

(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
2. Februar 2017 (02.02.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/016633 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B64C 25/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/001130

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Juli 2016 (01.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2015 005 362.9 29. Juli 2015 (29.07.2015) DE

(71) Anmelder: **LIEBHERR-AEROSPACE LINDENBERG
GMBH** [DE/DE]; Pfänderstraße 50-52, 88161 Lindenberg
(DE).

(72) Erfinder: **MEYER, Jörg**; Weidenstrasse 31, 88255
Baienfurt (DE). **STRAUB, Anton**; Sigismundstrasse 2,
78462 Konstanz (DE). **VERGOUWEN VON FOKKER,
Peet**; Lekerstraat 27, 5741 SM Beek en Donk (NL).

(74) Anwalt: **LAUFHÜTTE, Dieter**; Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte Partnerschaft mbB,
Widenmayerstraße 23, 80538 München (DE).

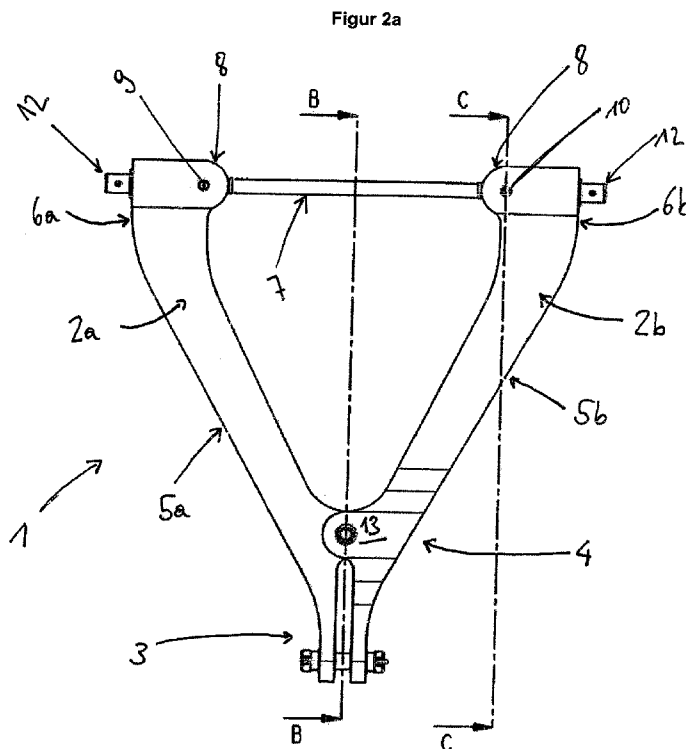
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, 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, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STRUT FOR THE LANDING GEAR OF AN AIRCRAFT

(54) Bezeichnung : STREBE FÜR DAS FAHRWERK EINES FLUGZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a strut for the landing gear, preferably the nose landing gear, of an aircraft, which strut comprises a structure (1) branched in a Y shape, wherein the Y-shaped structure is produced as a multi-piece structure and comprises at least two bars (5a, 5b), wherein a first bar (5a) forms the first branch of the structure and a second bar (5b) forms the second branch of the structure (1) and wherein both bars (5a, 5b) are composed partially or completely of a fiber composite material.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Strebe für das Fahrwerk und vorzugsweise das Bugfahrwerk eines Flugzeugs, die ein Y-förmig verzweigtes Gerüst (1) umfasst, wobei das Y-förmige Gerüst mehrteilig gefertigt ist und wenigstens zwei Balken (5a, 5b) umfasst, wobei ein erster Balken (5a) den ersten Ast des Gerüsts und ein zweiter Balken (5b) den zweiten Ast des Gerüsts (1) bildet und wobei beide Balken (5a, 5b) teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff bestehen.



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).

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Strebe für das Fahrwerk eines Flugzeugs

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Strebe für das Fahrwerk und vorzugsweise das Bugfahrwerk eines Flugzeugs sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Strebe.

Das Fahrwerk ist eine vitale und robuste Baugruppe des Flugzeugs, für die es keine Redundanz gibt. Um auch den Stoß einer sehr schlechten Landung klaglos und zuverlässig verkraften zu können, kommen beim Bau dieser technisch ausgefeilten Konstruktionen nur äußerst feste Komponenten und Werkstoffe zum Einsatz. Das Fahrwerk ist daher ein relativ schwerer Teil des Flugzeugs. Die Fahrwerke können beispielsweise bis zu 5% des Startgewichts eines Flugzeugs ausmachen.

Vor diesem Hintergrund ist es wünschenswert, die Konstruktion des Fahrwerks so zu optimieren, dass es Stöße zuverlässig verkraften kann und gleichzeitig kein zu großes Gewicht hat. Geeignete Fahrwerke mit Streben aus Faserverbundwerkstoffen sind beispielsweise aus der DE 10 2012 001 055 A1 und der DE 10 2012 001 054 A1 bekannt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Strebe bereitzustellen, die noch robuster ist und zudem in einfacher Weise hergestellt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe stellt die Erfindung eine Strebe für das Fahrwerk und vorzugsweise das Bugfahrwerk eines Flugzeugs bereit, die ein Y-förmig verzweigtes Gerüst umfasst, wobei das Y-förmige Gerüst mehrteilig gefertigt ist und wenigstens zwei Balken umfasst, wobei ein erster Balken den ersten Ast des Gerüsts und ein zweiter Balken den zweiten Ast des Gerüsts bildet und wobei beide Balken teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff bestehen.

Das Y-förmige Gerüst ist also nicht als einziges integrales Bauteil gefertigt sondern aus mindestens zwei getrennten Balken zusammengesetzt. Ein erster Balken bildet einen ersten Ast des Gerüsts und erstreckt sich nicht auf den zweiten Ast des Gerüsts. Ein zweiter Balken bildet einen zweiten Ast des Gerüsts und erstreckt sich nicht auf den ersten Ast des Gerüsts.

An den Ästen des Y-förmigen Gerüsts sind vorzugsweise Lagerstellen zur Fixierung der Strebe am Flugzeugrumpf vorgesehen. Die Anbindung am Flugzeugrumpf kann direkt oder vermitteltst weiterer Zwischenstücke erfolgen. Beispielsweise sind an den Ästen zu diesem Zweck in der Ebene des Gerüsts liegende Löcher oder Achsstifte vorhanden.

Am Stamm des Y-förmigen Gerüsts sind Lagerstellen zur Fixierung weiterer Fahrwerksteile vorgesehen. Beispielsweise sind am Stamm zu diesem Zweck in der Ebene des Gerüsts liegende Löcher oder Achsstifte vorhanden.

In einer Ausführungsform sind die beiden Balken identisch oder nahezu identisch. Nahezu identisch soll heißen, dass die Formgebung grundsätzlich identisch ist,

dass es aber Unterschiede in der Ausbildung der Verbindungspunkte geben kann. In einer Ausführungsform sind die beiden vorzugsweise identischen Balken im Gerüst linien- oder spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet. Die Symmetrielinie entspricht der Stammachse. Die Spiegelebene steht senkrecht zur Ebene des Y-förmigen Gerüsts und liegt in der Stammachse. Eine identische Ausbildung der beiden Balken führt zu Vorteilen in der Produktion.

In einer Ausführungsform umfasst das Gerüst ferner wenigstens einen Quersteg, der sich zwischen den Ästen erstreckt. Der Quersteg kann wie auch die Balken teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff bestehen.

Bei dem Quersteg handelt es sich vorzugsweise ebenfalls um ein individuelles Bauteil und nicht einen integralen Teil von einem der Balken. Der Quersteg kann gelenkig oder biegefrei an die Balken angebunden werden. Die Verbindung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass an den Verbindungspunkten zwischen Quersteg und Balken in beiden Bauteilen jeweils fluchtende Löcher vorgesehen sind, durch die ein Bolzen gesteckt wird. Die Löcher stehen in einer Ausführungsform normal zur Ebene des Gerüsts. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Anbindung über Lagerzapfen erfolgt, die auch der Anbindung der Strebe am Flugzeugrumpf dienen. Der Quersteg hat die Aufgabe, die Verwindungssteifigkeit des Gerüsts zu erhöhen.

In einer Ausführungsform sind die beiden Balken am Verzweigungspunkt oder am Stamm des Y-förmigen Gerüsts miteinander verbunden. Die Verbindung am Verzweigungspunkt kann beispielsweise anhand eines normal zur Ebene der Strebe verlaufenden Bolzens erfolgen. Die Verbindung kann selbstverständlich auch anhand mehrerer normal oder in der Ebene verlaufende Bolzen erfolgen.

Alternativ oder zusätzlich kann die Verbindung am Stamm anhand eines in der Ebene der Strebe verlaufenden Bolzens erfolgen.

Die Verbindung der beiden Balken am Verzweigungspunkt kann symmetrisch (beidseitig) oder asymmetrisch (einseitig) ausgeführt sein.

In einer Ausführungsform ist am Verzweigungspunkt zwischen den Balken ein Hilfskörper angeordnet, der zwei gegenüberliegende Sitzflächen umfasst, die an den Innenseiten der Balken anliegen. Der Hilfskörper kann wie auch die Balken teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff bestehen. Der Hilfskörper dient als Abstandshalter und Mittel zur Festlegung des Abstands zwischen den Balken.

Vorzugsweise ist der Hilfskörper bezüglich der Stammachse spiegelsymmetrisch ausgebildet und angeordnet. Die Verbindung zwischen dem Hilfskörper und den Balken kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass der Hilfskörper ein zu den Löchern der Balken fluchtendes Loch aufweist und der Bolzen, der die beiden Balken verbindet, auch durch dieses Loch gesteckt wird.

Der Hilfskörper kann beispielsweise als Platte mit dreieckiger oder trichterförmiger Gestalt ausgebildet sein, um mit den Sitzflächen den steigenden Abstand der Innenseiten der Balken und ggf. die Krümmung der Innenseiten der Balken am Verzweigungspunkt abzubilden. Die Sitzflächen können beispielsweise gegenüber der Stärke des Hilfskörpers erweitert sein, um eine größere Auflagefläche zu erreichen. In diesem Fall kann der Klemmkörper im Querschnitt beispielsweise H-förmig oder U-förmig sein. Der Hilfskörper kann dazu dienen, den Abstand zwischen den beiden Balken einzustellen und die Verwindungssteifigkeit der Strebe zu erhöhen.

In einer Ausführungsform weisen die Balken am Verzweigungspunkt eine nach innen offene Vertiefung auf. Es kann vorgesehen sein, dass in dieser Vertiefung, sofern vorhanden, der Hilfskörper aufgenommen ist.

In einer Ausführungsform ist der Stamm des Y-förmigen Gerüsts zweiteilig gefertigt, wobei der erste Balken den ersten Teil des Stamms und der zweite Balken den zweiten Teil des Stamms bildet.

In einer Ausführungsform sind die Balken S-förmig gekrümmt, wobei die Stammabschnitte beider Balken parallel verlaufen, die Balken sich dann im Bereich der Äste voneinander entfernen, und wobei an der Spitze der Äste ein Endabschnitt vorhanden ist, in dem die Balken wiederum parallel verlaufen.

Wie oben ausgeführt, bestehen die Balken teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff. Denkbar ist es, einen Faser-Kunststoff-Verbund mit hoher spezifischer Festigkeit und Steifigkeit sowie niedriger Dichte einzusetzen. Dies wird beispielsweise dadurch erreicht, dass der Werkstoff aus langen oder endlos verlaufenden beanspruchungsgerecht orientierten Verstärkungsfasern besteht. In Betracht kommen beispielsweise Glasfasern, Aramidfasern oder Kohlenstofffasern. Diese sind vorzugsweise in eine thermo- oder duroplastische Kunststoffmatrix eingebaut. Besonders bevorzugt ist ein kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff.

In einer Ausführungsform weist zumindest ein Bauteil der Strebe Verstärkungen aus Metall, Hartmetall, Keramik oder dergleichen auf. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Balken ringförmige Verstärkungen im Bereich der Löcher aufweisen, um eine Beschädigung des starren Faserverbundwerkstoffs zu vermeiden. Alternativ oder zusätzlich können auch die Löcher des Querstegs und/oder des Hilfskörpers ringförmige Verstärkungen im Bereich der Löcher aufweisen. Ferner kann vorgesehen sein, dass der Hilfskörper und/oder die Balken

im Bereich der Sitzflächen eine Verstärkung aufweisen, um Beschädigungen zu vermeiden.

Die Balken und/oder der Quersteg können als Profilträger ausgeführt sein, um bei einer gleichbleibenden Stabilität eine geringere Masse zu haben. Ferner lassen sich Profilträger im Rahmen eines weiter unten beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens in einfacher Weise herstellen. Beispiele für geeignete Profile umfassen Rund- oder Mehrkantrohre, beispielsweise Vierkantrohre U-Profile, T-Profile, Doppel-T-Profile oder L-Profile.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Herstellung der Balken im Rahmen eines RTM-Verfahrens (RTM steht für Resin Transfer Moulding) erfolgt und wobei die fertigen Balken anschließend miteinander verbunden werden.

Dabei wird ein Faserhalbzeug in eine Kavität eingelegt, das Faserhalbzeug anschließend mit einer Formmasse umspritzt und das entstehende Verbundbauteil unter Wärme und Druck ausgehärtet. Bei der Formmasse kann es sich beispielsweise um eine vernetzbare Kunststoffmasse handeln, die zu einem Duroplasten aushärtet. Das Faserhalbzeug kann Kohlefasern umfassen oder daraus bestehen. Vor dem Einspritzen der Formmasse kann die Kavität evakuiert werden. Sofern das Bauteil auch Verstärkungen umfassen soll, beispielsweise Ringverstärkungen im Bereich der Löcher oder Verstärkungen im Bereich der Kontaktflächen mit dem Hilfskörper, können entsprechende Teile wie beispielsweise Metallteile in die Kavität eingelegt werden.

Die Löcher können in die Bauteile bereits beim RTM-Verfahren oder nachträglich eingearbeitet werden, beispielsweise durch Bohren.

Alternativ zum RTM-Verfahren, also einem Vakuuminfusionsverfahren, kann die Herstellung der Balken im Rahmen eines weiteren erfindungsgemäßen Verfahrens auch durch thermoplastische Herstellung im Rahmen eines automatisierten Bandlaminierungsverfahrens (ATL; Automated Tape Laying) erfolgen.

Auch der teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff bestehende Quersteg und/oder der teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff bestehende Hilfskörper können in identischer Weise im Rahmen eines RTM-Verfahrens oder automatisierten Bandlaminierungsverfahrens hergestellt werden und anschließend mit den Balken verbunden werden.

Die Verbindung der einzelnen Teile kann durch Verbolzen an den Löchern erfolgen.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Flugzeugfahrwerk, und vorzugsweise ein Bugfahrwerk mit einer erfindungsgemäßen Strebe sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Fahrwerks umfassend die erfindungsgemäße Herstellung einer Strebe und die Verbauung einer derartigen Strebe.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus dem im Folgenden anhand der Figuren diskutierten Ausführungsbeispiel. In den Figuren zeigen:

- Figur 1: ein Bugfahrwerk eines Flugzeugs umfassend eine gattungsgemäße Strebe aus dem Stand der Technik;
- Figur 2: verschiedene Ansichten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Strebe;
- Figur 3: verschiedene Ansichten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Strebe; und

Figur 4: verschiedene Ansichten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Strebe.

Figur 1 zeigt ein Bugfahrwerk 100 eines Flugzeugs umfassend eine gattungsgemäße, jedoch nicht erfindungsgemäße Y-förmige Strebe 101. Die beiden Äste der Strebe 101 sind jeweils mit der Flugzeugkarosserie verbunden und der Stamm der Strebe ist mit weiteren Elementen des Bugfahrwerks 100 verbunden. Die Y-förmige Strebe der vorliegenden Erfindung ist geeignet, die in Figur 1 gezeigte Strebe aus dem Stand der Technik zu ersetzen.

Figur 2 zeigt mehrere Ansichten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Y-förmigen Strebe. In Figur 2a wird eine Draufsicht gezeigt. In Figuren 2b und 2c werden Schnittansichten B-B bzw. C-C gemäß der Definition aus Figur 2a gezeigt. In Figuren 2d und 2e werden Detailansichten I bzw. E gemäß der Definition aus Figuren 2b und 2c gezeigt. In Figur 2f wird ein Schnitt in der Ebene der Strebe gezeigt. In Figuren 2g und 2h werden Detailansichten C bzw. D gemäß der Definition aus Figur 2f gezeigt.

Die Strebe gemäß der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform umfasst ein Y-förmiges Gerüst 1 mit spiegelverkehrt angeordneten Balken 2a und 2b. Die Balken sind identisch und liniensymmetrisch angeordnet.

Die Balken 2a und 2b sind leicht S-förmig gekrümmt. Sie weisen einen ersten geraden Abschnitt auf, in dem die Balken parallel verlaufen und den Stamm 3 des Gerüsts bilden. An den ersten geraden Abschnitt schließt ein erster gekrümmter Abschnitt an, der den Verzweigungspunkt 4 des Gerüsts definiert. An den ersten gekrümmten Abschnitt schließt ein zweiter gerader Abschnitt an, der die Äste 5a und 5b des Gerüsts definiert. An den zweiten geraden Abschnitt schließt ein zweiter

gekrümmter Abschnitt auf, der so ausgebildet ist, dass daran anschließende Fortsätze 6a bzw. 6b beider Balken 2a und 2b, die den Endbereich der Äste 5a bzw. 5b bilden, wider parallel zueinander stehen.

Im Bereich der Äste 5a und 5b sind die Balken 2a und 2b als Vierkantrohr ausgeführt, wobei diese jeweils aus 2 U- oder C-Profilen zusammengesetzt sind, und im Bereich des Stamms 3 als senkrecht zur Ebene des Gerüsts stehendes I-Profil.

Das Y-förmige Gerüst 1 umfasst ferner einen Quersteg 7, der sich im Bereich der Fortsätze 6a und 6b zwischen den Ästen 5a und 5b erstreckt. Der Quersteg 7 ist als Rohrprofil ausgeführt, dessen beide Enden an in der Ebene des Gerüsts liegenden Stegen 8 der Fortsätze 6a und 6b fixiert sind. Die Stege 8 und die Enden des Querstegs 7 weisen normal zur Ebene des Y-förmigen Gerüsts 1 verlaufende Löcher 9 und 10 auf, durch die zur Verbindung der Balken 2a bzw. 2b mit dem Quersteg 7 Bolzen 11 gesteckt werden.

An den Fortsätzen 6a und 6b der Balken 2a und 2b sind ferner in der Ebene des Y-förmigen Gerüsts 1 verlaufende Lagerstifte 12 zur schwenkbaren Anbindung der Strebe an einen Flugzeugrumpf aufgenommen. Diese Lagerstifte haben an deren Innenseite ebenfalls Normalbohrungen und sind anhand des Bolzens 11 mit der Querstrebe 7 verbunden.

Am Verzweigungspunkt 4 des Y-förmigen Gerüsts sind die Balken 2a und 2b miteinander verbunden. Zu diesem Zweck weisen beide Balken 2a und 2b im Bereich des ersten gekrümmten Abschnitts zwei zueinander zeigende Stege 13 auf, zwischen denen eine Aufnahme 14 gebildet wird. Die Stege 13 der Balken 2a und 2b sind an dieser Stelle leicht zueinander versetzt, wie sich dies beispielsweise der Figur 2d entnehmen lässt. Dies kann dadurch erreicht werden, dass in den

identischen Balken 2a und 2b die Stege 13 leicht aus der Oberfläche des Profils versetzt werden und somit bei einer spiegelbildlichen Anordnung der Balken 2a und 2b ineinandergreifen. Die Stege 13 weisen normal zur Ebene des Y-förmigen Gerüsts 1 verlaufende Löcher 15 auf, durch die zur Verbindung der Balken 2a und 2b Bolzen 16 gesteckt werden.

In der Aufnahme 14 des männlichen Balkens 2b kann ein in den Figuren nicht näher dargestellter Hilfskörper angeordnet sein, der zwei gegenüberliegende Sitzflächen umfassen kann, die an den Innenseiten 19 der Balken 2a und 2b im ersten gekrümmten Bereich anliegen können. Der Hilfskörper kann bezüglich der Stammachse spiegelsymmetrisch ausgebildet sein und angeordnet werden. An der Symmetrieachse kann der Hilfskörper ein normal zur Ebene des Gerüsts 1 verlaufendes Loch aufweisen, welches mit den Löchern 15 fluchten kann und durch das der Bolzen 16 zur Verbindung des Hilfskörpers mit den Balken 2a und 2b gesteckt werden kann.

Der Hilfskörper kann beispielsweise die Gestalt einer trichterförmigen Platte annehmen, sodass dessen Sitzflächen vollflächig an den Innenseiten 19 der Balken 2a und 2b am Verzweigungspunkt anliegen können. Im Querschnitt kann der Hilfskörper beispielsweise H-förmig sein, sodass die Stärke der Platte im Bereich der Sitzflächen zunimmt, um eine größere Auflagefläche zu erreichen. Eine den Bolzen 16 umgreifende Hülse kann in diesem Fall zum Ausgleich der Höhendifferenz zwischen dem Hilfskörper und der Aufnahme 14 dienen.

Im Bereich des Stamms 3 des Gerüsts 1 verlaufen die Balken 2a und 2b parallel zueinander und in einem Abstand zueinander, der einen Zwischenraum 21 freilässt. Am Ende des Stamms 3 sind in beiden Balken 2a und 2b horizontale und in der Ebene des Gerüsts 1 verlaufende Löcher 22 eingearbeitet, die zur Aufnahme eines

Stiftes 23 zur Verbindung mit einem weiteren Bauteil des Bugfahrwerks eingearbeitet.

Bei beiden Balken 2a und 2b, dem Quersteg 7 und ggf. dem Hilfskörper handelt es sich um Bauteile aus Faserverbundmaterial, vorzugsweise aus CFK, die anhand eines RTM-Verfahrens automatisierten Bandlaminierungsverfahrens hergestellt wurden. Alle Löcher in diesen Bauteilen sind mit Metallringen ausgekleidet.

Das Y-förmige Gerüst 1 ist also nicht als einziges integrales Bauteil gefertigt, sondern umfasst mehrere getrennte und mechanisch verbundene Bauteile, nämlich die Balken 2a und 2b, den Quersteg 7 und ggf. den Hilfskörper. Ein Balken 2a bildet den ersten Ast 5a und der andere Balken 2b den zweiten Ast 5b des Gerüsts 1.

Figur 3 zeigt mehrere Ansichten einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Y-förmigen Strebe. In Figur 3a wird eine Draufsicht gezeigt. In Figur 3b wird eine Schnittansicht B-B gemäß der Definition aus Figur 3a gezeigt. In Figur 3c wird eine Detailansicht H gemäß der Definition aus Figur 3b gezeigt. In Figur 3d wird eine Schnittansicht A-A gemäß der Definition aus Figur 3b gezeigt. In Figuren 3e und 3f werden Detailansichten F bzw. G gemäß der Definition aus Figur 3d gezeigt. Im Folgenden werden lediglich Unterschiede zur Ausführungsform gemäß Figur 2 diskutiert. Zu der Strebe gemäß Figur 2 korrespondierende Teile sind mit identischen Bezugszeichen versehen.

Ein Unterschied gegenüber der Ausführungsform gemäß Figur 2 besteht in der Anbindung des Querstegs 7 an den Balken 2a und 2b. Wie dies insbesondere aus der Figur 3e ersichtlich wird, erfolgt lediglich eine indirekte Anbindung des Querstegs 7 an die Balken 2a bzw. 2b, und zwar anhand des Stiftes 12. Die in der Ausführungsform gemäß Figur 2 vorhandenen Stege 8 fehlen ebenso wie die

Normallöcher 9 und 10 und der Normalbolzen 11. Stattdessen weisen die Querstrebe 7 an beiden Enden und die Lagerstifte 12 an deren Innenseiten jeweils korrespondierende, in der Ebene der Strebe 1 liegende Querbohrungen 30 auf. Durch diese Querbohrungen 30 sind Bolzen 31 zur Verbindung der Lagerstifte 12 mit der Querstrebe 7 gesteckt.

Ein weiterer Unterschied gegenüber der Ausführungsform gemäß Figur 2 besteht in der Ausbildung des Verzweigungspunkts 4, wie dies insbesondere aus der Figur 3f ersichtlich ist. An Stelle der Fortsätze 13 ist dort eine Ausformung 40 der profilförmigen Balken 2a bzw. 2b vorgesehen. Die vertikalen Profilwände 42 umschließen einen Zwischenraum 41, der an die Stelle der Aufnahme 14 tritt.

Figur 4 zeigt mehrere Ansichten einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Y-förmigen Strebe. In Figur 4a wird eine Draufsicht gezeigt. In Figur 4b wird eine Seitenansicht gezeigt. In Figur 4c wird ein Schnitt in der Ebene der Strebe gezeigt. In Figuren 4d und 4e werden Detailansichten A bzw. B gemäß der Definition aus Figur 4c gezeigt. Im Folgenden werden lediglich Unterschiede zur Ausführungsform gemäß Figur 3 diskutiert. Zu den Streben gemäß Figuren 2 und 3 korrespondierende Teile sind mit identischen Bezugszeichen versehen.

Ein Unterschied gegenüber der Ausführungsform gemäß Figur 3 besteht in der Ausbildung des Verzweigungspunkts 4, wie dies insbesondere aus der Figuren 4a, 4c und 4e ersichtlich ist. In dieser Ausführungsform fehlt eine Verbindung der Balken 2a und 2b am Verzweigungspunkt. Die beiden Balken 2a und 2b sind lediglich am Ende der Äste anhand der Querstrebe 7 und am Ende des Stammes anhand des Stiftes 23 verbunden. Entsprechend sind die Balken 2a und 2b als durchgehende Profile ohne Fortsätze 13 oder Ausformungen 40 im Bereich des Verzweigungspunktes ausgebildet. Die Liniensymmetrie der Balken 2a und 2b entspricht in diesem Fall einer Spiegelsymmetrie.

Zusammenfassend ergibt sich, dass das erfindungsgemäße Konzept einer mehrteiligen Fahrwerksstrebe und vorzugsweise Bugfahrwerkstrebe aus Faserverbundmaterial und vorzugsweise CFK als Basis dienen kann, um den Materialeinsatz so gering wie möglich zu halten und um vollautomatisierte Fertigungsverfahren zu unterstützen. Dies führt zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit. Basierend auf zwei ggf. symmetrischen Balken und einem quer verlaufenden Quersteg können die simplifizierten Einzelteile im Gegensatz zu bekannten Y-Streben mit geringem Materialverschnitt und ohne großen manuellen Drapieraufwand hergestellt werden. Es kann eine einfache RTM-Form verwendet werden, es ist lediglich eine geringe maschinelle Nachbearbeitung erforderlich und es kann ein hoher Automatisierungsgrad erreicht werden. Die Verwendung zweier getrennter Balken verhindert eine Beschädigung der Strebe durch beispielsweise Delaminationen und Faserbrüche aufgrund hoher Spannungen und Scherkräfte im Verzweigungspunkt bzw. Kniebereich. Im Schadensfall oder im Falle eines Produktionsfehlers muss nur das betroffene Einzelteil ersetzt werden und die anderen Teile können weiterverwendet werden. Die Montage von Achsstiften an den Ästen des Y-förmigen Gerüsts kann von innen nach außen erfolgen, da der Quersteg nach der Installation der Achsstifte montiert werden kann.

Ansprüche

1. Strebe für das Fahrwerk und vorzugsweise das Bugfahrwerk eines Flugzeugs, die ein Y-förmig verzweigtes Gerüst umfasst,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Y-förmige Gerüst mehrteilig gefertigt ist und wenigstens zwei Balken umfasst, wobei ein erster Balken den ersten Ast des Gerüsts und ein zweiter Balken den zweiten Ast des Gerüsts bildet und wobei beide Balken teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff bestehen.

2. Strebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Balken identisch ausgebildet sind und/oder dass die Balken linien- oder spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet sind.
3. Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gerüst ferner wenigstens einen Quersteg

umfasst, der sich zwischen den Ästen erstreckt und vorzugsweise teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff besteht.

4. Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Balken am Verzweigungspunkt oder am Stamm des Y-förmigen Gerüsts miteinander verbunden sind, vorzugsweise anhand eines normal zur Ebene der Strebe verlaufenden Bolzens und/oder anhand eines horizontal und in der Ebene der Strebe verlaufenden Bolzens.
5. Strebe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Balken am Verzweigungspunkt des Gerüsts normal zur Ebene des Gerüsts oder in der Ebene des Gerüsts verlaufende Löcher aufweisen, durch die die Bolzen gesteckt werden.
6. Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Verzweigungspunkt zwischen den Balken ein Hilfskörper angeordnet ist, der zwei gegenüberliegende Sitzflächen umfasst, die an den Innenseiten der Balken anliegen, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Hilfskörper teilweise oder vollständig aus einem Faserverbundwerkstoff besteht.
7. Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Balken am Verzweigungspunkt eine nach innen offene Vertiefung aufweisen, wobei in dieser Vertiefung vorzugsweise der Hilfskörper aufgenommen ist.
8. Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stamm des Y-förmigen Gerüsts zweiteilig gefertigt

ist, wobei der erste Balken den ersten Teil des Stamms und der zweite Balken den zweiten Teil des Stamms bildet.

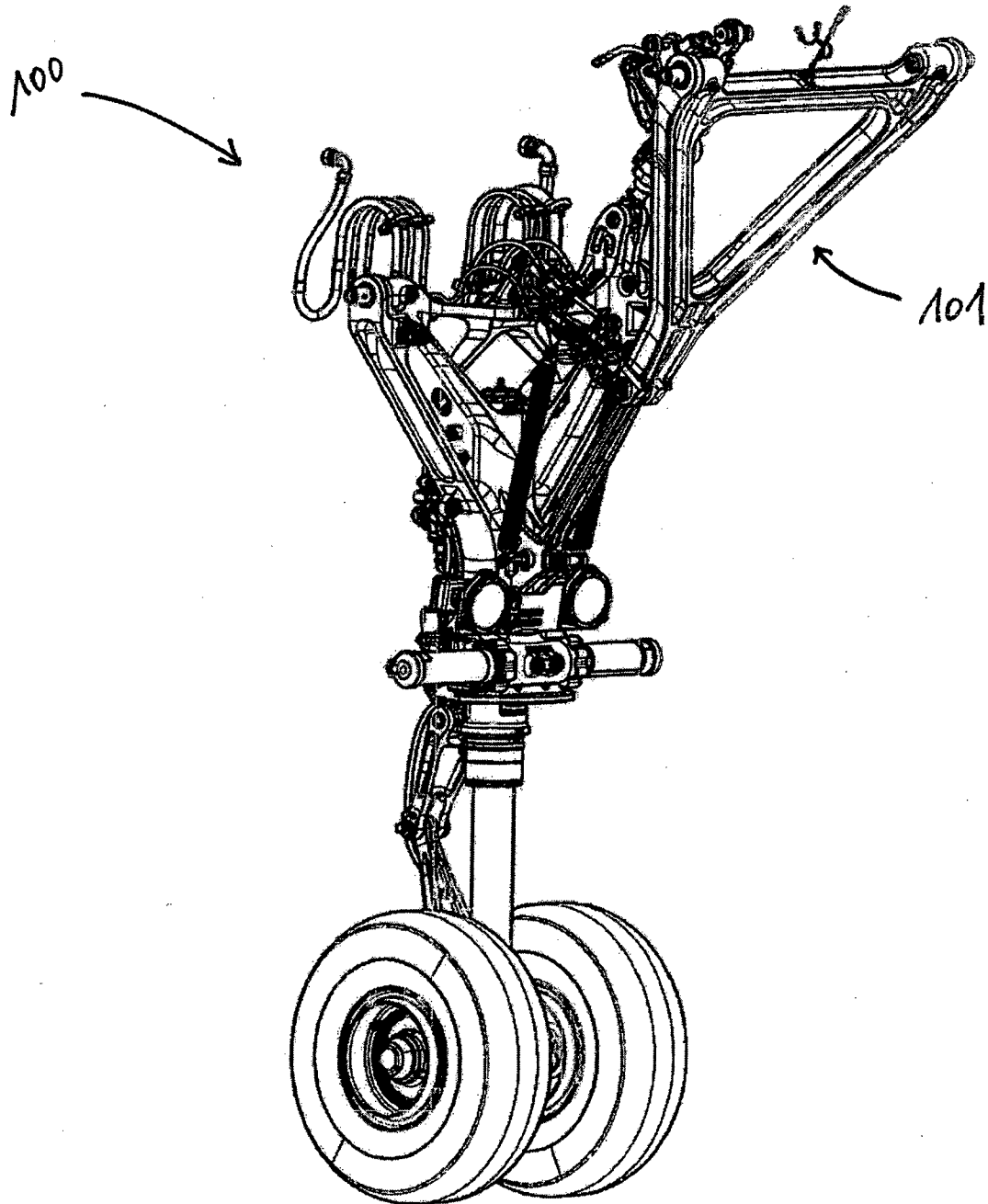
9. Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Balken und vorzugsweise ferner der Quersteg und/oder der Hilfskörper teilweise oder vollständig aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff bestehen.
10. Verfahren zur Herstellung einer Strebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Herstellung der Balken im Rahmen eines Spritzpressverfahrens oder im Rahmen eines automatischen Bandlegeverfahrens erfolgt und dass die fertigen Balken anschließend miteinander verbunden werden.

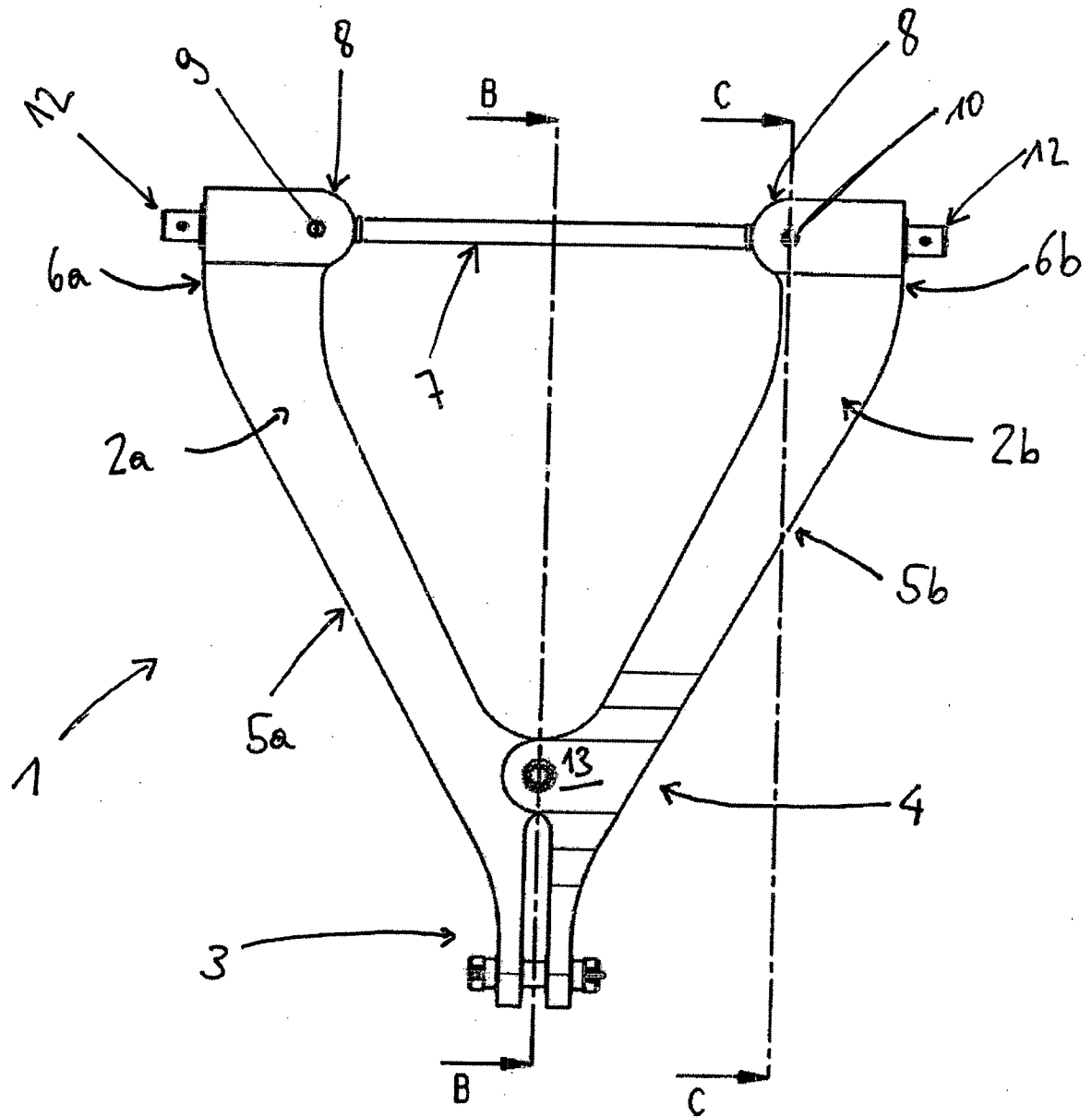
1/11

Figur 1



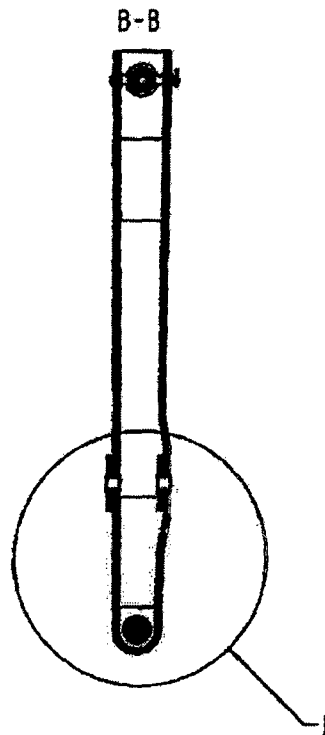
2/11

Figur 2a

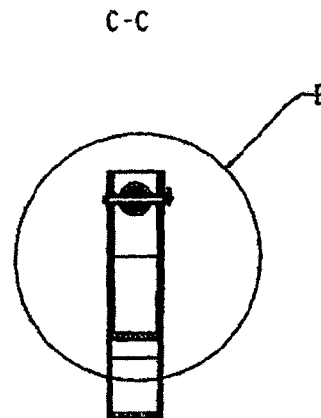


3/11

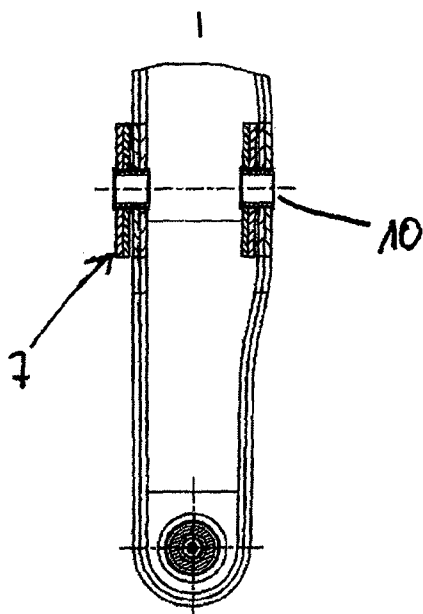
Figur 2b



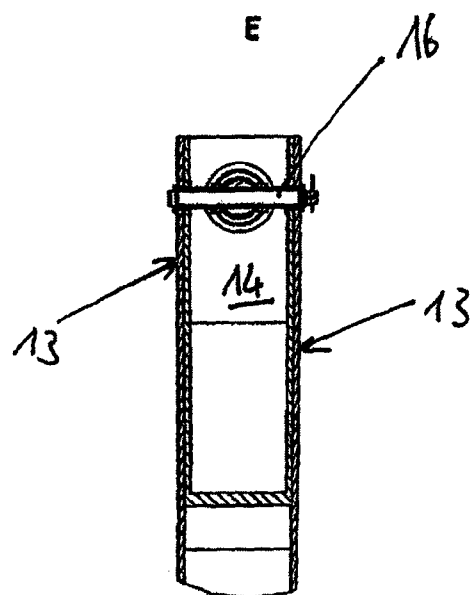
Figur 2c



Figur 2d

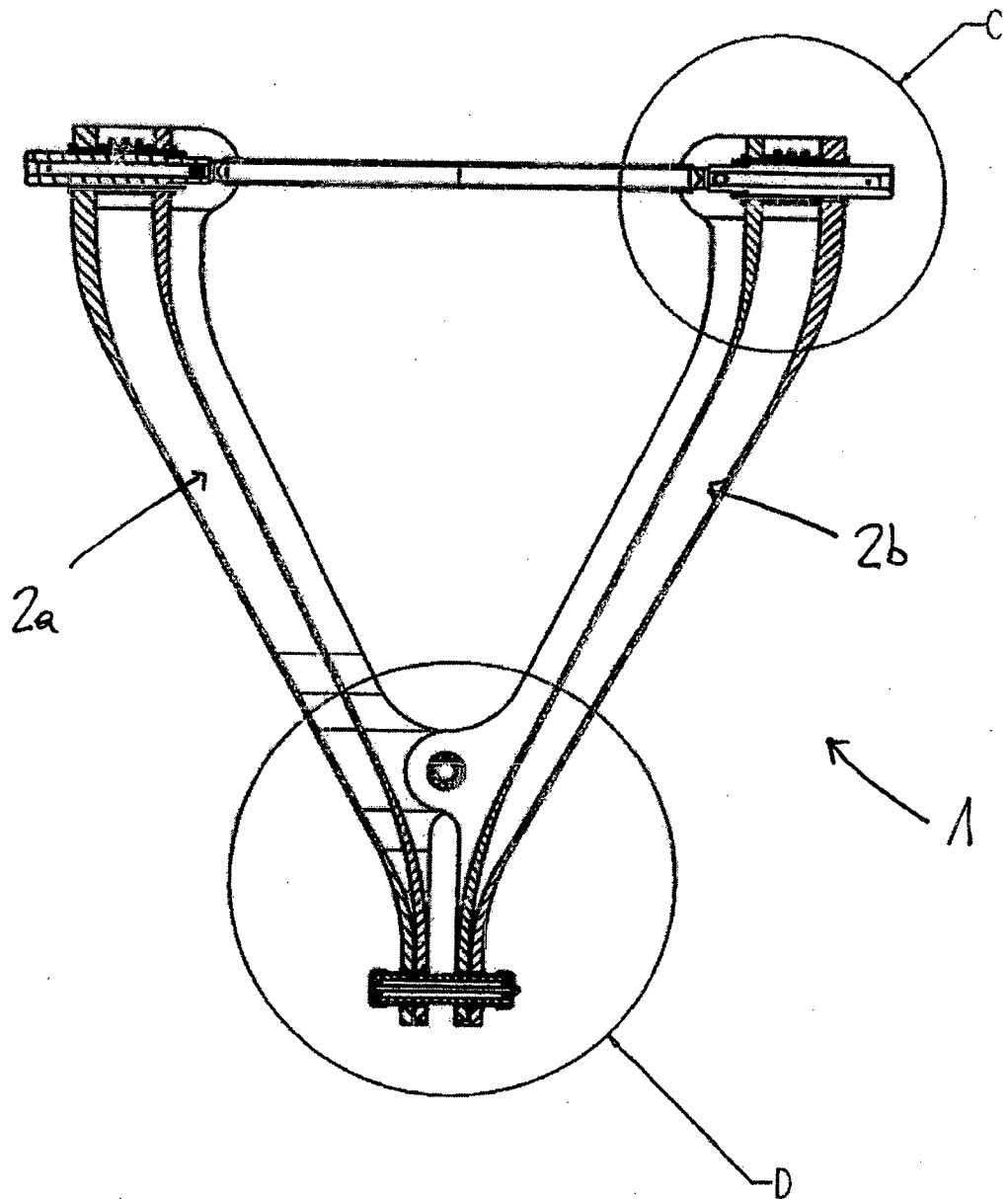


Figur 2e



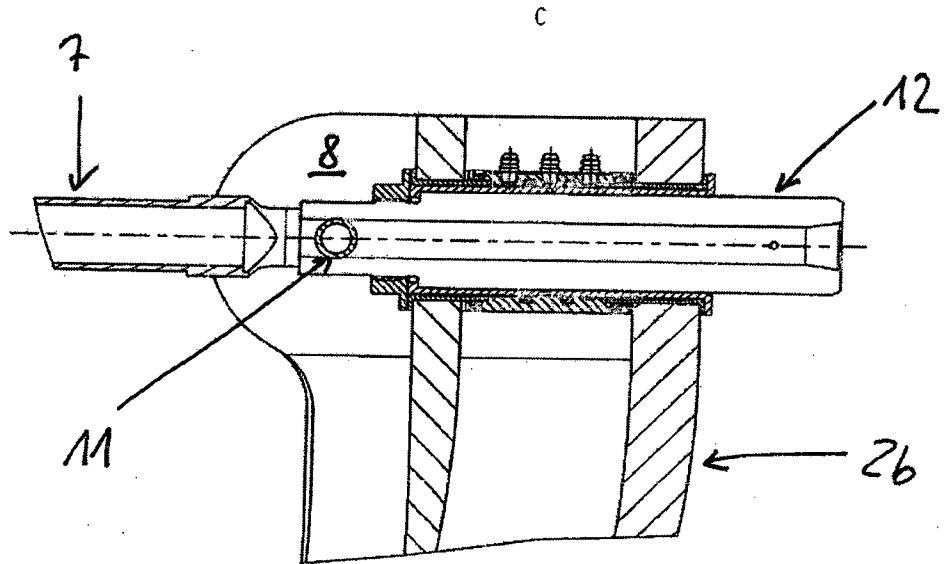
4/11

Figur 2f

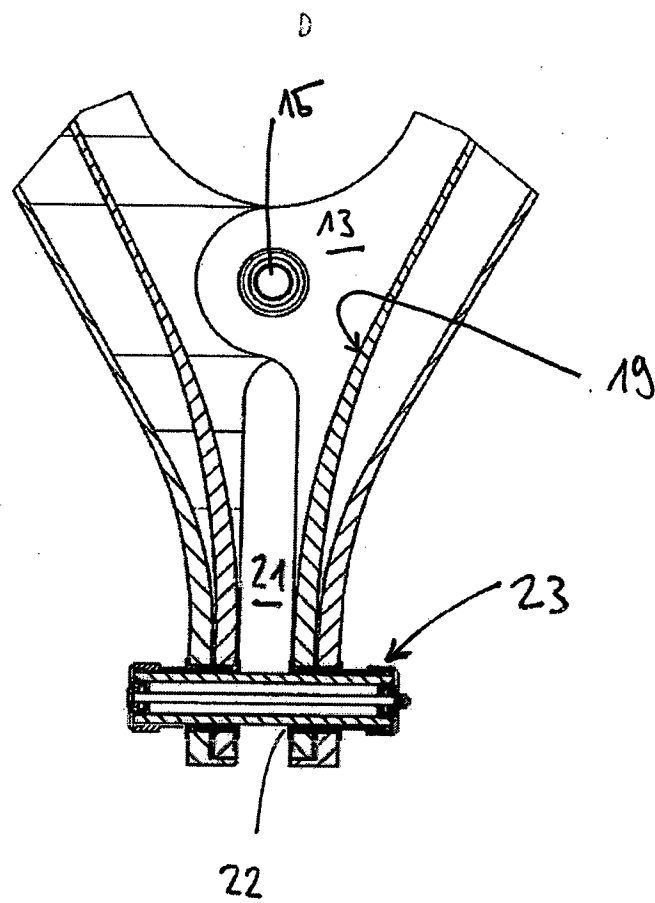


5/11

Figur 2g

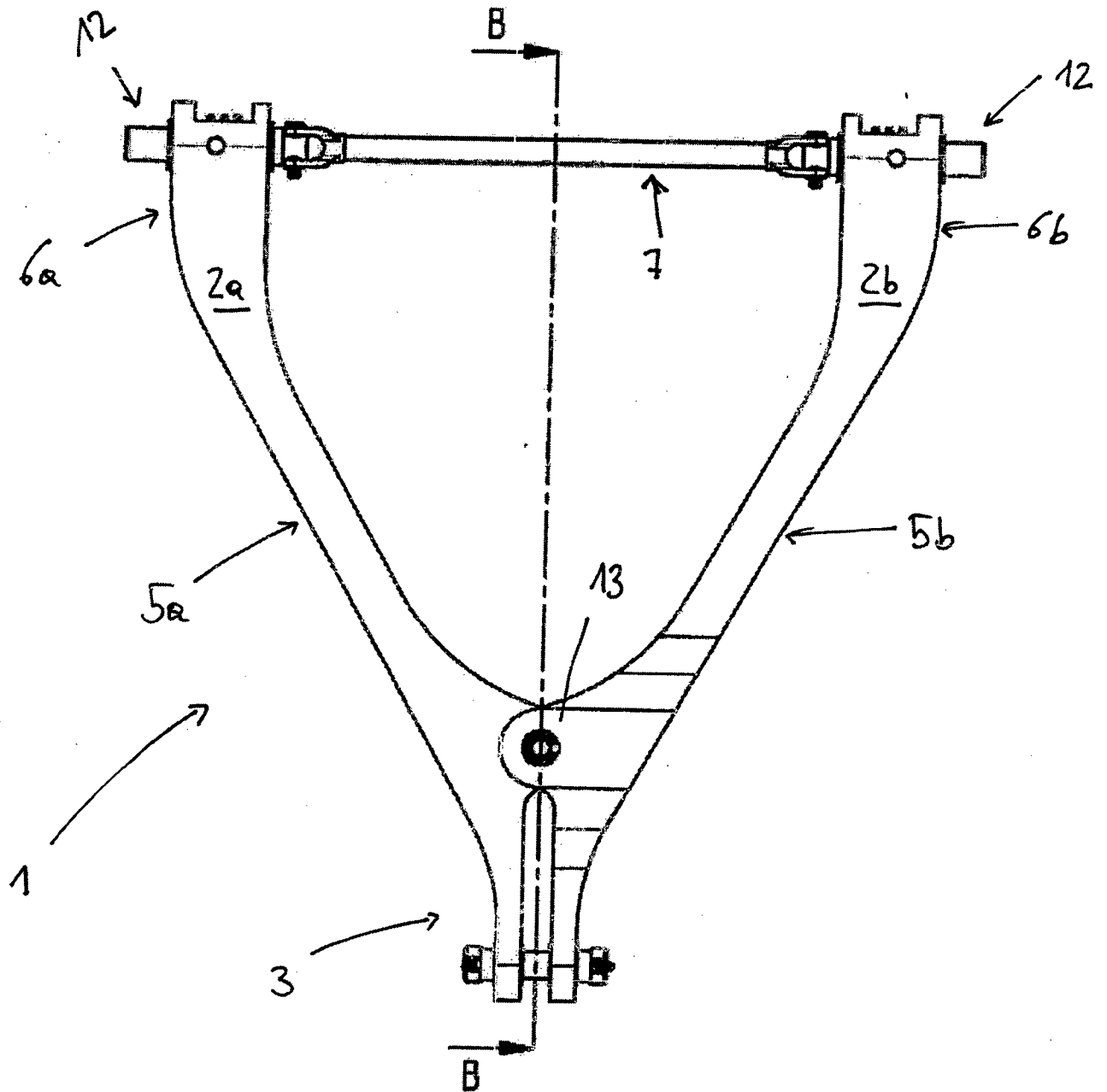


Figur 2h



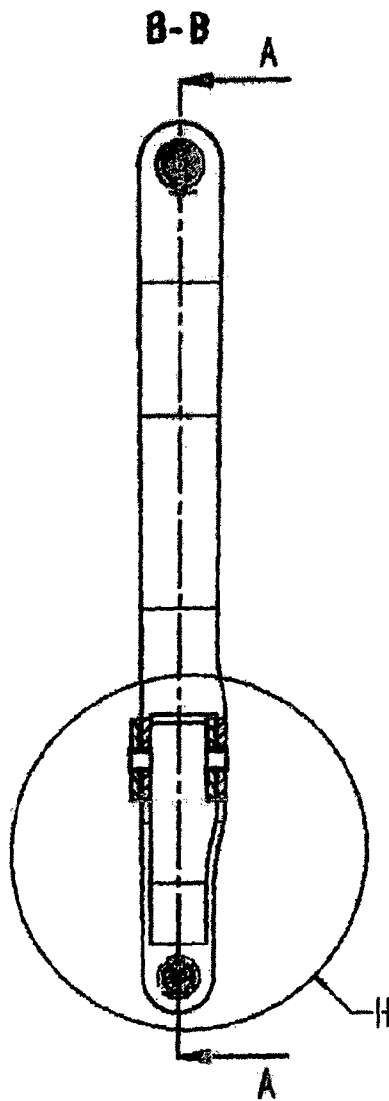
6/11

Figur 3a

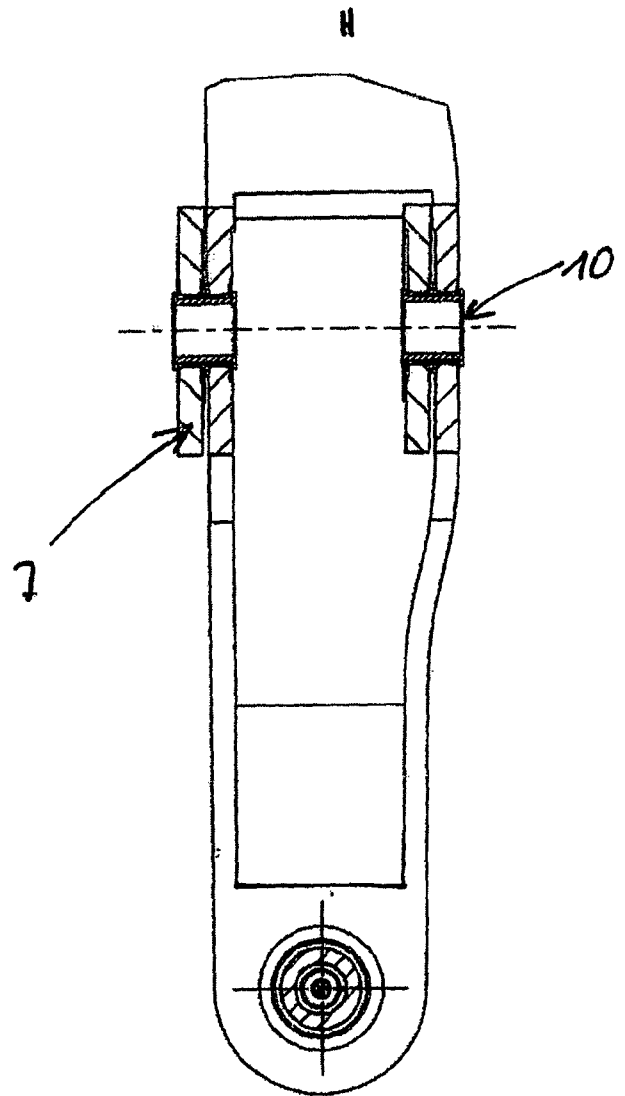


7/11

Figur 3b

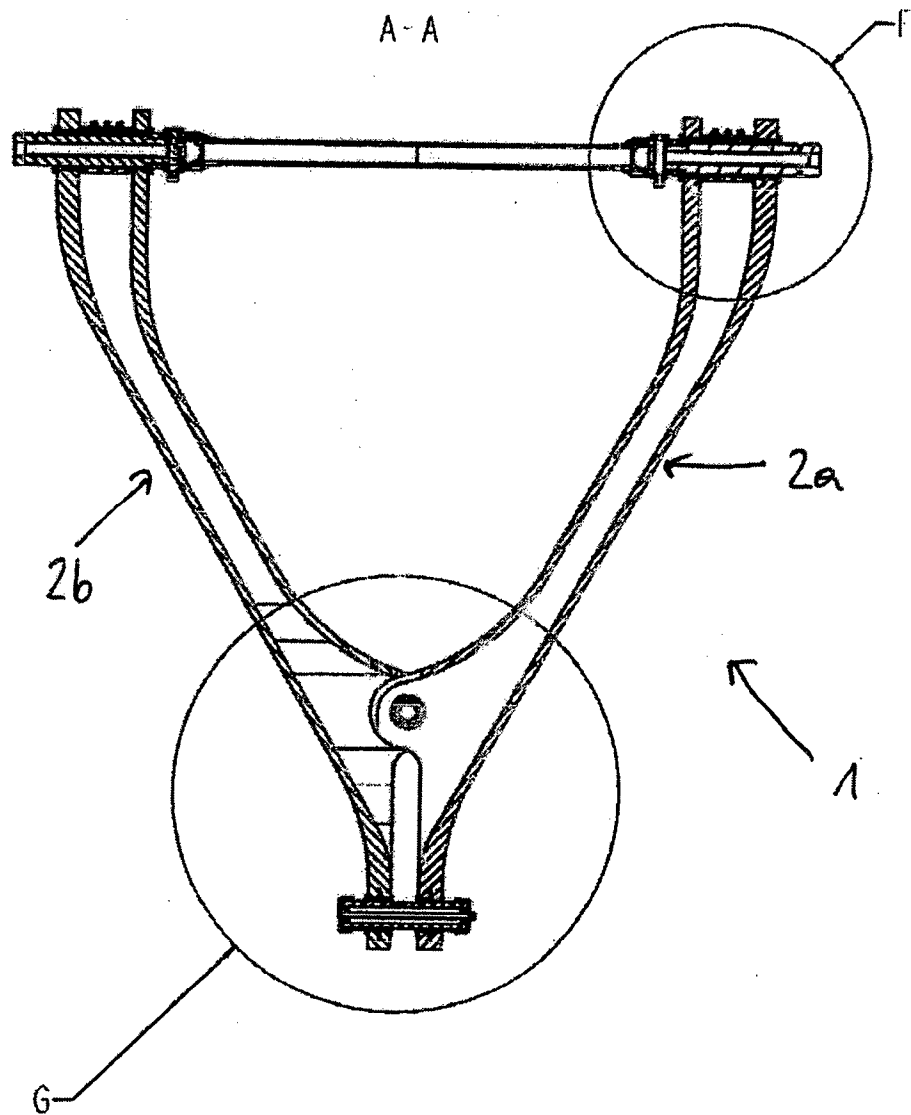


Figur 3c



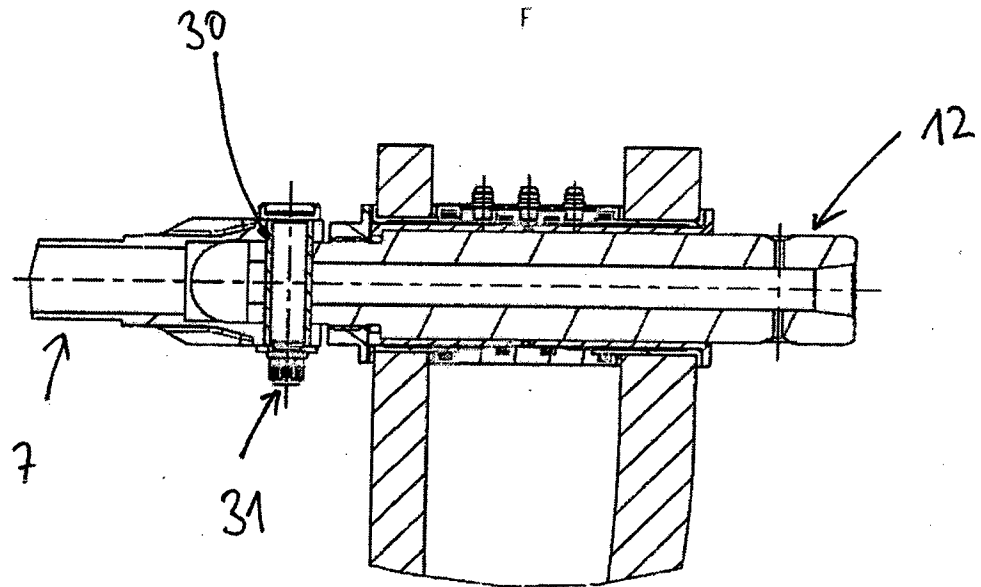
8/11

Figur 3d

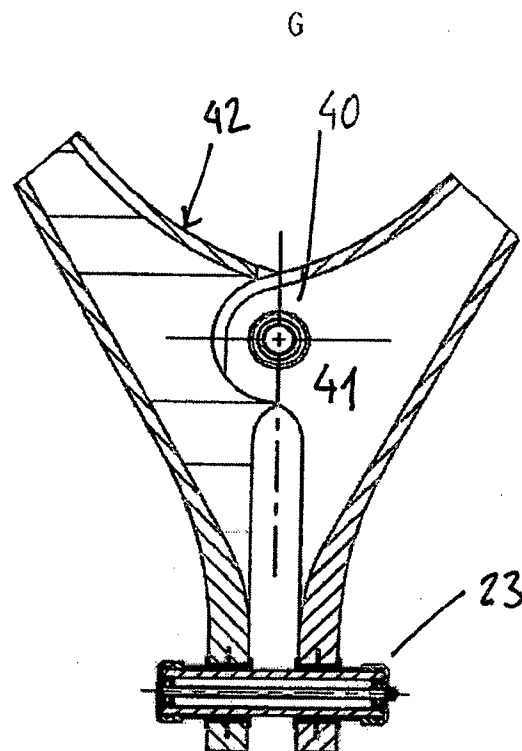


9/11

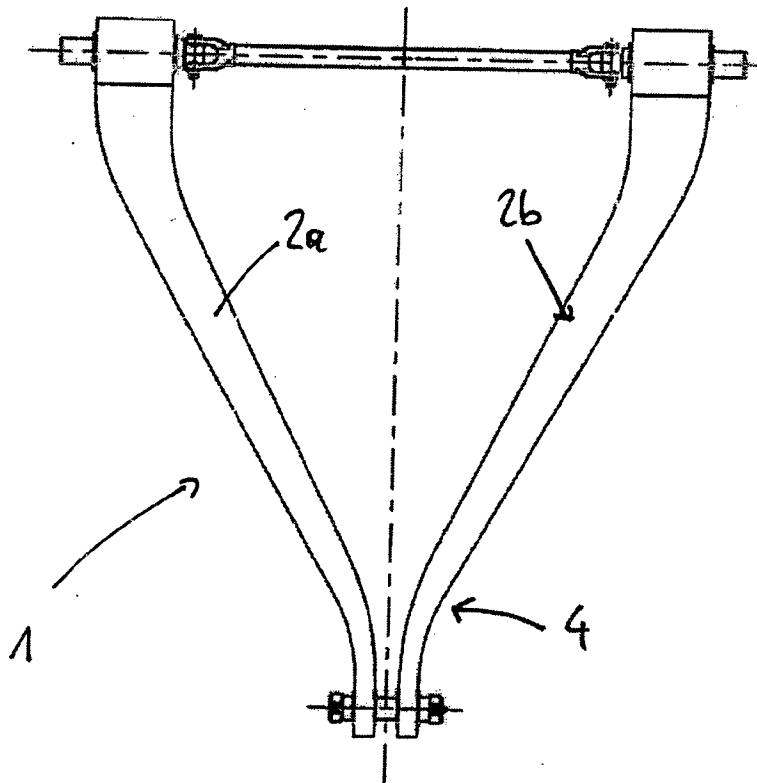
Figur 3e



Figur 3f



Figur 4a

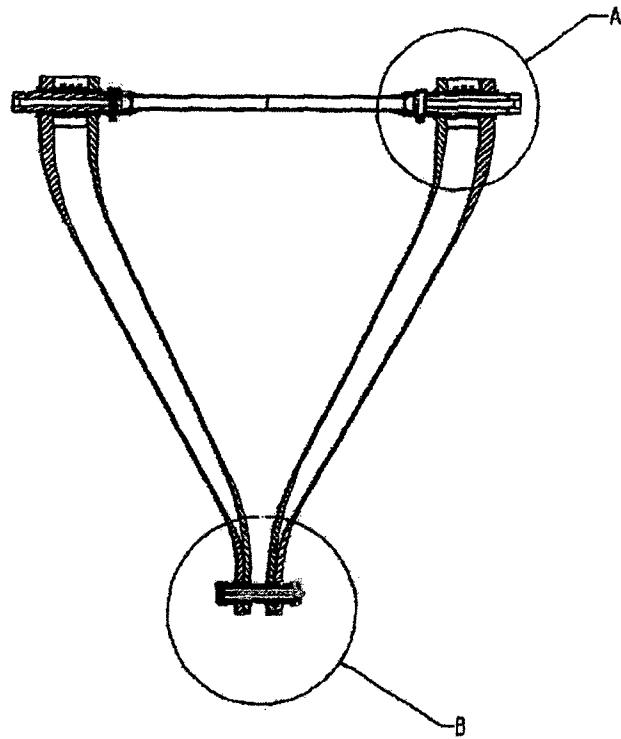


Figur 4b

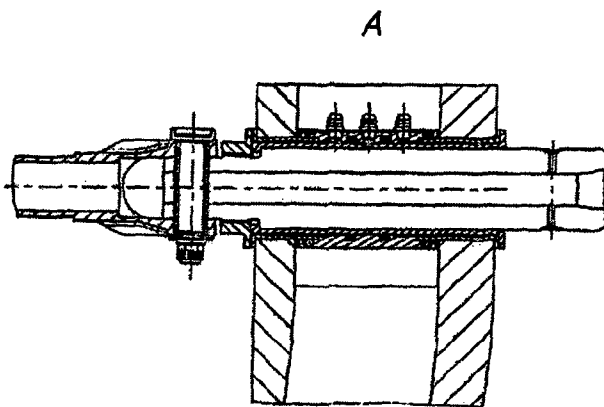


11/11

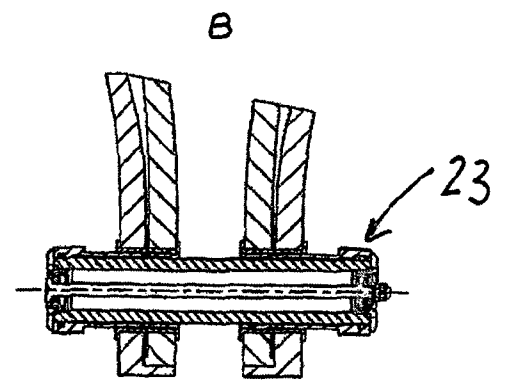
Figur 4c



Figur 4d



Figur 4e



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001130A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64C25/10
ADD.

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)
B64C B29C

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	DE 10 2012 001054 A1 (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 25 July 2013 (2013-07-25) cited in the application abstract paragraphs [0005], [0022] - [0026] figures 1, 3	1-7,9,10
X	WO 2013/017603 A1 (MESSIER BUGATTI DOWTY [FR]; MASSON RICHARD [FR]; GARNIER GILDAS [FR]) 7 February 2013 (2013-02-07) abstract page 11, line 24 - page 12, line 30 figure 8 ----- -/--	1,8



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

29 September 2016

Date of mailing of the international search report

12/10/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Weber, Ingo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001130

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 1 972 550 A2 (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 24 September 2008 (2008-09-24) abstract paragraphs [0008], [0066], [0067] paragraph [0066]; figures 1-3 -----	1
A	US 4 828 285 A (FORET REGIS [FR] ET AL) 9 May 1989 (1989-05-09) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/001130

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012001054 A1	25-07-2013	DE 102012001054 A1	25-07-2013
		WO 2013107651 A1	25-07-2013

WO 2013017603 A1	07-02-2013	CA 2843685 A1	07-02-2013
		CN 103813892 A	21-05-2014
		EP 2739448 A1	11-06-2014
		FR 2978695 A1	08-02-2013
		US 2014183785 A1	03-07-2014
		WO 2013017603 A1	07-02-2013

EP 1972550 A2	24-09-2008	NONE	

US 4828285 A	09-05-1989	CA 1278589 C	02-01-1991
		DE 3670057 D1	10-05-1990
		EP 0230839 A1	05-08-1987
		FR 2589121 A1	30-04-1987
		JP S632786 A	07-01-1988
		US 4828285 A	09-05-1989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B64C25/10

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B64C B29C

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	DE 10 2012 001054 A1 (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 25. Juli 2013 (2013-07-25) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Absätze [0005], [0022] - [0026] Abbildungen 1, 3	1-7,9,10
X	WO 2013/017603 A1 (MESSIER BUGATTI DOWTY [FR]; MASSON RICHARD [FR]; GARNIER GILDAS [FR]) 7. Februar 2013 (2013-02-07) Zusammenfassung Seite 11, Zeile 24 - Seite 12, Zeile 30 Abbildung 8	1,8



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

29. September 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/10/2016

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

Weber, Ingo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 972 550 A2 (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 24. September 2008 (2008-09-24) Zusammenfassung Absätze [0008], [0066], [0067] Absatz [0066]; Abbildungen 1-3 -----	1
A	US 4 828 285 A (FORET REGIS [FR] ET AL) 9. Mai 1989 (1989-05-09) das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/001130

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012001054 A1	25-07-2013	DE 102012001054 A1	25-07-2013
		WO 2013107651 A1	25-07-2013

WO 2013017603 A1	07-02-2013	CA 2843685 A1	07-02-2013
		CN 103813892 A	21-05-2014
		EP 2739448 A1	11-06-2014
		FR 2978695 A1	08-02-2013
		US 2014183785 A1	03-07-2014
		WO 2013017603 A1	07-02-2013

EP 1972550 A2	24-09-2008	KEINE	

US 4828285 A	09-05-1989	CA 1278589 C	02-01-1991
		DE 3670057 D1	10-05-1990
		EP 0230839 A1	05-08-1987
		FR 2589121 A1	30-04-1987
		JP S632786 A	07-01-1988
		US 4828285 A	09-05-1989
