

(12)

(21)

(51)

(56)

(71

(72

(74

(54)

(57)



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Lagebestimmung eines Tauchers (2) mit zumindest einem Lagesensor (7), dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest ein Befestigungsmittel (25) zu Befestigung am Rumpf des Tauchers (2) aufweist, und dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand durch das Befestigungsmittel (25) eine im Wesentlichen fixe Stellung gegenüber dem Rumpf des Tauchers (2) einzunehmen.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Lagebestimmung eines Tauchers mit zumindest einem Lagesensor.

Taucher verwenden üblicherweise eine Tauchausrüstung, bestehend aus einer Atemversorgung, Taucheranzug, Tauchermaske, Flossen, etc. Bei der Atemversorgung unterscheidet man zwischen offenen Atemgeräten, bei welchen die ausgeatmete Luft in die Umgebung abgegeben wird und geschlossenen Systemen, bei welchen die Ausgeatmete Luft wieder aufbereitet wird. Solche geschlossenen System sind unter dem Namen Kreislaufgerät bekannt. Offene Geräte bestehen meist aus einer oder mehreren Tauchflaschen, mit welchen Atemgas unter hohem Druck (bis 350 bar) mitgeführt wird. Diese Tauchflaschen werden dabei meistens am Rücken getragen. Für längere und tiefere Tauchgänge werden oft Doppelflaschen eingesetzt. Die Taucherflasche wird dabei mit einer Rückenplatte und einem Gurtzeug getragen. Bei Freizeittauchern ist das sogenannte „Jacket“ sehr beliebt. Dieses ist kombiniertes System, bestehend aus Flaschentragevorrichtung und Auftriebskörper. Oftmals werden auch noch Bleitaschen integriert.

Bei diesen Systemen ist die Flasche üblicherweise parallel zur Körperachse.

Kampfschwimmer verwenden meistens Sauerstoffkreislauftauchgeräte, welche meist an der Brust getragen werden. Auch hier ist ein korrekt montiertes gerät üblicherweise parallel zur Körperachse.

Werden Mischgaskreislaufgeräte verwendet, so werden diese am Rücken, an der Brust oder an der Seite getragen.

Zur Navigation verwenden Taucher vorrangig einen Kompass. GPS funktioniert Unterwasser nicht. Zwar gibt es Systeme, bei welchem GPS Empfänger auf einer Boje mitgeführt werden, jedoch werden diese nur selten verwendet, da die Kabelverbindung zur Boje lästig ist und ein Gefahrenpotential mit sich bring. Es gibt auch Situationen, wo eine Boje gar nicht einsetzbar ist: Dazu zählt z.B. Höhlen oder Wracktauchen, wo eine direkte Verbindung zur Oberfläche oftmals nicht gegeben ist.

Unterwassernavigation ist viel komplizierter als an der Oberfläche, da oftmals, bedingt durch schlechte Sicht, wenn überhaupt, nur wenige Referenzpunkte zur Verfügung stehen, die man zur Orientierung und Navigation anpeilen könnte. Man plant daher vor dem Tauchgang die gewünschte Tauchrichtung, und versucht dann, während dem Tauchgang, diese möglichst genau einzuhalten. Üblicherweise hält der Taucher den Kompass vor sich, und versucht den Kompass immer parallel zur Körperachse auszurichten. Dazu werden oft beide Hände verwendet.

Kampftaucher, welche noch genauer, über längere Distanzen und oftmals komplett ohne Referenz ihr Ziel ansteuern müssen, verwenden Navigationsboards, auf welchen ein Kompass, ein Tiefenmesser und eine Stoppuhr montiert sind. Diese Navigationsboards werden mit beiden Händen parallel zur Körperachse gehalten, da die Körperachse der Schwimmrichtung entspricht.

Nachteile bei diesen Methoden ist, dass der Taucher den Kompass immer korrekt halten muss, ansonsten kann es leicht zu einer fehlerhaften Navigation führen. Gerade für Kampfschwimmer ist dies sehr nachteilig, da beide Hände benötigt werden, und es dadurch für den Taucher erschwert ist, zusätzliches Equipment zu bedienen.

Mittlerweile gibt es Tauchcomputer, welche direkt an der Maske montiert werden. Diese haben oft auch einen integrierten Kompass, erlauben also theoretisch eine freihändige Verwendung. Damit ist es zwar möglich, freihändig einen Punkt anzuvisieren, und die gewünschte Kompassrichtung zu bestimmen, jedoch ist es schwierig, Unterwasser beim Tauchen diese Tauchcomputer genau in Körperachse auszurichten, und so die genaue Schwimmrichtung zu bestimmen.

Beim Tauchen ist auch die Lage des Taucher im Wasser sehr wichtig. Idealerweise nimmt der Taucher eine Lage ein, bei der der Körper möglichst horizontal ist. Je nach Flossenschlag sind dabei die Beine eher gestreckt oder angewinkelt. Eine horizontale Wasserlage ist aus mehreren Gründen zu bevorzugen. Zum einen wird so der Wasserwiderstand minimiert und der Taucher kann sich effizienter, kräfteschonender und schneller fortbewegen. Zum anderen ist eine horizontale Lage auch bei der Dekompression vorteilhaft.

Bei der Tauchausbildung für fortgeschrittene Taucher wird daher viel Wert auf eine horizontale Wasserlage gelegt. Diese ist jedoch für den Taucher oft schwer zu

erlernen, da der Taucher sich ja selbst nicht im Wasser sieht, und eine Referenz zur Beurteilung fehlt. Daher filmen Tauchlehrer oft Ihre Schüler Unterwasser, um anschließend an der Oberfläche den Tauchgang analysieren zu können, und den Schülern auch ein Feedback zu Ihrer Wasserlage zu geben. Dieses Feedback kommt wie gesagt erst nach dem Tauchgang – für einen schnellen Lernerfolg wäre ein direktes Feedback während des Tauchganges vorteilhaft. Ein Messgerät, welches die Lage des Tauchers bestimmen kann, und diese dann direkt dem Taucher anzeigt wäre hier vorteilhaft, ist aus der Literatur nicht bekannt.

Zwar gibt es Tauchcomputer, welche auch Beschleunigungssensoren integriert haben, und welche genutzt werden können, um einen Winkel zu messen, jedoch werden diese normalerweise am Arm getragen, und sind an dieser Stelle für die Messung der Position des Körpers zur horizontalen ungeeignet. EP2937276 zeigt verschiedene Arten von Tauchcomputern, welche entweder am Handgelenk getragen werden oder direkt auf einer Tauchermaske montiert sind.

Aufgabe der Erfindung ist, ein effizienteres und schnelleres Fortbewegen während des Tauchens zu ermöglichen. Eine weitere Aufgabe ist, dem Taucher einen besseren Überblick über deine Lage im Wasser zu geben.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Lagesensor zumindest ein Befestigungsmittel zu Befestigung am Rumpf des Tauchers aufweist, und dass der Lagesensor dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand durch das Befestigungsmittel eine im Wesentlichen fixe Stellung gegenüber dem Rumpf des Tauchers einzunehmen.

So können Nick und/oder Rollwinkel und/oder Kompassrichtung des Tauchers gemessen und diese Messwerte auf einer Anzeige, welches vom Taucher abgelesen werden kann, dargestellt werden. Diese Erfindung löst die Problemstellung mit einem Messgerät, welches an der Tauchausrüstung, idealerweise an den am Rücken getragenen Taucherflaschen, ein an der Brust getragenen Kreislauf-Tauchgerät oder beispielsweise an einem Plattenträger in einer fixen Position relativ zur Position des Rumpfs montiert ist. Dieses Gerät beinhaltet einen oder mehrere Sensoren, vorzugsweise zur Messung des Beschleunigungsvektors und / oder des Erdmagnetfeldvektors. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann ein Gyroskop integriert sein. Beispielsweise mit einem Mikrokontroller werden Roll und Nickwinkel sowie Kompassrichtung berechnet. Mit einer vorzugsweise magnetischen

Datenübertragung werden die berechneten Werte an ein externes Display, vorzugsweise ein Tauchcomputer übertragen, welcher beispielsweise am Handgelenk oder direkt an der Tauchermaske montiert ist.

In vielen Anwendungsfällen ist es nachteilig, das Koordinatensystem des Messgerätes an dem des Tauchers auszurichten. Dies kann dadurch gelöst werden, dass zuerst das Messsystem in einer oder mehreren bekannten Lagen kalibriert wird, eine Transformationsmatrix berechnet wird, und damit die Messwerte aus dem Koordinatensystem des Messgeräts in das des Tauchers transformiert. In diesem Sinne ist ein Verfahren zur Kalibrierung eines erfindungsgemäßen vorteilhaft, wobei das Messgerät in zumindest einer bekannten Lageposition kalibriert wird.

Besonders vorteilhaft in diesem Sinne ist, wenn die Kalibration umfasst, dass zumindest ein, vorzugsweise zumindest zwei, Beschleunigungsvektoren durch zumindest einen Beschleunigungssensor des Lagesensors in zumindest einer, vorzugsweise zumindest zwei Lagepositionen gemessen werden, und eine Drehmatrix aus dem zumindest einem Beschleunigungsvektor in der zumindest einen Lageposition bestimmt wird.

Der Lagesensor kann direkt oder indirekt an dem Rumpf des Tauchers befestigbar sein. So kann vorgesehen sein, dass das Befestigungsmittel beispielsweise einen Gurt umfasst, der im befestigten Zustand um den Rumpf des Tauchers, außerhalb oder innerhalb von etwaigen Taucheranzügen, geführt ist und so die Position des Lagesensors festlegt.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der Lagesensor indirekt an dem Rumpf des Tauchers befestigbar ist. Beispielsweise kann dies erreicht werden, indem das Befestigungsmittel dazu eingerichtet ist, mit einem, im Wesentlichen eine fixe Stellung gegenüber dem Rumpf aufweisenden, Ausrüstungsgegenstand des Tauchers verbunden zu werden. Dies kann insbesondere sein: zumindest eine Taucherflasche, ein Druckrohr, ein Jacket wie ein Tarierjacket, einen Gurt wie einen Flaschenbauchgurt, einen Plattenträger oder ein Neoprenanzug im Bereich des Rumpfs.

Im Sinne der Erfindung ist mit „zur Befestigung am Rumpf“ also gemeint, dass der Lagesensor entweder direkt an dem Rumpf befestigt ist oder indirekt an einem mit dem Rumpf des Tauchers fest verbundenen Ausrüstungsgegenstand.

Mit Rumpf ist dabei der Körper des Tauchers ohne Gliedmaßen, also Beine, Arme oder Kopf gemeint. Denn der Rumpf definiert im Wesentlichen die Lage des Tauchers. Während die Gliedmaßen gewisse Bewegungsfreiheiten gegenüber dem Rumpf aufweisen, weist der Rumpf nur sehr geringe Dreh- oder Beugungsmöglichkeiten auf. Während des Tauchens bleibt der Rumpf noch dazu in den aller meisten Situationen gerade und unverdreht und ungebeugt. Eine Befestigung am Rumpf ermöglicht also eine Bestimmung der Längsachse des Tauchers mit hoher Genauigkeit.

Die fixe Stellung gegenüber dem Rumpf sollte dabei während der bestimmungsgemäßen Verwendung des Messgeräts und/oder dem Ausrüstungsgegenstand während des Tauchgangs vorliegen.

Es kann in diesem Sinne vorgesehen sein, dass das Befestigungsmittel im befestigten Zustand mit zumindest einem, mit dem Rumpf des Tauchers fest verbundenem Ausrüstungsgegenstand fest verbunden ist.

Ein Vorteil eines erfindungsgemäßen Messgeräts kann insbesondere darin gesehen werden, dass es direkt die Lage der Körperachse bestimmen kann und daher für den Taucher vorteilhaft ist, da er die Hände frei für andere Tätigkeiten hat.

Das Koordinatensystem des Tauchers bzw. der Taucherflasche wird für die folgenden Betrachtungen wie folgt definiert: Die X-Achse ist axial zur Flasche und zeigt Richtung Kopf des Tauchers. Bei einer horizontalen Lage des Tauchers mit Blick nach unten zeigt dann die Y-Achse nach rechts und die Z Achse nach unten. Mit einem Beschleunigungssensor kann man dann den Vektor der Erdgravitation messen und daraus dann Nick und Rollwinkel berechnen. Bei einem Taucher, welcher seine Tauchflaschen am Rücken trägt, geht man üblicherweise davon aus, dass die Flaschen parallel zur X-Y Ebene des Rumpfs sind. Wenn man die Position der Flaschen bestimmen kann, kennt man somit auch die Position des Tauchers.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Lagesensor zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Beschleunigungssensoren umfasst.

Mit einem 2 oder 3-achs Beschleunigungssensor kann die Lage des Tauchers zur Horizontalen bestimmt werden. Sind die Achsen des Koordinatensystems der Beschleunigungssensoren parallel zu der des Tauchers, ist die Berechnung des Nick und Rollwinkels einfach möglich. Literatur dazu wird beispielsweise von den Herstellern solcher Sensoren bereitgestellt.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Lagesensor zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Gyroskope umfasst. So kann die Genauigkeit weiter erhöht werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Lagesensor zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Magnetometer umfasst.

Mit einem zusätzlichen 3 achs-Magnetometer kann auch noch der Vektor des Erdmagnetfeldes bestimmt werden. Aus der Literatur sind Berechnungen bekannt, wie man aus den beiden Messungen des 3-achs Beschleunigungssensors und des 3-achs Magnetometers den neigungskompensierten Kompasskurs berechnen kann.

In einer Ausbildung des Messgerätes ist dieses dazu ausgebildet, an dem Rumpf einer definierten Ausrichtung befestigt zu werden. Dies ermöglicht, die Koordinatensysteme des Messgerätes und des Tauchers aufeinander abgestimmt sind, also X-Achse des Tauchers parallel zu und in die gleiche Richtung zeigt wie die X-Achse des Messgerätes, Y-Achse des Tauchers parallel zu und in die gleiche Richtung zeigt wie die Y-Achse des Messgerätes, Z-Achse des Tauchers parallel zu und in die gleiche Richtung zeigt wie die Z-Achse des Messgerätes.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Lagesensor dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand durch das Befestigungsmittel eine im Wesentlichen fixe Stellung gegenüber zumindest einer Taucherflasche des Tauchers einzunehmen und vorzugsweise dazu eingerichtet ist, mit zumindest einer Taucherflasche und/oder zumindest einem, Gas der Taucherflasche führenden Teil verbunden zu werden. Da die Taucherflasche in aller Regel eine fixe Stellung zum Rumpf des Tauchers

aufweist, wird so eine fixe Stellung des Messgeräts gegenüber dem Rumpf erreicht. Gleichzeitig ist eine gute und fixe Befestigung an der Taucherflasche besonders gut möglich.

Besonders vorteilhaft ist, wenn das Befestigungsmittel zur Befestigung an zumindest einen Auslass einer Taucherflasche oder an einem, mit zumindest einem Auslass der Taucherflasche direkt strömungsverbundenen, Teil eingerichtet ist. So kann einfach eine definierte Ausrichtung hergestellt werden. Aber auch Ausführungen mit beliebigen Ausrichtungen sind möglich. Mit direkt strömungsverbunden ist damit gemeint, dass zwischen Befestigungsmittel und Auslass der Taucherflasche keine wesentliche Druckänderung, insbesondere Druckminderung stattfindet. Beispielsweise kann das Befestigungsmittel dazu eingerichtet sein, mit einer ersten Stufe eines Atemreglers verbunden zu werden, vorzugsweise mit der Eingangsseite der ersten Stufe.

Weiters kann vorteilhaft sein, wenn der Lagesensor dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand mit zumindest einem Auslass einer Taucherflasche in Strömungsverbindung zu stehen. So kann zumindest ein Parameter des Gases in der Taucherflasche vom Lagesensor mittels zumindest einem weiteren Sensor gemessen werden. Dieser Parameter kann zum Beispiel der Druck, Wassergehalt, oder zumindest ein Parameter bezüglich der Gaszusammensetzung wie beispielsweise der Sauerstoffgehalt sein.

In diesem Sinne ist besonders vorteilhaft, wenn der Lagesensor zumindest einen Drucksensor zur Bestimmung des Gasdrucks in zumindest einer Taucherflasche umfasst.

Dem entsprechend kann vorgesehen sein, dass der Lagesensor zumindest einen Flaschendrucksensor umfasst. Dies ist eine kostengünstige Ausbildung, da in einem Flaschendrucksensor üblicherweise schon die elektronische Infrastruktur wie Mikrocontroller, Batterie und Sendeantenne vorhanden sind. Viele Taucher verwenden Flaschendrucksensoren, welche den Flaschendruck messen und dann drahtlos an einen Tauchcomputer übertragen.

US5392771 beschreibt ein System, bei dem der Flaschendruck an einen Tauchcomputer übertragen wird. US2018195923 beschreibt einen

Flaschendrucktransmitter, welcher auch in der Lage ist, den Sauerstoffgehalt des Gases in der Flasche zu analysieren.

Diese Flaschendrucksensoren werden vorzugsweise in einen Druckminderer eingeschraubt, welcher am Flaschenventil angeschraubt wird. In dieser Position ist zwar der Flaschendrucksensor fest mit der Tauchflasche verbunden, jedoch ist die Position des Flaschendrucksensors je nachdem wie der Druckminderer befestigt wird, willkürlich zur Flasche.

Insbesondere bei einer Ausbildung des Messgerätes umfassend zumindest einen Drucksensor wie einen Flaschendrucksensor, ist oft der Fall, dass der Lagesensor und die Achsen von dessen Sensorik in einer arbiträren Position am Tauchgerät montiert ist und das Koordinatensystem der Beschleunigungssensoren und des Magnetometers nicht ident mit dem des Rumpfs des Tauchers sind.

Daher müssen die Messwerte der Sensoren zuerst in das Koordinatensystem des Rumpfs des Tauchers gedreht werden. Erst danach dann können Nick- und Rollwinkel berechnet werden. Diese Drehung kann mit einer Drehmatrix berechnet werden. Zur Bestimmung der benötigten Drehmatrix, muss das System kalibriert werden. Dazu muss das Messgerät in vorzugsweise zumindest 2 bekannte Positionen gebracht werden.

Ist der Lagesensor mit den Beschleunigungssensoren beispielsweise an einer Taucherflasche angebracht, so können diese 2 Positionen beispielsweise eine erste Position sein, wo die Taucherflasche parallel zum Boden ist und die zweite Position, wo die Taucherflasche steht, also die Gravitation parallel zur Längsachse der Taucherflasche ist. Idealweise verwendet man anstelle einer einfachen Flasche Doppelflaschen, da damit in der Praxis die zum Boden parallele erste Position einfacher herstellbar ist. In der ersten Position bestimmt man einen ersten Vektor der Gravitationskraft V_1 im Koordinatensystem des Messgerätes. In der zweiten Position bestimmt man einen zweiten Vektor der Gravitationskraft V_2 im Koordinatensystem des Messgerätes. Mit V_1 und V_2 kann man einen Vektor V_3 berechnen, welcher orthogonal auf die von V_1 und V_2 aufgespannte Ebene ist. V_1 , V_2 und V_3 sind je auf 1 normiert.

In der ersten Position und im Koordinatensystem des Tauchers und der am Rücken getragenen Taucherflasche wirkt die Erdbeschleunigung nur in Z Richtung, und in

der zweiten nur in X-Richtung. V3 entspricht der eines auf der rechten Seite horizontal liegenden Tauchers – in diesem Fall wirkt im Koordinatensystem des Tauchers die Erdbeschleunigung nur in Y Richtung.

Daraus ergeben sich folgende Gleichungen:

$$T * V = L$$

T ist die gesuchte Drehmatrix.

V ist die aus den mit dem Beschleunigungssensoren im Koordinatensystem des Messgerätes in der ersten und zweiten Position gemessene Vektoren V1, V2 und dem berechneten Vektor V3 gebildete Matrix.

$$V = \begin{pmatrix} V1x & V2x & V3x \\ V1y & V2y & V3y \\ V1z & V2z & V3z \end{pmatrix}$$

L entspricht der Beschleunigung im Koordinatensystem des Tauchers in erster, zweiter und in der berechneten, dritten Position.

$$L \text{ ist daher: } \begin{pmatrix} 0 & -g & 0 \\ 0 & 0 & g \\ g & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

„g“ steht dabei für die Erdbeschleunigungskraft $\sim 9.81 \text{ m/s}^2$

T kann daher wie folgt berechnet werden: $T = E * V^{-1}$

Mit der so berechneten Rotationsmatrix T können die gemessenen Vektoren aus dem Koordinatensystem des Lagesensors in das Koordinatensystem des Tauchers gedreht werden, und dann Roll- und Nickwinkel sowie die Kompassrichtung des Tauchers berechnet werden.

Es sind auch andere alternative Kalibrationsmethoden zu der oben beschriebenen Methode denkbar. So kann beispielsweise auch eine Position darin bestehen, die Flasche auf die Seite zu drehen. Ebenso ist es denkbar, dass bei der zweiten

Position die Flasche nicht aufrecht gestellt wird, sondern stattdessen vom Taucher in aufrechter Position am Rücken getragen wird.

Auch ist es denkbar, dass nur ein Kalibrationspunkt notwendig ist, wenn schon zuvor eine Zweipunktkalibration durchgeführt wurde, und z.B. der Lagesensor nur in einem anderen Winkel montiert wurde.

Da der Lagesensor üblicherweise nicht an einer Stelle im Sichtfeld des Tauchers montiert ist, ist es notwendig, die gemessenen Daten auf einer separaten Anzeige, welche beispielsweise am Handgelenk getragen oder direkt vor dem Auge montiert ist. In der technisch am einfachsten herzustellenden Ausführung, wird dabei die externe Anzeige mit einem Kabel mit dem Messgerät verbunden.

In diesem Sinne kann vorgesehen sein, dass das Messgerät zumindest eine Anzeige aufweist und dass der Lagesensor dazu eingerichtet ist, Messwerte, vorzugsweise drahtlos, an die Anzeige zu übertragen.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der Lagesensor dazu eingerichtet ist, Messwerte, vorzugsweise drahtlos, an einen Tauchcomputer zu übertragen. Der Tauchcomputer kann dabei Teil des Messgeräts sein, oder nicht.

Es kann vorgesehen sein, dass der Lagesensor die Messwerte vor der Übertragung verarbeitet, beispielsweise weitere Werte daraus berechnet, und/oder dass der Lagesensor die Rohdaten an den Tauchcomputer oder die Anzeige überträgt.

Die Berechnung der Rotation sowie nachfolgend der Winkel und der Kompassrichtung kann entweder im Messgerät selber oder in der Ausgestaltung der externen Anzeige oder Tauchcomputer geschehen. Ist das Messgerät ohne Bedienelemente ausgestaltet, und ist die externe Anzeige ein Tauchcomputer, welcher schon über Bedienelemente verfügt, kann es praktikabler sein, die Rohdaten der Messungen an den Tauchcomputer zu übertragen, und dann dort die Berechnungen durchzuführen. Mit den Bedienelementen der Anzeige oder des Tauchcomputers können Kalibrationswerte in der ersten und zweiten Position festgelegt werden. Beispielsweise kann eine Anzeige mit mehreren Tasten ausgestaltet sein, wobei es eine erste Taste für Kalibration in erster Position und eine zweite für Kalibration in zweiter Position gibt. In der Praxis würde der Taucher daher sein Tauchgerät in die erste Kalibrationsposition, also am Rücken liegend

bringen, eine Messung abwarten, und dann die erste Taste betätigen. Anschließend würde der Taucher sein Tauchgerät in eine aufrechte Position bringen, und die zweite Taste drücken.

Alternativ zu einzelnen Tasten für diese Funktionen können auch multifunktionelle Tasten verwendet werden. Ebenso ist denkbar, dass die Funktionen zur Kalibration in erster und zweiter Position über ein Menüsystem in einem Tauchcomputer aufgerufen werden.

Kabelverbindungen werden von Taucher jedoch oft als störend empfunden, da sie eventuell den Bewegungsradius einschränken, ein Risiko für ein mögliches Verheddern darstellen und auch fehleranfällig sind. Eine alternative Möglichkeit, die Daten des Messgerätes an eine externe Anzeige zu übertragen, ist die drahtlose Übertragung.

Übertragungsmethoden wie Bluetooth oder Wifi sind nicht für Unterwasseranwendungen geeignet, da die Reichweite bei der üblichen Frequenz von ca. 2.5Ghz nur wenige Zentimeter beträgt. Vorteilhaft ist daher, wenn Lagesensor dazu eingerichtet ist, Messwerte drahtlos mittels einer magnetischen Übertragung zu übertragen. Bei einer magnetischen Übertragung werden Magnetfelder moduliert.

Eine Ausführungsform der Erfindung löst die Übertragung der Daten von einem Messgerät zu einer Anzeige oder Tauchcomputer, indem die Daten drahtlos mit einer magnetischen Datenübertragung vom Messgerät zur Anzeige gesendet werden, und für die Drahtlosübertragung vorzugsweise eine Frequenz von 125kHz und/oder eine Biphaskodierung eingesetzt wird, um zeitlich möglichst kurze Datenpakete zu erreichen.

Alternativ oder zusätzlich zur Übertragung mit modulierten Magnetfeldern kann auch Ultraschall eingesetzt werden.

Mit dem Lagesensor kann die Ausrichtung des Tauchers gegenüber dem Meeresspiegel und/oder den Himmelsrichtungen ermittelt werden. Zumindest ein Lagesensor kann auch dazu eingerichtet sein, eine Beschleunigung und/oder Geschwindigkeit des Tauchers zu ermitteln.

Mit fixer Stellung ist dabei gemeint, dass zumindest die Ausrichtung und vorzugsweise auch die genaue Position des Lagesensors gegenüber dem Rumpf des Tauchers festgelegt ist. Diese fixe Stellung kann durch Bringen des Befestigungsmittel in eine gelöste Stellung verlassen werden, beispielsweise während der Einstellung des Lagesensors oder während des An- oder Ablegen des Lagesensors vor oder nach dessen Verwendung. Es, kann vorgesehen sein, dass der Lagesensor beispielsweise auch direkt in einem Tauchgerät integriert ist. Bei Kreislauftauchgeräten bietet sich vor allem die Integration des Lagesensors in die Steuerelektronik im Kopf des Kreislauftauchgerätes an. Diese ist üblicherweise mit einem Kabel mit einer Anzeige verbunden, daher wäre es technisch einfach umsetzbar, auch noch die Lage des Tauchers mit einem Lagesensor zu erfassen und diese am Display anzuzeigen.

In weiterer Folge wird die Erfindung anhand nicht einschränkender Ausführungsformen in den Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Tauchers mit einem erfindungsgemäßen Messgerät in einer ersten Ausführungsform in einem befestigten Zustand während des Tauchens;

Fig. 2 eine Draufsicht des Tauchers aus Fig. 1;

Fig. 3 eine Frontalansicht des Tauchers aus Fig. 1;

Fig. 4 eine Seitenansicht eines Tauchers mit einem erfindungsgemäßen Messgerät in einer zweiten Ausführungsform in einem befestigten Zustand während des Tauchens;

Fig. 5 eine Draufsicht des Tauchers aus Fig. 4;

Fig. 6 eine Detailansicht des Tauchers aus Fig. 4;

Fig. 7 eine Seitenansicht der Doppelflasche mitsamt daran befestigten Lagesensor aus Fig. 4 im vom Taucher abgenommenen Zustand, in einer ersten Kalibrierstellung;

Fig. 8 eine Seitenansicht der Doppelflasche aus Fig. 7 in einer zweiten Kalibrierstellung;

Fig. 1 zeigt die Seitenansicht von einem Taucher 1 in horizontaler Lage mit einer Doppelflasche 2, welche am Rücken getragen wird, Flossen 3, einer Tauchermaske 4, einem Tauchcomputer 5 welcher direkt auf der Tauchermaske montiert ist, einer Anzeige 6 am Handgelenk, und die Teil eines erfindungsgemäßen Messgeräts ist. Das Messgerät weist weiters einen Lagesensor 7 auf, welcher in einer fixen Position am Körper montiert ist, sodass die Achsen des Koordinatensystems des Lagesensors 7 parallel zu den des Tauchers sind. Die X-Koordinatenachse 8 des Tauchers oder der Tauchflaschen 2 ist parallel zur X-Koordinatenachse 10 des Lagesensors 7. Die Z-Koordinatenachse 9 des Tauchers oder der Tauchflaschen 2 ist parallel zur Z-Koordinatenachse 11 des Lagesensors 7. Zur vereinfachten Darstellung sind Atemschläuche und Atemregler nicht dargestellt.

Der Lagesensor 7 ist über ein Befestigungselement 25 in Form eines Gurtes am Bauch des Tauchers 1 in einer fixen Stellung zum Bauch und damit zum Rumpf befestigt.

Fig. 2 zeigt die Aufsicht von der Taucher 1 in horizontaler Lage mit Doppelflasche 2, welche am Rücken getragen wird, Flossen 3, Tauchermaske 4, dem Tauchcomputer 5, welcher direkt auf der Tauchermaske montiert ist, der Anzeige 6 am Handgelenk, und dem Lagesensor 7 zur Lagebestimmung, welches in einer fixen Position am Körper montiert ist, sodass die Achsen des Koordinatensystems des Lagesensors 7 parallel zu den des Tauchers sind. Die X-Koordinatenachse 8 des Tauchers oder der Tauchflaschen ist parallel zur X-Koordinatenachse 10 des Messgeräts 7. Die Y-Koordinatenachse 12 des Tauchers oder der Tauchflaschen ist parallel zur Y-Koordinatenachse 13 des Lagesensors 7. Zur vereinfachten Darstellung sind Atemschläuche und Atemregler nicht dargestellt. Mit dem mit einem Magnetometer gemessenen Vektor VM 14 des Erdmagnetfelds kann die Kompassrichtung berechnet werden.

Fig. 3 zeigt die Frontansicht von dem Taucher 1 in horizontaler Lage mit Doppelflasche 2, welche am Rücken getragen wird, Flossen 3, Tauchermaske 4, dem Tauchcomputer 5, welcher direkt auf der Tauchermaske montiert ist, der Anzeige 6 am Handgelenk, und dem Lagesensor 7 zur Lagebestimmung, welches in einer fixen Position am Körper montiert ist, sodass die Achsen des

Koordinatensystems des Lagesensors 7 parallel zu den des Tauchers sind. Die Z-Koordinatenachse 9 des Tauchers oder der Tauchflaschen ist parallel zur Z-Koordinatenachse 11 des Lagesensors 7. Die Y-Koordinatenachse 12 des Tauchers oder der Tauchflaschen 2 ist parallel zur Y-Koordinatenachse 13 des Lagesensors 7. Zur vereinfachten Darstellung sind Atemschläuche und Atemregler nicht dargestellt.

Figur 4 zeigt die Seitenansicht von einem Taucher 1 in horizontaler Lage mit einer Doppelflasche 2, welche am Rücken getragen wird, Flossen 3, einer Tauchermaske 4, einem Tauchcomputer 5 welcher direkt auf der Tauchermaske montiert ist, einer Anzeige 6 am Handgelenk, und dem Lagesensor 7 zur Lagebestimmung eines Messgeräts einer zweiten Ausführungsform, wobei der Lagesensor 7 mit einer Taucherflasche der Doppelflasche 2 fix verbunden ist. Dazu weist eine Befestigungseinrichtung des Lagesensors 7 ein Gewinde zur Verbindung mit einem Auslass zumindest einer Taucherflasche auf. Die Taucherflaschen sind über ein Verbindungsventil strömungsverbindbar. Der Lagesensor 7 weist einen Flaschendrucksensor 15 auf, der an einem Druckminderer montiert ist und welcher in den Ventilanschluss der Taucherflasche geschraubt ist. Die X-Koordinatenachse 8 des Tauchers 1 oder der Tauchflaschen 2 ist in diesem Fall üblicherweise nicht parallel zur X-Koordinatenachse 10 des Messgeräts 7. Die Y-Koordinatenachse 12 des Tauchers 1 oder der Tauchflaschen 2 ist in diesem Fall nicht parallel zur Y-Koordinatenachse 13 des Lagesensors 7. Ebenso ist die Z-Koordinatenachse 9 des Tauchers 1 oder der Taucherflaschen 2 nicht parallel zu der Z-Koordinatenachse 11 des Lagesensors 7. Zur vereinfachten Darstellung sind Atemschläuche und Atemregler nicht dargestellt. In diesem Fall sind die Achsen des Koordinatensystems des Lagesensors und der integrierten Sensorik üblicherweise nicht parallel zu den Achsen des Koordinatensystems des Tauchers 1 oder der Flaschen 2. Daher ist in diesem Fall eine Kalibrierung des Systems notwendig. Fig. 5 zeigt den Taucher 1 in einer Draufsicht. Fig. 6 zeigt eine detaillierte Seitenansicht von dem Taucher 1. Der Flaschendrucksensor 15 ist an einem Auslass in Form eines Druckminderers 16 montiert, welcher in den Ventilanschluss 17 der Taucherflasche geschraubt ist.

Fig. 7 zeigt die Doppelflasche 2 mitsamt daran angebrachten Elementen wie dem Lagesensor aus den Figuren 3-5 in einer Position zur Kalibrierung des Systems. Dabei wird die Doppelflasche 2 horizontal auf den Boden 18 gelegt, sodass die Begurtung 19, mit der die Flasche vom Taucher getragen wird, nach oben zeigt. Die

Erdanziehung wirkt in dieser Position nur auf die Z-Achse des Koordinatensystems 9 der Taucherflasche. Während der Kalibration wird der Vektor $V1_{20}$ der Erdanziehung im Koordinatensystem des Lagesensors 7 gemessen.

Fig. 8 zeigt eine zweite Position zur Kalibrierung des Systems. Dabei wird die Doppelflasche 2 aufgestellt. Die Erdanziehung wird in dieser Position nur auf die X-Achse 8 des Koordinatensystems der Taucherflasche 2. Während der Kalibration wird der Vektor $V2_{21}$ der Erdanziehung im Koordinatensystem des Lagesensors 7 gemessen.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Messgerät zur Lagebestimmung eines Tauchers (2) mit zumindest einem Lagesensor (7), dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest ein Befestigungsmittel (25) zur Befestigung am Rumpf des Tauchers (2) aufweist, und dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand durch das Befestigungsmittel (25) eine im Wesentlichen fixe Stellung gegenüber dem Rumpf des Tauchers (2) einzunehmen.
2. Messgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät zumindest eine Anzeige (6) aufweist und dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte, vorzugsweise drahtlos, an die Anzeige (6) zu übertragen.
3. Messgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte, vorzugsweise drahtlos, an einen Tauchcomputer (5) zu übertragen
4. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Beschleunigungssensoren umfasst.
5. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Gyroskope umfasst.
6. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Magnetometer umfasst.
7. Messgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte drahtlos mittels einer magnetischen Übertragung zu übertragen.

8. Messgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte drahtlos mittels Ultraschall zu übertragen.
9. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand durch das Befestigungsmittel (25) eine im Wesentlichen fixe Stellung gegenüber zumindest einer Taucherflasche (2) des Tauchers (1) einzunehmen und vorzugsweise dazu eingerichtet ist, mit zumindest einer Taucherflasche (2) und/oder zumindest einem, Gas der Taucherflasche (2) führenden, Teil verbunden zu werden.
10. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigungsmittel (25) zur Befestigung an zumindest einen Auslass einer Taucherflasche (2) oder an einem, mit zumindest einem Auslass der Taucherflasche direkt strömungsverbundenen, Teil eingerichtet ist.
11. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand mit zumindest einem Auslass einer Taucherflasche (2) in Strömungsverbindung zu stehen.
12. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen Drucksensor zur Bestimmung des Gasdrucks in zumindest einer Taucherflasche (2) umfasst.
13. Verfahren zur Kalibrierung eines Messgeräts nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät in zumindest einer bekannten Lageposition kalibriert wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibration umfasst, dass zumindest ein, vorzugsweise zumindest zwei, Beschleunigungsvektoren durch zumindest einen Beschleunigungssensor des Lagesensors (7) in zumindest einer, vorzugsweise zumindest zwei Lagepositionen gemessen werden, und eine Drehmatrix aus dem zumindest einem Beschleunigungsvektor in der zumindest einen Lageposition bestimmt wird.

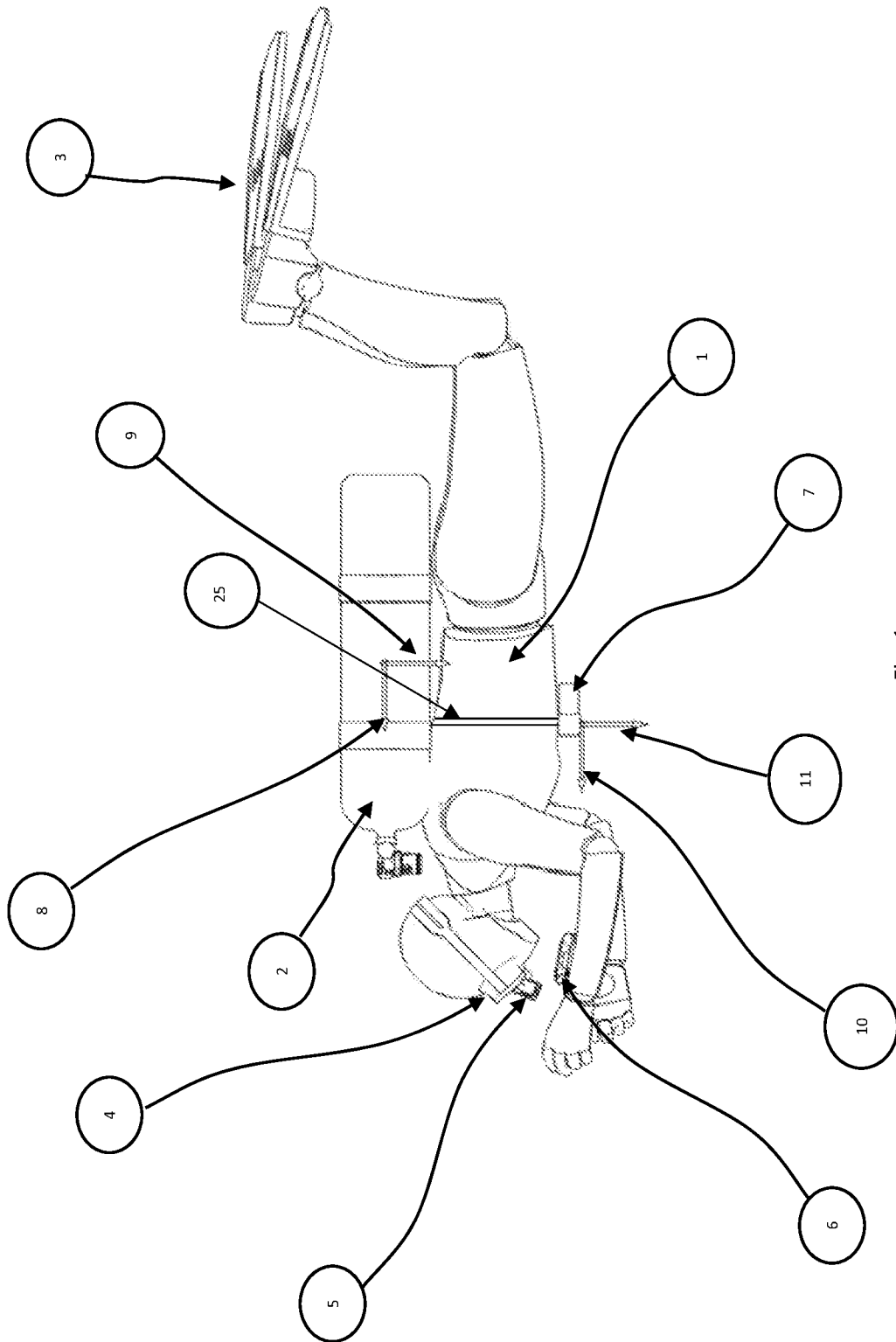


Fig. 1

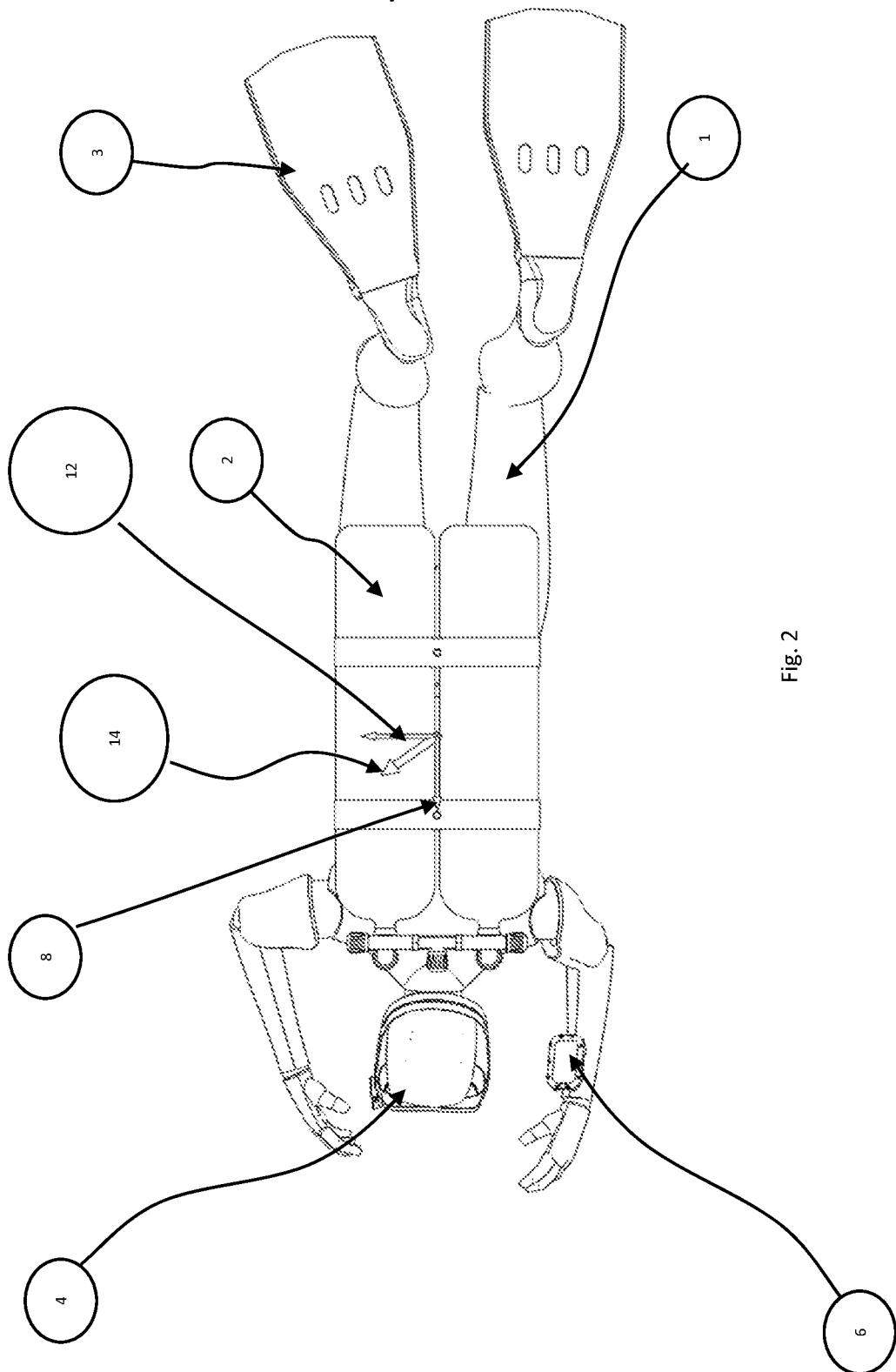


Fig. 2

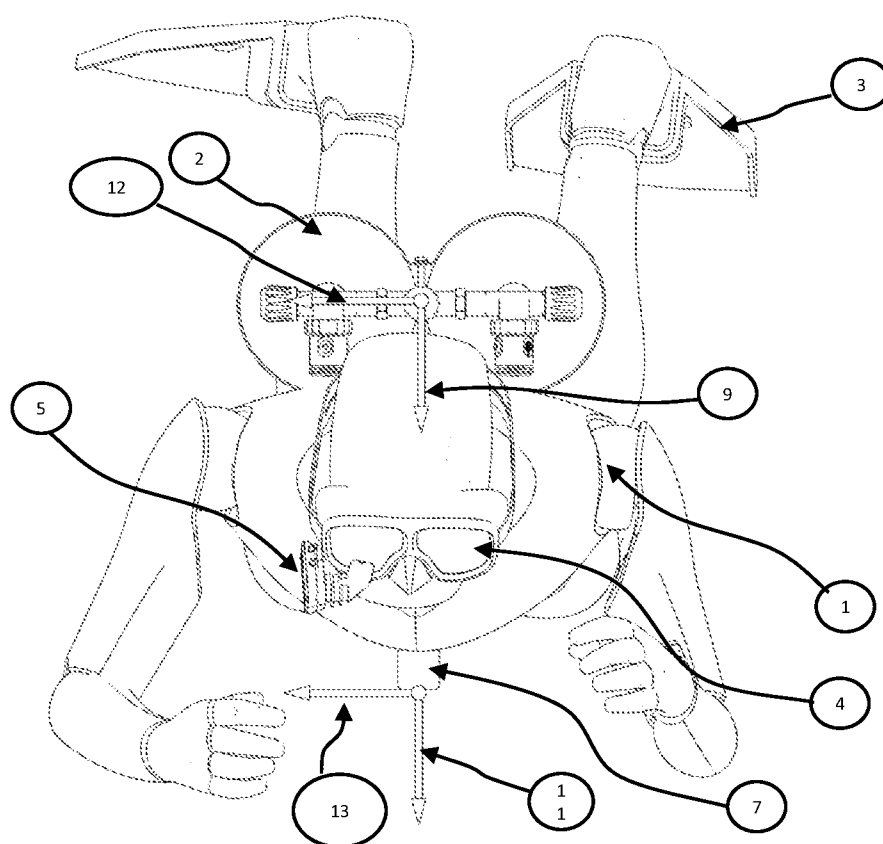


Fig. 3

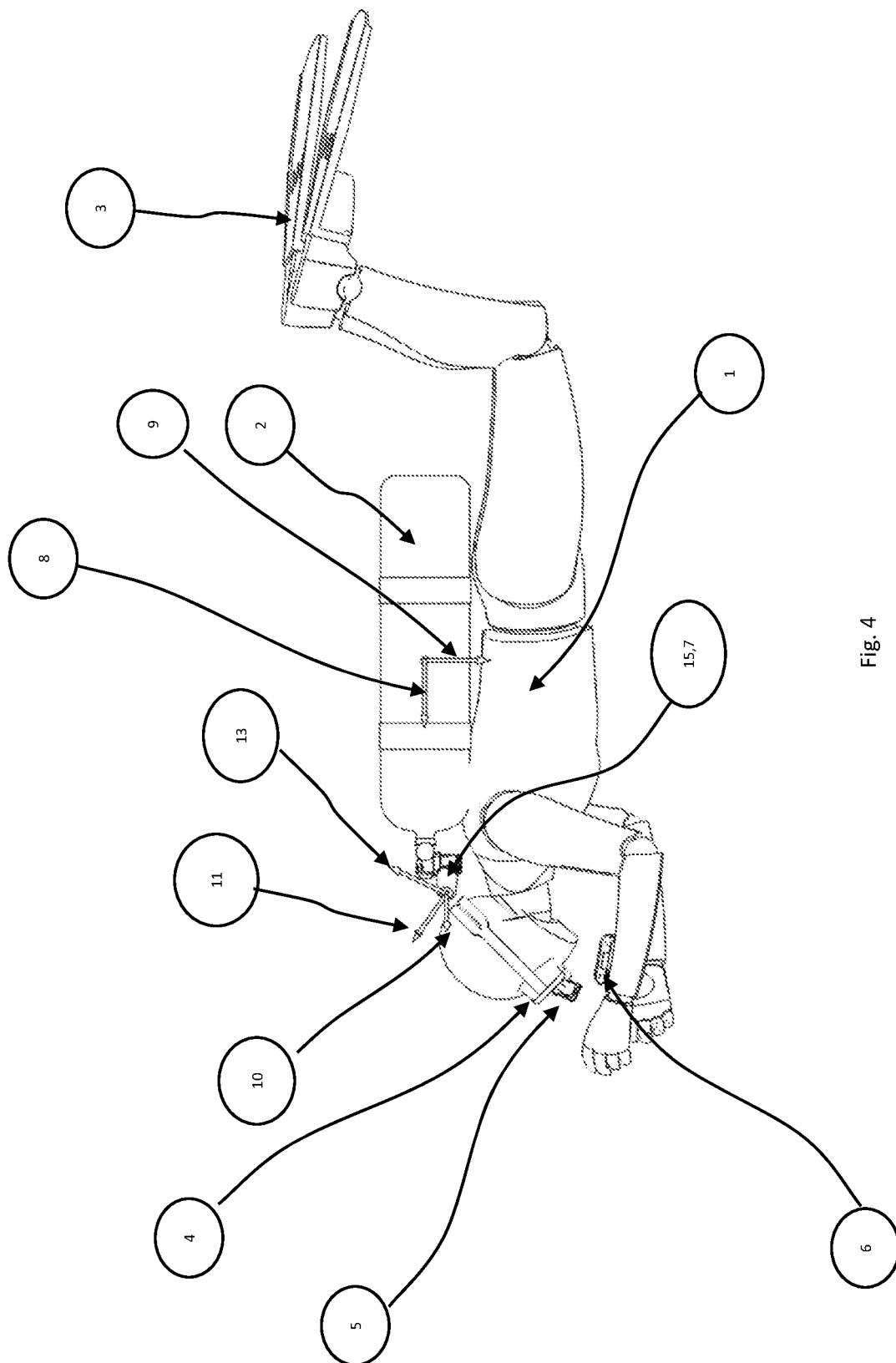


Fig. 4

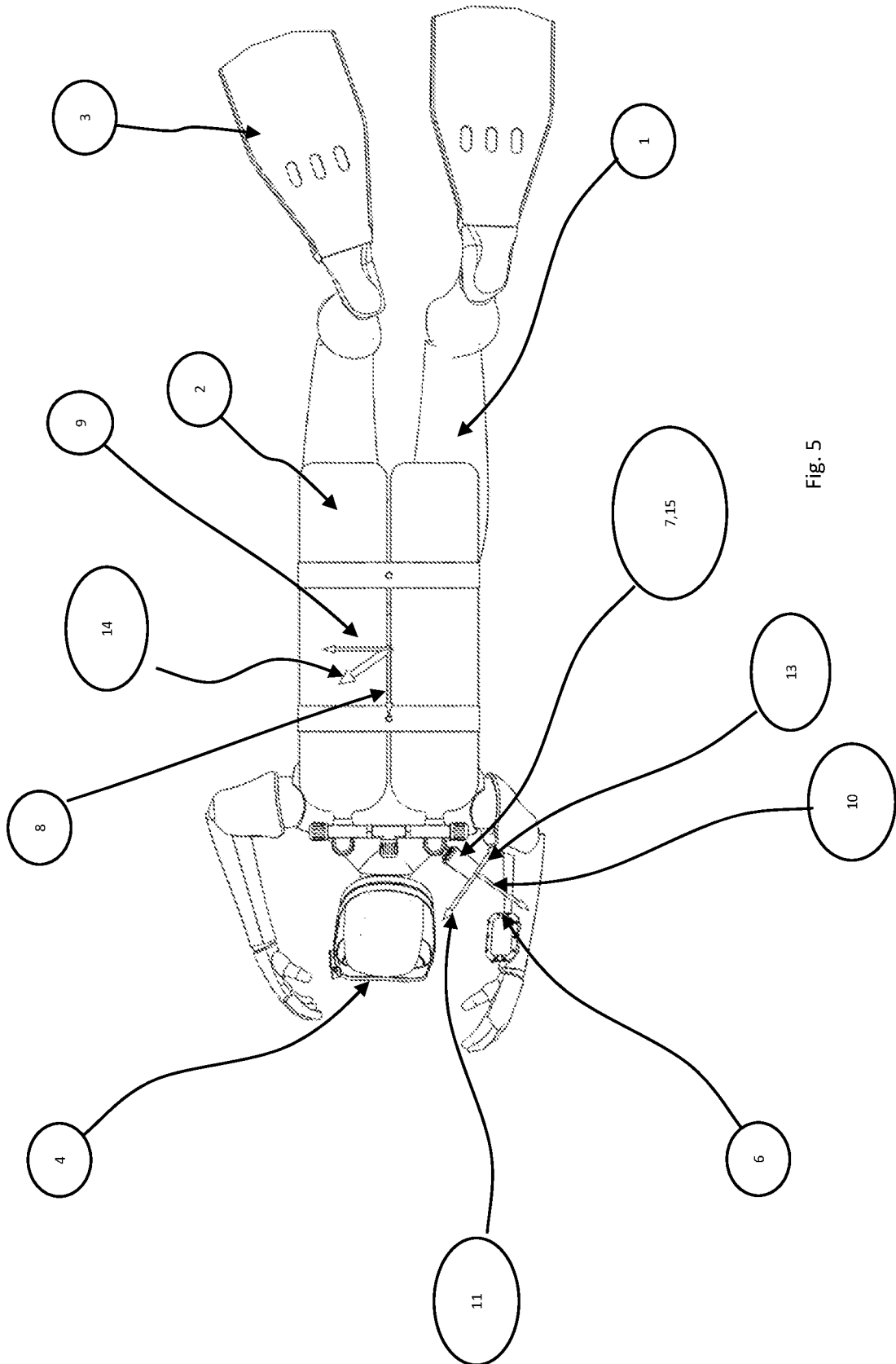


Fig. 5

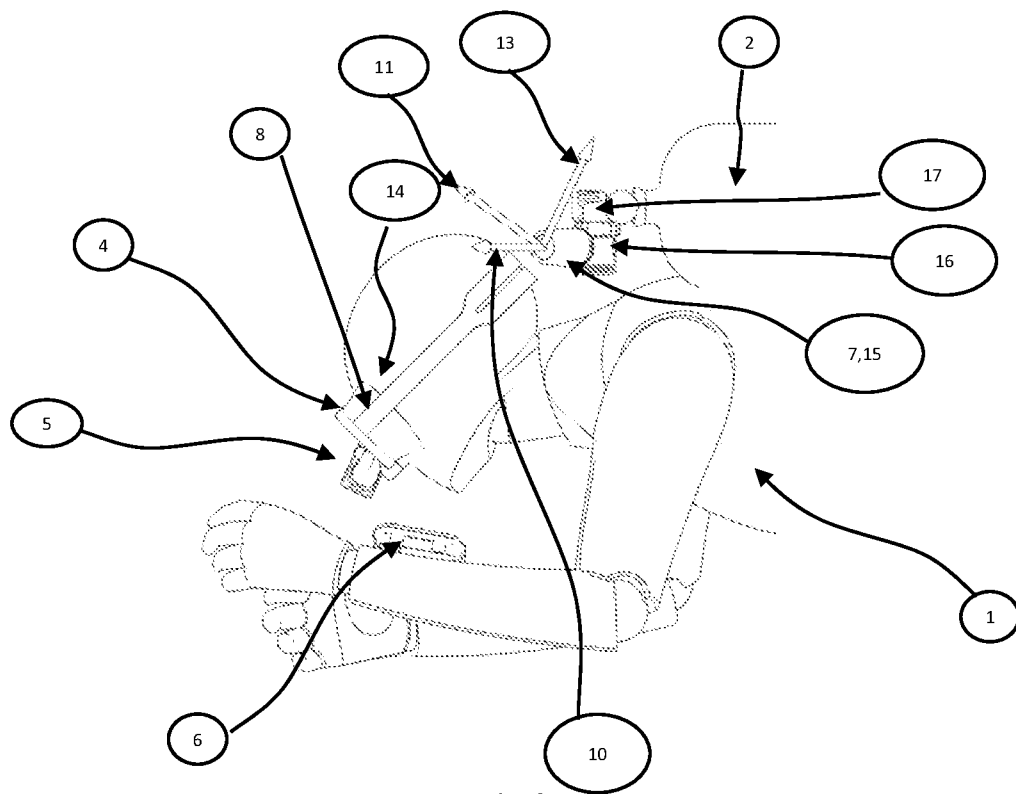


Fig. 6

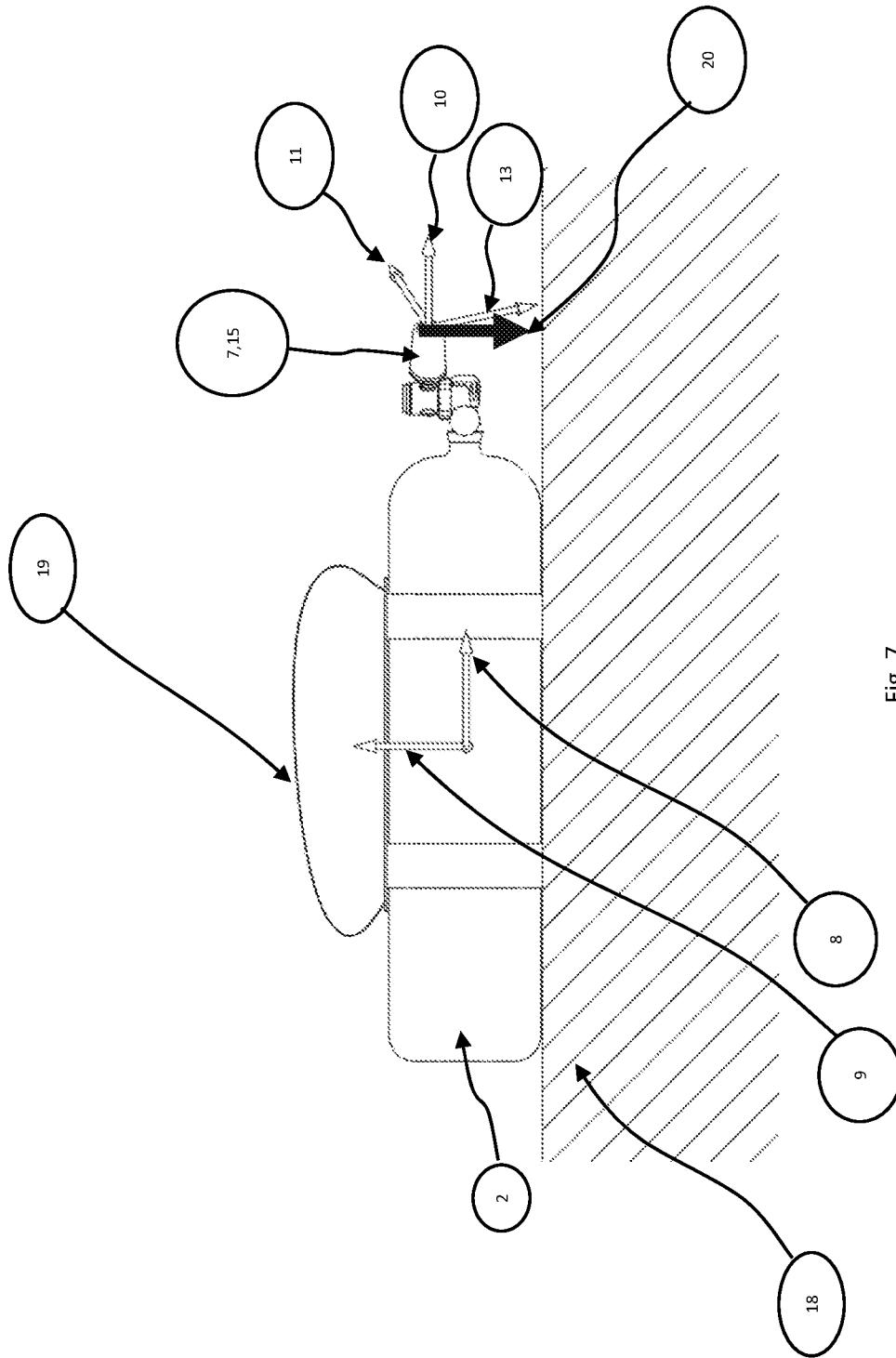


Fig. 7

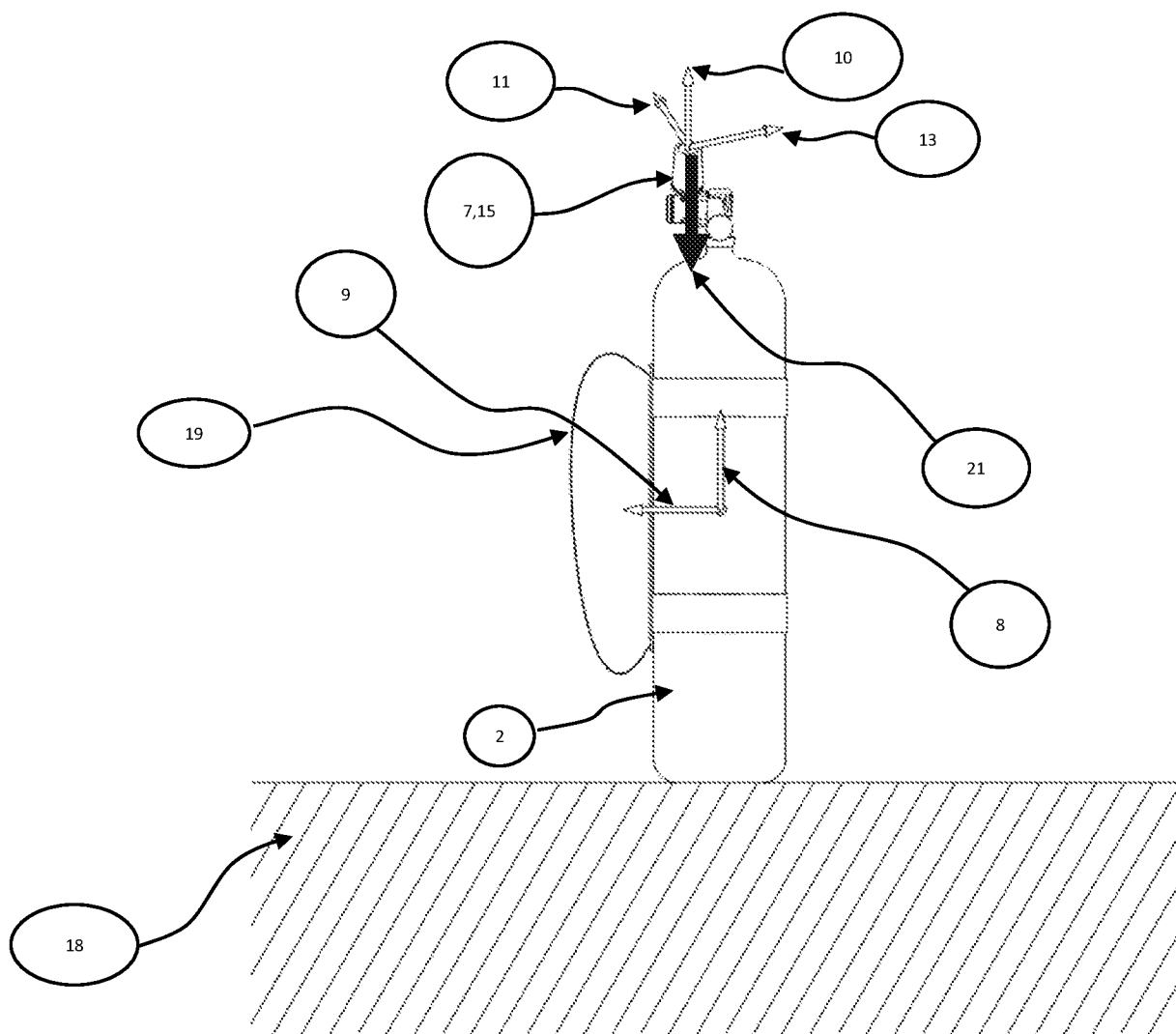


Fig. 8

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

B63C 11/02 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

B63C 11/02 (2013.01); B63C 2011/021 (2013.01); B63C 2011/026 (2016.11)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

B63C

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, FullText DE, EN, FR

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 06.12.2023 eingereichten Ansprüchen 1-14 erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CN 209617416 U (ZHANGZHOU CITY LONGWEN DISTR HECHUANG MARINE ELECTRONIC EQUIPMENT CO LTD) 12. November 2019 (12.11.2019) Anspruch 1, Figur 1	1
A	Ansprüche, Fig. 1	1-14
A	US 4172327 A (BURBANK MAX B, KUEHN LORNE A, LOMNES RANDY K) 30. Oktober 1979 (30.10.1979) Ansprüche, Fig. 1	1-14
A	CN 206318003 U (UNIV WUHAN TECH) 11. Juli 2017 (11.07.2017) Ansprüche 1, 2	1
A	CN 117184371 A (UNIV NORTHWESTERN POLYTECHNICAL) 08. Dezember 2023 (08.12.2023) Anspruch 1, Fig. 1	1

Datum der Beendigung der Recherche:

27.11.2024

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

ETZ Hildegard

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P** Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Messgerät zur Lagebestimmung eines Tauchers (2) mit zumindest einem Lagesensor (7), welcher zumindest ein Befestigungsmittel (25) zur Befestigung am Rumpf des Tauchers (2) aufweist, und welcher dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand durch das Befestigungsmittel (25) eine im Wesentlichen fixe Stellung gegenüber dem Rumpf des Tauchers (2) einzunehmen, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät zumindest eine Anzeige (6) aufweist und dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte, vorzugsweise drahtlos, an die Anzeige (6) zu übertragen.
2. Messgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte, vorzugsweise drahtlos, an einen Tauchcomputer (5) zu übertragen
3. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Beschleunigungssensoren umfasst.
4. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Gyroskope umfasst.
5. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen, vorzugsweise zumindest drei und zueinander in rechten Winkeln ausgerichtete, Magnetometer umfasst.
6. Messgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte drahtlos mittels einer magnetischen Übertragung zu übertragen.
7. Messgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, Messwerte drahtlos mittels Ultraschall zu übertragen.

8. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand durch das Befestigungsmittel (25) eine im Wesentlichen fixe Stellung gegenüber zumindest einer Taucherflasche (2) des Tauchers (1) einzunehmen und vorzugsweise dazu eingerichtet ist, mit zumindest einer Taucherflasche (2) und/oder zumindest einem, Gas der Taucherflasche (2) führenden, Teil verbunden zu werden.
9. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigungsmittel (25) zur Befestigung an zumindest einen Auslass einer Taucherflasche (2) oder an einem, mit zumindest einem Auslass der Taucherflasche direkt strömungsverbundenen, Teil eingerichtet ist.
10. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) dazu eingerichtet ist, im befestigten Zustand mit zumindest einem Auslass einer Taucherflasche (2) in Strömungsverbindung zu stehen.
11. Messgerät nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Lagesensor (7) zumindest einen Drucksensor zur Bestimmung des Gasdrucks in zumindest einer Taucherflasche (2) umfasst.
12. Verfahren zur Kalibrierung eines Messgeräts nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät in zumindest einer bekannten Lageposition kalibriert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibration umfasst, dass zumindest ein, vorzugsweise zumindest zwei, Beschleunigungsvektoren durch zumindest einen Beschleunigungssensor des Lagesensors (7) in zumindest einer, vorzugsweise zumindest zwei Lagepositionen gemessen werden, und eine Drehmatrix aus dem zumindest einem Beschleunigungsvektor in der zumindest eine Lageposition bestimmt wird.

30.01.2025
Mt/Br