

(19)



(11)

EP 3 115 514 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.01.2017 Patentblatt 2017/02

(51) Int Cl.:
E02D 27/42^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16178185.1**

(22) Anmeldetag: **06.07.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Europoles GmbH & Co. KG**
92318 Neumarkt (DE)

(72) Erfinder:
• **Die Erfinder haben auf ihre Nennung verzichtet.**

(74) Vertreter: **Dr. Gassner & Partner mbB**
Marie-Curie-Str. 1
91052 Erlangen (DE)

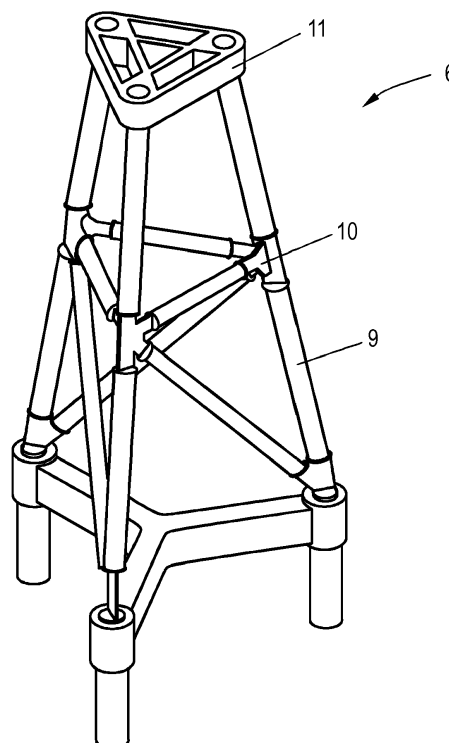
(30) Priorität: **10.07.2015 DE 102015111225**

(54) **TRAGWERK**

(57) Die Erfindung betrifft ein Tragwerk (6), mit mehreren Stielen, die an Knoten (10, 13, 17, 20) miteinander verbunden sind, wobei die Stiele als im Schleuderver-

fahren hergestellte, einen Hohlquerschnitt aufweisende und mit einer Spannbewehrung versehene Betonstiele (9, 16) ausgebildet sind.

FIG. 2



EP 3 115 514 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Tragwerk, mit mehreren Stielen, die an Knoten miteinander verbunden sind.

[0002] Tragwerke dieser Art werden beispielsweise als Fundament und Gründungsstruktur für Offshore-Windkraftanlagen eingesetzt. Herkömmliche Tragwerke können zum Beispiel als Jackets ausgebildet sein. Dabei handelt es sich um eine fachwerkartige Konstruktion mit in den Meeresboden gerammten Fundamentpfählen. Die Fachwerkstruktur derartiger Jackets besteht aus Stahl. Derzeit verfügbare Offshore-Windkraftanlagen weisen Nennleistungen von mehr als 5 MW sowie einen Rotordurchmesser in der Größenordnung von 150 m auf. Dementsprechend nimmt auch die Größe der als Fundament oder Gründung benötigten Tragwerke zu. Bei herkömmlichen, geschweißten Stahlkonstruktionen fallen beträchtliche Kosten für die Herstellung der Schweißverbindungen an, auch der damit verbundene Energieverbrauch ist beträchtlich. Zudem erfordern Stahlkonstruktionen, die permanent mit Seewasser in Kontakt sind, aufwändige Korrosionsschutzmaßnahmen, wodurch Metalle wie Zink oder Aluminium in die Umwelt freigesetzt werden können.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Tragwerk anzugeben, das kostengünstiger hergestellt werden kann.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Tragwerk der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Stiele als im Schleuderverfahren hergestellte, einen Hohlquerschnitt aufweisende und mit einer Spannbewehrung versehene Betonstiele ausgebildet sind.

[0005] Die Erfindung beruht auf der Idee, ein herkömmliches, als Stahlfachwerk ausgebildetes Tragwerk durch ein aus Betonstielen hergestelltes Tragwerk zu ersetzen. Betonstiele können im Schleuderverfahren mit hoher Genauigkeit vorgefertigt und anschließend mittels vorgefertigter Knoten zu dem Tragwerk vormontiert werden, das anschließend an die gewünschte Position im Meer geschleppt wird. Im Vergleich zu einer herkömmlichen Schweißkonstruktion lassen sich auf diese Weise beträchtliche Kosteneinsparungen erzielen.

[0006] Der Hohlquerschnitt eines Betonstiels kann beispielsweise rohrförmig, rechteckig oder als Hohlkastenquerschnitt ausgebildet sein. Zur Herstellung der Betonstiele kann herkömmlicher Beton oder alternativ UHPC-Beton (ultra high performance concrete, Hochleistungsbeton) eingesetzt werden.

[0007] Mit besonderem Vorteil kann es bei dem erfindungsgemäßen Tragwerk vorgesehen sein, dass ein Knoten zumindest teilweise aus Beton besteht. Dementsprechend können vergleichsweise teure Knotenkonstruktionen aus Stahl, insbesondere solche Knotenkonstruktionen, die eine Vielzahl von Schweißverbindungen umfassen, entfallen. Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Herstellung der Knoten aus Beton können die Betonstiele präzise miteinander verbunden werden.

[0008] Eine erste Variante des erfindungsgemäßen Tragwerks sieht vor, dass ein Knoten als im Stahlgussverfahren ausgebildeter Hohlkörper ausgebildet ist, der Öffnungen für Endabschnitte der Betonstiele aufweist und der nach der Montage der Betonstiele mit Beton oder einem Mörtel vergossen ist. Der Knoten weist dabei mehrere Röhren auf, in die die Endabschnitte der Betonstiele eingesetzt werden können. Der Knoten und die Endabschnitte der Betonstiele werden kraft- und/oder formschlüssig miteinander verbunden, beispielsweise verklebt und/oder verschraubt. Anschließend wird der Innenraum des als Hohlkörper ausgebildeten Knotens mit dem Beton oder Mörtel verfüllt.

[0009] Gemäß einer zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Tragwerks kann es vorgesehen sein, dass ein Knoten aus Beton hergestellt ist und Öffnungen für Spannlitzen oder Spannstäbe der Spannbewehrung aufweist. Ein derartiger Knoten kann beispielsweise in einer Form oder mittels einer Schalung hergestellt sein, wobei Durchgangsöffnungen für Spannlitzen der Spannbewehrung vorgesehen werden. Nach der Herstellung des Knotens erfolgt die Montage der Betonstiele, daraufhin werden die Spannlitzen oder die Spannstäbe mittels entsprechender Spannvorrichtungen gespannt, um eine Vorspannung in den Betonstielen zu erzeugen. Im ausgehärteten Zustand stützen sich die Spannlitzen oder die Spannstäbe an dem aus Beton hergestellten Knoten ab, wodurch der Knoten vorgespannt wird.

[0010] Gemäß einer weiteren Alternative des erfindungsgemäßen Tragwerks kann es vorgesehen sein, dass ein Knoten eine mit Beton ummantelte Stahlplatte mit Verstärkungsblechen umfasst. Ein derartiger Knoten umfasst somit die vergleichsweise einfach herzustellende Stahlplatte, auf der Verstärkungsbleche angebracht sind. Die Verstärkungsbleche erstrecken sich vorzugsweise in Längsrichtung der Betonstiele senkrecht zur Stahlplatte. Die Befestigung dieses als Stahlplatte ausgebildeten Knotens mit den Betonstielen kann über verschraubte Flansche erfolgen, die sowohl an dem Knoten als auch an den Endabschnitten der Betonstiele vorgesehen sind.

[0011] Mit besonderem Vorteil kann es bei dem erfindungsgemäßen Tragwerk vorgesehen sein, dass es als Fundament für eine Offshore-Windkraftanlage ausgebildet ist. Vorzugsweise weist es im Meeresboden verankerte Pfähle auf, die durch eine aus Beton hergestellte Schablone miteinander verbunden sind. Die Schablone umgibt die Pfähle außenseitig, vorzugsweise ist die Schablone des erfindungsgemäßen Tragwerks sternförmig ausgebildet. Die Schablone kann als Rüttelteil ausgebildet sein, d.h. der flüssige Beton wird in eine Schale eingerüttelt.

[0012] In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Tragwerks kann es vorgesehen sein, dass es an seiner Oberseite ein aus Beton hergestelltes, Aussparungen aufweisendes Übergangselement mit einer Auflagefläche für den Mast einer Offshore-Windkraftanlage aufweist. Das Übergangselement kann einen rechtecki-

gen Querschnitt besitzen und/oder als Trägerrost ausgebildet sein. Der Trägerrost ist bevorzugt als Rüttelteil ausgebildet.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Die Zeichnungen sind schematische Darstellungen und zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Offshore-Windkraftanlage;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Tragwerks;
- Fig. 3 eine Seitenansicht des Tragwerks von Fig. 2;
- Fig. 4 eine Draufsicht einer Schablone für ein Tragwerk;
- Fig. 5 eine geschnittene Ansicht der in Fig. 4 gezeigten Schablone;
- Fig. 6 eine Draufsicht eines Übergangselements für ein Tragwerk;
- Fig. 7 eine geschnittene Ansicht eines Knotens eines erfindungsgemäßen Tragwerks;
- Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Knotens eines erfindungsgemäßen Tragwerks in einer geschnittenen Ansicht;
- Fig. 9 eine geschnittene Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Knotens eines erfindungsgemäßen Tragwerks;
- Fig. 10 einen Schnitt entlang der Linie X-X von Fig. 9; und
- Fig. 11 eine abgewandelte Ausführung des in Fig. 9 gezeigten Knotens in einer geschnittenen Ansicht.

[0014] Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht einer Offshore-Windkraftanlage 1, umfassend einen Mast 2, auf dem eine Rotorgondel 3 angebracht ist, die eine Rotorblätter 4 aufweisende Nabe 5 umfasst. Die Offshore-Windkraftanlage 1 ist auf einem Tragwerk 6 angeordnet, das aufgrund seiner Bauweise auch als Jacket bezeichnet wird. Das Tragwerk 6 bildet ein Fundament für die Offshore-Windkraftanlage 1 und umfasst drei Pfähle 7, die in den Meeresboden gerammt sind und durch eine Schablone 8 miteinander verbunden sind.

[0015] Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht des Tragwerks 6, Fig. 3 ist eine Seitenansicht. Das Tragwerk 6 umfasst mehrere Betonstiele 9, die mittels Knoten 10 miteinander verbunden sind. Die sternförmige Schablone 8 weist drei Befestigungspunkte für Knoten auf, von denen sich jeweils zwei Betonstiele 9 zu einem Knoten erstrecken. Insgesamt weist das Tragwerk 6 drei derartige Knoten 10 auf. Von einem Knoten 10 erstreckt sich jeweils ein Betonstiel 9 zu dem Übergangselement 11, das eine dreieckige Grundform und Aussparungen 12 aufweist.

[0016] Fig. 4 ist eine Draufsicht der Schablone 8, Fig. 5 ist eine geschnittene Ansicht der Schablone 8 entlang der Linie V-V von Fig. 4. Fig. 5 zeigt, dass die Schablone

8, die aus Stahlbeton hergestellt ist, einen rechteckigen Querschnitt aufweist.

[0017] Fig. 6 ist eine Draufsicht des Übergangselements 11, das wie die Schablone 8 in Stahlbetonbauweise hergestellt ist und das obere Ende des Tragwerks 6 bildet. Auf der Oberseite des Übergangselements 11 ist eine Auflagefläche für den Mast 2 der Offshore-Windkraftanlage 1 gebildet. Das Übergangselement 11 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Trägerrost ausgebildet, dessen Abschnitte einen rechteckigen Querschnitt aufweisen.

[0018] Fig. 7 ist eine geschnittene Ansicht und zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Knotens 13 des Tragwerks 6 in einer geschnittenen Ansicht. Der Knoten 13 ist als Öffnungen aufweisender Hohlkörper ausgebildet, der im Stahlgussverfahren hergestellt ist. Er weist insgesamt vier rohrförmige Abschnitte auf, die jeweils eine Öffnung 14 aufweisen, in die ein Endabschnitt 15 eines Betonstiels 16 einsetzbar ist.

[0019] Nach der Montage der mehreren Betonstiele 16 wird der Hohlraum im Inneren des Knotens 13 mit Beton verfüllt.

[0020] Fig. 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Knotens 17, der aus Beton hergestellt ist. Dazu werden mehrere Betonstiele 16, die in dem Knoten 17 münden, zueinander ausgerichtet und positioniert. Die Endabschnitte 15 der einzelnen Betonstiele 16 werden dann mit einer Form umgeben, die als Schalung dient und die äußeren Flächen des herzustellenden Knotens 17 definiert. Für später zu montierende Spannlitzen werden Rohre oder dergleichen verwendet, die entsprechende Kanäle zum Einziehen der Spannlitzen bilden. Anschließend wird die Form mit Beton vergossen. Nach dem Erhärten wird die Form entfernt und es werden Spannlitzen 18 in die Betonstiele 16 eingezogen, und verspannt. In Fig. 8 erkennt man, dass die Spannlitzen 18 sich an dem aus Beton hergestellten Knoten 17 abstützen. Die Endabschnitte der Spannlitzen 18 sind mit einem Außengewinde versehen, auf das jeweils eine Mutter 19 geschraubt ist. Die entgegengesetzten Enden der Spannlitzen 18 sind am entgegengesetzten Ende der jeweiligen Betonstiele 16 verankert. Das Vorsehen der Kanäle für die Spannlitzen 18 ermöglicht eine spätere Kontrolle der Vorspannung sowie einen Austausch einzelner Spannlitzen. Anstelle der Spannlitzen können auch Spannstäbe verwendet werden.

[0021] Die Figuren 9, 10 und 11 zeigen weitere Ausführungsbeispiele eines Knotens 20, wobei Fig. 9 eine Seitenansicht und Fig. 10 einen Schnitt entlang der Linie X-X zeigt. Der Knoten 20 umfasst eine Stahlplatte 21, die mehrere Verstärkungsbleche 22 aufweist, die in Längsrichtung der zu verbindenden Betonstiele 16 angeordnet sind. Die Verstärkungsbleche 22 sind auf beiden Seiten der Stahlplatte 21 angeordnet, wie in Fig. 10 zu sehen ist. In einem Punkt 23 laufen die Verstärkungsbleche 22 zusammen. An denjenigen Seiten des Knotens 20, an denen ein Betonstiel 16 angebracht ist, weist der Knoten 20 jeweils einen Flansch 24 auf. Die Betonstiele

16 weisen an ihrem äußeren Ende einen entsprechenden Flansch 25 auf, sodass der Knoten 20 mit den Betonstählen 16 über die Flansche 24, 25 verschraubt werden kann.

[0022] Fig. 11 zeigt eine Variante des Knotens 20, bei der die Stahlplatte 21 und die Verstärkungsbleche 22 mit Beton 26 vergossen sind, sodass sich eine zylinderförmige Außenkontur ergibt.

Patentansprüche

1. Tragwerk (6), mit mehreren Stielen, die an Knoten (10, 13, 17, 20) miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stiele als im Schleuderverfahren hergestellte, einen Hohlquerschnitt aufweisende und mit einer Spannbewehrung versehene Betonstiele (9, 16) ausgebildet sind. 5
2. Tragwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Knoten (10, 13, 17, 20) zumindest teilweise aus Beton besteht. 10
3. Tragwerk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Knoten (13) als im Stahlgussverfahren hergestellter Hohlkörper ausgebildet ist, der Öffnungen (14) für Endabschnitte (15) der Betonstiele (16) aufweist und der nach der Montage der Betonstiele (16) mit Beton und/oder Mörtel vergossen ist. 15
4. Tragwerk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Knoten (17) aus Beton hergestellt ist und Öffnungen für Spannlitzen (18) und/oder Spannstäbe der Spannbewehrung aufweist. 20
5. Tragwerk nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannlitzen (18) und/oder die Spannstäbe an dem aus Beton hergestellten Knoten (17) abgestützt sind. 25
6. Tragwerk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Knoten (20) eine Stahlplatte (21) mit Verstärkungsblechen (22) umfasst, die optional mit Beton umhüllt ist. 30
7. Tragwerk nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungsbleche (22) in Längsrichtung der Betonstiele (16) senkrecht zur Stahlplatte (21) angeordnet sind. 35
8. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es als Fundament für eine Offshore-Windkraftanlage (1) ausgebildet ist und vorzugsweise im Meeresboden verankerbare oder verankerte Pfähle (7) aufweist, die durch eine aus Beton hergestellte Schablone (8) mit-

einander verbunden sind.

9. Tragwerk nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schablone (8) sternförmig oder dreieckförmig ausgebildet ist. 40
10. Tragwerk nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es an seiner Oberseite ein aus Beton hergestelltes, Aussparungen (12) aufweisendes Übergangselement (11) mit einer Auflagefläche für einen Mast (2) einer Offshore-Windkraftanlage (1) aufweist. 45

FIG. 1

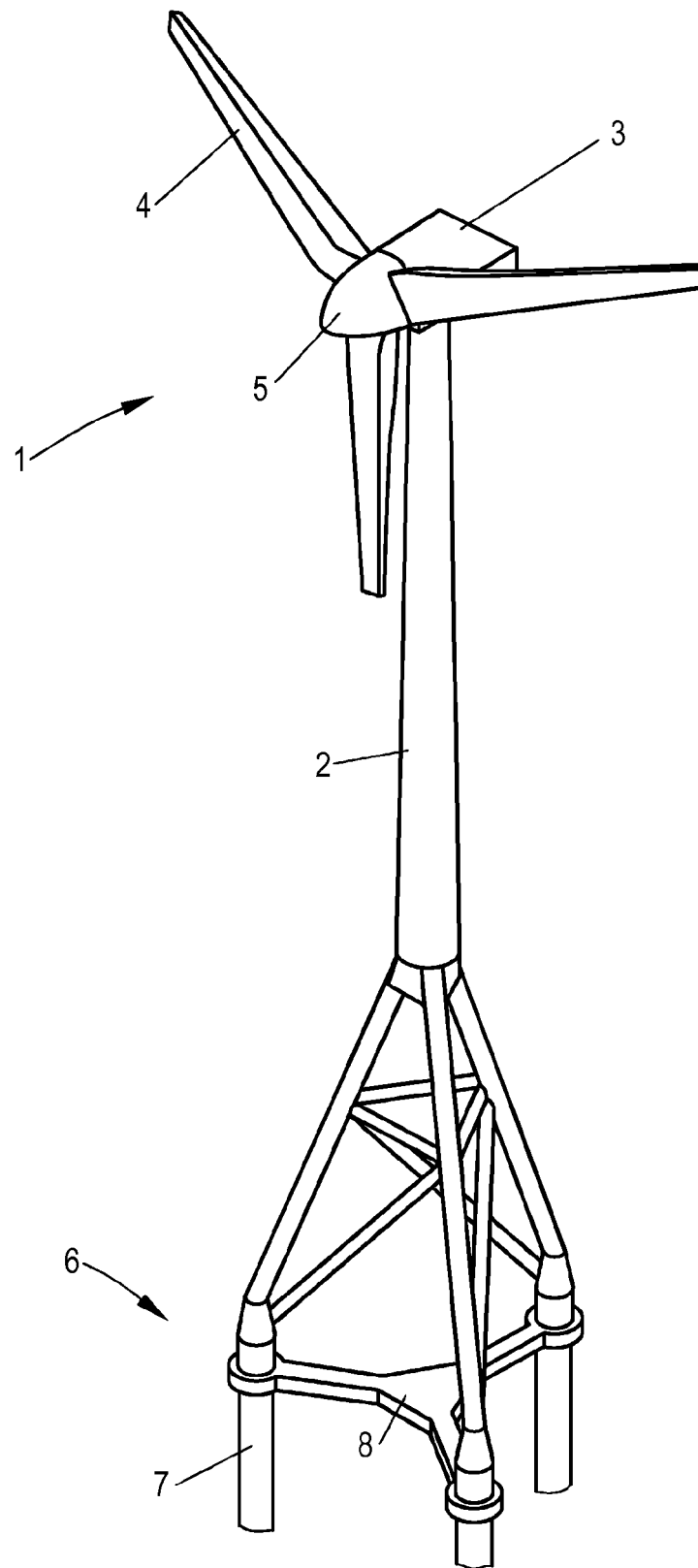


FIG. 2

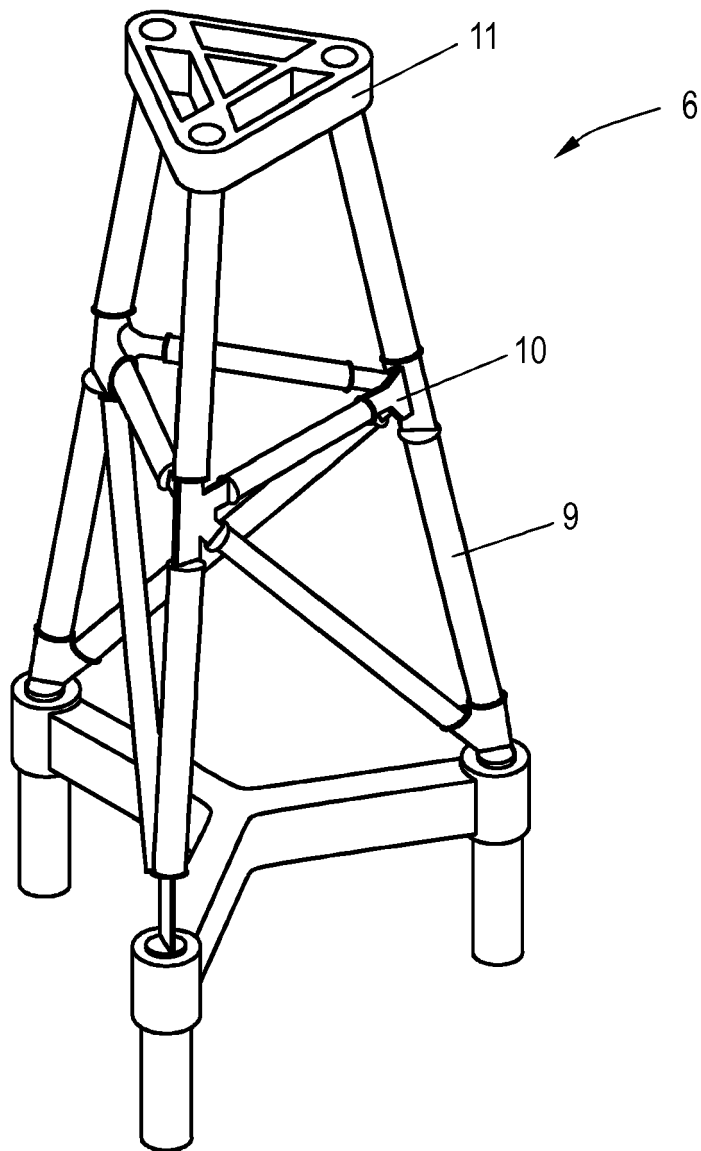


FIG. 3

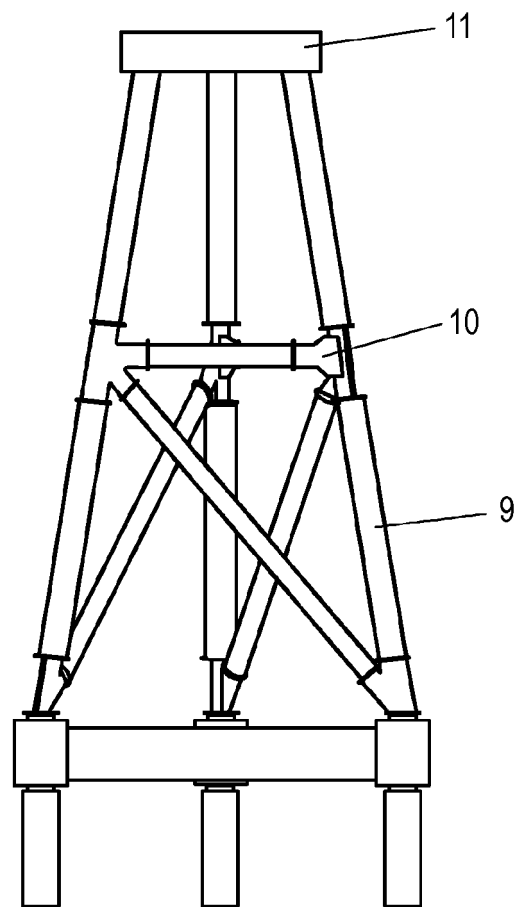


FIG. 4

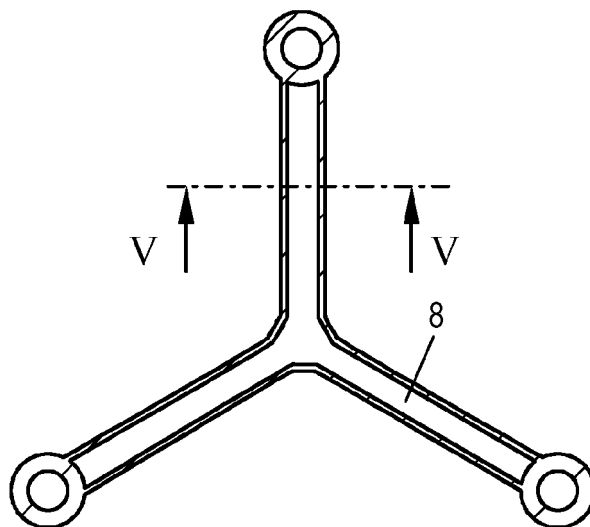


FIG. 5

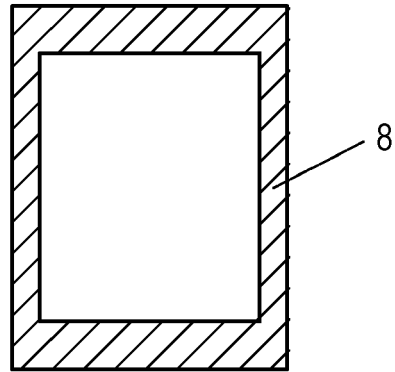


FIG. 6

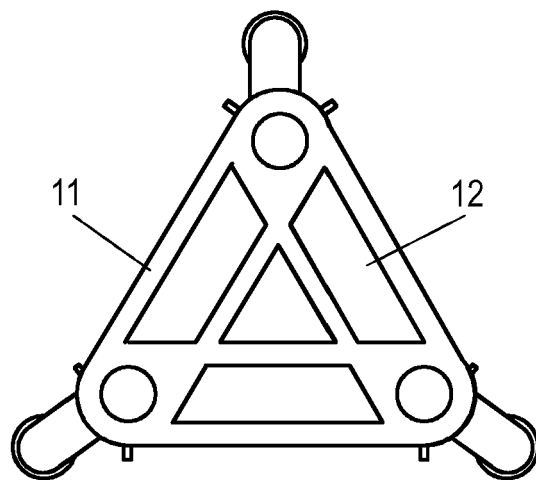


FIG. 7

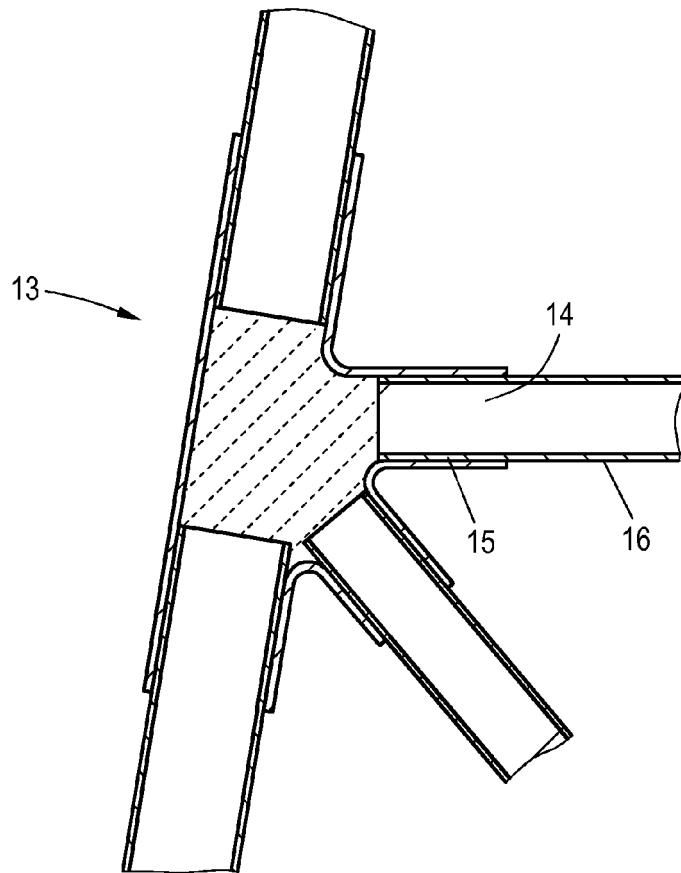


FIG. 8

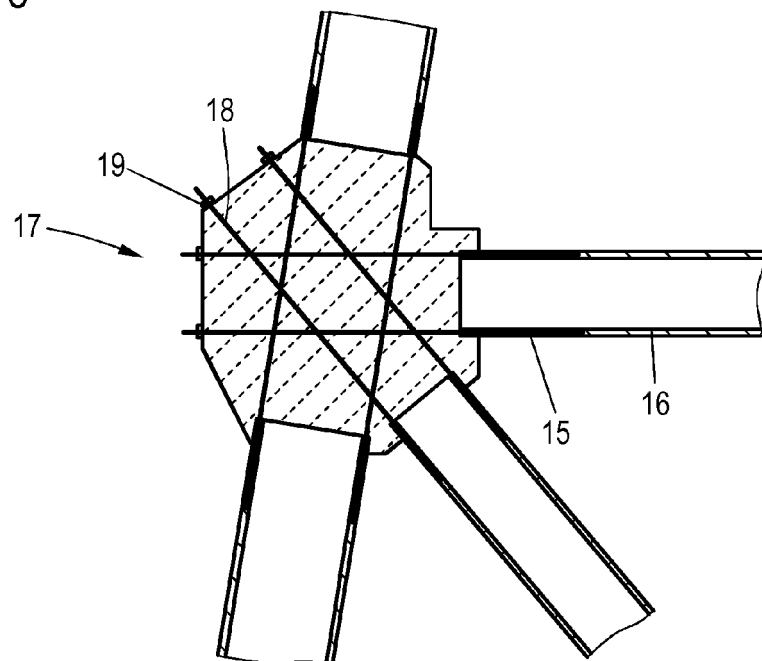


FIG. 9

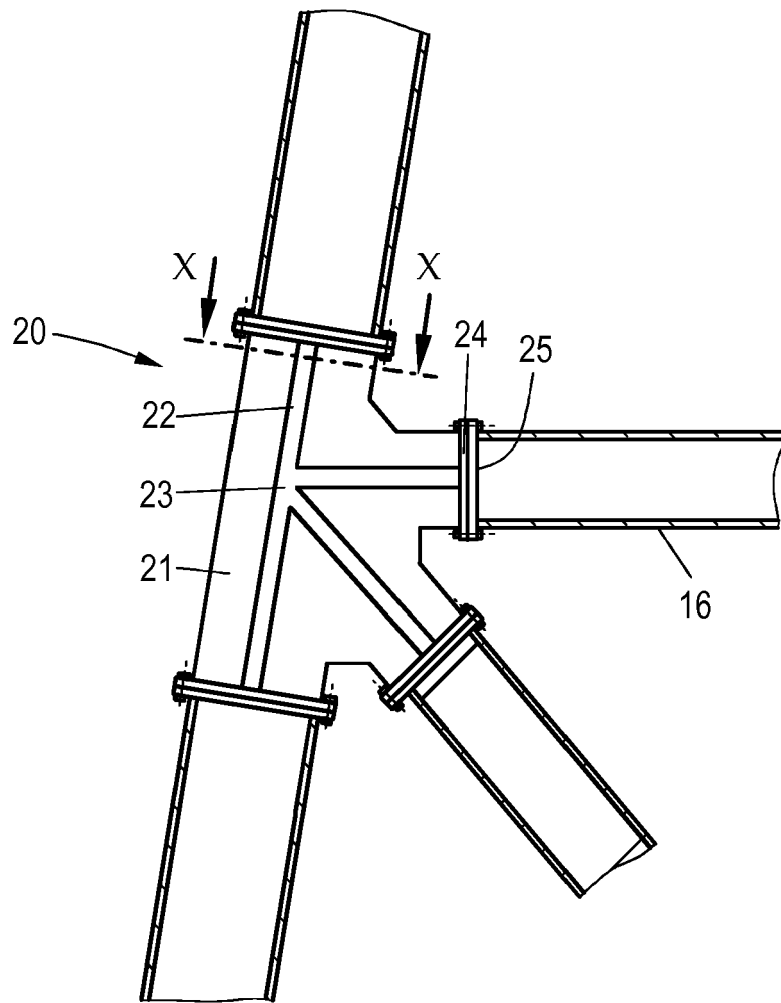


FIG. 10

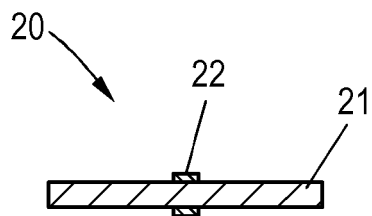
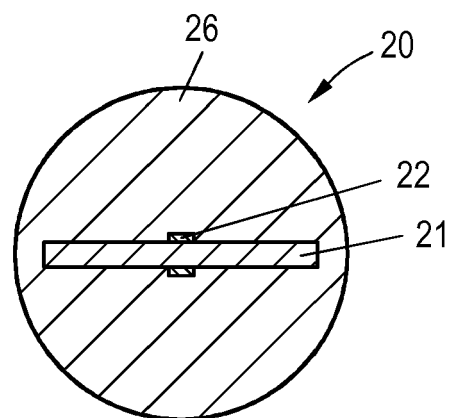


FIG. 11





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 17 8185

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2004 044320 A1 (OEHME HERMANN R [DE]) 30. März 2006 (2006-03-30) * das ganze Dokument * -----	1-10	INV. E02D27/42
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. November 2016	Prüfer Geiger, Harald
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 17 8185

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-11-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102004044320 A1	30-03-2006	KEINE	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82