auch nicht möglich da dann die Fasern geschädigt werden würden.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung ist somit dem Fachmann aus der D1 nicht nahegelegt.

Die D2 offenbart keinen expandierbaren Kern. Das verwendete Fasermaterial ist ein Geflecht welches über einem Kern aufgebaut wird, d.h. bei den nach dem Verfahren der D2 hergestellten Bauteilen sind die Fasern auch im fertigen Bauteil im Gegensatz zu dem Gestreckten Faserverlauf der vorliegenden Erfindung onduliert.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung ist somit dem Fachmann auch aus der D2 nicht nahegelegt.

In der D3 findet sich kein Hinweis auf die Verwendung eines Fasergeleges, das verwendete Material ist ein Fasergewebe. Die beschriebene Dehnung des Metallkerns dürfte im Bereich von Bruchteilen von Millimetern bis zu wenigen Millimetern liegen. Die Dehnung des Fasergewebes erfolgt dabei durch eine Dehnung der Fasern. Weiterhin ist das aufgezeigte Verfahren sowohl technisch als auch ökonomisch nicht auf die erfindungsgemäßen röhrenförmigen Strukturbauteile anwendbar.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung ist somit dem Fachmann auch aus der D3 nicht nahegelegt.

Auch in der D4 findet sich kein Hinweis auf die Verwendung eines Fasergeleges, das verwendete Material ist ein Fasergewebe. Dieses Gewebe wird nicht auf einen inneren Träger sondern auf die Innenfläche einer Hohlform abgelegt und mit einer Blase gegen diese gepresst. Eine Expansion des Gewebes findet nicht statt. Ein Träger im Sinne der vorliegenden Erfindung wird ebenfalls nicht erwähnt.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung ist somit dem Fachmann auch aus der D4 nicht nahegelegt.

In der D5 findet sich kein Hinweis auf einen expandierbaren Träger, der bereits in einem nicht expandierten Zustand eine definierte Form aufweist, stattdessen wird eine Blase eingesetzt um ein Gestrick- oder Geflechtmaterial gegen die Innenfläche einer Außenform zu pressen. Die Anwendung eines Gewebegeleges wird nicht diskutiert.

Der Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 der vorliegenden Erfindung ist somit dem Fachmann auch aus der D5 nicht nahegelegt.

Insgesamt konnten somit die fünf Entgegenhaltungen weder bei isolierter Betrachtung noch in Kombination dem Fachmann verwertbare Anregungen vermitteln, die ihm den Gegenstand des neu eingereichten unabhängigen Patentanspruchs 1 hätten nahelegen können. Dies gilt

auch für den neu eingereichten unabhängigen Vorrichtungsanspruch 14, da keine der Entgegenhaltungen einen Träger lehrt, der eine definierte Form in einem nicht expandierten Zustand aufweist, die ermöglichen würde, ein Fasergelege unter fortlaufender Expansion von der Form des Trägers in diesem Zustand aus über einen Expansionsabstand von mehreren Zentimetern in die Form des Formwerkzeugs zu überführen.

Da die neu eingereichten abhängigen Patentansprüche 1 bis 13 bzw. 15 bis 20 von den neu eingereichten unabhängigen Patentansprüchen 1 bzw. 14 abhängig sind, sind diese ebenfalls neu und erfinderisch.

Fig. 1A

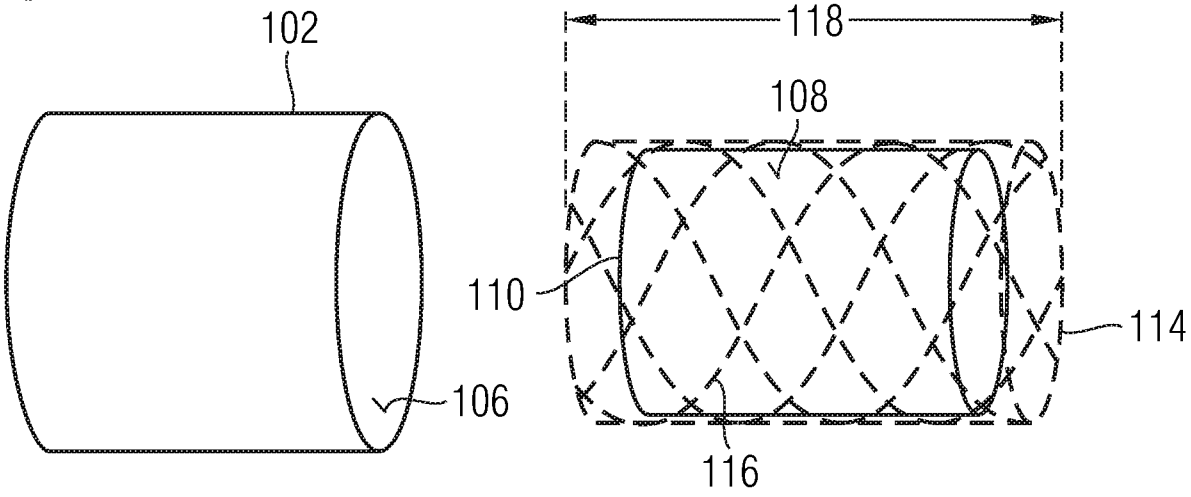


Fig. 1B

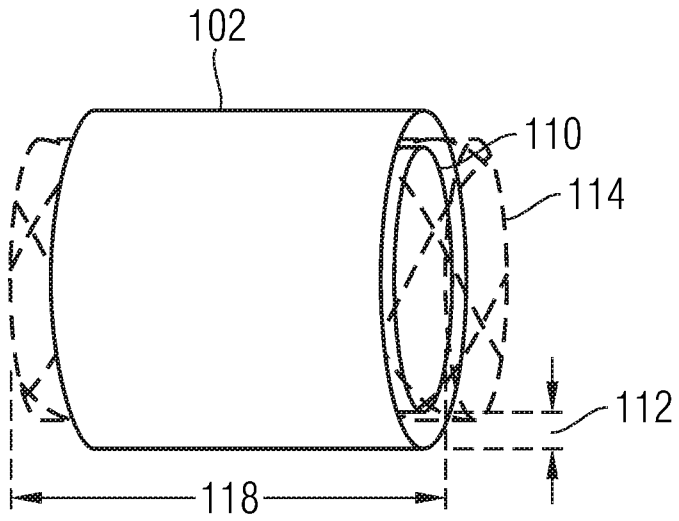


Fig. 1C

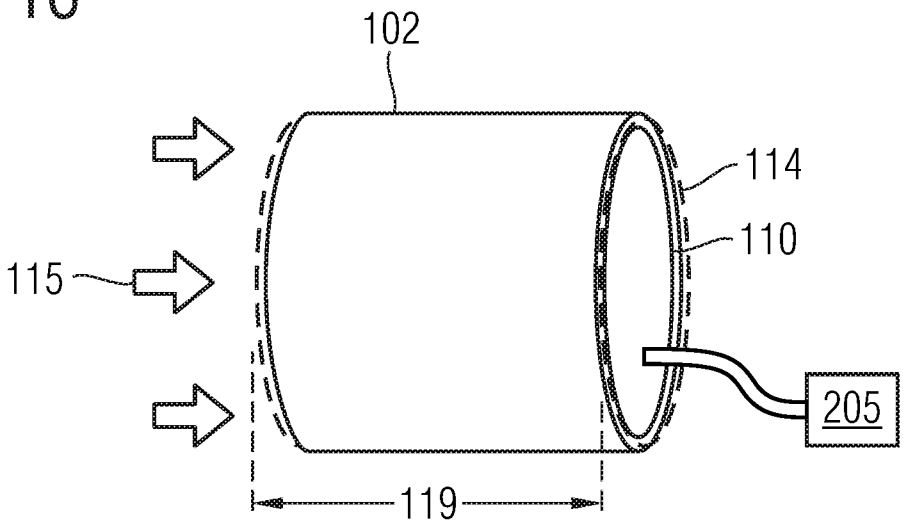


Fig. 2A

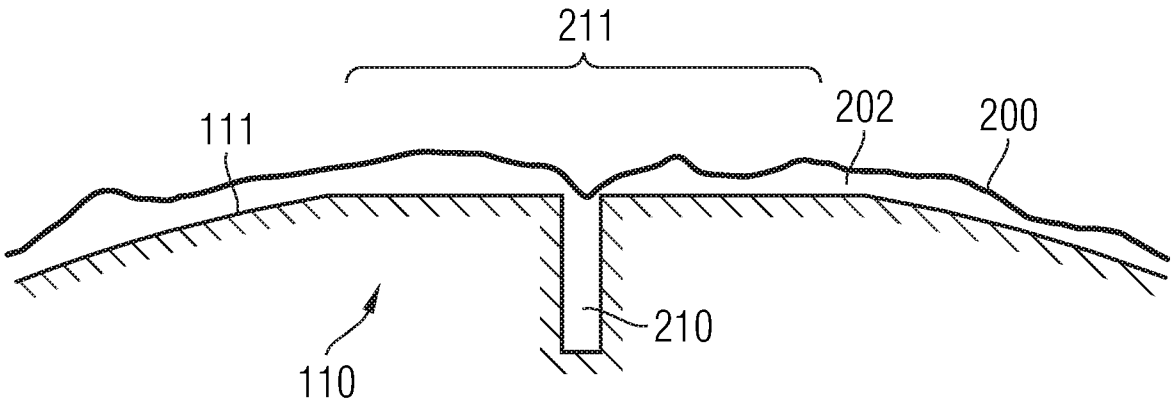


Fig. 2B

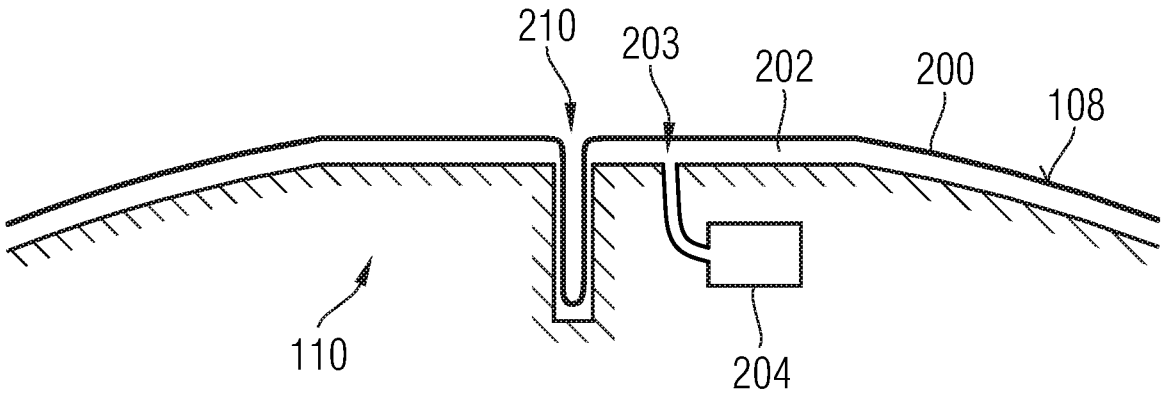


Fig. 2C

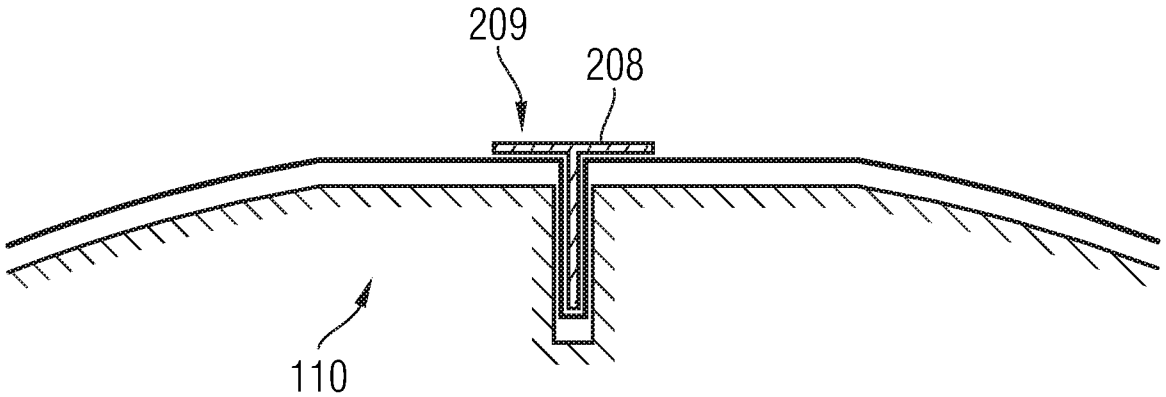


Fig. 2D

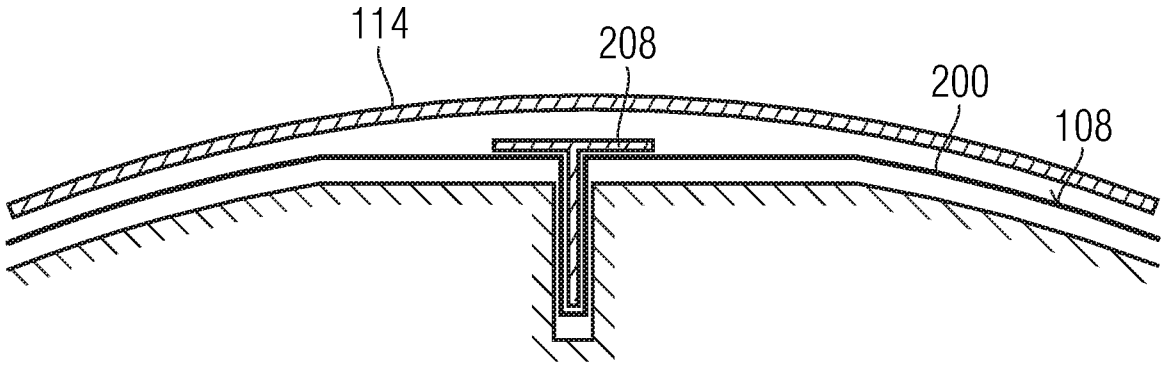


Fig. 2E

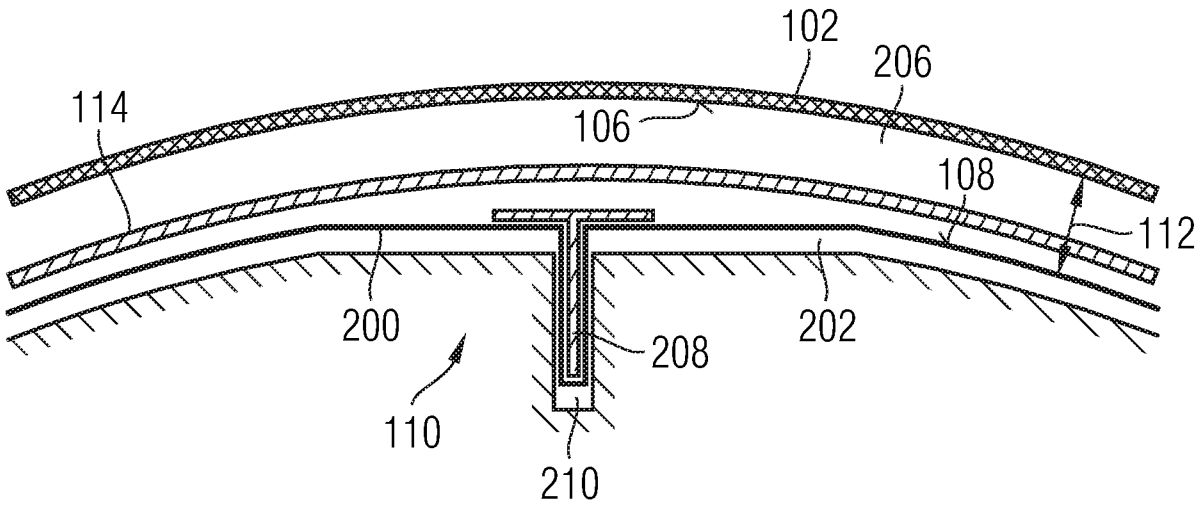


Fig. 2F

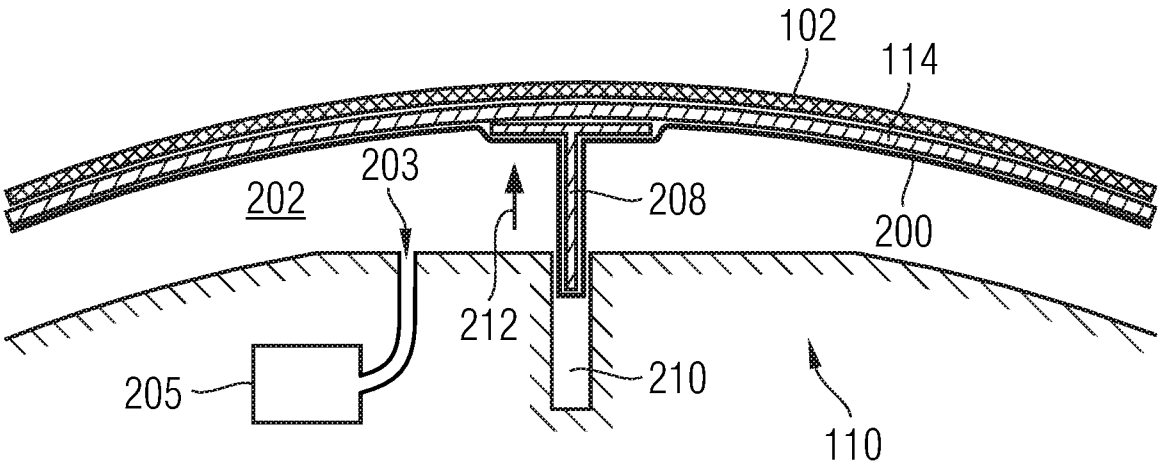


Fig. 2G

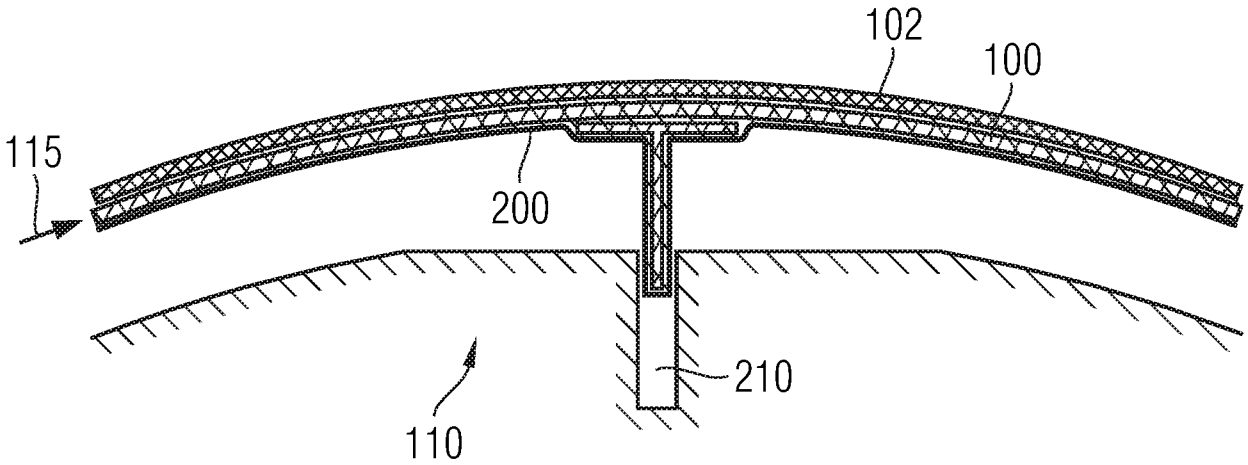


Fig. 3A

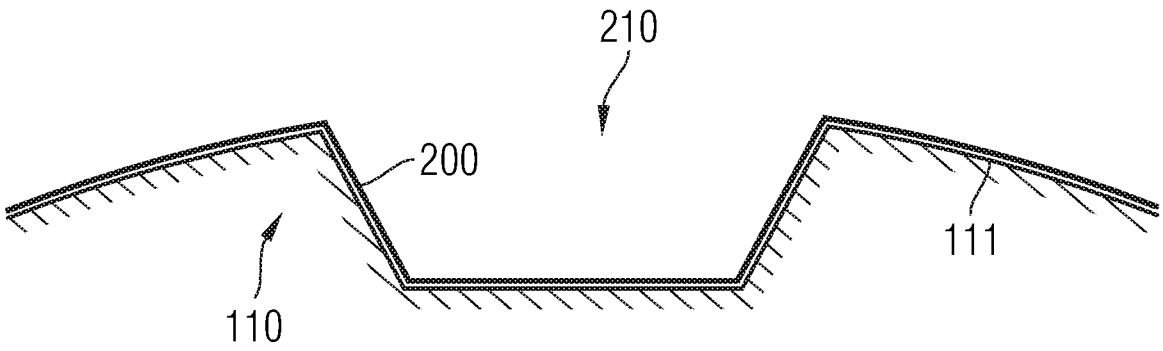


Fig. 3B

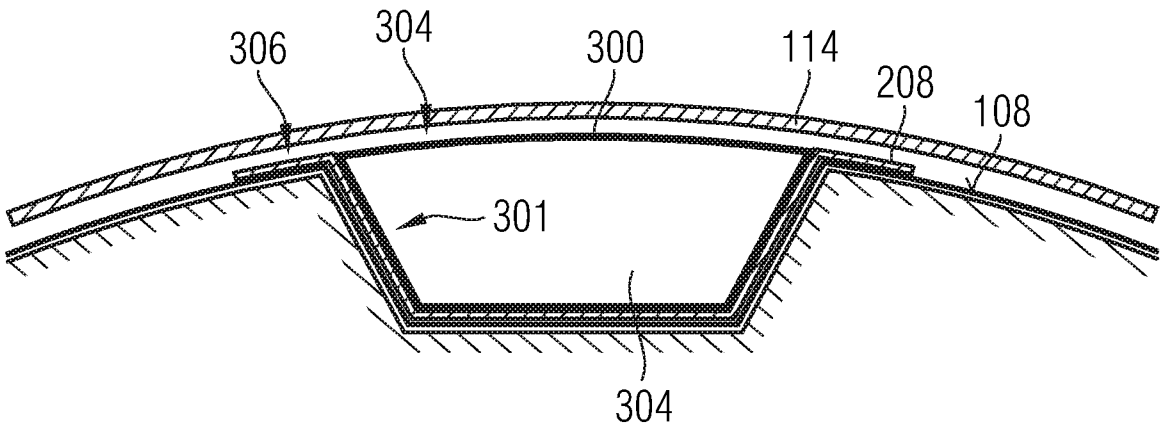


Fig. 3C

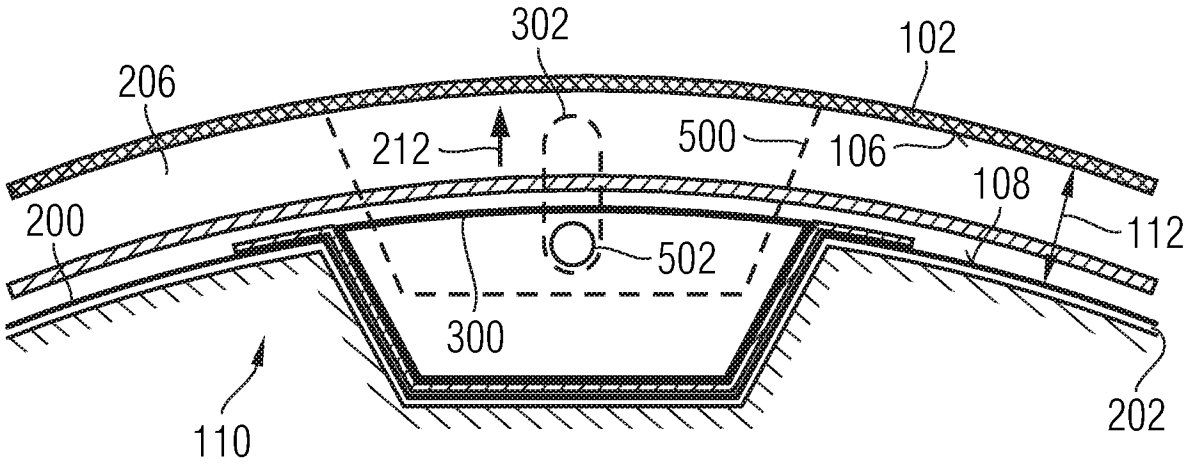
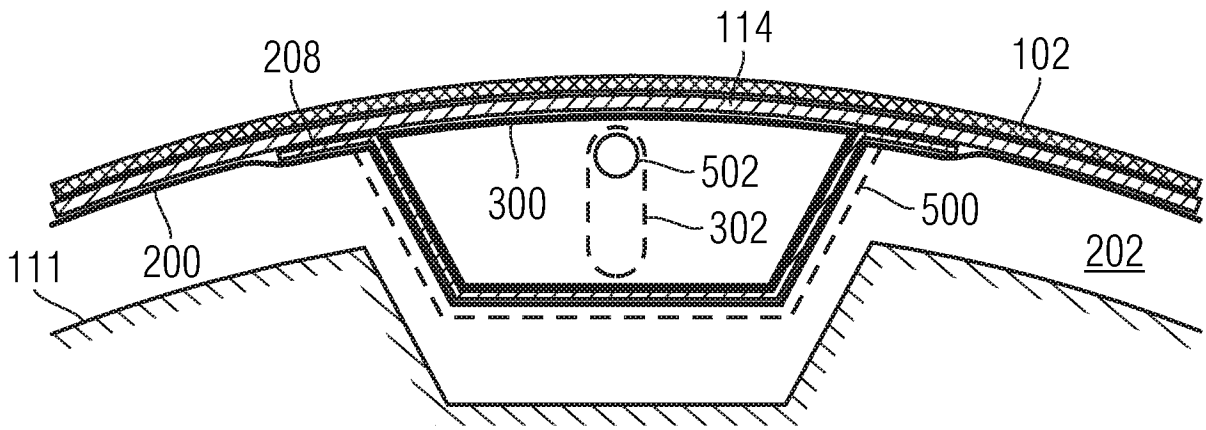

302
102
206
212
500
106
108
200
112
502
300
110
202

Fig. 3D


114
208
102
502
300
500
302
111
200
202

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/065355

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C70/44 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 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 134 069 A (TORAY INDUSTRIES [JP]) 19 September 2001 (2001-09-19)	1-20
A	paragraphs [0068], [0001] - [0071], [0075], [0080], [0081], [0090], [0133] - [0135], [0137], [0153], [0155] - [0157], [0160] figures 6-8	21
X	WO 00/61464 A (A & P TECHNOLOGY INC [US]; HEAD ANDREW A [US]; PETER JOHN W [US]) 19 October 2000 (2000-10-19)	1-4, 6-16, 18-20
A	page 3 page 11, line 8 - line 18 page 13, line 10 - page 14, line 23	21

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] 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	Date of mailing of the international search report
22 Januar 2009	29/01/2009

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Jouannon, Fabien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/065355

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 408 161 A (MECRON MED PROD GMBH [DE]) 16 January 1991 (1991-01-16) column 3, line 24 - line 41 figure 1	1-3,14, 15
X	US 2 815 534 A (EARL ISING GEORGE ET AL) 10 December 1957 (1957-12-10) figures 1-4 column 1, line 64 - line 72 column 2, line 9 - line 17 column 2, line 36 - line 57 column 3, line 26 - line 27	1-3,5, 14,15,17
X	EP 0 911 143 A (SARMA [FR]) 28 April 1999 (1999-04-28) paragraphs [0001], [0005], [0006], [0009], [0014], [0018], [0019], [0021], [0029]	1-5, 14-17
A	WO 2004/011169 A (ROCKY MOUNTAIN COMPOSITES INC [US]; SIMPSON CRAIG [US]; ALLMAN MIKE [U]) 5 February 2004 (2004-02-05) page 3, line 11 - page 4, line 22 page 6, line 2 - line 15 page 21, line 5 - line 22 page 22, line 15 - page 23, line 15 page 24, line 9 - line 21 page 25, line 11 - line 32 figures 5-7	1-21
A	US 2 739 350 A (LAMPMAN JAMES A) 27 March 1956 (1956-03-27) figures 1-3 column 1, line 67 - column 2, line 6	1,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2008/065355

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1134069 A	19-09-2001	AU 6000599 A	17-04-2000
		CA 2347717 A1	06-04-2000
		WO 0018566 A1	06-04-2000
WO 0061464 A	19-10-2000	AU 4342600 A	14-11-2000
		US 6510961 B1	28-01-2003
EP 0408161 A	16-01-1991	DE 3923416 A1	24-01-1991
US 2815534 A	10-12-1957	NONE	
EP 0911143 A	28-04-1999	DE 69811816 D1	10-04-2003
		DE 69811816 T2	05-02-2004
		FR 2769866 A1	23-04-1999
WO 2004011169 A	05-02-2004	AU 2003251885 A1	16-02-2004
		CN 1665673 A	07-09-2005
		EP 1539464 A2	15-06-2005
		JP 2005534533 T	17-11-2005
		US 2005211843 A1	29-09-2005
		US 2004070108 A1	15-04-2004
US 2739350 A	27-03-1956	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/065355

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C70/44 B29D22/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 134 069 A (TORAY INDUSTRIES [JP]) 19. September 2001 (2001-09-19)	1-20
A	Absätze [0068], [0001] - [0071], [0075], [0080], [0081], [0090], [0133] - [0135], [0137], [0153], [0155] - [0157], [0160] Abbildungen 6-8	21
X	WO 00/61464 A (A & P TECHNOLOGY INC [US]; HEAD ANDREW A [US]; PETER JOHN W [US]) 19. Oktober 2000 (2000-10-19)	1-4, 6-16, 18-20
A	Seite 3 Seite 11, Zeile 8 - Zeile 18 Seite 13, Zeile 10 - Seite 14, Zeile 23	21

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. Januar 2009	29/01/2009

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/065355

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 408 161 A (MECRON MED PROD GMBH [DE]) 16. Januar 1991 (1991-01-16) Spalte 3, Zeile 24 - Zeile 41 Abbildung 1	1-3,14, 15
X	US 2 815 534 A (EARL ISING GEORGE ET AL) 10. Dezember 1957 (1957-12-10) Abbildungen 1-4 Spalte 1, Zeile 64 - Zeile 72 Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 17 Spalte 2, Zeile 36 - Zeile 57 Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 27	1-3,5, 14,15,17
X	EP 0 911 143 A (SARMA [FR]) 28. April 1999 (1999-04-28) Absätze [0001], [0005], [0006], [0009], [0014], [0018], [0019], [0021], [0029]	1-5, 14-17
A	WO 2004/011169 A (ROCKY MOUNTAIN COMPOSITES INC [US]; SIMPSON CRAIG [US]; ALLMAN MIKE [U]) 5. Februar 2004 (2004-02-05) Seite 3, Zeile 11 - Seite 4, Zeile 22 Seite 6, Zeile 2 - Zeile 15 Seite 21, Zeile 5 - Zeile 22 Seite 22, Zeile 15 - Seite 23, Zeile 15 Seite 24, Zeile 9 - Zeile 21 Seite 25, Zeile 11 - Zeile 32 Abbildungen 5-7	1-21
A	US 2 739 350 A (LAMPMAN JAMES A) 27. März 1956 (1956-03-27) Abbildungen 1-3 Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 2, Zeile 6	1,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/065355

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1134069 A	19-09-2001	AU 6000599 A	17-04-2000
		CA 2347717 A1	06-04-2000
		WO 0018566 A1	06-04-2000
WO 0061464 A	19-10-2000	AU 4342600 A	14-11-2000
		US 6510961 B1	28-01-2003
EP 0408161 A	16-01-1991	DE 3923416 A1	24-01-1991
US 2815534 A	10-12-1957	KEINE	
EP 0911143 A	28-04-1999	DE 69811816 D1	10-04-2003
		DE 69811816 T2	05-02-2004
		FR 2769866 A1	23-04-1999
WO 2004011169 A	05-02-2004	AU 2003251885 A1	16-02-2004
		CN 1665673 A	07-09-2005
		EP 1539464 A2	15-06-2005
		JP 2005534533 T	17-11-2005
		US 2005211843 A1	29-09-2005
		US 2004070108 A1	15-04-2004
US 2739350 A	27-03-1956	KEINE	