



(10) **DE 10 2012 211 888 B4** 2014.04.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 211 888.8**

(22) Anmeldetag: **06.07.2012**

(43) Offenlegungstag: **09.01.2014**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.04.2014**

(51) Int Cl.: **B21F 27/12 (2006.01)**
E02D 27/42 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Wobben Properties GmbH, 26605, Aurich, DE

(74) Vertreter:
**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte
PartGmbH, 28217, Bremen, DE**

(72) Erfinder:
**Albers, Karsten, 26759, Hinte, DE; Egberts,
Hendrik, 26723, Emden, DE; Meyer, Ingo, 26639,
Wiesmoor, DE; Sousa, Sérgio, Arcos de Valdevez,
PT**

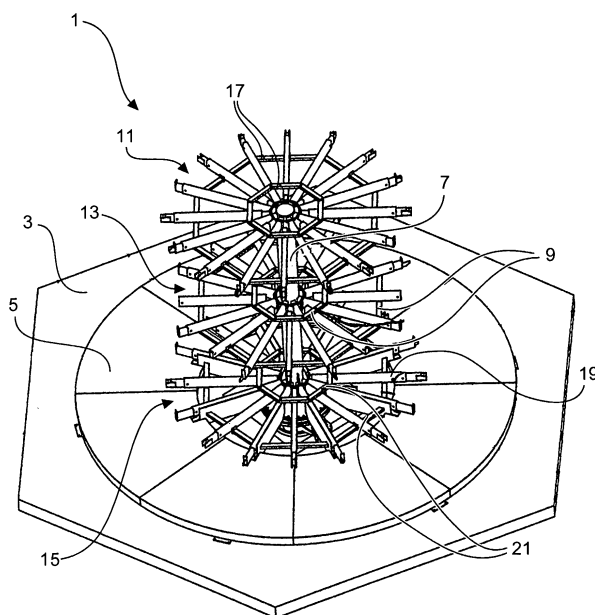
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	000002432855	A1
DE	601 24 756	T2
DE	468 401	A
DE	24 26 027	A
WO	2012/ 055 803	A2

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente, insbesondere für Turmsegmente von Windenergieanlagen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente, insbesondere für Turmsegmente von Windenergieanlagen.

Insbesondere weist die Vorrichtung (1) auf: eine Tragstruktur, die um eine Achse X rotatorisch antreibbar ist, eine Vielzahl von Stangen, die parallel oder konisch aufeinander zulaufend, relativ zu der Achse X ausgerichtet und entlang eines Umfangs vorzugsweise gleichmäßig um die Tragstruktur herum verteilt sind, wobei jede der Stangen mittels zwei oder mehr Speichen mit der Tragstruktur verbunden ist, und an ihrer äußeren, von der Tragstruktur abgewandten Seite eine Vielzahl von Aussparungen aufweist, welche zur Aufnahme von Bewehrungsmaterial eingerichtet sind, jeweils eine Anzahl von Speichen entsprechend der Anzahl der Stangen in einer Ebene senkrecht zu der Achse X angeordnet sind, und die Speichen teleskopartig in ihrer Länge motorisch verstellbar sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente. Sie betrifft insbesondere eine Vorrichtung zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente von Windenergieanlagen.

[0002] Türme, wie sie unter anderem für Windenergieanlagen zur Anwendung kommen, haben oftmals eine Wandung aus Beton bzw. Stahlbeton. Insbesondere bei dynamisch belasteten Türmen, was auf die meisten Türme aufgrund der Windeinflüsse zutrifft, werden zur Verbesserung der Stabilität zusätzlich versteifende Strukturen, sogenannte Bewehrungskörbe, im Inneren der Turmwandung vorgesehen. Die Konstruktion eines Turms ist hierbei segmentartig aufgebaut, d. h., ein Turm wird zusammengesetzt aus mehreren übereinanderzulegenden, im Wesentlichen ringförmigen Turmsegmenten.

[0003] In der Herstellung solcher Turmsegmente wird zunächst der Bewehrungskorb hergestellt und sodann mit Beton in dafür vorgesehene Formen umfüllt und ausgehärtet.

[0004] Bei bekannten Vorrichtungen zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente ist eine Tragstruktur vorgesehen, welche eine Vielzahl von Stangen, sogenannten Rechen, hält. Diese Stangen weisen jeweils Aufnahmen zur Aufnahme von Stahllitzen auf, wobei die Stahllitzen um die Tragstruktur herum geführt werden, um Ringelemente zu bilden. Diese Ringelemente werden, stabilisiert von den Stangen, mit orthogonal dazu verlaufenden, bogenförmig vorgeformten Stahlelementen verknüpft, wodurch ein gitterförmiger Bewehrungskorb entsteht. Die Bewehrungslitzen werden entweder in einer Kreisbewegung um eine stationäre Tragstruktur herumgeführt oder, was bevorzugt ist, befinden sich in einer stationären Zuführeinrichtung und werden von der rotatorisch antreibbaren Tragstruktur aus der Aufnahme gezogen und legen sich infolge der Rotationsbewegung der Tragstruktur ringförmig um diese herum. Während der gesamten Zeit wird die Form der ringförmigen Stahllitzen von der Tragstruktur und den Stangen mittels einer Vielzahl von Speichen stabilisiert, die sich zwischen der Tragstruktur und den Stangen erstrecken. Zum Entfernen der Bewehrungskörbe aus der Vorrichtung müssen die Speichen bei bekannten Systemen jeweils zurückgerüstet oder die stabilisierenden Stangen einzeln und manuell aus den Stahllitzen ausgehakt werden.

[0005] Während die derart arbeitenden Vorrichtungen im Allgemeinen Bewehrungskörbe mit zufriedenstellender Qualität hervorbringen, wird es als Nachteil angesehen, dass hierbei ein hoher manueller Arbeitsaufwand, insbesondere zum Lösen der Bewehrungskörbe von den Vorrichtungen erforderlich ist.

[0006] Aus der Druckschrift DE 601 24 756 T2 ist eine Vorrichtung zum Herstellen von Bewehrungskäfigen zum Bewehren von Beton und Betonpfählen bekannt. Dabei wird vorgeschlagen, mittels eines drehbaren Käfighalters eine an einem Schlitten angebrachte drehbare Nabe und eine mit der Hülse gekoppelte Achse vorzusehen, wobei die Nabe mit der Achse gekoppelt werden kann, damit die Nabe und der drehbare Käfighalter derart mit der Hülse gekoppelt sind, dass der Käfighalter im Gleichtakt mit der Hülse gedreht werden kann, um die Bewehrungsstäbe als Bestandteil des Bewehrungskäfigs nicht zu verdrehen.

[0007] Aus Entgegenhaltung WO 2012/055803 A2 ist eine Vorrichtung zum Herstellen von Metallkäfigen bekannt, welche eine Betätigungsstation aufweist, die eine feste Position hat und ein erstes rotierendes Element aufweist, welches dazu geeignet ist, das Durchführen einer Mehrzahl von Längsstangen in die Fixposition hinein zu unterstützen, um den Käfig auszubilden. Die Vorrichtung weist ferner einen mobilen Kopf auf, der dazu geeignet ist, mit einer Verlagerungsbewegung axial bezüglich des Formkäfigs betätigt zu werden, und ein rotierendes Element aufweist, an welchem einstückig jeweils Enden der Stangen angeordnet sind.

[0008] Aus Entgegenhaltung DE 2 426 027 ist eine Vorrichtung zur Herstellung von Drahtkäfigen bekannt, bei der eine horizontal drehbar gelagerte Trägerplatte und eine zweite solche Trägerplatte vorgesehen sind. An der zweiten Trägerplatte, die in Längsrichtung auf einer Laufkatze bewegbar ist, werden Klemmvorrichtungen vorgesehen zum Einspannen einer Mehrzahl von Armierungsdrähten, die in einem Abstand voneinander um die Achse herum angeordnet sind, sowie eine Führungseinrichtung auf der ersten Trägerplatte zum Führen der Armierungsdrähte, wenn sich die zweite Trägerplatte von der ersten Trägerplatte entfernt. Dort wird vorgeschlagen, zum Einstellen der radialen Position von Führungselementen eine Steuervorrichtung mit Leitkurvenfolger an jede Führungselement auszubilden sowie eine Leitkurvenanordnung vorzusehen, die zwecks Einstellung der Position der Leitkurvenfolger bewegbar ist.

[0009] Aus Entgegenhaltung DE 24 32 855 A1 ist eine Maschine zur Herstellung von Bewehrungskörben für Stahlbeton-Pfähle bekannt mit einer Einrichtung zum Verschieben von Korb-Längsdrähten, die um eine insbesondere aufrechte Wickelachse angeordnete Einzelführungen für die Längsdrähte aufweist und mit einer um die Wickelachse drehbaren Wickelvorrichtung für einen wendelförmig an den Längsdrähten anzulegenden Korb-Wendeldraht versehen ist, wobei ein Schweißgerät zur Befestigung des Wendeldrahts an den Längsdrähten vorgesehen ist. Zum Erreichen eines geringen Raumbedarfs und einfacher

Lagerung der Wickelvorrichtung wird vorgeschlagen, dass die Wickelvorrichtung und das Schweißgerät innerhalb des Kranzes der Einzelführung vorgesehen sind.

[0010] Aus der Druckschrift DE 468 401 A ist das Herstellen von Eisenverstärkungen für Eisenbetonrohre aus Drahtschrauben, die mit Längsdrähten zu einem festen Gerippe verbunden werden, beschrieben. Dort wird vorgeschlagen, einen Kern zur Herstellung dieser Eisenbewehrungen vorzusehen, welcher einen Kernmantel aufweist, der auf zwei längsverschieblichen Endscheiben und einer auf ihr festen Mittelscheibe gelagert ist, so dass Stehbleche von T-förmigen Trägern an ihren Enden symmetrisch gegen die Achse verlaufende Gleitbahnen haben, durch die an den Endscheiben befestigte Gleitstücke geführt werden, wobei der Mantel durch eine die Endscheibe verschiebende Zwieselschraube verstellbar ist.

[0011] Der Erfindung lag somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente anzugeben, welche die Herstellung von Bewehrungskörben mit gleichbleibender oder höherer Qualität in kürzerer Zeit ermöglicht.

[0012] Die Erfindung löst die ihr zugrunde liegende Aufgabe bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den Merkmalen von Anspruch 1. Insbesondere löst die Erfindung die ihr zugrunde liegende Aufgabe mit einer Vorrichtung zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente, insbesondere für Turmsegmente von Windenergieanlagen, mit einer Tragstruktur, die um eine Achse X rotatorisch antreibbar ist, einer Vielzahl von Stangen, die parallel zu der Achse X ausgerichtet und entlang eines Umfangs vorzugsweise gleichmäßig um die Tragstruktur herum verteilt sind, wobei jede der Stangen mittels zwei oder mehr Speichen mit der Tragstruktur verbunden ist und an ihrer äußeren, von der Tragstruktur abgewandten Seite eine Vielzahl von Aussparungen aufweist, welche zur Aufnahme von Bewehrungsmaterial eingerichtet sind, jeweils eine Anzahl von Speichen entsprechend der Anzahl der Stangen in einer Ebene senkrecht zur Achse angeordnet sind und die Speichen teleskopartig in ihrer Länge motorisch verstellbar sind. Die Erfindung setzt hierbei da an, dass ein motorischer Antrieb aller Speichen es ermöglicht, diese nach erfolgter Erzeugung des Bewehrungskorbes ohne manuelles Eingreifen einzufahren, d. h. den von den Speichen aufgespannten Durchmesser derart zu verringern, dass der Bewehrungskorb nach oben aus der Vorrichtung entnehmbar ist. Diese Lösung liefert zugleich einen weiteren bedeutenden Vorteil: Der von den Speichen aufgespannte Durchmesser ist nicht nur zu Zwecken der Bewehrungskorbentnahme verringerbar, sondern es kann vielmehr die motorische Verstellung der Speichenlänge dazu verwendet werden, bereits vor der Bewehrungskorbherstellung

unterschiedliche Durchmesser für den herzustellenden Bewehrungskorb vorzugeben. Es ist mit anderen Worten mit ein und derselben Vorrichtung bereits allein nur aufgrund des motorischen Antriebs möglich, Bewehrungskörbe für Turmsegmente unterschiedlicher Turmgrößen und Segmente für unterschiedliche Turmhöhen zu fertigen; Türme von Windenergieanlagen laufen vom Fundament aus gesehen in Richtung der Gondel im Allgemeinen verjüngt zu. Die Turmsegmente sitzen hierbei entweder stufenförmig aufeinander oder, was bevorzugt ist, sind konisch ausgebildet. Jedes weitere oben auf bestehende Turmsegment aufgesetzte Turmsegment erfordert somit einen Bewehrungskorb mit geringer werdendem Korbdurchmesser. Anstelle des Umrüstens der Vorrichtung auf den jeweiligen Durchmesser oder anstelle des Vorhaltens von Vorrichtungen für jeden einzelnen Turmsegmentdurchmesser bzw. Bewehrungskorbdurchmesser für jedes Turmsegment erlaubt es die Erfindung, mit ein und derselben Vorrichtung eine Vielzahl von verschiedenen Durchmessern von Bewehrungskörben vorzugeben. Bei einem Windenergieanlagenturm, der aus acht Turmsegmenten besteht, wären mit im Stand der Technik bekannten Vorrichtungen insgesamt acht verschiedene Arbeitsstationen zum Erzeugen acht verschiedener Bewehrungskörbe notwendig gewesen. Die Erfindung erlaubt es, die Anzahl von Vorrichtungen für die Herstellung der Bewehrungskörbe in diesem Beispiel auf zwei zu reduzieren. Neben der gesteigerten Zeiteffizienz in der Herstellung der Bewehrungskörbe wird hierdurch auch fertigungstechnisch ein enormes Einsparpotenzial realisiert.

[0013] Die Erfindung wird dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass die Länge jeweils aller Speichen in einer Ebene synchron verstellbar ist. Hierdurch werden zwei Vorteile erreicht. Zum einen wird durch das synchrone Verstellen jeweils aller Speichen in einer Ebene sichergestellt, dass die Speichen in dieser Ebene mit ihren äußeren Enden einen Kreisumfang gewährleisten. Zum anderen bedeutet dies, dass nicht alle Speichen an der Tragstruktur auf ein und dieselbe Länge festgelegt sind, sondern dass vielmehr die Speichen in einer jeweiligen Ebene dieselbe Länge haben, während die Speichen in einer benachbarten Ebene eine andere Länge aufweisen können, die wiederum jeweils synchron für alle Speichen der entsprechenden Ebene einstellbar ist. Hierdurch können auch konische Bewehrungskörbe erzeugt werden, was insbesondere im Hinblick auf die Türme von Windenergieanlagen besonders bevorzugt ist.

[0014] Vorzugsweise ist die Länge der Speichen stufenlos verstellbar. Hierbei wird auch eine Verstellung der Länge der Speichen in Schritten von wenigen Millimetern, beispielsweise drei bis vier Millimeter pro Schritt, als stufenlos verstanden, was angesichts der großen Durchmesser, die die Bewehrungskörbe für

Turmsegmente aufweisen, auch aus sich heraus verständlich ist.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Vorrichtung eine zentrale Antriebseinheit oder eine zentrale Antriebseinheit für jede Ebene von Speichen auf, die jeweils zum motorischen Verstellen der Speichen eingerichtet ist und an welche für jede Speiche ein Getriebe gekoppelt ist, welches von der Antriebseinheit synchron antreibbar ist. Gemäß der ersten Alternative dieser bevorzugten Ausführungsform ist eine einzige Antriebseinheit dazu vorgesehen, mittels entsprechender Kraftübertragungsglieder den synchronen Antrieb aller Speichen der Vorrichtung zu gewährleisten. Jede Antriebsbewegung der zentralen Antriebseinheit führt erfindungsgemäß zu einer Längenänderung der Speichen um den gleichen Längenbetrag. Diese mechanisch erzwungene Synchronisation kann verwendet werden, um sowohl zylindrische Bewehrungskörbe als auch konisch verjüngte Bewehrungskörbe herzustellen, indem die Speichen ihrer jeweiligen Ebene auf eine für die jeweilige Ebene relevante Grundlänge eingestellt sind. Die unterschiedlichen Grundlängen definieren den Winkel der Verjüngung, weil sie einen unterschiedlichen Durchmesser für jede Ebene definieren. Werden die Speichen aller Ebenen durch die zentrale Antriebseinheit um den gleichen Auslenkungsbetrag verändert, ergibt sich eine Veränderung des Durchmessers, da alle Ebenen sich gleichmäßig geändert haben, allerdings nicht des Verjüngungswinkels.

[0016] Gemäß der zweiten Alternative dieser bevorzugten Ausführungsform ist jede Ebene von Speichen separat von einer eigenen Antriebseinheit motorisch antreibbar. Hierdurch lassen sich die Speichen der jeweiligen Ebenen untereinander synchron, aber im Vergleich zu den übrigen Ebenen unabhängig verstellen. Hierdurch können Bewehrungskörbe mit unterschiedlichen Verjüngungswinkeln hergestellt werden.

[0017] Die bevorzugte Ausführungsform wird dadurch weitergebildet, dass die Antriebseinheit eine Welle mit einem oder mehreren Zahnrädern aufweist und die Getriebe der Speichen jeweils mittels Rollenketten an die Welle gekoppelt sind. Gemäß einer bevorzugten Alternative ist die Antriebseinheit ein Hydraulikantrieb, und jede Speiche weist einen hydraulisch betätigten, von dem Hydraulikantrieb mit Druck beaufschlagbaren Kolben zur Längenverstellung auf.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die Vorrichtung ein dezentrales Antriebssystem zur motorischen Längenverstellung auf, und zwar vorzugsweise derart, dass jede Speiche eine eigene Antriebseinheit aufweist. Vorzugsweise wird der jeweilige Antrieb für alle Speichen in einer Ebene oder für alle Speichen von einer

elektronischen Steuereinheit synchron gesteuert. Der apparative Mehraufwand, den die größere Anzahl einzelner Antriebe bedeutet, wird dadurch kompensiert, dass kein zentrales, alle Speichen betätigendes Antriebssystem und Getriebesystem erforderlich ist. Die Befehlsübermittlung an die jeweiligen Antriebseinheiten können mittels elektronischer Steuerbefehle mit geringem Aufwand synchron angesteuert werden, da es mit einfachen technisch bekannten Mitteln möglich ist, allen Antriebseinheiten den gleichen Steuerbefehl zur gleichen Zeit zu übermitteln.

[0019] Vorzugsweise weist gemäß dieser Ausführungsform jede Speiche einen Teleskopspindelantrieb, einen magnetischen Linearantrieb oder einen Zahnstangenantrieb auf. Alle diese Antriebssysteme können auf vorteilhafte Weise mittels elektronisch ansteuerbarer Stellmotoren betrieben werden.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die elektronische Steuereinheit dazu eingerichtet, die zentrale Antriebseinheit oder die Antriebseinheit für jede Ebene von Speichen oder jede der dezentralen Antriebseinheiten derart anzusteuern, dass jede Ebene von Speichen einen vorbestimmten Kreisdurchmesser am äußeren Ende der Speichen definiert.

[0021] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Stangen durch mechanisches Entkoppeln von allen bis auf jeweils eine Speiche aus ihrer in Bezug auf die Tragstruktur parallelen Lage oder ihrer konisch aufeinander zulaufenden Lage in eine andere, relativ zur Ursprungslage angewinkelte Lage klappbar.

[0022] Weiter vorzugsweise sind die Stangen mittels jeweils eines Koppelglieds an den Speichen befestigt, wobei die Koppelglieder zum Verschwenken der Stangen in Richtung der Achse X und simultan zur Verringerung des Umfangs eingerichtet sind, entlang dessen die Stangen angeordnet sind. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind pro Ebene der Speichen zwei oder mehr, vorzugsweise alle, Koppelglieder motorisch zur Ausführung der Verschwenkbewegung antreibbar.

[0023] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist pro Stange mindestens eines dieser Koppelglieder mittels eines Sperrkörpers blockierbar, wobei der Sperrkörper wahlweise in eine Sperrposition oder eine Freigabeposition bewegbar ist, vorzugsweise mittels Verschwenken.

[0024] Besonders bevorzugt ist der Sperrkörper dabei dazu eingerichtet, sich in der Sperrposition bogenförmig um das Koppelglied herum zu erstrecken und einen Spalt zwischen Speichen und Stange zu verschließen, wobei die Form des Sperrkörpers zu

der Form des Spaltes korrespondierend ausgebildet ist.

[0025] Die Erfindung wird im Folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher beschrieben. Hierbei zeigen:

[0026] Fig. 1 eine räumliche Darstellung der Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0027] Fig. 2 eine Seitenansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1,

[0028] Fig. 3 eine Prinzipskizze eines Details aus Fig. 2,

[0029] Fig. 4 eine räumliche Darstellung eines Details der Vorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

[0030] Fig. 5 und Fig. 6 Seiten- und Querschnittsansichten eines Teils der Vorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0031] Fig. 6 und Fig. 7 eine Detailansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel in unterschiedlichen Betriebszuständen, und

[0032] Fig. 8 eine räumliche Detailansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0033] In Fig. 1 ist der grundsätzliche Aufbau einer Vorrichtung zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente gezeigt. Die Vorrichtung 1 weist eine stationäre Grundplatte 3 auf, relativ zu welcher eine rotatorisch antreibbare Plattform 5 angeordnet ist. Vorzugsweise ist die rotatorisch antreibbare Plattform 5 auf der stationären Grundplatte 3 gelagert. Von der Plattform 5 senkrecht ausgehend erstreckt sich eine Tragstruktur 7. An der Tragstruktur 7 sind in insgesamt drei Ebenen 11, 13, 15 jeweils eine Vielzahl von Speichen 19 angeordnet. Die Speichen 19 erstrecken sich von der Tragstruktur nach außen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Speichen 19, von denen der Übersichtlichkeit halber nur eine mit Bezugszeichen versehen ist, sternförmig ausgerichtet. Andere Ausrichtungen sind allerdings ebenfalls möglich, solange eine Längenverstellung der Speichen zu einem geänderten Umfang der die Speichen umlaufenden gedachten Begrenzungen führt. Die Speichen in der obersten Ebene 11 sind mittels Querstreben 17 miteinander zur Versteifung verbunden. Die Speichen in der zweiten Ebene 13, die von der ersten Ebene 11 beabstandet angeordnet ist, sind mittels Querstreben 9 zur Versteifung miteinander verbunden, und die Speichen in der dritte Ebene

15, die von der zweiten Ebene 13 beabstandet angeordnet ist, sind mittels Querstreben 21 zur Versteifung miteinander verbunden.

[0034] Fig. 2 verdeutlicht noch einmal die Anordnung der unterschiedlichen Ebenen 11, 13, 15 übereinander in der Vorrichtung 1. Unter dem Begriff der Ebene ist hierbei nicht die strikt geometrisch horizontale Ausrichtung der Speichen zu verstehen, sondern die Anordnung ähnlich verschiedener Plattformen in Bauwerken oder auf Gerüsten. In dem in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Streben allerdings tatsächlich im Wesentlichen senkrecht zu der Rotationsachse X der Tragstruktur 7 ausgerichtet.

[0035] Die Speichen der ersten Ebene 11 definieren durch ihre radial äußersten Punkte einen Radius R1. Die Speichen der zweiten Ebene 13 definieren analog einen Radius R2, und die Speichen der dritten Ebene 15 definieren analog einen Radius R3. In Fig. 2 ist ferner dargestellt, dass unterhalb der stationären Plattform 3 eine Einhausung 23 vorgesehen ist. Innerhalb der Einhausung 23 sind vorzugsweise die Antriebseinheiten für die Tragstruktur 7 sowie eine zentrale Antriebseinheit oder eine elektronische Steuereinheit zum Steuern mehrerer dezentraler Antriebseinheiten (nicht dargestellt) angeordnet.

[0036] Fig. 3 zeigt einen Ausbruch aus der Vorrichtung gemäß Fig. 2 in schematischer Darstellung. Die Darstellung beschränkt sich auf eine Speiche 19', die in der ersten Ebene 11 angeordnet ist, sowie eine Speiche 19'', die in der zweiten Ebene 13 angeordnet ist.

[0037] Während zur übersichtlicheren Darstellung der Tragstruktur und der Speichenanordnung in den Fig. 1 und Fig. 2 die Stangen zur Aufnahme der Bewehrungslitzen noch ausgeblendet waren, ist in Fig. 3 beispielhaft eine Stange 27 in montierter Lage abgebildet. Die Stange 27 ist in der gezeigten Stellung in einem Winkel α zu der vertikalen Achse X ausgerichtet. Übertragen auf sämtliche Stangen an einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bedeutet dies, dass die Stangen konisch aufeinander zu laufen. Der Winkel α ist durch die unterschiedliche Länge eines Grundkörpers 19a der Speiche 19' und einer hiervon abweichenden Länge des Grundkörpers 19c der Speiche 19'' vorgebbbar. Sind die Teleskopelemente 19b, 19d der Schienen 19', 19'' vollständig eingefahren, ergibt sich der Winkel aus dem Abstand der Speichen 19' und 19'' zueinander in Richtung der Achse X sowie der unterschiedlichen Länge der Körper 19a, 19c. Alternativ ist der Winkel verstellbar, indem das Teleskopglied 19b der Speiche 19' um einen unterschiedlichen Betrag in Richtung des Pfeils 25' verfahren wird als das Teleskopglied 19d der Speiche 19'' in Richtung des Pfeils 25''.

[0038] Wie in **Fig. 3** ferner zu erkennen ist, weist die Stange **27** eine Vielzahl von Aufnahmen **29** zur Führung von Bewehrungslitzen auf. Die Stange **27** ist in der jeweiligen Ebene **11**, **13** mittels eines Kuppelglieds **31'**, **31''** mit dem korrespondierenden Teleskopglied **19b**, **19d** der Speichen **19'**, **19''** schwenkbar verbunden. Falls die Vorrichtung dazu ausgelegt wird, die Längenverstellungen der Speichen **19'**, **19''** in Richtung der Pfeile **25'**, **25''** voneinander unterschiedlich auszuführen, sind in der Stange **27** vorzugsweise Langlochführungen für die Aufnahme zu den Koppelgliedern **31'**, **31''** vorgesehen, um der sich ergebenden Änderung des Winkels α Rechnung zu tragen.

[0039] **Fig. 4** zeigt am Beispiel einer exemplarischen Speiche **19'** in der Ebene **11** einen weiteren Aspekt bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1**. An einem radial äußeren Ende des Speiche **19'** erstreckt sich das Koppelglied **31'** außerhalb der Speiche **19'**. Das Koppelglied **31** ist in einem Abschnitt **28** schwenkbar mit der Stange **27** gekoppelt. Zwischen der Speiche **19'** und der Stange **27** ist ein Spalt ausgebildet. Die Breite des Spaltes entspricht im Wesentlichen der Breite (in radialer Richtung) eines Sperrkörpers **33**. Der Sperrkörper **33** ist in **Fig. 4** in einer Freigabeposition abgebildet. Zum Verhindern einer Schwenkbewegung des Kuppelglieds **31'** und somit zum Fixieren des Abstandes der Stange zu der (nicht dargestellten) Tragstruktur ist der Sperrkörper **33** aus der gezeigten Freigabeposition in eine Sperrposition bringbar. Dies geschieht gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel mittels einer Verschwenkbewegung in Richtung des Pfeils **35**. Der Sperrkörper wird mittels der Schwenkbewegung in Anlage mit der Speiche **19'** und der Stange **27** gebracht. Optional ist eine Verriegelung vorgesehen. Die Schwenkbewegung wird optional mittels eines Stellmotors oder einer mechanischen Auslenkung wie beispielsweise einem Seilzug ausgeführt. In der Sperrposition ist der radiale Abstand der Aufnahmen **29** im Bezug auf die Rotationsachse X der Tragstruktur **7** (siehe **Fig. 2**) fixiert und wird während des Betriebs der Vorrichtung **1** konstant gehalten, wodurch eine gleichförmige Ausbildung des Bewehrungskorbs sichergestellt wird.

[0040] Die **Fig. 5** und **Fig. 6** zeigen eine Variante **27'** der Stange, welche die Ausnahmen **29** aufweist. Die Stange **27'** weist als Basis einen länglichen Vierkantkörper auf, von dessen vier länglichen Seiten sich jeweils eine Flanke mit einer Vielzahl von Ausnehmungen **29** fort erstreckt. Hierbei weist eine erste Flanke **37** die Flankenhöhe d_1 auf. Im Unterschied zu dieser Flankenhöhe d_1 weist die zweite Flanke **39** eine von der Flankenhöhe d_1 verschiedene Flankenhöhe d_2 auf. Eine dritte Flanke **41** weist die Flankenhöhe d_3 auf, während eine vierte Flanke **43** die Flankenhöhe d_4 aufweist. Die Flankenhöhen d_1 , d_2 , d_3 , d_4 sind jeweils voneinander verschieden. Die Stange **27'** ist derart mit den Speichen der Vorrichtung koppel-

bar, dass eine der vier Flanken **37**, **39**, **41**, **43** sich von der Rotationsachse X der Tragstruktur **7** abwendet, so dass nur diese Flanke in Eingriff mit den Bewehrungslitzen gebracht wird. Durch die unterschiedlichen Flankenhöhen sind auch mittels der in den vier verschiedenen Winkelstellungen positionierbaren Stangen **27'** unterschiedliche äußere Durchmesser bzw. Kreisumfänge für die aufzunehmenden Bewehrungslitzen vorgebbbar. Die Stange **27'** ermöglicht somit eine schnelle Justierung des Bewehrungskorb-Durchmessers in einem engen Bereich, ohne hierfür explizit Steuereingriffe der Antriebseinheit zur motorischen Längenverstellung der Speichen vornehmen zu müssen.

[0041] In **Fig. 7** ist in Bezug auf eine exemplarische Speiche **19'** ein weiteres Detail gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung abgebildet. Das Teleskopglied **19b** ist um eine bestimmte Länge aus dem Grundkörper **19a** der Speiche **19'** ausgefahren. Das Koppelglied **31'** erstreckt sich aus dem Teleskopglied **19b** heraus und ist in dem Punkt **28** mit der Stange **27** gekoppelt. Hierbei definiert die Aufnahme **28** einen radialen Abstand R_1 von der Achse X (nicht dargestellt). In dem in **Fig. 7** gezeigten Zustand befindet sich die Vorrichtung **1** in einer Stellung, in welcher die Aufnahme der Bewehrungslitzen erfolgen kann oder erfolgt bzw. bereits erfolgt ist. Dieser Zustand, in welchem die Stabilisierung der Bewehrungslitzen gewährleistet sein muss, ist R_1 konstant. Nach erfolgter Herstellung des Bewehrungskorbes, also nach Verknüpfen der kreisförmigen Bewehrungslitzen mit den zusätzlichen Versteifungselementen, wird die Vorrichtung **1** in einen Zustand gemäß **Fig. 8** überführt. In dem Zustand gemäß **Fig. 8** ist das Koppelglied **31'** nach oben verschwenkt. Die gleichen Bewegungen führen auch die übrigen, nicht dargestellten Koppelglieder in den anderen Ebenen der Vorrichtung aus. Hierdurch wird die Stange **27** sowohl nach oben (bezogen auf die Ausrichtung von **Fig. 8** in Richtung der Achse X, **Fig. 2**) bewegt und gleichzeitig in Richtung auf die Achse X zu nach innen versetzt. Der radiale Abstand, den die Aufnahme **28** nun zur Achse X einnimmt, beträgt R_1' , welcher kleiner ist als R_1 . Durch die Verschwenkbewegung der Koppelglieder lösen sich die Bewehrungslitzen aus den Aufnahmen **29**, und der hergestellte Bewehrungskorb kann nach oben aus der Vorrichtung **1** entnommen werden. Die Ausführung der Speichen mit schwenkbaren Koppelgliedern ist deswegen besonders vorteilhaft, weil ein schnelles Lösen der Bewehrungskörbe von der Vorrichtung **1** erfolgen kann, ohne hierzu die Länge der motorisch verstellten Speichen durch Steuerbefehle ändern zu müssen. Die Koppelglieder können mittels separater, rein mechanischer Aktuation aus der Stellung gemäß **Fig. 7** in die Stellung gemäß **Fig. 8** geschwenkt werden, während die Länge der Speichen unverändert bleibt.

[0042] In **Fig. 9** ist schließlich gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung eines der verschiedenen erfindungsgemäßen Antriebskonzepte vorgestellt. Gezeigt ist ein Blick von schräg oben auf die obere Ebene **11** der Vorrichtung **1**. Die Teleskopglieder **19b** der Speichen **19'** sind translatorisch innerhalb der Grundkörper **19a** verfahrbar. Zum Ausführen der Translationsbewegung ist in jeder Speiche eine dezentrale Antriebseinheit **49** angeordnet. In dem Beispiel gemäß **Fig. 9** ist die dezentrale Antriebseinheit **49** als Teleskopspindelantrieb **51** ausgebildet, mittels dessen Betätigung ein Schlitten **53** eine durch eine Längsnut geführte Translationsbewegung ausführt. Das Teleskopglied **19b** ist mit dem Schlitten **53** gekoppelt und wird infolge der Betätigung des Teleskopantriebs **51** motorisch aus- oder eingefahren. Zum seitlichen Abstützen und Aufnehmen von Lagerkräften sind an mehreren der Speichen links und rechts Stützstreben **45, 47** angeordnet.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**) zur Herstellung von Bewehrungskörben für Turmsegmente, insbesondere für Turmsegmente von Windenergieanlagen, mit
 - einer Tragstruktur (**7**), die um eine Achse X rotatorisch antreibbar ist,
 - einer Vielzahl von Stangen (**27, 27'**), die parallel oder konisch aufeinander zulaufend, relativ zu der Achse X ausgerichtet und entlang eines Umfangs vorzugsweise gleichmäßig um die Tragstruktur (**7**) herum verteilt sind, wobei
 - jede der Stangen mittels zwei oder mehr Speichen (**19**) mit der Tragstruktur verbunden ist, und an ihrer äußeren, von der Tragstruktur abgewandten Seite eine Vielzahl von Aussparungen (**29**) aufweist, welche zur Aufnahme von Bewehrungsmaterial eingerichtet sind,
 - jeweils eine Anzahl von Speichen entsprechend der Anzahl der Stangen in einer Ebene (**11, 13, 15**) senkrecht zu der Achse X angeordnet sind, und
 - die Speichen teleskopartig in ihrer Länge motorisch verstellbar sind.
2. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 1, wobei die Länge jeweils aller Speichen in einer Ebene synchron verstellbar ist.
3. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Länge der Speichen stufenlos verstellbar ist.
4. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer zentralen Antriebseinheit, oder einer zentralen Antriebseinheit für jede Ebene von Speichen, zum motorischen Verstellen der Speichen, an welche für jede Speiche ein Getriebe gekoppelt ist, welches von der Antriebseinheit synchron antreibbar ist.
5. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 4, wobei die Antriebseinheit eine Welle mit einem oder mehreren Zahnrädern aufweist, und die Getriebe der Speichen jeweils mittels Rollenketten an die Welle gekoppelt sind.
6. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 4, wobei die Antriebseinheit ein Hydraulikantrieb ist und jede Speiche einen hydraulisch betätigten, von dem Hydraulikantrieb mit Druck beaufschlagbaren Kolben zur Längenverstellung aufweist.
7. Vorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einem dezentralen Antriebssystem zur motorischen Längenverstellung, derart, dass jede Speiche eine eigene Antriebseinheit (**49**) aufweist.
8. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 7, wobei die jeweilige Antriebseinheit für alle Speichen in einer Ebene von einer elektronischen Steuereinheit synchron gesteuert wird.
9. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 7 oder 8, wobei jede Speiche einen Teleskopspindelantrieb (**51**), einen magnetischen Linearantrieb, oder einen Zahnstangenantrieb aufweist.
10. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektronische Steuereinheit dazu eingerichtet ist, die zentrale Antriebseinheit, oder die Antriebseinheit für jede Ebene von Speichen, oder jede der dezentralen Antriebseinheiten derart anzusteuern, dass jede Ebene von Speichen einen vorbestimmten Kreisdurchmesser am äußeren Ende der Speichen definiert.
11. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Stangen durch Entkoppeln von allen bis auf jeweils eine Speiche aus ihrer im Bezug auf die Tragstruktur parallelen Lage in eine angewinkelte Lage klappbar sind.
12. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Stangen mittels jeweils eines Koppelglieds (**31', 31''**) an den Speichen befestigt sind, wobei die Koppelglieder zum Verschwenken der Stangen in Richtung der Achse X und simultan zur Verringerung des Umfangs eingerichtet sind, entlang dessen die Stangen angeordnet sind.
13. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 12, wobei pro Ebene der Speichen zwei oder mehr, vorzugsweise alle, Koppelglieder motorisch zur Ausführung der Verschwenkbewegung antreibbar sind.
14. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 12 oder 13, wobei pro Stange mindestens ein Koppelglied mittels eines Sperrkörpers (**33**) blockierbar ist, wobei der Sperrkörper wahlweise in eine Sperrposition oder ei-

ne Freigabeposition bewegbar ist, vorzugsweise mittels Verschwenken.

15. Vorrichtung (1) nach Anspruch 14, wobei der Sperrkörper dazu eingerichtet ist, sich in der Sperrposition bogenförmig um das Koppelglied (31') herum zu erstrecken und einen Spalt zwischen Speiche (19') und Stange (27) zu verschließen.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

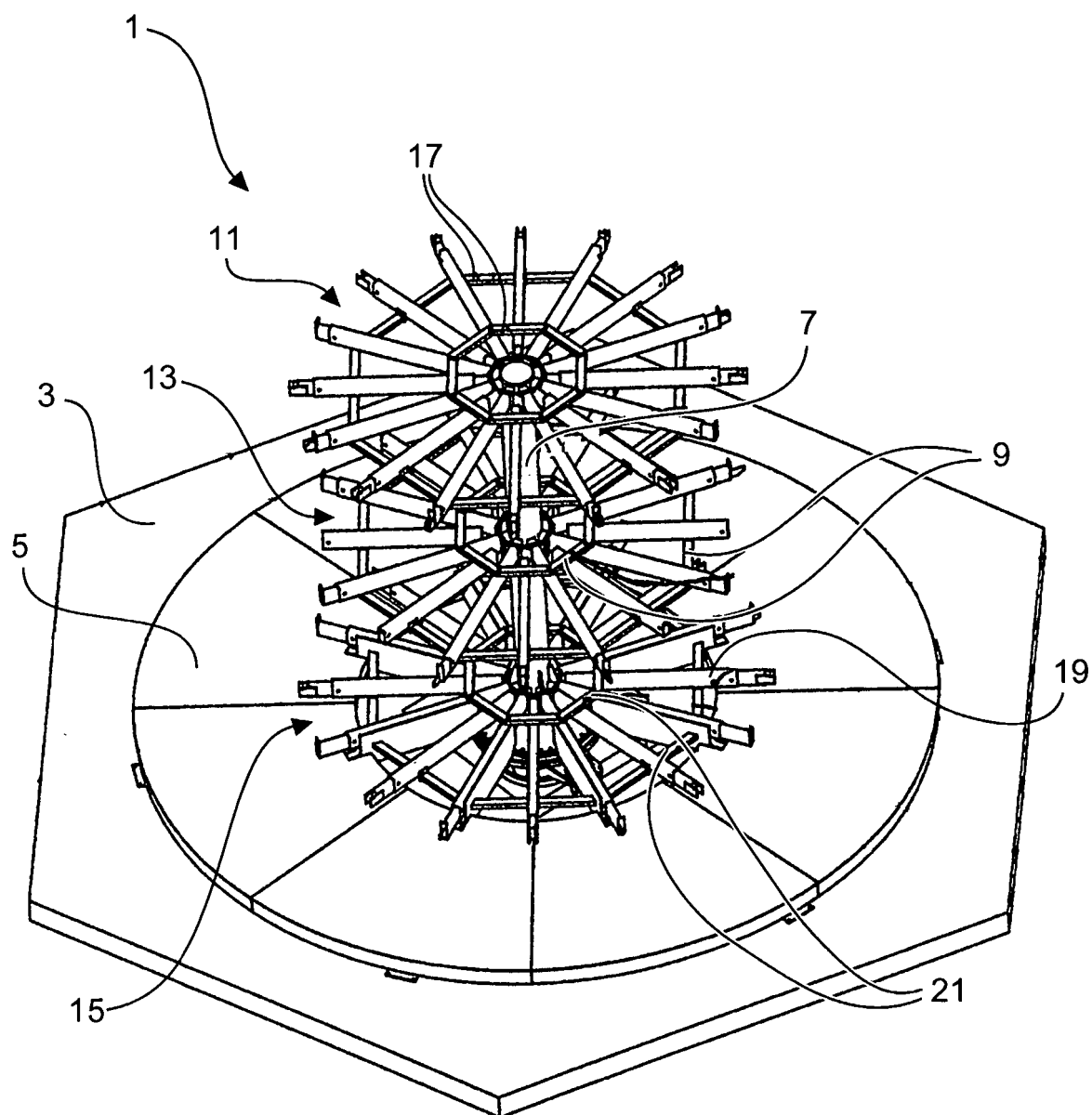


Fig. 1

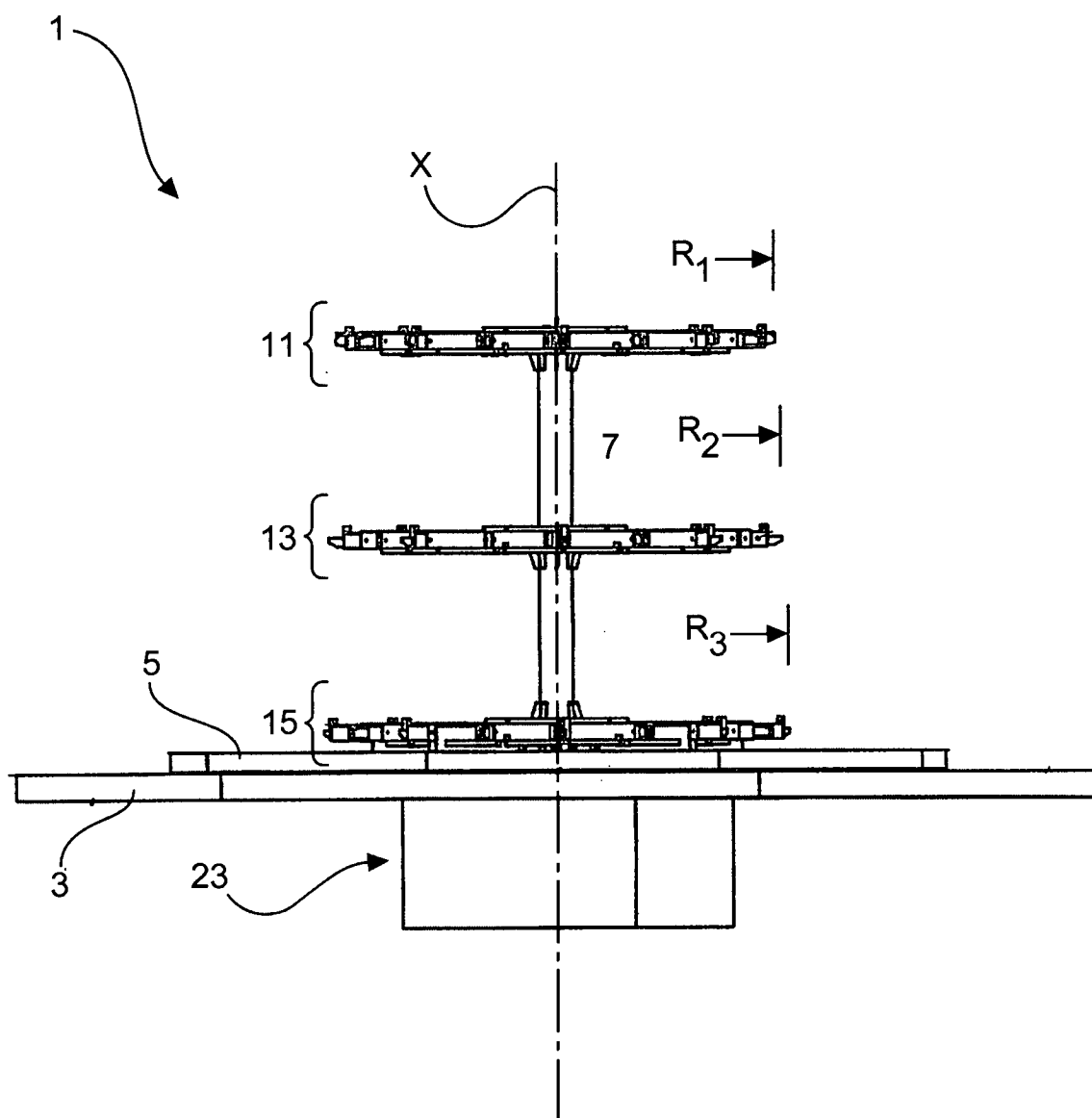


Fig. 2

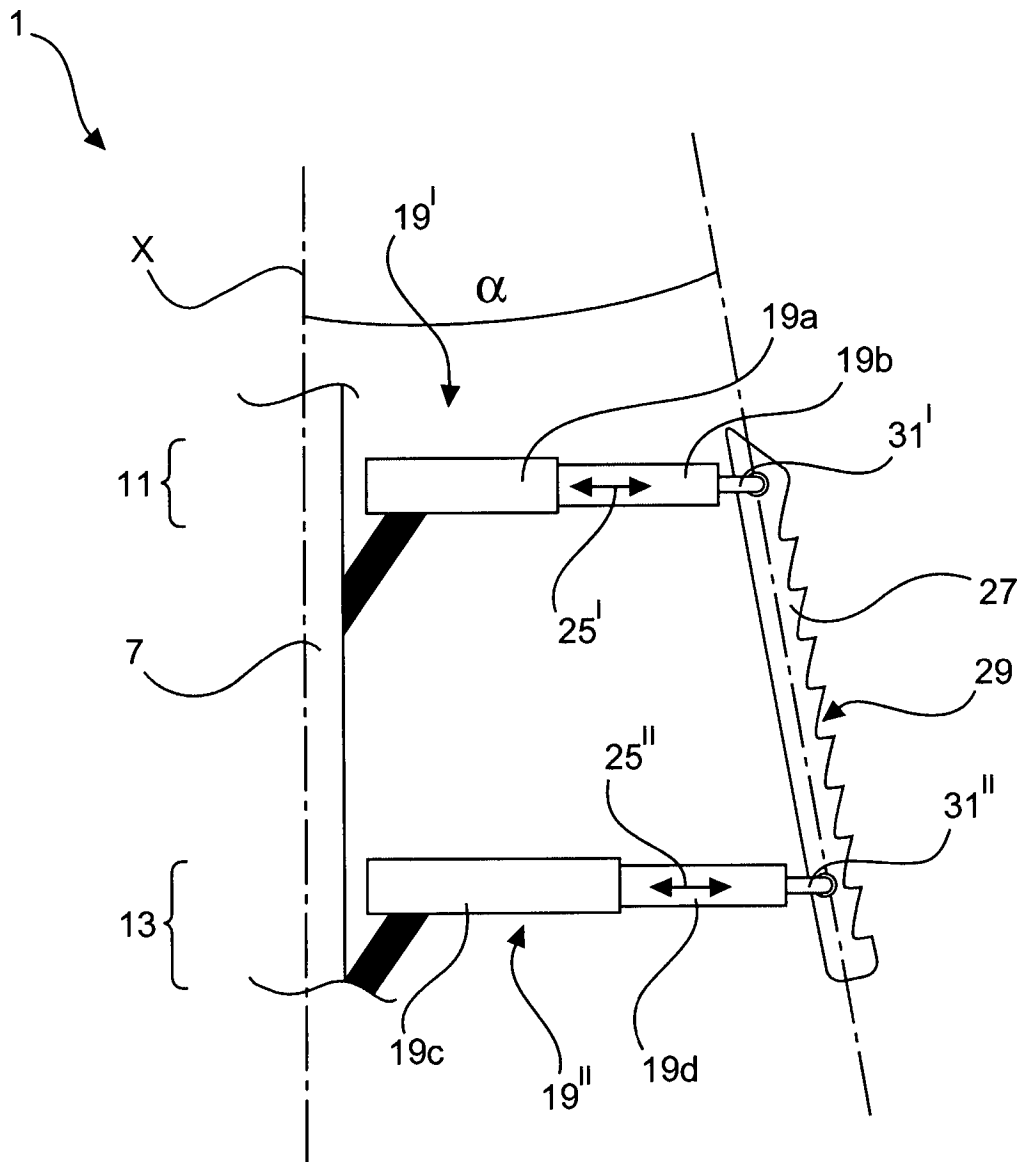


Fig. 3

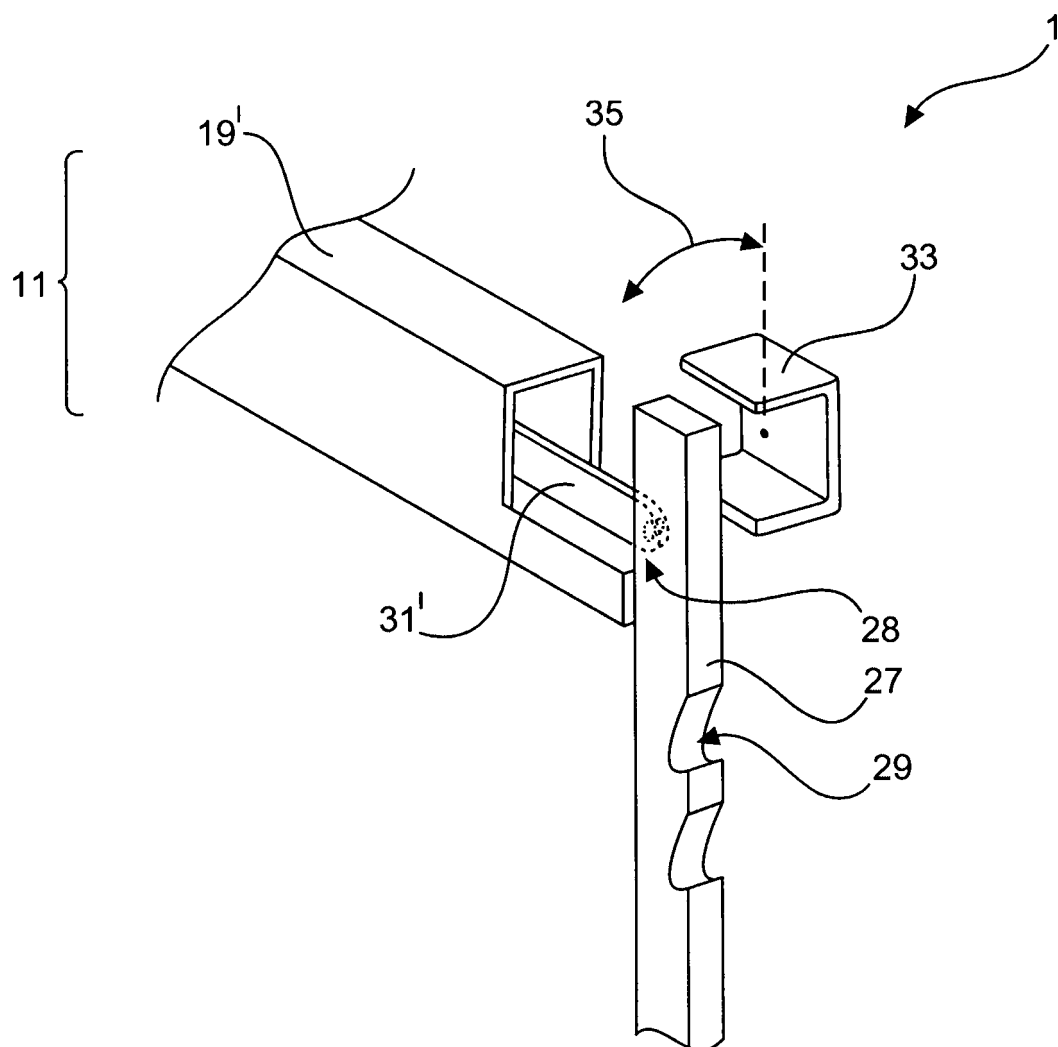


Fig. 4

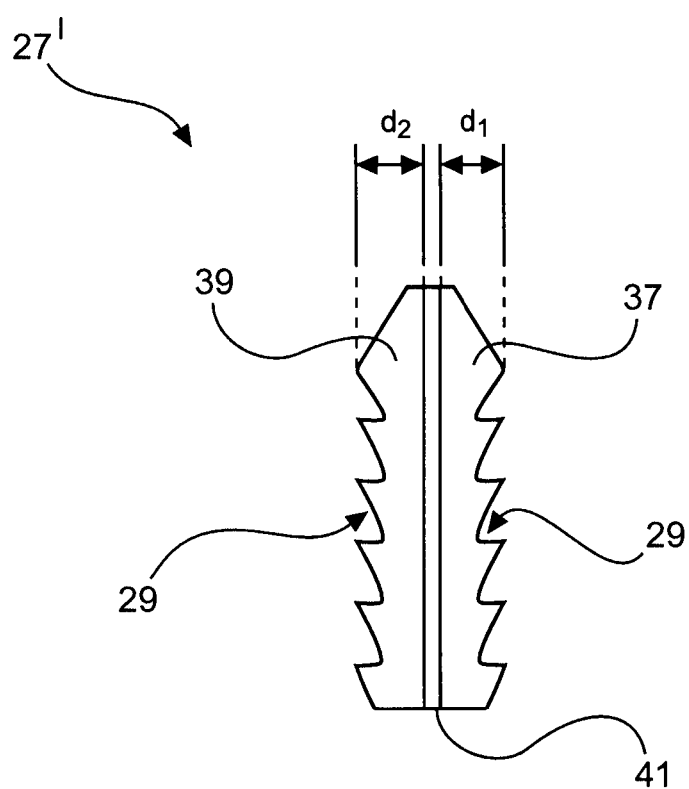


Fig. 5

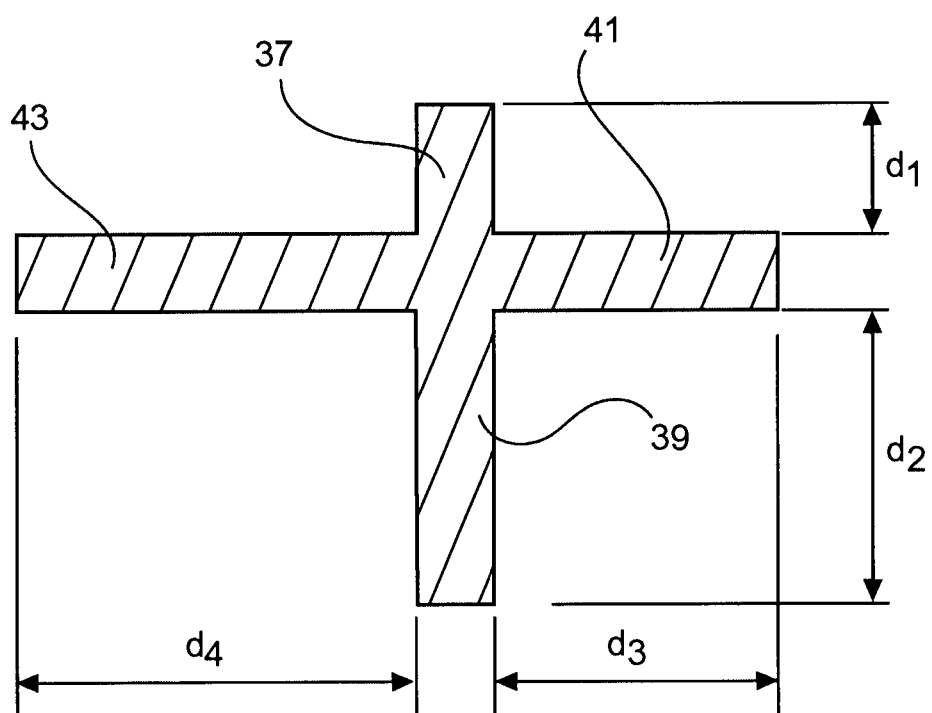
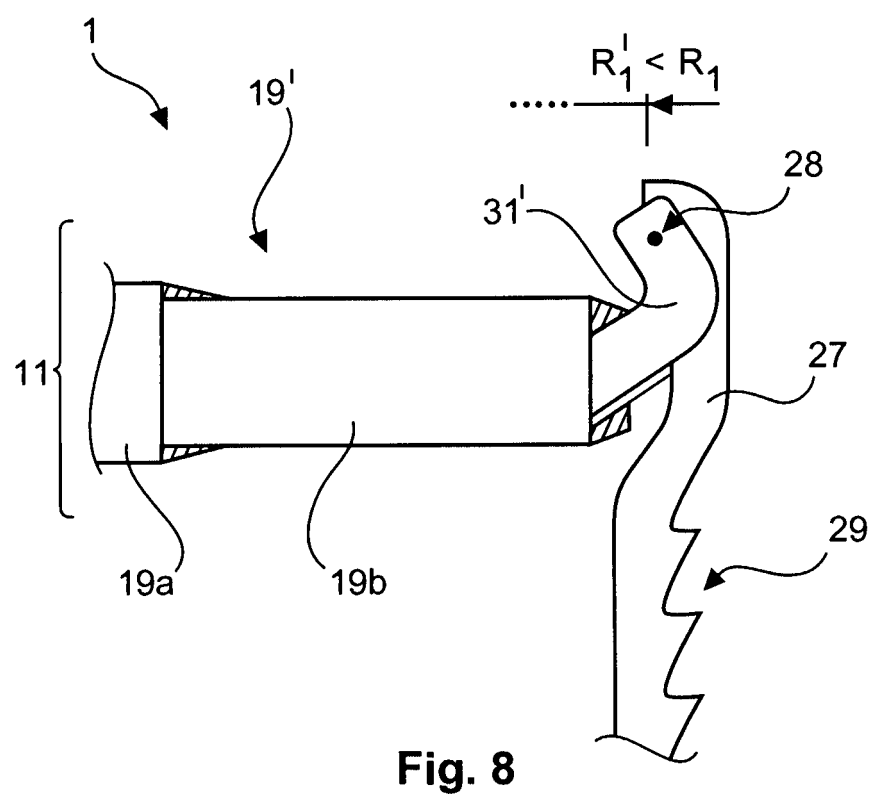
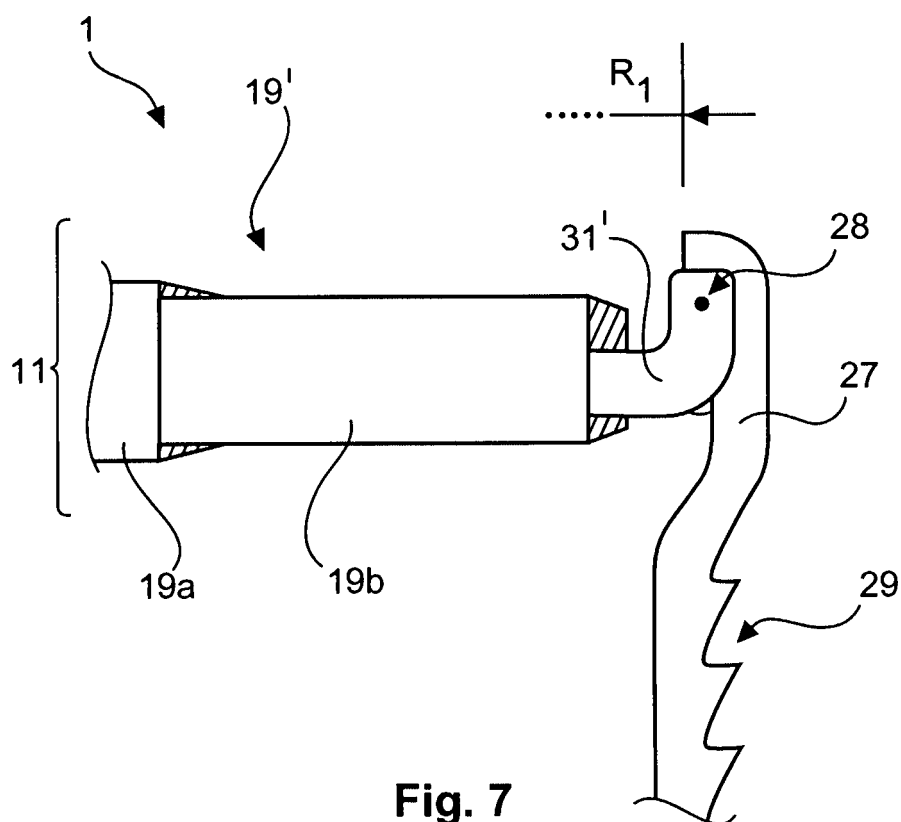


Fig. 6



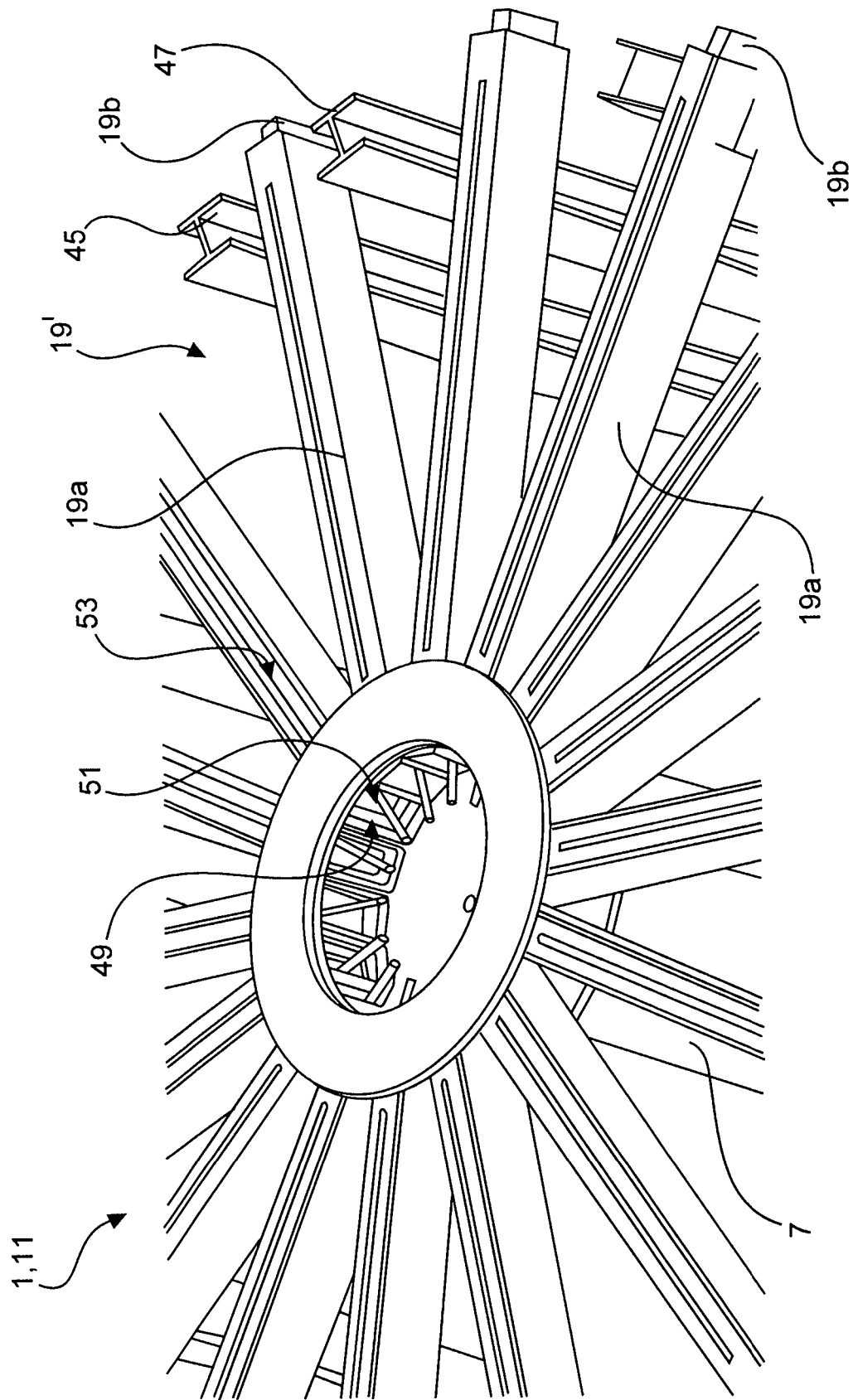


Fig. 9