(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 13 090 B4** 2005.09.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **196 13 090.5**
(22) Anmeldetag: **02.04.1996**
(43) Offenlegungstag: **10.10.1996**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **29.09.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B64B 1/08**
E04C 3/02, F16S 3/08

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

(66) Innere Priorität:
195 12 774.9 05.04.1995

(73) Patentinhaber:
Luftschiffbau Zeppelin GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

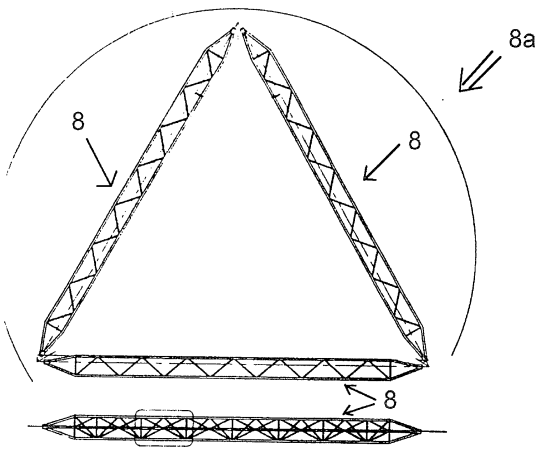
(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Hagenlocher, Klaus, Dipl.-Ing., 88048 Friedrichshafen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 40 18 749 C2
DE-PS 6 57 909
DE-PS 2 34 454
DE 30 45 457 A1
AT 1 20 886

(54) Bezeichnung: **Träger für ein Luftschiff**

(57) Hauptanspruch: Träger für ein Luftschiff mit einem aus Längsträgern und Querspanten gebildeten Traggerüst, wobei jeder einzelne Träger aus wenigstens drei parallel zueinander verlaufenden, ein Polygonalgebilde formenden Längsgurten mit in den durch jeweils zwei Längsgurte gebildeten Ebenen angeordneten und die Längsgurte fachwerkartig untereinander an Knotenstellen verbindenden Streben besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung an den Knotenstellen aus wenigstens einer mit Vertiefungen (15, 16) zur Aufnahme von Längsgurten (5) und Querstreben (6) aufweisenden Grundschale (1) sowie wenigstens einer Längsgurt (5) und Querstreben (6) zusammen mit der Grundschale (1) formschlüssig, muffenartig umfassenden Abdeckschale (2) besteht, wobei die Schalenteile (1, 2) so ausgebildet sind, dass Längsgurt (5) und Querstreben (6) ohne Längsverschiebungen eingelegt und verklebt werden können, und dass sie an ihren Kontaktstellen überstehende Flansche (4) zur Verklebung miteinander aufweisen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Träger für ein Luftschiff mit einem aus Längsträgern und Querspanten gebildeten Traggerüst, wobei jeder einzelne Träger aus wenigstens drei parallel zueinander verlaufenden, ein langgestrecktes polygonales Gebilde formenden Längsgurten mit die Längsgurte fachwerkartig untereinander an Knotenstellen verbindenden Streben besteht.

[0002] Im Bereich der Luftfahrt, wie auch im Bereich der Bautechnik, sind als Bauelemente großvolumiger Fachwerkskonstruktionen leichtgewichtige Fachwerkträger notwendig. Hierfür kommen aufgrund der vorwiegenden Druckbeanspruchung insbesondere aus drei Längsgurten mit dazwischenliegenden, Diagonalausfachungen bildenden Streben bestehende Träger zum Einsatz.

[0003] Derartige Fachwerkskonstruktionen als Träger sind im Bereich der Luftfahrt auch für starre oder halbstarre Luftschiffe bekannt.

Stand der Technik

[0004] So zeigt beispielsweise die DE-PS 520664 einen Fachwerkträger mit drei Längsgurten und dazwischen angeordneten Streben. Die Längsgurte bestehen aus drei Profilen mit nach innen offenem Querschnitt, zwischen denen Ausstrebungen angeordnet sind, die zwei Gurtungen aufweisen, wobei diese Gurtungen jeweils an verschiedene Querschnittsseiten des Längsprofils angeschlossen sind. Die Verbindungen zwischen Längsprofilen und Ausstrebung sind durch Niete hergestellt. Die Längsprofile und Querstreben sind aus besonders geformten Teilen hergestellt und müssen Flansche aufweisen, um die Nietverbindung durchführen zu können. Selbst bei einer einfachen Anordnung, wie sie hier gezeigt ist, ist der Aufbau doch umständlich und zeitraubend, so daß bestimmte baubezogene Größen und Gewichte sich nicht vermeiden lassen.

[0005] In der DE-PS 610976 ist eine Trägerkonstruktion für Luftschiffe beschrieben, bei der ohne Gewichtserhöhung eine Eckprofilversteifung gegenüber früheren Aufbauten erreicht werden soll. Dazu sind zusätzliche Baustreifen aus Blech vorgesehen, welche in ihrem mittleren Teil nicht gewölbt, sondern im wesentlichen eben und so angeordnet sind, daß sie die Eckprofilkanten sehnenartig miteinander verbinden.

[0006] Ein solcher ebener Baustreifen verhindert das Ausbiegen nach irgendeiner Seite. Durch Löcher und Ausnehmungen werden die Streifen leichter gemacht und durch umgebördelte Flansche auch schmäler gehalten, was wiederum eine weitere Gewichtsersparnis bedeutet.

[0007] Die auf diese Weise zusammengesetzten Knotenstellen für den Träger können eine gewisse Größe und gewisses Gewicht nicht unterschreiten, weil die Krafteinleitung an den Knotenstellen problematisch ist.

[0008] In der GB-PS 123604 ist eine Trägerkonstruktion unter Verwendung von aus laminiertem Material geformten parallelogrammartigen Rahmen aufgezeigt, wobei derartige Rahmen in bestimmter Folge in Längsrichtung zwischen die Trägerholme aneinandergereiht und am Träger befestigt sind. Die Befestigung der Rahmen untereinander und mit den Gurten erfolgt durch Kleben oder Leimen. Durch diese Anordnung soll die Steifigkeit des Kieles (Trägers) verbessert werden, ohne zusätzlichen Gewichtsaufwand treiben zu müssen. Interessant ist die hier gezeigte Konstruktion von dem Gesichtspunkt aus, daß elastische Bauteile (Rahmen) Verwendung finden.

[0009] Ein röhrenförmiger Leichtbaustoffteil, bestehend aus Cellulosederivaten oder mit solchen imprägnierten oder durchtränkten Papier- oder Faserstoffen wird in der DE-PS 657909 beschrieben. Es wird dabei aufgezeigt, daß mehrere solcher Rohre durch Anwendung eines freien oder mit Cellulosederivaten durchsetzten Lösungsmittels bündelförmig zusammengefügt und -geklebt werden können. Diese Bündel können außerdem leicht mit einem umhüllenden Mantel aus den o.g. Faserstoffen, z.B. einer Papierbahn, umkleidet werden. Eine besondere Ausführungsform ist in dieser PS beschrieben, bei der unter Bildung eines T-Stückes durch Anwendung der Erfindung zwei Rohre im rechten Winkel das genannte T-Stück darstellen und durch Anwendung des Lösungsmittels zu einer Einheit zusammengeklebt sind. Weitere Hinweise auf diese Art der T-förmigen Anordnung (d.h. Aufbau eines einfachen Knotens) sind der PS nicht zu entnehmen. Wenn ein röhrenförmiges Bauteil in eine der Öffnungen des T-Stückes eingeschoben wird, dann wird ein innerer, zum Zusammenbau eventuell benötigter Klebstoff in dem Bereich der Überdeckung der eingeschobenen Bauteile beschädigt und es werden keine sicheren Klebungen der Teile erreicht, was aber unbedingt erforderlich ist.

[0010] Eine weitere Trägerkonstruktion ist der CH-PS 49 829 zu entnehmen. Hier ist ein Träger aus kleineren viereckigen oder rechteckigen Rahmen zusammengesetzt. Durch das in Längsrichtung erfolgende Aneinanderfügen der Rahmen wird in Luftschifflängsrichtung ein Träger bzw. Kiel zur Aufnahme der Gondel usw. geschaffen. Je zwei auf diese Weise zusammengesteckte Rahmen werden durch diagonale Spanndrähte verbunden und versteift, so dass ein einheitlicher starrer Träger erhalten wird.

[0011] Die für das Zusammenfügen der Rahmen vorgesehenen röhrenförmigen Fortsätze an den Rahmen werden dabei in den Fortsätzen und An-

schlüssen des anliegenden, nächstfolgenden Rahmens eingeschoben. Diese Ausgestaltung hat aber den oben schon angedeuteten gravierenden Nachteil, nämlich dass ein eventuell benötigter Klebstoff in dem Bereich der zusammengeschobenen Fortsätze nicht mit Sicherheit gleichmäßig wirksam und verteilt wird, sondern dass, insgesamt betrachtet, die Festigkeit dieser Knotenstelle unsicher ist.

[0012] DE-PS 23 44 54 offenbart ein zerlegbares, starres Luftschiffgerippe aus Stahlrohren. An ihren Enden sind die Rohre mittels Klemmstücken miteinander verbunden, so dass jedes Rohr für sich auszuwechseln ist. Es werden verschiedene Ausführungsbeispiele für Klemmstücke vorgeschlagen. Ein entsprechendes Mittelstück ist so ausgebildet, dass an diesem radial verlaufende Versteifungsrohre mittels zwölf gleichen Klemmstücken festgeklemmt werden können. Versteifungen werden am Umfang mit radialen Versteifungsrohren mittels eines bestimmten Klemmstücks befestigt, wobei das Klemmstück nur die äußeren Versteifungen festklemmt, während das radiale Verstärkungsrohr eingeschraubt ist.

[0013] AT-PS 120 886 zeigt ein Tragdeck mit Rohrfachwerkgerippe für Luftfahrzeuge. Verschiedene Rohre des Fachwerks sind an ihren Enden zur gegenseitigen Verbindung von gestanzten Stücken umgeben, die im Falle der Verbindung der Rohre aus einer am Rohr außenliegenden Halbschale und einer am Rohr außenliegenden Viertelschale gebildet sind. Die gestanzten Stücke werden entsprechend zusammengesetzt, um die verschiedenen Rohre mittels Vernietungen sowohl mit den Rohren als auch über Ränder der Stücke miteinander zu verbinden.

[0014] DE-PS 657 909 offenbart ein rohrförmiges Leichtbaustoffteil mit aus Zellulosederivaten oder aus Papier- oder Zellulosefasern bestehenden röhrenförmigen Gebilden. Diese können mittels Aceton oder eines sonstigen reinen oder mit Zellulosederivaten durchsetzten Lösungsmittels zu einer Einheit zusammengeklebt und gegebenenfalls mit einer weiteren beispielsweise mit Zellulosederivat durchtränkten Papierbahn als Mantel umkleidet sein.

[0015] DE 30 45 457 A1 beschreibt einen Hohlkörper zur Herstellung einer Wandung eines Bootskörpers aus aufeinander haftenden Schichten. Die Wandung besteht aus einer Außenhaut, einer Innenhaut und einem dazwischenliegenden Kern. Im Kern sind Stäbe angeordnet, die durch Halter an einer Haut befestigt sind, wobei die Halter beispielsweise durch U-förmige Bügel gebildet sind.

[0016] Aus der DE 40 18 749 C2 ist ein Träger mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 bekannt. Das entsprechende Traggerüst besteht aus Spanten und Längsträgern. Die Querschnittsspanten des Luftschiffs werden aus Querträgern gebildet, wobei drei solcher Querträger in Form eines gleichschenkeligen Dreiecks angeordnet sind. Die Spitzen der Dreiecke sind über Längsträger verbunden. Zusätzlich ist eine drahtförmige Diagonalverspannung vorgesehen, die diagonal zur durch die Querträger bestimmten Umfangsflächen des Traggerüstes verlaufen. Bezüglich einer Verbindung der Quer- und Längsträger ist eine Knotenkupplung dargestellt, die aus einer Hülse mit radial abstehenden Flanschen gebildet ist. An diesen Flanschen sind die Diagonalverspannungen sowie Enden der zugehörigen Querträger befestigt, wobei ein entsprechender Längsträger in die Hülse eingesteckt ist.

[0017] Bei den bekannten Trägern kann ein Problem darin bestehen, hoch belastbare, jedoch örtlich gegen Krafteinleitung sehr empfindliche Rohre, nicht nur aus hochbelastbaren Materialien herzustellen und einzusetzen, wie auch die diagonalen Verspannteile aus entsprechendem Material einzusetzen, sondern dass vor allen Dingen maximale Belastungen nur dann durch Verwendung von hochbelastbarem Baumaterial (z.B. durch CFK-Rohre) möglich sind, wenn auch die Knotenverbindungen die Krafteinleitung in den Träger an jeder Stelle optimal gestalten. Es ist also besonderes Augenmerk auf die Knotenverbindung zu richten und nicht nur auf eine bestimmte Materialauswahl für die Knotenteile zu achten, sondern vor allen Dingen durch die Formgestaltung für eine optimale Krafteinleitung in den Träger zu sorgen.

[0018] Generell zeigt sich,

a) dass trotz Auswahl von hochbelastbaren Materialien die von diesen zur Verfügung gestellte hohe Festigkeit nicht vollständig ausgenutzt werden kann,

b) dass die Krafteinleitung in den Träger ungleichmäßig erfolgt und dadurch ein frühes Versagen ermöglicht wird,

c) dass die Klebeverbindung im Hinblick auf vollständige und gleichmäßige Verklebung nicht prüfbar ist,

d) dass eine große Streuung der Festigkeitswerte außerordentliche Schwierigkeiten bereitet und bei der Entwicklung und Konstruktion von Knotenstellen keine sicheren Werte und Garantien gegeben werden können und

e) dass die Herstellung unwirtschaftlich ist.

Aufgabenstellung

[0019] Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, eine Knotenverbindung in Trägern zu schaffen, in der sowohl die Festigkeiten von Träger und Strebe voll ausgenutzt werden können und die Einleitung von Kräften in den Träger ebenfalls optimal möglich ist.

[0020] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0021] Weitere Merkmale der Erfindung sowie deren Vorteile sind den Unteransprüchen und der Beschreibung zu entnehmen.

Ausführungsbeispiel

[0022] In den ersten Figuren der Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt und nachstehend der Aufbau und die Wirkungsweise der Erfindung beschrieben. Geringfügige Abwandlungen der Erfindung sind in zusätzlichen Figuren zeichnerisch dargestellt. Diese Figuren lassen die Merkmale der Erfindung ohne weiteres erkennen, so daß bei ihnen auf die Einfügung besonderer Bezugszeichen verzichtet werden konnte.

[0023] Es zeigen in der Zeichnung

[0024] Fig. 1 den Grundaufbau eines Traggerüstes für Luftschiffe am Beispiel eines Querspanten,

[0025] Fig. 2a einen einzelnen Träger aus dein Traggerüst,

[0026] Fig. 2b einen Abschnitt aus dem Träger in vergrößerter Darstellung,

[0027] Fig. 2c einen Querschnitt durch Fig. 2b,

[0028] Fig. 3a eine Knotenstelle aus einem Traggerüst mit Anordnung von schalenartigen Verbindungsmuffen an den Knotenstellen,

[0029] Fig. 3b einen Querschnitt durch Fig. 3a in Richtung des Pfeiles A der Fig. 3a,

[0030] Fig. 3c eine Seitenansicht zu Fig. 3a in Richtung des Pfeiles B der Fig. 3b,

[0031] Fig. 4a und Fig. 4b eine Ansicht der zusammengesetzten Baugruppe für eine Verbindungsmuffe mit Hervorhebung einzelner Muffenteile,

[0032] Fig. 4c die Ansicht einer als Seitenteil ausgebildeten Grundschale der Verbindungsmuffe,

[0033] Fig. 4d eine Draufsicht auf eine den Mittelteil der Verbindungsmuffe bildenden Abdeckschale für zwei in getrennten Ebenen angeordneten Strebenpaare,

[0034] Fig. 5a eine gegenüber Fig. 4c leicht abgewandelte Grundschale einer Verbindungsmuffe,

[0035] Fig. 5b etwas vergrößert eine Seitenansicht der Fig. 5a,

[0036] Fig. 5c etwas vergrößert die Anordnung gemäß Fig. 5a,

[0037] Fig. 6a bis Fig. 6d vier verschiedene Ansichten einer die Verbindungsmuffe vervollständigenden Abdeckschale.

[0038] Nachstehend sind die Erfindungsmerkmale in einer die einzelnen Figuren zusammenfassenden Kurzbeschreibung erläutert. Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Figuren ist weiter unten angefügt, ohne dabei den oben offenbarten Erfindungsgegenstand zu erweitern.

[0039] Für das dargestellte Ausführungsbeispiel besteht die erfindungsgemäße muffenartig wirkende Knotenverbindung im wesentlichen aus drei Teilen:
zwei·Grundschale (**1**) (vorzugsweise identisch) als Seitenteile dienend und
ein·Abdeckschale (**2**) als Mittelteil dienend.

[0040] Diese Teile umfassen sowohl das Gurtrohr (**5**) als auch die entsprechende Anzahl Diagonalrohre (**6**) und ergeben im verklebten Zustand gleichzeitig eine örtliche Verstärkung der Rohre, die auch formschlüssig wirkt.

[0041] Um eine einwandfreie Verklebung zu gewährleisten, sind die Muffenverbinder so geteilt (**3**), daß auf ihre Innenseite der Kleber aufgebracht werden kann und beim Zusammenstecken die einzelnen Teile so auf die Rohre aufgelegt werden können ohne den aufgebrachten Kleber (Epoxydkleber) durch Längsverschiebungen der Teile wegzuschieben und dadurch Fehlklebungen zu verursachen.

[0042] Die Verbindungsteile werden in Preßformen mit Glasgewebe oder Glasgewebe-Prepreg hergestellt. Die Wahl von glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) für die Verbindungsteile hat zwei Vorzüge
– die Verbindung wird elastischer als die sehr steifen kohlefaserrverstärkten (CFK)-Rohre. Die Lastübertragung erfolgt dadurch besser verteilt
– durch die durchsichtigen Verbindungsteile kann die Güte der Verklebung kontrolliert werden, da Lufteinschlüsse und Fehlstellen sichtbar sind.

[0043] Weitere technische Merkmale:
– Die einzelnen Teile – Grundschalen und Abdeckschale (bzw. Seitenteile und Mittelteil) – sind im Anschlußbereich mit überstehenden Verklebeflanschen (**4**) versehen, die bewirken, daß im verklebten Zustand die Teile eine vollständige Umhüllung und damit Verstärkungen der Rohre im Einspannbereich bilden und damit bei solchen Fachwerksträgern an den Knotenverbindungen zusätzliche Momente aus Verschiebungen unter Last aufnehmen.
– Die Übergänge von den Verbindungsteilen zu den Rohren sind ausgerundet zur Abminderung von Spannungsspitzen (**12**).
– Die Wanddicke der Seiten- und Mittelteile ist nach außen zum freien Rohr hin dünner, um einen

kerbspannungsfreien Übergang zu erhalten.

Herstellungsverfahren für CFK-Fachwerksträger

[0044] Die drei Gurtrohre für einen Träger werden in einer einfachen Vorrichtung parallel zueinander auf Trägerquerschnittsmaß fixiert.

[0045] Die Diagonalrohre sind auf Länge geschnitten und mit Schrägschnitt versehen.

[0046] Ein Satz Verbindungsteile (drei Stück) wird zur Klebung vorbereitet, indem das innenliegende Abrißgewebe abgezogen wird. Dadurch ist die Klebefläche vollkommen sauber. Es wird Kleber aufgetragen oder Filmkleber als zugeschnittene Formteile eingelegt. Für hochwertige Luftfahrtteile werden zugelassene Epoxydkleber verwendet.

[0047] Das Mittelteil wird am Gurtrohr in der Position, an der die Knotenverbindung entstehen soll, fixiert und die z. B. vier Diagonalrohre eingelegt.

[0048] Dann werden die beiden Seitenteile darüber gelegt. Durch das Auflegen der Teile und nicht durch Einschieben der Rohre in geschlossene Muffen wird eine einwandfreie Klebung ermöglicht. Nun werden diese drei Teile durch eine Formzange, die der Außenform der Knotenverbindung entspricht, unter Federdruck zusammengepreßt. Die Formzange ist durch eine elektrische Heizpatrone beheizt und mit Thermostat auf konstante Temperatur je nach Klebertype von 80°C bis 120°C geregelt.

[0049] Nun wird der nächste Knotenpunkt vorbereitet und mit einer Formzange verklebt.

[0050] Bei Verwendung von acht bis zehn Formzangen kann nun bei einer Härtezeit des Klebers von ca. 20 Minuten kontinuierlich ein Träger gefertigt werden, indem immer die zuerst verwendete Formzange entfernt und an einem neuen Knoten angesetzt wird. Zu diesem Verfahren wird auf die Fig. 2b verwiesen, in der die diesbezüglichen Grundzüge aufgezeigt sind.

[0051] Alternativ können auch (preiswerte) nicht heizbare Formzangen in größerer Anzahl benutzt werden. Der Träger wird dann über eine größere Länge zusammengebaut und eine heizbare Haube über den Träger geschoben. Es werden dann gleichzeitig die Knotenverbindungen über z. B. 2–3 m Länge ausgehärtet. Es können so kostengünstig Träger hergestellt werden, die leicht prüfbar sind und so den Anforderungen der Luftfahrtbehörde entsprechen.

[0052] Wie Versuche zeigten, ist die Knotenverbindung so hochwertig, daß bei allen Tests die Rohre selbst versagten. Die Auslegung von Trägern ist nun durch theoretische Berechnungen möglich, da man nur auf die Festigkeit der Rohre achten muß.

[0053] Je nach Art der herzustellenden Träger sind Verbindungsteile mit der entsprechenden Anzahl von Anschlußmöglichkeiten für die Diagonalrohre herzustellen. Der Formenbau hierfür ist vergleichsweise einfach.

[0054] Diese Knotenverbindungen können für Träger in verschiedenen Werkstoffen eingesetzt werden.

[0055] Als für die Erfindung wesentlich sind die nachstehend aufgezählten Merkmale zu nennen:

1) Muffenverbinder zur Herstellung von Fachwerksträgern aus dünnwandigen Rohren, sind derart gestaltet, daß die an einem Fachwerksknoten zu verbindenden Rohre durch die aufgeklebten Muffenverbinder formschlüssig umschlossen werden.
Dazu sind die Muffenverbinder entlang einer Mantellinie (**3**) der zu verbindenden Rohre in drei Teile – ein Mittelteil (**2**) und zwei Seitenteile (**1**) – so aufgeteilt und mit überlappenden Flanschflächen (**4**) versehen, daß nach der Verklebung dieselbe Festigkeit wie für ein gleichstarkes Rohr entsteht. Die das Gurtrohr (**5**) und die Diagonalrohre (**6**) umfassenden Muffenenden (**7**) sind in der Wanddicke schwächer ausgeführt, um eine kerbfreie Kraftübertragung von Gurtrohr und vom Diagonalrohr in die Muffenverbinder zu erzielen.
2) Die Muffenverbinder können für Drei-Gurt (**8**) oder Vielgurtträger ausgeführt werden.
3) Die Anzahl der durch den Muffenverbinder an einem Fachwerksknoten (**9**) zu verbindenden Rohre bestimmt die Ausführung der Muffe als Zweifach- (**10**) bis Mehrfachmuffe (**11**).
4) Vorzugsweise wird für den Muffenverbinder glasfaserverstärkter Kunststoff gewählt.

[0056] Es folgt nun eine ausführliche Beschreibung der Figuren.

[0057] Die Fig. 1 zeigt den Grundaufbau eines Traggerüstes für Luftschiffe gemäß Oberbegriff des Patentanspruches. Dargestellt ist als Beispiel ein aus drei geraden Trägern zusammengesetzter Querspant **8a**. Von den drei Ecken des Querspantes führen in bekannter und nicht näher ausgeführter Weise im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Querspantes Längsträger des Luftschiffes zu entsprechenden Ecken eines in Längsrichtung des Luftschiffes davor oder dahinterliegenden benachbarten Querspantes. Der konstruktive Aufbau dieser Träger ist ähnlich dem hier beim Querspant beschriebenen Aufbau der Einzelträger und daher nicht besonders dargestellt und beschrieben, weil der Aufbau an sich bekannt ist. Im unteren Teil der Fig. 1 ist ein Träger des Querspantes in Ansicht von oben besonders herausgezeichnet, wobei der räumlich fachwerkartige Aufbau des Trägers deutlich zu erkennen ist. Wie erwähnt sind derartige Träger auch als Längsträger im Traggerüst eines Luftschiffes eingesetzt und bilden dort

den Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Querspanten.

[0058] Die Fig. 2a zeigt in Seitenansicht einen derartigen längsgestreckten Träger etwas deutlicher. Die Fig. 2b zeigt einen Abschnitt eines Trägers in vergrößerter Darstellung und die Fig. 2c zeigt einen Querschnitt des Trägeraufbaues.

[0059] Aus diesen Figuren ist erkennbar, wo die Knotenstellen innerhalb der Träger angeordnet sind und wo die durch die Erfindung zu verbessernden Knotenstellen liegen. Jeder Träger **8** besteht aus drei in Trägerlängsrichtung parallel verlaufenden Längsgurten **5**. In den durch jeweils zwei Längsgurte **5** gebildeten Ebenen sind zwischen den Gurten **5** meist schräg unter bestimmtem Winkel gegenüber dem Gurt **5** verlaufende Diagonalstreben **6** angeordnet. Die Streben **6** können aber auch unter unterschiedlichen Winkeln und sogar rechtwinklig zum Gurt **5** angeordnet sein. Die Befestigungsstellen der Streben **6** am Gurt **8** bilden jeweils die genannten Knotenstellen **9**. Diese Knotenstellen können je nach der Anzahl der von ihr wegführenden Streben und der Größe der am Abgang der Streben vom Gurt gebildeten Winkeln unterschiedliche Gestalt aufweisen.

[0060] So können zum Beispiel bei Knotenstelle **10** nur zwei in einer zwischen oberem und unterem Gurtrohr **5** gelegenen Trägerebene liegende Streben **6** vorgesehen werden. Im Falle der Knotenstelle **13** sind in der Trägerebene zwischen oberem und mittlerem Gurt **5** zwei Streben und in der zwischen mittlerem und unterem Gurt **5** liegenden Trägerebene zwei weitere Streben, also insgesamt vier Streben angeordnet. Bei der Knotenstelle **14** ist weiter der Fall angedeutet, daß von einer Trägerebene zwei schrägliegende Streben **6** analog zu Knotenstelle **10** ausgehen, aber zusätzlich in einer weiteren Trägerebene eine einzelne Strebe querliegend angeordnet ist, d.h. drei Abgänge von einer Knotenstelle aus zusammengefaßt sind. Schließlich zeigt die Knotenstelle **11** noch ein Beispiel, bei dem in der zwischen oberem und unterem Gurt **5** liegenden einen Ebene drei Streben liegen und in der zwischen mittlerem und unterem Gurt **5** gebildeten Ebene zwei weitere Streben liegen, d.h. daß an dieser Knotenstelle fünf Querstreben zusammengeführt sind. Selbstverständlich kann auch das Ende einer einzelnen Strebe mit dem Gurt **5** eine Knotenstelle bilden oder mehrere in einer Ebene unter verschiedenen Winkeln zu einer Knotenstelle zusammengeführt sein. Alle die für eine Trägerebene geltenden Varianten in der Ausgestaltung einer Knotenstelle des Gurtes sind kombinierbar mit den für eine zweite, diesen Gurt enthaltenden Trägerebene und dort vorkommenden Knotenvarianten. Dabei ist zu erwähnen, daß jeweils zwei der genannten Trägerebenen sich entlang eines Gurtes schneiden und daß die Knotenstellen nur entlang dieser Schnittlinie auftreten können. Es ist auch durchaus möglich, die Anordnung so zu treffen, daß mehr als zwei Trägerebenen eine gemeinsame Schnittlinie aufweisen und daß also kompliziertere Knotenstellen möglich sind.

[0061] Die Fig. 1 und 2 zeigen deutlich, in welcher Vielzahl und in wievielerlei Varianten solche Knotenstellen bei einem Luftschifftraggerüst nötig sind und wie wesentlich eine rasche, aber dennoch einwandfreie Produktion dieser Bauteile sein muß.

[0062] Die Fig. 2a zeigt außerdem andeutungsweise die oben erwähnte Möglichkeit für eine Aushärtung des Klebers durch Wärmeeinwirkung. Es ist dabei angenommen, daß ein Träger in der Weise aufgebaut ist, wie sie in Fig. 2b für einen Trägerabschnitt gezeigt ist. Es sind daher auch die gleichen Bezugszeichen für die Knotenstellen in den aufeinanderfolgenden Trägerabschnitten verwendet. Die oben genannten beheizbaren Formzangen für das Beheizen der einzelnen Stellen sind je nach der betreffenden Knotenstelle benannt, z.B. Z9 oder Z10; Zangen von einander entsprechenden Knotenstellen in nachfolgenden Trägerabschnitten sind z.B. mit Z10 bzw. Z10a usw. bezeichnet. Solche Zangen, die nach Erfüllung ihrer Aufgabe in einem ersten Trägerabschnitt dort abgenommen und stattdessen in einem später folgenden Abschnitt neu eingesetzt werden, sind durch einen Strich gekennzeichnet, z.B. Z10, Z10' oder Z14a, Z14a'. Das in einer Baurichtung fortschreitende Verfahren ist daraus leicht erkennbar. Die Formzangen selbst sind in der Zeichnung nur schematisch dargestellt.

[0063] Die **Fig.** 3 zeigt einen einfachen Fall für eine Knotenstelle, bei der Diagonalstreben **6** in zwei getrennten Ebenen angeordnet sind, wobei sich diese beiden Ebenen in Gurt **5** schneiden. In jeder der beiden Ebenen sind zwei Streben **6** angeordnet und werden durch den muffenartigen Verbinder am Längsgurt **5** fixiert. Der Verbinder besteht hier im Beispiel aus zwei Grundschalen **1'** bzw. **1"**, die entlang einer Mantellinie **3** des Gurtes **5** aneinanderstoßen und in Richtung des Gurtes **5** eine Vertiefung aufweisen, in der der Gurt eingelegt werden kann. Dabei wird der Gurt **5** über einen Winkel α umschlossen. Außerdem enthält die Schale **1** bzw. **1'**, **1"** noch Längsvertiefungen in Größe und Richtung der zu verbindenden Streben **6**. Bei symmetrischem Aufbau der Knotenstelle sind die beiden Grundschalen **1'** und **1"** identisch ausgebildet. Die in der Grundschale **1** vorgesehenen Vertiefungen für den Gurt **5** sind mit **15** und die für die Streben **6** vorgesehenen Vertiefungen mit dem Bezugszeichen **16** versehen.

[0064] Beim Zusammenbau der Baugruppe werden in die eine Grundschale **1** der Gurt **5** und die Streben **6** eingelegt, sodann wird der andere Grundschalenbereich **1"** zusammen mit den ihm zugeordneten Streben **6** an den ersten Unterschalenbereich angelegt und somit der Gurt **5** von dem Winkel 2·α um-

schlossen. Es bleibt ein restlicher Winkel β frei, der durch eine Abdeckschale **2** abdeckbar ist. Auch in der Abdeckschale **2** sind Vertiefungen axial verlaufend vorgesehen und in ihrer Form bzw. in ihren Abmessungen an die Form und Größe des Gurtes **5** bzw. der Streben **6** angepaßt. In der Abdeckschale **2** sind die Vertiefungen für den Gurt **5** mit **25** und die Vertiefungen für die Streben **6** mit **26** bezeichnet. Die Abdeckschale **2** vervollständigt die Umschlingung des Gurtes **5** durch die Bauteile des muffenartigen Verbinders. Es ist ersichtlich, daß durch die günstige Anordnung der oben erwähnten Mantellinie **3** alle Schalenteile in offenem Zustand leicht zugänglich sind und daß alle Bauteile, wie Gurt und Streben, leicht und genau in die zugeordneten Vertiefungen eingelegt werden können. Bei der hier im Beispiel dargestellten einfachen Form des Muffenverbinders sind keine besonderen Ausgestaltungen und Unterschiede der aneinanderstoßenden Grundschalenteile vorhanden, so daß man durchaus von identischen Teilen ausgehen kann und diese Teile als Seitenteile **1'** und **1"** bezeichnet werden können. Eine exaktere Bezeichnung wird erst dann erforderlich, wem eine weitere Unterteilung der Grundschalen vorgenommen wird und entweder mehrere Grund- oder Unterschalen oder mehrere Oberschalen (Abdeckschalen) durch Teilung des Winkels α bzw. β entstehen.

[0065] An den Berührungsstellen der Verbinderbauteile ist ein Flansch **4** vorgesehen, durch den die Teile fest miteinander verklebbar sind. Beim Einlegen der Gurte **5** und Streben **6** sowie beim Zusammensetzen der Verbinderbauteile ergeben sich keine besonderen Schwierigkeiten, da die einzelnen Teile in den Vertiefungen formschlüssig und außerdem auch kraftschlüssig durch Klebeverbindung festgehalten werden. Erforderlichenfalls können aber zusätzlich Maßnahmen vorgesehen sein, um eine Längsverschiebung der Schalenteile gegeneinander bzw. gegenüber dem Gurt **5** zu verhindern. Dazu können Fixierzähne oder Vorsprünge und dgl. in Erwägung gezogen werden. Die Verklebeflansche **4** können zum Teil eine wesentliche Verbreiterung erhalten und sind mit einer Rundung **12** versehen, um an gefährdeten Stellen Spannungsspitzen zu vermeiden.

[0066] Unabhängig davon, in welcher Zahl bzw. Form Grundschalen oder seitliche Schalen vorgesehen sind, und außerdem in welcher Anordnung die Abdeckschalen eingebaut werden sollen, wird in jedem Falle eine vollständige Umschließung des Gurtes **5** erreicht und ebenfalls eine Umschließung der an die Knotenstelle zusammengeführten Streben **6**, wodurch sich eine Verstärkung des Festigkeitsverbandes an der Knotenstelle ergibt.

[0067] In die offenen Schalen, d.h. in die offenen Seitenteile oder Abdeckschalen wird ein Klebemittel eingebracht. Da es sich hierbei um einen an sich bekannten Vorgang handelt, sei er nicht näher beschrieben. Es sei lediglich erwähnt, daß das Klebemittel in flüssiger Form oder auch als Film eingebracht werden kann. Damit wird es sehr einfach, die Innenseite der Schale, insbesondere die Vertiefungen für die Diagonalstreben, gleichmäßig zu beschichten. Es ist auch möglich, den Klebefilm wenigstens stellenweise mit einer abziehbaren Deckschicht oder Schutzschicht zu versehen (vgl. Fig. 5b).

[0068] Die Diagonalstreben **6** sind vorteilhafterweise an ihrem Ende mit einem schrägen Schnitt versehen, damit sie auf dem Gurt **5** glatt aufsetzen können. Eventuell ist der Schnitt sogar mit einer gewissen Krümmung zur Anpassung an die Krümmung des Gurtes **5** versehen. Wegen der vollständigen Umschließung von Gurt **5** durch die Seitenschalen bzw. Grundschalen und durch die Abdeckschale ist jedoch eine nicht ganz genaue Anpassung der Schnittstelle praktisch nicht ins Gewicht fallend.

[0069] Die Teile des die Muffenverbindung bildenden Bausatzes – zwei identische Grundschalen, die hier als Seitenteile angesprochen werden können – und eine ergänzende Abdeckschale lassen sich leicht in entsprechend großen Stückzahlen vorbereitend herstellen und mit Klebemittel beschichten. Diese Bauteile bestehen vorzugsweise aus faserverstärktem Kunststoff, z.B. glasfaserverstärktem Kunststoff.

[0070] Gurtrohr **5** und Streben **6**, die wie erwähnt an ihren Enden vorzugsweise schräg abgeschnitten sind, lassen sich in ihrer Anordnung und in ihrer Stoßstelle zwischen Gurt **5** und Strebe **6** aus der Fig. 3c ohne weiteres erkennen. Wenn nach Einlegen des Gurtes **5** und der Streben **6** der einen Trägerlängsebene in eine erste Grundschale oder in ein erstes Seitenteil, z.B. **1"** das auf dem Gurtumfang **5** angrenzende Seitenteil **1'** mit den dort für die zweite Trägerlängsebene vorgesehenen Streben **6** in die ihnen zugeordneten Vertiefungen eingelegt worden sind, kann die abschließende Abdeckschale **2** an den Längsrändern der Grundschalen bzw. Seitenteile **1'** und **1"** so angelegt werden, daß die Abdeckschale **2** den bisher noch offenen Winkel β am Gurt **5** schließt und dabei die restliche Seite der in den Vertiefungen **16** der Seitenteile liegenden Streben **6** ebenfalls exakt umschließt. Die einzelnen Schalenteile oder Seitenteile **1'** und **1"** sowie die Abdeckschale **2** der Verbindungsmuffe werden durch Klebung des Randflansches **4** verbunden. Auch wenn Gurt und Streben keinen kreisförmigen Querschnitt aufweisen, sondern z.B. aus polygonalen Bauteilen gebildet sind, läßt sich diese Art einer Muffenverbindung mittels Kleber an Knotenstellen unabhängig vom Material des Gurtes bzw. der Streben einsetzen. Vorzugsweise geeignet ist die Verwendung von faserverstärktem Material, z.B. Glasfaser-Kunststoff.

[0071] Die schalenartigen Teile **1'**, **1"**, **2** der Bau-

gruppe mit ihren Vertiefungen **15**, **16**, **25**, **26** umschließen nach ihrer Zusammensetzung die Knotenstelle vollständig, wobei hier die von der Knotenstelle abgehenden Streben in zwei getrennten Ebenen der Trägerkonstruktion liegen, und die beiden Längsebenen sich im Gurt unter einem Winkel β schneiden.

[0072] Wie ohne weiteres ersichtlich ist, kann eine Muffenverbindung auf einfache Weise für eine Trägerebene aus lediglich zwei Schalen bzw. Seitenteilen gebildet werden. Aber auch für drei sich im Gurt schneidende Ebenen ist eine Muffenverbindung möglich; es braucht dabei nur der in Fig. 3b zwischen den Ebenen gebildete Winkel β mit der dort einzufügenden Abdeckschale entsprechend unterteilt zu werden. Dabei muß der Gurtquerschnitt oder der Strebenquerschnitt nicht unbedingt kreisförmig sein, sondern kann auch eine andere Gestalt aufweisen, z.B. elliptisch oder auch polygonal sein.

[0073] Die **Fig.** 4 zeigt nochmals die Ansicht einiger Teile und die Gesamtansicht der Baugruppe einer Verbindungsmuffe für zwei Trägerebenen. Sie unterscheidet sich nur unwesentlich von der Anordnung gemäß **Fig.** 3. Die Grundschalen bzw. Seitenteile sind mit **1'** bzw. **1''** bezeichnet. Die für den Gurt **5** vorgesehene Längsvertiefung ist im Seitenteil **1** wieder mit **15**, die Vertiefungen für die Streben **6** sind mit **16** bezeichnet. Analog dazu sind in der Abdeckschale **2** die Vertiefungen für Gurt **5** mit **25** und dagegen für die Streben **6** mit **26** bezeichnet. Auch hier stoßen entlang einer Mantellinie **3** des Gurtes **5** die beiden Seitenteile aneinander. Eine entsprechende trennende Mantellinie **3** ergibt sich auch entlang der Streben **6**. Entlang der Mantellinie **3** sind an den Bauteilen überstehende Klebeflansche **4** vorgesehen, die ferner noch Verbreiterungen zwischen den Streben **6** und dem Gurt **5** aufweisen. An den Übergangsstellen von Streben **6** zum Gurt **5** sind die Klebeflansche **4** mit Rundungen **12** versehen, um gegebenenfalls auftretende Spannungsspitzen aufzufangen. An den Enden der Bauteile bzw. der Schalen ist dort, wo Streben bzw. Gurt aus den umschließenden Muffenteilen heraustreten, eine Wandverdünnung des Schalenteiles vorgesehen, um eine kerbfreie Kraftüberleitung von Strebe oder Gurt auf die Muffe zu erhalten. Diese Verdünnungsstelle ist an den Schalen der Muffenteile mit **7** bezeichnet.

[0074] Die **Fig.** 5 zeigt eine Grundschale bzw. ein Seitenteil **1** in verschiedenen Ansichten. In der Fig. 5c sind deutlich die Lage und die Richtung der Vertiefungen **15** für den Gurt **5** und der Vertiefungen **16** für die Streben **6** erkennbar. Auch Form und Lage des Klebeflansches **4** sind deutlich zu erkennen. Aus Fig. 5b lassen sich Form und Größe der Vertiefungen **15** für den Gurt **5** sowie der Vertiefung **16** für eine Strebe **6** ersehen. Der Querschnitt zeigt auch klar die verminderten Wandstärken der Schalenteile und deren Verdünnungsstufe **7**. Durch eine verdickt eingezeichnete Linie ist auf der Innenseite der Schale eine dünne und gleichmäßig aufgetragene Klebeschicht **17** angedeutet. Sie ist hier im Beispiel durch eine abziehbare Deckschicht **18** geschützt. In der Zeichnung ist am linken Rand des Schalenteiles das äußerste Ende der Deckschicht **18** leicht abgebogen eingezeichnet. Durch diese, mit **18'** bezeichnete, Darstellung soll auf die Möglichkeit für das Abziehen der Schutzschicht hingewiesen werden.

[0075] Analog zum Vorangehenden zeigen die Fig. 6a bis Fig. 6d die Verhältnisse bei einer Abdeckschale **2**. Insbesondere ist der von dieser Abdeckschale **2** umschlossene restliche Umfangswinkel β und die hier verhältnismäßig flache Vertiefung **25** erkennbar, in die sich der Gurt **5** bei vollständig geschlossener Muffe einlegt. Zur Veranschaulichung der Form einer in der Baugruppe für eine erfindungsgemäße Verbindungsmuffe verwendbaren Abdeckschalen sind in der **Fig.** 6 nachstehende Ansichten gesondert herausgezeichnet, nämlich in Fig. 6a eine Draufsicht auf eine Abdeckschale **2**, in Fig. 6b eine Ansicht in Richtung des Pfeiles C der Fig. 6a, in Fig. 6c eine Ansicht in Richtung des Pfeiles D der Fig. 6b und in Fig. 6d eine Ansicht in Richtung des Pfeiles E der Fig. 6c.

[0076] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es sich, wie mehrfach erwähnt, alle möglichen konstruktiven Abwandlungen des Erfindungsgedankens möglich. Auf diese Weise wird an den Knotenstellen über die Muffen eine einfache und doch feste, definierte Verbindung geschaffen, die gegenüber den Festigkeitswerten von Gurt und Streben nicht schwächer ist, sondern die volle Ausnützung der Festigkeitswerte der Bauelemente (Gurt bzw. Strebe) zuläßt.

Patentansprüche

1. Träger für ein Luftschiff mit einem aus Längsträgern und Querspanten gebildeten Traggerüst, wobei jeder einzelne Träger aus wenigstens drei parallel zueinander verlaufenden, ein Polygonalgebilde formenden Längsgurten mit in den durch jeweils zwei Längsgurte gebildeten Ebenen angeordneten und die Längsgurte fachwerkartig untereinander an Knotenstellen verbindenden Streben besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung an den Knotenstellen aus wenigstens einer mit Vertiefungen (**15**, **16**) zur Aufnahme von Längsgurten (**5**) und Querstreben (**6**) aufweisenden Grundschale (**1**) sowie wenigstens einer Längsgurt (**5**) und Querstreben (**6**) zusammen mit der Grundschale (**1**) formschlüssig, muffenartig umfassenden Abdeckschale (**2**) besteht, wobei die Schalenteile (**1**, **2**) so ausgebildet sind, dass Längsgurt (**5**) und Querstreben (**6**) ohne Längsverschiebungen eingelegt und verklebt werden können, und dass sie an ihren Kontaktstellen überstehende

Flansche (**4**) zur Verklebung miteinander aufweisen.

2. Träger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Längsgurte (**5**) und Querstreben (**6**) flächig mit den Oberflächen der Vertiefungen verklebt sind.

3. Träger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Verlauf der äußeren Kanten der Verklebeflansche (**4**) ausgerundet ausgebildet ist.

4. Träger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächen der Vertiefungen (**15**, **16**, **25**, **26**) der Schalenteile (**1**, **2**) mit dem Klebstoff (**17**) belegt sind.

5. Träger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Klebstoff (**17**) flüssig auf die Oberflächen der Vertiefungen (**15**, **16**, **25**, **26**) aufgebracht ist.

6. Träger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Klebstoff (**17**) als Klebefilm auf die Oberflächen der Vertiefungen (**15**, **16**, **25**, **26**) aufgebracht ist.

7. Träger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Klebefilm (**17**) wenigstens auf einem Teil seiner Oberfläche mit einer abziehbaren Deckschicht (**18**) versehen ist.

8. Träger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (**8**) aus faserverstärktem Kunststoff besteht.

9. Träger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (**8**) aus kohlefaserverstärktem Kunststoff besteht.

10. Träger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalenteile (**1**, **2**) aus faserverstärktem Kunststoff bestehen.

11. Träger nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalenteile (**1**, **2**) aus glasfaserverstärktem Kunststoff bestehen.

12. Träger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch die Verwendung von durch Wärmeeinwirkung aushärtbarem Klebstoff.

13. Träger nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Klebeflansch (**4**) an Übergangsstellen von Streben (**6**) zu Gurt (**5**) Rundungen (**12**) aufweist.

14. Träger nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Grundschale (**1**) und/oder Abdeckschale (**2**) Längsgurte (**5**) und Streben (**6**) zumindest teilweise umfassende Muffenenden (**7**) aufweisen.

15. Träger nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wanddicke der Schalen (**1**, **2**) im Bereich der Muffenenden (**7**) im Vergleich zur übrigen Wanddicke der Schalen geringer ist.

16. Träger nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Übergang zwischen den unterschiedlichen Wanddicken über eine Verdünnungsstufe erfolgt.

17. Träger nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Grundschale (**1**) und Abdeckschale (**2**) durchscheinend insbesondere zur Kontrolle der Verklebung sind.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

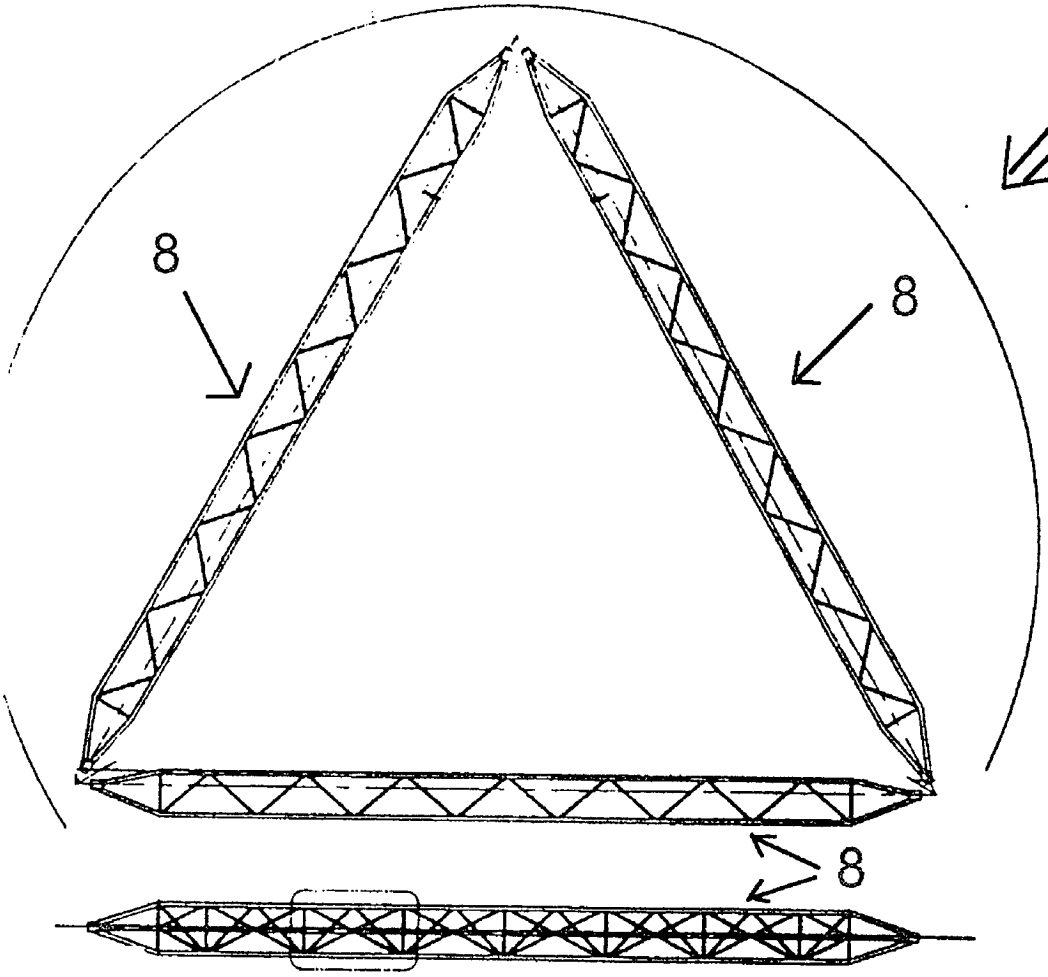


Fig. 1

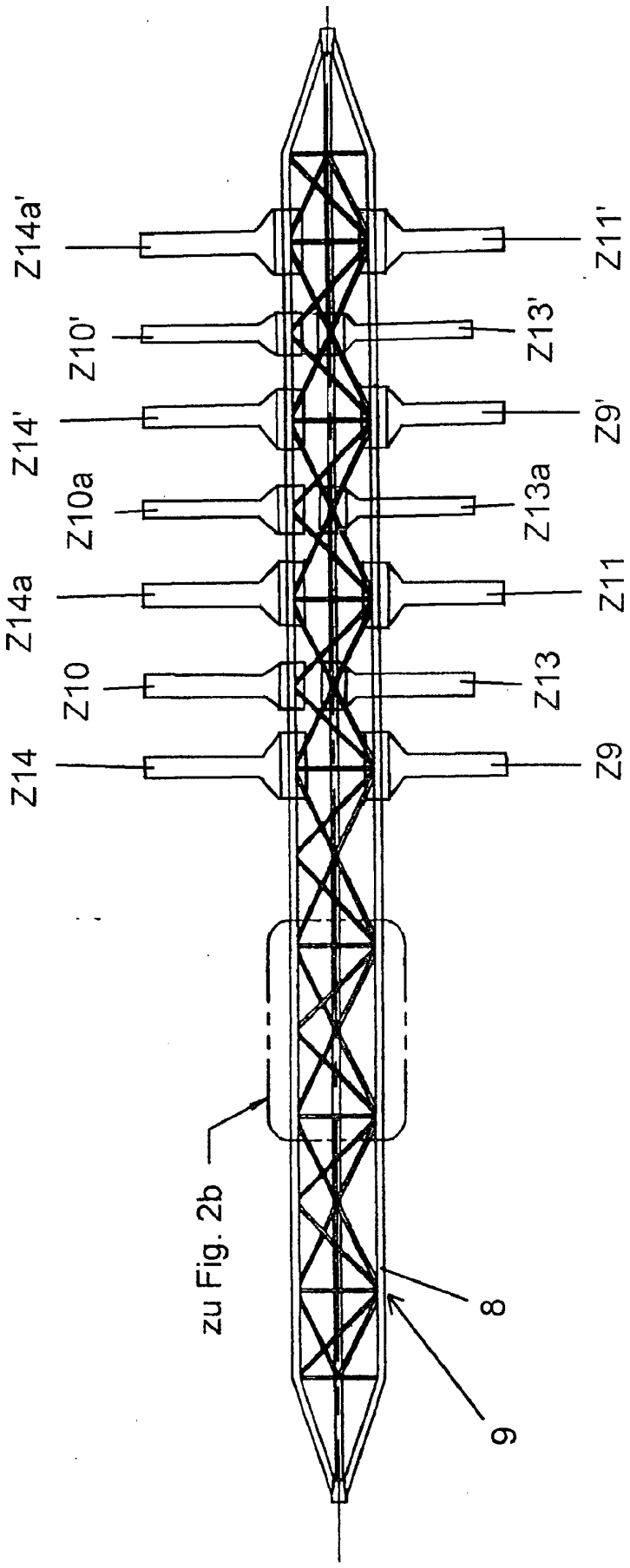

Z14a'
Z11'
Z10'
Z13'
Z14'
Z9'
Z10a
Z13a
Z14a
Z11
Z10
Z13
Z14
Z9
zu Fig. 2b
8
9

Fig. 2a

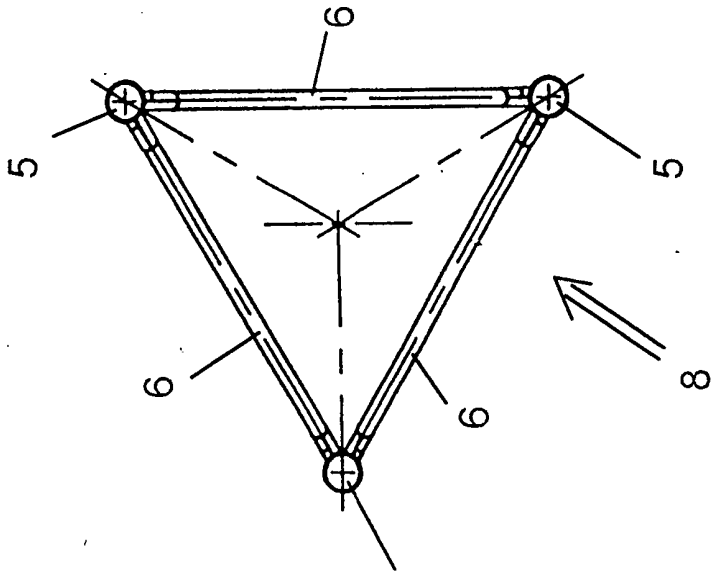


Fig. 2c

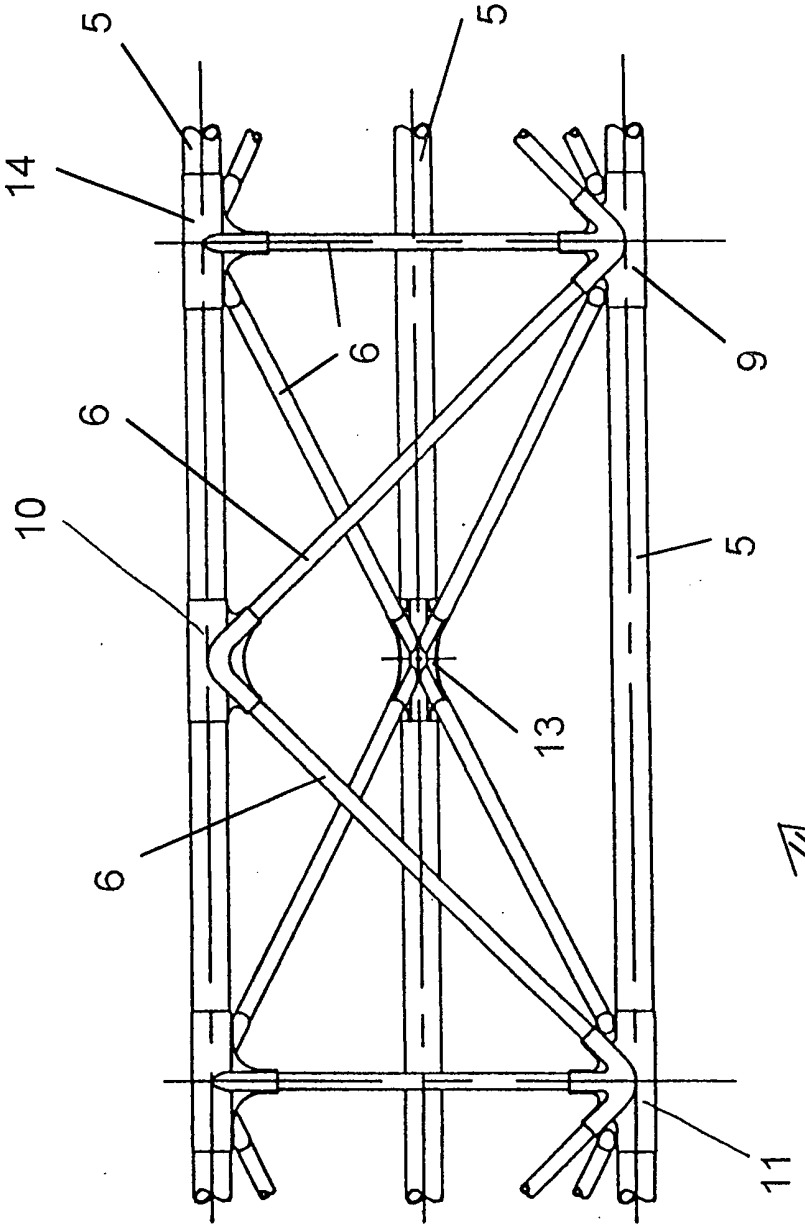


Fig. 2b

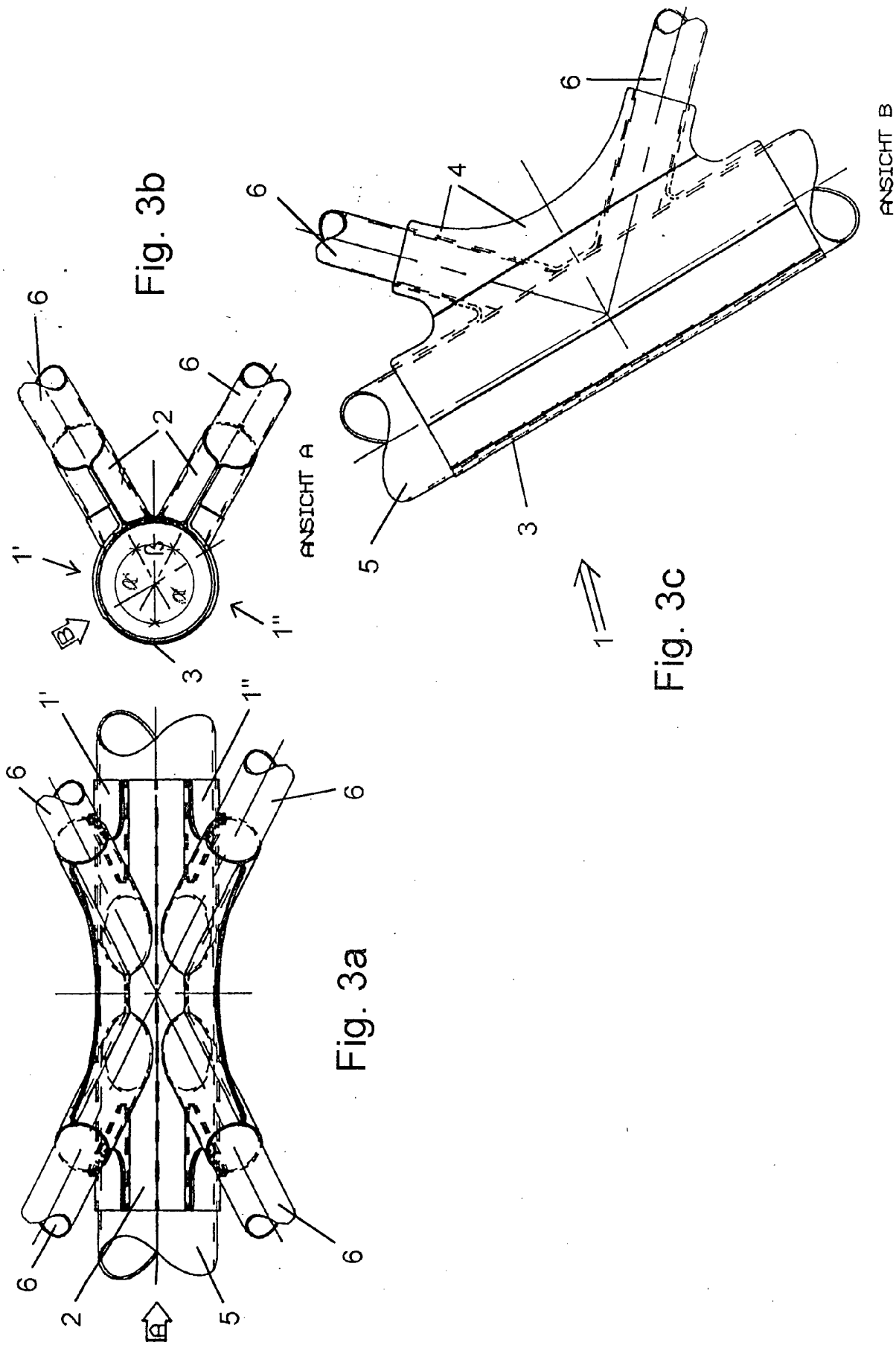


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

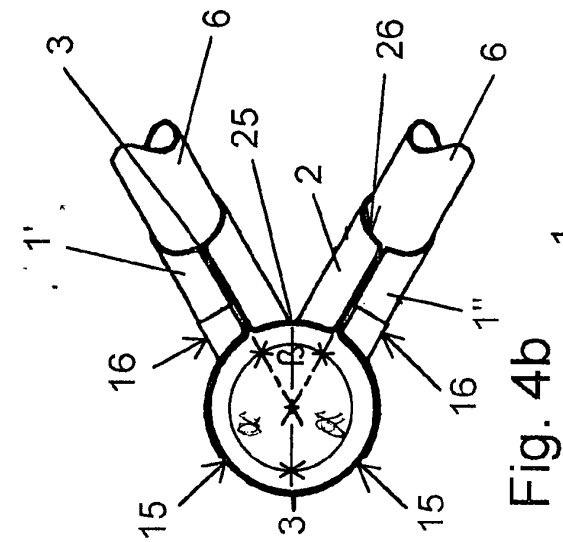


Fig. 4b

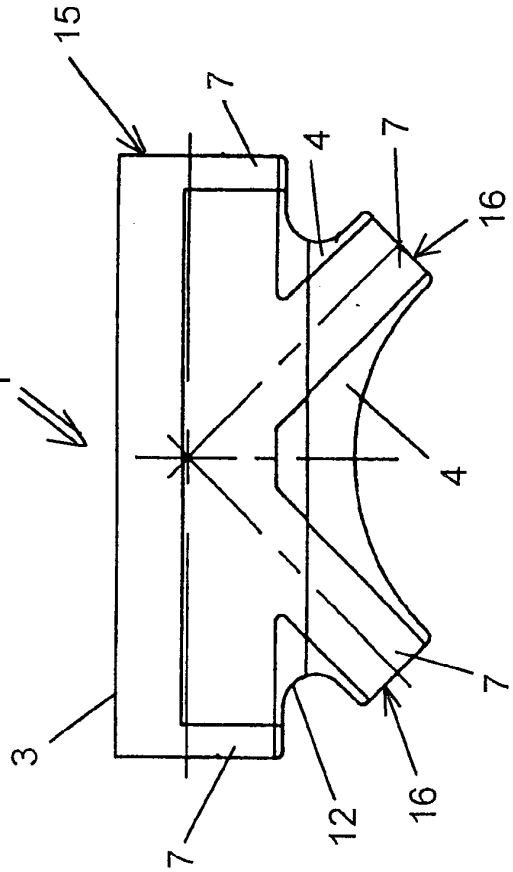


Fig. 4c

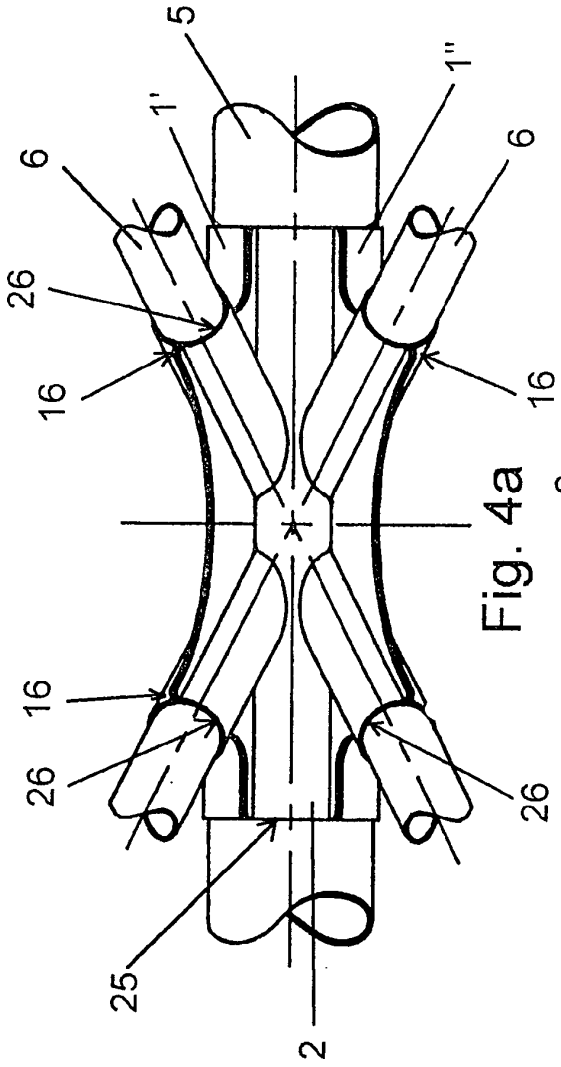


Fig. 4a

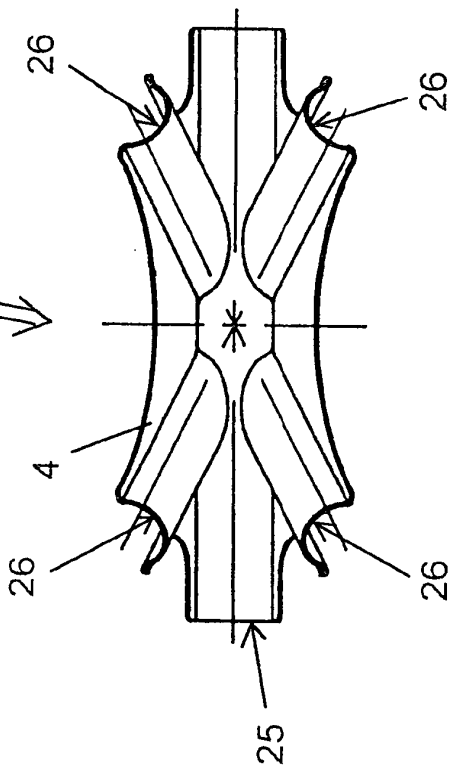


Fig. 4d

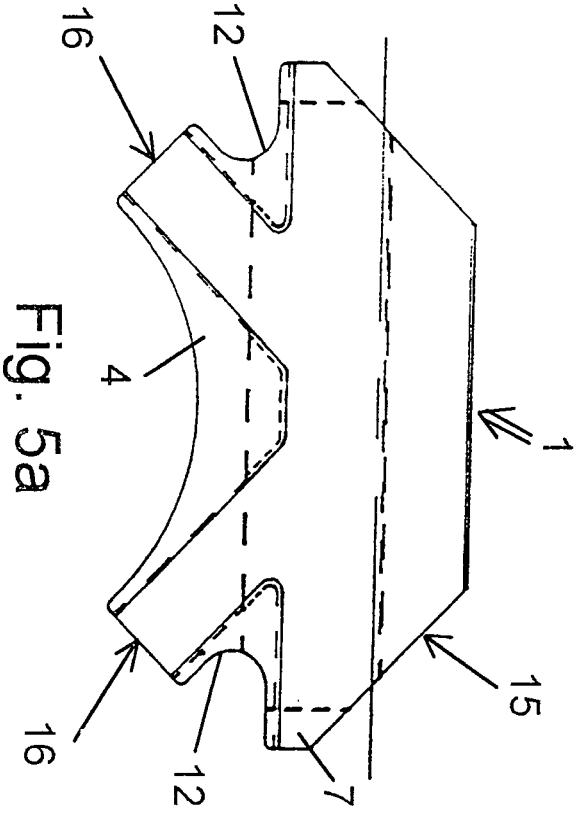


Fig. 5a

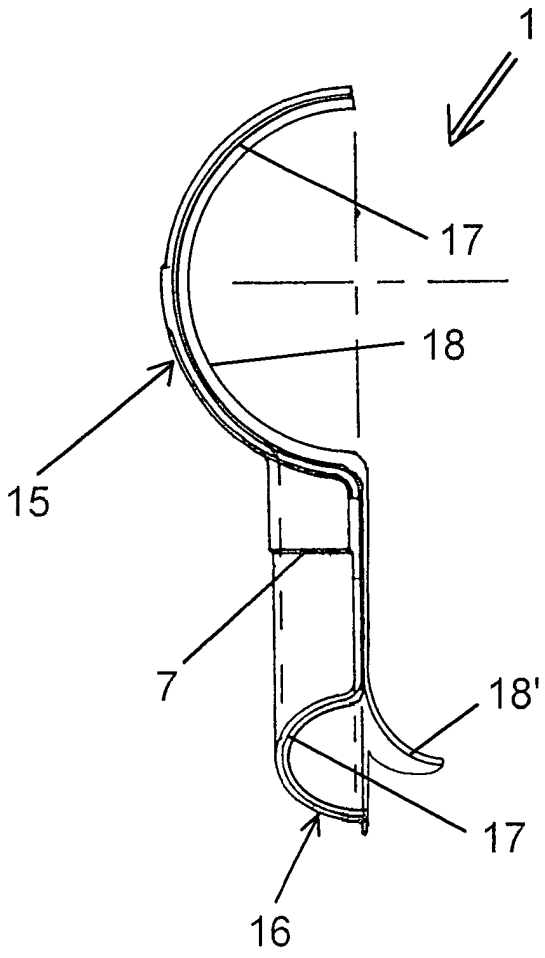


Fig. 5b

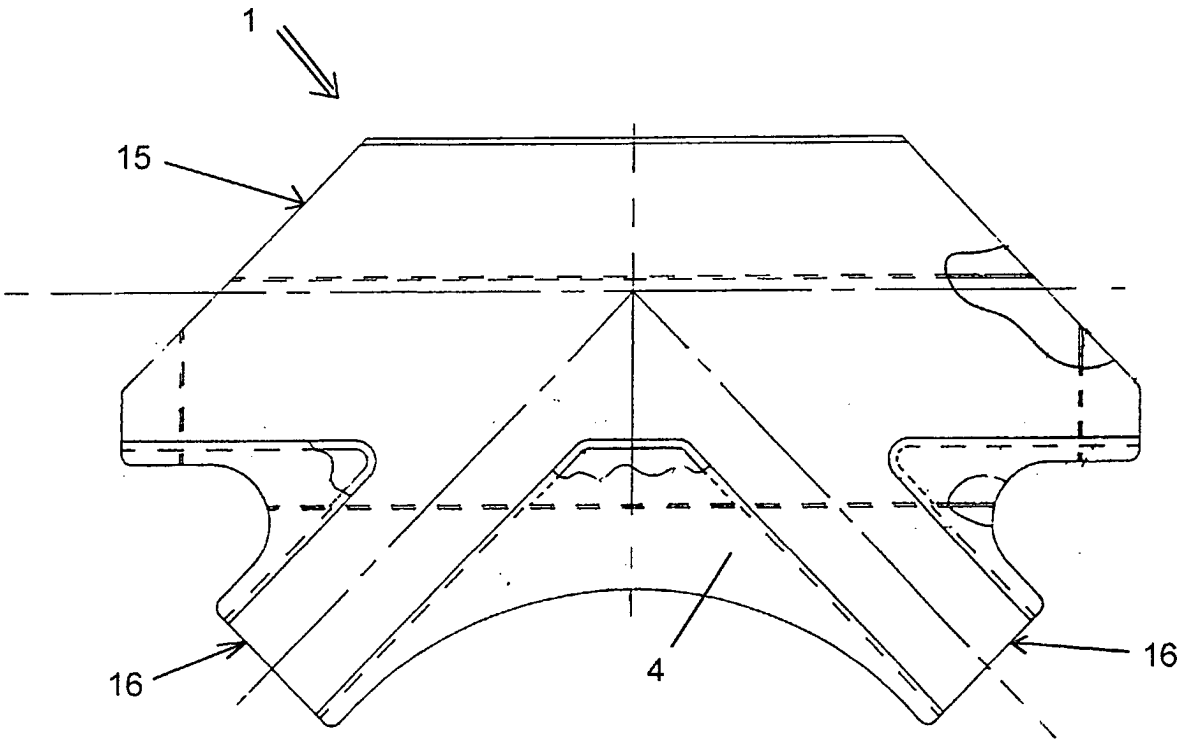


Fig. 5c

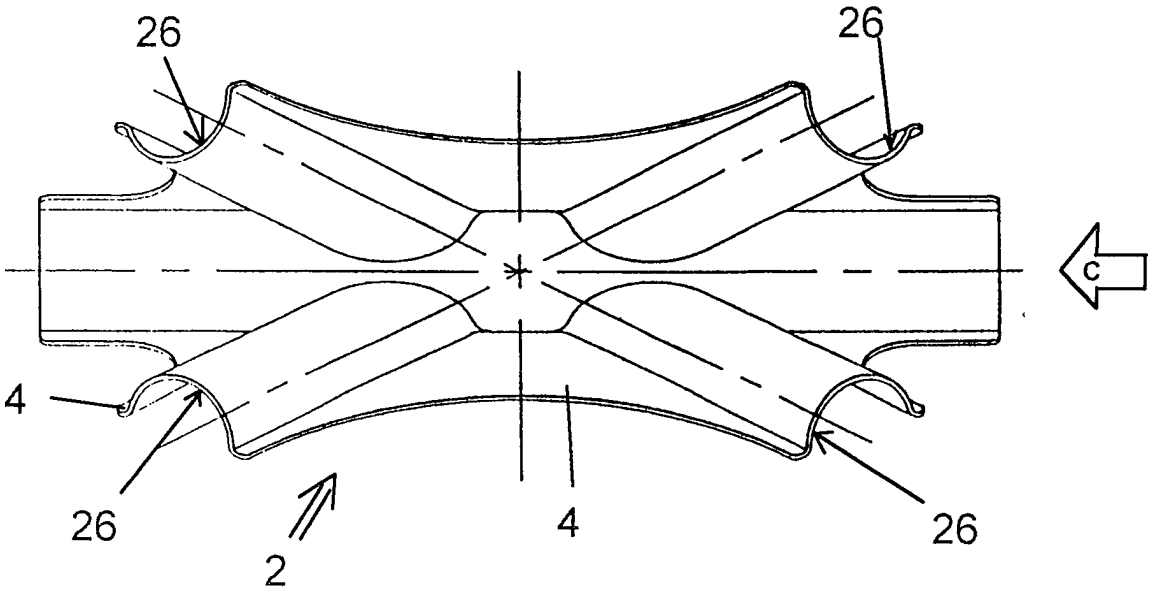


Fig. 6a

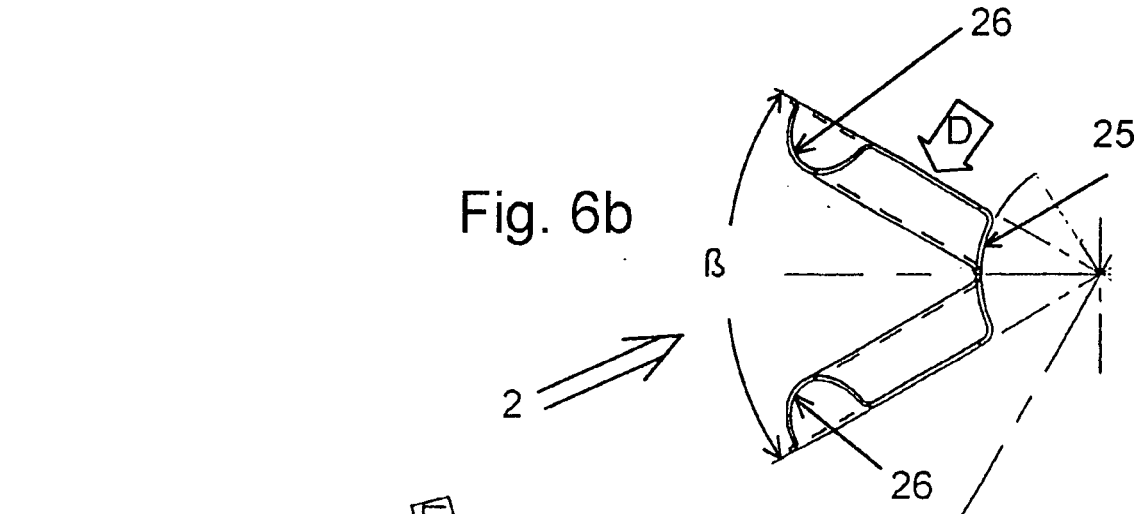


Fig. 6b

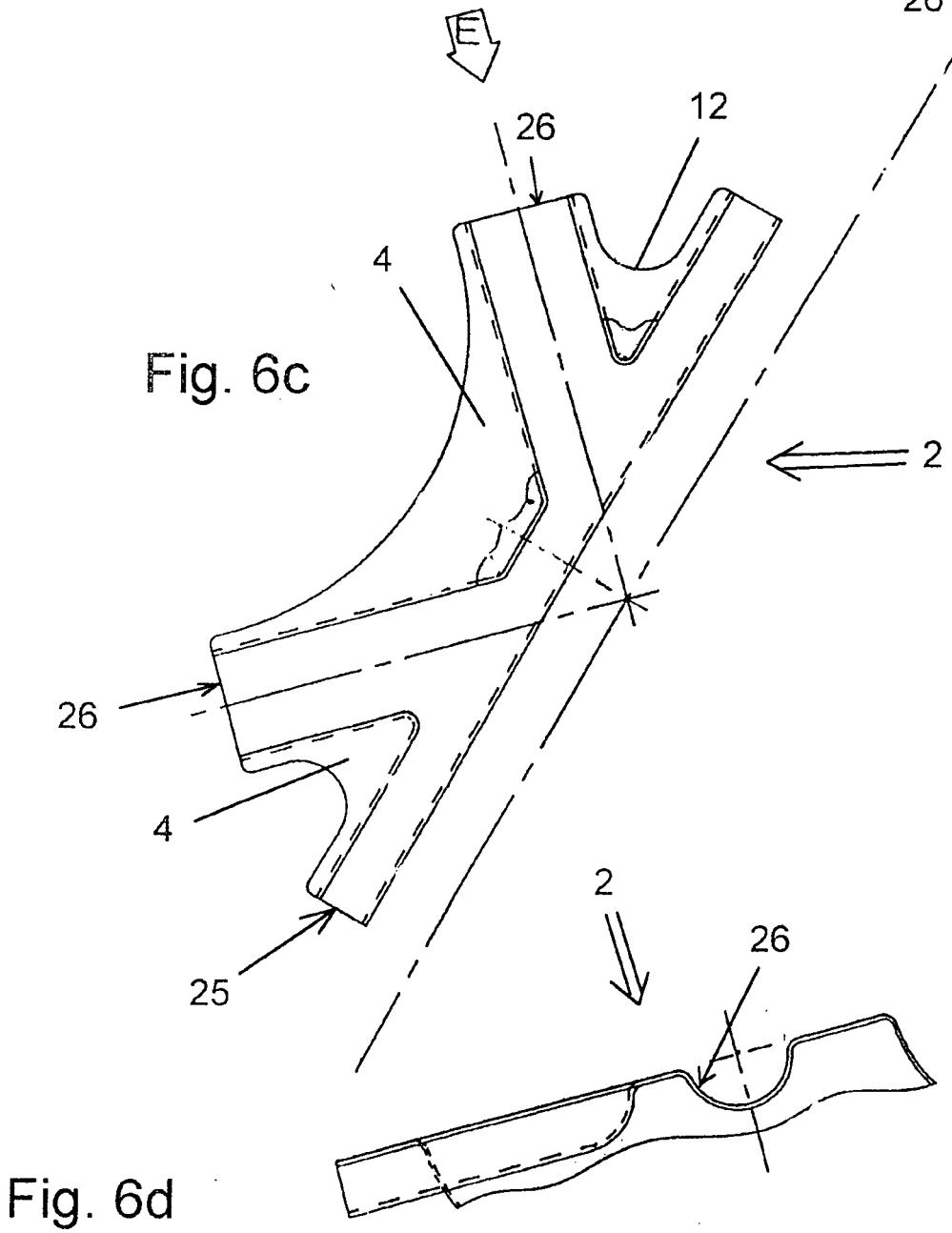


Fig. 6c

Fig. 6d