

(19)



(11)

EP 2 546 829 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.01.2013 Patentblatt 2013/03

(51) Int Cl.:
G10K 11/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12004900.2**

(22) Anmeldetag: **29.06.2012**

(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: **11.07.2011 DE 102011107529**

(71) Anmelder:
• **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**
24118 Kiel (DE)
• **Fachhochschule Kiel**
24149 Kiel (DE)

(72) Erfinder:
• **Dahmke, Andreas, Prof., Dr.**
24306 Plön (DE)
• **Kinias, Constantin, Prof., Dr.**
24226 Heikendorf (DE)
• **Ipsen, Janina**
24114 Kiel (DE)

(74) Vertreter: **Hansen, Jochen**
Hansen und Heeschen
Patentanwälte
Eisenbahnstrasse 5
21680 Stade (DE)

(54) Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels von Unterwasserschallquellen

(57) Vorgeschlagen wird eine Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels von Unterwasserschallquellen, mit

- ☐ einem Schallpegel reduzierenden Umhüllungselement (2), Öffnungen (4, 5) zur Abgabe eines gasförmigen Stoffes aufweisend,
- ☐ einer zentralen Ausrichtungskomponente (1) für das Umhüllungselement (2),
- ☐ Mitteln (3) zur beabstandeten Ausrichtung des Umhül-

lungselements (2) entlang der zentralen Ausrichtungskomponente (1),

wobei die vorgeschlagene Vorrichtung dadurch gekennzeichnet wird, dass

■ Mittel (3) zur beabstandeten Ausrichtung des Umhüllungselements (2) kettenartig miteinander verbundene Gliederelemente umfassen, geeignet zur Ausbildung einer ziehharmonisch streckbaren Führung für das Schallpegel reduzierenden Umhüllungselement (2).

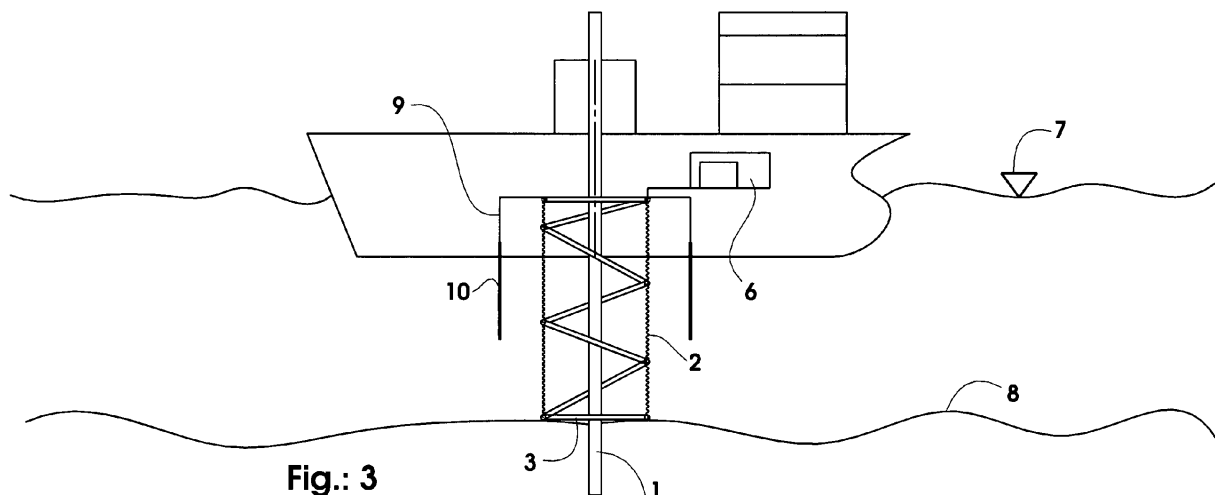


Fig.: 3

EP 2 546 829 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels lokaler Unterwasserschallquellen.

[0002] Das Medium Wasser ist in einem großen Frequenzbereich ein guter akustischer Schallleiter. Besonders Ultraschallquellen können bei guten Ausbreitungsbedingungen und ausbreitungstechnisch gut ausgewählten Frequenzen über Hunderte Kilometer von Entstehungsort nachgewiesen werden.

[0003] Viele Meereslebewesen erzeugen gezielt Geräusche zwecks Kommunikation und die durch die Körperform hervorgerufenen Geräusche/Schallsignale werden zwecks Futtersuche von vielen Tierarten ausgenutzt; ebenso dienen reflektierte Schallsignale zum Beutefang als auch zur Hinderniserkennung. Eine in diesem Zusammenhang besonders zu erwähnende Tierart sind Schweinswale, die als einzige Walformation in der Ostsee und der Nordsee vorkommen. Ihre Hörschwelle - als auch die der Seehunde - liegt im Bereich von kleiner 400 Hertz etwa 10 bis 20 dB höher als bei 1000 Hertz und endet bei ca. 150 kHz.

[0004] Für den Bau von Offshore-Windanlagen und Meeresplattformen ist es erforderlich, dass große Haltepfähle — je nach Wassertiefe und dem Anwendungsbereich über der Meeresoberfläche — bis zu 35 Meter tief in den Meeresboden gerammt werden müssen, wofür durchaus 15.000 Rammschläge erforderlich sein können, wobei für jeden Rammschlag eine Energie von 200 bis 950 kJ oder kNm aufgebracht wird. Hierbei entstehen Schalldruckpegel, deren Impulsintensität so hoch sein kann, dass Meerestiere, die für ihr Überleben auf ihre Gehörleistung angewiesen sind, hinsichtlich ihrer Gehörorgane schon bei einigen Rammschlägen so stark geschädigt werden, dass ein Überleben für sie nahezu unmöglich wird.

[0005] Der Schalldruckpegel L im Meerwasser wird durch den Schalldruck in Pascal [Pa] beschrieben und in Dezibel [dB] gemessen. Er ist darstellbar in der Form

$$L[\text{dB}] = 20 \cdot \lg\left(\frac{\tilde{p}}{p_0}\right), \text{ wobei } p_0 = 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 \text{ be-}$$

deutet. Der Bezugsdruck p_0 bei Wasser beträgt vereinbarungsgemäß $p_0 = 10^{-6} \text{ Pa}$ [als dB re $1 \mu\text{Pa}$]. Für diese Mess- und Bezugsgrößen betragen die gemessenen Schalldruckpegel in einer Entfernung von $l = 750 \text{ Metern}$ 160 bis 174 dB. Untersuchungen haben gezeigt, dass auch Einzelschallereignisse, wenn ihr Energiepeak sehr hoch liegt, irreversible Gehörschäden bei den Meeresäußern hervorrufen. Da der Schalldruckpegel aus einer Mittelwertbildung ermittelt wird, wird für den Einzelereignis-Schalldruckpegel L_{einzel} eine Definitionsänderung in

$$\text{der Form: } L_{\text{einzel}} = 10 \cdot \lg\left[\frac{1}{T} \int_{T_1}^{T_2} \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt\right] \text{ vorgenommen}$$

men. Nach dieser Definition sind Pegel in der Größenordnung von 190 bis 195 dB ermittelt worden. Die Schallentstehung ist am Kopf des Rammfahles durch den Dehnungsverlauf zu erklären, der näherungsweise als Halbsinus beschrieben werden kann.

[0006] Die zurzeit festgelegten Richtwerte für akustische Unterwassergeräusche — besonders für Einzelergebnisse — sind während der Bauphase von Offshore-Anlagen in einer Entfernung von 750 Metern mit $L_{\text{einzel}} = 160 \text{ dB}$, die Peakwerte mit $L_{\text{peak}} = 180 \text{ dB}$ festgelegt. Damit ist begründet, dass bei Rammarbeiten mit Meereswasserkontakt Schutzmaßnahmen zur Reduzierung des Schallpegels vorgenommen werden müssen.

[0007] Zum diesbezüglichen Stand der Technik gehören insbesondere akustische Schutzwände in sehr verschiedenen technischen Ausführungen — sogenannte Blasenschleier, die um die Rammfähle gelegt werden. Für weitergehende Ausführungen siehe insbesondere: Maruschek, K., Betke, K.: Measurement of Construction Noise During Pile Driving of Offshore research Platforms and Wind Farms, NAG/DAGA 2009, S. 262-265; Schultz-von Glahn, M., Betke, K., Nehls, G.: Minderung des Unterwasserschalls bei Rahmenarbeiten für Offshore-WEA — praktische Erprobung verschiedener Verfahren unter Offshore-Bedingungen, UFOPLAN Ref.-No. 205 53 113, Abschlussbericht Umweltbundesamt, Berlin 2006.

[0008] Die Senkung des Schallpegels erfolgt bei diesen aus dem Stand der Technik bekannten Blasenschleiern durch die großen Unterschiede der akustischen Impedanz von Luft und Wasser an deren Trennfläche in Form eines ausgeprägten Impedanzsprunges. In der Nähe der Resonanzfrequenz der Blasenschleierwand erreicht die akustische Oberfläche der einzelnen Gasblasen ein Vielfaches ihrer geometrischen Oberfläche, wodurch der Blasenschleier eine besonders hohe Effektivität bei der Schallpegelreduzierung erlangt [begründet durch die hohe Phasenteilheit des oszillierenden Resonanzsystems]. Je nach Frequenz und Dicke des Schleiers sind Dämpfungen von 25 bis zu 30 dB möglich.

[0009] Diese Blasenschleier werden durch perforierte Schlauchgebilde, die um den Rammfahl in einer geringen Distanz herumgelegt werden und kontinuierlich mit Pressluft versorgt werden, gebildet. Für Arbeiten in größeren Wassertiefen werden mehrere Schlauch- oder Rohrgebilde in geringen Abständen übereinandergelegt und mechanisch stabilisiert.

[0010] Eine als nächstliegender Stand der Technik diesseits angesehene andere Ausführung der Blasenschleier benutzt ein Netzgebilde, in das Aufschwimmkörper mit Luftaustrittsöffnungen eingebracht sind und das um den Rammfahl gespannt wird. Als einzuspeisende Druckluft für alle zum Stand der Technik zu zählenden und hier gewürdigten Blasenschleier-Konfigurationen wird mechanisch gefilterte Umgebungsluft verwendet.

[0011] Allen Vorrichtungen gemeinsam ist, dass sie eine aus aufsteigenden Luftbläschen bestehende Ringmauer um die Rammstelle bilden. Nachteilig an allen die-

sen Konstruktionen und ihren Ausführungsvarianten ist, dass bei starker Meeresströmung der Blasenschleier örtlich diffundiert oder abreißen kann, was auch bei starken Meeresoberflächenwellen passieren kann. Das Ergebnis sind stark sinkende akustische Dämpfungswerte.

[0012] Ein weiteres aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren zur Senkung des Schallpegels lokaler Unterwasserschallquellen, der sogenannte Hydro Sound Dämpfer nach K.-H. Elmer, sieht vor, kleine, luftgefüllte Hohlkugeln mit Schaumstoff zu ummanteln und in Netze einzuarbeiten. Das Netz wird dann um die Rammstelle gelegt. Auch dieses Verfahren ist stark von den Seegangsverhältnissen und dem Tidenhub abhängig.

[0013] Angesichts der aus dem bisherigen Stand der Technik bekannten Nachteile liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels lokaler Unterwasserschallquellen zu schaffen, die auch bei ungünstigen Strömungs- und Meeresoberflächenwellenverhältnissen einen hohen Dämpfungsgrad ermöglicht.

[0014] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels von Unterwasserschallquellen, mit:

- ☐ einem Schallpegel reduzierenden Umhüllungselement (2), Öffnungen (4, 5) zur Abgabe eines gasförmigen Stoffes aufweisend,
- ☐ einer zentralen Ausrichtungskomponente (1) für das Umhüllungselement (2),
- ☐ Mitteln (3) zur beabstandeten Ausrichtung des Umhüllungselements (2) entlang der zentralen Ausrichtungskomponente (1),

dadurch gekennzeichnet, dass

- Mittel (3) zur beabstandeten Ausrichtung des Umhüllungselements (2) kettenartig miteinander verbundene Gliederelemente umfassen, geeignet zur Ausbildung einer zieharmonisch streckbaren Führung für das Schallpegel reduzierenden Umhüllungselement (2).

[0015] In einer möglichen Ausführung der hier vorgestellten Erfindung ist die zentrale Ausrichtungskomponente (1) ein Bohrgestänge, mit dem Haltepfähle für Offshore-Anlagen in den Meeresboden eingeführt werden. Bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung wird diese zentrale Ausrichtungskomponente (1) jedoch durch die Haltepfähle selbst ausgebildet.

[0016] Das Umhüllungselement (2) kann in einer ersten möglichen Ausführungsvariante ein Netz sein, in das ganz besonders bevorzugt in vertikaler Richtung Gas gefüllte Schläuche mit Öffnungen (4, 5) zur Abgabe dieses gasförmigen Stoffes eingefädelt sind. Bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung ist das Umhüllungs-

element (2) als Gewebe, ganz besonders bevorzugt als Kunststoffgewebe ausgeführt. Es stellt dabei eine ganz besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dar, wenn dieses Kunststoffgewebe als Umhüllungselement (2) einen geschlossenen Körper ganz besonders bevorzugt in der Form eines symmetrischen Zylinderrings um die zentrale Ausrichtungskomponente (1) ausgebildet. In einer besonders bevorzugten Ausführung reicht ein derartig hier vorgeschlagener Zylinderring unten vom Grundboden (8) lückenlos bis hoch zur Wasserlinie (7). Ferner kann ein solcher Zylinderring innenseitige Öffnungen (5) zur Abgabe des gasförmigen Stoffes und/oder außenseitige Öffnungen (4) zur Abgabe des gasförmigen Stoffes aufweisen. Als Gas bietet sich dabei insbesondere Druckluft an, welche als mechanisch gefilterte Umgebungsluft vor Ort, das bedeutet am Einsatzort der erfindungsgemäßen Vorrichtung, generiert wird.

[0017] Erfindungsgemäß umfassen die Mittel (3) zur beabstandeten Ausrichtung des Umhüllungselements (2) kettenartig miteinander verbundene Gliederelemente, geeignet zur Ausbildung einer zieharmonisch streckbaren Führung für das Schallpegel reduzierenden Umhüllungselement (2). Eine ganz besonders bevorzugte Ausführung der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die kettenartig miteinander verbundene Gliederelemente mindestens eine Haltespindel auszubilden in der Lage sind, wobei diese Haltespindel schraubenartig um das zentrale Ausrichtungskomponente (1) entlang deren Längsachse orientiert ist. Durch die kettenartige Verbindung der Gliederelemente kann diese Haltespindel dann Ziehharmonika-artig in ihrer Ausdehnung entlang der Längsachse der zentralen Ausrichtungskomponente (1) gestreckt oder gestaucht werden, wozu die einzelnen Gliederelemente der Haltespindel zueinander hin geklappt entsprechend Figur 2 oder voneinander weg ausgeklappt entsprechend Figur 3 werden. Zu diesem Zweck ist es bevorzugt, wenn die Gliederelemente innerhalb ihrer gegenseitigen kettenartigen Verbindung vorgespannte Federelemente aufweisen.

[0018] Erfindungsgemäß wird das der Erfindung zugrunde liegende Problem demnach im Rahmen einer beispielhaften Ausführung dadurch gelöst, indem um einen Haltepfahl als zentrale Ausrichtungskomponente (1) eine wasserundurchlässige, mit Luft zu füllende Kunststoffgewebeshülle (2) in Form eines geschlossenen Körpers — besonders bevorzugt einfach in zylindrischer Form — aufgebaut wird, wobei die Kunststoffgewebeshülle (2) den Haltepfahl (1) vom Grundboden (8) bis zur oberen Wasserlinie (7) mediummäßig trennt. Mediummäßig trennend im Sinne der vorliegenden Erfindung heißt, dass außerhalb des Zylinderrings, gebildet aus der Luft gefüllten Kunststoffgewebeshülle als Schallpegel reduzierendes Umhüllungselement (2), Meereswasser anliegt, während innerhalb des Zylinderrings um den Haltepfahl als zentrale Ausrichtungskomponente (1) das Wasser je nach Ausführungsform entfernt werden kann, womit nur noch Luft vorhanden ist, oder das Wasser innerhalb des Zylinderrings zumindest von jeglicher Strömung des

Wassers außerhalb des Zylinderrings entkoppelt ist.

[0019] Die Kunststoffgewebehülle (2), die hier das Schallpegel reduzierende Umhüllungselement (2) bildet, befindet sich vor ihrer Aufstellung zusammengefaltet um die zusammengeklappten Gliederelemente (3) im Schiffskörper (9). Für den Betriebszustand öffnet sich eine Absperrung (10) an der Unterseite des Schiffskörpers (9) und mithilfe von Federelementen, die mit den Gliederelementen (3) verbunden sind, kann die Kunststoffgewebehülle (2), ausgeführt als eine aufblasbare, doppelwandige Hülle in zylindrischer Form ausgefahren werden, wodurch diese entlang der gesamten Länge des Haltepfahls (1) aufgebaut wird. Bevorzugt kann die Kunststoffgewebehülle (2), die sodann den Haltepfahl (1) mediummäßig vom Meerwasser trennt, mit innenseitigen Löchern (5) versehen werden, durch die per Kompressor (6) Luft gedrückt wird, sodass die unmittelbar an der Schallschutzwand vom Grundboden (8) bis zur Wasserlinie (7) aufsteigenden Blasen eine nah anliegende, aufsteigende Blasenwand bildet, die, unbeeinflussbar durch Meereswasserbewegungen, eine zusätzliche Senkung des Schallpegels herbeiführt.

[0020] Die gleiche Kunststoffgewebehülle (2), die die Schutzschallwand bildet, kann auch zusätzlich oder alternativ mit außenseitigen Löchern (4) versehen werden, durch die Luft gepresst wird, was zu einer zusätzlichen Dämpfung des Schallpegels führt. Der außenseitig entstehende Blasenvorhang, der unmittelbar an der Kunststoffgewebehülle (2) anliegt, ist gegenüber einer bestehenden Meeresströmung als zusammenhängender Blasenschleier stabiler als bekannte Konstruktionen nach dem Stand der Technik.

[0021] Eine weitere erfindungsgemäße beispielhafte Ausführung sieht vor, dass die Schutzschallwand nicht aus dem gesamt mit Luft gefüllten Raum zwischen dem Haltepfahl (1) und der Kunststoffgewebehülle (2) besteht, sondern als Sandwichkonstruktion ausgeführt wird, bei der um den einzurammenden Haltepfahl (1), oder um das Bohrgestänge, Wasser anliegt, und bei der in einem gewissen Abstand eine mit Luft gefüllte Doppelwand eingerichtet wird — die also aus einer mit Luft und einer mit Wasser gefüllten Schicht besteht — in deren Innen- und Außenhülle wiederum eine Vielzahl von innenseitigen Löchern (5) und außenseitigen Löchern (4) eingebracht sind, durch die Luft gepresst werden kann.

Begriffsliste:

[0022]

- (1) zentrale Ausrichtungskomponente
- (2) Schallpegel reduzierendes Umhüllungselement
- (3) kettenartig miteinander verbundene Gliederelemente
- (4) außenseitige Löcher

- (5) innenseitige Löcher
- (6) Kompressor
- (7) Wasserlinie
- (8) Grundboden
- (9) Schiffskörper
- (10) Absperrung

[0023] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von 3 Figuren erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels für einen Haltepfahl/ein Bohrgestänge als zentrale Ausrichtungskomponente (1) am Meeresboden,

Figur 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels im zusammengefalteten Zustand an Bord eines Schiffskörpers (9) und

Figur 3 die ausgeklappte Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels unterhalb des Schiffskörpers (9).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Senkung des Schallpegels von Unterwasserschallquellen, mit

- ☐ einem Schallpegel reduzierenden Umhüllungselement (2), Öffnungen (4, 5) zur Abgabe eines gasförmigen Stoffes aufweisend,
- ☐ einer zentralen Ausrichtungskomponente (1) für das Umhüllungselement (2),
- ☐ Mitteln (3) zur beabstandeten Ausrichtung des Umhüllungselements (2) entlang der zentralen Ausrichtungskomponente (1),

dadurch gekennzeichnet, dass

■ Mittel (3) zur beabstandeten Ausrichtung des Umhüllungselements (2) kettenartig miteinander verbundene Gliederelemente umfassen, geeignet zur Ausbildung einer ziehharmonisch streckbaren Führung für das Schallpegel reduzierenden Umhüllungselement (2).

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Ausrichtungskomponente (1) ein in den Meeresboden zu versenkender Haltepfahl für Offshore-Anlagen ist.

3. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schallpegel reduzierende Umhüllungselement (2) ein Kunststoffgewebe ist. 5
4. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen aus dem Umhüllungselement (2) ausgebildeten geschlossenen Körper in der Form eines symmetrischen Zylinderrings um die zentrale Ausrichtungskomponente (1) umfasst. 10
5. Vorrichtung nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinderring innenseitige Öffnungen (5) zur Abgabe eines gasförmigen Stoffes aufweist. 15
6. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinderring außenseitige Öffnungen (4) zur Abgabe eines gasförmigen Stoffes aufweist. 20
7. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gasförmige Stoff Pressluft ist. 25
8. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung eine schraubenartig um das zentrale Ausrichtungskomponente (1) entlang deren Längsachse orientierte Haltespindel aus den kettenartig miteinander verbundenen Gliederelementen umfasst. 30
9. Vorrichtung nach Patentanspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Gliederelemente der Haltespindel zueinander hinklappbar und voneinander wegklappbar ausgebildet sind. 35
10. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gliederelemente innerhalb ihrer gegenseitigen kettenartigen Verbindung vorgespannte Federelemente aufweisen. 40

45

50

55

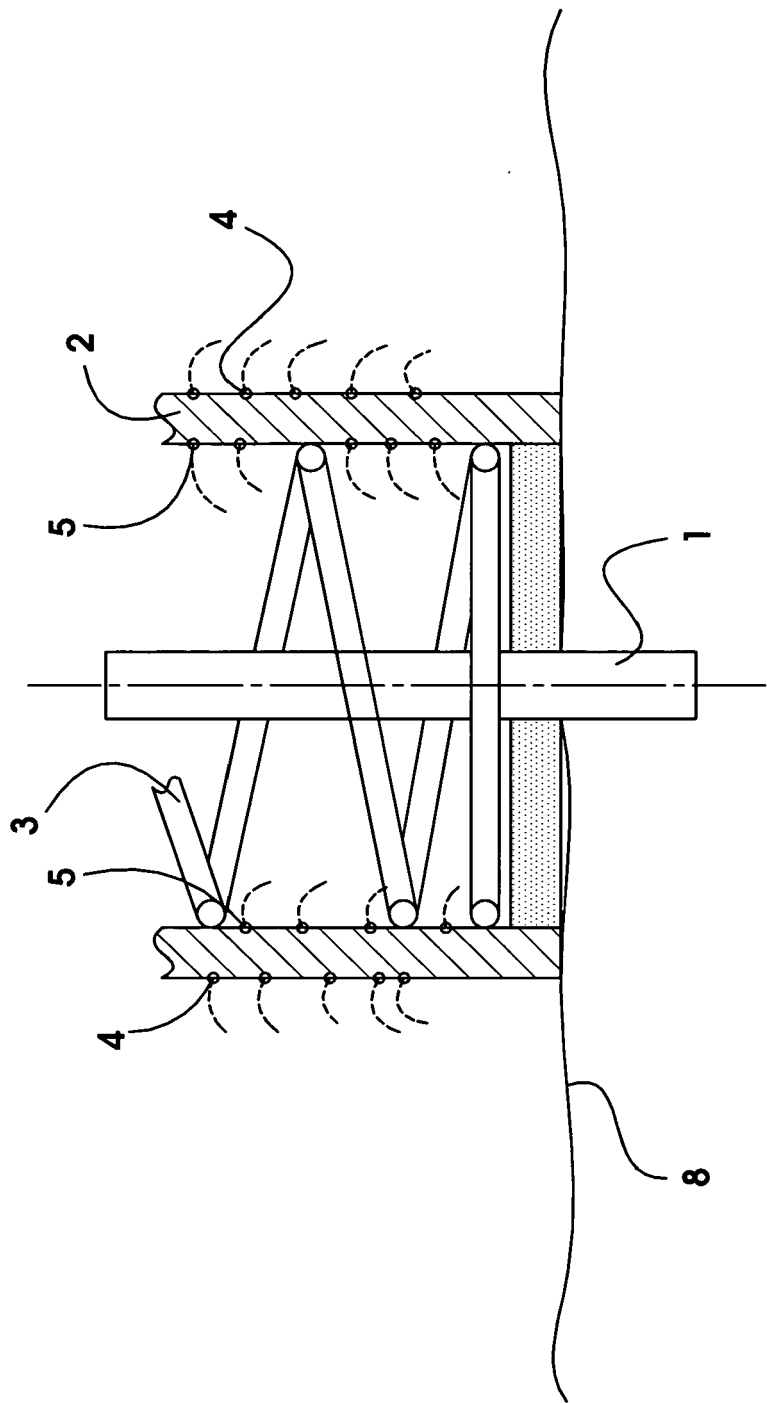
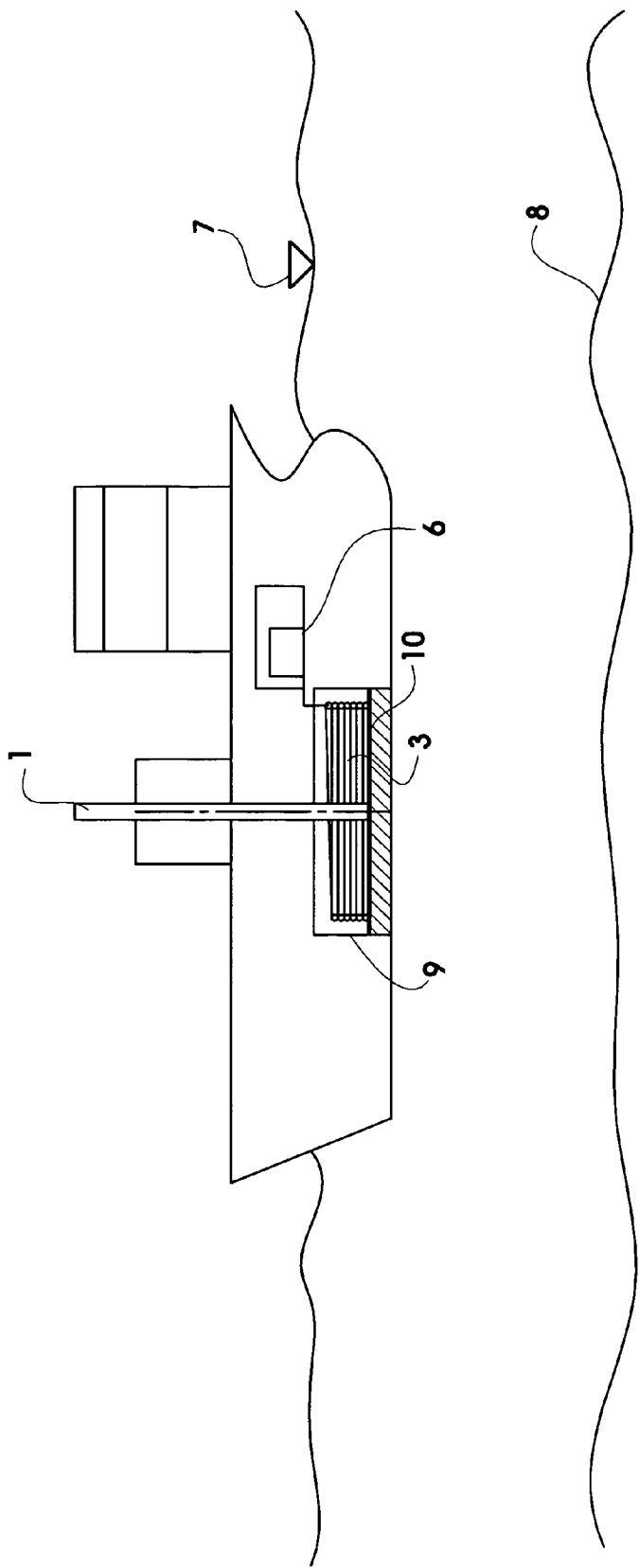
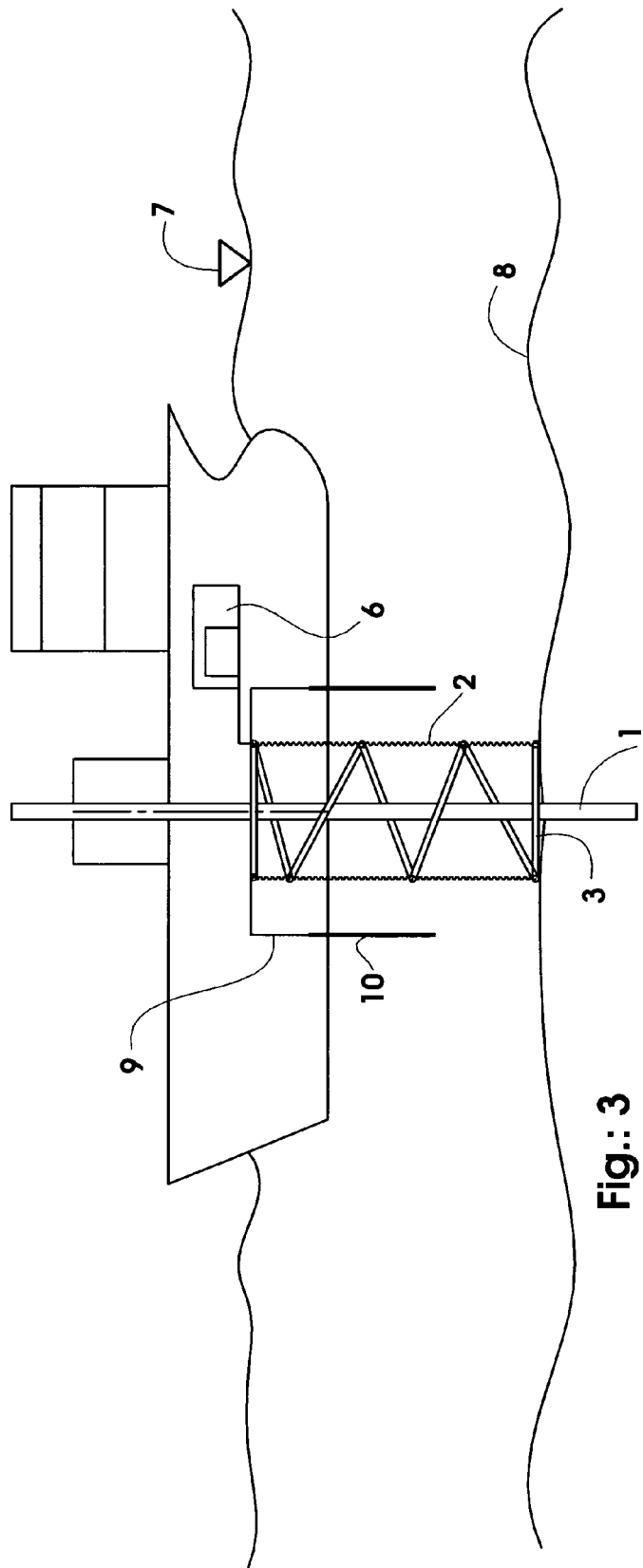


Fig.: 1





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 Nicht-Patentliteratur

- **MARUSCHEK, K. ; BETKE, K.** Measurement of Construction Noise During Pile Driving of Offshore research Platforms and Wind Farms. *NAG/DAGA*, 2009, 262-265 **[0007]**
- **SCHULTZ-VON GLAHN, M. ; BETKE, K. ; NEHLS, G.** Minderung des Unterwasserschalls bei Rahmenarbeiten für Offshore-WEA—praktische Erprobung verschiedener Verfahren unter Offshore-Bedingungen. *UFOPLAN Ref.-No. 205 53 113, Abschlussbericht Umweltbundesamt*, 2006 **[0007]**