

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/167101 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/DE2013/000045
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
19. Januar 2013 (19.01.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2012 010 205.4 10. Mai 2012 (10.05.2012) DE
- (71) **Anmelder:** STIFTUNG ALFRED-WEGENER-
INSTITUT FÜR POLAR- UND
MEERESFORSCHUNG [DE/DE]; Am Handelshafen 12,
27570 Bremerhaven (DE).
- (72) **Erfinder:** JURKOJC, Piotr; Infanterieweg 19, 26129
Oldenburg (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) **Title:** STAND STRUCTURE

(54) **Bezeichnung :** STANDSTRUKTUR

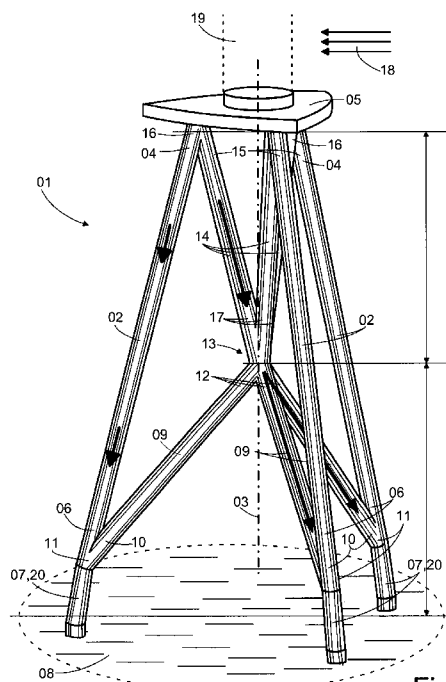


Fig.1

(57) **Abstract:** The invention relates to a stand structure of the generic type, for example for offshore wind power installations, comprising legs arranged evenly around a vertical central axis and lower radial struts, which extend between the lower ends of the legs and the vertical central axis, where said struts meet at a common connection. In order to improve the stability of the stand structure (01), further radial struts (14) are provided according to the invention, which likewise meet at the common connection (13) and extend between said connection and the upper ends (04) of the legs (02). Additional lower radial struts (14, 09) are therefore connected to one another at the common connection (13) on the vertical central axis (03). In this manner applied forces (18) are optimally distributed to all legs (02), in particular the legs (02) on the side where the force (18) is applied are also loaded and the opposite legs (02) are no longer overloaded. Legs (02) and radial struts (14, 09) can preferably consist of simple steel tubes (29) or steel profiles (25) that are non-detachably (26, 30) or detachably (28, 31) connected to one another. The connections (11, 16) between legs (02) and radial struts (14, 09) and also the common connection (13) can be adapted to different loading conditions due to variations in location (36, 37).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/167101 A2



Bei der gattungsgemäßen Standstruktur, beispielsweise zur Offshore-Gründung von Windenergieanlagen, sind gleichmäßig um eine vertikale Mittelachse herum angeordnete Standbeine und untere Radialstreben vorgesehen, die zwischen den unteren Enden der Standbeine und der vertikalen Mittelachse verlaufen und sich dort in einer gemeinsamen Verbindung treffen. Zur weiteren Verbesserung der Stabilität der Standstruktur (01) sind erfindungsgemäß noch weitere Radialstreben (14) vorgesehen, die sich ebenfalls in der gemeinsamen Verbindung (13) treffen und zwischen dieser und den oberen Enden (04) der Standbeine (02) verlaufen. Somit sind weitere und untere Radialstreben (14, 09) in der gemeinsamen Verbindung (13) auf der vertikalen Mittelachse (03) miteinander verbunden. Dadurch werden angreifende Kräfte (18) optimal auf alle Standbeine (02) verteilt, insbesondere werden auch die Standbeine (02) auf der Seite der angreifenden Kraft (18) belastet und die gegenüberliegenden Standbeine (02) nicht mehr überbelastet. Standbeine (02) und Radialstreben (14, 09) können bevorzugt aus einfachen Stahlrohren (29) oder -profilen (25) bestehen, die unlösbar (26, 30) oder lösbar (28, 31) miteinander verbunden sind. Eine Anpassung an unterschiedliche Lastfälle durch Ortsvariationen (36, 37) der Anbindungen (11, 16) zwischen Standbeinen (02) und Radialstreben (14, 09) sowie der gemeinsamen Anbindung (13) kann vorgenommen werden.

5

Bezeichnung

Standstruktur

10

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Standstruktur mit zumindest drei, um eine vertikale Mittelachse herum gleichmäßig angeordneten Standbeinen, die an ihren oberen Enden mit einem Auflagerelement zum Tragen einer Konstruktion, beispielsweise einer Windenergieanlage, und an ihren unteren Enden mit Fußelementen zur Verbindung mit einem Untergrund verbunden sind, und mit unteren Radialstreben, die mit ihren äußeren Enden in unteren Verbindungen mit den Standbeinen und mit ihren inneren Enden in einer gemeinsamen Verbindung auf der vertikalen Mittelachse mit den anderen unteren Radialstreben verbunden sind, wobei die unteren Verbindungen der unteren Radialstreben mit den Standbeinen bezüglich der vertikalen Mittelachse unterhalb der gemeinsamen Verbindung der unteren Radialstreben miteinander liegen, sowie mit weiteren Radialstreben.

25

Standstrukturen, in Fachwerk-Ausführung auch als Gittermasten, räumliches Fachwerk oder Jackett-Struktur bezeichnet, können in Abhängigkeit von ihren Abmaßen große als auch kleine Konstruktionen tragen. Standstrukturen für große Konstruktionen, beispielsweise technische Bauten, in der Ausführungsform von Gründungsstrukturen, Tragwerken oder Aufständierungen werden in verschiedenen Anwendungen benötigt, beispielsweise zum Tragen

30

von Energieanlagen, beispielsweise Offshore-Windenergieanlagen, Umspannwerken, beispielsweise in Form von aufgeständerten Trafostationen und Kabelknotenpunkten in Windenergieparks, Vorratsbehältern, Arbeitsplattformen, Signaleinrichtungen, Kränen, Türmen oder Masten. Je nach Anwendungsfall können die großen Standstrukturen auf dem Festland oder im Wasser auf dem Gewässerboden als Untergrund angeordnet sein. Bei einer Anordnung im Wasser können sie sich vollständig unter Wasser befinden oder auch teilweise (dauerhaft oder zeitweise) aus dem Wasser herausragen. Je nach Anwendungsfall können sie auch aus unterschiedlichen Materialien, beispielsweise Metall, Kunststoff oder Beton, mit ausschließlichen Einsatz oder auch aus einem Verbundmaterial, beispielsweise einem Faserverbund, oder einem Hybridmaterial, beispielsweise einer Kombination von Stahl mit Beton oder Kunststoff, bestehen und stark unterschiedliche Abmessungen aufweisen, wobei das Material und die Abmessungen an die herrschenden Druck- und Zugkräfte in der Standstruktur angepasst sind. Bei der Berechnung von Gittermasten kann die Ermittlung der Stabkräfte und Spannungen nach den klassischen Methoden der Fachwerksberechnung (Knotenpunktverfahren oder Rittersches Schnittverfahren) oder durch eine Finite-Element-Berechnung erfolgen. Durch die überschaubaren Berechnungen ist insbesondere eine effektive Optimierung an auftretende Belastungen möglich. Fachwerk-
Standstrukturen bestehen in der Regel aus Stahlprofilen, beispielsweise aus gleichschenkeligen L-Winkeln, oder aus Stahlrohren, die durch Schweißen oder Nieten oder auch durch spezielle Verbindungselemente miteinander verbunden werden. Vorteilhaft bei Fachwerk-Standstrukturen sind ihr geringes Gewicht und ihre geringe Herstellungs- und Montagekosten außerdem die bereits erwähnte effektive Optimierbarkeit.

Eine Hauptanwendung für die vorliegend beanspruchte Standstruktur in einer großen Dimensionierung besteht in der Verwendung als Gründungsstruktur für eine Offshore-Windenergieanlage (OWEA). Dabei trägt die Standstruktur mit ihrem oberen Auflagerelement den Turm der OWEA. Der Hauptanteil bei den erneuerbaren Energien für eine Stromerzeugung besteht derzeit zu mehr als

40% aus Windenergie. Die Entwicklung von Windkraftanlagen schreitet schnell voran. Die Turmhöhen stiegen von 30 m auf 120 m, die Rotordurchmesser von 15 m auf 127 m. In den neu erschlossenen Höhen mit angestiegenen Windgeschwindigkeiten und vergrößerten Rotoren können Anlagen derzeit bis zu 6
5 MW Generatorleistung liefern. Die größeren Anlagen werden hauptsächlich als Offshore-Windenergieanlagen betrieben, da vor den Küsten genügend Stellplätze in unbewohnter Umgebung vorhanden und die Windgeschwindigkeiten noch höher sind. In Offshore-Gebieten herrschen aber gegenüber einer Landaufstellung grundsätzlich andere Verhältnisse, neben starken Windkräften
10 treten vor allem auch starke Wellenkräfte auf. Es müssen für OWEA daher Anpassungen auch für die Standstrukturen gefunden werden, um den enormen Lasten standhalten zu können. Weiterhin ist bei Offshore-Gründungen aus Umweltschutzgründen bereits bei der Wahl der Gründungsart auf den kompletten Rückbau der Anlage nach deren Außerbetriebnahme zu achten. Es
15 müssen dabei alle Teile der Anlage bis auf eine Tiefe von ca. 2-4 m unterhalb des Meeresbodens entfernt werden. Die Art der Gründungen von OWEAs ist sehr stark von der Wassertiefe, der Beschaffenheit des Meeresbodens und den Umweltbedingungen wie Strömungen, Tidenhub, Wellen, Eisgang etc. abhängig.

20

Stand der Technik

Aus der **US 4 818 145 A** ist eine Standstruktur für eine Offshore-Plattform mit
25 drei Standbeinen bekannt, von denen zwei von der Plattform zum Untergrund mit einem Öffnungswinkel zu einer vertikalen Mittelachse verlaufen. Zwischen jeweils zwei Standbeinen sind vier Hauptstreben angeordnet. Zwei Hauptstreben verlaufen horizontal, zwei schräg, ohne sich dabei jedoch eine gemeinsame Verbindung miteinander zu haben. Alle Hauptstreben verlaufen in der
30 von den zwei Standbeinen aufgespannten Ebene. Über spezielle Verbindungselemente sind die Hauptstreben mit dem vertikalen Standbein höhenveränderlich verbunden. Die Verbindung mit dem anderen Standbein ist fest.

Aus der **DE 103 16 405 A1** ist eine Standstruktur mit einem zentralen geraden Standbein bekannt, das durch mehrere Radialringe stabilisiert wird. Dabei werden die Radialringe durch reine Zugseile abgespannt, die zwischen den
5 Radialringen und dem zentralen Standbein verlaufen. Zwischen den Radialringen ergeben sich Taillenbereich, in denen sich die Zugseile aber nicht kreuzen. Druckkräfte können von den Zugseilen nicht aufgenommen werden.

Eine Standstruktur mit Taillenbereich ist aus der **WO 00/04251 A1** bekannt.
10 Zur Unterstützung einer Windenergieanlage werden drei gekrümmte Standbeine eingesetzt, die in einem Taillenbereich über ein Koppелеlement eine gemeinsame Verbindung miteinander haben und von dort nach oben und nach unten unter einem Öffnungswinkel zur vertikalen Mittelachse verlaufen. Streben sind nicht vorgesehen, vergleiche Figur 13 ebenda. Die **WO 2010/000006**
15 **A1** zeigt eine ähnliche Standstruktur, wobei im oberen Bereich jeweils zwei gekrümmte Standbeine eine gemeinsame Verbindung miteinander haben, vergleiche Figur 2 ebenda. Streben sind ebenfalls nicht vorgesehen. Aus der **US 2009/0249707 A1** ist eine komplexere Standstruktur bekannt, bei der der Taillenbereich aus zwei Y-förmigen, geknickten Grundelementen mit insgesamt
20 drei geraden Standbeinen gebildet wird, die mit einer 180°-Verdrehung im Knickbereich und darüber und darunter mittels Streben gemeinsam miteinander verbunden sind. Alle Streben verlaufen horizontal in den von den Standbeinen gebildeten Ebenen. Zusätzlich verlaufen gekreuzte Zugseile in den Ebenen, der Mittenbereich bleibt frei, vergleiche Figur 2 ebenda.

25
In der **DE 196 36 240 A1** wird eine Standstruktur in Form eines Gittermasts für eine Hochspannungsfreileitung und ein Windrad mit vier geraden Standbeinen gezeigt, vergleiche Figur 1 ebenda. Zwischen jeweils zwei benachbarten Standbeinen verlaufen jeweils zwei Hauptstreben, die eine gemeinsame
30 Verbindung miteinander aufweisen. Zwischen den Standbeinen und den Hauptstreben verlaufen zusätzlich horizontale und schräge Hilfsstreben. Alle Streben verlaufen aber wiederum in den durch die Standbeine gebildeten Ebe-

nen, der Mittenbereich bleibt frei, vergleiche Figur 3, Schnitt B ebenda.

Den der Erfindung nächstliegenden Stand der Technik zeigt die **DE 10 2010 015 761 A1** auf. Hieraus ist eine Standstruktur mit drei, um eine vertikale
5 Mittelachse herum gleichmäßig angeordneten oberen Radialstreben bekannt, die im Lichte der vorliegenden Erfindung als Standbeine anzusehen sind. Dabei sind die Standbeine charakteristisch konvex gebogen. An ihren oberen Enden sind die Standbeine mit einem Auflagerelement zum Tragen einer Konstruktion, insbesondere einer Windenergieanlage, und an ihren unteren
10 Enden mit Fußelementen zur Verbindung mit einem Untergrund verbunden. Zu jedem Standbein gehört eine untere Radialstrebe, die mit ihrem äußeren Ende in einer unteren Verbindung mit dem Standbein und mit ihrem inneren Ende in einer gemeinsamen Verbindung auf der vertikalen Mittelachse mit den anderen unteren Radialstreben verbunden ist. Dabei liegen die unteren Verbindungen
15 bezüglich der vertikalen Mittelachse unterhalb der gemeinsamen Verbindung. Weiterhin sind bei der bekannten Standstruktur weitere Radialstreben vorgesehen. Diese sind aber als reine Zugelemente ausgebildet, vergleiche Figur 1 ebenda, und dienen der Verhinderung des Ausknickens der Standbeine unter Last. Druckkräfte können von diesen Zugelementen nicht übertragen werden.
20 Somit werden angreifende Kräfte in der Hauptsache über das jeweils angegriffene Standbein und die zugehörige untere Radialstrebe in den Untergrund eingeleitet. Es ergibt sich somit nicht immer eine gleichmäßige Spannungsverteilung in der Standstruktur. Dies kann insbesondere bei starken Lasten zu Instabilitäten führen.

25

Aufgabenstellung

Ausgehend von der oben beschriebenen, gattungsgemäßen Standstruktur ist
30 die **Aufgabe** für die vorliegende Erfindung daher darin zu sehen, mit konstruktiven Mitteln eine möglichst gleichmäßige Belastung durch angreifende Kräfte

zu erreichen und damit die Stabilität der Standstruktur noch weiter zu verbessern. Dabei sollen bestehende Vorteile der Standstruktur, insbesondere das geringe Gewicht, die moderaten Herstellungs- und Montagekosten und die günstigen Optimierungseigenschaften, erhalten bleiben und sogar verbessert werden. Die erfindungsgemäße **Lösung** für diese Aufgabe ist dem Hauptanspruch zu entnehmen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen aufgezeigt und im Folgenden im Zusammenhang mit der Erfindung näher erläutert.

10 Bei der erfindungsgemäßen Standstruktur sind die Standbeine gerade ausgebildet. Weiterhin sind erfindungsgemäß die weiteren Radialstreben mit ihren äußeren Enden in oberen Verbindungen mit den Standbeinen und mit ihren inneren Enden in der gemeinsamen Verbindung auf der vertikalen Mittelachse mit den anderen weiteren Radialstreben und mit den unteren Radialstreben
15 verbunden sind, wobei die oberen Verbindungen der weiteren Radialstreben bezüglich der vertikalen Mittelachse oberhalb der gemeinsamen Verbindung der weiteren Radialstreben und der unteren Radialstreben miteinander liegen. Durch die gerade Ausbildung der Standbeine sind Zugelemente gegen Ausknicken nicht erforderlich. Vielmehr sind bei der erfindungsgemäßen Standstruktur weitere Radialstreben, die vor allem Druckkräfte aufnehmen und weiterleiten können, vorgesehen und nach Art der unteren Radialstreben
20 angeordnet sind. Die gesamte Standstruktur weist genau eine gemeinsame Verbindung auf, in der sich weitere Radialstreben und untere Radialstreben treffen. Durch die gemeinsame Verbindung aller weiteren und unteren Radialstreben ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Standstruktur eine direkte,
25 diagonale Verbindung gegenüberliegender Standbeine. Die angreifenden Kräfte werden nicht nur durch die primär belasteten, in der Regel der angreifenden Kraft, zum Beispiel Windkraft, gegenüberliegende Standbeine, sondern auch und vor allem durch die Standbeine auf der Seite der angreifenden Kraft
30 aufgenommen. Dazu werden die Kräfte von der der angreifenden Kraft gegenüberliegenden Seite über die nächstliegenden weiteren Radialstreben in die gemeinsame Verbindung und von dort über mehrere untere Radialstreben in

die Standbeine auf der Seite der angreifenden Kraft geleitet. Dadurch ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Standstruktur eine besonders gleichmäßige Verteilung der angreifenden Kräfte und Spannungen auf alle Standbeine. Bei herkömmlichen Standstrukturen kann es dazu kommen, dass das am meisten belastete Standbein auf der gegenüberliegenden Seite der angreifenden Kraft versagt, während die anderen Standbeine auf der Seite der angreifenden Kraft unterbelastet sind und abheben. Bei der erfindungsgemäßen Standstruktur sind ein sicherer Stand und eine Überbelastung durch die gleichmäßige Lastverteilung über die gemeinsame Verbindung sicher vermieden. Gleichzeitig weist die erfindungsgemäße Standstruktur ein besonders geringes Gewicht mit einer überschaubaren Stückliste der benötigten Einzelteile, die alle ohne Weiteres einfach im Handel erhältlich sind, und weiterhin eine besonders effektive Optimierbarkeit der Dimensionierung auf. Diese ergibt sich insbesondere durch die optimierte Lagebestimmung der einzelnen Verbindungen in Abhängigkeit von den auftretenden Belastungen.

Daher kann bei der Standstruktur nach der Erfindung bevorzugt und vorteilhaft die gemeinsame Verbindung der weiteren und unteren Radialstreben an einem in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen auf die Standstruktur vorbestimmten Ort auf der vertikalen Mittelachse zwischen den oberen Verbindungen der weiteren Radialstreben mit den Standbeinen und den unteren Verbindungen der unteren Radialstreben mit den Standbeinen angeordnet sein. Dieser Ort kann sich oberhalb oder unterhalb des Mittenbereichs der vertikalen Mittelachse der Standstruktur befinden, vorteilhaft und bevorzugt kann die gemeinsame Verbindung der weiteren und unteren Radialstreben auch genau im Mittenbereich der vertikalen Mittelachse angeordnet sein. Dadurch ergibt sich eine besonders gleichmäßige Lastverteilung. Weiterhin können bevorzugt und vorteilhaft die oberen Verbindungen der weiteren Radialstreben mit den Standbeinen und die unteren Verbindungen der unteren Radialstreben mit den Standbeinen an in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen auf die Standstruktur vorbestimmten Orten auf den Standbeinen oder auf den Radialstreben angeordnet sein. Dabei liegen die Verbindungen

aber immer oberhalb bzw. unterhalb der gemeinsamen Verbindung aller weiteren und unteren Radialstreben. Je nach auftretender Belastung sind entweder die weiteren und/oder unteren Radialstreben an die Standbeine oder die Standbeine an die weiteren und/oder unteren Radialstreben angebunden.

5 Desweiteren können die weiteren und/oder oberen Radialstreben auch in weiteren gemeinsamen Verbindungen mit den Standbeinen verbunden sein. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn vorteilhaft und bevorzugt die oberen Verbindungen der weiteren Radialstreben mit den Standbeinen direkt unterhalb des Auflagerelements und die unteren Verbindungen der

10 unteren Radialstreben mit den Standbeinen direkt oberhalb der Fußelemente angeordnet sind.

Weiterhin können bei der Standstruktur nach der Erfindung bevorzugt und vorteilhaft die Fußelemente als Fußstreben ausgebildet sein, die mit einem in

15 Abhängigkeit von auftretenden Belastungen auf die Standstruktur vorbestimmten Öffnungswinkel zur vertikalen Mittelachse angeordnet sind. Durch diese Maßnahme kann die Standfläche der Standstruktur nach der Erfindung vergrößert werden, was zu einer weiteren Verbesserung der Standfestigkeit führt. Gleiches gilt für die Anordnung der Standbeine. Eine vertikale Auf-

20 stellung der Standbeine ist möglich, aber in der Regel eher unüblich. Bevorzugt und vorteilhaft ist eher eine Anordnung der Standbeine mit einem Öffnungswinkel zur vertikalen Mittelachse zwischen dem Auflagerelement und den Fußelementen. Weiterhin können die als Fußstreben ausgebildeten Fußelemente bevorzugt und vorteilhaft in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen

25 auf die Standstruktur mit einer vorbestimmten Länge bemessen sein. Auch durch diese Maßnahme ergibt sich eine Veränderung, insbesondere eine Verbesserung der Standfläche. Weiterhin wird durch die Längenbemessung eine vertikale Verschiebung der unteren Verbindungen zwischen den unteren Radialstreben und den Standbeinen bewirkt. Zur weiteren Verbesserung der

30 Stabilität der Standstruktur nach der Erfindung können bevorzugt und vorteilhaft zusätzliche Hilfstreben zwischen den Standbeinen und/oder den Radialstreben und/oder den Standbeinen und den Radialstreben angeordnet sein.

Weitere Einzelheiten zu den variablen konstruktiven Möglichkeiten bei der Standstruktur nach der Erfindung sind dem speziellen Beschreibungsteil zu entnehmen.

- 5 Ein besonderer Vorteil der Standstruktur nach der Erfindung besteht in ihrer einfachen Konstruktion, verbunden mit einer geringen Anzahl von herkömmlichen Konstruktionselementen. Hierbei kann es sich bevorzugt und vorteilhaft um schweiß- oder nietbare Stahlrohre oder Stahlprofile handeln, aus denen zumindest die Standbeine und Radialstreben bestehen. Entsprechend können
- 10 dann bevorzugt und vorteilhaft die gemeinsame Verbindung der weiteren und unteren Radialstreben und die oberen Verbindungen der weiteren Radialstreben mit den Standbeinen und unteren Verbindungen der unteren Radialstreben mit den Standbeinen durch Schweiß- oder Nietverbindungen gebildet sein. Neben diesen unlösbaren Verbindungen können aber auch lösbare Verbindungen bei der Standstruktur nach der Erfindung vorgesehen sein. Vorteilhaft und bevorzugt können daher die gemeinsame Verbindung der weiteren
- 15 und unteren Radialstreben und die oberen Verbindungen der weiteren Radialstreben mit den Standbeinen und unteren Verbindungen der unteren Radialstreben mit den Standbeinen durch lösbare Verbindungen mit Schraub- oder Steckverbindern gebildet sein. Bei Schraubverbindungen kann es sich um einfache Schrauben zur Direktverbindung der Konstruktionselemente oder aber um Platten o.ä. handeln, die mit Schrauben verbunden werden. Es kann sich aber auch um schuhartige Verbinder mit entsprechend der Anzahl der zu verbindenden Elemente vorhandenen Adapterenden handeln, die insbesondere
- 20 Stahlrohre aufnehmen und so miteinander durch einfaches Stecken und anschließend sicherndes Schrauben, Schweißen oder Kleben verbinden.
- 25

- Eine Anpassung der Standstruktur nach der Erfindung an auftretende Lastfälle ist auch bezüglich der Anordnung der Standbeine möglich. Bevorzugt und
- 30 vorteilhaft ist eine Anordnung der Standbeine in einzelnen Axialebenen zur vertikalen Mittelachse möglich. Die Standbeine verlaufen somit gerade und in verschiedenen Axialebenen zwischen Auflager- und Fußelementen. Alternativ

kann auch bevorzugt und vorteilhaft vorgesehen sein, dass jeweils zwei benachbarte Standbeine einander zwischen dem Auflagerelement und den Fußelementen in einem Kreuzungsbereich kreuzend angeordnet sind, wobei jeweils zwei benachbarte Standbeine an dem Auflagerelement und an jedem Fußelement angreifen. Dabei kann bevorzugt und vorteilhaft der Kreuzungsbereich an einem in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen auf die Standstruktur vorbestimmten Ort entlang der vertikalen Mittelachse und/oder entlang von Radialachsen senkrecht zur vertikalen Mittelachse angeordnet sein. Die Standbeine verlaufen bei dieser Ausführungsform gekreuzt zueinander und bilden an den Seiten der Standstruktur X-förmige Strukturen, deren Schenkel-
längen von den auftretenden Lastfällen abhängen. Vorteilhaft bei einer derartigen X-förmigen Ausbildung der Standbeine ist deren erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen auftretende Torsionskräfte. Eine weitere Erhöhung der Standfestigkeit ergibt sich auch, wenn bevorzugt und vorteilhaft die Standbeine mit einem Öffnungswinkel zur vertikalen Mittelachse zwischen dem Auflagerelement und den Fußelementen angeordnet sind. Die Standbeine verlaufen dann nach Art eines Zelts mit einer Öffnung nach außen, wobei die Querschnittsfläche zwischen den Standbeinen im Bereich des Auflagerelements (Auflagerfläche) dann kleiner ist als im Bereich der Fußelemente (Standfläche).
Ansonsten können die Standbeine auch senkrecht und damit parallel zueinander verlaufen, wobei dann im Bereich des Auflagerelements ein schräges Übergangselement vorgesehen ist.

Weitere spezielle Details zu der Standstruktur nach der Erfindung sind dem speziellen Beschreibungsteil zu entnehmen. Dabei ist die beanspruchte Standstruktur jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt, in denen Ausführungsformen mit drei Standbeinen gezeigt werden. Andere Ausführungsformen, beispielsweise mit vier, fünf, sechs oder mehr Standbeinen sind aber ebenfalls analog ausführbar.

Ausführungsbeispiele

Die Standstruktur nach der Erfindung wird im Folgenden anhand der schematischen, nicht maßstäblichen Figuren zum weiterführenden Verständnis noch
 5 weitergehend erläutert. Im Einzelnen zeigt die

- Figur 1** eine perspektivische Ansicht der Standstruktur,
- Figur 2** eine Draufsicht auf die Standstruktur,
- Figur 3** eine erste Seitenansicht auf die Standstruktur,
- 10 **Figur 4** eine zweite Seitenansicht auf die Standstruktur,
- Figur 5A..F** verschiedene Variationen der Verbindungspositionierungen,
- Figur 6** die Standstruktur mit Hilfsstreben,
- Figur 7A..E** verschiedene Verbindungsvariationen für die Standstruktur,
- Figur 8A, B** Annahmen für Lastfälle,
- 15 **Figur 9A..C** Spannungsverteilungen für drei verschiedene Lastfälle und
- Figur 10A, B** zwei Ansichten einer weiteren Standbeinanordnung.

Die **Figur 1** zeigt in der perspektivischen Darstellung eine Standstruktur **01** mit
 20 drei Standbeinen **02**, die gleichmäßig um eine vertikale Mittelachse **03** herum
 angeordnet sind. Die Standbeine **02** sind gerade ausgebildet und können da-
 her einfach aus einem geraden Stahlprofil oder Stahlrohr hergestellt werden.
 Kräfte werden direkt durch die geraden Standbeine in der Wirkung von Stäben
 hindurchgeleitet. Eine Ausknickgefahr besteht nicht. An ihren oberen Enden **04**
 25 sind die Standbeine **02** mit einem Auflagerelement **05** verbunden. Diese dient
 dem Tragen einer technischen Konstruktion, beispielsweise einer Windener-
 gieanlage. An ihren unteren Enden **06** sind die Standbeine **02** mit Fußelemen-
 ten **07** verbunden. Diese dienen der Gründung der Standstruktur **01** mit oder in
 einem Untergrund **08** und sind der gezeigten Ausführungsform als längliche
 30 Fußstreben **20** ausgebildet. Weiterhin weist die Standstruktur **01** je Standbein
02 eine untere Radialstrebe **09** auf. Diese ist mit ihrem äußeren Ende **10** in

einer unteren Verbindung **11** mit dem Standbein **02** und mit ihrem inneren Ende **12** in einer gemeinsamen Verbindung **13**, die auf der vertikalen Mittelachse **03** liegt, mit den anderen unteren Radialstreben **09** verbunden. Dabei liegen die unteren Verbindungen **11** der unteren Radialstreben **09** bezüglich
5 der vertikalen Mittelachse **03** unterhalb der gemeinsamen Verbindung **13** aller unterer Radialstreben **09** (dünne Pfeile).

Weiterhin ist jedem Standbein **02** auch eine weitere Radialstrebe **14** zugeordnet. Diese ist mit ihrem äußeren Ende **15** in einer oberen Verbindung **16** mit
10 dem Standbein **02** und an ihrem inneren Ende **17** in der gemeinsamen Verbindung **13** auf der vertikalen Mittelachse **03** mit den anderen weiteren Radialstreben **14** und den unteren Radialstreben **09** verbunden. Dabei liegen die oberen Verbindungen **16** der weiteren Radialstreben **14** mit den Standbeinen **02** bezüglich der vertikalen Mittelachse **03** oberhalb der gemeinsamen Ver-
15 bindung **13** der weiteren Radialstreben **14** mit den unteren Radialstreben **09** (dünne Pfeile). Es ergibt sich im Erscheinungsbild bei der Erfindung eine harmonische Standstruktur **01** mit drei Standbeinen **02** und sechs Radialstreben (drei untere Radialstreben **09**, drei weitere Radialstreben **14**, je Standbein **02** genau zwei Radialstreben **09**, **14**), die von den oberen Enden **04**
20 und den unteren Enden **06** der Standbeine **02** loslaufen und sich alle in der gemeinsamen Verbindung **13** auf der vertikalen Mittelachse **03** treffen.

In der **Figur 1** ist weiterhin ein Lastfall eingezeichnet (dicke Pfeile). Greift
25 beispielsweise eine Windlast **18** an den Mast **19** (gestrichelt) einer Windenergieanlage an, so wird die Kraft primär durch die weitere Radialstrebe **14** bis zur gemeinsamen Verbindung **13** geleitet und von dort auf zwei untere Radialstreben **09** weitergeleitet. Diese leiten die Kräfte dann über die hinteren Standbeine **02** (in der **Figur 1** rechts) und die Fußelemente **07** ebenfalls in den Untergrund **08**. Ein kleinerer Anteil der wirkenden Kraft (kleine Pfeile) wird
30 auch durch das vordere Standbein **02** (in der **Figur 1** links) in den Untergrund **08** eingeleitet. Im herkömmlichen Fall (ohne die gemeinsame Verbindung **13**

auf der vertikalen Mittelachse **03** aller weiteren Radialstreben **14** und unteren Radialstreben **09**) würde die gesamte Last auf das vordere (in der **Figur 1** links) Standbein **02** geleitet werden. Die anderen beiden Standbeine **02** (in der **Figur 1** rechts) blieben weitgehend unbelastet und würden ggfs. sogar abheben, wohingegen das vordere Standbein **02** instabil werden und ausknicken könnte. Damit wäre die gesamte Stabilität der Standstruktur **01** gefährdet. Bei der Standstruktur **01** nach der Erfindung (mit der gemeinsamen Verbindung **13** auf der vertikalen Mittelachse **03** aller weiteren Radialstreben **14** und unteren Radialstreben **09**) wird nun die angreifende Kraft relativ gleichmäßig auf alle Standbeine **02** verteilt. Insbesondere werden auch die Standbeine **02** belastet, die auf der Seite des Kraftangriffs liegen (in der **Figur 1** rechts), wodurch das vordere Standbein **02** (in der **Figur 1** links) entlastet wird. Dadurch wird die Stabilität der Standstruktur **02** nach der Erfindung wesentlich verbessert, ein Abheben oder Ausknicken einzelner Standbeine **02** ist sicher vermieden.

In der **Figur 2** ist die Standstruktur **01** gemäß **Figur 1** in der **Draufsicht** dargestellt. Zu erkennen sind das Auflagerelement **05** und die unteren Enden **06** der Standbeine **02** mit den Fußelementen **07** bzw. Fußstreben **20**. In der Draufsicht ist die gleichmäßige Anordnung der drei Standbeine **02** in Axialebenen **38** um die vertikale Mittelachse **03** zu erkennen. Zwischen zwei Standbeinen **02** ist jeweils ein Winkel **32**, bei drei Standbeinen **02** entsprechend 120° , eingeschlossen. Durch eine Öffnung **21** im Auflagerelement **05**, in die beispielsweise der Mast **19** einer Windenergieanlage eingesteckt und fixiert wird, sind weiterhin die weiteren Radialstreben **14** abschnittsweise dargestellt. Zu erkennen ist, dass sie durch die direkte Zuordnung zu den Standbeinen **02** ebenfalls den Winkel **32** (hier 120°) zwischeneinander einschließen. Die weiteren Radialstreben **14** (und auch unteren Radialstreben **09**) liegen somit jeweils in der von jedem Standbein **02** zur vertikalen Mittelachse **03** aufgespannten Ebene.

In der **Figur 3** ist die **Ansicht A** gemäß **Figur 2** als Seitenansicht der Standstruktur **01** dargestellt. Zu erkennen sind zwei Standbeine **02** mit jeweils einer unteren Radialstrebe **09** und einer weiteren Radialstrebe **14**. Weiterhin sind das Auflagerelement **05** und die Fußelemente **07** bzw. Fußstreben **20** dargestellt. Dargestellt sind ebenfalls die unteren Verbindungen **11** der unteren Radialstreben **09** und die oberen Verbindungen **16** der weiteren Radialstreben **14** mit den Standbeinen **02**. Alle unteren und weiteren Radialstreben **09, 14** treffen sich in der gemeinsamen Verbindung **13** auf der vertikalen Mittelachse **03**. Die gemeinsamen Verbindung **13** kann beispielsweise durch Schweißen von Stahlrohren als Radialstreben erfolgen. Die Schraffur der weiteren Radialstrebe **14** und der unteren Radialstrebe **09** zeigt die primäre Lastverteilung gemäß **Figur 1** in den Streben.

In der **Figur 4** ist die **Ansicht B** gemäß **Figur 3** als weitere Seitenansicht der Standstruktur **01** dargestellt. Zu erkennen sind zwei Standbeine **02**, wobei diese unter einem Öffnungswinkel **22** zur vertikalen Mittelachse **03** verlaufen, also schräg stehen. Dadurch wird die Standfestigkeit der Standstruktur **01** verbessert. Weiterhin sind alle drei unteren Radialstreben **09** und alle drei weiteren Radialstreben **14** dargestellt. Alle Radialstreben **09, 14** sind in der gemeinsamen Verbindung **13** miteinander verbunden. Die Schraffur zeigt wiederum die primäre Lastübertragung gemäß **Figur 1** an. Gut zu erkennen ist, dass sich die über die mittlere weitere Radialstrebe **14** eingeleitete Kraft gleichmäßig über die gemeinsame Verbindung **13** auf die beiden äußeren unteren Radialstreben **09** verteilt.

Bereits weiter oben wurde ausgeführt, dass die Standstruktur **01** nach der Erfindung aufgrund ihrer Einfachheit besonders einfach an alle Lastfälle, also alle auftretenden Belastungen auf die Standstruktur **01** anpassbar ist. Insbesondere kann diese Anpassung - neben einer absoluten Bemessung der Längen und Durchmesser (Wanddicke) der beteiligten Konstruktionselemente

auch durch die Positionierung der Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Konstruktionselementen in Relation zur vertikalen Mittelachse **03** erfolgen (relative Bemessung der Längen), siehe hierzu die **Figuren 5A bis 5F**.

Diese zeigen schematisch die vertikale Mittelachse **03**, ein Standbein **02** mit Fußstrebe **20**, eine untere Radialstrebe **09**, eine weitere Radialstrebe **14**, das obere Auflagerelement **06** und den unteren Untergrund **08**. Die gezeigten Positionierungen der Verbindungen für ein Standbein **02** mit zugehöriger weiterer Radialstrebe **14** und unterer Radialstrebe **09** sind analog auf alle anderen Standbeine **02** der Standstruktur **01** zu übertragen. Eine unterschiedliche Positionierung gleicher Verbindungen an unterschiedlichen Standbeinen **02** ist zwar prinzipiell möglich, wäre aber nur für sehr spezielle, konstant einseitige Lastfälle sinnvoll und damit in der Regel nicht praktikabel.

In der **Figur 5A** ist schematisch (alle **Figuren 5A bis F** zeigen die Elemente nur als Strichlinien schematisch) angedeutet, dass die obere Verbindung **16** zwischen der weiteren Radialstrebe **14** und dem Standbein **02** entlang des äußeren Endes **15** der Radialstrebe **14** positionierbar ist. Das Standbein **02** endet dann auf der Radialstrebe **14**. Analog dazu zeigt die **Figur 5B**, dass die obere Verbindung **16** zwischen weiterer Radialstrebe **14** und Standbein **02** auch entlang des oberen Endes **04** des Standbeins **02** positionierbar ist. Die weitere Radialstrebe **14** endet dann auf dem Standbein **02**. Grundsätzlich kann die gemeinsame Verbindung **16** von weiterer Radialstrebe **14** und Standbein **02** auch direkt am Auflagerelement **05** angreifen, sodass die weitere Radialstrebe **14** und das Standbein **02** gemeinsam mit dem Auflagerelement **05** verbunden sind, was in den anderen **Figuren** dargestellt ist.

Die **Figur 5C** zeigt die Positionierbarkeit der unteren Verbindung **11** zwischen Standbein **02** und unterer Radialstrebe **09** entlang des äußeren Endes **10** der unteren Radialstrebe **09**. Das Standbein **02** endet dann auf der unteren Radialstrebe **09**. Analog zeigt die **Figur 5D** die Positionierbarkeit der unteren Verbindung **11** zwischen Standbein **02** und unterer Radialstrebe **09** entlang

des unteren Endes **06** des Standbeins **02**. Die untere Radialstrebe **09** endet dann auf dem Standbein **02**. Das Positionieren der unteren Verbindung **11** auf das Ende der Fußstrebe **20** ist ebenfalls möglich. Standbein **02** und untere Radialstrebe **09** enden dann in einer gemeinsamen unteren Verbindung **11** an
5 der Fußstrebe **20**, gezeigt in den anderen **Figuren** außer **5C**.

Die **Figur 5E** zeigt die veränderliche Winkelpositionierbarkeit der Fußstrebe **20** um den Winkel **33** zur vertikalen Mittelachse **03** auf dem Untergrund **08**. Die **Figur 5F** zeigt die höhenveränderliche Positionierbarkeit eines Ortes **35** der
10 gemeinsamen Verbindung **13** der weiteren Radialstrebe **14** mit der unteren Radialstrebe **09** entlang der vertikalen Mittelachse **03** auf der Höhe **34**. Eine Positionierung des Ortes **35** der gemeinsamen Verbindung **13** in einem Mittenbereich **23** der vertikalen Mittelachse **03** ist möglich. Außerdem ist eine veränderliche Höhenpositionierbarkeit der unteren Verbindung **11** zwischen der
15 unteren Strebe **09** und dem Standbein **02** durch eine Variation der Länge **35** der Fußstrebe **20**.

Die **Figur 6** zeigt die Standstruktur **01** nach der Erfindung mit zusätzlichen Hilfsstreben **24**, die der weiteren Verbesserung der Stabilität dienen. Dabei
20 sind alle möglichen Hilfsstreben **24** eingezeichnet, die in einer konkreten Ausführung nicht unbedingt alle gemeinsam zur Ausführung kommen müssen. Die Anzahl der Hilfsstreben ist - wie die Anzahl der Standbeine - von den Lastfallberechnungen abhängig. Die Hilfsstreben **24** sind zwischen den Standbeinen **02**, zwischen den weiteren Radialstreben **14**, zwischen den unteren
25 Radialstreben **09**, zwischen den weiteren Radialstreben **14** und den unteren Radialstreben **09** und zwischen den weiteren Radialstreben **14** und den Standbeinen **02** bzw. zwischen den unteren Radialstreben **09** und den Standbeinen **02** eingezeichnet. Je nach Belastung können die Hilfsstreben **24** als Zug-Druck-Stäbe aber auch als reine Zugstäbe oder reine Druckstäbe ausgebildet
30 sein.

In der **Figur 7A** sind das Standbein **02** und die untere Radialstrebe **09** als Stahlprofile **25** dargestellt. Die untere Verbindung **11** zwischen Standbein **02** und unterer Radialstrebe **09** ist als Schweißverbindung **26** dargestellt. Die **Figur 7B** zeigt die Verbindung **11** als Nietverbindung **27**. Die **Figur 7C** zeigt die Verbindung durch Laschen **28**. In der **Figur 7D** sind das Standbein **02** und die untere Radialstrebe **09** als Stahlrohre **29** ausgeführt. Gezeigt ist eine Schweißverbindung **30**. In der **Figur 7E** ist hingegen eine Verbindung mit einem Steckverbinder **31** aufgezeigt, diese weist verschiedene Adapterenden **41** auf, in die die Standbeine **02** und weiteren und unteren Radialstreben **09**, **14** eingeschoben und befestigt werden. Alle genannten Verbindungsarten sind entsprechend auf Stahlprofile und Stahlrohre und auf alle Verbindungen in der Standstruktur **01** anwendbar.

In der nachfolgend aufgezeigten **Tabelle** sind drei Lastfälle **LF1**, **LF2**, **LF3** für den Lastangriff einer Kraft **F** bzw. eines Moments **M** aus unterschiedlichen Richtungen **x,y,z** auf das Auflagerelement **05** bzw. den Mast **19** aufgezeigt, vergleiche **Figuren 8A**, **8B**. Dabei sind die zugrunde gelegten Zahlenwerte für die angreifenden Kräfte angenommene Werte. Die Krafteinleitung erfolgt an einem eingespannten Auflagerelement ca.48m über dem Meeresboden. Die Fußelemente haben einen Abstand von ca. 24 m zueinander. Diese Abmaße ergeben sich beispielsweise bei einer Offshore-Gründungsstruktur für eine ca. 3,5 MW Windenergieanlage. Die nach der Finiten-Element-Methode berechneten Spannungsverteilungen sind in den **Figuren 9A**, **9B**, **9C** für die verschiedenen Lastfälle **LF1**, **LF2**, **LF3** mit einem Lastangriff der Kraft **F** dargestellt. Die aufgezeigte Skala (N/mm²) zeigt eine Spannungsverteilung von gering (weiß) und Grautöne bis stark (schwarz). Deutlich ist die bei der Erfindung spezielle Lastverteilung über die unteren Radialstreben **09** in die Fußelemente **07** zu erkennen.

Lastfall Last	Lastfall LF1 Max. Moment 0°	Lastfall LF2 Max. Moment 90°	Lastfall LF3 Max. Moment 180°
F_x [kN]	600	0	- 600
F_y [kN]	0	600	0
F_z [kN]	- 4.000	- 4.000	- 4.000
M_x [kNm]	0	- 100.000	0
M_y [kNm]	100.000	0	- 100.000
M_z [kNm]	2.000	2.000	2.000

In der **Figur 4** ist eine ungekreuzte Anordnung der Standbeine **02** in Axialebenen **38** zur vertikalen Mittelachse **03** dargestellt, die unter einem Öffnungswinkel **22** verlaufen. Die **Figuren 10A,B** zeigen alternativ eine Anordnung mit gekreuzten Standbeinen **02** in zwei Ansichten für verbesserte Torsionsfestigkeit. In der **Figur 10A** sind in der perspektivischen Draufsicht drei Paare von jeweils zwei Standbeinen **02** aufgezeigt, die sich in einem Kreuzungsbereich **39** kreuzen. An den Auflagerelementen **05** und den Fußelementen **07** schließen jeweils zwei Standbeine **02** an. Die Kreuzungsbereiche **39** sind sowohl entlang der vertikalen Mittelachse **03** axial als auch entlang von Radialachsen **40**, die senkrecht zu der vertikalen Mittelachse **03** verlaufen, in Abhängigkeit von den auftretenden Lastfällen anordenbar. Gezeigt sind schräg verlaufende Standbeine **02** (gemäß **Figur 4**). Bei einer Verschiebung der Kreuzungsbereiche **39** entlang der Radialachsen **40** kommt es zu entsprechenden Veränderungen der Auflagerfläche zwischen den Auflagerelementen **05** oder der Standfläche zwischen den Fußelementen **07** der Standstruktur **01**. Weiterhin sind die unteren Radialstreben **09**, die weiteren Radialstreben **14** und die gemeinsame Verbindung **13** aller unteren und weiteren Radialstreben **09, 14** zu erkennen. Die **Figur 10B** zeigt die Standstruktur gemäß **Figur 10A** in einer Draufsicht. Zu erkennen sind die Elemente gemäß **Figur 10A**.

Bezugszeichenliste

	01	Standstruktur
	02	Standbein
5	03	vertikale Mittelachse
	04	oberes Ende von 02
	05	Auflagerelement
	06	unteres Ende von 02
	07	Fußelement
10	08	Untergrund
	09	untere Radialstrebe
	10	äußeres Ende von 09
	11	untere Verbindung von 09 mit 02
	12	inneres Ende von 09
15	13	gemeinsame Verbindung
	14	weitere Radialstrebe
	15	äußeres Ende von 14
	16	obere Verbindung von 14 mit 02
	17	inneres Ende 14
20	18	Windlast
	19	Mast
	20	Fußstrebe
	21	Öffnung in 05
	22	Öffnungswinkel von 02 zu 03
25	23	Mittbereich von 03
	24	Hilfsstrebe
	25	Stahlprofil
	26	Schweißverbindung
	27	Nietverbindung
30	28	Lasche
	29	Stahlrohr

- 30** Schweißverbindung
- 31** Steckverbinder
- 32** Winkel zwischen zwei 02 bzw. zwei 09 bzw. zwei 14
- 33** Winkel zwischen 20 und 03
- 5 **34** Höhe von 13 über 08
- 35** Länge von 20
- 36** Ort von 13 auf 03
- 37** Ort von 16, 11
- 38** Axialebene zu 03
- 10 **39** Kreuzungsbereich von 02
- 40** Radialachse senkrecht zu 03
- 41** Adapterende

Patentansprüche

1. Standstruktur (01) mit zumindest drei, um eine vertikale Mittelachse (03) herum gleichmäßig angeordneten Standbeinen (02), die an ihren oberen Enden (04) mit einem Auflagerelement (05) zum Tragen einer Konstruktion, beispielsweise einer Windenergieanlage, und an ihren unteren Enden (06) mit Fußelementen (07) zur Verbindung mit einem Untergrund (08) verbunden sind, und mit unteren Radialstreben (09), die mit ihren äußeren Enden (10) in unteren Verbindungen (11) mit den Standbeinen (02) und mit ihren inneren Enden (12) in einer gemeinsamen Verbindung (13) auf der vertikalen Mittelachse (03) mit den anderen unteren Radialstreben (09) verbunden sind, wobei die unteren Verbindungen (11) der unteren Radialstreben (09) mit den Standbeinen (02) bezüglich der vertikalen Mittelachse (03) unterhalb der gemeinsamen Verbindung (13) der unteren Radialstreben (09) miteinander liegen, sowie mit weiteren Radialstreben (14),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Standbeine (02) gerade ausgebildet sind und die weiteren Radialstreben (14) mit ihren äußeren Enden (15) in oberen Verbindungen (16) mit den Standbeinen (02) und mit ihren inneren Enden (17) in der gemeinsamen Verbindung (13) auf der vertikalen Mittelachse (03) mit den anderen weiteren Radialstreben (14) und mit den unteren Radialstreben (09) verbunden sind, wobei die oberen Verbindungen (16) der weiteren Radialstreben (14) bezüglich der vertikalen Mittelachse (03) oberhalb der gemeinsamen Verbindung (13) der weiteren Radialstreben (14) und der unteren Radialstreben (09) miteinander liegen.

2. Standstruktur (01) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die gemeinsame Verbindung (13) der weiteren und unteren Radialstreben (14, 09) an einem in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen (18) auf die Standstruktur (01) vorbestimmten Ort (36) auf der vertikalen Mittelachse (03) zwischen den oberen Verbindungen (16) der weiteren Radialstreben (14) mit

den Standbeinen (02) und den unteren Verbindungen (11) der unteren Radialstreben (09) mit den Standbeinen (02) angeordnet ist.

3. Standstruktur (1) nach Anspruch 2,

5 **dadurch gekennzeichnet, dass**

die gemeinsame Verbindung (13) der weiteren und unteren Radialstreben (14, 09) im Mittenbereich (23) der vertikalen Mittelachse (03) angeordnet ist.

4. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3,

10 **dadurch gekennzeichnet, dass**

die oberen Verbindungen (16) der weiteren Radialstreben (14) mit den Standbeinen (02) und die unteren Verbindungen (11) der unteren Radialstreben (09) mit den Standbeinen (02) an in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen (18) auf die Standstruktur vorbestimmten Orten (37) auf den
15 Standbeinen (02) oder auf den weiteren oder unteren Radialstreben (14, 09) angeordnet sind.

5. Standstruktur (01) nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

20 die oberen Verbindungen (16) der weiteren Radialstreben (14) mit den Standbeinen (02) direkt unterhalb des Auflagerelements (05) und die unteren Verbindungen (11) der unteren Radialstreben (09) mit den Standbeinen (02) direkt oberhalb der Fußelemente (07) angeordnet sind.

25 **6. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5,**

dadurch gekennzeichnet, dass

die Fußelemente (07) als Fußstreben (20) ausgebildet sind, die mit einem in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen (18) auf die Standstruktur (02) vorbestimmten Öffnungswinkel (33) zur vertikalen Mittelachse (03) angeordnet

30 sind.

7. Standstruktur (01) nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Fußstreben (20) in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen (18) auf die Standstruktur (02) mit einer vorbestimmten Länge (35) bemessen sind.

5

8. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

zusätzliche Hilfstreben (24) zwischen den Standbeinen(02) und/oder den weiteren und/oder unteren Radialstreben (14, 09) und/oder den Standbeinen

10 (02) und den weiteren und/oder unteren Radialstreben (14, 09) angeordnet sind.

9. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 zumindest die Standbeine (02) und/oder die weiteren und/oder unteren Radialstreben (14, 09) aus schweiß- oder nietbaren Stahlrohren (29) oder Stahlprofilen (25) bestehen.

10. Standstruktur (01) nach Anspruch 9,

20 **dadurch gekennzeichnet, dass**

die gemeinsame Verbindung (13) der weiteren und unteren Radialstreben (14, 09) und die oberen Verbindungen (16) der weiteren Radialstreben (14) mit den Standbeinen (02) und unteren Verbindungen (11) der unteren Radialstreben (09) mit den Standbeinen (02) durch Schweiß- oder Nietverbindungen (26, 27,

25 30) gebildet sind.

11. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

30 die gemeinsame Verbindung (13) der weiteren und unteren Radialstreben (14, 09) und die oberen Verbindungen (16) der weiteren Radialstreben (14) mit den Standbeinen (02) und unteren Verbindungen (11) der unteren Radialstreben

(09) mit den Standbeinen (02) durch lösbare Verbindungen mit Schraub- oder Steckverbindern (28, 31) gebildet sind.

12. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 11,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Standbeine (02) in einzelnen Axialebenen (38) zur vertikalen Mittelachse (03) angeordnet sind

13. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 11,
10 **dadurch gekennzeichnet, dass**
jeweils zwei benachbarte Standbeine (02) einander zwischen dem Auflagerelement (05) und den Fußelementen (07) in einem Kreuzungsbereich (39) kreuzend angeordnet sind, wobei jeweils zwei benachbarte Standbeine (02) an dem Auflagerelement (05) und an jedem Fußelement (07) angreifen.

15
14. Standstruktur (01) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kreuzungsbereich (39) an einem in Abhängigkeit von auftretenden Belastungen (18) auf die Standstruktur (01) vorbestimmten Ort (36) entlang der
20 vertikalen Mittelachse (03) und/oder entlang von Radialachsen (40) senkrecht zur vertikalen Mittelachse (03) angeordnet ist.

15. Standstruktur (01) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Standbeine (02) mit einem Öffnungswinkel (22) zur vertikalen Mittelachse (03) zwischen dem Auflagerelement (05) und den Fußelementen (07) angeordnet sind.

1/9

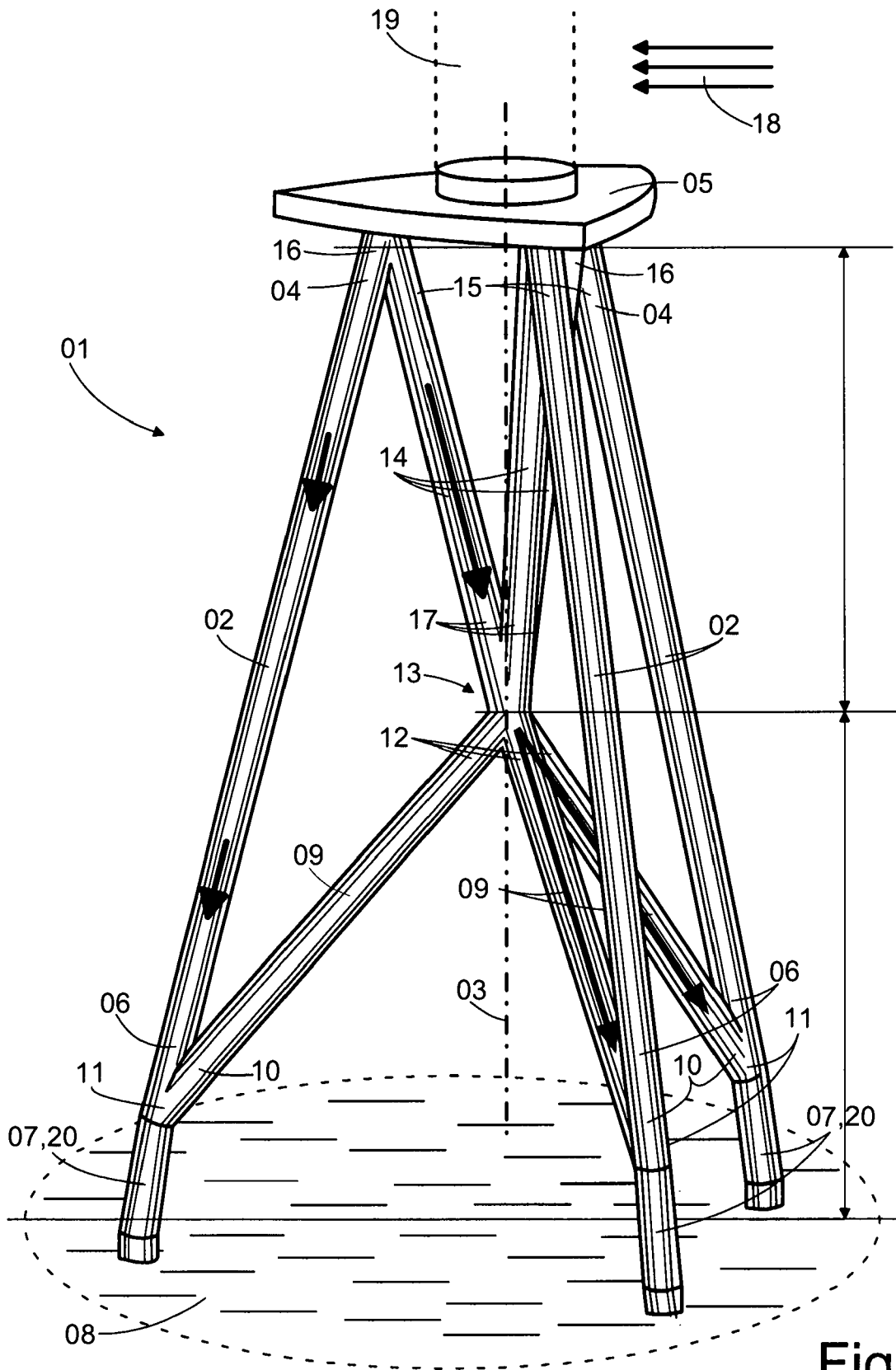


Fig.1

2/9

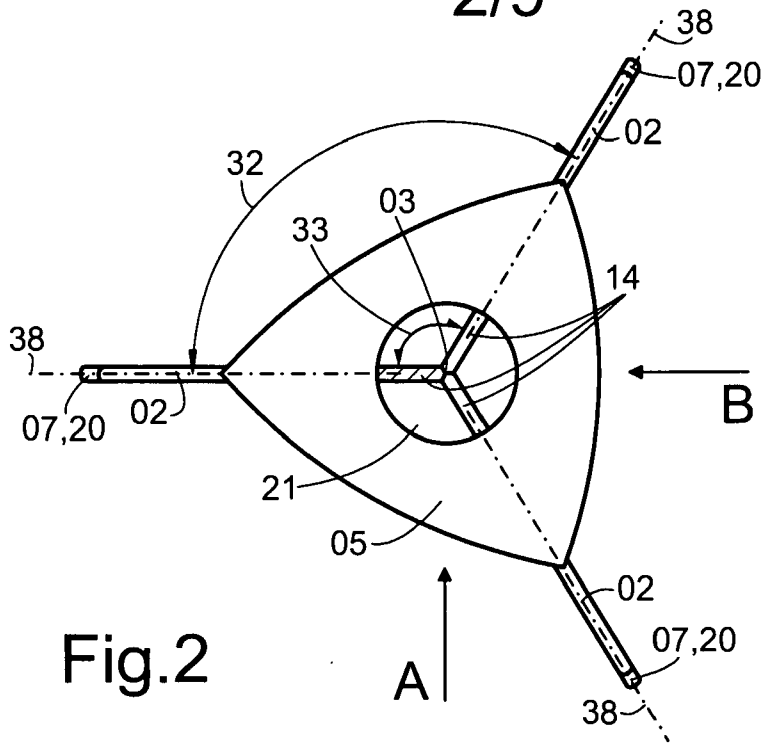


Fig. 2

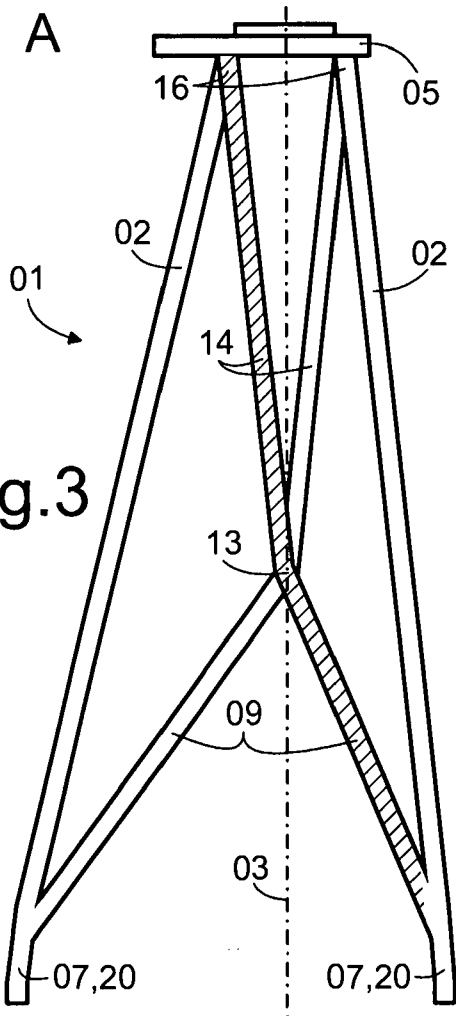


Fig. 3

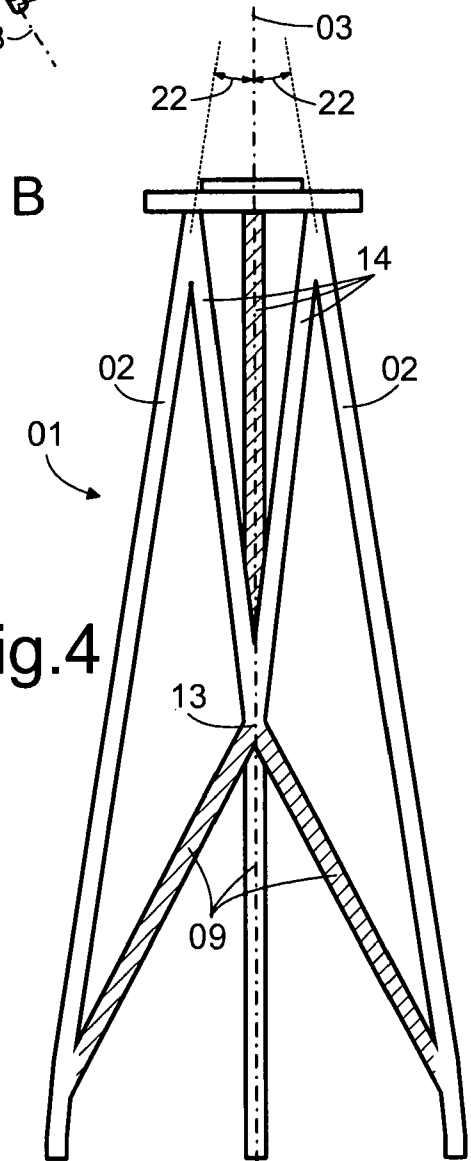


Fig. 4

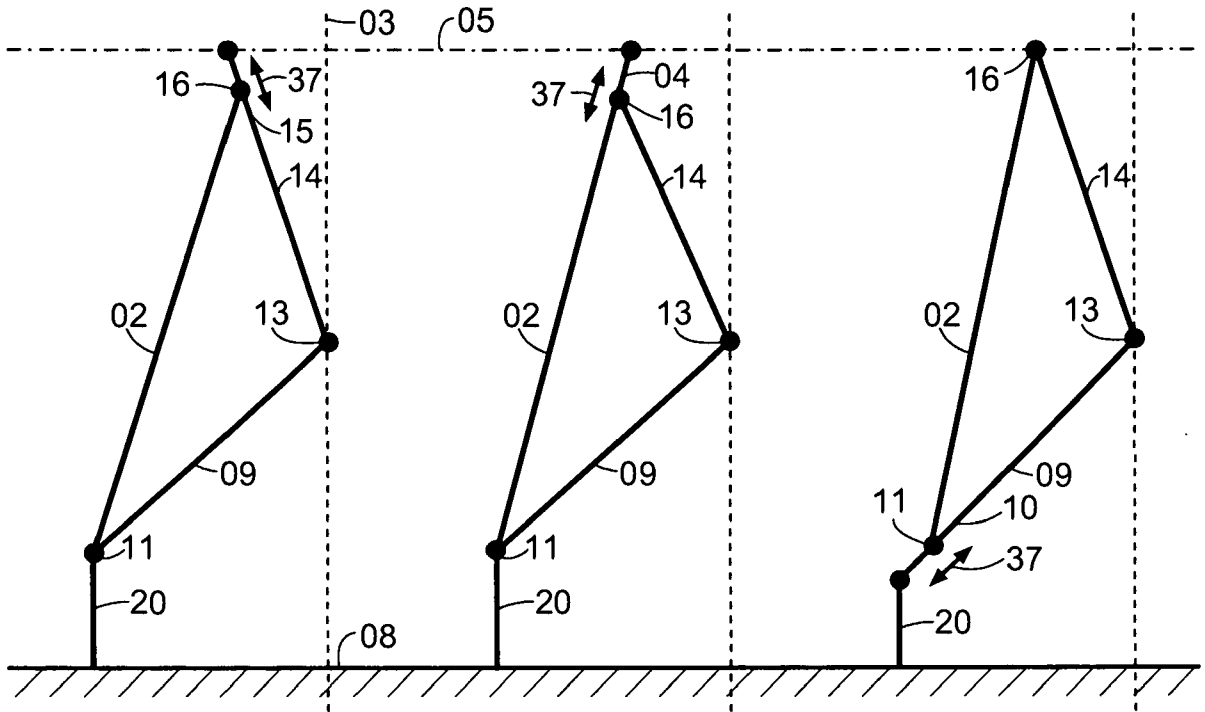


Fig.5A

Fig.5B

Fig.5C

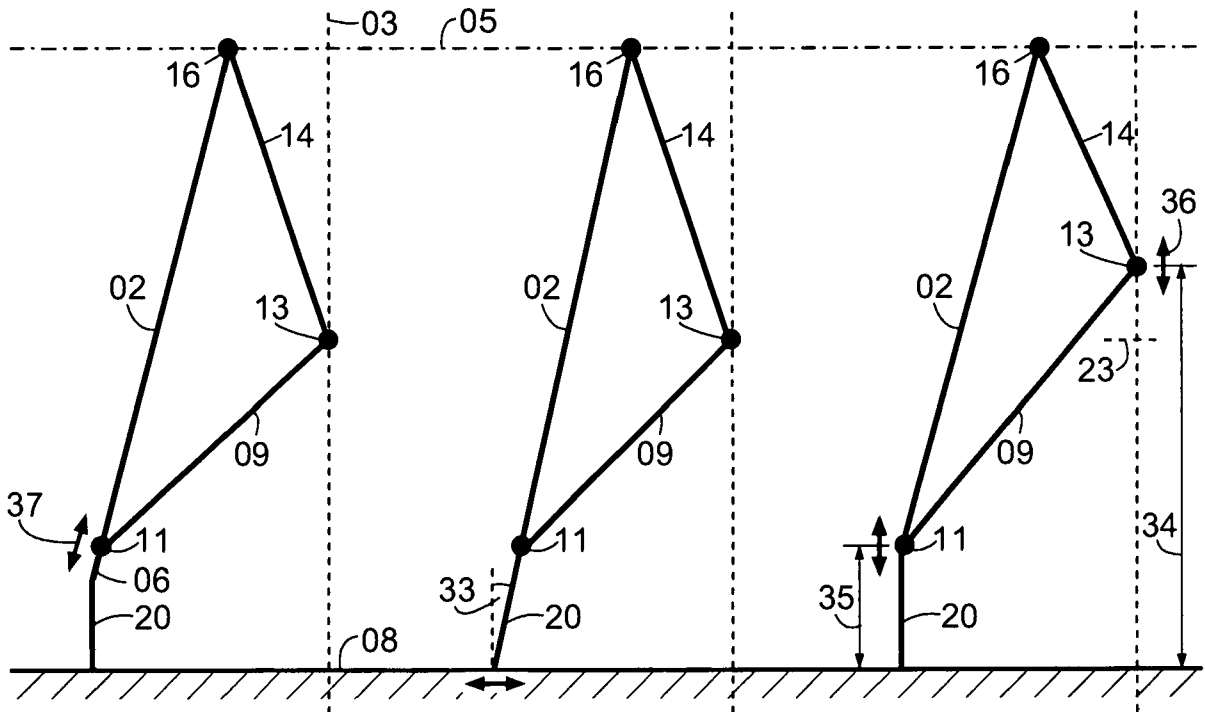


Fig.5D

Fig.5E

Fig.5F

4/9

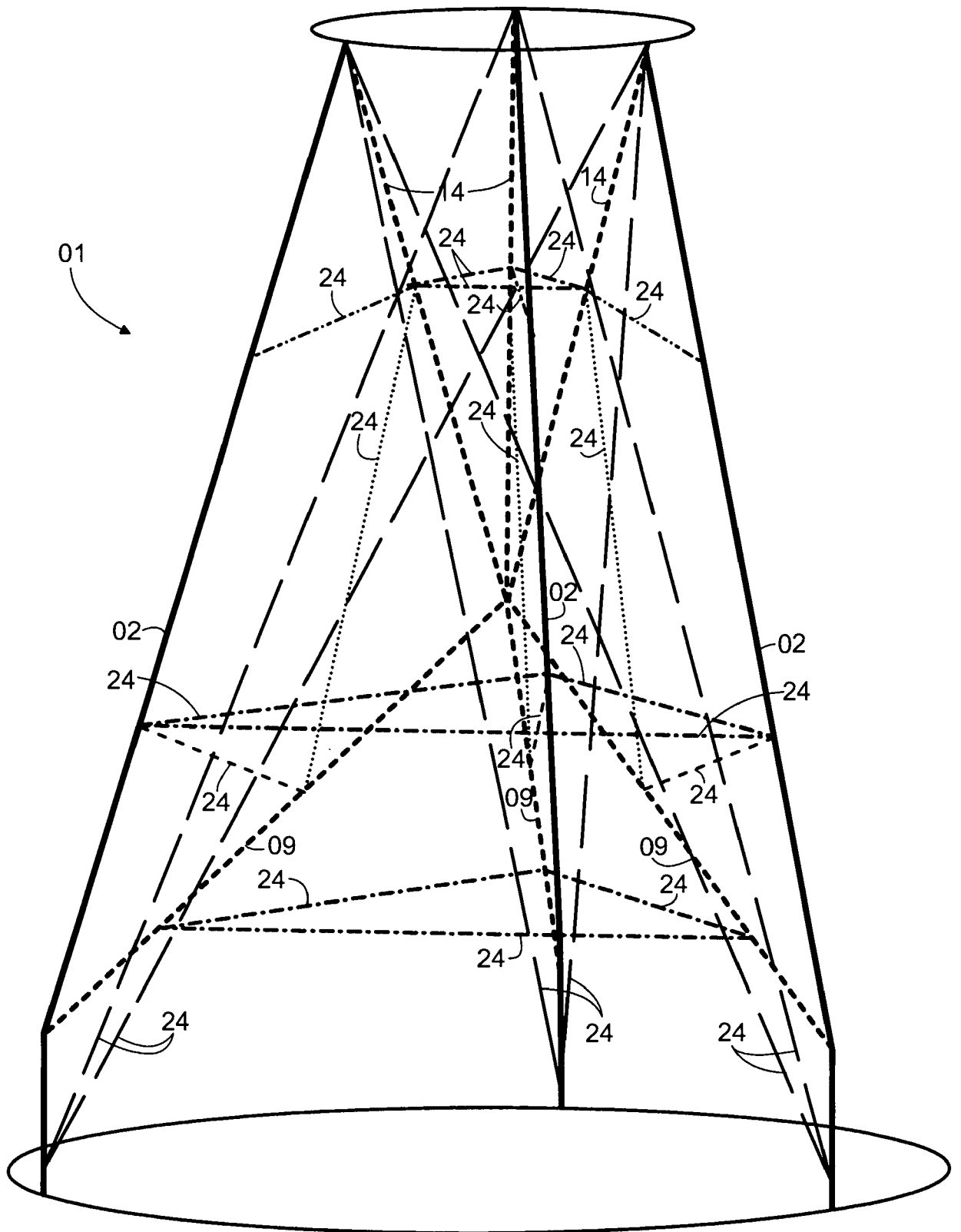


Fig.6

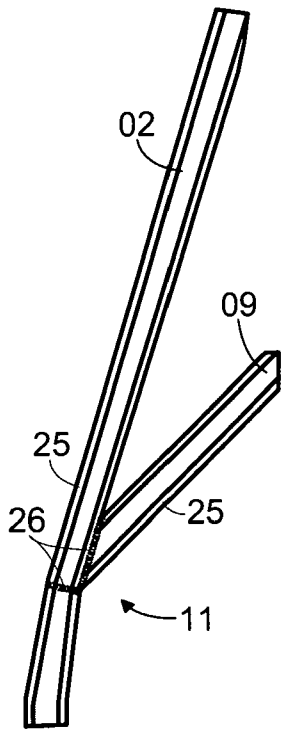


Fig. 7A

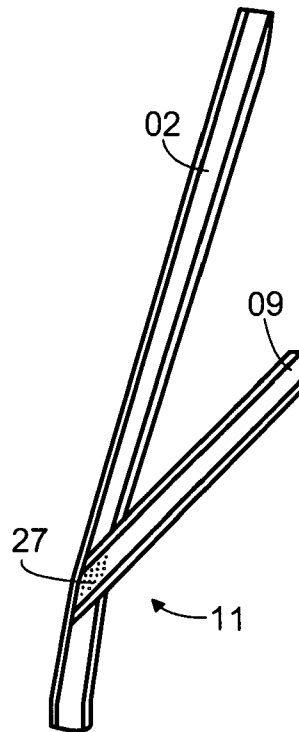


Fig. 7B

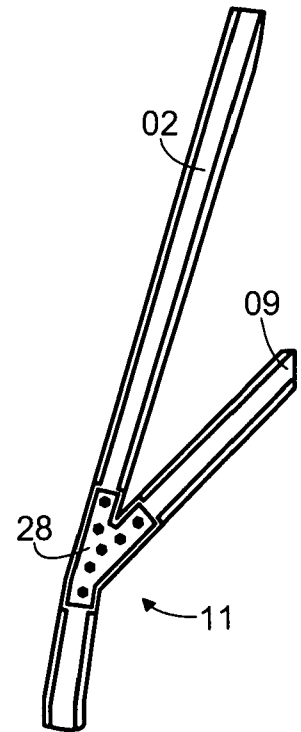


Fig. 7C

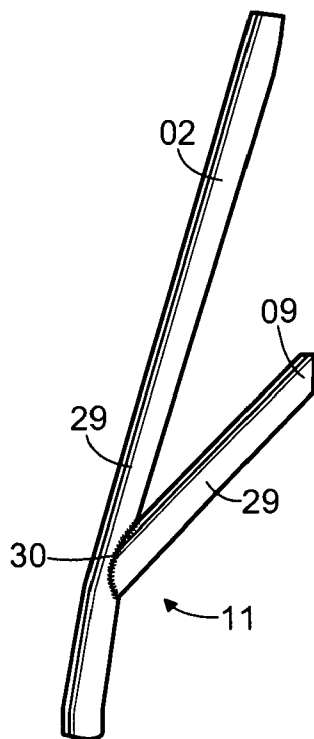


Fig. 7D

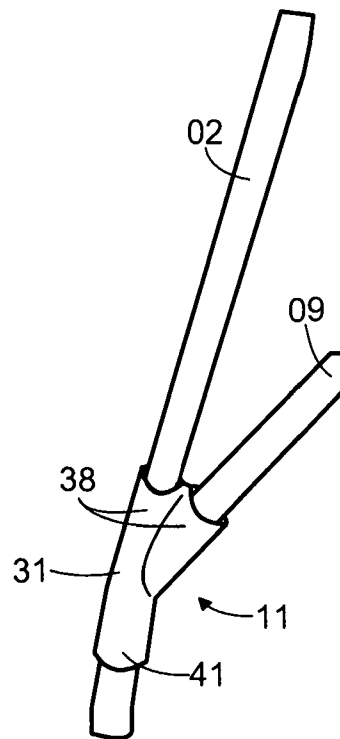


Fig. 7E

6/9

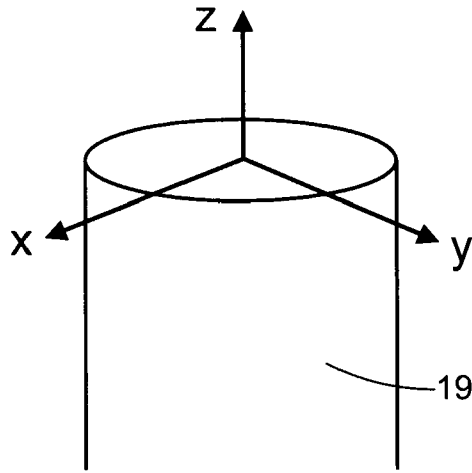


Fig. 8A

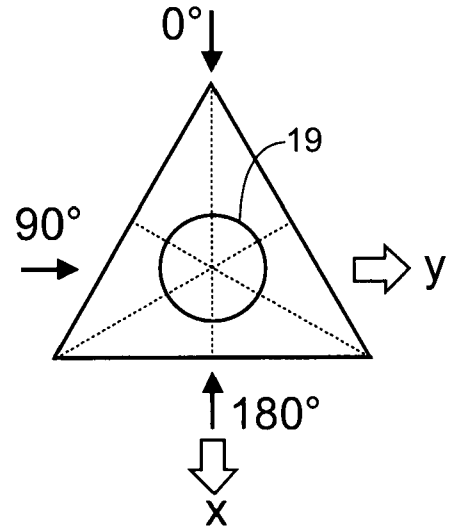


Fig. 8B

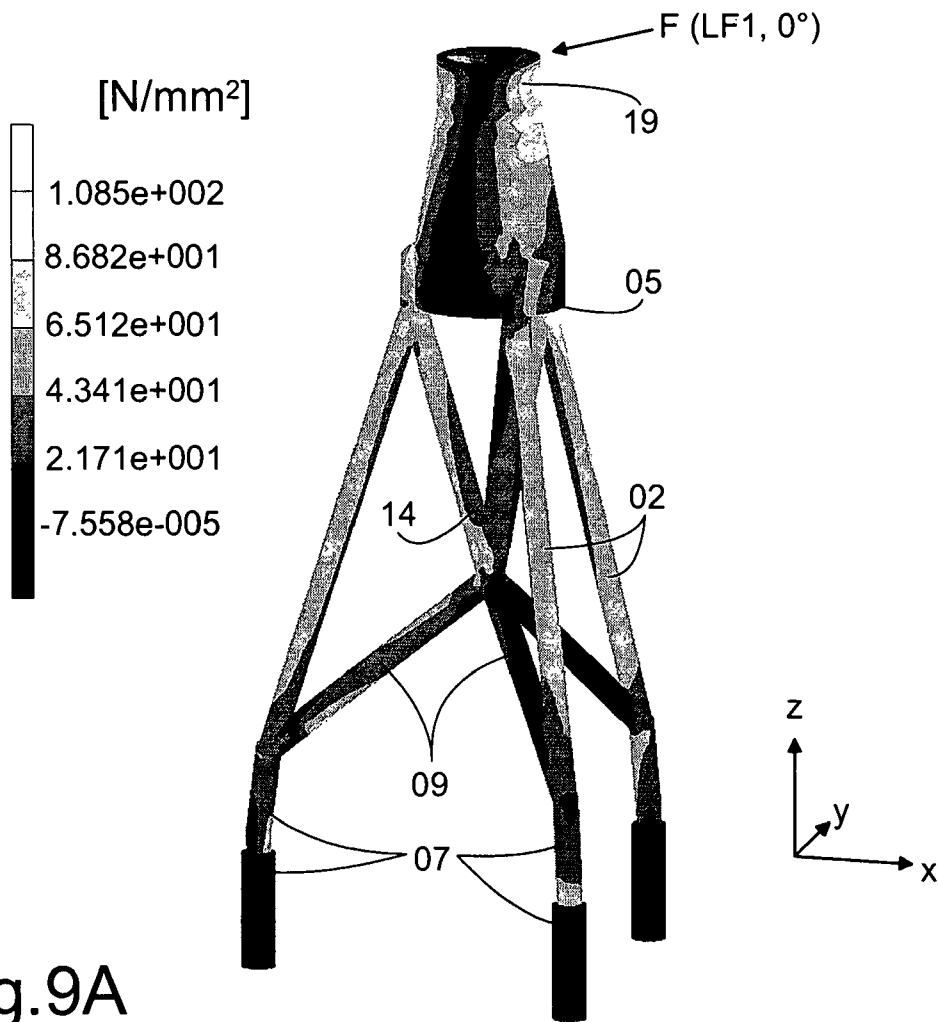


Fig. 9A

7/9

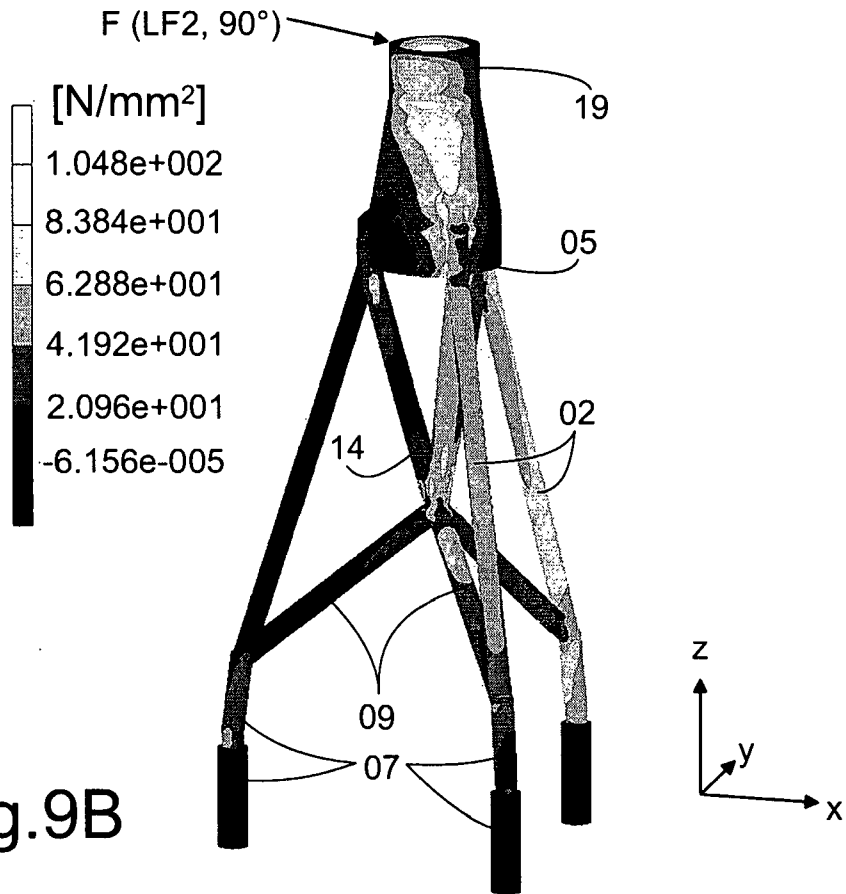


Fig.9B

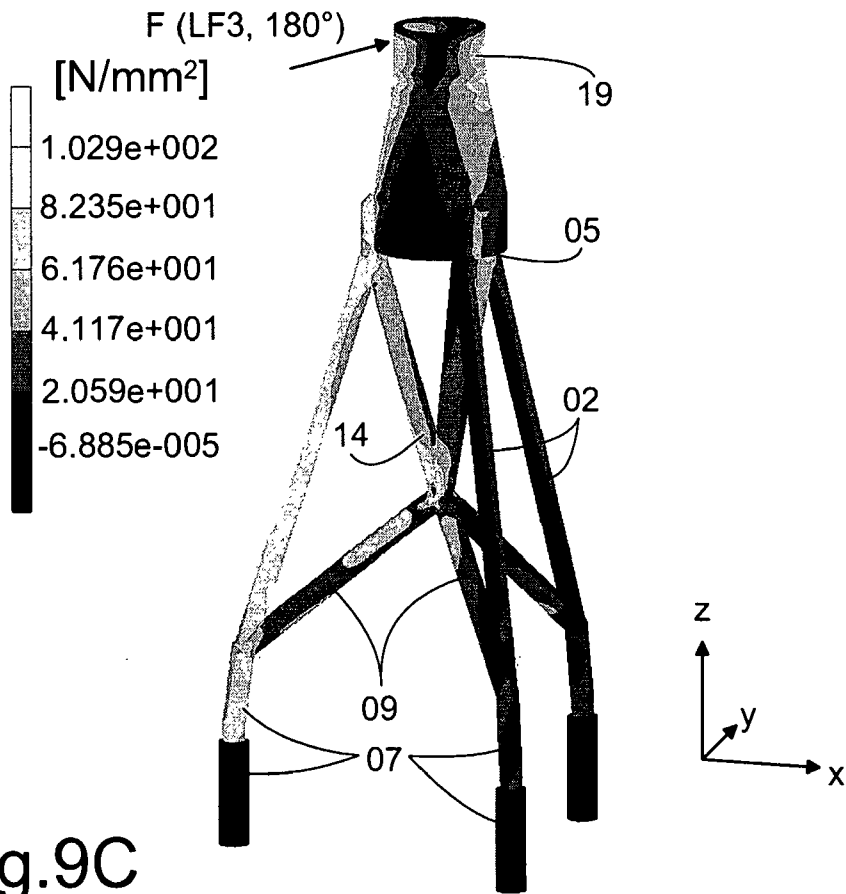


Fig.9C

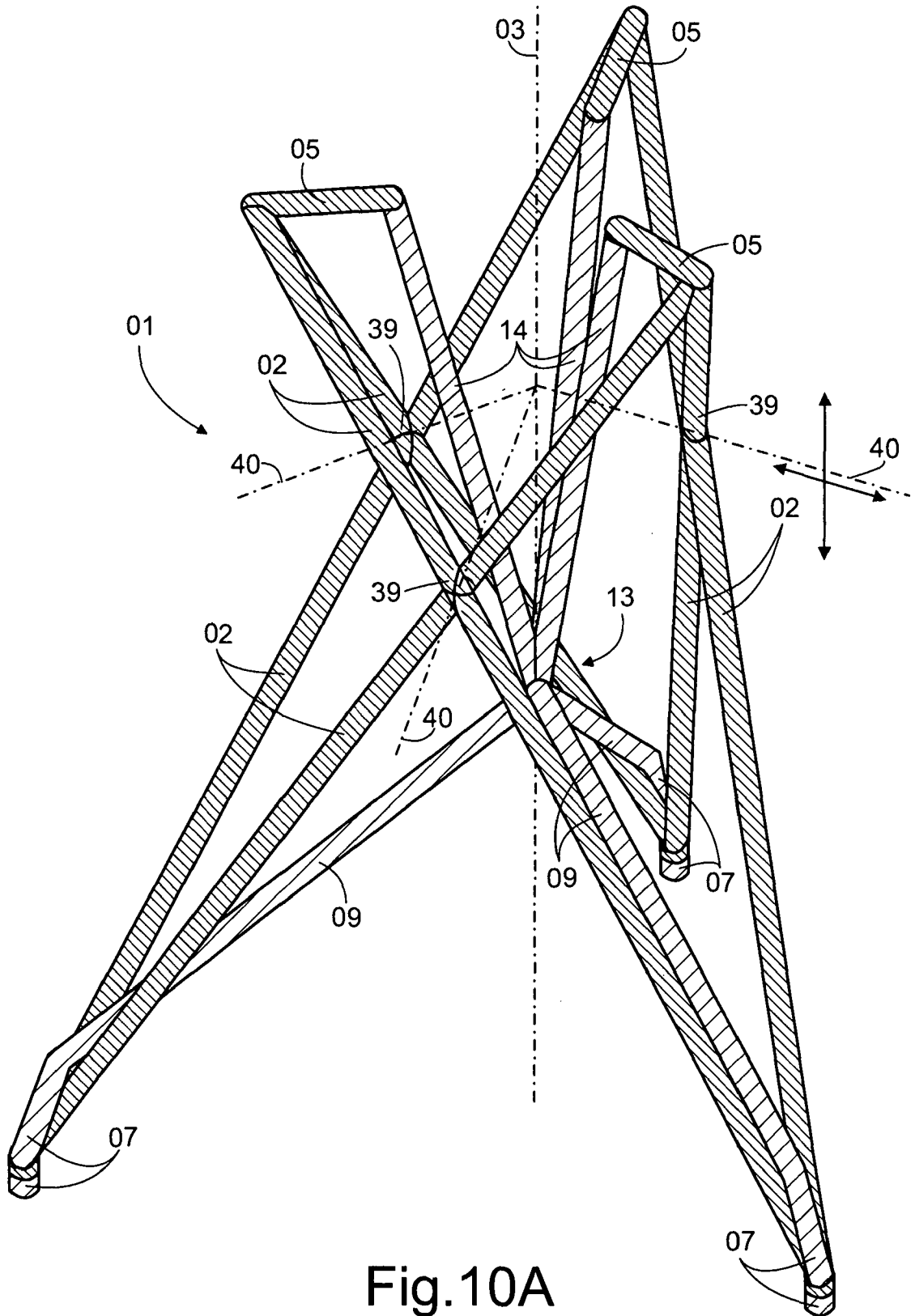


Fig.10A

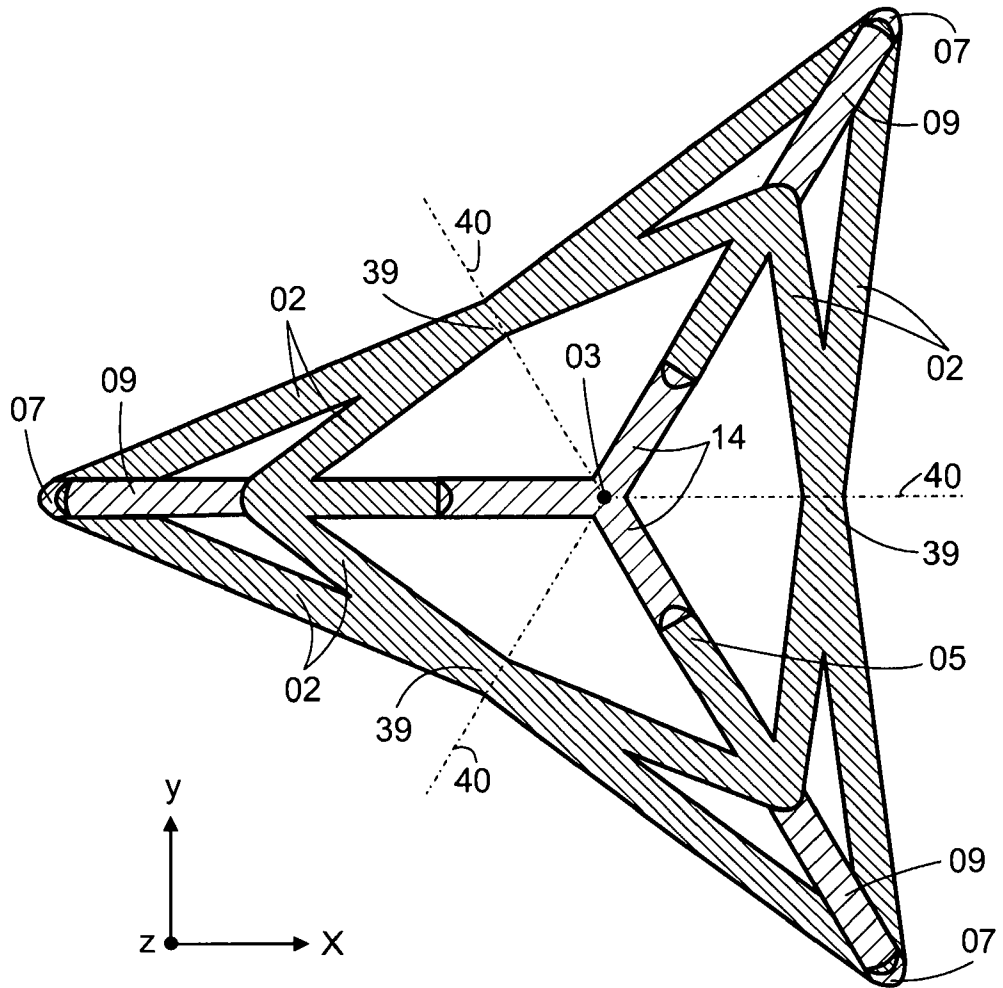


Fig.10B