



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 20 2004 006 633 U1 2004.10.14

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(22) Anmeldetag: **26.04.2004**
(47) Eintragungstag: **09.09.2004**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **14.10.2004**

(51) Int Cl.7: **F03D 11/00**
E04H 12/00, E04H 12/10

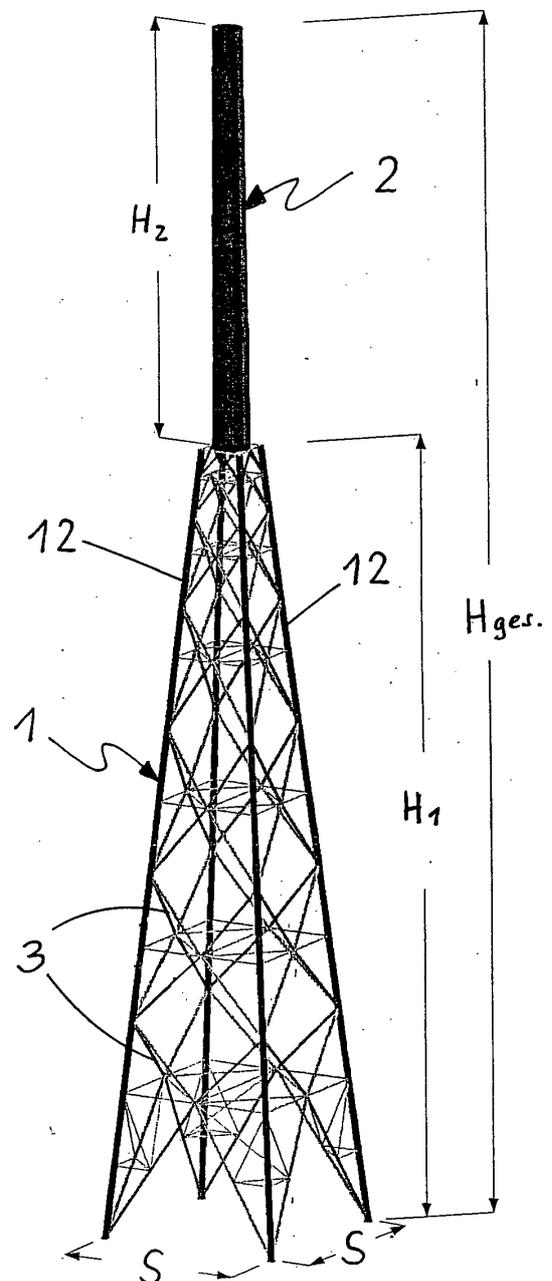
(71) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**SIAG Schaaf Industrie Aktiengesellschaft, 56428
Dernbach, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Grommes, K., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 56068 Koblenz

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mast für Windkraftanlagen**

(57) Hauptanspruch: Mast für Windkraftanlagen, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Unterteil (1) nach Art eines Gittermastes aufweist und sein Oberteil (2) von einem Rohrmantelmast gebildet ist, wobei das Oberteil (2) mit dem Unterteil (1) lösbar verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Windkraftanlagen dienen bekanntlich der Erzeugung erneuerbarer Energie. Ihre Anwendung ist vom Grundsatz her zu begrüßen, gerät jedoch vielerorts in die Kritik, wenn Windkraftanlagen sichtbaren Einfluss auf das Landschaftsbild nehmen. Gegner von Windkraftanlagen führen in solchen Fällen gerne auch mangelnde Effizienz oder Wirtschaftlichkeit solcher Windkraftanlagen ins Feld, um ihre Ausbreitung zu verhindern. Beide Aspekte dürften auf Dauer dazu führen, dass sowohl landschaftsverträgliche als auch technisch optimale Standorte gefunden werden müssen und dort dann möglichst leistungsstarke Windkraftanlagen installiert werden.

[0002] Solche Überlegungen lassen es als notwendig erscheinen, höhere Maste für Windkraftanlagen zu entwickeln. Dem sind jedoch bislang noch deutliche Grenzen gesetzt. In der Praxis bleiben zwei Typen von Masten zu unterscheiden, nämlich zunächst die hauptsächlich verbreiteten (einstückigen) Rohrmantelmaste, welche vorgefertigt zu ihrem Aufstellungsort gelangen und Bauhöhen bis zu 100 m erreichen, bei einem eben noch vertretbaren Transportaufwand. Ihre Höhenbegrenzung resultiert nicht aus etwaigen statischen, dynamischen oder sonstigen materialbedingten Grenzwerten, sondern einfach der Sperrigkeit des jeweiligen Fertigproduktes und des hohen Logistikaufwandes für einen Transport vom Herstellungs- zum Anwendungsort, einschließlich der zahlreichen Sicherheitsvorkehrungen, der reduzierten transporttauglichen Strecken und der dadurch notwendigen Umwege etc.

[0003] Für den weiteren bekannten Masttyp, einen traditionellen Gittermast, gelten vorgenannte Einschränkungen zwar nicht, jedoch sind auch ihm deutliche Grenzen gesetzt, nämlich durch seinen hohen Montageaufwand (überwiegend vor Ort). So eignen sich Gittermaste ebensowenig für größere Bauhöhen wie Rohrmantelmaste, wenn auch aus unterschiedlichen Gründen.

[0004] Ausgehend von diesem Stand der Technik hat sich die Erfindung zur Aufgabe gesetzt, einen Mast für Windkraftanlagen mit einer Bauhöhe über 100 m zu entwickeln, welcher zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten realisierbar ist.

[0005] Diese scheinbar widersprüchliche Aufgabe löst die Erfindung auf überraschend einfache Weise mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Sie greift dazu nicht wahlweise auf den einen oder anderen Masttyp zurück, um diesen etwa zu modifizieren, sondern sie bringt beide Typen gleichzeitig zum Einsatz, indem sie jedem eine spezielle Funktion zuweist. So sieht die Erfindung zunächst einen zweiteiligen Aufbau des Mastes, nämlich aus einem Unter- sowie einem Oberteil vor. Das Unterteil soll erfindungsgemäß von

einem Gittermast gebildet werden, während als Oberteil ein Rohrmantelmast gewählt wird. Beide Teile sind lösbar miteinander verbunden, in aller Regel form- und kraftschlüssig.

[0006] Damit eröffnet die Erfindung den Weg zum Bau wesentlich höherer und im Ergebnis effizienterer Windkraftanlagen als bisher, d. h. bis zu Bauhöhen von etwa 200 m. Dabei könnten theoretisch 100 m Bauhöhe auf das Gittermast-Unterteil und die restlichen 100 m Bauhöhe auf das Rohrmantel-Oberteil entfallen. Dazwischen sind beliebige andere Paarungen möglich. Unter entsprechend günstigen Umständen lassen sich auch Bauhöhen über 200 m realisieren. Grenzen sind der erfindungsgemäßen Bauweise derzeit eigentlich nur durch die Leistungsfähigkeit der benötigten Montagebezeuge gesetzt. Im Hinblick darauf wird man sich z. Z. noch auf die Verwendung von Rohrmantelmasten mit einer Höhe von etwa 40 bis 50 m beschränken und den tragenden Gittermast in der Höhe variabel gestalten, d. h. bis 100 m, bei Bedarf auch darüber hinaus.

[0007] Wegen der unterschiedlichen Typen, Gattung oder Herkunft der Teilmaste könnte man den erfindungsgemäßen Mast auch als Hybridmast bezeichnen. Der erfindungsgemäße Hybridmast ist aber nicht nur geeignet, in bisher kaum für möglich gehaltene Bauhöhen vorzustoßen. Er ist auch im Bereich herkömmlicher Bauhöhen vorteilhaft einsetzbar. So können auch Gittermast-Unterteile mit Rohrmantel-Oberteilen jeweils unter 50 m Bauhöhe miteinander kombiniert werden. Auch insoweit kann die erfindungsgemäße Bauart wirtschaftlich interessant sein.

[0008] Vorteilhaft ist das Gittermast-Unterteil als großmaschig aufgelöstes Gitter mit großer Spannweite der Gitterstäbe und reduzierter Anzahl von Einzelteilen sowie Verbindungsmitteln ausgeführt. Die Wahl von Gitterstäben mit großer Spannweite und die Verringerung von Einzelteilen samt zugehöriger Verbindungsmittel lassen eine übersichtlichere und letztlich auch sicherere Ausführung des Gitterwerkes zu, was insbesondere die für die Dauerfestigkeit maßgeblichen – und jeweils zu berechnenden – Schraubanschlüsse betrifft.

[0009] Zweckmäßigerweise sind bei dem Gittermast-Unterteil hochfeste Passschraubenverbindungen vorgesehen.

[0010] Nach einem weiteren Vorschlag sind bei dem Gittermast-Unterteil hochfeste Kopfplattenverbindungen vorgesehen.

[0011] Vorteilhaft beträgt die untere Spreizung des Gittermastes etwa $0,16 H_1$ (= Höhe des Gittermastes).

[0012] Bei einer Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist zur Verbindung des Rohrmantelmastes (= Oberteil) mit dem Gittermast (= Unterteil) ein Ringträger als eigenes Koppelbauteil vorgesehen.

[0013] Zweckmäßigerweise verfügt der Ringträger über eine Tragfläche und Anschlussmittel für den Rohrmantelmast.

[0014] Vorteilhaft besitzt der Ringträger Pratten zum Anschluss an den Gittermast.

[0015] Nach einem weiteren Vorschlag weist der Ringträger – im montierten Zustand – an seinem oberen und unteren Ende eine Abschlussplatte auf, welche mit mindestens einer Durchtrittsöffnung versehen ist.

[0016] Zweckmäßigerweise bildet die Abschlussplatte am oberen Ende des Ringträgers die Tragfläche für den Rohrmantelmast und sind die Anschlussmittel für den Rohrmantelmast daran verankert.

[0017] Bei einer Weiterbildung bestehen die Anschlussmittel für den Rohrmantelmast aus einem auf der Abschlussplatte aufgeschweißten und umlaufend mit Schrauben bestückten Ringflansch.

[0018] Vorteilhaft sind zwischen Pratten und Ringträger lösbare Verbindungen in Form komplementärer Verbindungsteile, einschließlich Spannschrauben und insbesondere hochfeste Passschrauben, vorgesehen. Die Verbindungsteile insgesamt können sich dabei in radialer Richtung erstrecken und über innere Anschlagflächen verfügen, welche ihrerseits geneigt sind oder auch aufrecht stehen. Die Anschlagflächen können von (fluchtenden) Bohrungen umgeben sein zur Aufnahme von entsprechenden Schraubbolzen (oder Spannschrauben).

[0019] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend in Verbindung mit der Zeichnung für bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben. Darin zeigen:

[0020] **Fig. 1** einen erfindungsgemäßen Hybridmast in seinem grundsätzlichen Aufbau in perspektivischer Ansicht,

[0021] **Fig. 2** ein spezielles Koppelbauteil zur Verbindung von Oberteil und Unterteil eines erfindungsgemäßen Hybridmastes in vereinfachter Draufsicht,

[0022] **Fig. 3** und **4** ein Koppelbauteil in zwei verschiedenen perspektivischen Ansichten.

[0023] Nach **Fig. 1** ist ein erfindungsgemäßer Mast für eine Windkraftanlage aus einem Unterteil **1** in Form eines Gittermastes und einem Oberteil **2** in Form eines Rohrmantelmastes zusammengesetzt.

Beide Teile sind lösbar miteinander verbunden, wie im Folgenden noch näher erläutert wird. Das Unterteil **1** besteht dabei aus einem großmaschig aufgelösten Gitterwerk, d. h. die darin verarbeiteten Gitterstäbe **3** verfügen über eine relativ große Spannweite, mit der Folge, dass die Anzahl der Einzelteile gegenüber einem traditionellen Gittermast reduziert ist und damit auch die Anzahl der Verbindungsmittel (hier nicht näher dargestellt). Als Verbindungsmittel bzw. Verbindungen sind insbesondere hochfeste Passschrauben- sowie Kopfplattenverbindungen vorgesehen.

[0024] Der Gittermast **1** verjüngt sich pyramidenförmig nach oben und seine Spreizung, d. h. sein Spreizmaß S am Fuß beträgt etwa $0,16 H_1$, wobei H_1 die Höhe des Gittermastes **1** bedeutet. Die Gesamthöhe $H_{ges.}$ des erfindungsgemäßen Mastes ergibt sich aus $H_1 + H_2$, wobei letzteres die Höhe des Rohrmantelmastes **2** bedeutet. Für das vorliegende Ausführungsbeispiel gilt in etwa: $H_1 = 85 \text{ m}$, $H_2 = 45 \text{ m}$. $H_{ges.} = 130 \text{ m}$.

[0025] **Fig. 2** stellt schematisch in Draufsicht ein spezielles Koppelteil **4**, nämlich einen sog. Ringträger dar. Dieser verfügt an seinem oberen Ende **6** ebenso wie an seinem unteren Ende **7** über eine Abschlussplatte **8**, wobei jede Abschlussplatte **8** eine zentrale Durchtrittsöffnung **9** aufweist. Die Abschlussplatte **8** am oberen Ende **6** dient dabei als Tragfläche für den Rohrmantelmast **2**, die Abschlussplatte **8** am unteren Ende **7** als Arbeitsplattform, wobei die Durchtrittsöffnungen **9** den Zugang ins Innere des Rohrmantelmastes gewährleisten. Der Rohrmantelmast **2** verfügt an seinem unteren Ende in bekannter Weise über einen Befestigungsflansch. Wie letzterer auf der Tragfläche gehalten und gesichert ist, wird nachstehend in Verbindung mit den **Fig. 3** und **4** erläutert.

[0026] Im übrigen sind mit gleichem Abstand vom Mittelpunkt des Ringträgers **4**, gleichmäßig über seinen Umfang verteilt, vier Pratten **10** am Ende von radial verlaufenden Kragarmen **11** so angeordnet, dass sich die Pratten **10** auf den Eckpfosten **12** des Gittermastes **1** auflagern bzw. daran anschließen lassen. Zwischen Pratte **10** und Kragarm **11** ist jeweils eine lösbare Verbindung vorgesehen, nämlich mit plattenförmigen Verbindungsteilen **13**. Diese verfügen über relativ große innere Anschlagflächen und lassen sich mittels Spannschrauben, vorzugsweise hochfesten Passschrauben zusammenpressen und gewährleisten so die notwendige Dauerfestigkeit. Vgl. dazu auch die **Fig. 3** und **4**, welche den Ringträger **4** in verschiedenen perspektivischen Ansichten zeigen.

[0027] Den letztgenannten Figuren kann im übrigen auch entnommen werden, dass der Ringträger **4** an seinem oberen Ende **6** einen auf die Abschlussplatte **8** aufgeschweißten Ringflansch **5** aufweist, welcher umlaufend mit Schrauben **14** bestückt ist. Auf diesen

Ringflansch **5** ist der Rohrmantelmast **2** mit seinem am unteren Ende angebrachten Flansch aufsetzbar und daran anschließbar. Der (hier nicht dargestellte) Flansch verfügt über entsprechende Bohrungen und kann in seinem Endsitz verschraubt, d. h. dauerhaft gesichert werden.

Bezugszeichenliste

1	Gittermast, (Gittermast-)Unterteil
2	Rohrmantelmast, (Rohrmantelmast-)Ober- teil
3	Gitterstab
4	Ringträger, Koppelbauteil, Koppelteil
5	Ringflansch
6	oberes Ende
7	unteres Ende
8	Abschlussplatte
9	Durchtrittsöffnung
10	Pratze
11	Kragarm
12	Eckpfosten
13	Verbindungsteil
14	Schrauben
H₁	Höhe des Gittermastes 1
H₂	Höhe des Rohrmantelmastes 2
N_{ges.}	Gesamthöhe (H ₁ + H ₂)
S	Spreizung, Spreizmaß

Schutzansprüche

1. Mast für Windkraftanlagen, **dadurch gekennzeichnet**, dass er ein Unterteil (**1**) nach Art eines Gittermastes aufweist und sein Oberteil (**2**) von einem Rohrmantelmast gebildet ist, wobei das Oberteil (**2**) mit dem Unterteil (**1**) lösbar verbunden ist.

2. Mast nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gittermast-Unterteil (**1**) als großmaschig aufgelöstes Gitterwerk mit großer Spannweite der Gitterstäbe (**3**) und reduzierter Anzahl von Einzelteilen sowie Verbindungsmitteln ausgeführt ist.

3. Mast nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Gittermast-Unterteil (**1**) hochfeste Passschraubenverbindungen vorgesehen sind.

4. Mast nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Gittermast-Unterteil (**1**) hochfeste Kopfplattenverbindungen vorgesehen sind.

5. Mast nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die untere Spreizung (**S**) des Gittermastes (**1**) etwa $0,16 H_1$ (= Höhe des Gittermastes) beträgt.

6. Mast nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verbindung des

Rohrmantelmastes (**2**) mit dem Gittermast (**1**) ein Ringträger (**4**) als eigenes Koppelbauteil vorgesehen ist.

7. Mast nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringträger (**4**) über eine Tragfläche und Anschlussmittel für den Rohrmantelmast (**2**) verfügt.

8. Mast nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringträger (**4**) Prätze (**10**) zum Anschluss an den Gittermast (**1**) besitzt.

9. Mast nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringträger (**4**) – im montierten Zustand – an seinem oberen Ende (**6**) wie auch unteren Ende (**7**) eine Abschlussplatte (**8**) aufweist, welche mit mindestens einer Durchtrittsöffnung (**9**) versehen ist.

10. Mast nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschlussplatte (**8**) am oberen Ende (**6**) des Ringträgers (**4**) die Tragfläche für den Rohrmantelmast (**2**) bildet und die Anschlussmittel für den Rohrmantelmast (**2**) daran verankert sind.

11. Mast nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussmittel für den Rohrmantelmast (**2**) aus einem auf der Abschlussplatte (**8**) aufgeschweißten und umlaufend mit Schrauben (**14**) bestückten Ringflansch (**5**) bestehen.

12. Mast nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Prätzen (**10**) und Ringträger (**4**) lösbare Verbindungen in Form komplementärer Verbindungsteile (**13**), einschließlich Spannschrauben und insbesondere hochfeste Passschrauben, vorgesehen sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

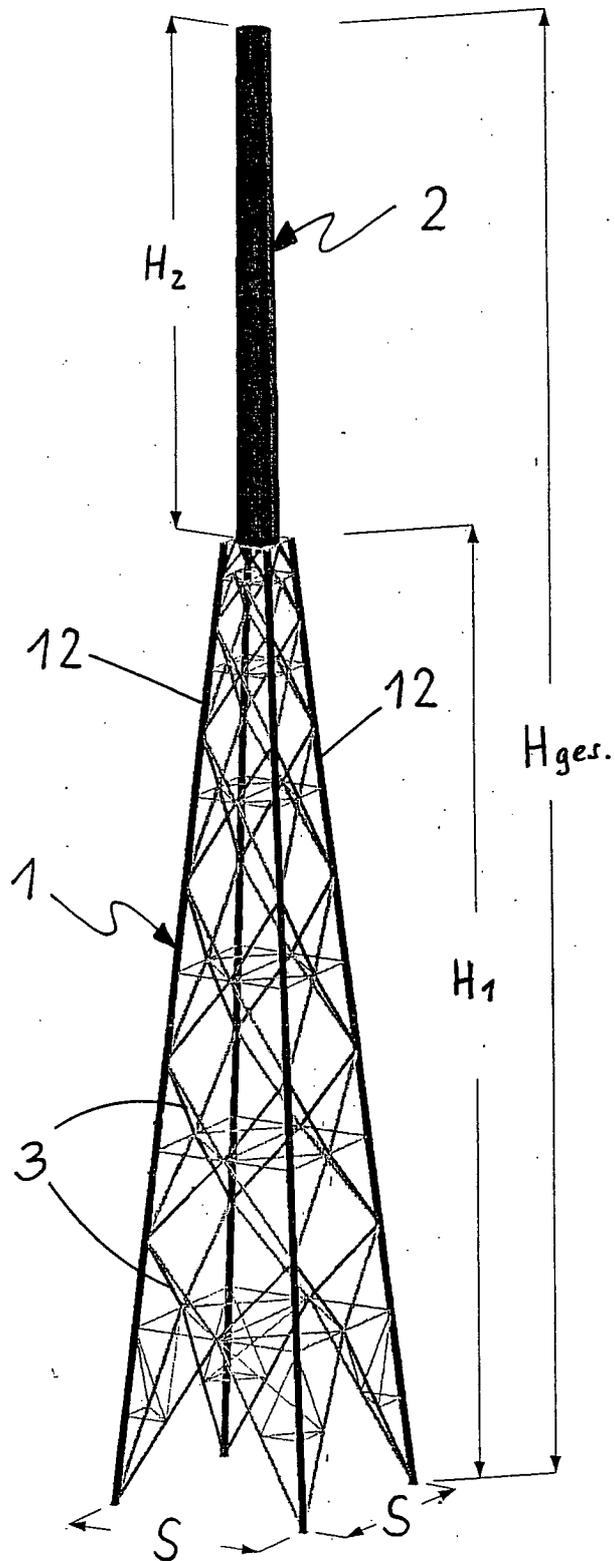


Fig. 1

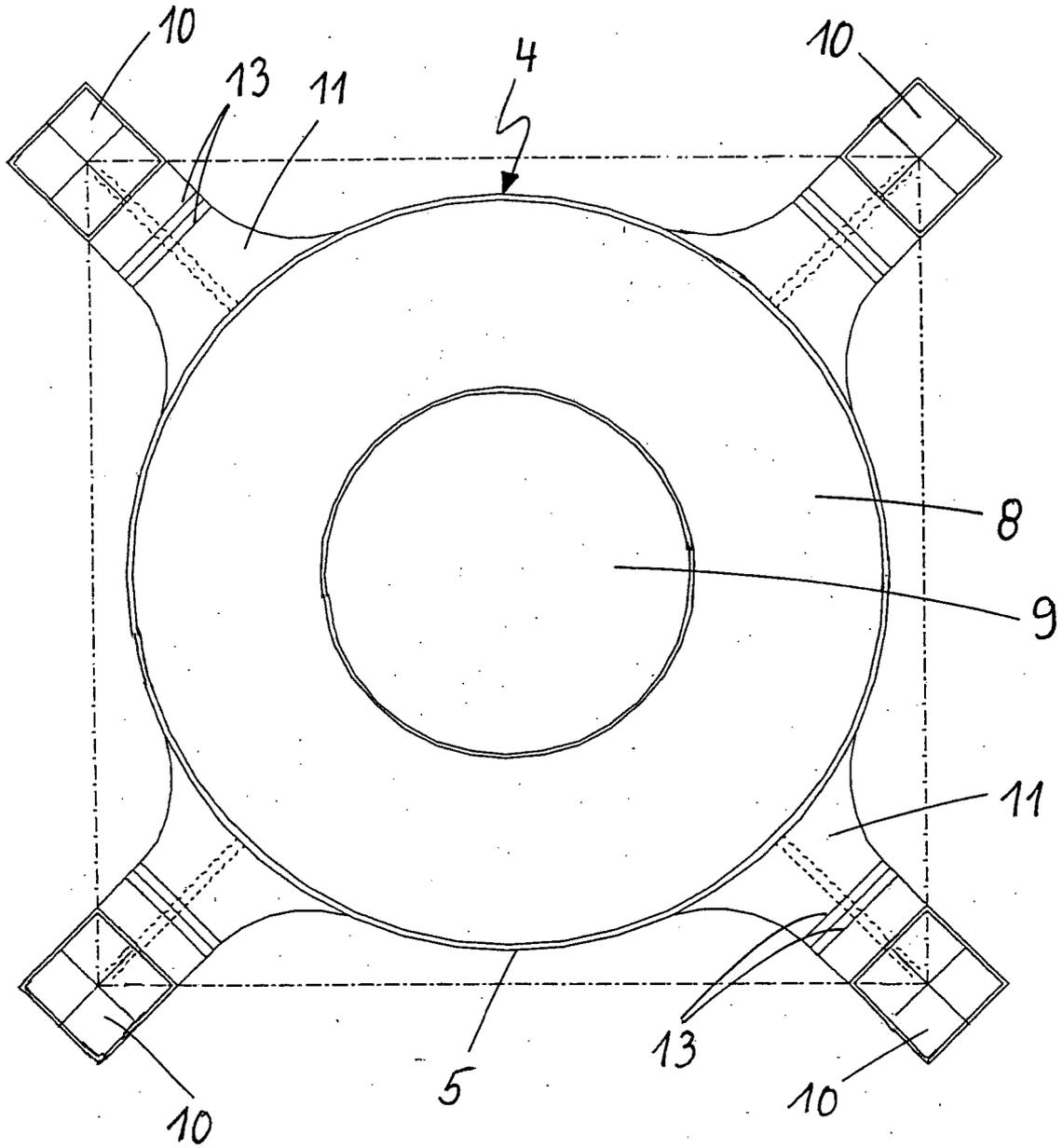


Fig. 2

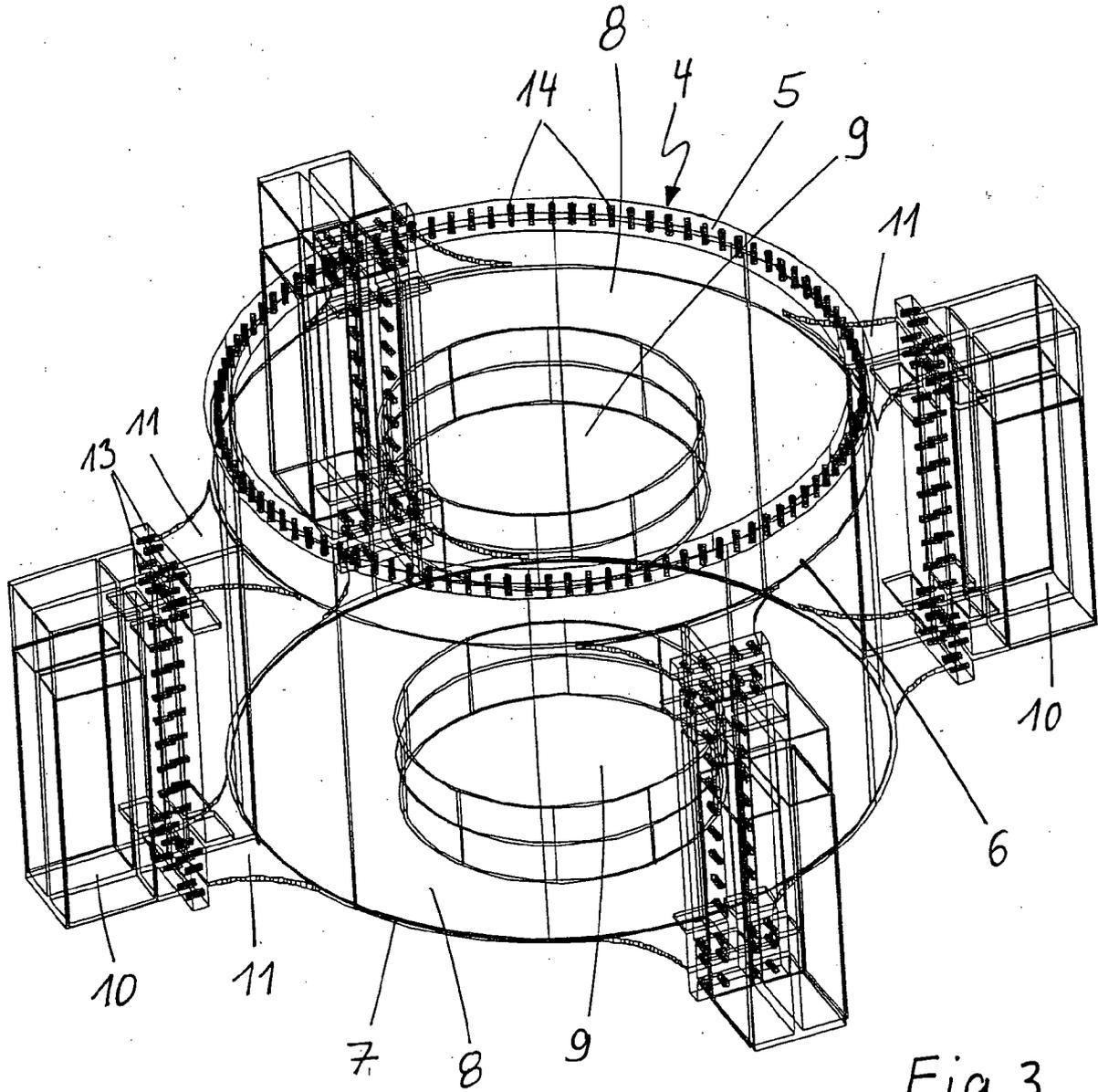


Fig. 3

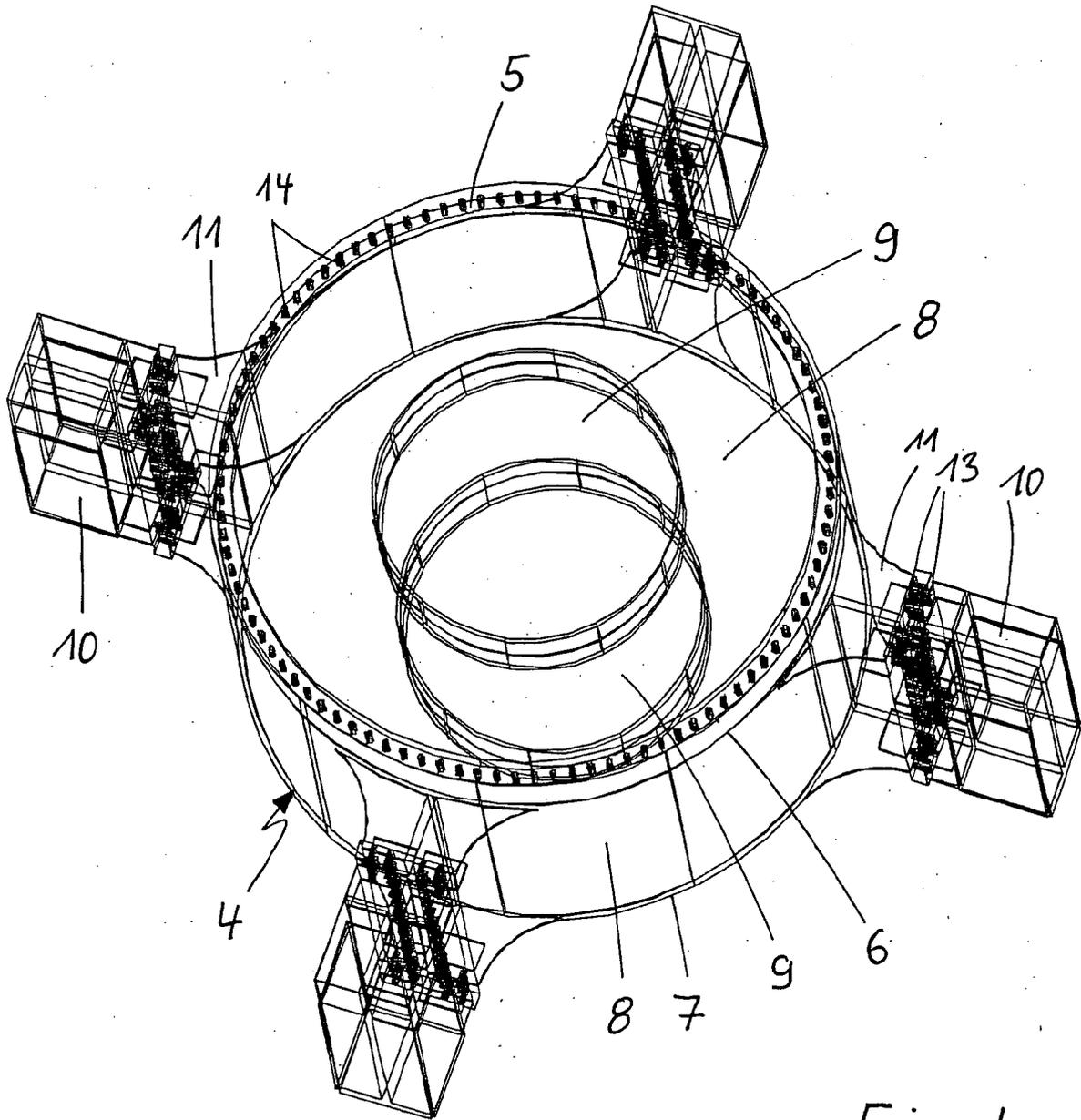


Fig. 4