



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.12.2021 Patentblatt 2021/50

(51) Int Cl.:
B63G 8/00 (2006.01) B63H 21/17 (2006.01)
F17D 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21177885.7**

(22) Anmeldetag: **06.06.2021**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Scan4Pipes Europe GmbH**
99428 Legefild (DE)

(72) Erfinder: **Siegmund, Walter**
99428 Legefild (DE)

(74) Vertreter: **Meyer, Jork**
Patentanwalt Dr. York Meyer
Salvador-Dali-Straße 5
07751 Jena (DE)

(30) Priorität: **08.06.2020 DE 102020115215**

(54) **MESSPLATTFORM UND VERFAHREN ZUM AUFFINDEN UND ZUR ÜBERWACHUNG VON ROHRLEITUNGEN UNTER WASSER**

(57) Die Erfindung betrifft eine Messplattform (1) zum Auffinden und zur Überwachung von Rohrleitungen unter Wasser sowie der Überwachung der Funktionalität des mechanischen Korrosionsschutzes. Sie besitzt einen Schwimmkörper (2), der zur Aufnahme von Sensorelementen (8) ausgebildet ist und an einer Unterseite (2.1) mindestens zwei Antriebselemente (3) aufweist. Außerdem ist eine Positionserkennungseinheit (20) zur Ermittlung einer aktuellen Position und einer aktuellen Ausrichtung des Schwimmkörpers (2) vorhanden.

Erfindungsgemäß ist je eines der mindestens zwei Antriebselemente (3) in einander gegenüberliegenden Bereichen an den Enden der Unterseite (2.1) des Schwimmkörpers (2) angeordnet. Jedes Antriebselement (3) ist dabei um je eine im Wesentlichen orthogonal zur Unterseite (2.1) des Schwimmkörpers (2) gerichtete Achse schwenkbar.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer Messplattform (1).

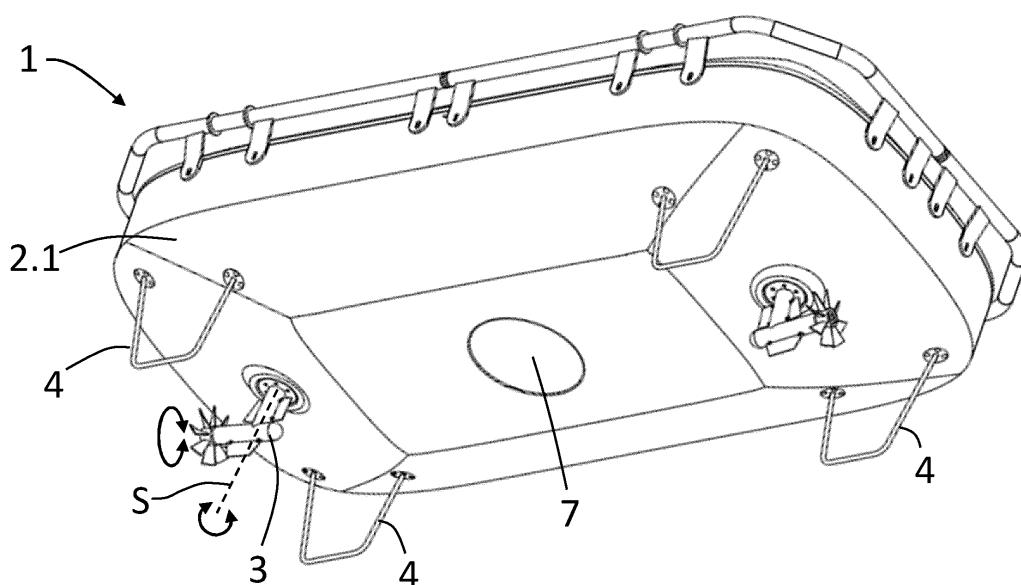


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Messplattform zum Auffinden und zur Überwachung von Rohrleitungen unter Wasser gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine Anordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer Messplattform.

[0002] Um Rohstoffe wie Erdöl und Erdgas von den betreffenden Fördergebieten beispielsweise in Aufbereitungsanlagen zu transportieren und um die Rohstoffe weiter an die Verbraucher zu leiten, werden sehr oft Rohrleitungen mit großen Abmaßen und hohen Durchflusskapazitäten (Pipelines) eingesetzt. Die Wartung und regelmäßige Überprüfung dieser Pipelines sind nicht nur aufgrund der großen räumlichen Dimensionen der Pipelines eine technische und logistische Herausforderung. Während oberirdisch auf dem Land befindliche Pipelines in der Regel recht gut zugänglich sind, stellt die Inspektion von Pipelines, die am Grund sowie unterhalb des Grundes von Gewässern verlegt sind, erhebliche zusätzliche Anforderungen.

[0003] Neben der Inspektion der Pipelines in teils großen Gewässertiefen, müssen die exakten Positionen der Pipelines ermittelt werden. Insbesondere in schnell fließenden Gewässern kann sich der tatsächliche Verlauf der Pipeline infolge der Strömungswirkung verändern. Außerdem stellen die dynamischen und geologischen Prozesse am Grund von Flüssen, beispielsweise während der Schneeschmelze oder bei Hochwasserereignissen, hohe Anforderungen an die Belastbarkeit und Verschleißfestigkeit der Pipeline. Dabei sind die Positionen der Pipelines an den Ufern von besonderer Bedeutung, da diese statisch sind und auf Grund der Bewegungen der Rohrleitungen innerhalb der Gewässer hohen Belastungen ausgesetzt sind.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene technische Lösungen bekannt, mittels denen unterseeisch verlegte Pipelines gefunden und inspiziert werden können.

[0005] So ist beispielsweise in der US 2014/0234029 A1 ein Unterwasserfahrzeug offenbart, dass über eine Versorgungsleitung mit einem Mutterschiff verbunden und ferngesteuert ist. Das Tauchboot ist mit einer Reihe von Sensoren und Werkzeugen ausgerüstet und kann vom Mutterschiff aus ferngesteuert werden.

[0006] Ein freischwimmendes, ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug (remotely operated vehicle, ROV) ist beispielsweise in der US 5,047,990 A beschrieben.

[0007] Diese Unterwasserfahrzeuge sind für den Einsatz in Wasserkörpern mit großen Tiefen und hinreichend Manövrierraum sowie geringer Strömung geeignet.

[0008] Die Positionserfassung und Inspektion von Pipelines in flachen Gewässern mit stark wechselnden Strömungsgeschwindigkeiten und unterschiedlichen Strömungsrichtungen ist mit den oben genannten Fahrzeugen nicht möglich.

[0009] Für solche Einsatzgebiete sind fernsteuerbare

beziehungsweise autonome und auf der Wasseroberfläche fahrende Boote verschiedener Hersteller wie das C-Cat3 der Firma ASV (GB), das Q-Boat 1800 der Firma Teledyne (USA) oder das ARCboat Lite der Firma HR Wallingford (GB) bekannt. Diese Boote sind allesamt leicht und weisen einen geringen Tiefgang auf. Sie können ferngesteuert und mit unterschiedlichen Sensoren ausgerüstet werden. Der Vorschub wird mittels zweier Propeller erzeugt, die über Elektromotoren angetrieben werden. Die Propeller sind bei allen Modellen am Heck angeordnet und treiben das Boot in dessen Längsrichtung voran. Das geringe Gewicht der Boote und effektive Ruderanlagen erlauben deren hohe Manövrierfähigkeit.

[0010] Das ARCboat Lite besitzt zudem etwa in der Mitte des Rumpfes einen als "moon-pool" oder "moon-tube" bezeichneten Durchbruch durch den gesamten Rumpf. In diesen moon-pool können verschiedene Sensoren eingesetzt werden, die zur Datenerfassung insbesondere in Bereichen unterhalb des Bootes dienen.

[0011] Trotz ihrer sehr guten Manövrierfähigkeit sind den genannten Booten für bestimmte Messaufgaben, beispielsweise der präzisen Lokalisierung einer Pipeline, Grenzen gesetzt. Eine Ortung von Korrosionsschutzdefekten, also eine Erfassung von spezifischen Messwerten mit einer sehr hohen lokalen Genauigkeit und Sensitivität ist mit allen vorgenannten oder ähnlichen Booten nicht möglich. Dieser Nachteil tritt insbesondere bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten zu Tage.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Vorrichtung zum Auffinden und/oder zur Überwachung von Rohrleitungen unter Wasser vorzuschlagen. Es ist ebenfalls Aufgabe der Erfindung, eine Verwendung einer solchen Vorrichtung anzugeben.

[0013] Die Aufgabe wird mit einer Messplattform nach Anspruch 1, einer Anordnung nach Anspruch 7 und einem Verfahren nach Anspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0014] Die Messplattform ist zum Auffinden und/oder zur Überwachung von Rohrleitungen unter Wasser ausgebildet. Sie besitzt einen Schwimmkörper, der zur Aufnahme von Messgeräten, nachfolgend auch als Sensoren oder Sensorelemente bezeichnet, ausgestaltet ist und der an einer Unterseite mindestens zwei Antriebselemente zum gesteuerten Antrieb des Schwimmkörpers aufweist. Die Antriebselemente werden mittels Antriebseinheiten, beispielsweise Elektromotoren, betrieben. Außerdem ist eine Positionserkennungseinheit zur Ermittlung einer aktuellen Position und einer aktuellen Ausrichtung des Schwimmkörpers vorhanden. Des Weiteren weist die Messplattform eine Steuereinheit, beispielsweise einen Rechner, zur Ansteuerung der Antriebseinheiten in Abhängigkeit einer ermittelten aktuellen Position und/oder Ausrichtung des Schwimmkörpers auf. Eine aktuelle Position wird in Relation zu einem gewählten Koordinatensystem ermittelt, eine aktuelle Ausrichtung kann ebenfalls relativ zu einem Koordinatensystem

und/oder zu Geländestrukturen ermittelt werden. Solche Geländestrukturen können beispielsweise ein Ufer eines Gewässers oder eine Rinne oder ein Rücken auf dem Gewässerboden sein.

[0015] Eine erfindungsgemäße Messplattform ist dadurch gekennzeichnet, dass je eines der mindestens zwei Antriebselemente in Bereichen an den Enden der Unterseite des Schwimmkörpers angeordnet ist, die einander gegenüberliegen. Dabei ist jedes Antriebselement um eine im Wesentlichen orthogonal zur Unterseite des Schwimmkörpers gerichtete Achse schwenkbar (Schwenkachse). Die Schwenkachse ist im Wesentlichen orthogonal gerichtet, wenn diese nicht mehr als 25°, besser nicht mehr als 15°, insbesondere nicht mehr 10° gegenüber der Unterseite geneigt ist.

[0016] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht in der voneinander getrennten Anordnung der Antriebselemente und der Möglichkeit ihrer voneinander unabhängigen relativen Ausrichtung und Ansteuerung. Jedes der Antriebselemente kann also unabhängig von dem anderen Antriebselement hinsichtlich seiner relativen Ausrichtung zum Schwimmkörper, sowie hinsichtlich seiner individuellen Antriebsleistung und Antriebsrichtung (z.B. der Drehrichtung eines Propellers) gesteuert betrieben werden. Die Messplattform kann dadurch unabhängig von ihrer aktuellen Ausrichtung in jede beliebige Richtung bewegt werden. Dazu müssen lediglich die Antriebselemente in die jeweils erforderliche Relativlage zum Schwimmkörper und/oder zum verwendeten Koordinatensystem gebracht und hinsichtlich ihrer Drehzahl und optional auch hinsichtlich ihrer Drehrichtung angesteuert und angetrieben werden. Dabei können Ausrichtung, Antriebsleistung und -richtung der Antriebselemente mittels einer Steuereinheit aufeinander abgestimmt werden, um ein gewünschtes Fahrmanöver zu bewirken. Vorteilhafterweise werden die Ansteuerung der Antriebselemente, die aktuelle Ausrichtung des Schwimmkörpers, vorhandene Strömungen und die anzusteuern Position miteinander in Beziehung gesetzt und die erforderlichen Steuerbefehle generiert. Außerdem kann bei der Erzeugung der Steuerbefehle durch die Steuereinheit vorteilhaft berücksichtigt werden, welche aktuelle Ausrichtung die Messplattform mit dem Erreichen einer anzusteuern Position, beispielsweise einer Untersuchungsposition, an der Messungen durchgeführt werden sollen, einnehmen soll.

[0017] Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausführung der Messplattform kann zum Beispiel eine aktuelle Bewegungsrichtung der Messplattform um einen großen Winkel, beispielsweise 90 Grad oder mehr, geändert werden, ohne dazu die Ausrichtung der Messplattform zu verändern. So kann zum Beispiel eine Ausrichtung der Messplattform relativ zu einer Gewässerströmung, zu einem Koordinatensystem oder zu einer Geländestruktur beibehalten werden, während die Fahrtrichtung geändert wird. Umgekehrt kann die Messplattform, trotz vorhandener Strömung, auf sehr engem Raum beliebig manövriert werden. So kann die Messplattform beispiels-

weise an ihrer jeweiligen Position ("am Platz") wenden.

[0018] Die Antriebselemente können unter einem Winkel ungleich 90°, beispielsweise bis zu 75°, insbesondere bis zu 80°, von der jeweiligen Schwenkachse gerichtet sein. Beispielsweise kann ein an dem Antriebselement vorhandener Propeller um bis zu 15°, insbesondere bis zu 10°, beispielsweise 7°, gegen die Schwenkachse gekippt sein. Eine solche leichte Neigung ist hydrodynamisch vorteilhaft. Außerdem kann durch eine entsprechende Neigung der Antriebselemente die Entstehung von Luftblasen während durch die Antriebselemente verringert werden, wodurch die Messvorgänge der Sensorelemente vorteilhaft beeinflusst werden.

[0019] Die Antriebselemente können mittels je einer im und/oder auf dem Schwimmkörper angeordneten Antriebseinheit betrieben werden. Eine solche Antriebseinheit kann mindestens einen Motor, insbesondere mindestens einen Elektromotor, umfassen. So kann ein Motor die Drehbewegung eines Propellers erzeugen, während ein weiterer Motor als Stellantrieb die relative Ausrichtung des Antriebselements einstellt. Um die Sensitivität der verwendeten Sensorelemente bei Messungen unterhalb der Messplattform nicht unnötig zu beeinträchtigen, kann die Antriebseinheit mittels eines Getriebes oder einer Welle mit dem Antriebselement verbunden sein. Befindet sich die Antriebseinheit im oder auf dem Schwimmkörper, kann deren Antriebsleistung mittels beispielsweise einer Welle an das Antriebselement übertragen werden.

[0020] In einer weiteren Ausführungsmöglichkeit der Messplattform kann die Antriebseinheit als eine Pumpe ausgebildet sein. Das Antriebselement kann in diesem Fall beispielsweise eine schwenkbare Düse sein, durch die mittels der Pumpe gefördertes Wasser ausgestoßen und derart ein Vorschub erzeugt wird. Eine relative Ausrichtung des Antriebselements kann mittels eines Motors eingestellt werden.

[0021] Jedes Antriebselement kann vorteilhaft wenigstens ein Leitwerk, beispielsweise ein Leitblech oder eine Leitfläche aufweisen. Dieses Leitwerk, das auch mehrteilig ausgeführt sein kann, unterstützt infolge seiner Wirkung als Ruder oder Finne vorteilhaft zum Beispiel eine Geradeausfahrt der Messplattform.

[0022] Um schnelle Richtungswechsel der Messplattform zu unterstützen, weist der Schwimmkörper vorteilhaft ein Aspektverhältnis, also ein Verhältnis der Länge zur Breite, von höchstens 3 zu 1; vorteilhaft von höchstens 2,5 zu 1, vorzugsweise von höchstens 2 zu 1 auf. Die Messplattform besitzt damit keine ausgeprägte konstruktive sowie hydrodynamische Vorzugsrichtung und kann daher mit geringem Widerstand auch seitlich bewegt werden. Zugleich unterstützt eine flache Bauart, insbesondere der Unterseite des Schwimmkörpers, die Fahrt sowie Richtungswechsel der Messplattform.

[0023] Um einfach und flexibel Messgeräte an der Messplattform anbringen zu können, die insbesondere Daten aus einem Bereich unterhalb der Messplattform erfassen sollen, weist der Schwimmkörper wenigstens

einen Adapterbereich auf. Dieser ist insbesondere als ein Durchbruch durch den Schwimmkörper ("moon-pool") ausgeführt. Weitere Adapterbereiche können in der Abdeckung der Oberseite des Schwimmkörpers vorhanden sein. Diese können bei Bedarf beispielsweise Kommunikationsgeräte, Antennen, Positionserfassungsgeräte und/oder Messgeräte aufnehmen.

[0024] Die Messplattform ist aufgrund ihres Schwimmkörpers schwimmfähig und besitzt vorteilhaft einen geringen Tiefgang. In einer weiteren möglichen Ausführung der Erfindung ist der Schwimmkörper, und damit die Messplattform, tauchfähig. Er besitzt dazu mindestens eine Tauchzelle sowie eine ansteuerbare Pumpeneinheit zum geregelten Befüllen und Entleeren der mindestens einen Tauchzelle. Eine solche Ausführung der erfindungsgemäßen Messplattform ermöglicht deren Einsatz auch unter Wasser. Außerdem kann durch ein gezieltes Befüllen der mindestens einen Tauchzelle die Messplattform getrimmt und/oder deren Tiefgang, und damit in gewissen Grenzen deren Trägheit, eingestellt werden. Diese Möglichkeit ist beispielsweise von Vorteil, wenn schwere oder sperrige Messgeräte an der Messplattform montiert werden.

[0025] Die Messplattform kann mindestens ein Kommunikationselement der Positionserkennungseinheit aufweisen, das als eine Antenne ausgebildet sein kann. Ist die Messplattform tauchfähig, dann reicht das Kommunikationselement auch im getauchten Zustand des Schwimmkörpers mindestens bis in die Nähe der Wasseroberfläche. Beispielsweise kann das Kommunikationselement als eine starre oder flexible Stabantenne ausgebildet sein. Auf diese Weise ist, im Zusammenwirken mit geeigneten Sende- und Empfangsleistungen sowie Sende- und Empfangsfrequenzen, eine stabile Kommunikation zwischen der Positionserkennungseinheit und einer außerhalb der Messplattform befindlichen Referenzpositionseinheit möglich.

[0026] Das Kommunikationselement beziehungsweise weitere Kommunikationselemente können einer Interaktion mit der Messplattform dienen. Beispielsweise kann die Messplattform bei Bedarf manuell ferngesteuert werden. Mittels der Sensorelemente erfasste Messdaten können zudem laufend oder blockweise an einen externen Empfänger, beispielsweise an eine Empfangsstation am Ufer oder auf einem Schiff, übertragen werden.

[0027] Auf Grund der sehr mit der Messplattform anzuwendenden empfindlichen Messverfahren, insbesondere elektromagnetische Messungen mit Spezialantennen, sind alle Antriebseinheiten von jeglicher elektrischen Spannung isoliert. Auch sind alle stromführenden Kabel der Messplattform nicht nur isoliert, sondern bestmöglich abgeschirmt, um Gleichstrom-Magnetfelder zu vermeiden.

[0028] Um die erfindungsgemäße Messplattform vorzugsweise autonom steuern zu können und dabei eine hohe Positionsgenauigkeit zu erreichen, ist eine Anordnung aus einer Messplattform nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einer ortsfesten Referenzpositionseinheit ebenfalls Gegenstand der Erfindung.

Die Positionserkennungseinheit steht dabei mit der Referenzpositionseinheit in einer zur Übermittlung von Daten geeigneten Weise, insbesondere per Funk, in Verbindung. Eine ortsfeste Referenzpositionseinheit ist insbesondere eine Vorrichtung zur differentiellen globalen Positionierung (Differential Global Positioning System; DGPS).

[0029] Die hohe Manövrierfähigkeit und die Möglichkeit der sehr schnellen und hochpräzisen Positionsbestimmung ermöglichen der erfindungsgemäßen Messplattform Manöver, die mit entsprechenden Vorrichtungen des bekannten Standes der Technik nicht ausgeführt werden können. Diese Grundlagen ermöglichen nun eine präzise, insbesondere kontaktlose, Inspektion und Überwachung von aufgefundenen Rohrleitungen. So kann mit entsprechenden Sensorelementen der Zustand der Rohrleitung an einer bestimmten Untersuchungsposition mit hoher Genauigkeit und Wiederholbarkeit erfasst und ausgewertet werden.

[0030] Die sehr gute Manövrierfähigkeit erlaubt vorteilhaft ein Verfahren zum Betreiben der Messplattform, bei dem beispielsweise anhand von erfassten Messwerten eine Untersuchungsposition ermittelt oder eine Untersuchungsposition festgelegt wird. Die Untersuchungsposition ist eine Position der Messplattform, beispielsweise auf einem fließenden Gewässer, die nicht lediglich von der Messplattform überfahren werden soll, sondern an der mehrere und/oder länger andauernde Messungen vorgenommen werden sollen.

[0031] Die Untersuchungsposition kann beispielsweise anhand solcher Messwerte festgelegt werden, die beispielsweise an anderen Stellen einer Rohrleitung erfasst wurden. So kann mittels der Messplattform der unterseeische und/oder unterirdische Verlauf einer Rohrleitung verfolgt und dabei Messwerte erfasst werden. Messwerte sind beispielsweise neben Positionsdaten der Rohrleitung Daten zum Zustand der Rohrleitung, wie zum Beispiel des Zustands ihrer Schutzhülle und/oder des Zustands einer metallischen Rohrwandung. Anhand der erfassten Messwerte kann ein Bediener der Messplattform Messvorgänge an einer bestimmten Untersuchungsposition auslösen. Vorteilhaft werden derartige Messvorgänge aber autonom durch die Steuereinheit anhand der bislang erfassten Messwerte sowie vorgegebener Entscheidungskriterien veranlasst und ausgeführt.

[0032] Alternativ kann eine Untersuchungsposition vorab festgelegt werden. Oftmals sind beispielsweise die Positionen der Rohrleitung am Ufer bekannt. Da es sich dabei um besonders belastete Abschnitte der Rohrleitung handelt, können diese Positionen gezielt angefahren und überprüft werden. Entsprechendes gilt, wenn Positionen der Rohrleitung im Gewässer hinreichend genau bekannt sind. Geringfügige Korrekturen der Positionierung der Messplattform an der festgelegten Untersuchungsposition sind von dem erfindungsgemäßen Verfahren mit umfasst.

[0033] Insbesondere kann die Messplattform an der Untersuchungsposition um eine virtuelle, im Wesentli-

chen vertikale, Drehachse in eine Anzahl vorbestimmter Messpositionen bewegt werden. Das heißt, dass die erfindungsgemäße Messplattform beispielsweise an einer bestimmten Untersuchungsposition auf einem Gewässer gehalten wird und darüber hinaus ihre relative Ausrichtung zur Strömung gesteuert verändert werden kann, ohne dass die Untersuchungsposition verlassen wird. Die ist selbst bei einer Fahrt auf einem fließenden Gewässer oder in einer Strömung möglich.

[0034] Mittels der erfindungsgemäßen Messplattform kann vorteilhafterweise ein Messverfahren ausgeführt werden, das hier beispielhaft als 4-Stellungsmessung bezeichnet wird. Dabei wird die Messplattform an der Untersuchungsposition in eine erste Stellung oder Messposition gebracht, bei der sich die virtuelle Drehachse an der Untersuchungsposition befindet. In dieser ersten Messposition wird mindestens eine Messung durchgeführt und die entsprechenden Messdaten erfasst. Anschließend wird die Messplattform um die virtuelle Drehachse in eine zweite Messposition gedreht, indem die jeweiligen Winkellagen der Antriebselemente sowie die jeweiligen Antriebsleistungen so angesteuert werden, dass die Messplattform in die zweite Messposition verfahren und in dieser zweiten Messposition gehalten wird. Die Messpositionen sind vorteilhaft jeweils um 90° zueinander versetzte Ausrichtungen der Messplattform.

[0035] Für die dafür erforderlichen Steuerbefehle können Messdaten, insbesondere zur Erfassung der einzelnen Daten zur Erkennung von Schäden von Anti-Korrosionsbeschichtungen der Rohrleitung und zur lokalen Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit des Gewässers, ausgewertet und genutzt werden, die bereits während der bisherigen Fahrt der Messplattform erfasst wurden und die als Vergleichswerte genutzt werden.

[0036] Entsprechend wird verfahren, um eine dritte, eine vierte und gegebenenfalls mindestens eine weitere Messposition an der betreffenden Untersuchungsposition anzufahren. In weiteren Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens können die bereits zuvor einmal eingenommenen Messpositionen erneut angefahren werden, um beispielsweise Messungen zu wiederholen, fortzusetzen oder andere Messungen an der betreffenden Messposition vorzunehmen. Außerdem ist es möglich, weitere Messpositionen an einer Untersuchungsposition anzufahren, um dort Messdaten zu erfassen, die beispielsweise einer Verifizierung der bisher erfassten Messdaten dienen.

[0037] In einer möglichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens verläuft die virtuelle Drehachse durch die Position eines Sensorelements der Messplattform, beispielsweise einer Anode. Die Messplattform wird also um diejenige Stelle der Messplattform gedreht, an der sich das Sensorelement befindet. Eine zweite Anode an einer von der virtuellen Drehachse entfernteren Stelle der Messplattform erlaubt die Erhebung erforderlicher Messdaten. Die Messwerte der beiden Anoden können dabei zueinander in Beziehung gesetzt werden, um beispielsweise Aussagen zum Korrosions-

zustand einer untersuchten Rohrleitung ableiten zu können. Eine Kombination mindestens einer Anode als Sensorelement mit einer 4-Stellungsmessung erlaubt vorteilhaft eine sehr präzise und verifizierbare Ortung einer Pipeline, deren Überwachung sowie der räumlichen Zuordnung der Messdaten.

[0038] Die erfindungsgemäße Messplattform ermöglicht aufgrund der Gestaltung des Schwimmkörpers sowie der schwenkbaren Antriebselemente eine sehr präzise Manövrierbarkeit, selbst in strömenden Gewässern. Neben dem Auffinden von Rohrleitungen unter Wasser beziehungsweise in einem Gewässerboden ist ein Alleinstellungsmerkmal der Messplattform, dass mit dieser auch der Zustand der Rohrleitung, insbesondere der Zustand der konstruktiven Korrosionsschutzmaßnahmen und der Funktionalität des mechanischen Korrosionsschutzes, präzise und nachverfolgbar überprüft werden kann.

[0039] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Abbildungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Messplattform in einer Seitenansicht;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Messplattform in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Antriebselements;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Messplattform in einer Ansicht von oben ins Innere der Messplattform;

Fig. 5a eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Messverfahrens mit zwei dargestellten Messpositionen;

Fig. 5b eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Messverfahrens mit vier dargestellten Messpositionen; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Anordnung umfassen eine Messplattform und eine ortsfeste Referenzpositionseinheit.

[0040] Die Ausführungsbeispiele sind schematisch dargestellt. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen jeweils gleiche technische Elemente.

[0041] Eine erfindungsgemäße Messplattform 1 weist

als wesentliche Bestandteile einen Schwimmkörper 2 mit einer Unterseite 2.1 und einer Oberseite 2.2 sowie mindestens zwei Antriebselemente 3 auf, wobei jeweils eines der Antriebselemente 3 in einander gegenüberliegenden Bereichen an den Enden der Unterseite 2.1 des Schwimmkörpers 2 angeordnet ist (Fig. 1). Jedes der Antriebselemente 3 ist unabhängig voneinander um je eine orthogonal zur Unterseite 2.1 des Schwimmkörpers 2 gerichtete Achse (Schwenkachse S; mit einer unterbrochenen Volllinie veranschaulicht) schwenkbar (siehe auch Fig. 2). Die Antriebselemente 3 sind von zwei Seiten durch Schutzbügel 4 (engl. "skid") gegen Beschädigungen durch Auflaufen auf flachen Grund oder auf Hindernissen geschützt.

[0042] An der Oberseite 2.2 des Schwimmkörpers 2 ist optional eine Reeling 5 vorhanden, die ein Ergreifen und Tragen der Messplattform 1 erlaubt und zugleich als Stoßfänger dient und den Schwimmkörper 2 gegen Beschädigungen zum Beispiel beim Anlanden schützt. Gleichzeitig kann die Reeling 5 als Verbindungselement für den Einsatz eines hydraulischen Krans verwendet werden. Weiterhin ist ein Kommunikationselement 6 in Form einer Antenne auf der Oberseite 2.2 angebracht.

[0043] In einen als Durchbruch oder "moon-pool" gestalteten Adapterbereich 7 (siehe Fig. 2) ist ein Sensorelement 8 eingesetzt, das aus an der Unterseite 2.1 aus dem Adapterbereich 7 herausragt und zur Erfassung von Messdaten in einem Bereich unterhalb der Messplattform 1 dient.

[0044] Der Adapterbereich 7 befindet sich in dem ersten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messplattform 1 zentral im Schwimmkörper 2 (Fig. 2). An einem der Antriebselemente 3 ist mittels Doppelpfeilen dessen Beweglichkeit um die Schwenkachse S sowie dessen Drehbewegung zum Antrieb der Messplattform 1 verdeutlicht.

[0045] Ein Antriebselement 3 umfasst in einer möglichen Ausführung Zahnriemenräder 10, die jeweils mit einer Hohlwelle 11 (unterbrochen gezeichnet) mit einem in einem Gehäuse 12 untergebrachten Getriebe (nicht gezeigt) in Verbindung stehen (Fig. 3). Die Zahnriemenräder 10 sind im Inneren des Schwimmkörpers 2 angeordnet. Eine auf ein jeweiliges Zahnriemenrad 10 aufgebrachte Drehkraft wird über die entsprechende Hohlwelle 11 weitergeleitet und bewirkt entweder eine Schwenkbewegung des Gehäuses 12 um die Schwenkachse S beziehungsweise den Antrieb zum Beispiel eines auf einer Antriebswelle 13 befestigten Propellers (siehe Fig. 1 und 2).

[0046] An dem Gehäuse 12 kann optional ein Leitwerk 14, beispielsweise in Form von drei Leitblechen, befestigt sein, um die Richtungsstabilität der Messplattform 1 während der Fahrt beziehungsweise bei anströmendem Wasser deutlich zu verbessern.

[0047] In der Fig. 4 ist schematisch ein Blick ins Innere des Schwimmkörpers 2 eines zweiten Ausführungsbeispiels der Messplattform 1 in einer Draufsicht gezeigt. Mittels je einer Antriebseinheit 15 wird jedes der Antrieb-

selemente 3 (siehe Fig. 1 bis 3) unabhängig voneinander geschwenkt und angetrieben. Die Antriebsleistung wird dabei jeweils durch einen Antriebsmotor 15.1 bereitgestellt, während die Schwenkbewegung des betreffenden Antriebselements 3 um die Schwenkachse S (nur einmal bezeichnet) mittels eines Stellantriebs 15.2 bewirkt wird. Beide Antriebe 15.1 und 15.2 stehen mit den Zahnriemenrädern 10 mittels je eines Zahnriemens 16 zur Übertragung der Antriebs- beziehungsweise Stellkräfte in Verbindung.

[0048] Im Innern des Schwimmkörpers 2 sind weiterhin zwei Tauchzellen 19 vorhanden, die mittels einer Pumpeneinheit 18 gesteuert befüllt und entleert werden können. Weiterhin ist eine Positionserkennungseinheit 20 verbaut, die eine aktuelle Position der Messplattform 1 in einem gewünschten Koordinatensystem ermittelt und mit einer Steuereinheit 17 verbunden ist. Die Steuereinheit 17 dient der Ansteuerung der Antriebseinheiten 15, insbesondere in Abhängigkeit von Daten der Positionserkennungseinheit 20, sowie der Pumpeneinheit 18.

[0049] In weiteren Ausführungen der Messplattform 1 sind die genannten technischen Elemente außer die Pumpeneinheit 18 und die Tauchzellen 19 vorhanden. Weitere mögliche Ausführungen der Messplattform 1 besitzen nur jeweils einen Stellantrieb 15.2, die Pumpeneinheit 18 sowie optional mindestens eine Tauchzelle 19. Als Antriebselement 3 dient eine schwenkbare Düse, durch die mittels der Pumpeneinheit 18 Wasser gedrückt oder angesaugt wird. Die relative Ausrichtung der Düse erfolgt gesteuert mittels des Stellantriebs 15.2. Es können mehrere Pumpeneinheit 18 zur Versorgung der Antriebselemente 3 und/oder der mindestens einen Tauchzelle 19 vorhanden sein.

[0050] Die flache Bauweise der Messplattform 1 sowie die um 360° schwenkbaren Antriebselemente 3 ermöglichen Fahrmanöver, die mit Fahrzeugen gemäß dem Stand der Technik nicht möglich sind. In Fig. 5a ist ein Manöver veranschaulicht, bei dem die Messplattform 1 um eine virtuelle Drehachse vD (mit einem Kreuz symbolisiert) zwischen zwei Messpositionen gedreht wird. Die virtuelle Drehachse vD ist beispielsweise durch ein Sensorelement 8 in Form einer Anode bestimmt, die in dem Adapterbereich 7 (moon-pool) eingesetzt ist. An einem Randbereich der Messplattform 1 ist ein weiteres Sensorelement 8 in Form einer Anode angeordnet.

[0051] In einer ersten Messposition (Volllinie) wird die Messplattform 1 durch die entsprechend angesteuerten Antriebselemente 3 gegen eine Strömung (durch einen breiten Pfeil veranschaulicht) an einer bestimmten Position (Untersuchungsposition) auf dem Gewässer gehalten. Nach erfolgter Messung mittels des weiteren Sensorelements 8 werden durch die Steuereinheit 17 Steuerbefehle generiert, deren Umsetzung zu einer Schwenkbewegung der Messplattform 1 um 90° in die zweite Messposition führt. Während dieser Schwenkbewegung verbleibt die Messplattform 1, insbesondere die in dem Adapterbereich 7 angeordnete Anode 8, auf der virtuellen Drehachse vD. Das weitere Sensorelement 8

(weitere Anode 8) wird daher in einem definierten Kreisbogen um die Untersuchungsposition bewegt und dient der Erfassung weiterer Messdaten an der zweiten Messposition.

[0052] Dieses Manöver kann weitere Messpositionen umfassen. Beispielsweise kann eine 4-Stellungsmessung an vier Messpositionen erfolgen, indem die Messplattform 1 nacheinander in die vier Messpositionen gedreht wird (Fig. 5b). An jeder Messpositionen wird mittels des weiteren Sensorelements 8 eine Messung durchgeführt. Auf diese Weise werden Messdaten aus unterschiedlichen Richtungen beispielsweise eines Bereichs einer Rohrleitung 22 (siehe Fig. 6) erfasst und können ausgewertet werden.

[0053] Um eine hohe Präzision der Lokalisierung und aktuellen Positionen der Messplattform 1 zu sichern, befindet sich in einer erfindungsgemäßen Anordnung vorteilhaft eine ortsfeste Referenzpositionseinheit 21 (z. B. eine Benchmark des Pipelinebetreibers) beispielsweise am Ufer eines Gewässers. In Fig. 6 ist vereinfacht ein Flussabschnitt dargestellt. Das lokale Profil der Strömungsgeschwindigkeiten an der Gewässeroberfläche ist durch Pfeile beispielhaft symbolisiert. Am Grund des Gewässers befindet sich eine Rohrleitung 22.

[0054] Die Positionserkennungseinheit 20 im Inneren der Messplattform 1 und die ortsfeste Referenzpositionseinheit 21 stehen über das Kommunikationsmittel 6 (siehe Fig. 1 und 4) miteinander im Datenaustausch. Die Messplattform 1 kann auf diese Weise ferngesteuert werden oder sich autonom per Autopilot auf dem Gewässer bewegen.

[0055] Die Messplattform 1 bewegt sich aktuell schräg zur Strömung des Gewässers (Pfeil als Volllinie). Aufgrund der bereits oben beschriebenen Manövrierfähigkeit der erfindungsgemäßen Messplattform 1 könnte diese auch in eine der beispielhaft mit Pfeilen (unterbrochene Volllinien) gezeigten Richtungen bewegt werden, ohne dass dazu die relative Ausrichtung der Messplattform 1 zur Strömung des Gewässers geändert werden muss.

Bezugszeichen

[0056]

1	Messplattform
2	Schwimmkörper
2.1	Unterseite
2.2	Oberseite
3	Antriebselement
4	Schutzbügel, skid
5	Reeling
6	Kommunikationselement, Antenne
7	Durchbruch, moon-pool
8	Sensorelement, Anode
9	Propellerantrieb
10	Zahnriemenrad
11	Hohlwelle
12	Gehäuse

13	Antriebswelle
14	Leitwerk
15	Antriebseinheit
15.1	Antriebsmotor
5 15.2	Stellantrieb
16	Zahnriemen
17	Steuereinheit, Rechner
18	Pumpeneinheit
19	Tauchzelle
10 20	Positionserkennungseinheit
21	Referenzpositionseinheit
22	Rohrleitung
S	Schwenkachse
vD	virtuelle Drehachse

Patentansprüche

1. Messplattform (1) zum Auffinden und/oder zur Überwachung von Rohrleitungen (22) unter Wasser, mit einem Schwimmkörper (2), der

- zur Aufnahme von Sensorelementen (8) ausgebildet ist,

- an einer Unterseite (2.1) mindestens zwei Antriebselemente (3) zur gesteuerten Bewegung des Schwimmkörpers (2) sowie Antriebseinheiten (15) zum Betreiben der Antriebselemente (3) aufweist,

- eine Positionserkennungseinheit (20) zur Ermittlung einer aktuellen Position und einer aktuellen Ausrichtung des Schwimmkörpers (2) aufweist und

- eine Steuereinheit (17) zur Ansteuerung der Antriebseinheiten (15) in Abhängigkeit einer ermittelten aktuellen Position und/oder Ausrichtung des Schwimmkörpers (2) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- je eines der mindestens zwei Antriebselemente (3) in einander gegenüberliegenden Bereichen an den Enden der Unterseite (2.1) des Schwimmkörpers (2) angeordnet ist, und

- jedes Antriebselement (3) um je eine im Wesentlichen orthogonal zur Unterseite (2.1) des Schwimmkörpers (2) gerichtete Achse schwenkbar ist.

2. Messplattform (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebselemente (3) mittels je einer im und/oder auf dem Schwimmkörper (3) angeordneten Antriebseinheit (15) betrieben werden beziehungsweise betrieben werden können.

3. Messplattform (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwimmkörper (2) tauchfähig ist und mindestens eine Tauchzelle (19) sowie eine ansteuerbare Pumpeneinheit (18) zum geregelten Befüllen und Entleeren der mindestens

einen Tauchzelle (19) aufweist.

4. Messplattform (1) nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** mindestens ein Kommunikationselement (6) der Positionserkennungseinheit (20), das im getauchten Zustand des Schwimmkörpers (2) mindestens bis in die Nähe der Wasseroberfläche reicht. 5
5. Messplattform (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwimmkörper (2) ein Aspektverhältnis von höchstens 3 zu 1; vorteilhaft von höchstens 2,5 zu 1, vorzugsweise von höchstens 2 zu 1 aufweist. 10
6. Messplattform (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwimmkörper (2) wenigstens einen Adapterbereich (7) aufweist, in den optional unterschiedliche Sensorelemente (8) eingesetzt werden können. 15
20
7. Anordnung aus einer Messplattform (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einer ortsfesten Referenzpositionseinheit (21), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Positionserkennungseinheit (20) in einer zur Übermittlung von Daten geeigneten Weise mit der Referenzpositionseinheit (21) in Verbindung steht. 25
8. Verfahren zum Betreiben einer Messplattform (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder einer Anordnung nach Anspruch 7, bei dem 30
 - anhand von erfassten Messwerten eine Untersuchungsposition ermittelt wird oder eine Untersuchungsposition festgelegt wird, 35
 - die Messplattform (1) an der Untersuchungsposition um eine virtuelle Drehachse (vD) in eine Anzahl vorbestimmter Messpositionen bewegt wird, und
 - an jeder der Messpositionen mindestens je eine Messung ausgeführt wird. 40
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die virtuelle Drehachse (vD) durch die Position eines Sensorelements (8) der Messplattform (1), insbesondere einer Anode, verläuft. 45
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messpositionen jeweils um 90° zueinander versetzte Ausrichtungen der Messplattform (1) sind. 50
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Messwerte von einer an der Untersuchungsposition befindlichen Rohrleitung (22) erfasst werden. 55

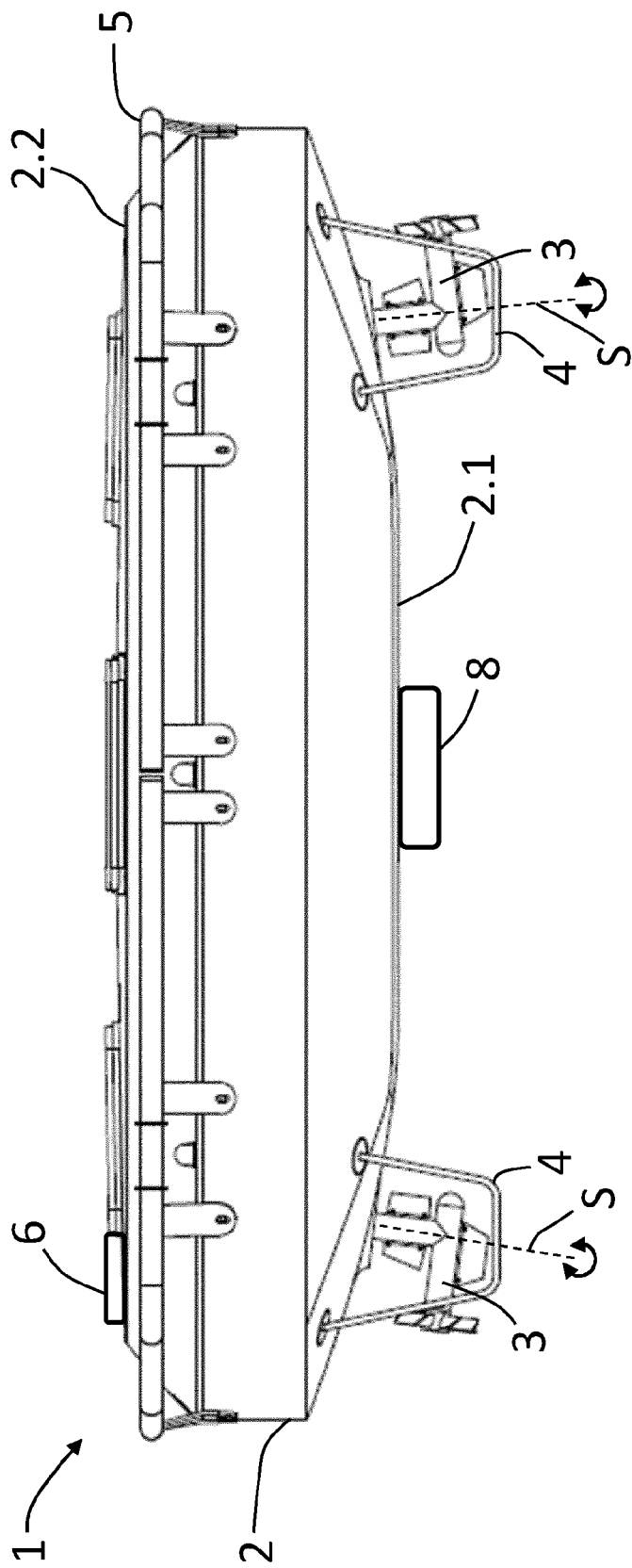


Fig. 1

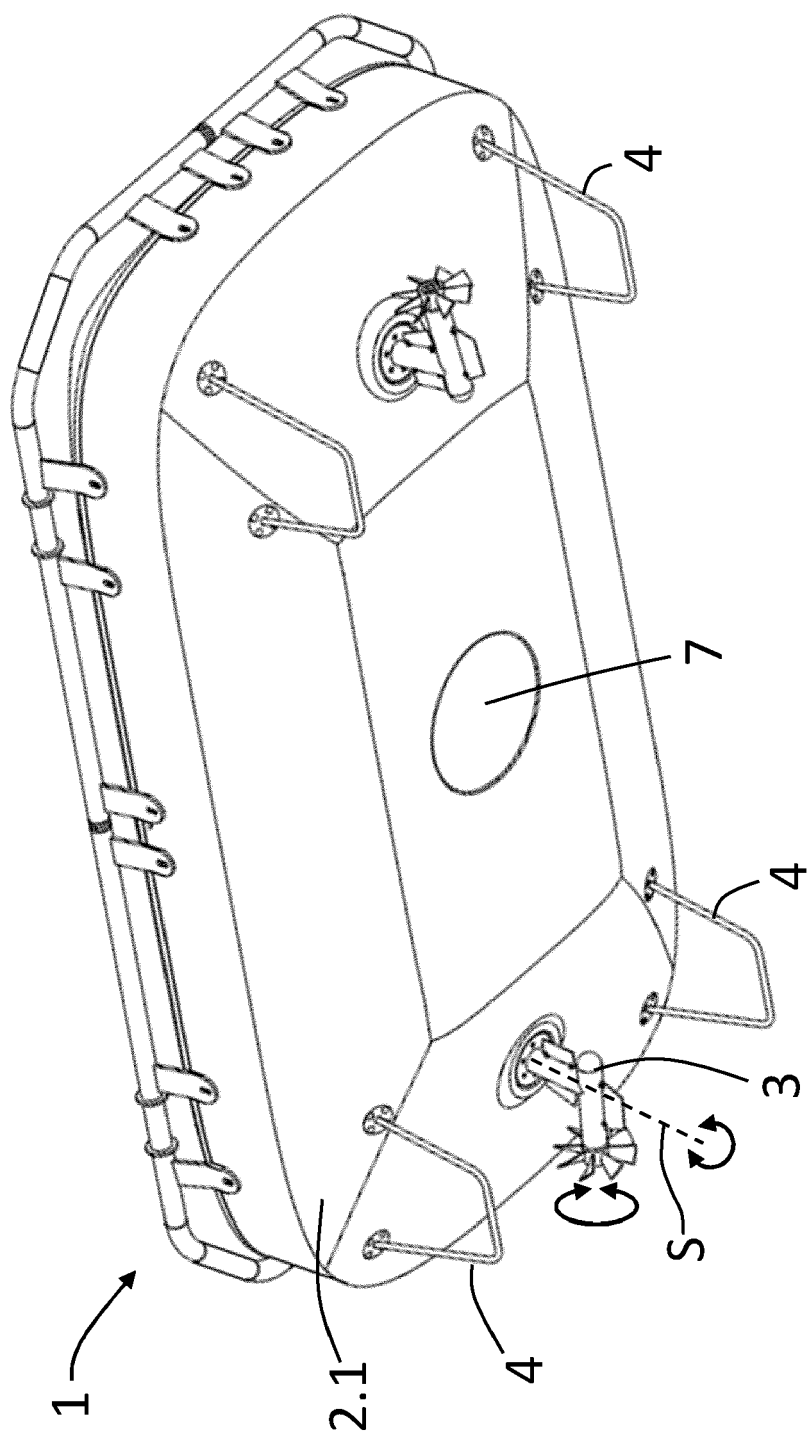


Fig. 2

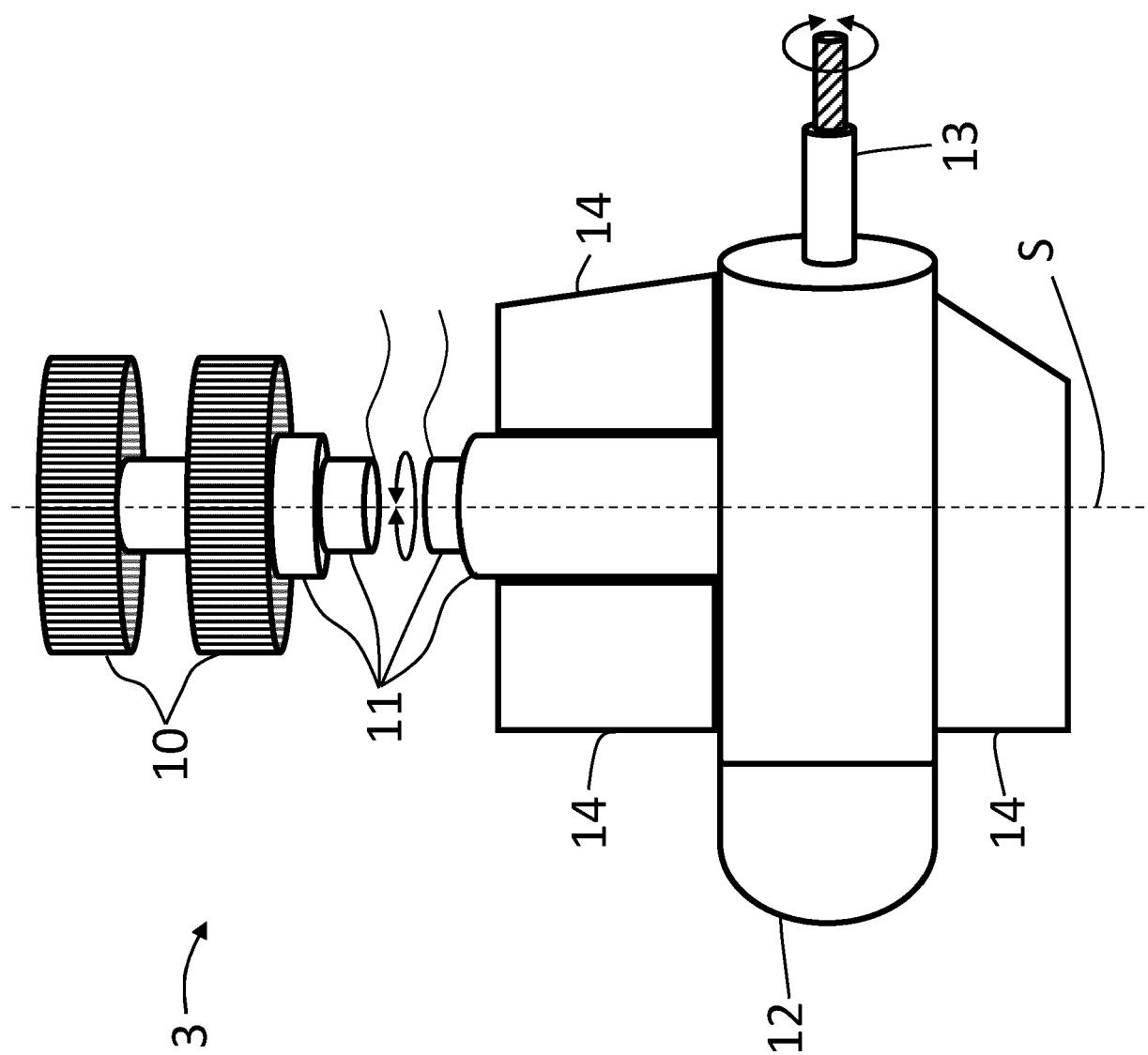


Fig. 3

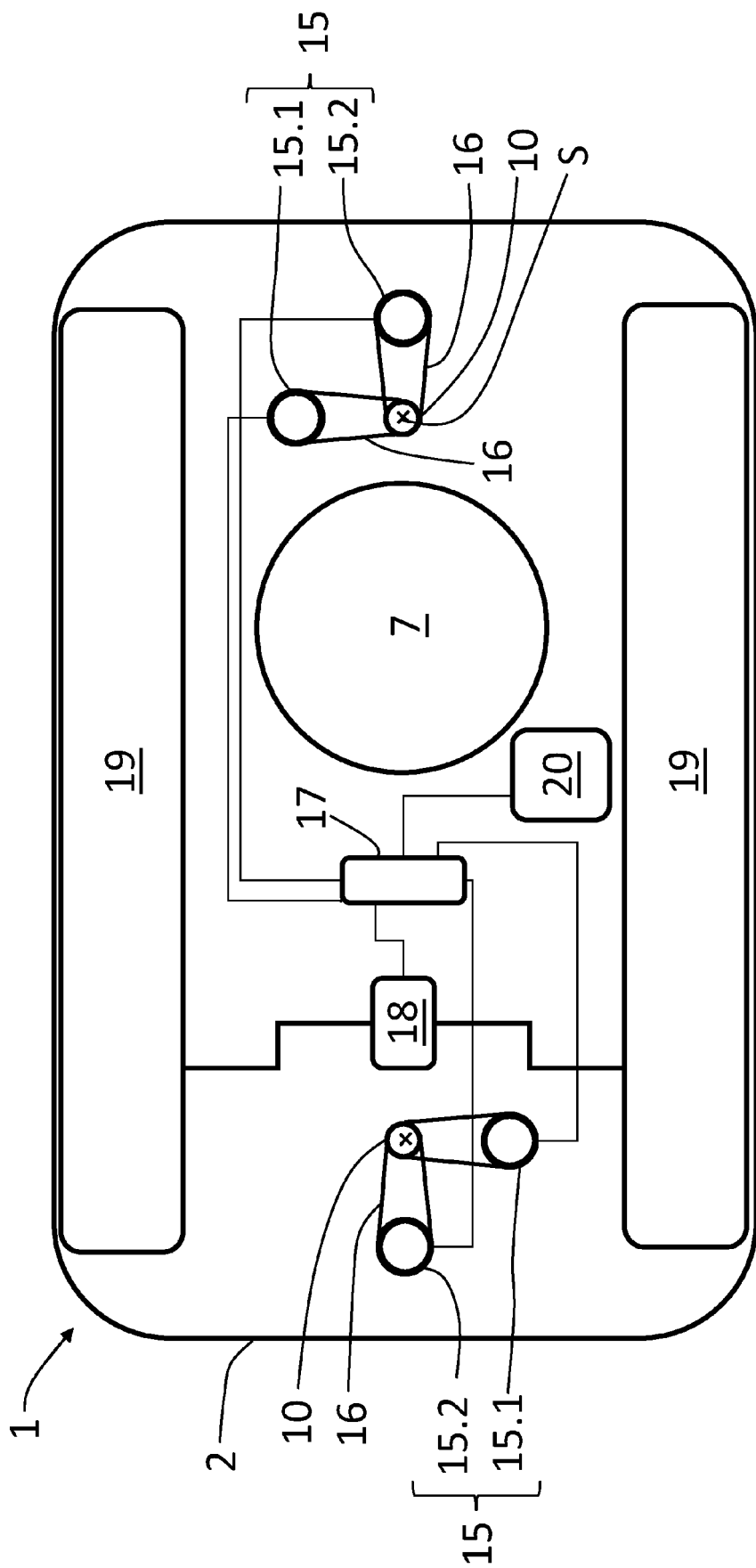


Fig. 4

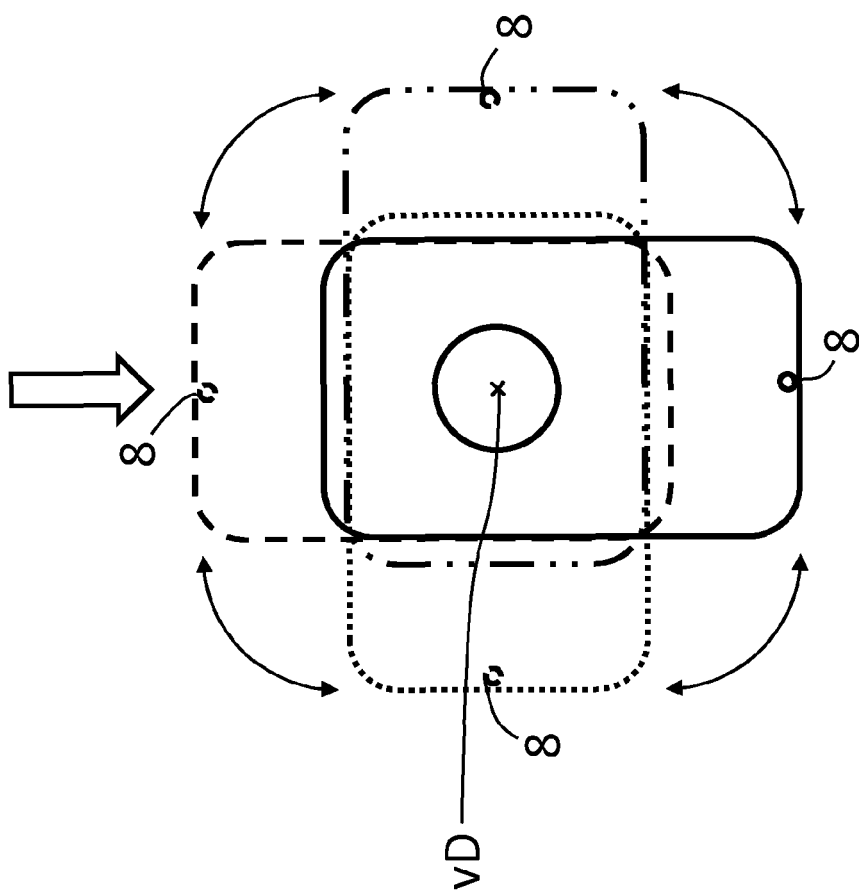


Fig. 5a

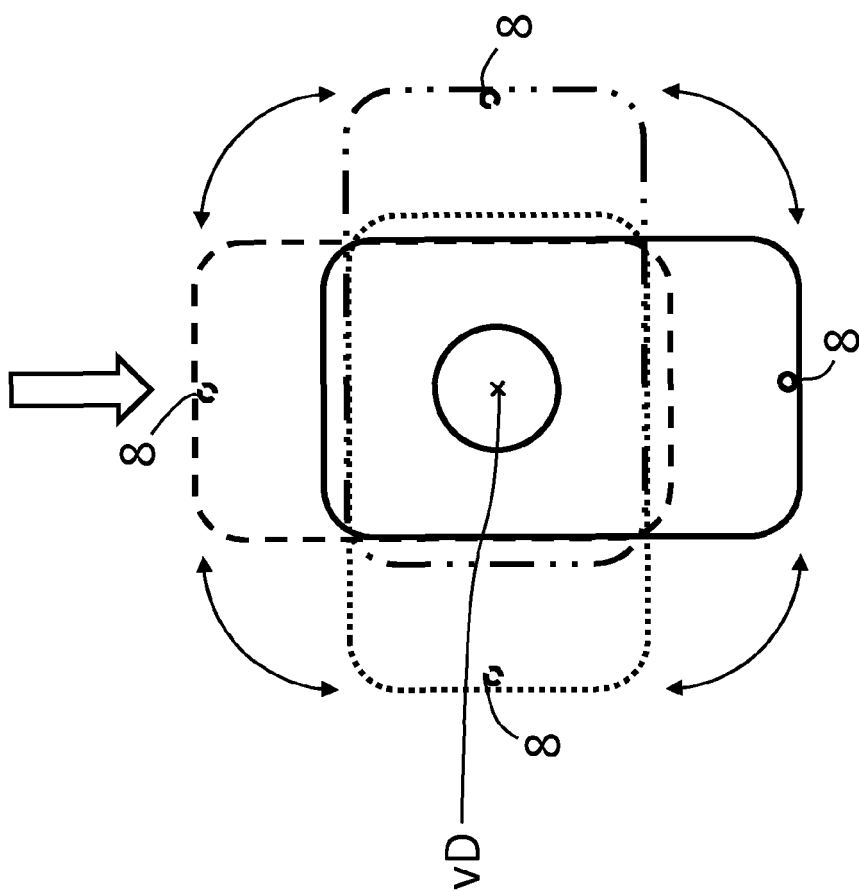
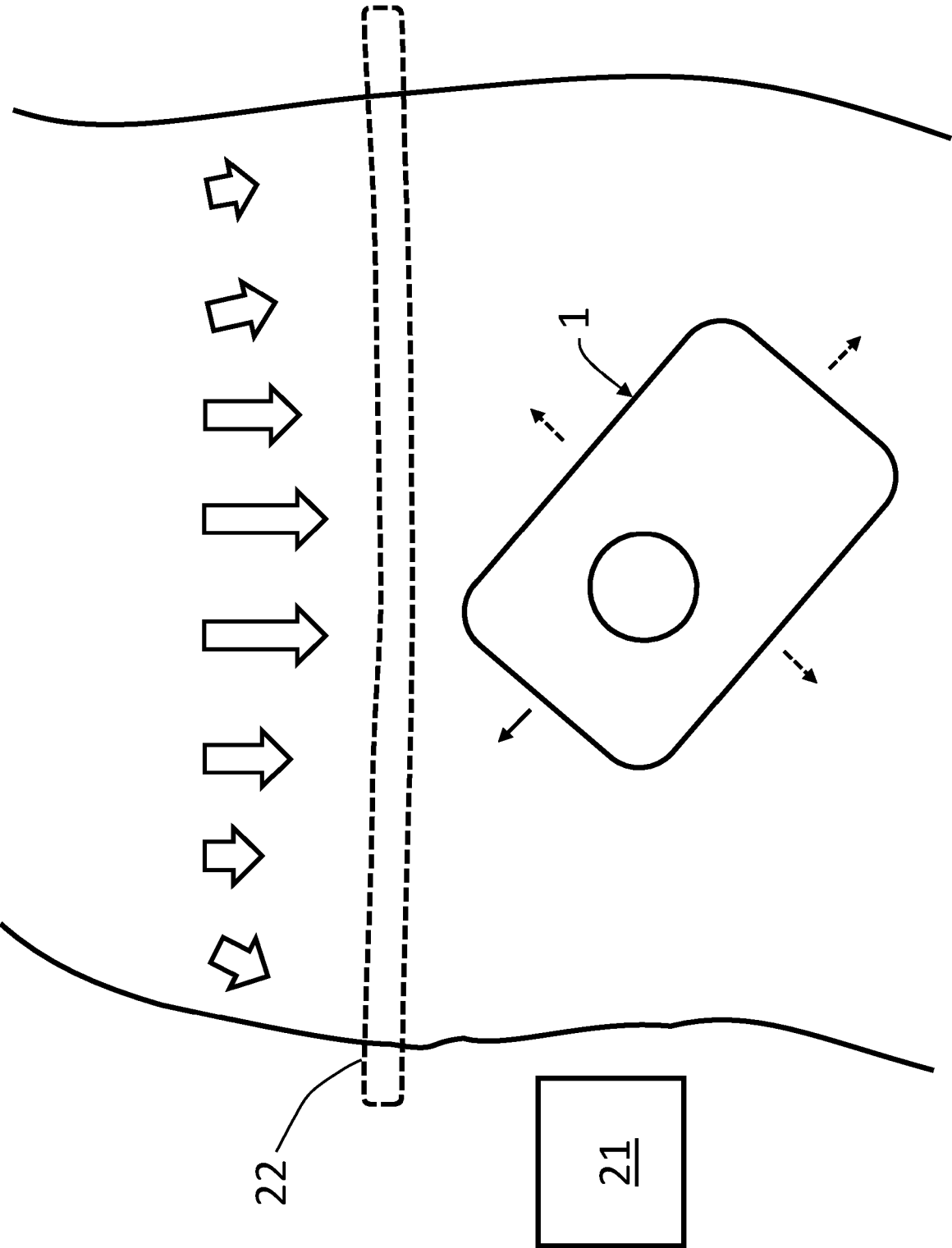


Fig. 5b

Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 17 7885

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2012 014567 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 23. Januar 2014 (2014-01-23) * Abbildungen 1-7 * * Absätze [0029], [0046], [0050], [0056] *	1,2,5-11	INV. B63G8/00 B63H21/17 F17D5/00
X	US 2017/291670 A1 (JOHNSON MICHAEL GORDON [US]) 12. Oktober 2017 (2017-10-12) * Abbildungen 1-3A * * Absätze [0026], [0030], [0034], [0035] *	1,2,5-11	
X	WO 2017/188823 A1 (ROLLS-ROYCE MARINE AS) 2. November 2017 (2017-11-02) * Abbildungen 1-6 * * Seiten 6-7, Zeilen 31-17 * * Seite 12, Zeilen 9-16 *	1,2,5-11	
X	WO 2010/123380 A2 (SPERRE AS [NO]; SPERRE THOR OLAV [NO]) 28. Oktober 2010 (2010-10-28) * Abbildungen 1-8 * * Ansprüche 1, 9, 10 * * Seite 7, Zeilen 22-24 *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B63G B63H F17D B63B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 2021	Prüfer Freire Gomez, Jon
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 17 7885

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-10-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102012014567 A1	23-01-2014	KEINE	

15	US 2017291670 A1	12-10-2017	KEINE	

	WO 2017188823 A1	02-11-2017	EP 3448748 A1	06-03-2019
			EP 3778373 A1	17-02-2021
			NO 341429 B1	13-11-2017
			WO 2017188823 A1	02-11-2017
20	-----			
	WO 2010123380 A2	28-10-2010	CA 2760910 A1	28-10-2010
			EP 2421746 A2	29-02-2012
			RU 2011145889 A	27-05-2013
			WO 2010123380 A2	28-10-2010
25	-----			
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 20140234029 A1 [0005]
- US 5047990 A [0006]