

(19)



(11)

EP 2 441 892 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

18.04.2012 Patentblatt 2012/16

(51) Int Cl.:

E02D 13/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11184911.3**

(22) Anmeldetag: **12.10.2011**

(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

(30) Priorität: **14.10.2010 DE 102010048474**

(71) Anmelder: **Weyres, Bernhard**

54689 Daleiden (DE)

(72) Erfinder: **Weyres, Bernhard**

54689 Daleiden (DE)

(74) Vertreter: **Goeden, Christian et al**

Andrae Flach Haug

Patentanwälte

Balanstrasse 55

81541 München (DE)

(54) Vorrichtung und Verfahren zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden

(57) Die Erfindung betrifft eine Schallschutzvorrichtung zum Schallschutz von Rammarbeiten zum Einbringen von Pfählen (1) in den Meeresboden (2) mit einer Hülse (20), die den in den Meeresboden einzubringenden Pfahl (1) umgibt, wobei zwischen der Hülse (20) und dem in den Meeresboden einzubringenden Pfahl (1) ein Blasenschleier (23) ausbildbar ist und zumindest eine weitere Hülse (30) vorhanden ist, die die erste Hülse (20) umgibt, wobei zwischen den beiden Hülsen (20, 30) schalldämmendes Material (33) eingebracht ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden, wobei der einzubringende Pfahl (1) von einer ersten Hülse (20) umgeben wird und ein Blasenschleier (23) zwischen der Hülse (20) und dem in den Boden einzutreibenden Pfahl (1) ausgebildet wird, wobei eine weitere Hülse (30) vorhanden ist, welche die erste Hülse (20) umgibt und schalldämmendes Material aufnimmt.

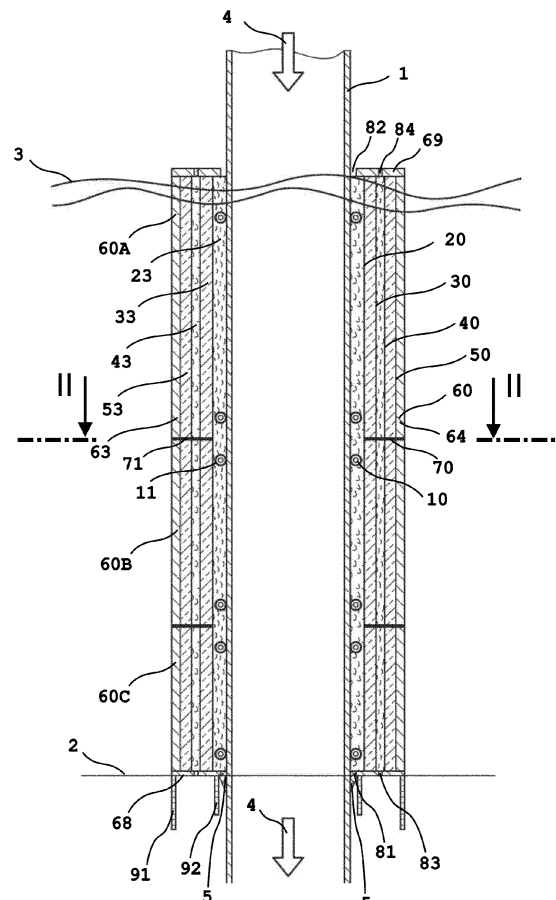


Fig. 1

EP 2 441 892 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 bzw. dem Oberbegriff von Anspruch 13. Derartige Vorrichtungen und Verfahren werden insbesondere zum Einbringen von einem zylindrischen hohlen Pfahl in den Meeresboden verwendet, der als sogenannte Monopile-Konstruktion das Fundament einer Windmühle eines Offshore-Windparks oder eines Messmastes bildet. Derartige Monopile-Konstruktionen eignen sich insbesondere für Fundamente in Wassertiefen bis etwa 20 m. Größere Wassertiefen bis zu 45 m sind denkbar. Daneben sind für größere Wassertiefen Jacket-, Tripile oder Tripodkonstruktionen bekannt, welche jedoch ebenfalls mit zylindrischen, hohlen Pfählen im Meeresboden verankert werden.

[0002] Solche Rammpfähle können einfach und schnell installiert werden. Nachteilig ist jedoch, dass für die Errichtung schwere Rammgeräte benötigt werden, die einen großen Schall in die Umgebung einbringen, was insbesondere für die Meeresfauna schädlich ist.

[0003] Die EP 1 989 358 B1 schlägt daher vor, den in den Meeresboden einzubringenden Pfahl mit mindestens einer schalldämmenden festen Hülse zu umgeben, die mit Meereswasser geflutet wird. Diese bekannte Schallschutzhülse ist so ausgelegt, dass die gesamte Rammmaschine in der Hülse aufgenommen ist. Diese Schallschutzhülse ist nachteilig, weil sie einen relativ großen Innendurchmesser aufweist, der größer als der größte Außendurchmesser der Maschine sein muss. Außerdem sind die Schallschutzeigenschaften nicht hinreichend, um einen guten Schallschutz für die Meeresfauna zu schaffen.

[0004] Aus der WO 2007/150028 A2 ist ein Schallschutzelement aus einem textilen Material bekannt. Dieses umfasst zwei Vliesstofflagen, welche eine Mehrzahl von Schläuchen einschließen. Im Betrieb sollen die Schläuche mit Druckluft beaufschlagt werden und einen ortsfesten Blasenschleier bilden.

[0005] Die JP 1 142 123 A zeigt zwei Halbschalen aus einem metallischen Werkstoff, welche innen mit Gummi ausgekleidet sind. Mehrere dieser Halbschalen sollen an dem einzubringenden Pfahl durch Klemmung befestigt werden. Wenn der Pfahl in den Meeresboden eingebracht wird, wird die jeweils unterste Halbschale wieder entfernt. Auch dieses Schallschutzelement ist unzureichend in der Wirkung und erfordert darüber hinaus den Einsatz von Tauchern in großer Wassertiefe.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden anzugeben, die bzw. das einen hinreichenden Schallschutz bietet und relativ kleinbauend ist.

[0007] Die Erfindung wird mit einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 bzw. einem Verfahren gemäß den Merkmalen von Anspruch 13 gelöst. Vorteil-

hafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine Schallschutzvorrichtung und ein Verfahren zum Schallschutz von Rammarbeiten zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden mit einer Hülse angegeben, die den in den Meeresboden einzubringenden Pfahl umgibt, wobei zwischen der Hülse und dem in den Meeresboden einzubringenden Pfahl ein Blasenschleier vorgesehen ist und zumindest eine weitere Hülse vorhanden ist, die die erste Hülse umgibt, wobei zwischen den beiden Hülsen schalldämmendes Material vorhanden ist. Diese Ausführungsform der Erfindung ermöglicht zum einen eine Führung bzw. Lokalisierung des Blasenschleiers, so dass dieser nicht mit der Meeresströmung abgetrieben werden kann. Andererseits kann das schalldämmende Material eine weitere Reduktion des Schallpegels bewirken.

[0009] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine Schallschutzvorrichtung und ein Verfahren zum Schallschutz von Rammarbeiten zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden mit einer Hülse angegeben, die den in den Meeresboden einzubringenden Pfahl umgibt, wobei die Schallschutzvorrichtung zumindest eine sich in den Meeresboden erstreckende Schallschutzhülse aufweist. Dadurch wird ein schalldichter oder zumindest schalldämmender Abschluss am des von der Hülse umgebenen Raumes gegenüber dem Meeresboden erzielt.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine Schallschutzvorrichtung und ein Verfahren zum Schallschutz von Rammarbeiten zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden mit einer Hülse angegeben, die den in den Meeresboden einzubringenden Pfahl umgibt, wobei innerhalb der Hülse Führungsrollen zum Führen des in den Meeresboden einzubringenden Pfahls vorgesehen sind. Diese Ausführungsform der Erfindung erleichtert es, den Pfahl in einer vorgebbaren Richtung einzubringen, beispielsweise senkrecht, indem das Schallschutzelement zunächst auf dem Meeresboden ausgerichtet und befestigt wird, ehe die Rammarbeiten beginnen. Durch die Führungsrollen kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung eine Berührung zwischen Pfahl und Wand vermieden werden, so dass die Körperschallübertragung minimiert ist.

[0011] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Hülse aus zumindest zwei Halbschalen gebildet sein, so dass eine leichte Montage und Demontage ermöglicht wird.

[0012] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Hülse in axialer Richtung aus mehreren Elementen zusammengesetzt sein. Die Elemente können unterschiedliche Längen aufweisen, so dass das Schallschutzelement bzw. das Verfahren flexibel in unterschiedlichen Wassertiefen einsetzbar ist.

[0013] In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Führungsrollen eine vibrationsdämmende Beschichtung, vorzugsweise eine Gummibeschichtung

aufweisen, so dass die Körperschallübertragung weiter minimiert werden kann.

[0014] In einigen Ausführungsformen der Erfindung können entlang der axialen Richtung der Vorrichtung mehrere Lagen von Führungsrollen vorgesehen sein.

[0015] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann eine weitere Hülse vorgesehen sein, die die das schalldämmende Material aufnehmende Hülse umgibt und einen Blasenschleier aufnimmt.

[0016] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann eine weitere Hülse vorgesehen sein, die die den Blasenschleier aufnehmende Hülse umgibt, wobei zwischen der die den Blasenschleier aufnehmenden Hülse und der weiteren Hülse ein schalldämmendes Material angeordnet ist.

[0017] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann um die äußere Hülse eine Rahmenkonstruktion angeordnet sein.

[0018] Erfindungsgemäß können die Hülsen als Halbschalen ausgebildet sein, die vorzugsweise mit Trennflächen voneinander getrennt sind.

[0019] In einigen Ausführungsformen der Erfindung können an den Trennflächen Fortsätze zur akustischen Trennung vorgesehen sein.

[0020] Gemäß einer Ausführungsformen der Erfindung wird ein Verfahren zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden angegeben, wobei der einzubringende Pfahl von einer schalldämmenden Hülse umgeben wird, wobei der Pfahl beim Eintreiben von Führungsrollen geführt wird, die zwischen der Hülse und dem Pfahl angeordnet werden und / oder ein Blasenschleier zwischen der festen Hülse und dem in den Boden einzutreibenden Pfahl vorgesehen wird, und / oder eine weitere Hülse vorgesehen wird, die um die erste Hülse herum angeordnet ist und schalldämmendes Material aufnimmt, und / oder eine Schallschutzhülse in den Meeresboden eingebracht wird, die den Pfahl umgibt.

[0021] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann innerhalb einer weiteren Hülse, die die weitere Hülse umgibt, ein Blasenschleier vorgesehen werden.

[0022] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann eine weitere Hülse um die den zweiten Blasenschleier aufnehmende Hülse vorgesehen sein, wobei zwischen der die zweiten Blasenschleier aufnehmenden Hülse und der äußeren Hülse ein schalldämmendes Material vorgesehen wird.

[0023] Die Erfindung ist nicht nur für das Einbringen von Monopiles in den Meeresboden geeignet, sondern kann ebenfalls vorteilhafter Weise für das Einbringen von Tripiles, Tripods bzw. Jackets eingesetzt werden. Tripods werden für Konstruktionen verwendet, bei denen die Konstruktion auf drei in den Meeresboden verankerten Pfählen montiert ist. Jackets sind Rahmenkonstruktionen, die auf vier in den Meeresboden eingebrachten Pfählen verankert sind.

[0024] Erfindungsgemäß wird auch eine Offshore-Schallschutzvorrichtung für Rammarbeiten unter Wasser angegeben, das zumindest eines und vorzugsweise

eine Kombination der folgenden Merkmale aufweist:

- Die Schallschutzvorrichtung ist als Halbschalenausführung ausgebildet. Das hat den Vorteil, dass der in den Meeresboden einzubringende Pfahl auf dem Meeresboden plaziert und die Schallschutzvorrichtung um den Pfahl herum angeordnet werden kann. Das heißt mit anderen Worten, dass die Schallschutzvorrichtung nicht von oben über den Pfahl gestülpt werden muss. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass nicht so hohe Krankonstruktionen verwendet werden müssen.
- Die Schallschutzvorrichtung hat einen Aufbau mit mehreren Wänden bzw. Hülsen, vorzugsweise zumindest vier Wände. Das hat den Vorteil, dass verschiedene Mittel zur Schalldämmung eingesetzt werden können. Vorzugsweise wechseln sich Blasenschleier und Schalldämmungsmaterial ab. Durch den zumindest vierfachen Wandaufbau sind beispielsweise ein doppelter Blasenschleier und eine doppelte Schalldämmung möglich. Durch einen derartigen Aufbau ist eine Schallminderung auf einen Wert von unter 135 dbA unter Wasser möglich.
- Es ist ein zweifacher Blasenschleier vorgesehen. Vorzugsweise sind die Blasenschleier durch eine Schalldämmung voneinander getrennt. Die Blasenschleier sind jeweils zwischen zwei Wänden bzw. zwischen dem einzubringenden Pfahl und einer Wand vorgesehen.
- Zumindest zwei ineinander angeordnete Dämmschutzelemente sind vorgesehen, die vorzugsweise durch einen Blasenschleier voneinander getrennt sind. Der Dämmschutz ist jeweils in einem Doppelrohr zwischen zwei Wänden angeordnet.
- Die Dämmschalen sind im Meeresboden mit einer Gummieinlage versenkbar.
- Gegebenenfalls könnte ein konischer Aufbau für das Rammen unter Wasser vorgesehen sein.
- Ein Baukastensystem kann vorgesehen sein, wodurch sich eine Segmentbauweise ergibt. Das hat den Vorteil, dass das System an verschiedene Wassertiefen leicht anpassbar ist. Beispielsweise können Segmente mit einer Länge von 20 m, 16 m und 9 m vorgesehen werden. Auf diese Weise lassen sich Pfähle leicht in Wassertiefen von 9 m, 16 m, 20 m, 25 m, 29 m, 36 m sowie 45 m mit drei verschiedenen Segmenten in den Meeresboden einbringen. Dadurch lässt sich eine erhebliche Kosteneinsparung realisieren.
- Die in den Meeresboden einzubringenden Pfähle sind bzw. werden mit Führungsrollen in der inneren

Wand geführt. Die Führungsrollen weisen vorzugsweise Gummirollen auf. Dadurch lässt sich eine erhebliche Dämpfung der Rammschwingungen erreichen.	33	schalldämmendes Material
	40	Hülse
• Die Vorrichtung ist vorzugsweise umbaufähig, um verschiedene Rohrdurchmesser zu realisieren.	5 41	Halbschale
	42	Halbschale
• Die Segmente weisen Flanschanschlüsse für Anbausegmente zur Verlängerung zum Einsatz in verschiedenen Wassertiefen auf.	43	Blasenschleier
	10 50	Hülse
[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in den Figuren dargestellten Ausgestaltungsbeispiels der Erfindung gezeigt.	51	Halbschale
	15 52	Halbschale
Figur 1 zeigt eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei die äußere Rahmenkonstruktion perspektivisch dargestellt ist, entlang der Linie I-I von Figur 2.	53	schalldämmendes Material
	60	Rahmenkonstruktion
	20 61	Seitenteil
Figur 2 zeigt eine schematische Schnittansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung von Figur 1 entlang der Linie II-II von Figur 1.	62	Seitenteil
	25 63	Seitenteil
[0026] In der Beschreibung werden folgende Bezugszeichen verwendet:	64	Seitenteil
1 Pfahl	68	Unterteil
2 Meeresboden	30 69	Oberteil
3 Wasseroberfläche	70	Trenneinrichtung
4 Eintreibrichtung	35 71	Trennfläche zwischen den Halbschalen
5 Halterung	72	akustische Trennung
10 Führungsrolle	81	Blaseneintrittsöffnung
11 Gummibeschichtung (vibrationsdämmend)	40 82	Blasenaustrittsöffnung
13 Gabel	83	Blaseneintrittsöffnung
20 Hülse	45 84	Blasenaustrittsöffnung
21 Halbschale	91	Schallschutzhülse
22 Halbschale	92	Schallschutzhülse
23 Blasenschleier	50	
30 Hülse		[0027] Die Vorrichtung zum Einbringen eines Pfahls 1 in den Meeresboden 2 weist einen baukastenmäßigen bzw. segmentartigen Aufbau auf. Eine äußere Rahmenkonstruktion 60 erstreckt sich von dem Meeresboden 2 bis zu der Wasseroberfläche 3, die Rahmenkonstruktion 60 ist in drei Abschnitte 60A, 60B und 60C aufgeteilt. Der obere Abschnitt 60A hat bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Abmessung von ca. 25 m, der mittlere
31 Halbschale	55	
32 Halbschale		

Abschnitt 60B hat eine Abmessung von ca. 16 m und der untere Abschnitt 60C hat eine Abmessung von ca. 9 m. Zwischen den Abschnitten sind Trenneinrichtungen 70 vorgesehen. Die Rahmenkonstruktion 60 weist Anschlussflansche zur Befestigung in den Trenneinrichtungen 70 auf. Die Rahmenkonstruktion 60 weist eine Verankerung 73 auf, mit der sie im Meeresboden 2 verankert ist. In der Bodenplatte 73 sind Öffnungen 81 und 83 vorgesehen, mit denen Blasenschleier 23, 43 zur Schalldämmung erzeugt werden können. Die Öffnungen 81, 83 sind konzentrisch um den Pfahl 1 angeordnet. Beispielsweise können 10, 20 oder mehr Öffnungen 81, 83 vorgesehen sein. Die zur Erzeugung der Blasenschleier 23, 43 erforderliche Luft kann von oben mit einem Schlauch eingeführt werden.

[0028] Die Abschnitte der Hülzen können miteinander verbunden werden, indem an den Enden der Hülzen Flansche vorgesehen werden, an denen die Hülzen miteinander verbunden bzw. verschraubt werden, um eine längere Hülse zu bilden.

[0029] Die Vorrichtung zur Schalldämmung weist mehrere konzentrisch um den einzubringenden Pfahl 1 angeordnete Hülzen 20, 30, 40, 50 auf, die im wesentlichen konzentrisch um den Pfahl 1 angeordnet sind. Die Hülzen 20, 30, 40, 50 sind aus jeweils 2 Halbschalen 21, 22 bzw. 31, 32 bzw. 41, 42 und 51, 52 ausgebildet. Die Halbschalen der Hülzen 20, 30, 40, 50 sind an den Trenneinrichtungen 70 auf dem Fachmann bekannte Weise angebracht, so dass sich eine vollständige Hülse ergibt, die die jeweils innere Hülse bzw. den einzubringenden Pfahl einschließt. Beispielsweise können die Halbschalen Längsflansche aufweisen, an denen die Halbschalen miteinander verschraubt werden. Innerhalb der innersten Hülse 20 sind Führungsrollen 10 angeordnet. Die Führungsrollen 10 weisen eine äußere Gummibeschichtung auf, die die Doppelfunktion hat, sowohl den Pfahl 1 einzuführen, als auch den Schall beim Rammen zu dämpfen. Im Gegensatz zum Stand der Technik werden Führungsrollen 10 eingesetzt, so dass der Pfahl, beim Rammen nicht gegenüber den Führungen gleitet, sondern die Führungsrollen 10 an dem einzubringenden Pfahl, beim Rammen in Richtung der Pfeile 4 abrollen, die die Eintreibrichtung für den Pfahl 1 angeben.

[0030] Innerhalb der innersten Hülse 20 ist ein Blasenschleier 23 vorgesehen. Zur Erstellung des Blasenschleiers 23, wird Luft bzw. Gas durch an dem Unterteil 68 der Rahmenkonstruktion 60 vorgesehenen Öffnungen 81 eingebracht. Die Luft kann beispielsweise durch einen in der Rahmenkonstruktion 60 außerhalb der äußersten Hülse 50 laufenden Schlauch zu den Öffnungen 81 geführt werden. An dem Oberteil 69 sind entsprechende Öffnungen 82 vorgesehen, an denen die Luft des Blasenschleiers wieder austreten kann. Um die innerste Hülse 20 ist eine weitere Hülse 30 vorgesehen. Zwischen der Hülse 30 und der Hülse 20 ist schalldämmendes Material 33 eingebracht. Um die Hülse 30 ist eine weitere Hülse 40 vorgesehen. In dem Raum zwischen der weiteren Hülse 40 und der Hülse 30 ist ein weiterer Bla-

schenschleier 43 vorgesehen. Der Blasenschleier 43 wird dadurch gebildet, dass Luft bzw. Gas durch in dem Unterteil 68 der Rahmenkonstruktion 60 vorgesehene Löcher 83 eingebracht wird. In dem Oberteil 69 der Rahmenkonstruktion sind Löcher 84 zum Austritt der für die Erzeugung des Blasenschleiers 43 erforderlichen Luft vorgesehen. Eine äußere Hülse 50 ist vorgesehen, die die weitere Hülse 40 einschließt. Zwischen der äußeren Hülse 50 und der weiteren Hülse 40 ist schalldämmendes Material vorgesehen.

[0031] Beispielsweise können jeweils 1000 Löcher 83 bzw. 84 mit einem Durchmesser von ungefähr 2 bis 3 mm vorgesehen werden. Durch Einstellung eines geeigneten Drucks können Blasen mit einem Durchmesser von 3 bis 4 cm erzeugt werden, so dass in dem Blasenschleier ein Luftanteil von ungefähr 30 bis 40 % vorhanden ist. Gemäß einer alternativen Ausführung der Erfindung kann auch anstelle des Blasenschleiers 43 eine Luftkammer zur Schallisolation vorgesehen sein. Alternativ kann der Raum zwischen der Hülse 40 und der Hülse 30 auch mit einem Vakuum versehen werden, um eine noch bessere Schallisolation zu erreichen, beispielsweise einem Grobvakuum oder einem Feinvakuum. Gegebenenfalls können die Hülzen 30 und 40 verbindenden Flansche unter Zwischenschaltung einer Schwingungsdämpfungseinrichtung miteinander verbunden werden.

[0032] Als schalldämmendes Material kann beispielsweise Schaum, Schaumstoff, Kunststoff, Gummi, Dämmstoff, in Schaum gebundene Gummiteile (z.B. geschreddertes Altgummi) oder ein anderes dem Fachmann als für die Schalldämmung geeignet bekanntes Material vorgesehen werden, das vorzugsweise meerswasserverträglich ist.

[0033] Der Pfahl 1 weist an seinem Umfang Halterungen 5 auf, die ungefähr 4 bis 6 m oberhalb seines unteren Endes angeordnet sind. Die Rahmenkonstruktion 60 weist eine Bodenplatte 68 auf, mit der die Rahmenkonstruktion 60 auf den Halterungen 5 aufliegt. Beim Einbringen des Pfahls 1 mit der Rahmenkonstruktion 60 sinkt der Pfahl 1 in den Boden vorzugsweise so weit ein, dass die Rahmenkonstruktion 60 auf dem Meeresboden 2 und den Halterungen 5 bzw. nur auf dem Meeresboden 2 steht, wobei sich die Schallschutzhülzen 91 und 92 in den Meeresboden 2 eingraben. Die äußere Schallschutzhülse 91 ist beispielsweise ungefähr 1,50 m lang und die innere Schallschutzhülse 92 ist ungefähr 1 m lang. Somit graben sich die Schallschutzhülzen 91 und 92 ungefähr 1,5 bzw. 1 m in den Erdboden ein und dämpfen die im Meeresboden 2 beim Rammen entstehenden Schallwellen. Gemäß einer Ausführung der Erfindung kann auch nur eine Schallschutzhülse, beispielsweise die Schallschutzhülse 91 bzw. die Schallschutzhülse 92 vorgesehen werden. Die Schallschutzhülzen können auch eine größere oder kleinere axiale Ausdehnung aufweisen.

[0034] Der Pfahl 1 hat typischerweise einen Durchmesser von mehreren Metern bei einer Wandstärke von

mehreren Zentimetern. Ein Monopile hat beispielsweise einen Durchmesser von ungefähr 4 m.

[0035] Bei dem Ausführungsbeispiel weist die innerste Hülse 20 einen Abstand von ungefähr 300 mm von dem in den Meeresboden 2 einzubringenden Pfahl 1 auf. Der Abstand sollte hinreichend sein, damit die Führungsrollen 10 hinreichenden Platz aufweisen. Die Führungsrollen 10 sind mit einer Gabel 13 an der innersten Hülse 20 auf dem Fachmann bekannte Weise befestigt. Vorzugsweise sind die Gabeln 13 federnd ausgeführt, derart, dass eventuelle Unebenheiten des Pfahls 1 ausgeglichen werden können. Bei der gezeigten Darstellung sind Führungsrollen 10 an dem oberen und unteren Ende der jeweiligen Abschnitte 60A, 60B und 60C angeordnet, d.h. an dem oberen und unteren Ende der einzelnen Abschnitte der Hülse 20. Zusätzliche Führungsrollen 10 können bei Bedarf vorgesehen werden. Alternativ können auch weniger Führungsrollen 10 vorgesehen werden, so lange eine hinreichende Führung des in den Meeresboden 2 einzubringenden Pfahls 1 gewährleistet ist.

[0036] Die Hülse 30 weist bei der dargestellten Ausführung einen Abstand von ungefähr 200 mm von der inneren Hülse 20 auf. Die die Hülse 30 einschließende Hülse 40 hat einen Abstand von ungefähr 100 mm von der Hülse 30. Die äußere Hülse 50 hat von der Hülse 40 einen Abstand von ungefähr 200 mm.

[0037] Selbstverständlich können die Abmessungen bzw. Durchmesser der Hülse auch andere Werte aufweisen. Beispielsweise kann die innere Hülse einen Abstand von ungefähr 100 bis 1000 mm, vorzugsweise von ungefähr 150 bis 750 mm, weiter vorzugsweise von ungefähr 200 bis 500 mm und insbesondere bevorzugt von ungefähr 250 bis 400 mm aufweisen. Der Abstand zwischen der Hülse 30 und der Hülse 20 kann ungefähr 50 bis 500 mm, vorzugsweise ungefähr 100 bis 400 mm und insbesondere bevorzugt 150 bis 300 mm aufweisen. Der Abstand von der Hülse 40 zu der Hülse 30 kann ungefähr 20 mm bis 400 mm, vorzugsweise ungefähr 50 bis ungefähr 300 mm und insbesondere bevorzugt ungefähr 75 bis 150 mm aufweisen. Der Abstand von der Hülse 50 zu der Hülse 40 kann ungefähr 20 mm bis 400 mm, vorzugsweise ungefähr 50 bis ungefähr 300 mm und insbesondere bevorzugt ungefähr 75 bis 150 mm aufweisen.

[0038] Der Pfahl 1 wird vorzugsweise folgendermaßen aufgestellt. Die gegebenenfalls aus mehreren Abschnitten bestehenden Hülse 20, 30, 40, 50 werden als zwei Halbschalen zusammengebaut bereitgestellt, d.h. dass die Halbschalen 21, 31, 41 und 51 mit Flanschen verbunden sind und die anderen Halbschalen 22, 32, 42 und 52 ebenfalls als eine gesamte Halbschale bereitgestellt sind. Der Pfahl 1 wird in die eine Halbschale auf die Führungsrollen 10 gelegt. Anschließend wird die zweite Halbschale mit ihren Flanschen an den Flanschen der ersten Halbschale befestigt. Die Rahmenkonstruktion 60 ist bereits an den beiden Halbschalen befestigt, so dass die Rahmenkonstruktion durch die Verbindung der Halbschalen ebenfalls verbunden wird. Gegebenenfalls kön-

nen zusätzliche Verbindungsmittel zum Verbinden der Rahmenkonstruktionsteile vorgesehen werden.

[0039] Mit einem Kran wird der Pfahl 1 einschließlich der den Pfahl 1 umgebenden Schallschutzvorrichtung aufgerichtet und auf den Meeresboden gestellt. Dabei sinkt der Pfahl 1 bereits durch sein Gewicht ca. 5 bis 6 m in den Meeresboden 2 ein. Die Schallschutzvorrichtung wird mit ihrer Bodenplatte 68 durch die Halterungen 5 gehalten, auf denen sie aufliegt. Die äußeren und inneren Schallschutzhülsen 91 und 92 dringen dabei in den Meeresboden 2 ein.

[0040] Zum Rammen des Pfahls 1 in den Meeresboden 2 wird eine Rammvorrichtung an der Spitze des Pfahls 1 angebracht und der Pfahl 1 in den Boden gerammt. Die dabei in den Meeresboden 2 auftretenden Schallschwingungen werden durch die Schallschutzhülsen 92, 91 gedämmt. Die Schallschutzvorrichtung oberhalb des Meeresbodens 2 dämmt die im Bereich des Wassers auftretenden Schwingungen.

[0041] Sogenannte Monopiles können einen Außendurchmesser von bis zu 6,5 m aufweisen und ein Gesamtgewicht von ungefähr 600 t. Die erfindungsgemäße Schallschutzvorrichtung kann ein Gewicht von bis zu 200 t aufweisen und einen Außendurchmesser von 7,5 bis 8 m für derartige Monopiles.

[0042] Die Schallschutzhülsen 91 und 92 bestehen bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung aus zwei beispielsweise 1 bis 3 cm und vorzugsweise ungefähr 2 cm starken Lochblechen, zwischen denen eine 1 bis 2 cm starke Gummischicht eingebracht ist. Die Schallschutzhülsen 91, 92 sind ebenso wie die Hülse 20, 30, 40, 50 als Halbschalen ausgeführt und können mit Längsflanschen verbunden werden. Gemäß einer alternativen Ausführung kann die Verbindung der Halbschalen der Schallschutzhülsen 91, 92 weggelassen werden, weil diese in den Meeresboden eindringen und keine feste Verbindung erforderlich ist, wenn die Verbindung der Hülse 20, 30, 40 und 50 hinreichend ist.

[0043] Gemäß der Erfindung können die Pfähle 1 auf den Kran zum Einbringen des Pfahls in den Meeresboden wie oben beschrieben als Halbschalen zur Verfügung gestellt werden und auf dem Kran zusammengesetzt werden. Alternativ können die in den Meeresboden einzubringenden Pfähle auch in der erfindungsgemäßen Schallschutzvorrichtung komplett angeliefert werden. Das hat den Vorteil, dass die Schallschutzvorrichtung die Doppelfunktion einer Transportverpackung für den Pfahl 1 aufweist. Außerdem ergibt sich der Vorteil, dass weniger Personal auf dem Kran für das Zusammensetzen der Halbschalen benötigt wird.

[0044] Erfindungsgemäß könnten sich Kosten reduzieren, insbesondere, weil die Schallschutzvorrichtung wieder verwendbar ist, denn die Schallschutzvorrichtung kann nach dem Einbringen des Pfahls 1 in den Meeresboden 2 von dem Kran wieder aus dem Meer und dem Meeresboden gezogen werden.

[0045] Gemäß einer alternativen Ausführung der Erfindung könnte anstelle der Blasenschleier auch eine

Luftkammer in der Schallschutzvorrichtung vorgesehen werden. Bei der bevorzugten Ausführung der Erfindung könnte beispielsweise innerhalb der Hülse 40 eine Luftkammer vorgesehen werden. Wegen der Schwierigkeit der Abdichtung der Schallschutzvorrichtung gegenüber dem Pfahl 1 bei einem Wasserdruck von beispielsweise 4 bar wird es jedoch bevorzugt, innerhalb der Hülse 20 einen Blasenschleier vorzusehen.

[0046] Die Führungsrollen 10 können zur Anpassung der Schallschutzvorrichtung an Pfähle 1 mit geringerem Außendurchmesser verwendet werden. Beispielsweise können längere Gabeln 13 vorgesehen werden. Alternativ können die Gabeln 13 auch geneigt angeordnet werden, so dass die Gabeln bei größeren Außendurchmessern des Pfahls 1 stärker in Axialrichtung der Hülse verlaufen und bei geringerem Außendurchmesser der Pfähle 1 eher in der Schnittebene verlaufen, die in Figur 2 gezeigt ist.

[0047] Nachdem der Pfahl 1 bzw. Monopile in den Boden eingebracht wurde, wird eine Bodenschutzplatte um den Pfahl 1 bzw. Monopile angeordnet und beispielsweise eine Windmühle eines Offshore-Windparks auf bekannte Weise auf dem Monopile angeordnet.

[0048] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die vorstehende Beschreibung ist daher nicht als beschränkend, sondern als erläuternd anzusehen. Die nachfolgenden Ansprüche sind so zu verstehen, dass ein genanntes Merkmal in zumindest einer Ausführungsform der Erfindung vorhanden ist. Dies schließt die Anwesenheit weiterer Merkmale nicht aus. Sofern die Ansprüche und die vorstehende Beschreibung "erste" und "zweite" Merkmale definieren, so dient diese Bezeichnung der Unterscheidung zweier gleichartiger Merkmale, ohne eine Rangfolge festzulegen.

Patentansprüche

1. Schallschutzvorrichtung zum Schallschutz von Rammarbeiten zum Einbringen von Pfählen (1) in den Meeresboden (2) mit einer Hülse(20), die den in den Meeresboden einzubringenden Pfahl (1) umgibt,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Hülse (20) und dem in den Meeresboden einzubringenden Pfahl (1) ein Blasenschleier (23) ausbildbar ist, und
zumindest eine weitere Hülse (30) vorgesehen ist, die die erste Hülse (20) umgibt, wobei zwischen den beiden Hülse (20, 30) schalldämmendes Material (33) eingebracht ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Hülse aus zumindest zwei Halbschalen gebildet ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Hülse

(40) vorhanden ist, die die das schalldämmende Material aufnehmende Hülse (30) umgibt und in welcher ein Blasenschleier (43) führbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiterhin enthaltend zumindest eine sich in den Meeresboden (2) erstreckende Schallschutzhülse (91, 92).
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (20, 30) in axialer Richtung aus mehreren Elementen (60A, 60B, 60C) zusammengesetzt ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Hülse (20) Führungsrollen (10) zum Führen des in den Meeresboden einzubringenden Pfahls (1) vorhanden sind
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet, dass entlang der axialen Richtung der Vorrichtung mehrere Lagen von Führungsrollen angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, bei welcher die Führungsrollen eine vibrationsdämmende Beschichtung, vorzugsweise eine Gummibeschichtung aufweisen.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der um die äußere Hülse (50) eine Rahmenkonstruktion (60) angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Hülse (50) vorhanden ist, welche die den Blasenschleier (43) aufnehmende Hülse (40) umgibt, wobei zwischen der den Blasenschleier (43) aufnehmenden Hülse (40) und der weiteren Hülse (50) ein schalldämmendes Material (53) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der die Hülse (20, 30, 40, 50) als Halbschalen ausgebildet sind, die vorzugsweise mit Trennflächen voneinander getrennt sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der an den Trennflächen Fortsätze zur akustischen Trennung vorgesehen sind.
13. Verfahren zum Einbringen von Pfählen in den Meeresboden, wobei der einzubringende Pfahl (1) von einer ersten Hülse (20) umgeben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Blasenschleier (23) zwischen der Hülse (20) und dem in den Boden einzubringenden Pfahl (1) ausgebildet wird, und eine weitere Hülse (30) vorhanden ist, die um die erste Hülse (20) herum angeordnet ist und schalldämmendes

Material aufnimmt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem eine Schallschutzhülse (91, 92) in den Meeresboden eingebracht wird. 5
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pfahl beim Eintreiben von Führungsrollen geführt wird, die zwischen der Hülse und dem Pfahl angeordnet sind. 10

15

20

25

30

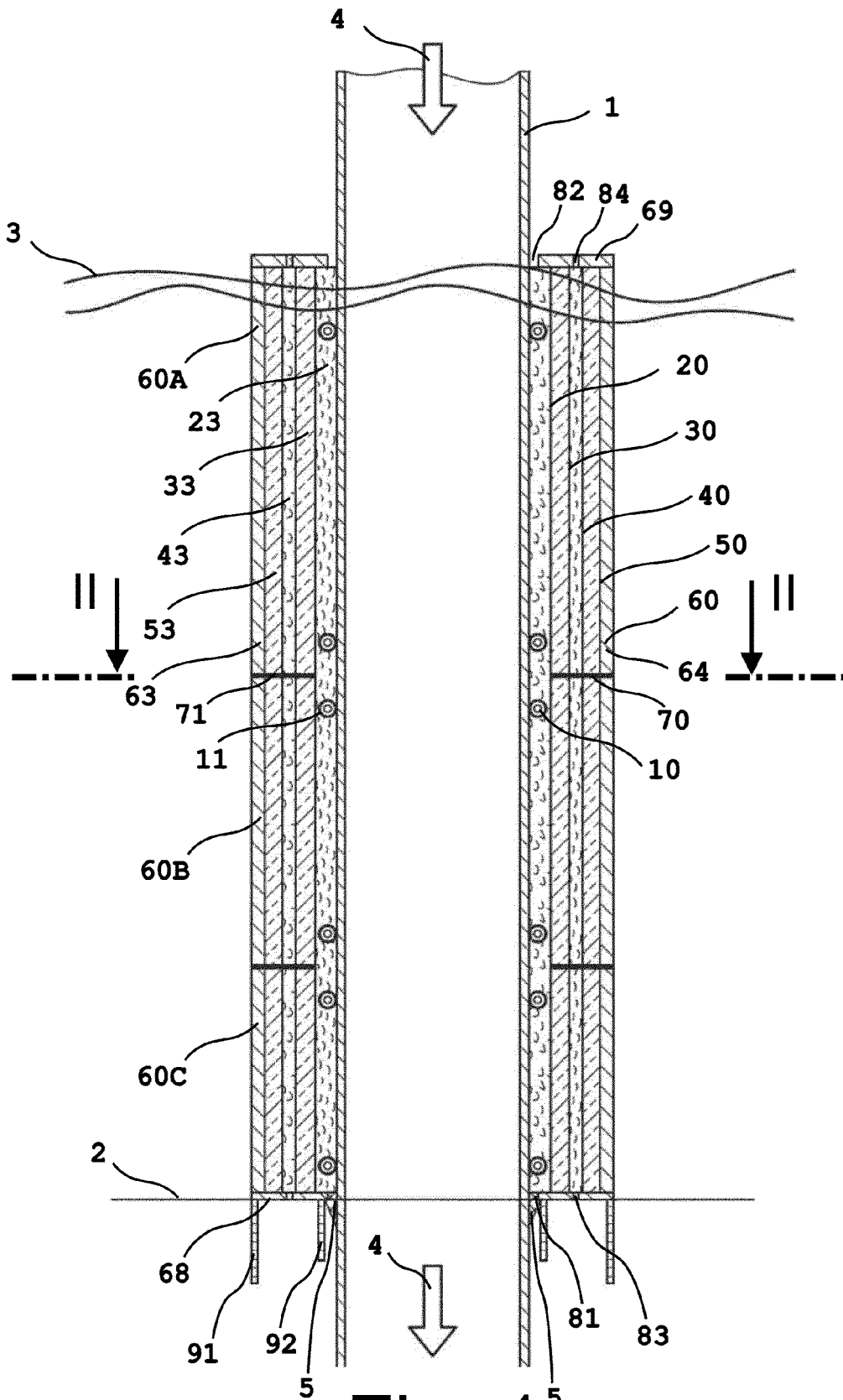
35

40

45

50

55



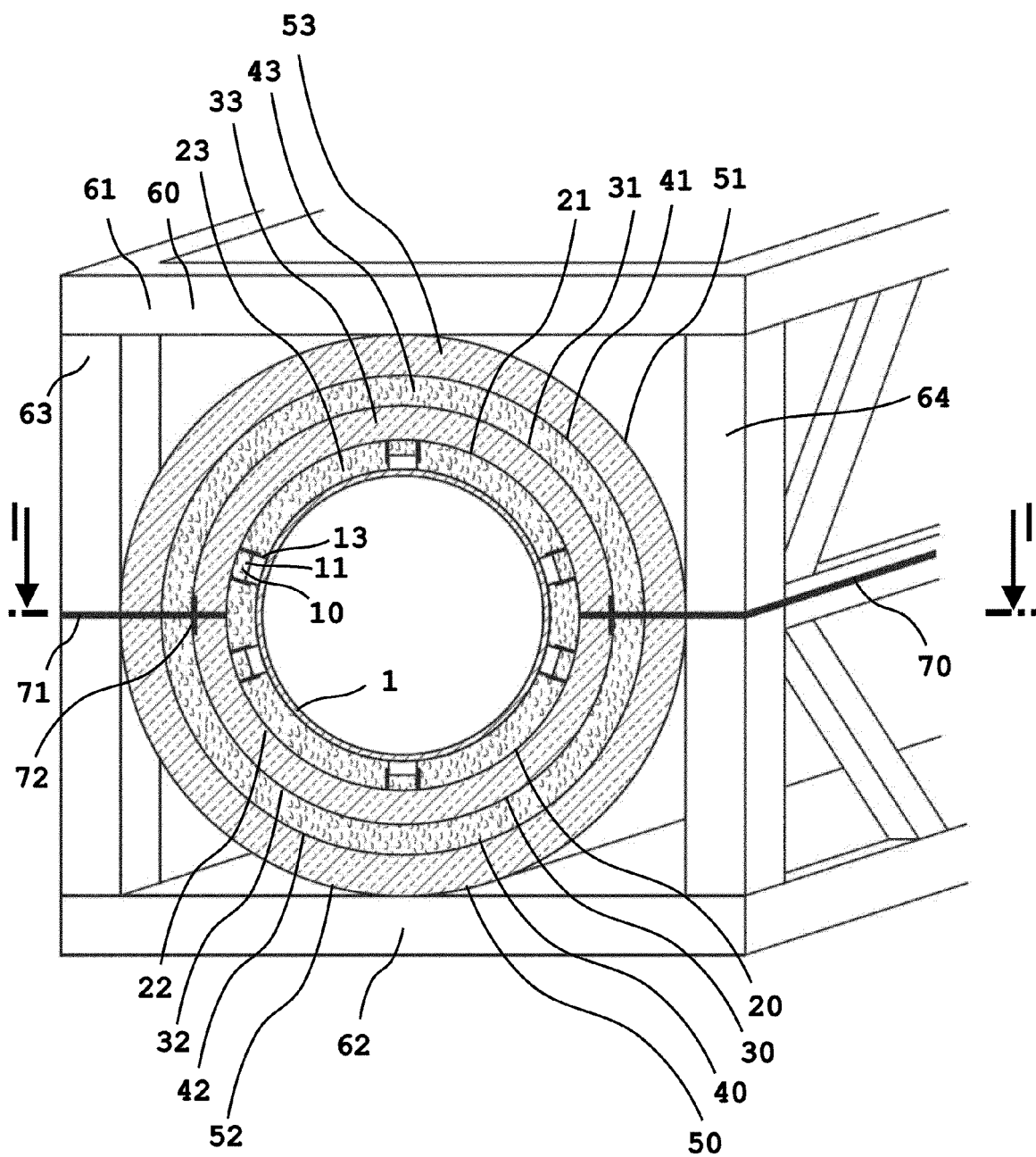


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1989358 B1 [0003]
- WO 2007150028 A2 [0004]
- JP 1142123 A [0005]