



(10) **DE 20 2018 001 264 U1** 2018.06.07

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2018 001 264.5**
(22) Anmeldetag: **11.03.2018**
(47) Eintragungstag: **26.04.2018**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **07.06.2018**

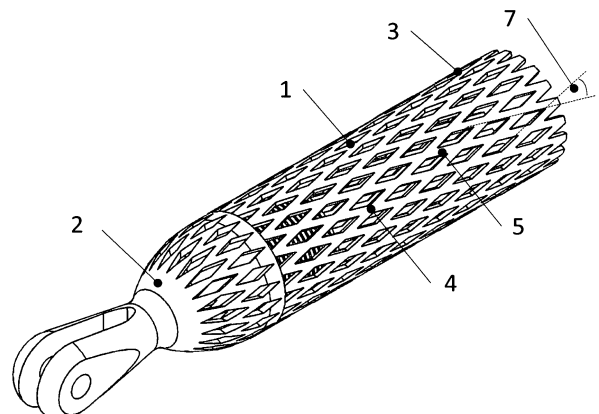
(51) Int Cl.: **F16S 3/00** (2006.01)
B29C 70/30 (2006.01)
B29C 70/38 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Funck, Ralph, Dr., 67661 Kaiserslautern, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Strebe aus Faserverbundwerkstoff**

(57) Hauptanspruch: Strebe zur Kraftübertragung, aufweisend ein Hohlkörper (1) aus Faserverbundwerkstoff und an beiden Enden des Hohlkörpers ein Adapter (2) dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper (1) eine offene rohrförmige Struktur als Gitterstruktur (3) aus Faserverbundwerkstoff mit von Knotenpunkt (4) zu Knotenpunkt (4) gekrümmt angeordneten Gitterelementen (5) aufweist und Faserfilamente (6) kontinuierlich durch die Knotenpunkte (4) verlaufen und die Faserfilamente (6) in der Gitterstruktur (3) aus Faserverbundwerkstoff von Knotenpunkt (4) zu Knotenpunkt (4) lagenweise angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strebe aus Faserverbundwerkstoff zur Kraftübertragung.

[0002] Der Einsatz von hoch belastbaren Faserverbundwerkstoffen, z.B. mit Kohlenstoff-, Glas-, Aramid-, Keramik- oder Basaltfasern, sowie einer Matrix, z.B. aus duromerem oder thermoplastischem Kunststoff, Elastomer, Kohlenstoff, Graphit oder Keramik, erfordert die Verwendung entsprechender Konstruktionen zur werkstoffgerechten Kraftübertragung. Werkstoffgerecht bedeutet hierbei, dass die Anisotropie des Werkstoffs hinsichtlich der unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften in Faserrichtung und quer hierzu zielgerichtet ausgenutzt wird.

[0003] Streben aus Faserverbundwerkstoff zur Kraftübertragung dienen insbesondere zur Führung und mechanischen Lagerung, zur Abstützung, zur Verstrebung oder zur Verbindung. Streben aus Faserverbundwerkstoff sind seit vielen Jahren bekannt. Derartige Streben finden bevorzugt, aber nicht ausschließlich, Verwendung im Luft- oder Raumfahrzeug. Streben von Luftfahrzeugen und Raumfahrzeugen, beispielsweise Flugzeuge, Drehflügler, Luftschiffe, unbemannte Luftfahrtsysteme, Raketen oder Satelliten werden dabei vorwiegend axial sowohl durch Druck- als auch durch Zugkräfte belastet.

[0004] Technische Anwendungen wie in DE 10 2005 027 173 B4 oder DE 20 2016 004 215 U1 oder DE 10 2007 015 909 A1 oder DE 20 2006 016 041 U1 oder DE 10 2015 211 191 A1 greifen auf schalen- oder rohrförmige Faserverbundkörper zur Übertragung von Zug-, Druck-, Biege- oder Torsionskräften zurück. Dabei handelt es sich um weithin bekannte geschlossene schalen- oder rohrförmige Strukturen.

[0005] Technische Anwendungen, wie US 2005/0115186 A1, greifen auf offene Gitterstrukturen zurück, deren Gitter von Knotenpunkt zu Knotenpunkt entlang einer Geraden verläuft. Die Herstellung erfolgt indem die Gitterelemente mit Hilfe entsprechend aufwändiger Werkzeuge von Knotenpunkt zu Knotenpunkt gespannt werden. Die Werkzeuge sind zudem mehrteilig ausgeführt, unter anderem um diese zur Entformung der Gitterstruktur zerlegen zu können. Die Herstellung der Gitterstruktur ist dadurch sehr aufwändig.

[0006] Bei allen bekannten Konzepten ist die Fertigung sehr aufwändig und kostenintensiv und das Leichtbaupotential, insbesondere für Streben aus Faserverbundwerkstoff mit großen Längen- zu Durchmesser- Verhältnissen, ist stark eingeschränkt.

[0007] An Streben werden besonders hohe Ansprüche an die Festigkeit der verwendeten Materialien,

ein geringes Gewicht und an die Korrosionsbeständigkeit gestellt. Zudem müssen die Streben extrem widerstandsfähig gegen mechanische sowie umgebungsbedingte Beanspruchungen sein.

[0008] Die steigenden Anforderungen an Gewichts- und Kosteneinsparung führen an die Grenzen des Potentials bekannter Bauweisen von Streben aus Faserverbundwerkstoffen.

[0009] Alle bisher bekannten Bauweisen für Zug- / Druckstangen oder Streben aus Composite (Zug- / Druckstangen aus Faserverbundkunststoff FKV, im englischen auch bezeichnet als: fibre reinforced plastic (FRP) rod; FRP strut) sind entweder zu aufwändig und damit zu kostenintensiv in der Herstellung und/oder halten den Anforderungen bezüglich geringen Gewichtes, Korrosionsfreiheit und/oder mechanischer Beanspruchungen nicht stand. Bekannt ist auch, dass die hohen Herstellkosten für die benötigte Ausbringungsmenge an Leichtbaustreben grundlegend ungünstig sind.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Streben aus Faserverbundwerkstoff derart weiterzubilden, dass die dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Nachteile vermieden werden. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Bauelement für mechanisch hoch belastete stabartige Tragwerke aus Faserverbundwerkstoffen zu finden, das einerseits eine hohe Tragfähigkeit unter Zuglast sowie Torsions- und Biegelast ermöglicht und andererseits die hohe Tragfähigkeit unter Drucklasten aufweist so dass eine leichtbaugerechte Bauweise erzielt wird.

[0011] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst; zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 8 beschrieben, vorteilhafte Verwendungen ergeben sich aus dem Anspruch 9.

[0012] Als in der Herstellung besonders einfach und strukturmechanisch vorteilhaft hat sich die erfindungsgemäße offene rohrförmige Struktur als Gitterstruktur aus Faserverbundwerkstoff mit von Knotenpunkt zu Knotenpunkt gekrümmt verlaufenden Gitterelementen gezeigt. Dies ist für den Fachmann zunächst nicht naheliegend, da gekrümmte Gitterelemente aus Faserverbundwerkstoff bekanntermaßen sehr aufwändig in der Herstellung sind.

[0013] Zur Herstellung gekrümmter Gitterelemente aus Faserverbundwerkstoff werden üblicherweise Formen, Formwerkzeuge oder Werkzeuge eingesetzt, die zudem, je nach Geometrie der Struktur, zur Entformung zerlegbar ausgeführt sind.

[0014] Die Herstellung der erfindungsgemäßen Strebe ist hingegen mit geringem Werkzeugaufwand sehr einfach möglich. Die Herstellung des Hohlkör-

pers (1) erfolgt beispielsweise im duromeren Nass- oder prepreg- Wickelverfahren, thermoplastischem Wickelverfahren oder Tapelegeverfahren, vorzugsweise auf einem zylindrischen oder konischen Werkzeug. Die Ablage der Faserfilamente erfolgt lagenweise in der Art, dass sich durch die Ablage eine offene rohrförmige Struktur als Gitterstruktur (3) aus Faserverbundwerkstoff mit von Knotenpunkt (4) zu Knotenpunkt (4) gekrümmt verlaufenden Gitterelementen (5) bildet und Faserfilamente (6) kontinuierlich durch die Knotenpunkte (4) verlaufen.

[0015] Die Faserfilamente sind vorzugsweise in Faserbündel, auch Roving genannt, zusammengefasst. Durch Ablegen der Faserbündel mit entsprechendem Abstand der Faserbündel zueinander, auch Ablegen auf Lücke genannt, ergibt sich die offene Gitterstruktur. Die Faserfilamente (6) sind dabei in der Gitterstruktur (3) vorzugsweise in einem Öffnungswinkel (7) von 5° bis 80° zueinander angeordnet.

[0016] Insbesondere bei langen Streben führt axiale Druckbelastung auf die Strebe zum Beulen und/oder Ausknicken der Strebe. Teilweise überlagern sich zu der axialen Drucklast auch Biege- oder Torsionslasten. Für derartige Lastfälle ist ein hohes Flächenträgheitsmoment des Hohlkörpers (1) von besonderem Vorteil. Durch die Bauweise als offene Gitterstruktur aus Faserverbundwerkstoff des Hohlkörpers (1) lässt sich ein hohes Flächenträgheitsmoment, beispielsweise durch Ausbildung eines großen Durchmessers des Hohlkörpers (1), bei gleichzeitig minimalem Werkstoffeinsatz realisieren. Dadurch ist das Gewicht der erfindungsgemäßen Strebe aus Faserverbundwerkstoff, im Vergleich zu herkömmlichen Streben, erheblich reduziert.

[0017] Das Werkzeug, vorzugsweise als Innenwerkzeug ausgeführt, kann beispielsweise als einfaches zylindrisches Werkzeug ausgeführt sein. Die offene Gitterstruktur ergibt sich durch Ablegen der Faserbündel mit entsprechendem Abstand der Faserbündel zueinander wodurch Lücken zwischen den Faserfilamenten durch entsprechende Ablage auf dem Werkzeug entstehen. Nach Aushärtung oder Erstarrung des Faserverbundwerkstoffs kann das Werkzeug durch einfaches Herausziehen zur Entformung des Hohlkörpers entnommen werden und für die Herstellung des nächsten Hohlkörpers wiederverwendet werden.

[0018] Das Werkzeug zur Herstellung des Hohlkörpers (1) kann beispielsweise zylindrisch, oval oder konisch ausgeführt sein.

[0019] Nach der Entformung können weitere Prozessschritte wie beispielsweise das Nachtempern, das Nachhärten, die mechanische Bearbeitung oder die Lackierung des Hohlkörpers (1) erfolgen, bevor Adapter (2) kraftschlüssig oder formschlüssig mit

dem Hohlkörper (1) verbunden werden. Zur Vermeidung von Kontaktkorrosion zwischen Adapter und Hohlkörper werden geeignete Werkstoffpaarungen eingesetzt und/oder eine geeignete galvanische Trennung zwischen Hohlkörper und Adapter, zum Beispiel durch Beschichtung der metallischen Adapter, eingesetzt. Der Adapter (2) ist im zum Hohlkörper (1) angrenzenden Bereich beispielsweise ganz oder teilweise aus Kunststoff, Titan, Glasfaserverstärktem Kunststoff oder Keramik ausgeführt.

[0020] Der Adapter (2) kann erfindungsgemäß in einer Ausführungsform durch Weiterführung der Faserfilamente in den Adapter integriert werden. In einer weiteren Ausführungsform ist der Adapter (2) als integral monolithisches Adapterelement ausgeführt.

[0021] Streben kommen in der Praxis in erheblichen Stückzahlen vor, wobei sich Streben einer Produktfamilie insbesondere durch Längensvarianten auszeichnen. Die Variation der Länge kann erfindungsgemäß in besonders einfacher Weise durch entsprechendes Ablängen des Hohlkörpers (1) erreicht werden. Die Kräfteinleitungen sind in einer Produktfamilie im Wesentlichen gleich, so dass insbesondere die Kräfteinleitungen in Form der Adapter (2) in einer hohen Stückzahl gefertigt werden können.

[0022] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher beschrieben. Dazu zeigt

Fig. 1: die perspektivische Darstellung eines Ausschnitts der Strebe. Die Darstellung zeigt die Strebe bestehend aus Hohlkörper (1) und am Ende des Hohlkörpers ein Adapter (2). Die Darstellung zeigt den Hohlkörper (1) als offene zylinderförmige Gitterstruktur (3) mit von Knotenpunkt (4) zu Knotenpunkt (4) gekrümmt angeordneten Gitterelementen (5). Die Darstellung zeigt die Anordnung der Gitterelemente (5) in einem Öffnungswinkel (7), der Öffnungswinkel hier dargestellt als Gegenwinkel, von ca. 30°.

Fig. 2: den Längsschnitt der perspektivischen Darstellung eines Ausschnitts der Strebe. Die Darstellung zeigt die Strebe bestehend aus Hohlkörper (1) und am Ende des Hohlkörpers ein Adapter (2).

Fig. 3: ein Detail der Gitterstruktur in der Draufsicht. Die Darstellung zeigt vier Knotenpunkte (4) und Ausschnitte der Gitterelemente (5) mit in den Gitterelemente (5) dargestellten Faserfilamenten (6).

Fig. 4: ein Detail der Gitterstruktur im Längsschnitt. Die Darstellung zeigt Knotenpunkte (4) im Längsschnitt und den lagenweisen Aufbau der Gitterstruktur (3) mit Gitterelementen (5).

Bezugszeichenliste

- (1) Hohlkörper
- (2) Adapter
- (3) Gitterstruktur
- (4) Knotenpunkt
- (5) Gitterelement
- (6) Faserfilament
- (7) Öffnungswinkel

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005027173 B4 [0004]
- DE 202016004215 U1 [0004]
- DE 102007015909 A1 [0004]
- DE 202006016041 U1 [0004]
- DE 102015211191 A1 [0004]
- US 2005/0115186 A1 [0005]

Schutzansprüche

oder Druckstrebe zur Befestigung oder Abstützung von Strukturen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

1. Strebe zur Kraftübertragung, aufweisend ein Hohlkörper (1) aus Faserverbundwerkstoff und an beiden Enden des Hohlkörpers ein Adapter (2) **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlkörper (1) eine offene rohrförmige Struktur als Gitterstruktur (3) aus Faserverbundwerkstoff mit von Knotenpunkt (4) zu Knotenpunkt (4) gekrümmt angeordneten Gitterelementen (5) aufweist und Faserfilamente (6) kontinuierlich durch die Knotenpunkte (4) verlaufen und die Faserfilamente (6) in der Gitterstruktur (3) aus Faserverbundwerkstoff von Knotenpunkt (4) zu Knotenpunkt (4) lagenweise angeordnet sind.

2. Strebe zur Kraftübertragung, nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Faserfilamente (6) in der Gitterstruktur (3) in einem Öffnungswinkel (7) von 5° bis 80° zueinander angeordnet sind.

3. Strebe zur Kraftübertragung, nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlkörper (1) in einer orthogonal zur Längsachse der Strebe liegenden Ebene kreisförmig oder oval ist und in einer parallel zur Längsachse der Strebe liegenden Ebene rechteckig, konisch oder ellipsoid ist und mit oder ohne Innenrippen, ausgebildet ist.

4. Strebe zur Kraftübertragung, nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Adapter (2) kraftschlüssig oder formschlüssig mit dem Hohlkörper (1) verbunden sind.

5. Strebe zur Kraftübertragung, nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Adapter (2) im zum Hohlkörper (1) angrenzenden Bereich ganz oder teilweise aus Kunststoff, Titan, glasfaserverstärktem Kunststoff oder Keramik besteht.

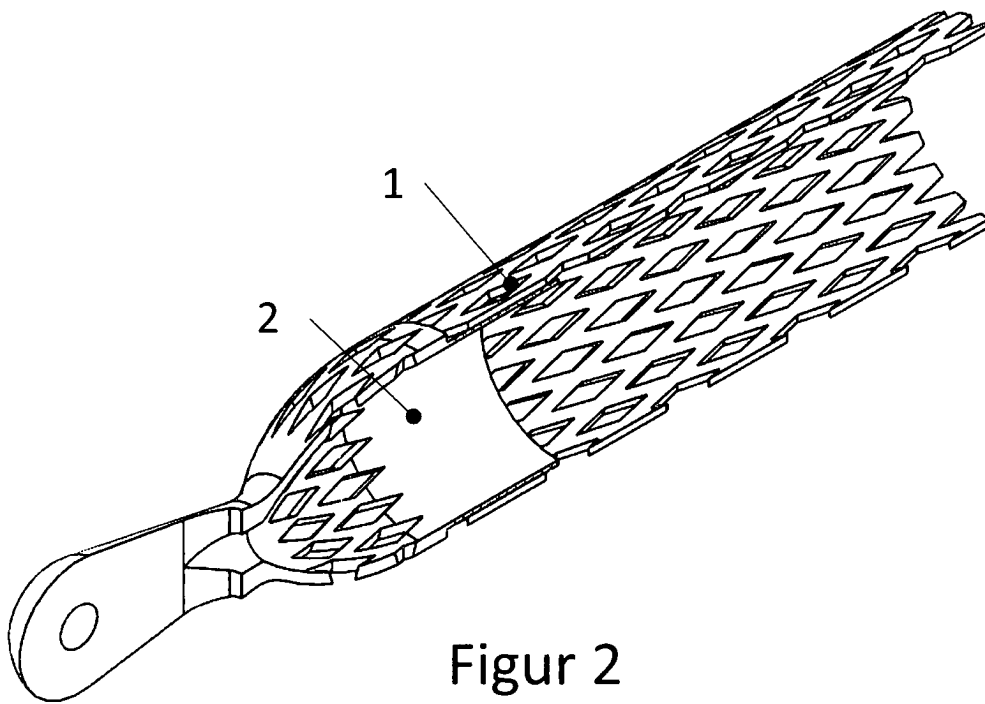
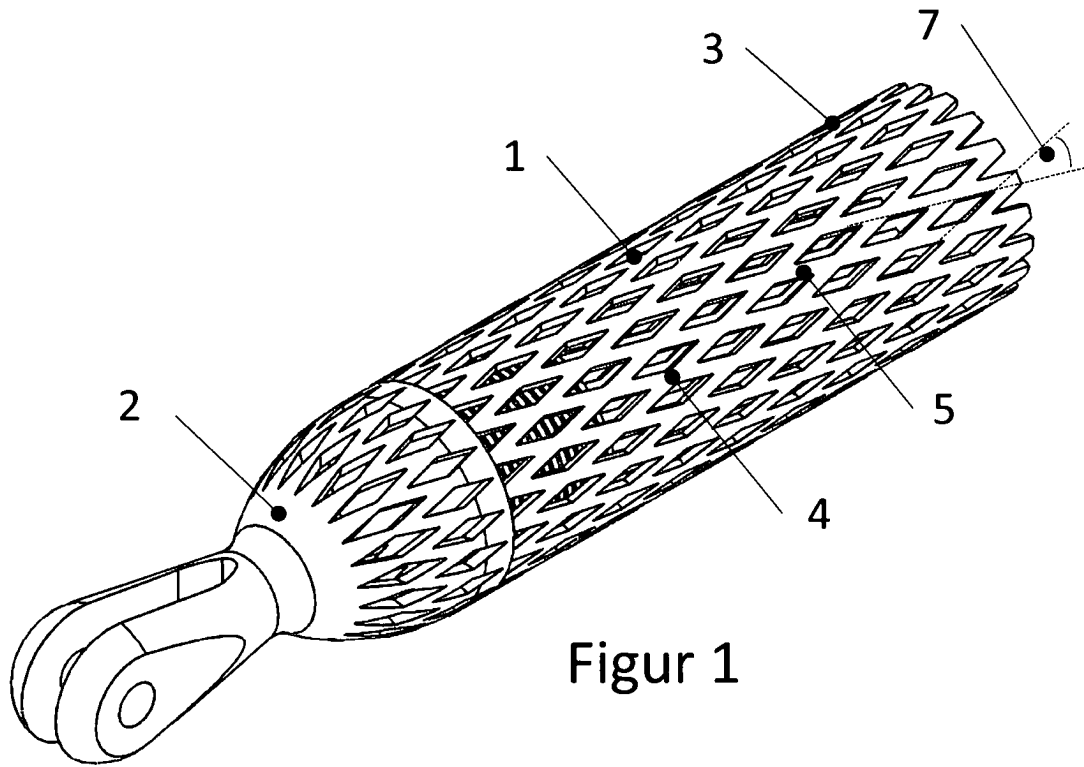
6. Strebe zur Kraftübertragung, nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Adapter (2), mit Faserfilamenten (6) welche aus der Gitterstruktur des Hohlkörpers (1) in den Adapter (2) übergehen, als integral monolithischer Adapter (2) aus Faserverbundwerkstoff gebildet ist.

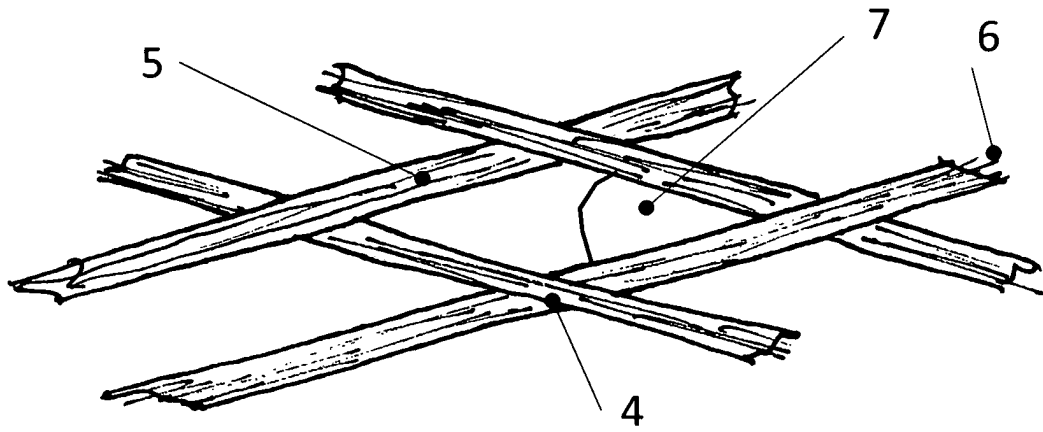
7. Strebe zur Kraftübertragung, nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Adapter (2) mehrteilig ausgeführt ist.

8. Strebe zur Kraftübertragung, nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlkörper (1) aus Faserverbundwerkstoff im duromeren nass- oder prepreg- Wickelverfahren, thermoplastischem Wickelverfahren oder Tapelegeverfahren hergestellt wird.

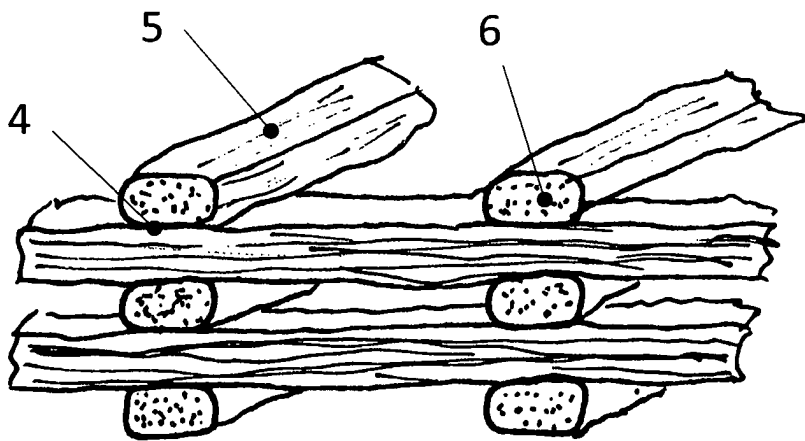
9. Verwendung der Strebe nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als ein Teil eines Luftfahrzeugs als Zug-

Anhängende Zeichnungen





Figur 3



Figur 4