

(19)



(11)

EP 2 252 540 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.05.2016 Patentblatt 2016/21

(51) Int Cl.:
B66C 23/64 ^(2006.01) **B66C 23/90** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09720189.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2009/000167

(22) Anmeldetag: **06.02.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/112004 (17.09.2009 Gazette 2009/38)

(54) EIN METALLISCHES HOHLPROFIL AUFWEISENDER AUSLEGER MIT VERSTÄRKUNGSLAGE AUS FASER-KUNSTSTOFF-VERBUND SOWIE SENSORELEMENT

JIB COMPRISING A METAL HOLLOW PROFILE WITH A REINFORCEMENT LAYER CONSISTING OF A FIBRE-PLASTIC COMPOSITE AND SENSOR ELEMENT

BRAS À PROFILÉ CREUX MÉTALLIQUE, DOTÉ D'UNE COUCHE DE RENFORCEMENT EN COMPOSITE PLASTIQUE-FIBRE ET D'UN ÉLÉMENT DE DÉTECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

• **SCHNITTKER, Frank**
66482 Zweibrücken (DE)

(30) Priorität: **08.03.2008 DE 102008013203**

(74) Vertreter: **Moser Götze & Partner Patentanwälte mbB**
Paul-Klinger-Strasse 9
45127 Essen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.11.2010 Patentblatt 2010/47

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 968 955 EP-A- 1 353 139
EP-A- 1 970 344 GB-A- 1 389 139
US-A- 3 815 116 US-B1- 6 786 233

(73) Patentinhaber: **Terex Cranes Germany GmbH**
66482 Zweibrücken (DE)

(72) Erfinder:
• **SCHMIDT, Peter**
66482 Zweibrücken (DE)

EP 2 252 540 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ausleger zur endseitigen Aufnahme von Lasten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Auslegers.

[0002] Leichtgewichtige Auslegerteile sind eine wichtige Voraussetzung, um die Anforderungen an mobile Arbeitsmaschinen wie z. B. Arbeitsbühnen, Krane, Betonpumpen u. s. w. bezüglich hoher Tragfähigkeit, großer Auslegerlänge und großer Reichweite zu erfüllen. Durch Leichtbau können diese Leistungsdaten gegenüber konventionellen Bauarten gesteigert werden, ohne das Gesamtgewicht der Maschine zu erhöhen oder die Schwerpunktlage ungünstig zu verschieben. So können z. B. bei Mobilkränen, mobilen Arbeitsbühnen und mobilen Betonpumpen die negativen Auswirkungen des Auslegergewichts auf die Fahrzeuggröße und -masse, die Stützbasis, die Achsanzahl und die notwendigen Gegengewichte gering gehalten werden.

[0003] Monolithische Bauweisen aus Faser-Kunststoff-Verbund (FKV), wie sie z. B. in der Luft- und Raumfahrt verwendet werden, sind eine Möglichkeit, einen solchen Leichtbau zu verwirklichen. Sie sind zwar sehr leicht, aber aus wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Aspekten für den Bau mobiler Arbeitsmaschinen ungeeignet. Die Herstellung von Kastenträgern in monolithischer Faserverbundbauweise ist aufgrund des komplizierten Faseraufbaus bei Krafteinleitungen oder Lagerstellen sehr kostenintensiv. Zudem sind monolithische FKV schlagempfindlich, so dass sie nicht baustellentauglich für den Einsatz in Baumaschinen wie Krane sind.

[0004] Eine Alternative zur reinen FKV-Bauweise ist die Hybridbauweise, bei der metallische Werkstoffe mit FKV kombiniert werden. Ein Ausleger in dieser Hybridbauweise ist bekannt aus der EP 0 968 955 A2. Die DE 195 08193 A1 offenbart einen Ausleger nach dem Oberbegriff Anspruchs 1.

[0005] Aus der US 6 786 233 B1 ist eine Autobetonpumpe mit einem Ausleger bekannt, der aus einem Ausleger-Hohlprofil mit einer hiermit verbundenen Verstärkungsanlage aus einem Faser-Kunststoff-Verbund besteht. Des Weiteren beschreibt die GB 1 389 139 bereits eine Lastmessvorrichtung für einen Teleskopmast mit mindestens einem Dehnungsmessstreifen, der vorzugsweise in den oberen oder unteren Teilen des Teleskopmastes angeordnet ist.

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Ausleger der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die Verstärkungslage genau auf den jeweiligen Anwendungszweck dimensioniert sein kann, wobei insbesondere die Baustellentauglichkeit und somit die Sicherheit erhöht werden soll.

[0007] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch einen Ausleger mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0008] Das erfindungsgemäße Sensorelement dient

beispielsweise zur Erfassung eines Biegemoments. Hierbei kann beispielsweise in einer Erprobungsphase des Auslegers und/oder bei der ersten Anwendung eines erfindungsgemäß hybrid mit einem metallischen Ausleger-Hohlprofil und einer Faser-Kunststoff-Verbund-Verstärkungslage ausgeführten Auslegers erfasst werden, ob in der Struktur des Ausleger-Hohlprofils Schäden auftreten. Die Verstärkungslage kann entsprechend den vom Sensorelement gemessenen Lastkräften dimensioniert werden. Auch alterungsbedingte oder überlastbedingte Deformationen der Struktur des Auslegers können über das Sensorelement sicher erkannt werden. Kostenintensive Inspektionsverfahren für Faser-Kunststoff-Verbunde, beispielsweise Thermographie oder Ultraschallinspektion, können vermieden werden. Bei der erfindungsgemäßen Hybridbauweise, also des Einsatzes einer metallischen Komponente und einer Faser-Kunststoff-Komponente, werden die spezifischen Eigenschaften der Fasern der Verstärkungslage zur Verbesserung der Biegesteifigkeit und der Biegefestigkeit des metallischen Ausleger-Hohlprofils genutzt. Im Unterschied zu einem reinen Faser-Kunststoff-Verbundbauteil ohne metallische Komponente kann beim erfindungsgemäßen Ausleger ein Großteil beispielsweise der Schubübertragung und der Krafteinleitung vom metallischen Ausleger-Hohlprofil übernommen werden. Der Ausleger kann auch mehrere Sensorelemente aufweisen. Durch die Zusammenschaltung mehrerer erfindungsgemäßer Sensorelemente können beispielsweise Biegemomente und eine Normalkraft im Ausleger erfasst werden. Bei geeigneter Anordnung der Sensorelemente kann eine Änderung der Verteilung der Dehnungen zwischen einerseits dem metallischen Ausleger-Hohlprofil und andererseits dem FKV erkannt werden. Eine solche Änderung der Verteilung ist ein Hinweis auf eingetretene Schäden, zum Beispiel auf eine Delamination oder auf einen Faserbruch. Eine innere Verstärkungslage, also eine im Ausleger-Hohlprofil angeordnete Verstärkungslage, ist gegen Einflüsse von außen geschützt. Auch dies ist ein entscheidender Vorteil gegenüber einem Aufbau, wie er aus der EP 0 968 955 A2 bekannt ist, wo der schlagempfindliche FKV außen angeordnet ist. Ein Ausleger mit einer derartigen inneren Verstärkungslage aus einem Faser-Kunststoff-Verbund in einem metallischen Ausleger-Hohlprofil kann auch ohne ein Sensorelement zur Erfassung von Lastkräften zum Einsatz kommen, da ein solcher Ausleger auch ohne das Sensorelement Vorteile gegenüber dem beispielsweise aus der EP 0 968 955 A2 bekannten Stand der Technik hat. Auch ein Schutz der Verstärkungslage vor Witterungseinflüssen ist gegeben. Insgesamt ist die Baustellentauglichkeit und damit die Sicherheit des Auslegers erhöht. Das Ausleger-Hohlprofil bzw. die Profilabschnitte hiervon können dann gleichzeitig als Werkzeug zur Herstellung des hybriden Auslegers dienen. Investitionskosten für eine Wickelanlage oder für ein entsprechendes Werkzeug entfallen. Am Ausleger außen angebrachte Anbauteile sind nicht durch einen dort eventuell störenden Faser-Kunststoff-Verbund be-

hindert. Anbauteile können dann insbesondere an das Ausleger-Hohlprofil angeschweißt werden. Eine Anordnung von mindestens einem der Sensorelemente an einer Innenwand der Verstärkungslage und mindestens eines weiteren der Sensorelemente zwischen der Verstärkungslage und dem Ausleger-Hohlprofil erlaubt insbesondere eine Erfassung einer unerwünschten Delamination der Verstärkungslage vom Ausleger-Hohlprofil.

[0009] Eine externe Steuereinrichtung nach Anspruch 2 kann weitere Informationen verarbeiten, beispielsweise hydraulische Drücke, mit denen eine Baumaschine, innerhalb der der Ausleger zum Einsatz kommt, arbeitet, eine Neigung des Auslegers gegen die Vertikale oder eine Zugkraft in gegebenenfalls vorhandenen Abspannelementen. Die von den erfindungsgemäßen Sensorelementen gewonnenen Informationen ergänzen diese weiteren, von der externen Steuereinrichtung verarbeitbaren Informationen. Dies ermöglicht es der externen Steuereinrichtung, unsichere Zustände der den Ausleger aufweisenden Baumaschinen zuverlässiger zu erkennen und beispielsweise durch Abschalten eines Hubwerkes oder eines Wippwerkes zu verhindern. Als externe Steuereinrichtung kann insbesondere eine bei modernen Mobilkränen regelmäßig vorhandene Steuereinrichtung genutzt werden.

[0010] Ein Aufbau des Faser-Kunststoff-Verbundes nach Anspruch 3 führt zu einer stabilen Verstärkung mit gleichzeitig geringem Gewicht.

Eine Faseranordnung nach Anspruch 4 erhöht insbesondere die Biegesteifigkeit des Auslegers.

[0011] Insbesondere ein Teil der Fasern der Verstärkungslage kann nach Anspruch 5 schräg oder diagonal in Bezug auf die Ausleger-Längsachse angeordnet sein. Dabei kann es insbesondere zwei Faser-Gruppen geben, die einander kreuzen. So angeordnete Fasern unterstützen die Übertragung von Schubkräften aus Torsion und Querkraft und erhöhen eine Biegesteifigkeit von Querschnittsteilen des Auslegers.

[0012] Eine elektrisch isolierende Zwischenlage nach Anspruch 6 schützt das metallische Ausleger-Hohlprofil vor Korrosion, insbesondere wenn die FKV-Verstärkungslage Kohlenstofffasern aufweist. Dabei wird bevorzugt eine Faserlage, insbesondere eine Glasfaserlage, eingesetzt.

[0013] Profilabschnitte nach Anspruch 7 vereinfachen die Herstellung des erfindungsgemäßen Auslegers.

[0014] Eine U-Profilform der Profilabschnitte ermöglicht beispielsweise eine Anordnung der Verstärkungslagen, bei der diese räumlich gut getrennt von Verbindungsabschnitten zwischen den das Ausleger-Hohlprofil aufbauenden Profilabschnitten vorliegen. Die Profilabschnitte können dann beispielsweise über die Schenkel des U miteinander verschweißt werden, ohne dass Gefahr besteht, die beispielsweise am Boden des U angeordnete Verstärkungslage zu beschädigen. Alternativ zu einer U-Profilform können die Profilabschnitte auch eben, als L-Profil oder im Querschnitt mit mehreren Knicken ausgeführt sein. Eine solche Querschnitts-Ausfüh-

rung des Auslegers mit im Querschnitt mehrfach geknickten Profilabschnitten ergibt beispielsweise einen Ausleger mit sechs- oder achteckigem Querschnitt.

[0015] Eine Sensorelementgruppe nach Anspruch 8 ermöglicht insbesondere eine temperaturkompensierte Messung auftretender Lastkräfte, beispielsweise auftretender Biegemomente.

[0016] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein kostengünstiges Herstellungsverfahren für den erfindungsgemäßen Ausleger anzugeben.

[0017] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 9.

[0018] Ein Herstellungsverfahren nach Anspruch 9 nutzt insbesondere die Vorteile einer Unterteilung des Ausleger-Hohlprofils in Profilabschnitte nach Anspruch 7. Soweit ein schon komplettes Ausleger-Hohlprofil als Ausgangselement zur Verbindung mit der Verstärkungslage bereitgestellt wird, kann die Verstärkungslage auch in das Hohlprofil eingeschoben oder, soweit die Verstärkungslage außerhalb des Hohlprofils angebracht ist, auf diesem aufgebracht werden. Das Sensorelement kann zusammen mit der Verstärkungslage in den Ausleger eingebracht werden oder kann bereits zusammen mit dem Ausleger-Hohlprofil schon bereitgestellt werden. Alternativ ist es möglich, das Sensorelement vor dem Aufbringen der Verstärkungslage oder erst im Anschluss hieran anzubringen. Unter Umständen kann auf das Einbringen eines Sensorelementes, insbesondere dann, wenn die Verstärkungslage im Hohlraum des Ausleger-Hohlprofils angeordnet ist, auch verzichtet werden.

[0019] Ein Aufbringen der Verstärkungslage nach Anspruch 10 eignet sich zu einer automatisierten Herstellung des Auslegers. Der Faser-Kunststoff-Verbund wird beim Aufbringen der Verstärkungslage aus der Faserlage und dem polymeren Kunstharz hergestellt. Nach dem Legen der Faserlage kann das Injizieren des Kunstharz/Härter-Gemisches kann unter Vakuum erfolgen. Es muss kein fertig vorproduzierter Faser-Kunststoff-Verbund bereitgestellt werden. Die Verstärkungslage kann sich bei diesem Herstellungsverfahren gut an das Ausleger-Hohlprofil bzw. den Profilabschnitt hiervon anpassen. Das Ausleger-Hohlprofil bzw. der Profilabschnitt hiervon dient dann gleichzeitig als Werkzeug zur Herstellung des hybriden Auslegers.

[0020] Ein Orientieren von Fasern nach Anspruch 11 kann zu einer Verbesserung der Eigenschaften des Auslegers in Bezug auf eine vorgegebene Belastung führen, zum Beispiel die Biegesteifigkeit erhöhen.

[0021] Die Zwischenlage nach Anspruch 12 kann Schutz vor einer Kontakt-Korrosion des metallischen Hohlprofils bieten.

[0022] Eine abreißfähige Lage, die auf die Faserlage vor dem Injizieren des polymeren Kunstharz/Härter-Gemisches aufgebracht werden kann, ermöglicht es, Schichten, die nach der Herstellung des Auslegers als Resultat des Herstellungsverfahrens vorliegen, jedoch keinen Bestandteil des Endprodukts darstellen, einfach von der Verstärkungslage zu trennen.

[0023] Eine Verteilerlage, die vor dem Injizieren auf die Faserlage aufgebracht werden kann und über die das injizierte Kunstharz zunächst quer zur Ausleger-Längsachse verteilt wird, verbessert die Einbettung der Faserlage im Kunstharz bei der Durchführung eines Herstellungsverfahrens, bei dem ein polymeres Kunstharz in die Faserlage injiziert wird.

[0024] Bei einem Herstellungsverfahren nach Anspruch 13 kann eine vorgefertigte Verstärkungslage aus einem Faser-Kunststoff-Verbund zum Einsatz kommen. Insbesondere bei geometrisch einfach gestalteten Ausleger-Hohlprofilen kann dies im Ergebnis zu einer kostengünstigen Herstellung führen. Bei diesem Herstellungsverfahren können die Sensorelemente vorab in die FKV-Verstärkungen integriert werden.

[0025] Bei einem Verkleben nach Anspruch 14 resultiert ein sicherer Verbund der Verstärkungslage mit dem Ausleger-Hohlprofil bzw. dem Profilabschnitt hiervon.

[0026] Der Einsatz eines Druckkörpers nach Anspruch 15 nutzt elegant die Geometrie des Ausleger-Hohlprofils bei der Einbringung von zwei Verstärkungslagen gleichzeitig.

[0027] Ein Druckkörper, der zwischen den Verstärkungslagen im Inneren des Ausleger-Hohlprofils längs der Ausleger-Längsachse angeordnet ist, kann bei der Herstellung des Auslegers zur Vereinfachung der Verbindung der Verstärkungslagen mit dem Ausleger-Hohlprofil bei der Herstellung des Auslegers dienen. Beim Druckkörper kann es sich um einen druckbeaufschlagbaren Schlauch handeln.

[0028] Eine Fluidfüllung nach Anspruch 16 ermöglicht eine definierte Druckbeaufschlagung des Druckkörpers bei der Verklebung der Verstärkungslagen. Auch eine Temperierung, beispielsweise zur Kleberaushärtung, ist über einen solchen Druckkörper durch eine entsprechende Temperierung des Fluids möglich.

[0029] Ausführungsbeispiele werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Ausleger zur endseitigen Aufnahme von Lasten, ausgeführt als Kastenträger, in einem perspektivischen Ausschnitt;

Fig. 2 einen auch als Profilsegment bezeichneten Profilabschnitt des Auslegers, ebenfalls in perspektivischer Darstellung, während der Verbindung einer Verstärkungslage mit dem Profilabschnitt im Zuge einer Herstellung des Auslegers;

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine weitere Ausführung eines Auslegers, ebenfalls ausgeführt als Kastenträger, während der Verbindung einer Verstärkungslage mit einem Ausleger-Hohlprofil im Zuge einer weiteren Variante eines Verfahrens zur Herstellung des Auslegers;

Fig. 4 in einer zu Fig. 1 ähnlichen, schematischen Darstellung die Anordnung von vier Sensorelemen-

ten am Ausleger nach 1 zum temperaturkompensierten Messen eines Biegemoments bei einer Biegung des Auslegers in einer in der Fig. 4 vertikal verlaufenden Biegeebene;

Fig. 5 eine Verschaltung der vier Sensorelemente nach Fig. 4;

Fig. 6 eine weitere Ausführung eines Auslegers im Längsschnitt, wobei zwei Gruppen jeweils miteinander nach Fig. 5 verschalteter Sensorelemente zu je vier nach Fig. 4 angeordneter Sensorelementen vorgesehen sind; und

Fig. 7 schematisch einen Querschnitt eines Ausleger-Hohlprofils einer weiteren Ausführung eines Auslegers.

[0030] Ein in der Fig. 1 perspektivisch und abschnittsweise dargestellter Ausleger 1 dient zur endseitigen Aufnahme von Lasten. Der Ausleger 1 kann beispielsweise Bestandteil einer Arbeitsbühne, eines Krans oder auch einer Betonpumpe sein. Der Ausleger 1 hat ein als Kastenträger ausgeführtes Ausleger-Hohlprofil 2 mit einer in der 1 gestrichelt dargestellten Längsachse 3. Das Ausleger-Hohlprofil 2 ist aus Metall. Das Ausleger-Hohlprofil 2 ist aus zwei Profilabschnitten 4, 5 mit jeweils U-förmigem Querschnitt zusammengesetzt. Die beiden Profilabschnitte 4, 5 sind über Schweißnähte 6 miteinander verbunden, die längs der Ausleger-Längsachse 3 verlaufen.

[0031] Je eine Verstärkungslage 7 ist auf dem Boden der Profilabschnitte 4, 5 aufgebracht. Die beiden Verstärkungslagen 7 sind gleich aufgebaut, so dass es genügt, die auf den Profilabschnitt 5 aufgebrachte Verstärkungslage 7, die in der Fig. 1 unten dargestellt ist, zu beschreiben. Die Verstärkungslage 7 ist als Verstärkungs-Auskleidung im Hohlraum des Ausleger-Hohlprofils 2 angeordnet, liegt also an einer Innenwand 8 des Profilabschnitts 5 an. Die Verstärkungslage 7 ist aus einem Faser-Kunststoff-Verbund gefertigt. Hierbei handelt es sich insbesondere um einen Kohlenstofffaser-Kunstharz-Verbund. Kohlenstofffasern 9 einer Faserlage 10 der Verstärkungslage 7 sind über eine polymere Kunstharzmatrix 11 miteinander und mit der Innenwand 8 verbunden.

[0032] Die Fasern 9 der Verstärkungslage 7 können unterschiedliche Orientierungen aufweisen. Sie können zum überwiegenden Teil mit einer zur Längsachse 3 des Auslegers 1 parallelen Verlaufsponente angeordnet sein. Sie können auch zum überwiegenden Teil diagonal in Bezug auf die Längsachse 3 angeordnet sein.

[0033] Insbesondere können alle Fasern 9 diagonal in Bezug auf die Längsachse 3 angeordnet sein. Hierbei kann es zwei Faser-Gruppen geben, deren Verläufe einander kreuzen. Diese beiden Faser-Gruppen können zu unterschiedlichen und übereinander angeordneten Faser-Einzellagen der Faserlage 10 gehören.

[0034] Im Bereich der Verstärkungslage 7 ist ein Sensorelement 12 angeordnet. Signal- bzw. Versorgungsleitungen 12a, die mit dem Sensorelement 12 verbunden sind, sind ein Stück weit längs des Ausleger-Hohlprofils 2 geführt und dann nach außen geführt. Das Sensorelement 12 dient zur Erfassung von auf den Ausleger 1 wirkenden Lastkräften. Das Sensorelement 12 ist als Dehnungssensor und insbesondere als Dehnungsmessstreifen ausgeführt. Über eine nicht dargestellte Signalverbindung steht das Sensorelement 12 mit einer externen Steuereinrichtung 13 in Signalverbindung. Letztere verarbeitet neben Messwerten, die das Sensorelement 12 aufnimmt, auch weitere, von zusätzlichen Sensoren erfasste Informationen über den Zustand einer Arbeits- bzw. Baumaschine, deren Teil der Ausleger 1 darstellt. Bei diesen zusätzlichen Informationen kann es sich beispielsweise um hydraulische Drücke, eine Neigung des Auslegers 1 gegen die Vertikale oder um eine Zugkraft in einem nicht dargestellten Abspannelement der Arbeitsmaschine handeln.

[0035] Das Sensorelement 12 kann in die Verstärkungslage 7 eingebettet sein. Alternativ ist es möglich, das Sensorelement 12 auf der zum Hohlraum des Ausleger-Hohlprofils 2 zugewandten Seite der Verstärkungslage 7 anzuordnen. Schließlich ist es möglich, das Sensorelement 2 zwischen der Verstärkungslage 7 und dem Profilabschnitt 5 anzuordnen.

[0036] In der Praxis weist der Ausleger 1 mehrere Sensorelemente 12 auf, die alle mit der Steuereinrichtung 13 in Signalverbindung stehen.

[0037] Das Sensorelement 12 dient insbesondere zur Erfassung eines Biegemoments sowie zur Erfassung des Vorhandenseins eines Schadens des Auslegers 1.

[0038] Mehrere der Sensorelemente 12 können Teil einer gemeinsamen Messanordnung und z. B. in einer Wheatstoneschen Brücke verschaltet sein. Diese Verschaltung kann insbesondere so sein, dass der Einfluss einer ungleichmäßigen Erwärmung des Auslegers 1 auf das Messergebnis der Sensorelemente 12 kompensiert ist.

[0039] Zwischen der Verstärkungslage 7 und der Innenwand 8 ist eine elektrisch isolierende Zwischenlage 14 angeordnet, die als Glasfaserlage ausgeführt ist.

[0040] Nachfolgend wird anhand der Fig. 2 ein Verfahren zur Herstellung des Auslegers 1 beschrieben. Es handelt sich hierbei um ein Vakuum-Injektionsverfahren, bei dem die Profilabschnitte des Ausleger-Hohlprofils 2 die Funktion eines Werkzeugs übernehmen. Im Vergleich zu Fig. 1 zeigt die 2 den Profilabschnitt 5 des Auslegers 1 mit größerer Detailfülle.

[0041] Auf die Zwischenlage 14 ist die Faserlage 10 zunächst noch mit nicht matrixverbundenen Fasern 9 aufgelegt. Beim oder nach dem Auflegen der Faserlage 10 werden die Fasern 9 der Faserlage 10 orientiert, also zur Längsachse 3 ausgerichtet, wobei eine Orientierung der Fasern 9 entsprechend dem, was vorstehend ausgeführt wurde, eingestellt wird. Auf die orientierte Faserlage 10 ist eine abreißfähige Lage 15 aufgelegt. Auf die

abreißfähige Lage 15 wiederum aufgelegt ist eine Verteilerlage 16 in Form eines Verteilergewebes. Zwischen dem Verteilergewebe 16 und einer darüber angeordneten harzundurchlässigen, aber luftdurchlässigen Folie 17 ist eine längs der Längsachse 3 verlaufende Harzleitung 18 angeordnet. Über längs der Längsachse 3 verlaufende und an der Innenwand 8 des Profilabschnitts 5 angebrachte Dichtstreifen 19 ist die Folie 17 gegen den Profilabschnitt 5 abgedichtet. Oberhalb der Folie 17 ist eine weitere luftundurchlässige Folie 20 zwischen den Schenkeln des Profilabschnitts 5 angeordnet und über ein weiteres Paar von Dichtstreifen 19 gegen die Innenwand 8 des Profilabschnitts 5 abgedichtet. Zwischen den beiden übereinanderliegenden Folien 17, 20 ist eine Vlieslage 21 angeordnet. Zwischen der Vlieslage 21 und der in der 2 oberen luftundurchlässigen Folie 20 ist eine Luftleitung 22 angeordnet, die ebenfalls parallel zur Längsachse 3 verläuft. Die Luftleitung 22 ist über ein Anschlusselement 23 mit einer Vakuumpumpe 24 in Fluidverbindung.

[0042] Die Harzleitung 18 verzweigt sich über ein Mischerelement 25 in einen Harz-Leitungsabschnitt 26 und einen Härter-Leitungsabschnitt 27. Der Harz-Leitungsabschnitt 26 steht mit einem Harz-Vorratsbehälter 28 und der Härter-Leitungsabschnitt 27 steht mit einem Härter-Vorratsbehälter 29 in Fluidverbindung. Im Mischerelement 25 erfolgt eine Zusammenführung von Harz und Härter in einem vorgegebenen Mischungsverhältnis, wobei ein chemisch reaktives Harz/Härter-Gemisch erzeugt wird.

[0043] Mit Hilfe des in der Fig. 2 dargestellten Aufbaus kann die Verstärkungslage 7 direkt auf den Profilabschnitt 5 laminiert werden, wobei anschließend entsprechend mit den Verstärkungslagen 7 vorbereitete Profilabschnitte 4, 5 zum Ausleger 1 miteinander verbunden werden. Beim Laminieren der Verstärkungslage 7 dienen die Profilabschnitte 4, 5 gleichzeitig als Formwerkzeuge für die Verstärkungslage 7.

[0044] Die Zwischenlage 14 wird auf den Boden des Profilabschnitts 5 nach einer Oberflächenbehandlung des Profilabschnitts 5, beispielsweise nach einem Entfetten und Sandstrahlen des Profilabschnitts 5, aufgelegt. Anschließend werden die Fasern 9 trocken als Faserlage 10 auf die Zwischenlage 14 aufgelegt und orientiert. Die ausgerichteten Fasern werden insbesondere als Endlofasern ausgeführt. Dies gilt auch dann, wenn das Ausleger-Hohlprofil 2 über seinen Verlauf längs der Längsachse 3 einen veränderlichen Querschnitt hat. In der Regel hat lediglich ein kleinerer Anteil der Kohlenstofffasern 9 eine Orientierung parallel zur Längsachse 3.

[0045] Zur Herstellung der Verstärkungslage 7 wird polymeres Kunstharz, vermischt mit einem Härter über die Harzleitung 18 in die Faserlage 10 injiziert. Das Kunstharz verklebt die Fasern 9 mit dem Boden des Profilabschnitts 5. Das aus längs der Harzleitung 18 angeordneten Verteileröffnungen austretende Kunstharz wird dabei über die Verteilerlage 16 quer zur Längsachse 3 des Profilabschnitts 5 verteilt, durchdringt die abreißfähige Lage 15 und dringt in die Faserlage 10 ein. Die har-

zundurchlässige Folie 17 stellt sicher, dass kein Harz/Härter-Gemisch unerwünscht in andere Bereiche außerhalb der Faserlage 10 eindringen kann.

[0046] Über die Luftleitung 22 kann der das Vlies 21 enthaltende Raum zwischen den Folien 17, 20 evakuiert werden. Die Evakuierung verhindert Lufteinschlüsse, die zu einer potenziellen Delaminierung und damit zu einer Materialinkonsistenz führen können. Eine über die Evakuierung erzeugte Druckdifferenz treibt das Harz/Härter-Gemisch in die Zwischenräume zwischen den Fasern der Faserlage 10.

[0047] Eine Aushärtung des Harz/Härter-Gemischs in der Faserlage 10 kann bei Raumtemperatur oder bei erhöhten Temperaturen, z. B. bei 80°C, erfolgen.

[0048] Ein Aufheizen zum Aushärten erfolgt in einem Wärmeofen oder durch Auflegen einer Heizmatte.

[0049] Nach dem Aushärten werden das Verteilergeräbe 16 sowie die beiden Folien 17, 20 mit dem zwischenliegenden Vlies 21 und den beiden Leitungen 18, 22 durch Abreißen über die abreißfähige Lage 15 entfernt.

[0050] Die so mit Verstärkungslagen 7 vorbereiteten Profilabschnitte 4, 5 werden anschließend verschweißt, wobei die Schweißnähte 6 hergestellt werden.

[0051] Die Sensorelemente 12 können im Ausleger 1 entweder direkt bei der Herstellung der Verstärkungslagen 7 oder bei der Verbindung der Verstärkungslagen 7 und den Profilabschnitten 4, 5 oder auch erst nach der Herstellung der Hybridstruktur aus den Profilabschnitten 4 und 5 und den Verstärkungslagen 7 angebracht werden.

[0052] Fig. 3 zeigt einen Querschnitt einer weiteren Variante eines Auslegers 1, der mit Hilfe einer Variante eines Herstellungsverfahrens erzeugt werden kann. Komponenten und verfahrenstechnische Einzelheiten, die denjenigen entsprechen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 erläutert wurden, tragen die gleichen Bezugsziffern und werden nicht nochmals im Einzelnen diskutiert. Bei dieser Herstellungsvariante werden zunächst die Profilabschnitte 4, 5 separat angefertigt und zum Ausleger-Hohlprofil 2 über die Schweißnähte 6 zusammengefügt. Auch die Verstärkungslagen 7 werden in einem separaten Verfahrensschritt hergestellt. Dabei werden die Fasern 9 der Faserlagen 10 der Verstärkungslagen 7 so orientiert, dass sie nach dem Verbinden mit den Profilabschnitten 4, 5 eine Orientierung aufweisen, die dem entspricht, was vorstehend im Zusammenhang mit den Fig. 1 und 2 erläutert wurde.

[0053] Anschließend werden die Verstärkungslagen 7 einseitig mit einem Klebstoff 30, beispielsweise einem Klebstoff auf Epoxidharzbasis, bestrichen. Die Verstärkungslagen 7 werden dann in das Ausleger-Hohlprofil 2 eingeschoben, so dass die Klebstoffseiten der Verstärkungslagen 7 jeweils den Innenwänden 8 der Profilabschnitte 4, 5 zugewandt sind. Nach dem Einlegen der Verstärkungslagen 7 werden in das Ausleger-Hohlprofil 2 zwei Druckplatten 31 sowie ein Druckkörper 32 in Form

eines fluidbefüllbaren Schlauches eingelegt. Der Druckkörper 32 hat dabei einen Verlauf längs der Längsachse 3 des Auslegers 1. Die beiden Druckplatten 31 sind jeweils zwischen dem Druckkörper 32 und einer der beiden Verstärkungslagen 7 angeordnet.

[0054] Bei dem Druckkörper 32 handelt es sich insbesondere um ein hohles Druckkissen aus einem gummielastischen Material. Nach dem Einlegen der Druckplatten 31 und des Druckkörpers 32 wird letzterer mit einem Druckfluid, also einem gasförmigen oder flüssigen Medium, befüllt, so dass im Druckkörper 32 ein Druck p erzeugt ist. Durch diesen Druck werden die Verstärkungslagen 7 über die Druckplatten 31 gegen die Innenwand 8 und damit gegen die beiden Klebstofflagen 30 gedrückt. Dies erfolgt so lange, bis der Klebstoff 30 ausgehärtet ist. Diese Härtung kann wiederum bei Raumtemperatur oder bei erhöhter Temperatur erfolgen. Zum Härten des Klebstoffs 30 wird der Ausleger 1 in einen Wärmeofen eingebracht oder es wird eine entsprechend vorgewärmte Flüssigkeit, beispielsweise Wasser oder Öl, in den Druckkörper 32 eingeleitet.

[0055] Nach der Härtung werden der Druckkörper 32 sowie die beiden Druckplatten 31 aus dem Ausleger-Hohlprofil 2 entnommen.

[0056] Die Versteifungslagen 7 sind mit den Sensorelementen 12 bereits vorbereitet. Die Sensorelemente 12 können relativ zu den Verstärkungslagen 7 so angeordnet sein, wie vorstehend im Zusammenhang mit der Ausführung nach den 1 und 2 erläutert. Alternativ ist es möglich, die Sensorelemente 12 auch in die Klebstofflage 30 einzubetten.

[0057] Fig. 4 zeigt schematisch eine zu Fig. 1 ähnliche perspektivische Ansicht eines Auslegers 1 mit insgesamt vier Sensorelementen 12₁, 12₂, 12₃ und 12₄, die nach Art des Sensorelements 12 oder der Sensorelemente 12 der vorstehend beschriebenen Ausführungen untergebracht sind. Die Sensorelemente 12₁ bis 12₄ dienen dabei zur temperaturkompensierten Messung eines Biegemoments des Auslegers 1 in einer in der perspektivischen Darstellung nach Fig. 4 vertikal verlaufende Biegeebe 33. Die Sensorelemente 12₁ bis 12₄ sind als Dehnungsmessstreifen ausgeführt. Die Sensorelemente 12₁ und 12₃ sind an einander gegenüberliegenden Profilwänden des Ausleger-Hohlprofils 2 auf gleicher Höhe angeordnet. Die Sensorelemente 12₂ und 12₄ sind ebenfalls an einander gegenüberliegenden Profilwänden des Ausleger-Hohlprofils 2 auf gleicher Höhe angeordnet. Das Sensorelement 12₁ ist dem Sensorelement 12₂ benachbart. Das Sensorelement 12₃ ist dem Sensorelement 12₄ benachbart.

[0058] Die Sensorelemente 12₁ und 12₃ sind in Längsrichtung des Auslegers 1 ausgerichtet. Die Sensorelemente 12₂ und 12₄ sind quer zur Längsrichtung und senkrecht zur Biegeebe 33 ausgerichtet.

[0059] Beim Biegen des Auslegers 1 in der Biegeebe 33 werden die Sensorelemente 12₁ und 12₃ gedehnt bzw. gestaucht und liefern daher einen Signalbeitrag bei der Biegemomentmessung. Die Sensorelemente 12₂

und 12₄ dienen bei der Messung des Biegemoments in der Biegeebene 33 zur Temperaturkompensation zum Ausgleich einer ungleichmäßigen Erwärmung des Auslegers 1.

[0060] Fig. 5 zeigt die Verschaltung der Sensorelemente 12₁ bis 12₄. Diese sind nach Art einer Messbrücke miteinander verschaltet, wobei an Einkopplungspunkten 34, 35 eine Speisespannung U_{sp} eingekoppelt und an Abgriffspunkten 36, 37 eine Signalspannung U_{si} abgegriffen wird. Das Sensorelement 12₁ ist zwischen dem Einkopplungspunkt 34 und dem Abgriffspunkt 36 angeordnet. Das Sensorelement 12₂ ist zwischen dem Einkopplungspunkt 35 und dem Abgriffspunkt 36 angeordnet. Das Sensorelement 12₃ ist zwischen dem Einkopplungspunkt 34 und dem Abgriffspunkt 37 angeordnet. Das Sensorelement 12₄ ist zwischen dem Einkopplungspunkt 35 und dem Abgriffspunkt 37 angeordnet.

[0061] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführung eines Auslegers 1. Komponenten, die denjenigen entsprechen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 5 bereits erläutert wurden, tragen die gleichen Bezugsziffern und werden nicht nochmals im Einzelnen erläutert. Beim Längsschnitt durch eine weitere Ausführung eines Auslegers 1 nach Fig. 6 ist die Verstärkungslage 7 als Verstärkungs-Auskleidung in einem Abschnitt des Ausleger-Hohlprofils 2 angeordnet. Eine erste Sensorelementgruppe 38 mit vier Sensorelementen 12₁ bis 12₄ nach Art der Sensorelemente 12₁ bis 12₄ nach den Fig. 4 und 5 ist auf einer Innenwand 39 der Verstärkungslage 7 angeordnet. Eine zweite Sensorelementgruppe 40, ebenfalls mit vier Sensorelementen 12₁ bis 12₄ nach Art der Sensorelemente 12₁ bis 12₄ der 4 und 5, ist zwischen der Verstärkungslage 7 und dem Ausleger-Hohlprofil 2 angeordnet.

[0062] Mit den beiden Sensorelementgruppen 38, 40 ist das Erkennen einer unerwünschten Delamination der Verstärkungslage 7 in einem Bereich L zwischen einem keilförmig hin zur Innenwand 8 auslaufenden Endabschnitt 41 der Verstärkungslage 7 und den Sensorelementen 12₁ bis 12₄ der Sensorelementgruppe 38 möglich, die dem Endabschnitt 41 näher benachbart ist als die Sensorelementgruppe 40. Solange im Bereich L eine Verbindung zwischen dem Ausleger-Hohlprofil 2 und der Verstärkungslage 7 intakt ist, liefern die beiden Sensorelementgruppen 38 und 40 bei gleicher Speisespannung U_{sp} sehr ähnliche Messsignale U_{si} . Die beiden Sensorelementgruppen 38, 40, also die beiden hierdurch gebildeten Messbrücken, sind dann redundant.

[0063] Sobald im Bereich L eine Delamination der Verstärkungslage 7 vom Ausleger-Hohlprofil 2 eingetreten ist, verringert sich bei einer Biegebelastung des Auslegers 1 in der Biegeebene 33 die Dehnung bzw. Stauchung der Sensorelemente 12₁ und 12₃ der inneren Sensorelementgruppe 38. Die Sensorelementgruppe 38 zeigt dann bei einer Biegebelastung des Auslegers 1 in der Biegeebene 33 ein anderes Messsignal U_{si} als die äußere Sensorelementgruppe 40. Ein Auftreten einer Abweichung der Messsignale U_{si} der Sensorelement-

gruppen 38, 40 voneinander ist daher ein Kennzeichen für eine auftretende Delamination der Verstärkungslage 7 vom Ausleger-Hohlprofil 2.

[0064] Fig. 7 zeigt eine weitere Variante eines Auslegers 1. Dargestellt ist ein Ausleger-Hohlprofil des Auslegers 1 im Querschnitt. Nicht dargestellt ist eine Verstärkungslage, die als Verstärkungs-Auskleidung im Ausleger-Hohlprofil 2 entsprechend der vorstehend diskutierten Ausführungen angeordnet ist. Das Ausleger-Hohlprofil 2 ist aus zwei Profilabschnitten 4, 5 zusammengesetzt und hat einen insgesamt achteckigen Querschnitt. Jeder der beiden Profilabschnitte 4, 5 ist dabei parallel zur Längsachse 3 vierfach geknickt.

[0065] Die Verstärkungslage 7 kann bei den beschriebenen Ausführungsvarianten längs des gesamten Ausleger-Hohlprofils oder auch nur längs von Abschnitten hiervon angeordnet sein.

[0066] Eine Ausleger-Baugruppe kann aus mehreren derartigen Auslegern 1 aufgebaut sein, die beispielsweise teleskopisch ineinander geschoben werden können oder miteinander über Gelenke verbunden sein können.

Patentansprüche

1. Ausleger (1) zur endseitigen Aufnahme von Lasten

- mit einem längs einer Ausleger-Längsachse (3) verlaufenden metallischen Ausleger-Hohlprofil (2),
- mit einer zumindest abschnittsweise vorliegenden, mit dem Ausleger-Hohlprofil (2) verbundenen Verstärkungslage (7) aus einem Faser-Kunststoff-Verbund,
- wobei die Verstärkungslage (7) als Verstärkungs-Auskleidung im Hohlraum des Ausleger-Hohlprofils (2) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass Sensorelemente zur Erfassung von auf den Ausleger wirkenden Lastkräften im Bereich der Verstärkungslage angeordnet sind, und

dass mindestens eines der Sensorelemente (12₁ bis 12₄) an einer Innenwand (39) der Verstärkungslage (7) und mindestens ein weiteres der Sensorelemente (12₁ bis 12₄) zwischen der Verstärkungslage (7) und dem Ausleger-Hohlprofil (2) angeordnet ist.

2. Ausleger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sensorelement (12₁) mit einer externen Steuereinrichtung (13) in Signalverbindung steht.

3. Ausleger nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faser-Kunststoff-Verbund mit Kohlenstofffasern aufgebaut ist.

4. Ausleger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **da-**

- durch gekennzeichnet, dass** zumindest ein überwiegender Teil der Fasern (9) der Verstärkungslage (7) mit einer zur Längsachse (3) des Auslegers (1) parallelen Verlaufskomponente angeordnet ist.
5. Ausleger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein überwiegender Teil der Fasern (9) der Verstärkungslage (7) schräg zur Längsachse (3) des Auslegers (1) angeordnet ist, wobei insbesondere verschiedene und insbesondere sich kreuzende Faserorientierungen vorliegen.
6. Ausleger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Verstärkungslage (7) und dem Ausleger-Hohlprofil (2) eine elektrisch isolierende Zwischenlage (14) angeordnet ist, die bevorzugt als Faserlage, insbesondere als Glasfaserlage ausgeführt ist.
7. Ausleger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausleger-Hohlprofil (2) aus mindestens zwei längs der Ausleger-Längsachse (3) miteinander verbundenen Profilabschnitten (4, 5) aufgebaut ist.
8. Ausleger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Gruppe (38, 40) mit vier als Messbrücke miteinander verschalteten Sensorelementen (12₁ bis 12₄) zur Erfassung von auf den Ausleger (1) wirkenden Lastkräften.
9. Verfahren zur Herstellung eines Auslegers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit folgenden Verfahrensschritten:
- Bereitstellen des Ausleger-Hohlprofils (2) oder der Profilabschnitte (4, 5) hiervon,
 - Aufbringen der Verstärkungslage (7) auf das Ausleger-Hohlprofil (2) oder den Profilabschnitt (4, 5),
 - Verbinden der Profilabschnitte (4, 5), soweit erforderlich.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufbringen der Verstärkungslage (7) erfolgt durch
- Legen einer Faserlage (10) in das Ausleger-Hohlprofil (2) oder auf die Profilabschnitte (4, 5) hiervon,
 - Injizieren eines polymeren Kunstharz/Härter-Gemisches in die Faserlage (10),
 - Aushärten des Kunstharz/Härter-Gemisches.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Legen oder während des Legens ein Orientieren der Fasern (9) der Faserlage (10) erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen die Faserlage (10) und das Ausleger-Hohlprofil (2) oder den Profilabschnitt (4, 5) hiervon die Zwischenlage (14) eingebracht wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungslage (7) mit dem Ausleger-Hohlprofil (2) oder dem Profilabschnitt (4, 5) hiervon verklebt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungslage (7) beim Verkleben an das Ausleger-Hohlprofil (2) oder den Profilabschnitt (4, 5) hiervon gedrückt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Verstärkungslagen (7) gleichzeitig in das Ausleger-Hohlprofil (2) eingeklebt werden, wobei zwischen den beiden Verstärkungslagen (7) ein Druckkörper (32) angeordnet ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckkörper (32) während des Andrückens der Verstärkungslagen (7) mit einem Fluid, insbesondere mit Wasser oder Öl, gefüllt ist.

Claims

1. A jib (1) for receiving loads at its end including a metallic jib hollow profile (2) extending along a jib longitudinal axis (3) and a reinforcing layer (7) of a fibre-plastic composite, which is present at least in sections, wherein the reinforcing layer (7) is arranged in the form of a reinforcing lining in the cavity of the boom hollow profile (2), **characterised in that** sensor elements for detecting load forces acting on the jib are arranged in the vicinity of the reinforcing layer and that at least one of the sensor elements (12₁ to 12₄) is arranged on an inner wall (39) of the reinforcing layer (7) and at least one further sensor element (12₁ to 12₄) is arranged between the reinforcing layer (7) and the boom hollow profile (2).
2. A jib as claimed in Claim 1, **characterised in that** the sensor element (12₁) is in signal connection with an external control device (13).
3. A jib as claimed in one of Claims 1 to 2, **characterised in that** the fibre-plastic composite is constructed with carbon fibres.
4. A jib as claimed in one of Claims 1 to 3, **characterised in that** at least a predominant proportion of the fibres (9) of the reinforcing layer (7) is arranged with

a lengthy component parallel to the longitudinal axis (3) of the jib (1).

5. A jib as claimed in one of Claims 1 to 4, **characterised in that** at least a predominant proportion of the fibres (9) of the reinforcing layer (7) is arranged obliquely to the longitudinal axis of the jib (1), wherein, in particular, different and particularly intersecting fibre orientations are present. 5
6. A jib as claimed in one of Claims 1 to 5, **characterised in that** arranged between the reinforcing layer (7) and the jib hollow profile (2) there is an electrically insulating intermediate layer (14), which is preferably constructed in the form of a fibre layer, particularly a glass fibre layer. 10
7. A jib as claimed in one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the jib hollow profile (2) is composed of at least two profile sections (4, 5), which are connected together along the jib longitudinal axis (3). 15
8. A jib as claimed in one of Claims 1 to 7, **characterised by** at least one group (38, 40) with four sensor elements (12₁ to 12₄) connected together in the form of a measuring bridge for detecting load forces acting on the jib (1). 20
9. A method of manufacturing the jib (1) as claimed in one of Claims 1 to 8 including the following method steps: 25
 - providing the boom hollow profile (2) or the profile sections (4, 5) thereof,
 - applying the reinforcing layer (7) to the beam hollow profile (2) or the profile section (4, 5),
 - connecting the profile sections (4, 5), if necessary.
10. A method as claimed in Claim 9, **characterised in that** the application of the reinforcing layer (7) is effected by 30
 - placing a fibre layer (10) into the boom hollow profile (2) or onto the profile sections (4, 5) thereof,
 - injecting a polymer synthetic resin/curing agent mixture into the fibre layer (10),
 - curing the synthetic resin/curing agent mixture. 35
11. A method as claimed in Claim 10, **characterised in that** after the placing process or during the placing process orientation of the fibres (9) of the fibre layer (10) is effected. 40
12. A method as claimed in one of Claims 9 to 11, **characterised in that** the intermediate layer (14) is introduced between the fibre layer (10) and the jib hol-

low profile (2) or the profile section (4, 5) thereof.

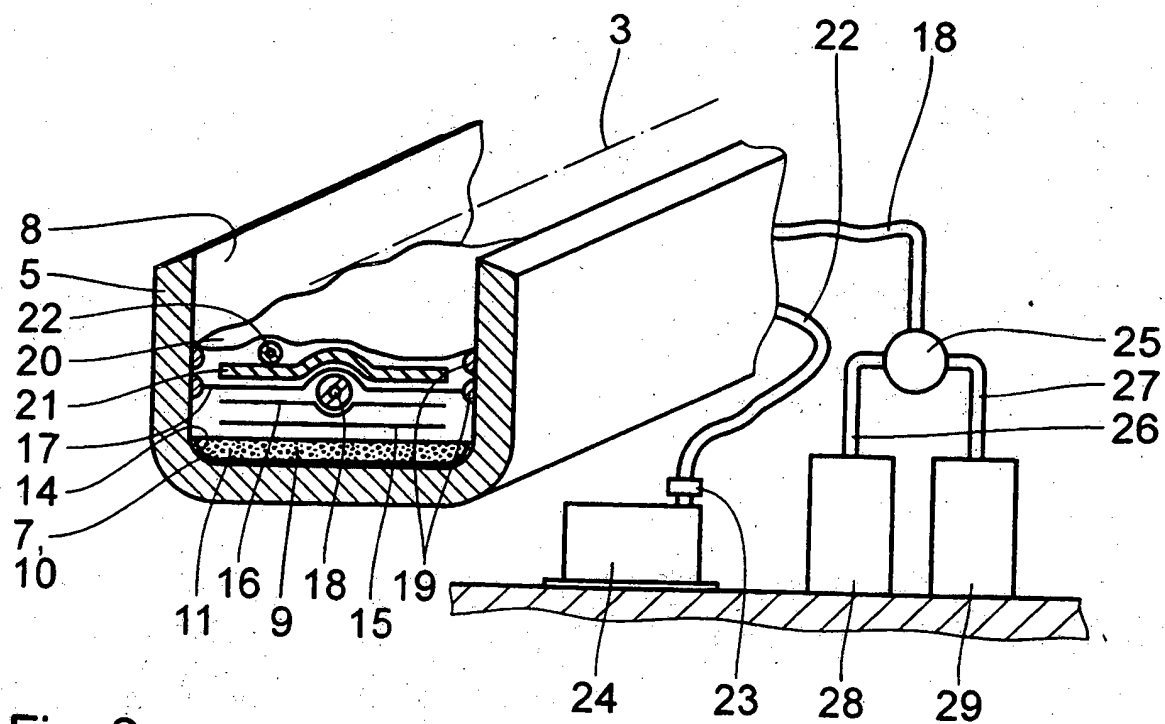
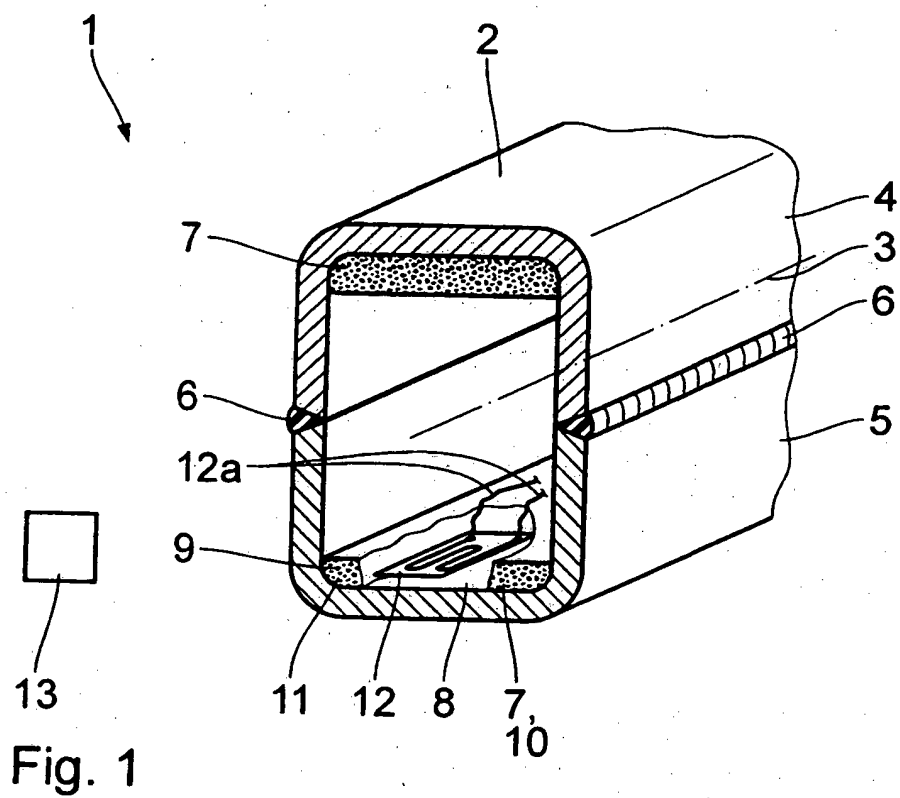
13. A method as claimed in one of Claims 9 to 12, **characterised in that** the reinforcing layer (7) is secured by adhesive to the jib hollow profile (2) or the profile section (4, 5) thereof. 5
14. A method as claimed in Claim 13, **characterised in that** the reinforcing layer (7) is pressed during the securing by adhesive to the jib hollow profile (2) or the profile section (4, 5) thereof. 10
15. A method as claimed in Claim 14, **characterised in that** two reinforcing layers (17) are secured simultaneously by adhesive in the jib hollow profile (2), wherein arranged between the two reinforcing layers (7) there is a pressure body (32). 15
16. A method as claimed in Claim 15, **characterised in that** the pressure body (32) is filled with a fluid, particularly with water or oil, during the pressing of the reinforcing layers (7). 20

Revendications 25

1. Bras (1) destiné à recevoir des charges aux extrémités, comprenant 30
 - un profilé creux métallique (2) qui s'étend le long d'un axe longitudinal (3) du bras,
 - une couche de renforcement (7) qui est constituée d'un composite fibres-matière plastique, qui est présente au moins par endroits et qui est reliée au profilé creux (2) du bras,
 - la couche de renforcement (7) étant disposée en tant que revêtement de renforcement dans la cavité du profilé creux (2) du bras,
- caractérisé en ce que** 35

des éléments de détection sont disposés au niveau de la couche de renforcement pour détecter des forces de charge qui agissent sur le bras, et **en ce que** au moins un des éléments de détection (12₁ à 12₄) sont disposés sur une paroi intérieure (39) de la couche de renforcement (7) et au moins un autre des éléments de détection (12₁ à 12₄) est disposé entre la couche de renforcement (7) et le profilé creux (2) du bras. 40
2. Bras selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément de détection (12₁) est en liaison de signal avec un dispositif de commande extérieur (13). 45
3. Bras selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le composite fibres-matière plastique est constitué de fibres de carbone. 50

4. Bras selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie principale des fibres (9) de la couche de renforcement (7) est disposé de telle sorte qu'une composante d'extension est parallèle à l'axe longitudinal (3) du bras (1). 5
5. Bras selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie principale des fibres (9) de la couche de renforcement (7) est disposée obliquement par rapport à l'axe longitudinal (3) du bras (1), en particulier en présence de différentes orientations des fibres, en particulier qui se croisent. 10
6. Bras selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**une couche intermédiaire (14) électriquement isolante est disposée entre la couche de renforcement (7) et le profilé creux (2) du bras, laquelle couche intermédiaire est réalisée de préférence sous la forme d'une couche de fibres, en particulier d'une couche de fibres de verre. 20
7. Bras selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le profilé creux (2) du bras est constitué d'au moins deux parties de profilé (4, 5) reliées entre elles le long de l'axe longitudinal (3) du bras. 25
8. Bras selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé par** au moins un groupe (38, 40) de quatre éléments de détection à 12₄) reliés entre eux en pont de mesure et destinés à détecter des forces de charge qui agissent sur le bras (1). 30
9. Procédé de fabrication d'un bras (1) selon l'une des revendications 1 à 8, comprenant les étapes suivantes consistant à : 35
- produire le profil creux (2) du bras ou des parties (4, 5) du profilé creux,
 - appliquer la couche de renforcement (7) sur le profilé creux (2) ou la partie (4, 5) du profilé, 40
 - relier les parties de profilé (4, 5), si nécessaire.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'application de la couche de renforcement (7) est réalisée par 45
- placement d'une couche de fibres (10) dans le profilé creux (2) du bras ou sur les parties (4, 5) du profilé creux, 50
 - injection d'un mélange polymère résine synthétique/durcisseur dans la couche de fibres (10),
 - durcissement du mélange résine synthétique/durcisseur. 55
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**une orientation des fibres (9) de la couche de fibres (10) est effectuée après ou pendant le placement.
12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** la couche intermédiaire (14) est introduite entre la couche de fibres (10) et le profilé creux (2) du bras ou la partie (4, 5) du profilé creux.
13. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** la couche de renforcement (7) est collée au profilé creux (2) ou à la partie (4, 5) du profilé creux.
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, lors du collage, la couche de renforcement (7) est pressée sur le profilé creux (2) du bras ou la partie (4, 5) du profilé creux.
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** deux couches de renforcement (7) sont collées simultanément dans le profilé creux (2) du bras, un élément de pression (32) étant disposé entre les deux couches de renforcement (7).
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que**, pendant le pressage des couches de renforcement (7), l'élément de pression (32) est rempli d'un fluide, en particulier de l'eau ou de l'huile.



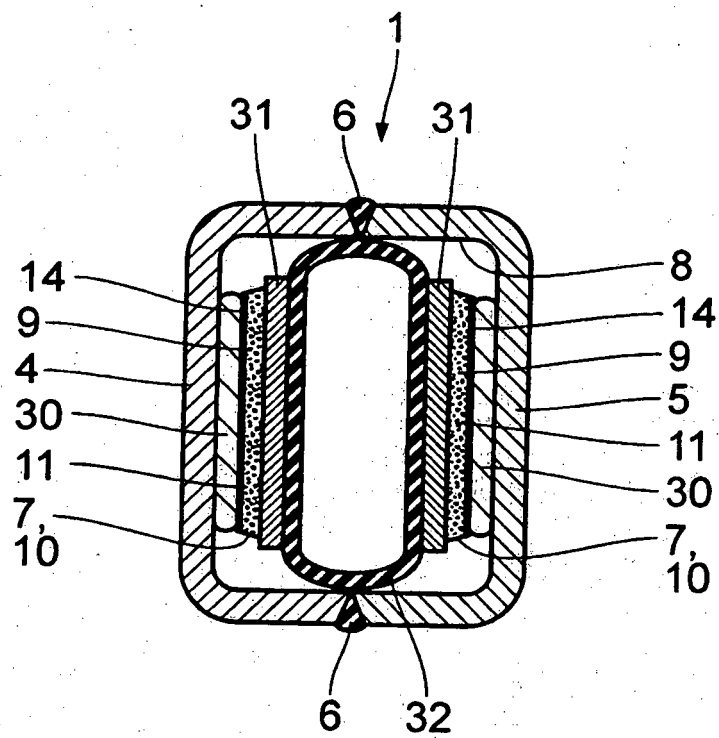


Fig. 3

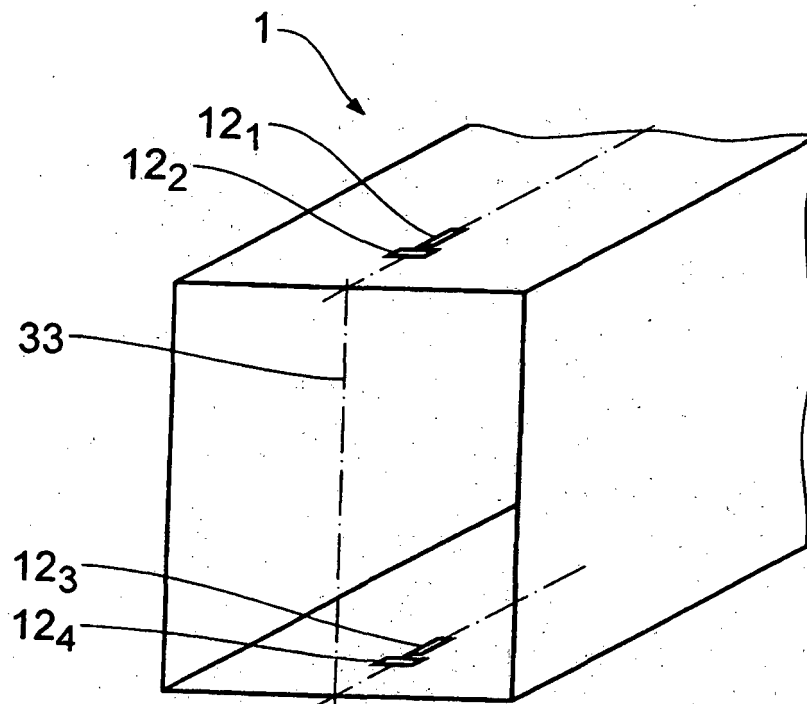


Fig. 4

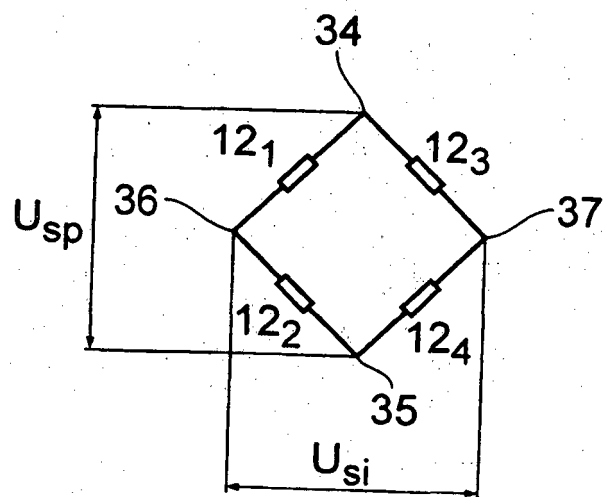


Fig. 5

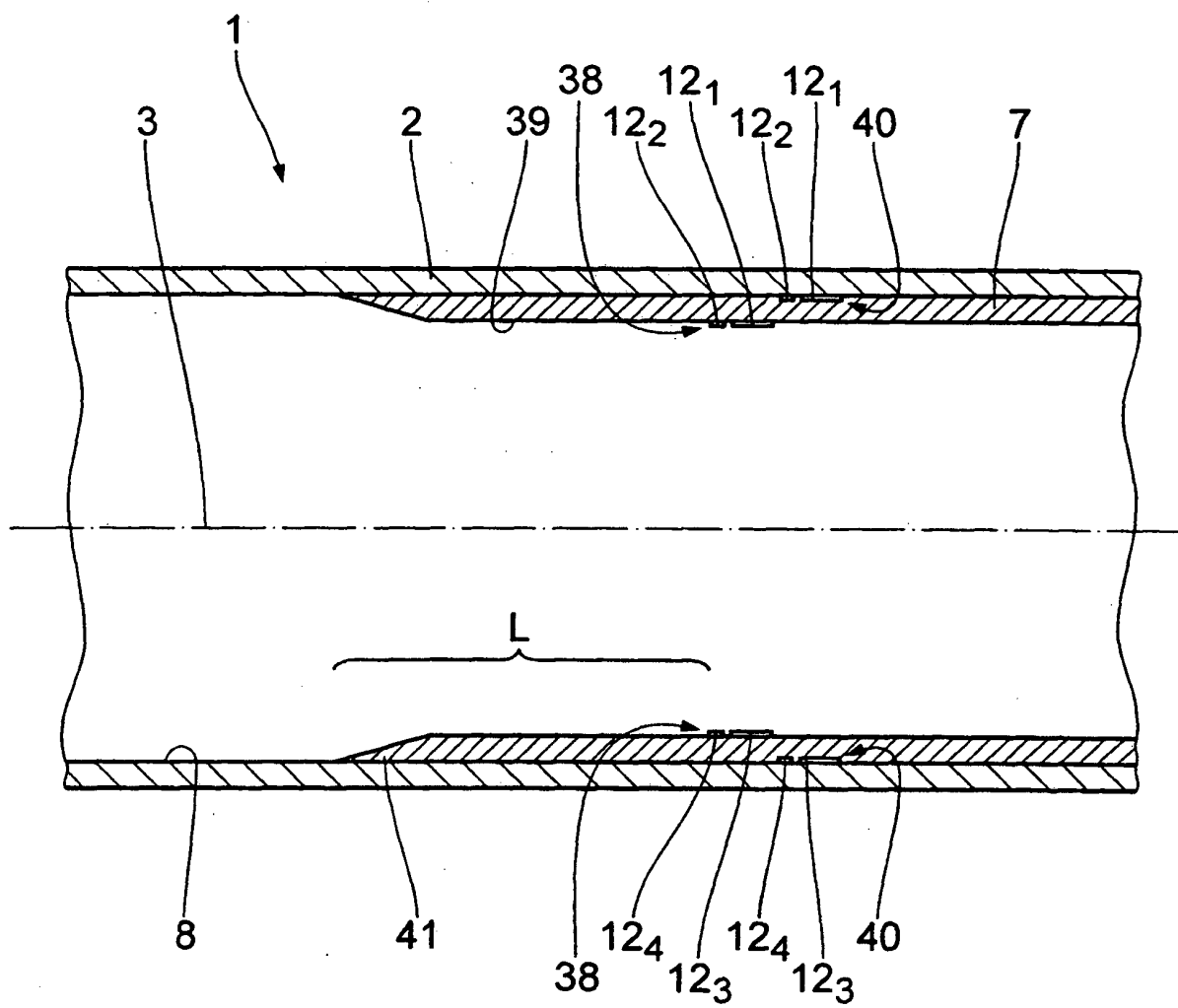


Fig. 6

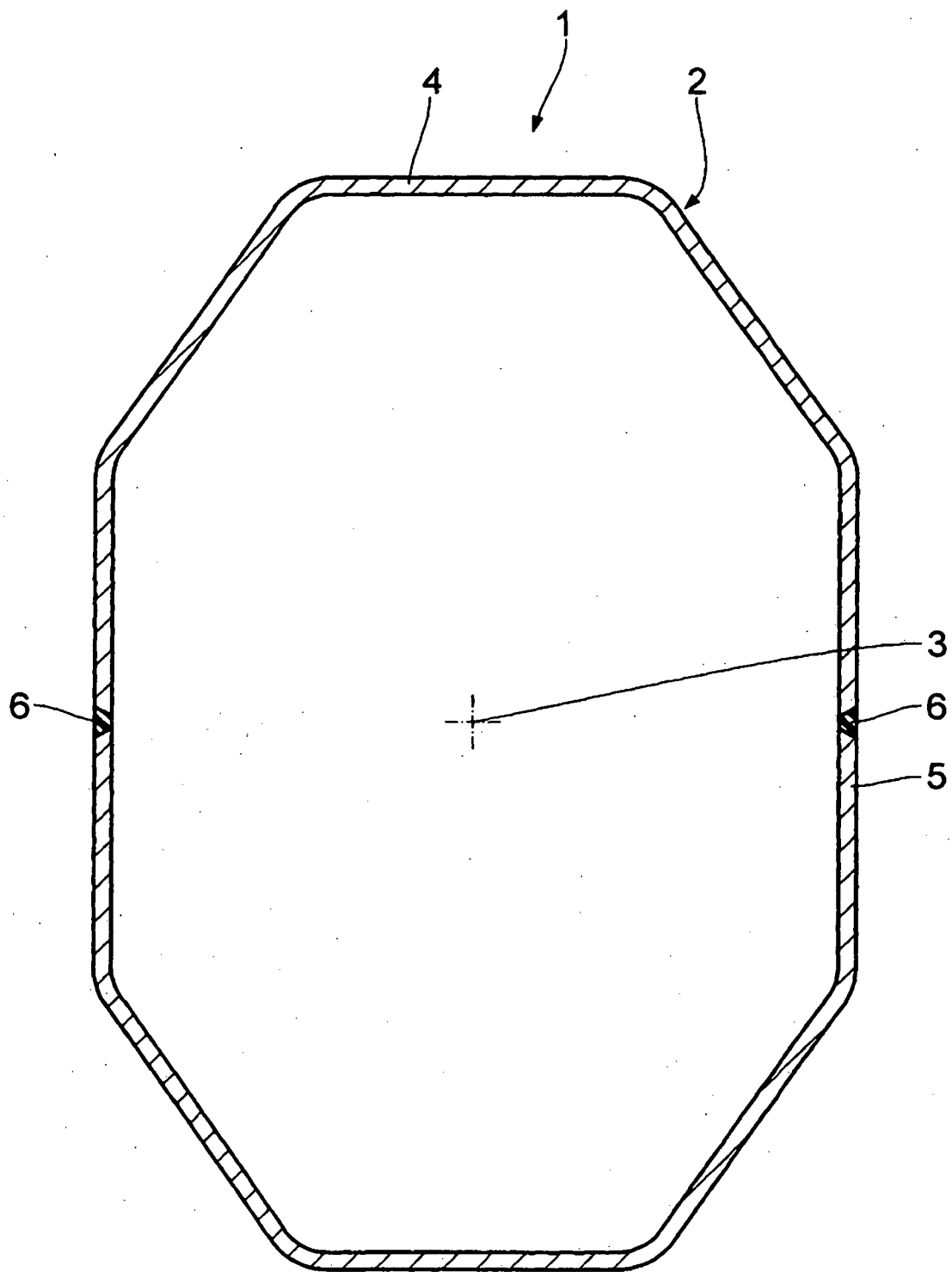


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0968955 A2 [0004] [0008]
- DE 19508193 A1 [0004]
- US 6786233 B1 [0005]
- GB 1389139 A [0005]