



(10) **DE 10 2011 013 783 A1** 2012.09.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 013 783.1**

(22) Anmeldetag: **12.03.2011**

(43) Offenlegungstag: **13.09.2012**

(51) Int Cl.: **F16B 7/04 (2006.01)**

E04B 1/58 (2006.01)

E04H 15/32 (2006.01)

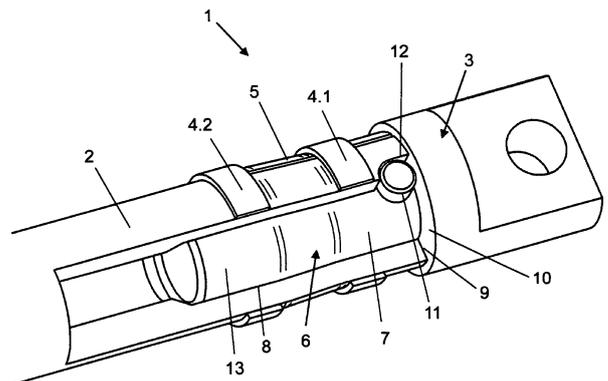
(71) Anmelder:
Jansen, Sebastian, Dr., 71636, Ludwigsburg, DE

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verbindungsanordnung für Bambusstäbe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verbindungsanordnung für Bambusstäbe, insbesondere die Befestigung eines Kopplungselementes (3) an einem Stabelement aus Bambusmaterial (2). An einem Ende des Stabelementes ist eine rotationssymmetrische Innenfläche (8) angebracht, deren Mittelachse in Richtung einer Längsachse des Stabelementes (2) verläuft. Die Wand des Stabelementes weist im Bereich der Innenfläche mindestens einen Längsschlitz (5) auf. Ein Zapfen (6) des Kopplungselementes (3) weist ausgehend von seinem freien Ende entlang der Längsachse mindestens eine Verdickung (13) und eine sich daran anschließende Verjüngung (7) auf und ragt im Bereich der Innenfläche (8) in das Stabelement (2) hinein. Die Wand des Stabelementes wird im Bereich einer Verjüngung (7) durch ein Klemmelement (4.1) radial in Richtung des Zapfens (6) gedrückt, so dass sich zwischen dem Zapfen (6) und dem Stabelement (2) ein kombinierter Form- und Kraftschluss einstellt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verbindungsanordnung zur Befestigung eines Kopplungselementes an einem Stabelement aus Bambusmaterial, wobei zwischen dem Stabelement und dem Kopplungselement eine form- und kraftschlüssige Verbindung hergestellt wird. An dem Kopplungselement können weitere Stabelemente und/oder weitere Kopplungselemente befestigt werden, so dass beliebige Stabwerke hergestellt werden können.

[0002] In der DE4333029C2 wird ein Tragwerk aus Bambusrohren beschrieben, bei dem die Bambusrohre über Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Die Verbindungselemente werden dabei über ein Klebe- oder Vergussmittel an den freien Enden des Bambusrohrs angespritzt, wodurch eine stoffschlüssige Verbindung entsteht, welche die Ungerechtigkeiten des Bambusrohres ausgleicht. Nachteilig bei diesem Verbindungsprinzip sind insbesondere die große Menge an benötigter Vergussmasse und der hohe Zeitbedarf, der zur ihrer Aushärtung erforderlich ist. Ferner führt die Verwendung eines flüssigen Klebstoffs bei der Herstellung der Verbindung zu einer ungünstigen und umständlichen Handhabbarkeit, welche zu unerwünschten Verschmutzungen der zu verbindenden Bauteile und der Umgebung führen kann.

[0003] Das deutsche Gebrauchsmuster DE8900382U1 schlägt ein Verbindungselement zur Verbindung von Bambusstäben vor, welches mit einem zylindrischen Stutzen in ein Bambusrohr eingesteckt wird. Anschließend wird das Verbindungselement mit Hilfe einer beispielsweise aus Glasfaserbändern und Epoxidharz bestehenden Manschette am Bambusrohr befestigt. Diese Art der Verbindung ist mit hohem Aufwand verbunden und erfordert ebenfalls den Einsatz eines Klebstoffes, der mit den oben beschriebenen Nachteilen einhergeht.

[0004] Aus der DE10218597C2 ist ein System zur Herstellung eines Trag- oder Stabwerkes bekannt, welches ein Zusammenfügen von Bambusrohren nach dem Steckprinzip ermöglicht. Hierzu werden zunächst geeignete Fügeflächen am Bambusrohr und an den aus festem, nachwachsendem Rohstoff bestehenden Verbindungselementen angebracht. Die Befestigung der Bambusrohre an den Verbindungselementen erfolgt mit Hilfe eines Leimes oder durch Klemmen, indem ein am Befestigungselement vorhandener Kern aufgespreizt wird. Nachteilig bei diesem Verfahren sind der hohe Fertigungsaufwand sowie die insbesondere bei der Klemmverbindung nur geringe Beanspruchbarkeit der Verbindung mit Zugkräften.

[0005] In der EP2251553A1 wird ein Verbindungselement für Rohre offenbart, welches für Rohre mit unterschiedlichem Durchmesser, insbesondere Bambusrohre, geeignet ist. Die Rohre werden mit Hilfe bandförmiger Befestigungsmittel am Verbindungselement befestigt, welches hierzu mit Laschen ausgestattet ist. Nachteilig bei diesem Prinzip ist der verhältnismäßig große Bedarf an Bauraum für das Verbindungselement und die Tatsache, dass die zu verbindenden Rohre seitlich versetzt angeordnet sind, so dass sich ihre Mittelachsen nicht schneiden. Des Weiteren ist die Reproduzierbarkeit der Anordnung bei natürlich gewachsenen Bambusrohren durch deren Formtoleranzen eingeschränkt. Auch sind nur mäßige Zug- und Druckkräfte übertragbar, da in axialer Richtung kein direkter Formschluss zwischen den Rohren und den Verbindungselementen hergestellt wird.

[0006] Aus den Nachteilen des beschriebenen Standes der Technik resultiert die der Erfindung zugrunde liegende Problemstellung, eine Verbindung zwischen einem Stabelement aus Bambusmaterial und einem Kopplungselement zu realisieren, welche einfach herzustellen ist, eine reproduzierbare und genaue Positionierung der Bauteile relativ zueinander ermöglicht und zugleich in hohem Maße belastbar ist.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch eine Verbindungsanordnung mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Die Lösung sieht vor, die Verbindung zwischen Kopplungselement und einem Stabelement aus Bambusmaterial durch einen kombinierten Form- und Kraftschluss herbeizuführen.

[0008] Die erfindungsgemäße Verbindungsanordnung umfasst im Wesentlichen ein Stabelement aus Bambusmaterial, vorzugsweise aus natürlich gewachsenem Bambusrohr, ein an einem Ende des Stabelementes zu befestigendes Kopplungselement, welches zum Beispiel mit weiteren Stabelementen und/oder Kopplungselementen verbunden werden kann, sowie mindestens ein zum Aufbringen einer Klemmkraft dienendes Klemmelement.

[0009] Um ein Kopplungselement an einem Stabelement zu befestigen, weist letzteres an einem Ende eine rotationssymmetrische Innenfläche auf, deren Mittelachse in Richtung einer Längsachse des Stabelementes verläuft. Diese Innenfläche besitzt in einer vorteilhaften Ausführung eine zylindrische Form. Das Anbringen einer solchen Innenfläche kann beispielsweise mit Hilfe eines Bohrers erfolgen.

[0010] Die Wand des Stabelementes weist ausgehend vom Stabende im Bereich der rotationssymmetrischen Innenfläche einen oder mehrere in Richtung der Längsachse des Stabelementes verlaufende Längsschlitze auf. Diese bewirken, dass die Wand

des Stabelementes sich in diesem Bereich bei Beaufschlagung mit einer in radialer Richtung wirkenden Kraft in radialer Richtung verformen kann.

[0011] Am Kopplungselement ist mindestens ein Zapfen angeordnet. Der Zapfen weist ausgehend von seinem freien Ende entlang der Längsachse mindestens eine Verdickung und eine sich daran anschließende Verjüngung auf. Das Kopplungselement ragt mit einem derartigen Zapfen im Bereich der rotationssymmetrischen Innenfläche in das Stabelement hinein. Der Zapfen ist vorzugsweise rotationssymmetrisch und sein größter Durchmesser im Bereich einer Verdickung entspricht vorzugsweise dem Durchmesser der zylindrischen Innenfläche des Stabelementes.

[0012] Um eine hohe Festigkeit zu erzielen, ist es vorteilhaft, das Kopplungselement aus einem Metall herzustellen. Das Kopplungselement kann jedoch auch aus einem anderen Material, beispielsweise aus einem Kunststoff bestehen. Hierdurch lassen sich besonders kostengünstige Ausführungen der Verbindungsanordnung realisieren.

[0013] Ein Kopplungselement kann aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein. Beispielsweise ist es möglich, den oder die Zapfen separat zu fertigen und durch eine Schweiß- oder Schraubverbindung mit dem Grundkörper des Kopplungselementes zu verbinden.

[0014] An der Außenfläche des Stabelementes ist auf Höhe einer Verjüngung des in das Stabelement hineinragenden Zapfens mindestens ein Klemmelement angeordnet, welches eine dauerhafte, nach innen gerichtete Klemmkraft auf die Wand des Stabelementes ausübt. Hierdurch verformt sich die Wand des Stabelementes in Richtung des Zapfens, bis die Innenfläche des Stabelementes an der Außenfläche des Zapfens anliegt. Da der Zapfen in diesem Bereich eine Verjüngung aufweist, ist er in axialer Richtung formschlüssig mit dem Bambusstab verbunden und kann somit hohe axiale Zug- und Druckkräfte in das Stabelement einleiten.

[0015] In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung befindet sich eine Verdickung des Zapfens auf Höhe der Enden der in der Wand des Stabelementes angebrachten Längsschlitzes, wobei der Durchmesser der Verdickung dem der rotationssymmetrischen Innenfläche vor dem Aufbringen der Klemmkraft entspricht. Ferner ist ein zweites Klemmelement an der Außenfläche des Stabelementes angeordnet, welches die Enden der Längsschlitzes überdeckt und eine radiale Klemmkraft auf die Wand des Stabelementes ausübt. Durch diese Vorspannung wird verhindert, dass sich die Längsschlitzes ungewollt entlang des Stabelementes ausbreiten.

[0016] Um eine exakte axiale Positionierung des Kopplungselementes zu ermöglichen, besitzt dieses in einer vorteilhaften Ausführung eine Anlagefläche, die an einer Stirnfläche des Stabelementes anliegt. Diese Anlagefläche kann zugleich eine Verjüngung des Zapfens einseitig begrenzen.

[0017] Weiterhin kann vorgesehen werden, dass die Wand des Stabelementes eine Aussparung aufweist, in die eine Ausprägung des Kopplungselementes formschlüssig hineinragt. Hierdurch wird eine definierte Winkellage des Kopplungselementes relativ zum Stabelement vorgegeben. Zugleich verhindert diese Maßnahme, dass sich das Kopplungselement bei Aufbringen eines um die Längsachse wirkenden Torsionsmomentes relativ zum Stabelement verdreht.

[0018] Um einen zusätzlichen Formschluss zwischen dem Zapfen des Kopplungselementes und dem Stabelement zu erzielen, kann der Zapfen Oberflächenausprägungen aufweisen, die unter einer Druckkraft in das Bambusmaterial des Stabelementes eindringen. Hierdurch kommt es zu einem lokalen Ineinandergreifen von Oberflächenbereichen der beiden Verbindungspartner, wodurch eine zusätzliche Sicherheit gegen unerwünschte Relativbewegungen gegeben ist. Die Oberflächenausprägungen des Zapfens können beispielsweise als scharfkantige, umlaufende Erhebungen ausgeführt sein, die aus dem Grundkörper herausragen. Ebenso ist es zum Beispiel möglich, die Oberfläche des Zapfens mit einer rauen Beschichtung zu versehen. Eine solche Beschichtung umfasst einen am Zapfen haftenden Trägerstoff, in welchen harte Partikel eingebettet sind, die aus dem Trägerstoff herausragen und unter einer Druckkraft in das Bambusmaterial eindringen.

[0019] In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, zwischen dem Zapfen und der Innenfläche des Stabelementes zumindest in einem Teilbereich ein hülsenartiges Zwischenelement anzuordnen. Ein solches Zwischenelement kann beispielsweise dazu dienen, ein unerwünschtes Spiel zwischen der Außenfläche des Zapfens und der Innenfläche des Stabelementes zu kompensieren. Insbesondere kann das Zwischenelement exzentrisch aufgebaut sein, so dass die Mittelachse der Innenfläche des Stabelementes und die Mittelachse des Zapfens radial versetzt zueinander verlaufen. Das Zwischenelement kann aus einem flexiblen, elastischen Material bestehen. Hierdurch werden Verformungen, wie sie zum Beispiel durch Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen hervorgerufen werden, kompensiert. Durch seine Elastizität sorgt ein derartiges Zwischenelement dafür, dass die Klemmkraft zwischen den Bauteilen der Verbindungsanordnung dauerhaft aufrechterhalten wird.

[0020] Die zum Aufbringen der Klemmkraft dienenden Klemmelemente sind konzentrisch an einer Außenfläche des Stabelementes angeordnet, und üben eine zum Zentrum des Stabelementes gerichtete Druckkraft auf dessen Wand aus. Klemmelemente, die diese Aufgabe erfüllen können, sind in einer Vielzahl von Varianten aus dem Stand der Technik bekannt. Beispiele hierfür sind Rohr- oder Schlauchschellen, bei denen die Klemmkraft über ein Schnecken- gewinde aufgebracht wird. Auch können Klemmelemente zum Einsatz kommen, welche eine Klemmkraft dadurch erzeugen, dass ringförmige Bauteile mit konisch geformten Oberflächen axial ineinander gepresst werden. Für die erfindungsgemäße Verbindungsanordnung werden Klemmelemente als besonders vorteilhaft angesehen, die aus einer möglichst geringen Anzahl an Einzelteilen bestehen und einen möglichst platzsparenden sowie einfachen Aufbau besitzen.

[0021] Diese Anforderungen werden in besonders vorteilhafter Weise durch ein Klemmelement erfüllt, das aus einem Blechstreifen besteht, der ringförmig um die Außenfläche des Stabelementes gebogen wird, so dass sich die Enden des Blechstreifens überlappen. Auf den so vorbereiteten Blechstreifen wird beispielsweise mit Hilfe einer Vorrichtung eine Zugkraft aufgebracht, die ein Anschmiegen des Blechstreifens an die Außenfläche des Stabelementes bewirkt, wobei er eine gewünschte Klemmkraft in Form einer radialen Druckkraft auf die Wand des Stabelementes ausübt. Um die Zugkraft im Blechstreifen und somit die Klemmkraft dauerhaft zu erhalten, werden die Enden des Blechstreifens durch Umbiegen von daran angebrachten Laschen miteinander verbunden und gegen ein Lösen gesichert. Die von außen aufgebraachte Zugkraft kann nun entfernt werden, ohne dass die Klemmkraft verloren geht.

[0022] Vorteilhaft ist es ferner, die Verbindungsanordnung insbesondere im Bereich der Längsschlitz mit einer feuchtigkeitsundurchlässigen Hülle zu ummanteln. Hierdurch kann eine Schädigung des Stabelementes durch Umwelteinflüsse verhindert werden.

[0023] Um ein Stabwerk aus Stabelementen aufzubauen, werden mehrere Stabelemente mittelbar über Kopplungselemente miteinander verbunden. Hierzu können beide Enden der beteiligten Stabelemente mit Hilfe der erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung jeweils an verschiedenen Kopplungselementen befestigt werden. Die Kopplungselemente dienen dabei als Knotenpunkte des Stabwerks. Bei einem Stabwerk aus Stabelementen ist es vorteilhaft, wenn die räumlichen Lagen der Knotenpunkte reproduzierbar und wohldefiniert sind. Diese Anforderung lässt sich in einfacher Weise dadurch erfüllen, dass die einzelnen Stabelemente wohldefinierte Längen besitzen und an ihren beiden Enden jeweils rotationssymmetrische Innenflächen angebracht sind, deren Mittel-

achsen koaxial verlaufen. Hierdurch werden die aus dem natürlichen Wuchs der Bambuspflanze resultierenden Form- und Lagetoleranzen der Stabelemente kompensiert, so dass die die Kopplungselemente eines jeden Stabes und somit die Knotenpunkte des Stabwerks eine wohldefinierte räumliche Anordnung aufweisen.

[0024] Im Folgenden wird eine mögliche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand der beigefügten beispielhaften Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung,

[0026] [Fig. 2](#) eine geschnittene perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung,

[0027] [Fig. 3](#) eine Seitenansicht eines Kopplungselements,

[0028] [Fig. 4](#) eine Seitenansicht eines Endbereichs eines Stabelementes,

[0029] [Fig. 5](#) eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung mit einer vorteilhaften Ausführung eines Klemmelementes,

[0030] [Fig. 6](#) eine Schnittdarstellung im Bereich eines Klemmelementes

[0031] [Fig. 7](#) einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Verbindungsanordnung mit einer Variante des Kopplungselements

[0032] [Fig. 8](#) einen Längsschnitt durch eine Variante einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung mit einem Zwischenelement

[0033] [Fig. 9](#) eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung mit einer Hülle, und

[0034] [Fig. 10](#) ein beispielhaftes Stabwerk mit erfindungsgemäßen Verbindungsanordnungen.

[0035] [Fig. 1](#) zeigt eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung **1**. An dem Stabelement **2**, welches aus einem Bambusrohr besteht, ist ein Kopplungselement **3** befestigt. Das Stabelement weist an seinem Ende Längsschlitz **5** auf. Im Bereich der Längsschlitz sind Klemmelemente **4.1** und **4.2** angeordnet. Der Grundkörper **24** des Kopplungselementes **3** ist in diesem Beispiel mit einer Bohrung versehen, über die das Kopplungselement mit weiteren Bauteilen verbunden werden kann. Selbstverständlich kann der Grundkörper

je nach Anwendungsfall auch eine beliebige andere Gestalt aufweisen.

[0036] **Fig. 2** zeigt eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung **1**, bei der das Stabelement **2** und die Klemmelemente **4.1** und **4.2** geschnitten dargestellt sind. Das Kopplungselement ragt mit dem Zapfen **6** in das Stabelement hinein. Der Zapfen weist ausgehend von seinem freien Ende eine Verdickung **13** und eine sich daran anschließende Verjüngung **7** auf. Am Stabelement ist eine vorzugsweise zylindrische Innenfläche **8** angebracht.

[0037] Durch das Klemmelement **4.1** wird die Wand des Stabelementes **2** mit der Innenfläche **8** gegen den Zapfen gepresst. Die hierzu erforderliche Verformbarkeit der Wand des Stabelementes wird durch die Längsschlitz **5** herbeigeführt, deren Breite so gewählt wird, dass sie in Summe größer ist als die Differenz der Umfänge der Innenfläche **8** und des Zapfens **6** im Bereich der Verjüngung **7**. Durch das Anschmiegen der Innenfläche **8** an den Zapfen im Bereich der Verjüngung **7** wird in Verbindung mit der Verdickung **13** ein Formschluss zwischen dem Stabelement **2** und dem Kopplungselement **3** hergestellt.

[0038] Das Klemmelement **4.2** überdeckt die Enden der Längsschlitz **5** und übt ebenfalls eine radiale Druckkraft auf das Stabelement aus. Durch diese Vorspannung des Stabelementes wird verhindert, dass es unter Belastung zu einer Rissbildung aufgrund der Kerbwirkung der Längsschlitz kommt.

[0039] Am Kopplungselement ist eine Anlagefläche **10** angebracht, die an der Stirnfläche **9** des Stabelementes anliegt. Hierdurch wird eine genaue axiale Positionierung des Kopplungselementes **3** sichergestellt und der axiale Formschluss zwischen Kopplungselement und Stabelement vervollständigt.

[0040] Am Kopplungselement **3** ist ferner eine Ausprägung **11** angebracht, die im Beispiel durch einen quer zum Zapfen verlaufenden Stift realisiert wird. Diese Ausprägung ragt formschlüssig in eine an der Wand des Stabelementes angebrachte Aussparung **12** hinein, wodurch eine Sicherung gegen ein Verdrehen des Kopplungselementes **3** relativ zum Stabelement **2** gegeben ist.

[0041] **Fig. 3** zeigt ein Kopplungselement **3** in der Seitenansicht. Die Darstellung verdeutlicht eine vorteilhafte Formgebung des Zapfens **6**. Der rotations-symmetrische Zapfen besitzt an seinem freien Ende eine Verdickung **13** und geht anschließend mit einem Übergangsbereich **14** in die Verjüngung **7** über. Um die mechanische Beanspruchung des Stabelementes durch die Klemmverbindung möglichst gering zu halten, werden der Durchmesserunterschied zwischen der Verdickung **13** und der Verjüngung **7** so-

wie die axiale Länge des Übergangsbereichs **14** so gewählt, dass ein zuverlässiger Formschluss bei zugleich geringer Verformung der Wand des Stabelementes gegeben ist. Am Kopplungselement sind ferner die Ausprägung **11** und die Anlagefläche **10** angebracht.

[0042] **Fig. 4** zeigt eine Seitenansicht eines Endbereichs eines Stabelementes **2** aus Bambusrohr. Das Stabelement besitzt natürliche Hohlräume **26**. Im Endbereich des Stabelementes ist die zylindrische Innenfläche **8** angebracht. Die Mittelachse der Innenfläche **8** verläuft in Richtung einer Längsachse **25** des Stabelementes und kann zum Beispiel durch einen Bohrvorgang angebracht werden. Der Durchmesser der Innenfläche **8** wird in einer bevorzugten Ausführung so gewählt, dass er dem Durchmesser des Zapfens **6** im Bereich der Verdickung **13** des in **Fig. 3** dargestellten Kopplungselementes **3** entspricht.

[0043] Die Wand des Stabelementes ist ausgehend von der Stirnfläche **9** mit vorzugsweise vier Längsschlitz **5** versehen, die um jeweils 90° versetzt zueinander am Umfang des Stabelementes angeordnet sind. Diese Schlitz können beispielsweise durch zwei um 90° versetzte, in Richtung der Stabachse ausgeführte Sägevorgänge hergestellt werden.

[0044] Die Stirnfläche **9** des Stabelementes verläuft senkrecht zur Mittelachse der Innenfläche **8**. Ausgehend von der Stirnfläche sind in die Wand des Stabelementes Aussparungen **12** angebracht, die zusammen mit der Ausprägung **11** des Kopplungselementes eine Verdrehsicherung bilden.

[0045] Selbstverständlich können beide Enden eines Stabelementes in der dargestellten Weise bearbeitet sein, so dass an jedem Stabende ein Kopplungselement befestigt werden kann. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn die Mittelachsen der angebrachten Innenflächen **8** koaxial sind.

[0046] **Fig. 5** zeigt eine erfindungsgemäße Verbindungsanordnung mit einer vorteilhaften Ausführung eines Klemmelementes. Das Klemmelement **4** besteht aus einem Blechstreifen, der so gebogen ist, dass er den Umfang des Stabelementes **2** vollständig umschließt, so dass sich die Enden des Blechstreifens überlappen. Der Blechstreifen wird durch eine beispielsweise mit einer Vorrichtung aufgebrachte äußere Zugkraft vorgespannt, so dass er die gewünschte Klemmkraft auf das Stabelement ausübt. Um die äußere Zugkraft in den Blechstreifen einleiten zu können, weist dieser die Laschen **18a** und **18b** sowie das Loch **17** auf. Nach dem Aufbringen der Zugkraft werden die Biegelaschen **15a** und **15b** derart plastisch verformt, dass sie die Gegenlaschen **16a** und **16b** zumindest teilweise umschließen, so dass die Zugkraft im Blechstreifen auch nach Entfernen der äußeren Kraft bestehen bleibt. Die dargestellte

Anordnung stellt eine besonders einfache Möglichkeit zur Realisierung eines Klemmelementes dar.

[0047] **Fig. 6** zeigt eine Schnittdarstellung im Bereich eines Klemmelements **4**, welches in der bevorzugten Weise ausgeführt ist. Das Klemmelement umschließt das Stabelement **2**, welches in diesem Bereich vier Längsschlitze **5a** bis **5d** aufweist. Die Wand des Stabelementes wird durch das Klemmelement gegen den Zapfen **6** gepresst. Die Klemmkraft bleibt dauerhaft erhalten, da die Biegelasche **15** mit der Gegenlasche **16** eine formschlüssige Verbindung bildet.

[0048] In **Fig. 7** ist eine erfindungsgemäße Verbindungsanordnung im Längsschnitt dargestellt, bei der der Zapfen **6** mit Oberflächenausprägungen **19** versehen ist. Diese haben den Zweck, eine zusätzliche Sicherheit gegen ein ungewolltes Lösen der Verbindung zu erzielen, indem sie unter der Klemmkraft in das Bambusmaterial eindringen und mit diesem einen Oberflächenformschluss **20** bilden. Hierzu sind die Oberflächenausprägungen möglichst scharfkantig gestaltet. In der dargestellten Ausführung überdeckt das Klemmelement **4.2** den Endbereich der Innenfläche **8** in axialer Richtung vollständig und endet erst im Bereich des natürlichen Hohlraums **26**. Dies erhöht die Belastbarkeit der Verbindungsanordnung, da der im Bereich der Innenfläche **8** geschwächte Wandquerschnitt des Stabelementes von außen durch das Klemmelement verstärkt wird.

[0049] In **Fig. 8** ist eine weitere Ausführung der Verbindungsanordnung dargestellt, bei der zwischen dem Zapfen **6** und dem Stabelement **2** ein hülsenartiges Zwischenelement **21** angeordnet ist, welches ähnlich wie das Stabelement Längsschlitze aufweisen kann. Das Zwischenelement dient der Kompensation von Formtoleranzen und kann aus einem flexiblen Material bestehen, um Verformungen der beteiligten Bauteile zu kompensieren. Derartige Verformungen können beispielsweise durch Schwankungen der Temperatur oder durch Feuchtigkeit entstehen und die Klemmkraft reduzieren. Durch die Elastizität des Zwischenelementes wird die Klemmkraft zuverlässig beibehalten. Insbesondere kann das Zwischenelement aus Gummi bestehen. Dies hat den Vorteil, dass es Schwingungen dämpft und seine Oberfläche gute Hafteigenschaften besitzt, so dass Relativbewegungen zwischen den Bauteiloberflächen vermieden werden.

[0050] Um die Verbindungsanordnung vor Umwelteinflüssen, insbesondere vor Feuchtigkeit, zu schützen, ist es vorteilhaft, diese mit einer Hülle **22** zu ummanteln, wie in **Fig. 9** beispielhaft dargestellt. Die Hülle besteht aus einem feuchtigkeitsundurchlässigen Material wie zum Beispiel Gummi und überdeckt insbesondere den mit Längsschlitzen versehenen Bereich des Stabelementes **2**. Um ein Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, liegt die Hülle

im Bereich der Dichtzonen **23.1** und **23.2** bündig an den Oberflächen des Stabelementes **2** und des Kopplungselementes **3** an.

[0051] **Fig. 10** zeigt ein beispielhaftes Stabwerk aus drei Stabelementen **2a**, **2b** und **2c**, an deren Enden Kopplungselemente **3a** bis **3f** mit Hilfe der erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung befestigt sind. Die Kopplungselemente sind miteinander verbunden, so dass eine mechanisch belastbare Struktur entsteht.

Bezugszeichenliste

1	Verbindungsanordnung
2	Stabelement aus Bambusmaterial
3	Kopplungselement
4	Klemmelement
5	Längsschlitz
6	Zapfen
7	Verjüngung
8	Innenfläche
9	Stirnfläche
10	Anlagefläche
11	Ausprägung
12	Aussparung
13	Verdickung
14	Übergangsbereich
15	Biegelasche
16	Gegenlasche
17	Loch
18	Lasche
19	Oberflächenausprägung
20	Oberflächenformschluss
21	Zwischenelement
22	Hülle
23	Dichtzone
24	Grundkörper des Kopplungselements
25	Mittelachse
26	Natürlicher Hohlraum

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 4333029 C2 [\[0002\]](#)
- DE 8900382 U1 [\[0003\]](#)
- DE 10218597 C2 [\[0004\]](#)
- EP 2251553 A1 [\[0005\]](#)

Patentansprüche

1. Verbindungsanordnung zur Befestigung eines Kopplungselementes (3) an einem Stabelement (2), wobei das Stabelement aus einem Bambusmaterial, vorzugsweise aus Bambusrohr, besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a) an mindestens einem Ende des Stabelementes eine rotationssymmetrische Innenfläche (8) angebracht ist, deren Mittelachse in Richtung einer Längsachse (25) des Stabelementes (2) verläuft,
- b) die Wand des Stabelementes im Bereich der Innenfläche mindestens einen Längsschlitz (5) aufweist,
- c) ein Zapfen (6) des Kopplungselementes (3) im Bereich der Innenfläche (8) in das Stabelement (2) hineinragt,
- d) der Zapfen (6) ausgehend von seinem freien Ende entlang der Längsachse mindestens eine Verdickung (13) und eine sich daran anschließende Verjüngung (7) aufweist, und
- e) an einer Außenfläche des Stabelementes (2) mindestens ein Klemmelement (4.1) angeordnet ist, welches die Wand des Stabelementes im Bereich einer Verjüngung (7) durch eine Klemmkraft radial in Richtung des Zapfens (6) drückt, so dass zwischen dem Zapfen (6) und dem Stabelement (2) zumindest mittelbar ein Formschluss entsteht.

2. Verbindungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Innenfläche (8) vor der Beaufschlagung mit der Klemmkraft eine zylindrische Form mit wohldefinierten Abmessungen besitzt,
- b) der Zapfen eine rotationssymmetrische Außenfläche aufweist und
- c) der größte Durchmesser des Zapfens im Bereich einer Verdickung (13) dem Durchmesser der Innenfläche (8) vor dem Aufbringen der Klemmkraft entspricht.

3. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein weiteres Klemmelement (4.2) im Bereich der Enden der Längsschlitze (5) angeordnet ist.

4. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Positionierung des Kopplungselementes (3) durch eine mit diesem verbundene Anlagefläche (10) herbeigeführt wird, die an einer Stirnfläche (9) des Stabelementes (2) anliegt.

5. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Wand des Stabelementes mindestens eine Aussparung (12) angebracht ist, in die eine starr mit dem Kopplungselement verbundene Ausprägung (11) formschlüssig hineinragt.

6. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Klemmelement (4) durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

- a) das Klemmelement besteht aus einem Blechstreifen,
- b) der Blechstreifen ist derart gebogen, dass er an der Außenfläche des Stabelementes anliegt und letzteres vollständig umschließt
- c) der Blechstreifen übt eine radiale Druckkraft auf das Stabelement aus
- d) die Enden des Blechstreifens überlappen sich und sind durch einen Biegevorgang formschlüssig miteinander verbunden.

7. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zapfen (6) Oberflächenausprägungen (19) aufweist, welche unter einer Druckkraft in das Bambusmaterial des Stabelementes eindringen und mit diesem einen Oberflächenformschluss (20) bilden.

8. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Zapfen (6) und der Innenfläche zumindest in einem Teilbereich ein hülsenartiges Zwischenelement (21) angeordnet ist.

9. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopplungselement (3) aus einem Metall besteht.

10. Verbindungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsanordnung zumindest teilweise mit einer feuchtigkeitsundurchlässigen Hülle (22) ummantelt ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

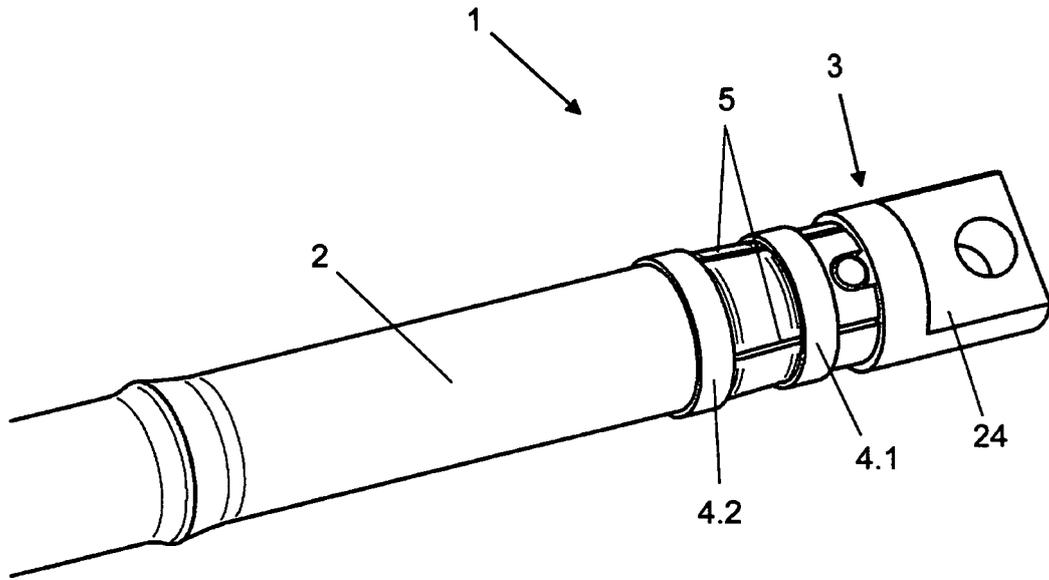


Fig. 1

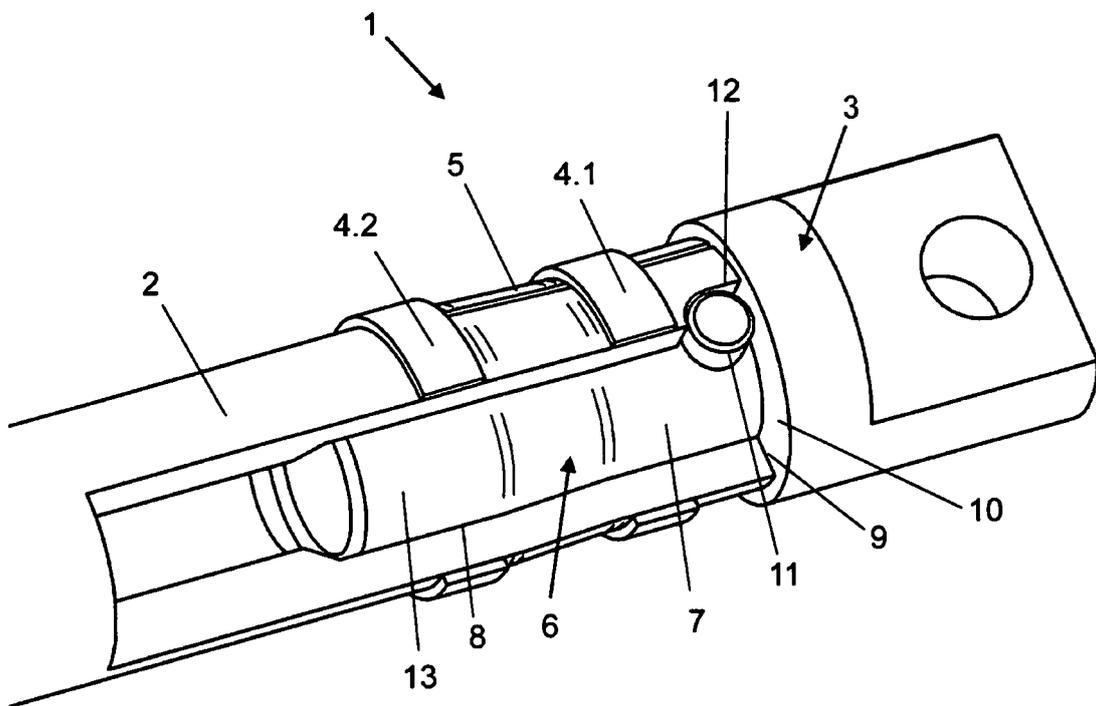


Fig. 2

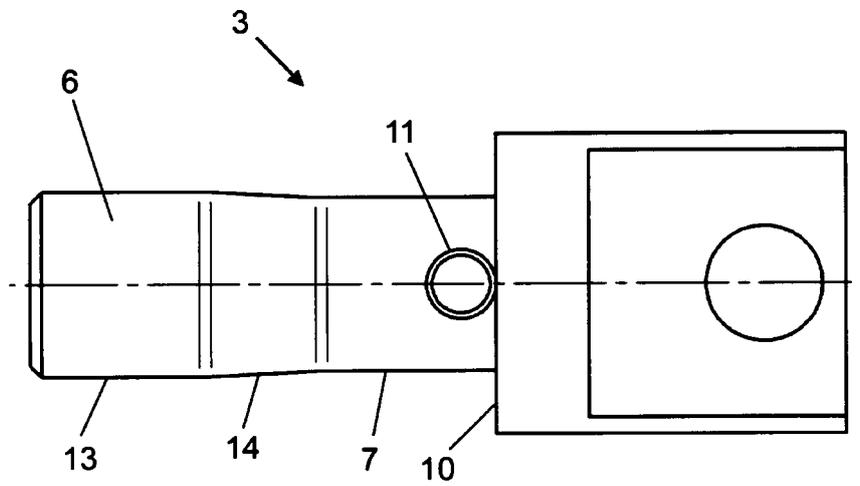


Fig. 3

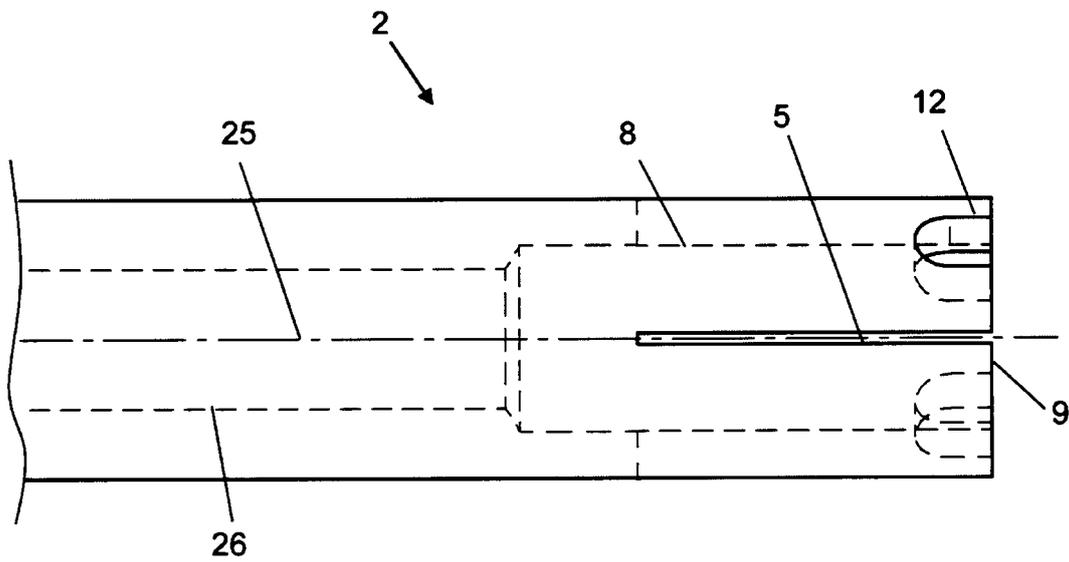


Fig. 4

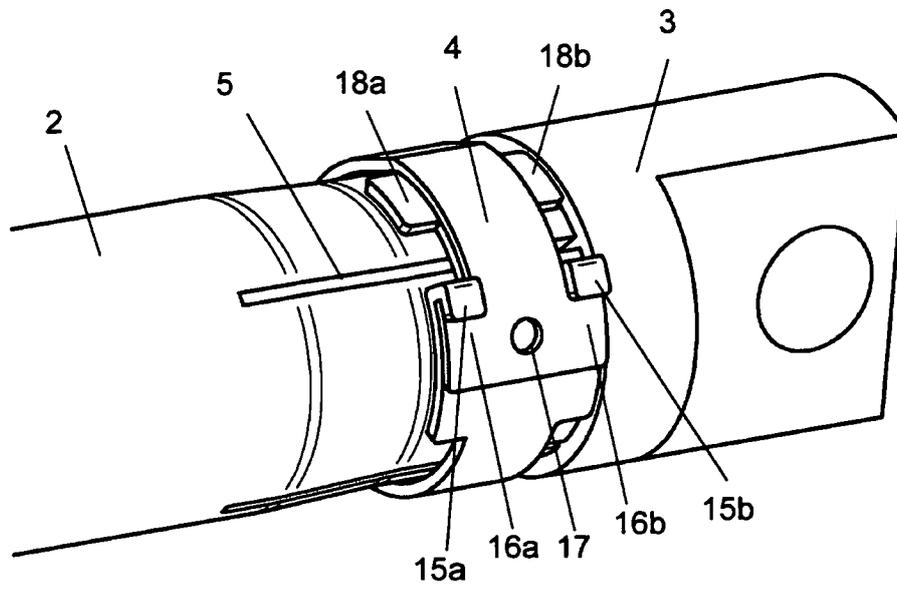


Fig. 5

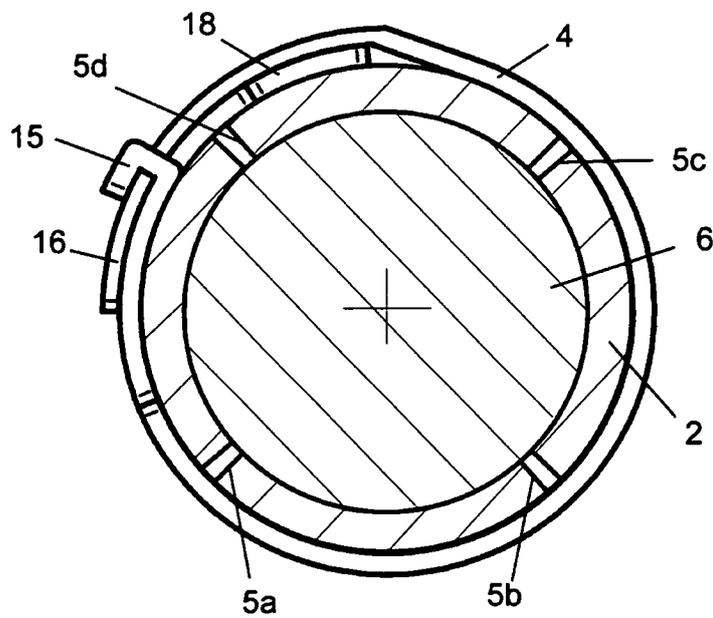


Fig. 6

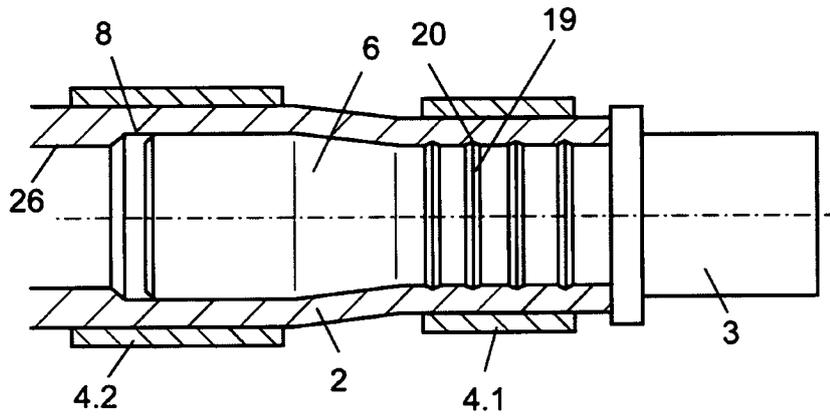


Fig. 7

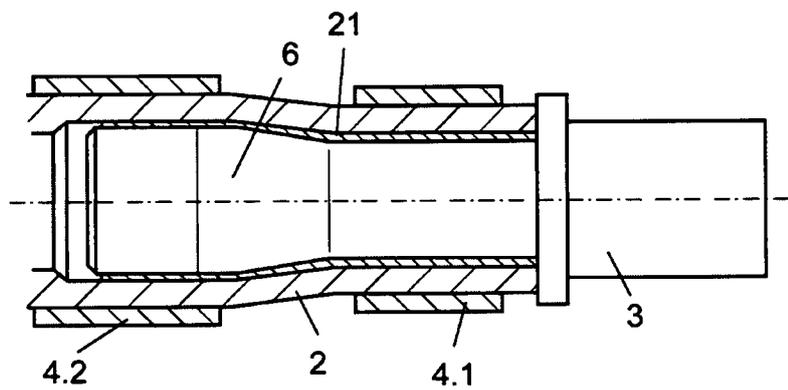


Fig. 8

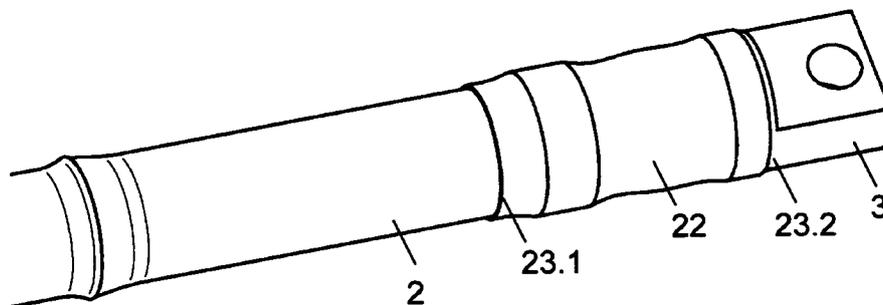


Fig. 9

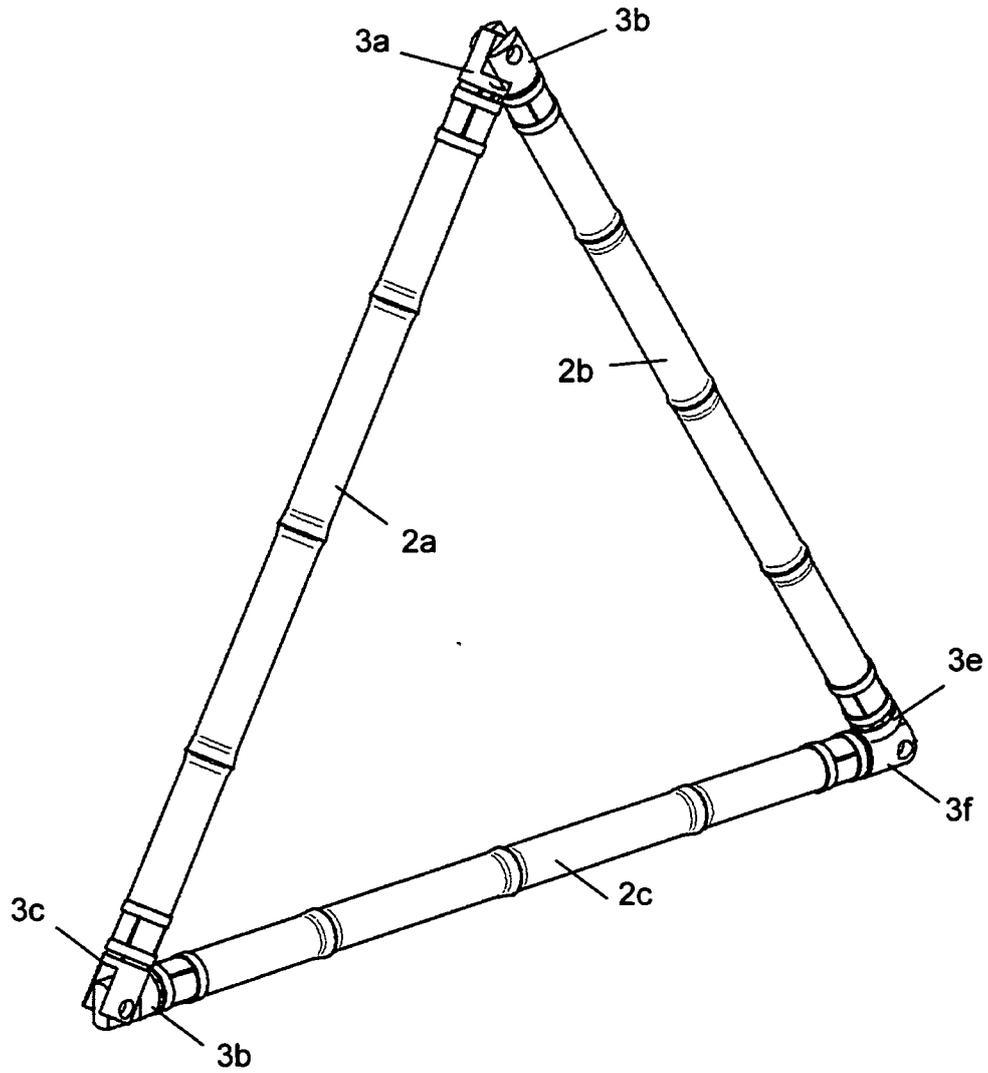


Fig. 10