

(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
27. August 2020 (27.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/169265 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 70/24 (2006.01) B29D 23/00 (2006.01)
B29C 70/08 (2006.01) E21B 17/00 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01) D04C 1/06 (2006.01)
B32B 1/08 (2006.01) B29L 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/050638

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Januar 2020 (13.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 104 422.7
21. Februar 2019 (21.02.2019) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **HEIM, Daniel**; Marktplatz 15a, 85375 Neufahrn
(DE). **MOELLENHOFF, Lin**; Tulpenstrasse 4, 85235
Odelzhausen (DE). **SCHAPER, Sebastian**; Obere Lie-
benau 8, 84034 Landshut (DE). **STEINHILBER, Michael**;
Lehbühlstraße 28, 84034 Landshut (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: TUBULAR, TRIAXIALLY BRAIDED FIBER PREFORM HAVING DIFFERENTLY DESIGNED FILLER THREADS

(54) Bezeichnung: ROHRFÖRMIGES, TRIAXIAL GEFLOCHTENES FASERHALBZEUG MIT VERSCHIEDENARTIG
AUSGEFÜHRTEN STEHFÄDEN

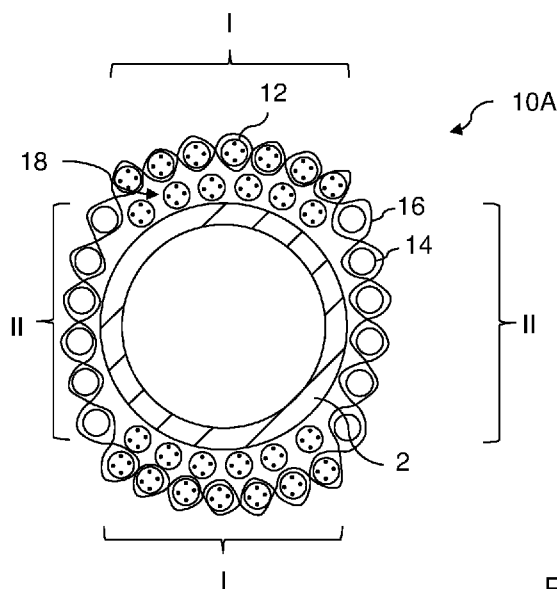


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a tubular, triaxially braided fiber preform having at least one layer of reinforcing fibers, the layer of reinforcing fibers comprising filler threads or vertical threads (12, 14) which extend in the longitudinal direction of the fiber preform (10, 10A). The material of the filler threads or vertical threads (12) in a first circumferential portion (I) of the fiber preform differs from the material of the filler threads or vertical threads (14) in a second circumferential portion (II). The invention also relates to a fiber-reinforced hollow plastic profile (1, 1A), and to a method for producing a tubular fiber preform and a fiber-reinforced hollow plastic profile.

(57) Zusammenfassung: Rohrförmiges, triaxial geflochtenes Faserhalbzeug mit mindestens einer Lage von Verstärkungsfasern, wobei die Lage von Verstärkungsfasern Stehfäden bzw. Längsfäden (12, 14) beinhaltet, welche in Längsrichtung des Faserhalbzeugs (10, 10A) verlaufen. Die Stehfäden bzw. Längsfäden (12) unterscheiden sich in einem ersten umfangsseitigen Teilbereich (I) des Faser-



WO 2020/169265 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

halbzeugs von den Stehfäden bzw. Längsfäden (14) in einem zweiten umfangsseitigen Teilbereich (II) in ihrem Material. Weiterhin wird ein faserverstärktes Kunststoffhohlprofil (1, 1A), ein Verfahren zur Herstellung eines rohrförmigen Faserhalbzeugs und eines faserverstärkten Kunststoffhohlprofils angegeben.

Beschreibung

ROHRFÖRMIGES, TRIAXIAL GEFLOCHTENES FASERHALBZEUG MIT VERSCHIEDENARTIG AUSGEFÜHRTEN STEHFÄDEN

Die Erfindung betrifft ein rohrförmiges Faserhalbzeug und ein faserverstärktes Kunststoffhohlprofil. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines rohrförmigen Faserhalbzeugs und eines faserverstärkten Kunststoffhohlprofils.

Faserverstärkte Kunststoffhohlprofile sind bekannt und werden beispielsweise als Karosseriebauteile eingesetzt. Zur Herstellung der Kunststoffhohlprofile werden rohrförmige Faserhalbzeuge verwendet, bei denen eine oder mehrere Lagen von Verstärkungsfasern z.B. auf einem Formkern zu einer Preform angeordnet sind, die ähnlich der späteren Profilform ist. Das Faserhalbzeug wird dann durch Infiltration mit einer Kunststoffmatrix, Konsolidierung und/oder Aushärten derselben zum faserverstärkten Kunststoffbauteil weiterverarbeitet.

Bei Hohlprofilen ergibt sich aufgrund des Querschnitts, der Wandstärke und des Materials des Hohlprofils ein spezifisches Biegegewiderstandsmoment.

Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Möglichkeit anzugeben, wie ein Faserhalbzeug und ein faserverstärktes Kunststoffhohlprofil mit verbesserten mechanischen Eigenschaften bei effizientem Materialeinsatz hergestellt werden kann.

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Faserhalbzeug nach Patentanspruch 1, ein faserverstärktes Kunststoffhohlprofil nach Patentanspruch 11, ein Verfahren zur Herstellung eines Faserhalbzeugs nach Patentanspruch 12 und ein Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Kunststoffhohlprofils nach Patentanspruch 14. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Es wird ein rohrförmiges Faserhalbzeug mit mindestens einer Lage von Verstärkungsfasern angegeben, wobei die Lage von Verstärkungsfasern Längsfäden beinhaltet, welche in Längsrichtung des Faserhalbzeugs verlaufen. Erfindungsgemäß unterscheiden sich die Längsfäden in einem ersten umfangseitigen Teilbereich des Faserhalbzeugs und die Längsfäden in einem zweiten umfangseitigen Teilbereich in ihrem Material voneinander.

Mit anderen Worten gesagt, weist das Faserhalbzeug entlang seines Umfangs betrachtet mindestens zwei Teilbereiche auf, in denen sich die Längsfäden in ihrem Material voneinander unterscheiden. Im Faserhalbzeug liegen also Streifen aus unterschiedlichen Materialien nebeneinander vor. Durch die Verwendung unterschiedlicher Längsfäden lassen sich Teilbereiche mit unterschiedlichen Steifigkeiten und Festigkeiten herstellen. Wird das Faserhalbzeug durch Infiltration, Konsolidierung und/oder Aushärten eines Matrixmaterials zu einem faserverstärkten Kunststoffhohlprofil weiterverarbeitet, so weist dieses Bauteil Wandabschnitte mit einer ersten Steifigkeiten und Festigkeit sowie Wandabschnitte mit einer zweiten Steifigkeit und Festigkeit auf. Derart lässt sich auf besonders einfache Art und Weise ein Bauteil schaffen, das in unterschiedliche Belastungsrichtungen unterschiedliche Verhalten zeigt. Zudem lässt sich bei gegebenem maximalem Querschnitt ein größeres Biege widerstandsmoment erzielen. Das vorgeschlagene Faserhalbzeug ermöglicht eine belastungsgerechte Konstruktion des Bauteils und den gezielten bedarfsgerechten Einsatz von Material.

Das Faserhalbzeug ist rohrförmig ausgebildet. Der Begriff „rohrförmig“ soll dabei einen langgestreckten Hohlkörper beschreiben, dessen Länge um ein Vielfaches größer ist als seine Höhe oder Breite. Die Querschnittsform des rohrförmigen Faserhalbzeugs ist nicht auf eine ringförmige Form beschränkt. Neben runden Querschnitten sind z.B. auch ovale oder eckige, z.B. viereckige oder mehreckige Querschnitte möglich.

Das Faserhalbzeug weist mindestens eine Lage von Verstärkungsfasern auf, die Längsfäden beinhaltet. Die Längsfäden sind entlang der Längsachse des Faserhalbzeugs ausgerichtet, sie verlaufen vorzugsweise in einem Winkelbereich von ± 5 Grad zur Längsachse des Faserhalbzeugs.

Die mindestens eine Lage von Verstärkungsfasern kann z.B. als Gelege oder Gewebe vorliegen, welches um einen Formkern herumgelegt wird. In einer bevorzugten Ausgestaltung liegt die Lage von Verstärkungsfasern jedoch als Geflecht vor. Beispielsweise kann es sich um ein triaxiales Geflecht handeln, bei dem die Längsfäden als Stehfäden eingeflochten sind, wodurch die Längsfäden besonders gut fixiert sind.

Bei den Längsfäden kann es sich um Einzelfilamente handeln. Zur Erreichung der im Automobilbau erforderlichen mechanischen Anforderungen handelt es sich in einer bevorzugten Ausgestaltung bei den Längsfäden um Faserbündel (Rovings), in denen mehrere oder eine Vielzahl von Einzelfilamenten gebündelt sind.

In einer Ausgestaltung ist es besonders bevorzugt, wenn die Längsfäden im ersten Teilbereich eine andere Feinheit aufweisen als die Längsfäden im zweiten Teilbereich. Die Feinheit bezeichnet dabei das spezifische Lauflängengewicht der Fäden. Durch geschickte Kombination der Feinheiten lässt

sich das Fließverhalten der Kunststoffmatrix im Faserhalbzeug steuern. Vorzugsweise wird das Verhältnis von Feinheit der Längsfäden im ersten Teilbereich und Feinheit der Längsfäden im zweiten Teilbereich derart gewählt, dass in beiden Teilbereichen der gleiche Faservolumengehalt vorliegt. Hierdurch kann eine einheitliche Fließfront beim späteren Infiltrieren im RTM-Prozess (Resin Transfer Moulding) erzielt werden.

Erfindungsgemäß ist es möglich, ein Faserhalbzeug mit umfangsseitig gleichbleibender Wandstärke herzustellen, das jedoch in den Teilbereichen unterschiedliche Steifigkeiten und Festigkeiten aufweist.

Als Längsfäden bzw. Verstärkungsfasern können gängige Verstärkungsfasern, wie z.B. Glasfasern, Kohlenstofffasern oder Aramidfasern verwendet werden. In einer Ausgestaltung können z.B. im ersten Teilbereich Längsfäden aus Kohlenstofffasern verwendet sein und im zweiten Teilbereich Längsfäden aus Glasfasern, wodurch der erste Teilbereich eine höhere Steifigkeit und Festigkeit aufweist als der zweite Teilbereich. Es wird folglich möglich, funktionale Anforderungen im Faserhalbzeug und damit auch im Bauteil abzubilden, ohne dass eine Geometrieänderung erfolgen muss.

Eine weitere Verstärkung einzelner Teilbereiche des Faserhalbzeugs kann in einer Ausgestaltung dadurch erzielt werden, dass in dem ersten Teilbereich weiterhin eine zusätzliche Faserschicht angeordnet ist. Die zusätzliche Faserschicht wird vorzugsweise lokal begrenzt nur in dem ersten Teilbereich ausgebildet. Dann erstreckt sich die zusätzliche Faserschicht in Umfangsrichtung vorzugsweise so weit, wie der erste Teilbereich reicht und über die gesamte Länge des Faserhalbzeugs.

Die zusätzliche Faserschicht kann z.B. als Gewebe, Geflecht oder Gestrick ausgebildet sein. Eine gute Verstärkungswirkung bei besonders effizientem

Materialeinsatz kann in einer Ausgestaltung dadurch erreicht werden, dass es sich bei der zusätzlichen Faserschicht um ein unidirektionales Gelege in Längsrichtung des Faserhalbzeugs handelt.

Zur Erzielung einer hohen mechanischen Verstärkungswirkung ist die zusätzliche Faserschicht vorzugsweise aus Kohlenstofffasern aufgebaut, wobei grundsätzlich auch der Einsatz anderer Verstärkungsfasern denkbar ist.

Zur Erzielung höherer Wandstärken, Bauteilsteifigkeiten und -festigkeiten kann das Faserhalbzeug zwei oder mehr Schichten von Verstärkungsfasern und zwei oder mehr zusätzliche Faserschichten aufweisen, die jeweils abwechselnd übereinander geschichtet sind. Werden mehrere zusätzliche Faserschichten vorgesehen, so werden diese vorzugsweise in demselben Teilbereich ausgebildet, so dass sie umfangsseitig fluchtend übereinander liegen.

Das Faserhalbzeug kann umfangsseitig genau einen ersten Teilbereich und einen zweiten Teilbereich aufweisen, so dass der Querschnitt zweigeteilt ist. Es ist jedoch in einer Ausgestaltung auch möglich, dass das Faserhalbzeug umfangsseitig mehr als einen ersten Teilbereich und mehr als einen zweiten Teilbereich aufweist. Beispielsweise können zwei erste und zwei zweite Teilbereiche vorgesehen sein. Am Beispiel eines Hohlprofils in einem Dachrahmen kann z.B. eine gezielte Verstärkung von Druck- und Zuggurt erfolgen. Auch das Vorsehen von drei oder mehr ersten bzw. zweiten Teilbereichen ist denkbar. Die Teilbereiche können die gleiche Größe haben und z.B. die gleiche Anzahl von Rovings aufweisen oder unterschiedlich groß ausgebildet sein, so dass z.B. ein Teilbereich mehr Rovings aufweist als ein anderer Teilbereich.

Weiterhin ist es in einer Ausgestaltung vorgesehen, dass das Faserhalbzeug mehr als zwei Teilbereiche beinhaltet, in denen die Längsfäden sich hinsichtlich ihres Materials unterscheiden. Durch das Vorsehen von drei oder mehr Teilbereichen, in denen sich die Materialien der Längsfäden jeweils unterscheiden, kann ein Bauteil mit fein graduierten Unterschieden in den Steifigkeiten und Festigkeiten einzelner umfangsseitiger Wandabschnitte erzielt werden.

Weiterhin wird ein faserverstärktes Kunststoffhohlprofil angegeben, das ein erfindungsgemäßes Faserhalbzeug beinhaltet. Das Faserhalbzeug ist dann in eine Kunststoffmatrix eingebunden. Die Kunststoffmatrix kann ein thermoplastisches Kunststoffmaterial oder ein duroplastisches Kunststoffmaterial sein. Bei dem faserverstärkten Kunststoffhohlprofil handelt es sich vorzugsweise um ein Fahrzeugbauteil, wie z.B. ein Karosseriebauteil.

Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung eines wie voranstehend beschriebenen Faserhalbzeugs angegeben. Das Verfahren beinhaltet die Schritte:

Bereitstellen eines Formkerns;

Anordnen einer Lage von Verstärkungsfasern auf dem Formkern derart, dass die Lage von Verstärkungsfasern Längsfäden beinhaltet, welche in Längsrichtung des Faserhalbzeugs verlaufen, wobei sich die Längsfäden in einem ersten umfangsseitigen Teilbereich des Faserhalbzeugs von den Längsfäden in einem zweiten umfangsseitigen Teilbereich in ihrem Material voneinander unterscheiden. Das Anordnen der Lage von Verstärkungsfasern kann per Hand oder automatisiert erfolgen. Besonders bevorzugt erfolgt das Anordnen durch Aufflechten der Lage von Verstärkungsfasern auf einen Formkern. Hierbei handelt es sich um einen industriell ausgereiften Prozess mit hoher Wiederholgenauigkeit.

Auf den Formkern können mehr als eine Lage von Verstärkungsfasern aufgebracht werden, beispielsweise kann der Formkern mehrmals durch eine Flechtanlage geführt werden, so dass ein mehrlagiges Geflecht ausgebildet wird.

In einer Ausgestaltung wird eine umfangsseitig lokal begrenzte Faserschicht auf dem Formkern in dem ersten Teilbereich angeordnet, wodurch im Faserhalbzeug die zusätzliche Faserschicht ausgebildet wird. Ist die Faserschicht als Gelege konzipiert, so kann sie z.B. durch Mitführen zusätzlicher Verstärkungsfäden während des Flechtprozesses auf einfache Art und Weise hergestellt und unterhalb des Geflechts sicher am Formkern fixiert werden. Daher ist diese Ausführungsform in Kombination mit einem Geflecht besonders wirtschaftlich.

Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Kunststoffhohlprofils angegeben. Das Verfahren beinhaltet die Schritte:
Erzeugen eines Faserhalbzeugs mit dem voranstehend beschriebenen Verfahren, Imprägnieren des Faserhalbzeugs mit einem thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoffmaterial sowie Konsolidieren und/oder Aushärten des Kunststoffmaterials. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem Verfahren um einen RTM-Prozess (Resin Transfer Moulding).

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Sofern in dieser Anmeldung der Begriff "kann" verwendet wird, handelt es sich sowohl um die technische Möglichkeit als auch um die tatsächliche technische Umsetzung.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele an Hand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Darin zeigen in schematischer Darstellung:

- | | |
|------------|---|
| Figur 1 | eine Seitenansicht eines beispielhaften Faserhalbzeugs, |
| Figur 2 | eine Schnittansicht des Faserhalbzeugs aus Figur 1, |
| Figur 3 | eine Schnittansicht eines weiteren beispielhaften Faserhalbzeugs, |
| Figur 4, 5 | Schnittansichten beispielhafter faserverstärkter Kunststoffbauteile und |
| Figur 6 | einen beispielhaften Verfahrensablauf. |

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines rohrförmigen Faserhalbzeugs 10 in Form eines triaxialen Geflechtschlauchs. Das Faserhalbzeug 10 beinhaltet Längsfäden 12, 14, sogenannte Stehfäden, die von Flechtfäden 16 umflochten sind, wobei nur einzelne Längsfäden und Flechtfäden mit Bezugszeichen versehen sind. Das Faserhalbzeug 10 ist auf einen Formkern 2 aufgeflochten, siehe Figur 2. Bei den Längsfäden 12 kann es sich um Einzelfilamente handeln, vorzugsweise sind die Längsfäden 12 jedoch Faserbündel, sogenannte Rovings.

In dem Faserhalbzeug 10 sind zwei unterschiedliche Längsfäden 12, 14 verarbeitet worden. Umfangsseitig betrachtet sind in einem ersten Teilbereich I Längsfäden 12 aus einem ersten Material, z.B. Kohlenstofffasern, verwendet worden. In einem zweiten Teilbereich II sind Längsfäden 14 aus einem zweiten Material, z.B. Glasfasern, verwendet worden.

In dem Beispiel aus Figur 1 sind jeweils zwei erste und zwei zweite Teilbereiche I, II vorgesehen, die sich umfangsseitig abwechseln. In jedem Teilbe-

reich I bzw. Teilbereich II sind mehrere gleiche Längsfäden 12 bzw. 14 nebeneinander angeordnet, wodurch sich in dem jeweiligen Teilbereich I bzw. II eine einheitliche Wandstärke ergibt. Figur 2 zeigt eine Schnittansicht des Faserhalbzeugs aus Figur 1.

Die Figur 3 zeigt eine Schnittansicht eines weiteren beispielhaften Faserhalbzeug 10A. Das Faserhalbzeug 10A unterscheidet sich von dem Faserhalbzeug aus Figur 1 und 2 dadurch, dass unterhalb der Schicht aus Verstärkungsfäden eine zusätzliche Faserschicht 18 aus, z.B. ein Gelege von Kohlenstofffasern, angeordnet ist. Diese zusätzliche Faserschicht 18 ist lokal begrenzt nur in den ersten Teilbereichen I ausgebildet. Die zweiten Teilbereiche II sind also frei von der zusätzlichen Faserschicht 18.

Hieraus ergibt sich, dass die Steifigkeit und Festigkeit des Faserhalbzeugs im ersten Teilbereich I noch weiter erhöht wird. Zusätzlich zur größeren Wandstärke wirkt hier die höhere Steifigkeit und Eigenfestigkeit der Kohlenstofffasern.

Die Figuren 4 und 5 zeigen Schnittansichten von faserverstärkten Kunststoffhohlprofilen 1 und 1A, wobei Figur 4 ein Kunststoffhohlprofil 1 mit dem Faserhalbzeug 10 aus Figur 2 und Figur 5 ein Kunststoffhohlprofil 1A mit dem Faserhalbzeug 10A aus Figur 3 zeigt. Das jeweilige Faserhalbzeug 10, 10A ist in einer Kunststoffmatrix 20 eingebunden zum faserverstärkten Kunststoffhohlprofil 1 bzw. 1A. In beiden Fällen weist das Bauteil 1 bzw. 1A Wandstärkebereiche mit unterschiedlichen Steifigkeiten und Festigkeiten auf.

Bei dem Beispiel aus Figur 4 hat das Kunststoffhohlprofil 1 zwar eine im Wesentlichen einheitliche Wandstärke, jedoch aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Materialien für die Längsfäden 12 bzw. 14 unterschiedliche Steifigkeiten und Festigkeiten im ersten und zweiten Teilbereich I bzw. II.

Bei dem Beispiel aus Figur 5 ist die Steifigkeit und Festigkeit im ersten Teilbereichen I noch weiter erhöht durch das Einbringen der zusätzlichen Faserschicht 18 in Form des Kohlenstofffaser-Geleges.

In den Figuren sind das Faserhalbzeug 10 mit nur einer einzigen Geflechtlage und das Faserhalbzeug 10A mit nur einer einzigen Geflechtlage und einer zusätzlichen Faserschicht dargestellt. Zur Erzielung größerer Wandstärken können beispielsweise durch Wiederholen des Prozesses zwei oder mehr Geflechtlagen übereinander ausgebildet werden, wobei vorzugsweise die ersten Teilbereiche jeder Schicht fluchtend übereinander angeordnet werden. Es können auch eine zusätzliche Schicht und eine Geflechtlage jeweils abwechselnd mehrfach übereinander angeordnet werden.

Zusätzlich kann das Faserhalbzeug 10 bzw. 10A weitere Lagen von Verstärkungsfasern, z.B. in Form weiterer Geflechtlagen und/oder Gewebe oder Gelege beinhalten. Ebenso sind andere als der gezeigte runde Querschnitt denkbar, z.B. mehreckige Querschnitte. Grundsätzlich können die Längsfäden 12, 14 auch als Gelege oder als Teil eines Gewebes in dem Faserhalbzeug vorliegen. Ebenso kann die zusätzliche Faserschicht als Gewebe, Geflecht oder Gewirk vorliegen.

Figur 6 zeigt einen schematischen Ablauf eines beispielhaften Verfahrens. Zunächst wird in Schritt 100 eine Lage von Verstärkungsfasern auf einem bereitgestellten Formkern derart angeordnet, dass die Lage von Verstärkungsfasern Längsfäden 12, 14 beinhaltet, welche in Längsrichtung des Faserhalbzeugs 10, 10A verlaufen und sich die Längsfäden 12 in einem ersten umfangsseitigen Teilbereich I des Faserhalbzeugs und die Längsfäden 14 in einem zweiten umfangsseitigen Teilbereich II in ihrem Material voneinander unterscheiden. Bei dem Beispiel wird die Lage von Verstärkungsfäden durch

einen Flechtprozess als triaxiales Geflecht ausgebildet. Bei Bedarf kann der Schritt 100 mehrmals wiederholt werden, wodurch sich ein mehrlagiges Geflecht auf dem Formkern bildet.

Das so entstandene Faserhalbzeug kann in Schritt 200 zu einem faserverstärkten Kunststoffhohlbauteil weiterverarbeitet werden. In Schritt 200 wird das Faserhalbzeug mit einem Matrixmaterial infiltriert und das Matrixmaterial wird konsolidiert. Beispielsweise handelt es sich um ein duroplastisches Matrixmaterial, das in einem RTM-Prozess dem Faserhalbzeug injiziert und ausgehärtet wird.

Das Verfahren kann einen optionalen zusätzlichen Schritt 110 beinhalten. In diesem Schritt wird eine zusätzliche Faserschicht auf den Formkern aufgebracht, vorzugsweise als Gelege. Beispielsweise werden zusätzliche Längsfasern im Flechtprozess zwischen Flechtschlauch und Formkern mitgeführt, so dass sie sich als Gelege auf dem Formkern ablegen und durch den Geflechtschlauch auf dem Formkern fixiert werden. Bei Wiederholung z.B. des Flechtprozesses in Schritt 100 kann auch Schritt 110 entsprechend wiederholt werden.

Bezugszeichenliste

1, 1A	faserverstärktes Kunststoffhohlprofil
2	Formkern
10, 10A	Faserhalbzeug
12, 14	Längsfäden
16	Flechtfäden
18	zusätzliche Faserschicht
20	Kunststoffmatrix
I, II	Teilbereiche
100, 110, 200	Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Rohrformiges Faserhalbzeug mit mindestens einer Lage von Verstärkungsfasern, wobei die Lage von Verstärkungsfasern Längsfäden (12, 14) beinhaltet, welche in Längsrichtung des Faserhalbzeugs (10, 10A) verlaufen dadurch gekennzeichnet, dass sich die Längsfäden (12) in einem ersten umfangsseitigen Teilbereich (I) des Faserhalbzeugs von den Längsfäden (14) in einem zweiten umfangsseitigen Teilbereich (II) in ihrem Material voneinander unterscheiden.
2. Faserhalbzeug nach Patentanspruch 1, wobei die mindestens eine Lage von Verstärkungsfasern ein Geflecht ist.
3. Faserhalbzeug nach einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei es sich bei den Längsfäden (12, 14) jeweils um Faserbündel handelt.
4. Faserhalbzeug nach einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei die Längsfäden (12) im ersten Teilbereich (I) eine andere Feinheit aufweisen als die Längsfäden (14) im zweiten Teilbereich (II).
5. Faserhalbzeug nach einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei die Längsfäden (12) im ersten Teilbereich (I) Kohlenstofffasern sind und die Längsfäden (14) im zweiten Teilbereich (II) Glasfasern sind.
6. Faserhalbzeug nach einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei in dem ersten Teilbereich (I) weiterhin eine zusätzliche Faserschicht (18) angeordnet ist.

7. Faserhalbzeug nach einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei es sich bei der zusätzlichen Faserschicht (18) um ein unidirektionales Gelege in Längsrichtung des Faserhalbzeugs handelt.
8. Faserhalbzeug nach Patentanspruch 7 oder 8, wobei die zusätzliche Faserschicht (18) aus Kohlenstofffasern aufgebaut ist.
9. Faserhalbzeug nach einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei das Faserhalbzeug zwei oder mehr Schichten von Verstärkungsfasern und zwei oder mehr zusätzliche Faserschichten aufweist, die jeweils abwechselnd übereinander geschichtet sind.
10. Faserhalbzeug nach einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei das Faserhalbzeug (10, 10A) umfangsseitig mehr als einen ersten Teilbereich (I) und mehr als einen zweiten Teilbereich (II) aufweist.
11. Faserverstärktes Kunststoffhohlprofil, insbesondere Karosseriebauteil, mit einer Kunststoffmatrix (20), in das ein Faserhalbzeug (10, 10A) nach einem der voranstehenden Patentansprüche eingebunden ist.
12. Verfahren zur Herstellung eines Faserhalbzeugs mit den Schritten:
Bereitstellen eines Formkerns (2),
Anordnen einer Lage von Verstärkungsfasern auf dem Formkern (2) derart, dass die Lage von Verstärkungsfasern Längsfäden (12, 14) beinhaltet, welche in Längsrichtung des Faserhalbzeugs (10, 10A) verlaufen und sich die Längsfäden (12) in einem ersten umfangsseitigen Teilbereich (I) des Faserhalbzeugs von den Längsfäden (14) in einem zweiten umfangsseitigen Teilbereich (II) in ihrem Material voneinander unterscheiden.

13. Verfahren nach Patentanspruch 12, mit dem weiteren Schritt:
Anordnen einer umfangsseitig lokal begrenzten zusätzlichen Faserschicht (18) auf dem Formkern (2) in dem ersten Teilbereich (I).
14. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Kunststoffhohlprofils mit den Schritten:
Erzeugen eines Faserhalbzeugs (10, 10A) mit einem Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
Imprägnieren des Faserhalbzeugs (10, 10A) mit einem thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoffmaterial und
Konsolidieren und/oder Aushärten des Kunststoffmaterials.

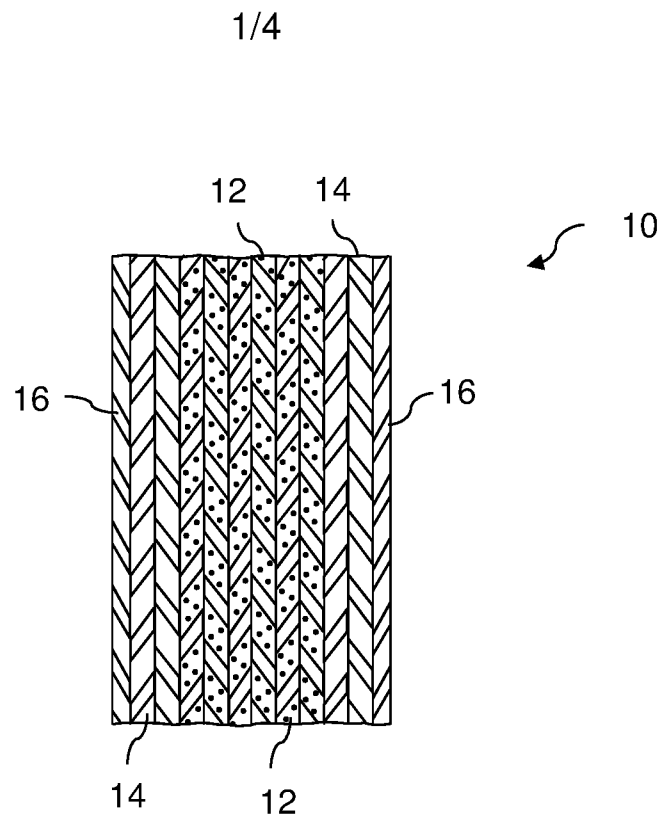


Fig. 1

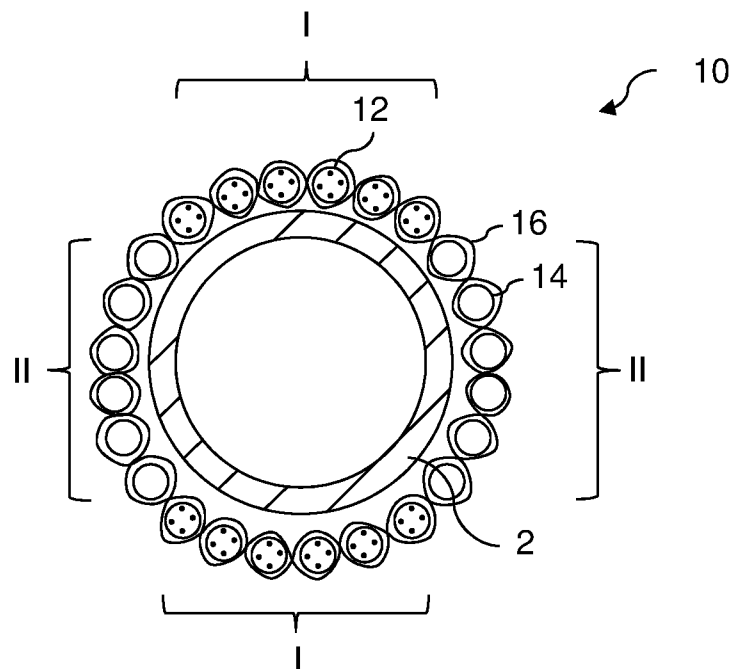


Fig. 2

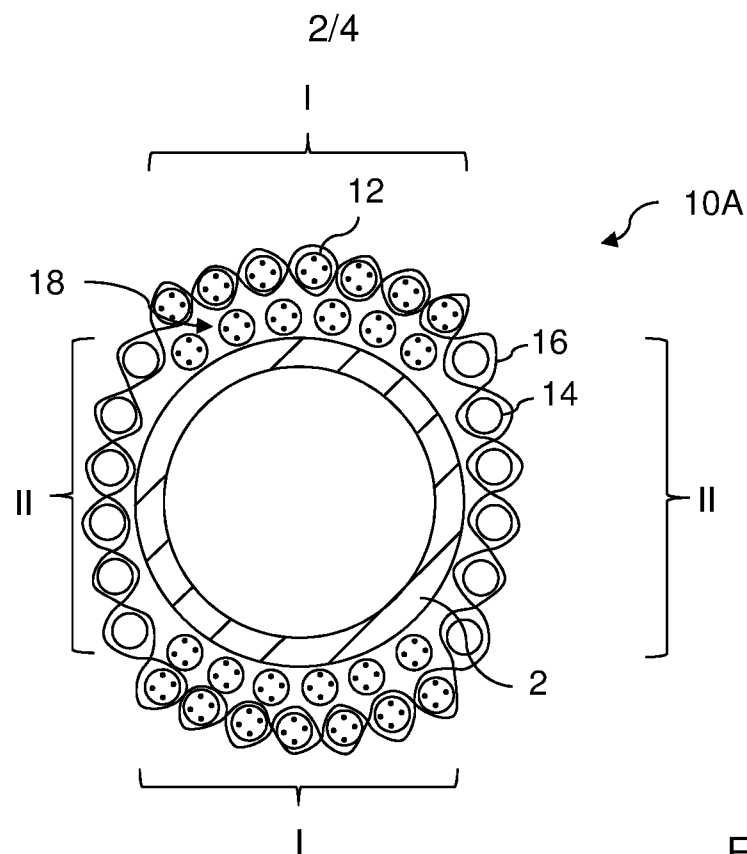


Fig. 3

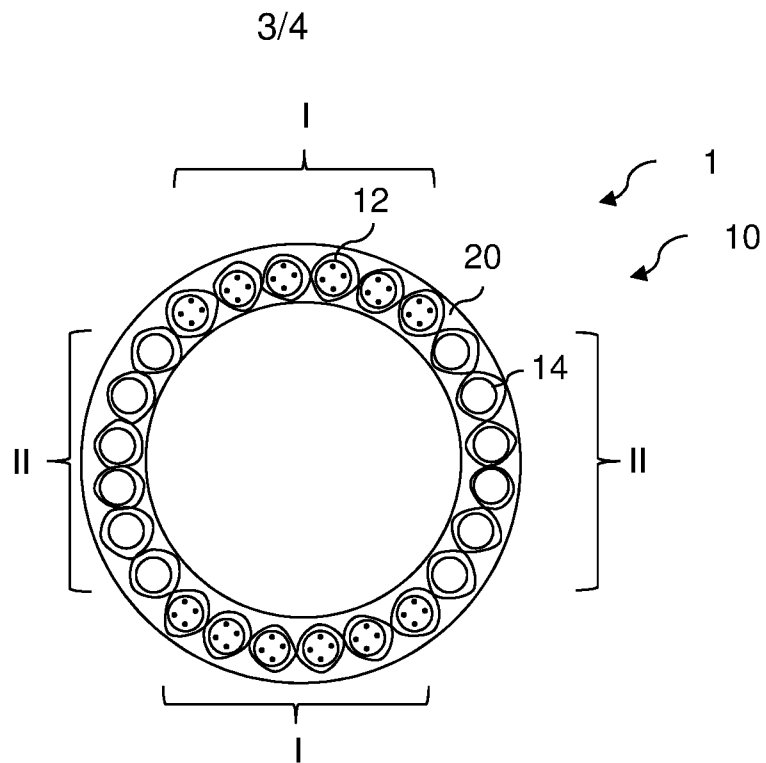


Fig. 4

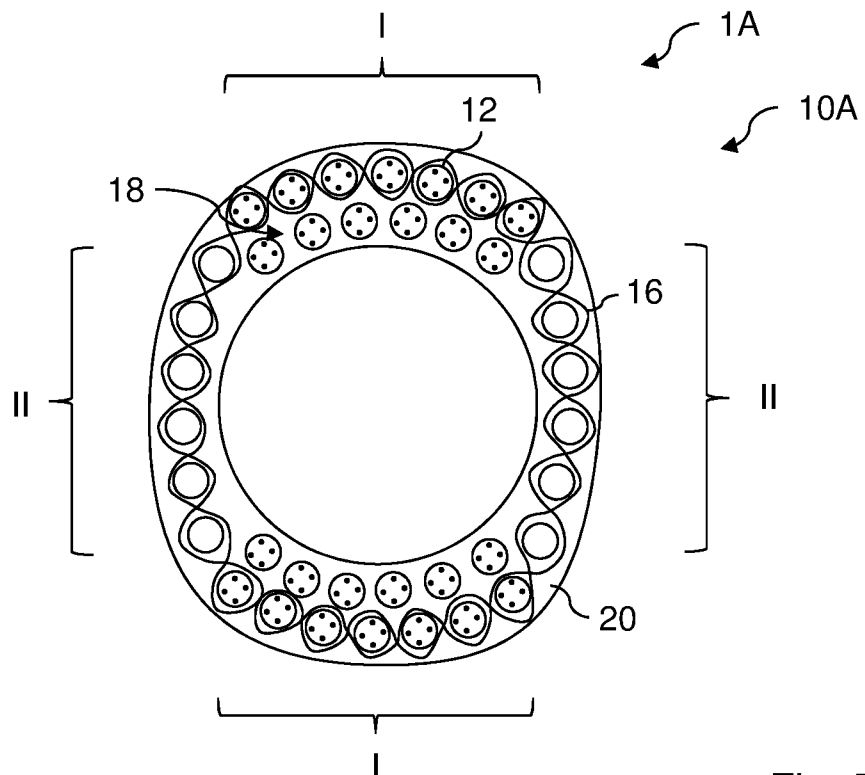


Fig. 5

4/4

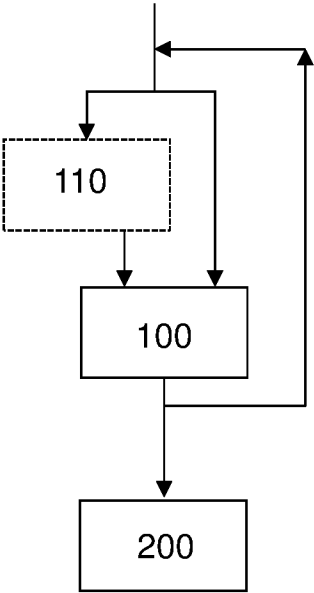


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/050638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 70/24(2006.01)i; **B29C 70/08**(2006.01)i; **B29D 99/00**(2010.01)i; **B32B 1/08**(2006.01)i; **B29D 23/00**(2006.01)i; **E21B 17/00**(2006.01)i; **D04C 1/06**(2006.01)i; **B29L 23/00**(2006.01)n

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; B32B; B29L; E21B; D04C

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 practicable, 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 Y	US 6250193 B1 (HEAD ANDREW A [US]) 26 June 2001 (2001-06-26) figures 1, 1B column 1, line 47 - line 59 column 3, line 29 - line 67 column 6, line 34 - line 42	1-5,10-12,14 6-9,13
Y	FR 2976297 A1 (CAHUZAC GEORGES JEAN JOSEPH ANTOINE [FR]) 14 December 2012 (2012-12-14) figure 4	9
Y	US 5619903 A (ROGERS CHARLES W [US] ET AL) 15 April 1997 (1997-04-15) figure 4 column 1, line 60 - column 2, line 11	6-8,13



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 application or patent 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

24 March 2020

Date of mailing of the international search report

02 April 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Wellhausen, C

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/050638

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6250193	B1	26 June 2001	AT	289913	T	15 March 2005
				CA	2276024	A1	11 June 1998
				DE	69732664	D1	07 April 2005
				DE	69732664	T2	06 April 2006
				EP	1011961	A1	28 June 2000
				US	6250193	B1	26 June 2001
				WO	9824616	A1	11 June 1998
FR	2976297	A1	14 December 2012	NONE			
US	5619903	A	15 April 1997	CA	2205905	A1	06 June 1996
				EP	0795054	A1	17 September 1997
				JP	H10510012	A	29 September 1998
				KR	970707337	A	01 December 1997
				US	5619903	A	15 April 1997
				WO	9617120	A1	06 June 1996

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B29C70/24 E21B17/00 ADD. B29L23/00	B29C70/08 D04C1/06
	B29D99/00	B32B1/08 B29D23/00
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29C B29D B32B B29L E21B D04C		
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 6 250 193 B1 (HEAD ANDREW A [US]) 26. Juni 2001 (2001-06-26)	1-5, 10-12,14
Y	Abbildungen 1, 1B Spalte 1, Zeile 47 - Zeile 59 Spalte 3, Zeile 29 - Zeile 67 Spalte 6, Zeile 34 - Zeile 42 -----	6-9,13
Y	FR 2 976 297 A1 (CAHUZAC GEORGES JEAN JOSEPH ANTOINE [FR]) 14. Dezember 2012 (2012-12-14) Abbildung 4 -----	9
Y	US 5 619 903 A (ROGERS CHARLES W [US] ET AL) 15. April 1997 (1997-04-15) Abbildung 4 Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 11 -----	6-8,13
☐ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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
24. März 2020		02/04/2020
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 Wellhausen, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/050638

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6250193	B1	26-06-2001	AT 289913 T 15-03-2005
			CA 2276024 A1 11-06-1998
			DE 69732664 D1 07-04-2005
			DE 69732664 T2 06-04-2006
			EP 1011961 A1 28-06-2000
			US 6250193 B1 26-06-2001
			WO 9824616 A1 11-06-1998

FR 2976297	A1	14-12-2012	KEINE

US 5619903	A	15-04-1997	CA 2205905 A1 06-06-1996
			EP 0795054 A1 17-09-1997
			JP H10510012 A 29-09-1998
			KR 970707337 A 01-12-1997
			US 5619903 A 15-04-1997
			WO 9617120 A1 06-06-1996
