



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 05 689 A1** 2004.09.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 05 689.0**
(22) Anmeldetag: **12.02.2003**
(43) Offenlegungstag: **02.09.2004**

(51) Int Cl.7: **F03D 11/04**
F03D 11/00, F03D 7/02

(61) Zusatz zu:
101 52 557.5

(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

(71) Anmelder:
Wobben, Aloys, 26607 Aurich, DE

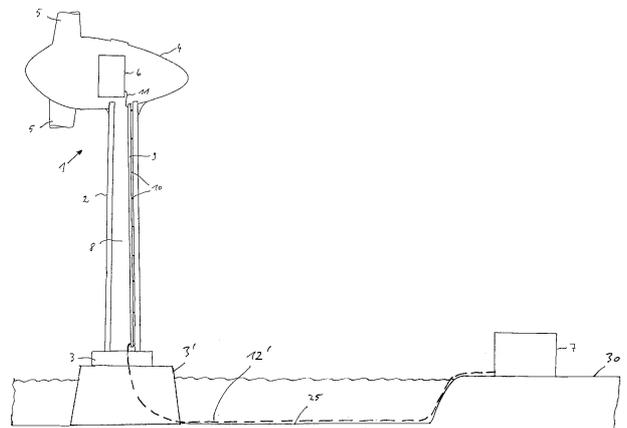
(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Windenergieanlage mit Stromschienen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage zur Erzeugung einer Wechselspannung mit einem aus mehreren Turmsegmenten aufgebauten Turm, mit einem im Bereich des Turmkopfes angeordneten Generator, mit einem Leistungsmodul und mit Stromleitungsmitteln zur Stromableitung des erzeugten Stroms aus dem Turmkopf. Um eine schnellere, einfachere und damit kostengünstigere Einrichtung der Windenergieanlage zu ermöglichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Stromleitungsmittel segmentiert in den Turmsegmenten vormontiert sind und dass das Leistungsmodul wenigstens teilweise im Bereich des Turmkopfes und/oder entfernt vom Turmfuß angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage mit einem aus mehreren Turmsegmenten aufgebauten Turm, mit einem im Bereich des Turmkopfes angeordneten Generator zur Stromerzeugung, mit einem Leistungsmodul und mit Stromleitungsmitteln zur Stromableitung des erzeugten Stroms aus dem Turmkopf.

[0002] Das elektrische Leistungsmodul einer Windenergieanlage, das elektrische Einheiten wie Transformator, Schaltschranke, ggf. Wechselrichter, Mittelspannungsanlage, Niederspannungsverteilung usw. umfasst, ist bei bekannten Windenergieanlagen unterhalb der Generatorebene und häufig im Bereich des Turmfußes des Turmes der Windenergieanlage angeordnet. Dafür bzw. für einige dieser Komponenten ist meist ein eigenes kleines Gebäude außerhalb der Windenergieanlage vorgesehen.

[0003] Um die von dem im Bereich der Turmspitze innerhalb einer Gondel angeordneten Generator erzeugte elektrische Energie zum Leistungsmodul zu übertragen, sind Stromleitungsmittel vorgesehen, die zumeist innerhalb des Turmes verlaufen und in Form von Kabeln ausgestaltet sind. Diese Kabel werden in den Turm eingebracht, nachdem dieser aufgestellt ist. Dies ist ein aufwändiges Verfahren, da die Kabel über die gesamte Turmhöhe in einem separaten Arbeitsgang installiert werden müssen. Weiterhin ist dieser Arbeitsgang von der vorherigen Errichtung des Turmes abhängig.

[0004] Es ist jedoch nicht zwangsläufig erforderlich, das Leistungsmodul (vollständig) im Bereich des Turmfußes anzuordnen. Auch andere Positionen sind grundsätzlich denkbar. Die Stromleitungsmittel müssen deshalb im wesentlichen den Zweck erfüllen, den im Bereich des Turmkopfes erzeugten und ggf. vorverarbeiteten Strom aus dem Turmkopf abzuführen.

Aufgabenstellung

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Windenergieanlage anzugeben, die sich einfacher und damit auch günstiger und schneller errichten lässt, und bei der nicht zwingend ein Leistungsmodul im Bereich des Turmfußes erforderlich ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Stromleitungsmittel segmentiert in den Turmsegmenten vormontiert sind und dass das Leistungsmodul wenigstens teilweise im Bereich des Turmkopfes und/oder entfernt vom Turmfuß angeordnet ist.

[0007] Die Segmente der Stromleitungsmittel sind somit vorgefertigt und werden bevorzugt an den Turmsegmenten angebracht, bevor aus den einzelnen Turmsegmenten der Turm errichtet wird. Es ist somit nicht mehr erforderlich, nach Errichtung des Turmes aufwändig Kabel durch den Turm zu ziehen.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen lassen sich die gesamte Errichtungszeit der Windenergieanlage verkürzen und die Kosten für die Errichtung verringern, ohne dass irgendwelche technischen Nachteile in Kauf genommen werden müssten.

[0008] Um ein im Bereich des Turmfußes angeordnetes Leistungsmodul zu vermeiden, wird außerdem vorgeschlagen, das Leistungsmodul wenigstens teilweise im Bereich des Turmkopfes und/oder entfernt vom Turmfuß anzuordnen. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass das Leistungsmodul – teilweise oder vollständig – innerhalb oder außen an der Gondel angebracht ist. Bei Off-Shore-Windenergieanlagen ist es dagegen bevorzugt, das Leistungsmodul – teilweise oder vollständig – an Land, beispielsweise im nächsten Festlandbereich oder auf einer nahegelegenen Insel, anzuordnen und die Windenergieanlage durch Seekabel mit dem Leistungsmodul zu verbinden.

[0009] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das Leistungsmodul wenigstens zwei Leistungsmoduleinheiten aufweist, von denen die eine im Bereich des Turmkopfes und die andere unterhalb des Turmkopfes, also im Bereich des Turmfußes oder entfernt vom Turmfuß, angeordnet ist. Die Stromleitungsmittel sind dann im wesentlichen dazu vorgesehen, die beiden Leistungsmoduleinheiten zu verbinden.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Windenergieanlage sind in den Unteransprüchen angegeben. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Segmente der Stromleitungsmittel nur in einem Bereich, vorzugsweise im in aufgebautem Zustand obersten Bereich, mit den zugehörigen Turmsegment fest verbunden sind. Diese Befestigung mit dem Turmsegment erfolgt bevorzugt vor Errichtung des Turmes, so dass die Turmsegmente inklusive der daran befestigten Segmente der Stromleitungsmittel vorgefertigt werden. Da das Segment der Stromleitungsmittel nur an einem Punkt an dem Turm fest angebracht ist, hängt es zwar fest, aber doch in gewissen Grenzen beweglich an der Innenwand des Turmsegmentes und kann somit noch ausgerichtet werden, um möglichst einfach und gut mit den nächsten Segmenten der Stromleitungsmittel des nächsten Turmsegmentes verbunden zu werden.

[0011] Zur weiteren Befestigung der Segmente der Stromleitungsmittel innerhalb des Turmsegmentes können allerdings auch noch zusätzliche Halteelemente an der Innenwand des Turmes vorgesehen sein, mit denen die Segmente der Stromleitungsmittel vor oder nach Errichtung des Turmes fest verbunden werden, um diese möglichst gut zu fixieren.

[0012] Wenn die Stromleitungsmittel als Kabel ausgebildet sind, können für die Überbrückung von Flanschen oder aus der Turminnenwand herausstehenden Teilen die Längen der Kabelabschnitte in den Turmsegmenten so bemessen sein, dass eine Überbrückung dieser Bereiche problemlos möglich ist.

[0013] Bei der Verwendung von Stromschienen als

Stromleitungsmitteln können zur Überbrückung von aus der Innenwand des Turmes herausstehenden Teilen und/oder zur Verbindung von Stromschienensegmenten bevorzugt flexible Verbindungsschienen vorgesehen sein. Diese werden nach Errichtung des Turmes dazu verwendet, die Stromschienensegmente zu verbinden, sofern diese nicht unmittelbar aneinander reichen oder falls Lücken oder sonstige Hindernisse zwischen den Stromschienensegmenten beispielsweise ein Flansch am Turmschienensegment überbrückt werden muss.

[0014] Um einerseits das Wartungspersonal beim Besteigen des Turmes durch dessen Innenraum vor Kontakt mit den Stromschienen zu schützen und eine elektrische Isolierung zu gewährleisten und andererseits die Stromleitungsmittel vor Beschädigungen zu schützen, ist in einer weiteren Ausgestaltung eine Schutzhülle, insbesondere ein Schutzblech, vorgesehen, das beispielsweise fest mit der Innenwand des Turmes verbunden ist und die Stromleitungsmittel vollständig vor Berührungen schützt. Auch diese Schutzhülle kann in einzelne Segmente aufgeteilt sein, die ebenso wie die Segmente der Stromleitungsmittel an den Turmsegmenten vormontiert sind. Dadurch wird eine weitere Verkürzung und Vereinfachung der Errichtung der Windenergieanlage erreicht.

[0015] Die Erfindung betrifft außerdem auch ein Turmsegment für einen aus mehreren Turmsegmenten aufgebauten Turm einer Windenergieanlage, welche im Bereich des Turmkopfes einen Generator zur Stromerzeugung aufweist. Das Turmsegment ist dadurch gekennzeichnet, dass in ihm ein Stromleitungsmittelsegment zur Stromableitung des erzeugten Stroms aus dem Turmkopf vormontiert ist.

Ausführungsbeispiel

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0017] Es zeigen:

[0018] **Fig. 1** eine Darstellung einer Windenergieanlage,

[0019] **Fig. 2** einen Ausschnitt einer solchen Windenergieanlage mit zwei Turmsegmenten,

[0020] **Fig. 3** eine perspektivische Darstellung erfindungsgemäß vorgesehener Stromschienen,

[0021] **Fig. 4** eine Darstellung einer ersten erfindungsgemäßen Windenergieanlage,

[0022] **Fig. 5** eine Darstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Windenergieanlage und

[0023] **Fig. 6** eine Darstellung einer dritten erfindungsgemäßen Windenergieanlage.

[0024] Die in **Fig. 1** schematisch dargestellte, in dem deutschen Patent 10 152 557 beschriebene Windenergieanlage **1** weist einen Turm **2** mit einem Fundament **3**, eine im Bereich der Turmspitze drehbar gelagerte Gondel **4** sowie ein im Bereich des Turmfußes, beispielsweise in einem separaten Häuschen, angeordnetes Leistungsmodul **7** auf. Innerhalb

der Gondel **4** ist ein um eine horizontale Achse drehbar gelagerter Rotor mit mehreren Rotorblättern **5** sowie ein elektrischer Generator **6** angeordnet. Durch die auf die Rotorblätter **5** wirkenden Windkräfte wird der Rotor in Drehung versetzt und treibt den Generator **6** zur Erzeugung elektrischer Energie an.

[0025] Zur Übertragung der von dem Generator **6** erzeugten Energie an das Leistungsmodul **7**, das zahlreiche elektrische Einheiten aufweist, wie einen Transformator oder ggf. einen Wechselrichter zur Weiterbearbeitung des elektrischen Stromes, bevor dieser in das Netz eingespeist bzw. an einen Verbraucher weitergeleitet wird, sind erfindungsgemäß im Innenraum **8** des Turmes **2** an der Wand mittels Befestigungselementen **10** angebrachte Stromschienen, vorzugsweise zwei Stromschienen, vorgesehen. Diese sind elektrisch leitend und über ein Kabel **11** mit dem Generator sowie über eine Verbindungsleitung **12**, die vorzugsweise durch das Fundament **3** und den Untergrund führt, mit dem Leistungsmodul **7** elektrisch verbunden.

[0026] Die Stromschienen **9** sind starr ausgebildet und bestehen bevorzugt aus einzelnen Stromschienensegmenten, wie dies beispielsweise in **Fig. 2** näher dargestellt ist. Dort sind zwei Turmsegmente **21**, **22** gezeigt, aus denen der Turm **2** bevorzugt aufgebaut wird. Solche Turmsegmente **21**, **22** können beispielsweise aus Stahl oder auch aus Beton bestehen.

[0027] Diese Turmsegmente **21**, **22** werden vorgefertigt und am Standort der Windenergieanlage zu dem Turm zusammengefügt. Um die Einrichtungszeit noch weiter zu verkürzen und die Arbeit zu vereinfachen und somit auch die Kosten der gesamten Windenergieanlage zu verringern, werden bevorzugt die Stromschienensegmente **91**, **92** ebenfalls vor Errichtung des Turmes **2** an den entsprechenden Stellen der einzelnen Turmsegmente **21**, **22** fest angebracht. Vorzugsweise erfolgt die Befestigung der Stromschienensegmente **91**, **92** nur im oberen Bereich des jeweiligen Turmsegmentes **21**, **22** mittels einer Befestigungsvorrichtung **10**, während der restliche Teil der Stromschienensegmente **91**, **92** noch in gewissen Grenzen beweglich ist, um die Verbindung mit nachfolgenden Stromschienensegmenten zu vereinfachen. Durch diesen Aufbau können auch Relativbewegungen zwischen dem Turm **2** und den Stromschienen **91**, **92**, z.B. infolge unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten, ausgeglichen werden. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass weitere Halteelemente **14** verwendet werden, welche die Stromschienensegmente **91**, **92** auf ihrer gesamten Länge führen. Dazu kann der Querschnitt der Öffnung für die Stromschienensegmente **91**, **92** in den Halteelementen **14** größer bemessen sein, als der Querschnitt der Stromschienensegmente **91**, **92** selbst. Auf diese Weise wird eine Relativbewegung der Stromschienensegmente **91**, **92** in den Halteelementen **14** ermöglicht und gleichzeitig werden die Stromschienen **91**, **92** geführt und in ihrer Bewegbarkeit eingeschränkt.

[0028] Um die Stromschienensegmente **91**, **92** elektrisch zu verbinden und dabei ggf. vorhandene, in den Innenraum vorstehende Teile, wie beispielsweise am unteren und oberen Rand der Turmsegmente **21**, **22** vorhandene Flansch **211**, **212** zu überbrücken, werden isolierte, flexible Verbindungsschienen **13** verwendet, deren Form sich beim Anbringen an den beiden Stromschienensegmenten **91**, **92** per Hand verändern lässt. Durch diese Verbindungsschienen **13** können auch Materialausdehnungen bzw. Kontraktionen, z.B. durch Temperaturschwankungen, ausgeglichen werden.

[0029] In **Fig. 3** ist eine perspektivische Darstellung zweier paralleler Stromschienensegmente **911**, **912** gezeigt. Diese sind mittels Schrauben **15** an der Haltevorrichtung **14** fest verschraubt. Dabei können Isoliermittel vorgesehen sein, um die Stromschienensegmente **911**, **912** gegenüber den Haltevorrichtungen **14** zu isolieren. Alternativ können natürlich auch die Haltevorrichtungen **14** selbst aus einem isolierenden Material hergestellt sein. Die Haltevorrichtung **14** selbst ist fest mit der Innenwand des Turmsegmentes verschraubt.

[0030] Zum Schutz vor Berührungen der Stromschienen **911**, **912** beim Betrieb der Windenergieanlage ist außerdem ein Schutzblech **16** vorgesehen, das ebenfalls wie die Stromschienensegmente **911**, **912** vor Errichtung des Turmes **2** in die einzelnen Turmsegmente bereits eingebaut werden kann. Mittels einer Führungsschiene **17**, die beispielsweise aus einem festen Gummi bestehen kann, wird einerseits diese Schutzhülle fixiert und andererseits gegenüber dem Turmsegment isoliert. Zur Befestigung des Schutzbleches **16** können aber auch noch weitere Mittel, die vorliegend nicht gezeigt sind, vorgesehen sein.

[0031] Weiterhin können in und/oder an diesen als Schutzhüllen vorgesehenen Schutzblechen **16** weitere Einrichtungen wie Steckdosen, Leuchten, etc. angebracht werden, so dass diese ebenfalls auf einfache Weise vormontiert werden können. Außerdem vermeidet insbesondere ein Einbau dieser Einrichtungen in die Schutzhülle **16** eine exponierte Montage an der Turminnenwand und führt damit zu einer verringerten Gefahr einer Beschädigung, z.B. durch herabfallende Gegenstände während und nach der Errichtung des Turmes.

[0032] **Fig. 4** zeigt eine erste Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage. Dabei ist das Leistungsmodul **7** bevorzugt innerhalb der Gondel **4** angeordnet und über Kabel **18** direkt mit dem Generator **6** verbunden. Nachdem der erzeugte Strom in dem Leistungsmodul **7** verarbeitet wurde, wird er über ein weiteres Kabel **19** an die Stromschienen **9** herangeführt, dort durch den Turm zum Turmfuß geleitet, von wo aus er über eine Verbindungsleitung **12** abgeführt wird, beispielsweise zu einer Umspannstation **40**, die in der Nähe oder weit entfernt von der Windenergieanlage liegen kann. Gestrichelt ist eine alternative Lage des Leistungsmoduls **7'** ge-

zeigt, das auch außen an der Gondel **4** angebracht sein kann. Verbindungskabel vom Generator **6** zum Leistungsmodul **7'** sowie von dort zu den Stromschienen **9** sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

[0033] **Fig. 5** zeigt eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage. Dabei besteht das Leistungsmodul aus wenigstens zwei Leistungsmoduleinheiten **71** und **72**. Die erste Leistungsmoduleinheit **71** ist dabei wiederum innerhalb der Gondel **4** angeordnet und nimmt eine erste Verarbeitung des erzeugten Stroms vor, beispielsweise eine erste Transformation in einen anderen Spannungsbereich. Eine weitere Verarbeitung des erzeugten Stroms findet dann in der zweiten Leistungsmoduleinheit **72** statt, die unterhalb des Turmkopfes angeordnet ist, beispielsweise wie gezeigt im Bereich des Turmfußes. Die zweite Leistungsmoduleinheit **72** kann aber auch innerhalb des Turmes **2** auf dem Fundament **3** stehend angeordnet oder weit entfernt von dem Turmfuß angeordnet sein. Ebenso kann natürlich die erste Leistungsmoduleinheit **71** auch außen an der Gondel **4** angeordnet sein, wie in **Fig. 4** gezeigt ist.

[0034] **Fig. 6** zeigt eine Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage, die als sogenannte Off-Shore-Windenergieanlage ausgebildet ist. Diese Windenergieanlage **1** steht dabei auf einem am Meeresboden **25** verankerten weiteren Fundament **3'**. Zwar kann auch bei solchen Off-Shore-Windenergieanlagen das Leistungsmodul im Bereich des Turmkopfes oder innerhalb des Turmes im Bereich des Turmfußes angeordnet sein. Bevorzugt ist jedoch vorgesehen, dass das Leistungsmodul **7** an Land **30** angeordnet ist und dass der mittels der Stromschienen **9** aus dem Turmkopf abgeführte Strom über Seekabel **12'** zu dem Leistungsmodul **7** übertragen wird. Dies hat den Vorteil, dass das Leistungsmodul **7** nicht extra vor den Beeinträchtigungen des Meerwassers geschützt werden muss und dass eine Wartung des Leistungsmoduls **7** wesentlich einfacher ist.

Patentansprüche

1. Windenergieanlage mit einem aus mehreren Turmsegmenten aufgebautem Turm, mit einem im Bereich des Turmkopfes angeordneten Generator zur Stromerzeugung, mit einem Leistungsmodul und mit Stromleitungsmitteln zur Stromableitung des erzeugten Stroms aus dem Turmkopf, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromleitungsmittel segmentiert in den Turmsegmenten vormontiert sind und dass das Leistungsmodul wenigstens teilweise im Bereich des Turmkopfes und/oder entfernt vom Turmfuß angeordnet ist.

2. Windenergieanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromleitungsmittel mit Haltern an dem Turmsegment befestigt sind.

3. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromleitungsmittel durch eine Abdeckung, insbesondere ein Abdeckblech, vor Berührung geschützt sind.

4. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente der Stromleitungsmittel nur in einem Bereich, vorzugsweise im in aufgebautem Zustand obersten Bereich mit dem zugehörigen Turmsegment, fest verbunden sind.

5. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromleitungsmittel als Kabel ausgebildet sind.

6. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromleitungsmittel als Schienen ausgebildet sind.

7. Windenergieanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überbrückung von aus der Innenwand des Turmes herausstehenden Teilen und/oder zur Verbindung von Stromschienensegmenten flexible Verbindungsschienen vorgesehen sind.

8. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsmodul innerhalb oder außen an einer im Bereich des Turmkopfes vorgesehenen Gondel der Windenergieanlage angeordnet ist.

9. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Windenergieanlage als Off-Shore-Windenergieanlage ausgestaltet ist und dass das Leistungsmodul an Land angeordnet ist.

10. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsmodul eine erste im Bereich des Turmkopfes angeordnete Leistungsmoduleinheit und eine zweite unterhalb des Turmkopfes angeordnete Leistungsmoduleinheit aufweist, und dass die Stromleitungsmittel zur Stromübertragung von der ersten zur zweiten Leistungsmoduleinheit vorgesehen sind.

11. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromleitungsmittel zur Stromübertragung vom Generator zum Leistungsmodul vorgesehen sind.

12. Turmsegment für einen aus mehreren Turmsegmenten aufgebauten Turm einer Windenergieanlage, welche im Bereich des Turmkopfes einen Generator zur Stromerzeugung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Turmsegment ein Stromleitungsmittelsegment zur Stromableitung des er-

zeugten Stroms aus dem Turmkopf vormontiert ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

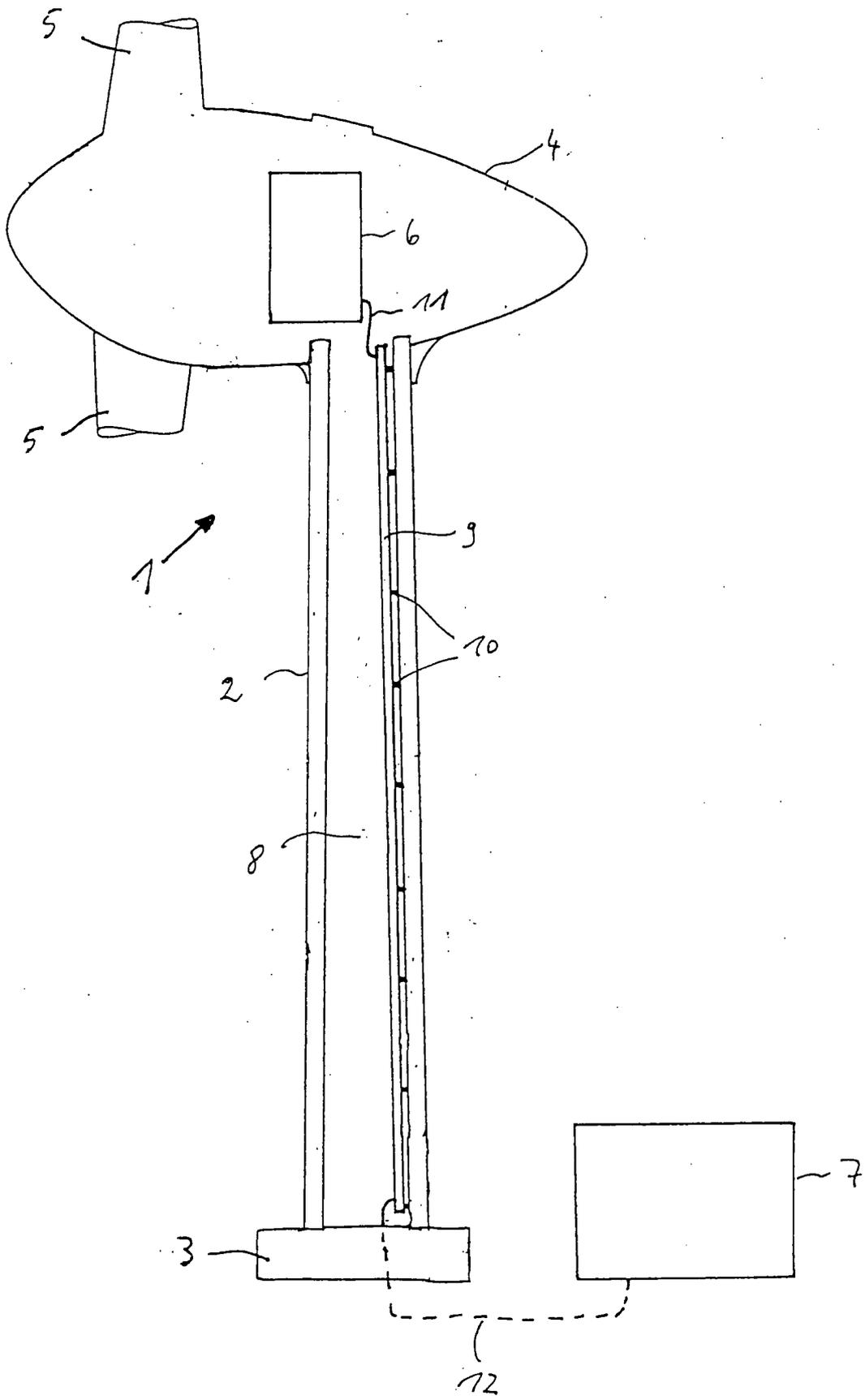


Fig. 1

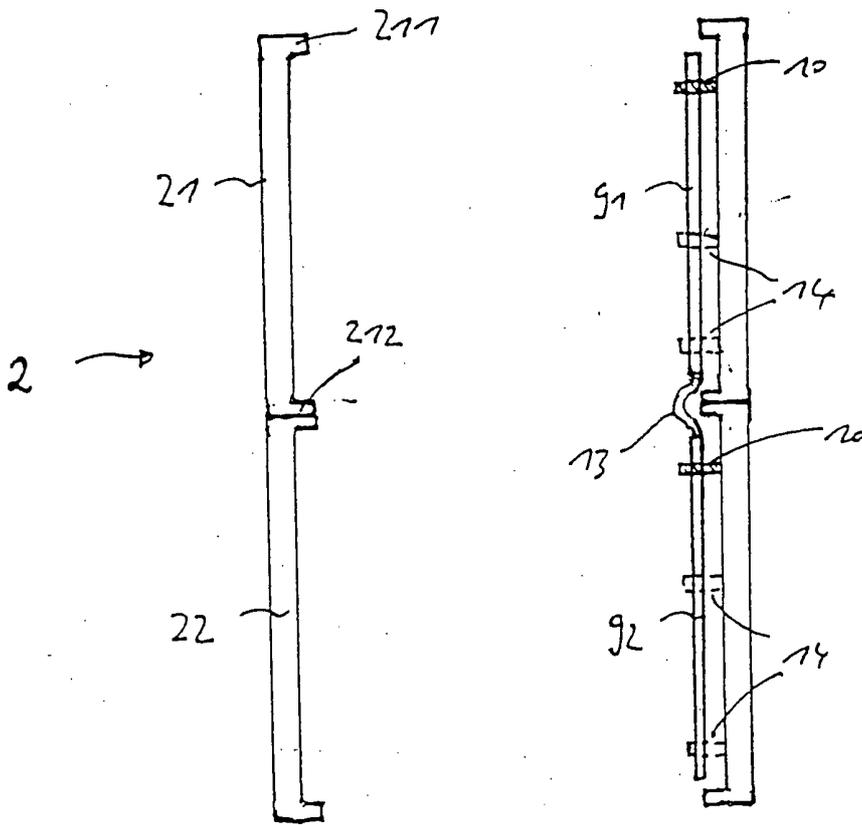


Fig. 2

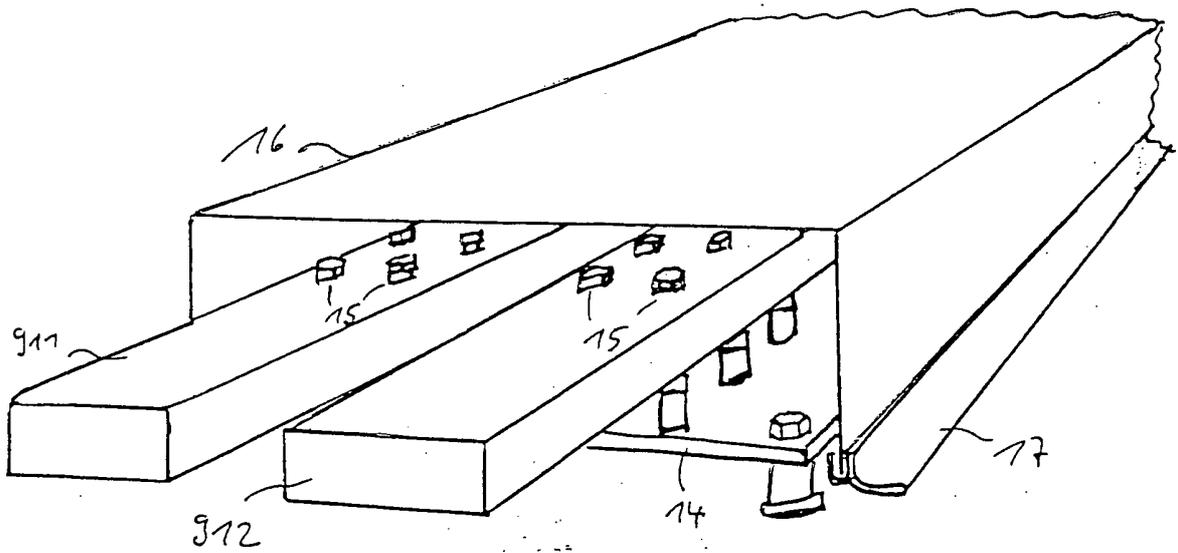


Fig. 3

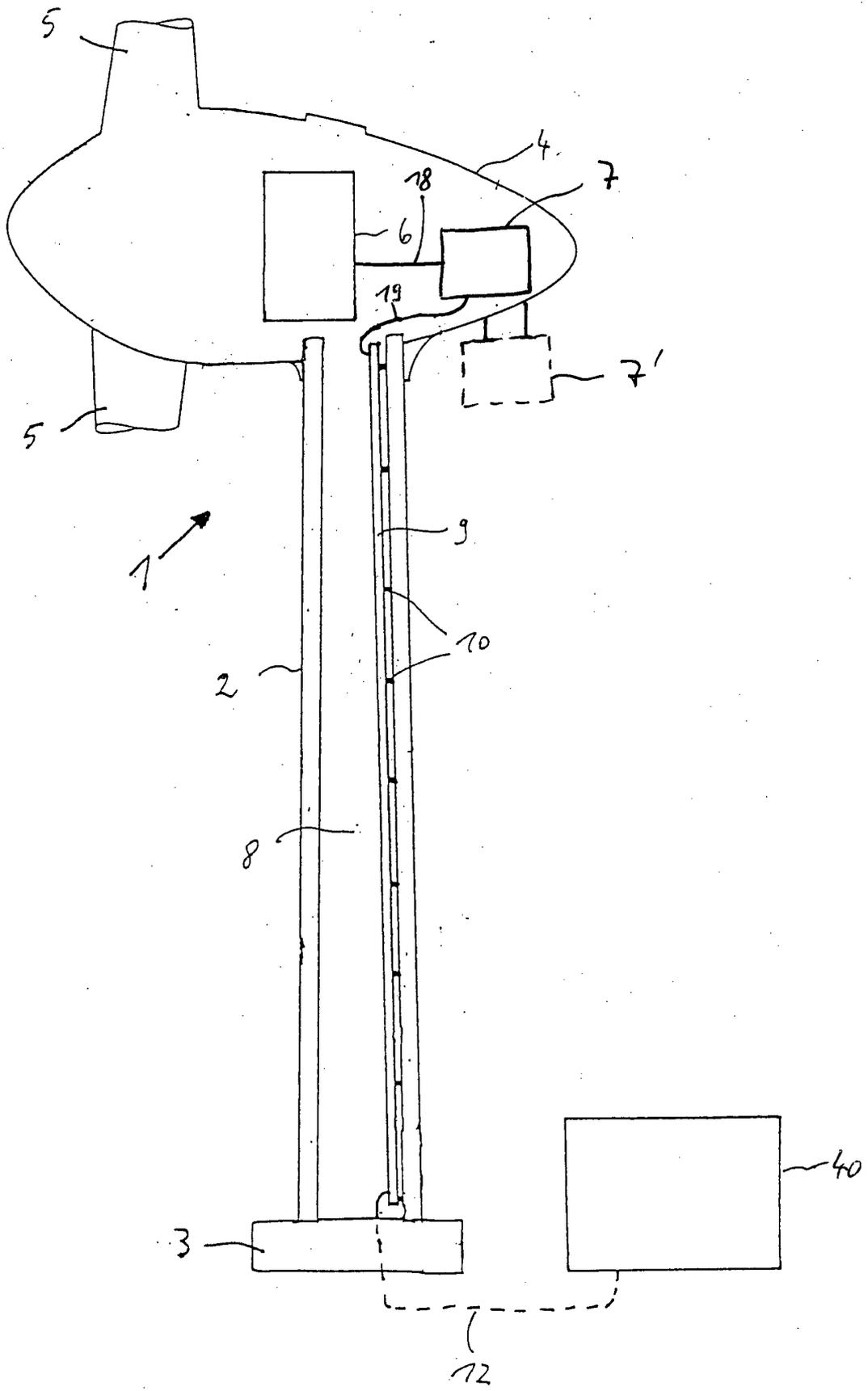


Fig. 4

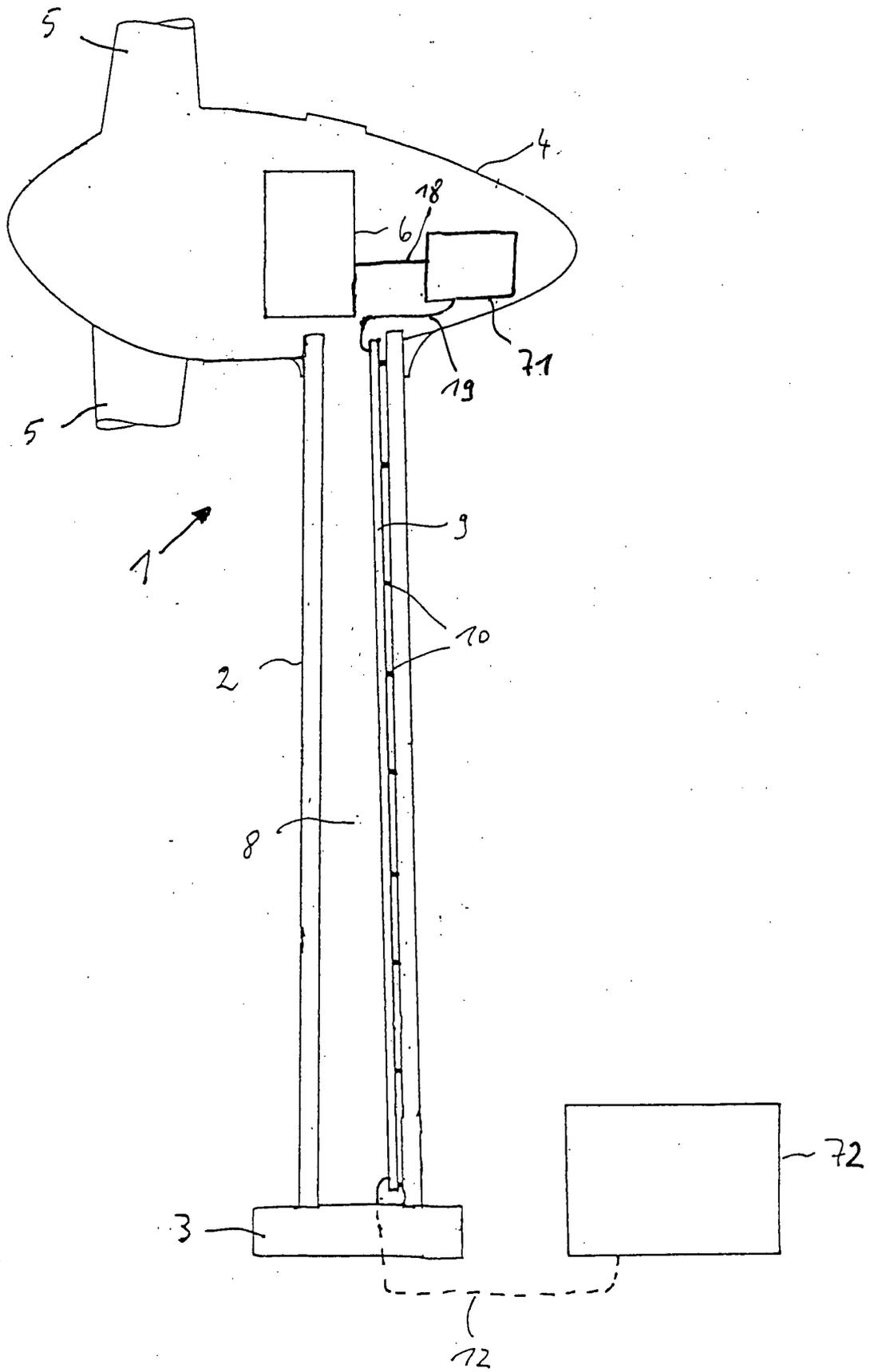


Fig. 5

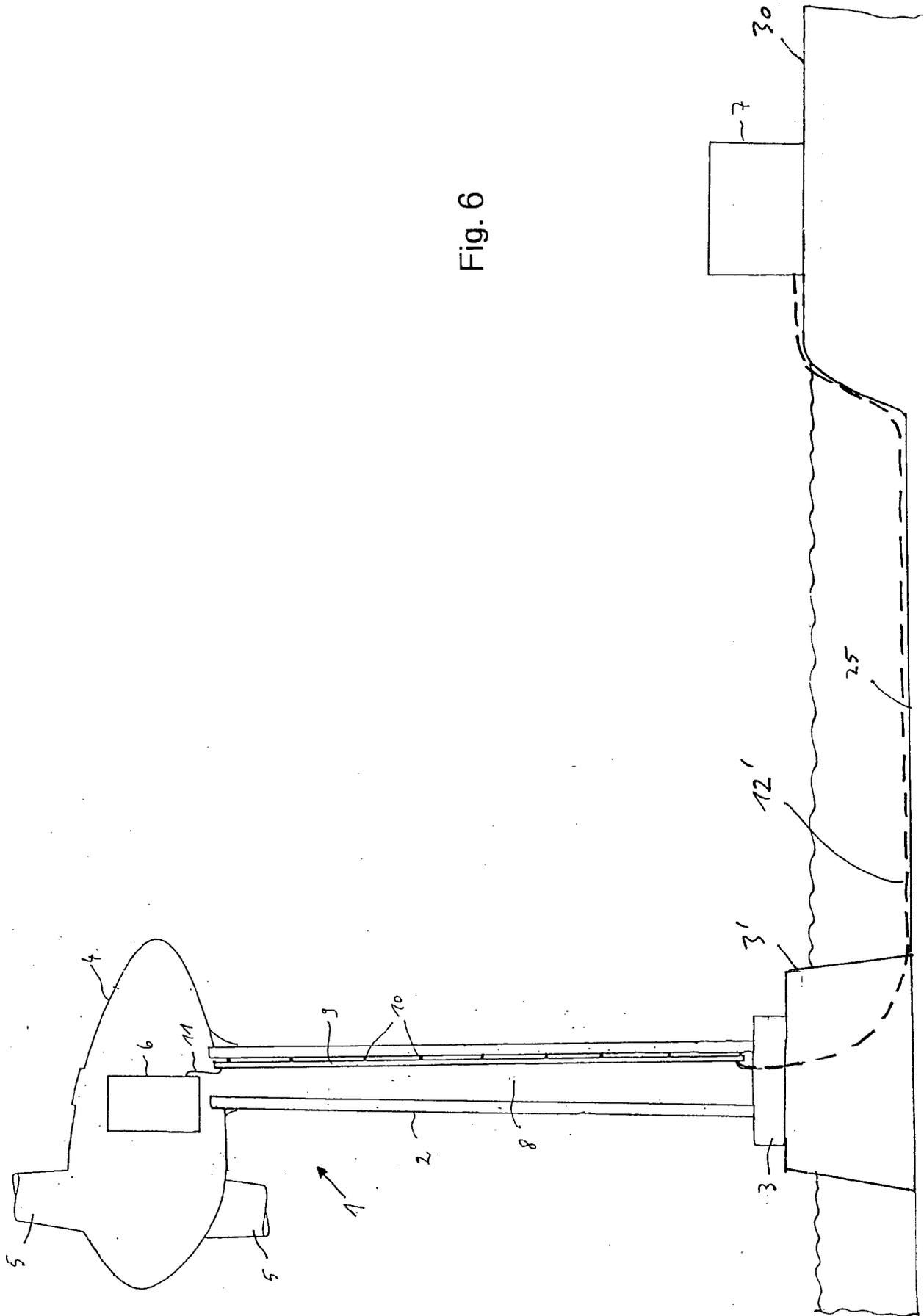


Fig. 6