

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 720 162 B1

(51) Int. Cl.: B63B 22/00 (2006.01)
G01C 13/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 001484/2023

(22) Anmeldedatum: 07.07.2022

(43) Anmeldung veröffentlicht: 03.08.2023

(30) Priorität: 29.01.2022
CN 2022101200461

(24) Patent erteilt: 30.09.2024

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.09.2024

(73) Inhaber:
TIANJIN RESEARCH INSTITUTE FOR
WATER TRANSPORT ENGINEERING
MINISTRY OF TRANSPORT,
No. 2618 Xingang No. 2 Road Binhai New Area
300456 Tianjin (CN)

(72) Erfinder:
Zhibo Zhou, 300456 Tianjin (CN)
Zhonghua Tan, 300456 Tianjin (CN)
Songgui Chen, 300456 Tianjin (CN)
Yina Wang, 300456 Tianjin (CN)

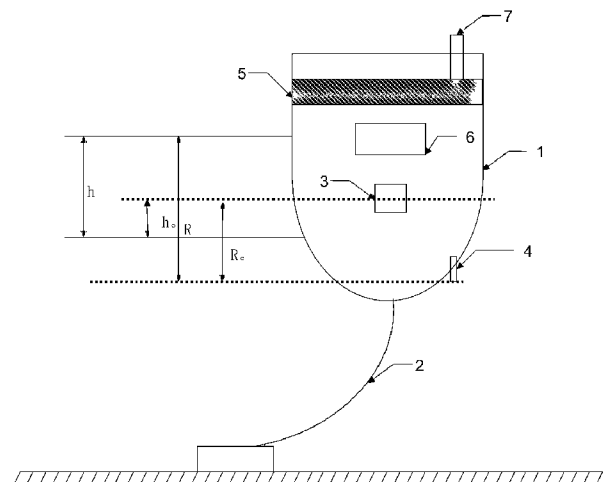
(74) Vertreter:
IPrime Rentsch Kaelin AG, Hirschengraben 1
8001 Zürich (CH)

(86) Internationale Anmeldung:
PCT/CN 2022/104412

(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2023/142392

(54) WELLEN-BOJE MIT DRUCKSENSOR UND BESCHLEUNIGUNGSSENSOR UND VERFAHREN ZUR
MESSUNG VON WELLENPARAMETERN

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wellen-Boje mit einem Drucksensor (4) und einem Beschleunigungssensor (3) sowie ein Verfahren zur Messung von Wellenparametern. Die Wellen-Boje umfasst einen Schwimmkörper (1), ein Ankersystem (2), einen Beschleunigungssensor (3), einen Drucksensor (4), ein Stromversorgungssystem (5), ein Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem (6) und ein Datenspeicher- und Datenübertragungssystem (7). Der Schwimmkörper ist mit dem Ankersystem verbunden; das Ankersystem ist fest auf dem Meeresboden angeordnet; der Beschleunigungssensor ist fest in einem Schwerpunkt des Schwimmkörpers angeordnet; der Drucksensor ist fest an einem Boden des Schwimmkörpers verbunden; der Beschleunigungssensor und der Drucksensor sind mit dem Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem verbunden; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem sind fest in einem Inneren des Schwimmkörpers angeordnet; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem sind miteinander verbunden. Erfindungsgemäss können die Fehler bei Messungen der Wellen, die durch die schlechte Fließfähigkeit des vorhandenen Schwimmkörpers verursacht werden, reduziert werden und die Genauigkeit der Wellen-Boje bei den Messungen erheblich verbessert werden.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Meerestechnik, insbesondere eine Wellen-Boje mit einem Drucksensor und einem Beschleunigungssensor sowie ein Verfahren zur Messung von Wellenparametern.

Stand der Technik

[0002] Heutzutage werden manuelle visuelle Beobachtung, Videoüberwachung und verschiedene Wellen-Bojen (wave buoys) hauptsächlich verwendet, um die Eigenschaften von Wellenelementen in der Meerestechnik zu untersuchen. Die manuelle visuelle Beobachtung kann grob die Höhenveränderung der Wellenoberfläche beobachten aber ist zeitaufwändig, mühsam und ungenau, so dass die Methode in Experimenten und in der Technik nur schwer eingesetzt werden kann. Die Videoüberwachung kann die Wellenbewegung aus der Ferne beobachten, aber sie kann nur die Wellenbewegung in Echtzeit beobachten und das Video der Wellenbewegung in Echtzeit aufzeichnen und nicht die Veränderung der Welle in Echtzeit überwachen. Die Boje ist kostengünstig und kann Wellenbewegung in Echtzeit messen, daher wird die Boje häufig für die Überwachung von Wellen in der Meeresumwelt und in hydraulischen Labors eingesetzt. Der Schwimmkörper ist meist durch ein Ankersystem befestigt, aber wenn das Ankersystem gespannt ist, wird die Fließfähigkeit des Schwimmkörpers stark beeinträchtigt und sinkt die Messgenauigkeit der Boje weiter.

Darstellung der Erfindung

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Wellen-Boje mit einem Drucksensor und einem Beschleunigungssensor sowie ein Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit zu schaffen, um die Genauigkeit der Wellen-Boje bei Messungen zu verbessern, wenn das Ankersystem gespannt ist.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Wellen-Boje mit einem Drucksensor und einem Beschleunigungssensor sowie ein Verfahren zur Messung von Wellenparametern gelöst.

[0005] Eine Wellen-Boje mit einem Drucksensor und einem Beschleunigungssensor umfasst einen Schwimmkörper, ein Ankersystem, einen Beschleunigungssensor, einen Drucksensor, ein Stromversorgungssystem, ein Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und ein Datenspeicher- und Datenübertragungssystem;

der Schwimmkörper ist mit dem Ankersystem verbunden; der Beschleunigungssensor ist fest in einem Schwerpunkt des Schwimmkörpers angeordnet; der Drucksensor ist fest an einem Boden des Schwimmkörpers verbunden; der Beschleunigungssensor und der Drucksensor sind mit dem Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem verbunden; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem sind fest in einem Inneren des Schwimmkörpers angeordnet; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem sind miteinander verbunden;

wobei das Ankersystem zum Verankern und Befestigen des Schwimmkörpers verwendet wird, das Stromversorgungssystem zum Versorgen des Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystems und des Datenspeicher- und Datenübertragungssystems mit Strom verwendet wird, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem zum Verarbeiten von Beschleunigungsdaten und Druckdaten, um Verarbeitungsergebnisse zu ermitteln, und zum Berechnen von Wellenparametern auf Grundlage von Verarbeitungsergebnissen verwendet wird und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem zum Speichern und Hochladen der Wellenparameter verwendet wird.

[0006] In einer möglichen Ausführungsform wird das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem verwendet, um die Beschleunigungsdaten und die Druckdaten in Echtzeit zu empfangen, die Beschleunigungsdaten und die Druckdaten zu berechnen, um eine Höhe einer Wasseroberfläche und einen Korrekturwert zu ermitteln, die Höhe der Wasseroberfläche und den Korrekturwert zu berechnen, um eine korrigierte Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln, und die Wellenparameter entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.

[0007] Ein Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit der von Messungen mit der Wellen-Boje mit dem Drucksensor und dem Beschleunigungssensor umfasst Folgendes:

Ermitteln von Beschleunigungsdaten und Druckdaten, Berechnen der Beschleunigungsdaten und der Druckdaten, um eine Höhe einer Wasseroberfläche und

einen Korrekturwert zu ermitteln, Berechnen der Höhe der Wasseroberfläche und des Korrekturwertes, um eine korrigierte Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln, und

Ermitteln von Wellenparametern entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche, um die Genauigkeit der Wellen-Boje bei Messungen der Wellenparameter zu verbessern.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Ermitteln der Höhe der Wasseroberfläche Folgendes:

Ermitteln der Beschleunigungsdaten und anschliessendes Integrieren der Beschleunigungsdaten, um die Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform wird bei dem Integrieren ein Zeitbereichs-Integrations-Verfahren (Time Domain Integration Method) verwendet, wobei ein Prozess vom Integrieren Folgendes umfasst: Integrieren der Beschleunigungsdaten, um Geschwindigkeitsdaten zu ermitteln, und Integrieren von Geschwindigkeitssignalen, um die Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Ermitteln des Korrekturwertes Folgendes:

Ermitteln eines Tiefgangs auf der Grundlage der Druckdaten, Berechnen eines statischen Tiefgangs entsprechend einem Archimedes-Prinzip auf Grundlage eines Gewichts und einer Gesamtgröße der Wellen-Boje, und Berechnen des Korrekturwertes auf der Grundlage des Tiefgangs und des statischen Tiefgangs, wobei der Korrekturwert eine Differenz zwischen dem Tiefgang und dem statischen Tiefgang ist.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Ermitteln der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche Folgendes:

Addieren der Höhe der Wasseroberfläche und des Korrekturwertes, um die korrigierte Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Ermitteln der Wellenparameter Folgendes:

Berechnen der Wellenparameter auf der Grundlage der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche durch ein Verfahren zum Nulldurchgang nach oben (Zero Upcrossing Method), wobei die Wellenparameter eine Wellenhöhe und eine Wellenperiode umfassen.

[0013] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung haben folgende Vorteile. In der Wellen-Boje mit dem Drucksensor und dem Beschleunigungssensor sowie in dem Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit dient der Schwimmkörper als ein Träger und ist mit dem Beschleunigungssensor, dem Drucksensor, dem Stromversorgungssystem, dem Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem sowie dem Datenspeicher- und Datenübertragungssystem ausgestattet. Die vom Beschleunigungssensor erfassten Beschleunigungsdaten werden sekundär integriert, um eine Höhe einer Wasseroberfläche h_0 zu ermitteln, der Tiefgang R des Schwimmkörpers wird durch die vom Drucksensor gemessenen Druckdaten ermittelt und entsprechend dem statischen Tiefgang R_0 des Schwimmkörpers wird die korrigierte Höhe der Wasseroberfläche $h=h_0+(R-R_0)$ ermittelt. Entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche h werden die Wellenparameter wie Wellenhöhe und Wellenperiode durch ein Verfahren zum Nulldurchgang nach oben ermittelt, vom Datenspeicher- und Datenübertragungssystem lokal gespeichert und an ein Datenzentrum gesendet. Auf diese Weise können die Fehler bei den Messungen der Wellen, die durch die schlechte Fließfähigkeit des vorhandenen Schwimmkörpers verursacht werden, reduziert werden und die Genauigkeit der Wellen-Boje bei den Messungen erheblich verbessert werden. Daher ist die vorliegende Erfindung von großer Bedeutung für die Messungen der Wellenparameter in der Meerestechnik.

Aufzählung der Zeichnungen

[0014] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die Zeichnungen in der folgenden Beschreibung stellen nur einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar, und andere Zeichnungen können nach diesen Zeichnungen ohne kreative Arbeit für Techniker auf dem Gebiet erhalten werden. Die Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Wellen-Boje in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 ein Flussdiagramm für ein Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Ausführung der Erfindung

[0015] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsbeispiele

beschrieben worden ist, ist es für einen Fachmann ersichtlich, dass verschiedene Änderungen ausgeführt werden können und Äquivalente als Ersatz verwendet werden können, ohne den Bereich der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0016] Um das Problem der verringerten Genauigkeit von vorhandenen Bojen bei Messungen zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung folgende Ausführungsformen breit.

Ausführungsform 1

[0017] Wie in der Fig. 1 dargestellt, schafft die vorliegende Erfindung eine Wellen-Boje mit einem Drucksensor und einem Beschleunigungssensor, umfassend einen Schwimmkörper, ein Ankersystem, einen Beschleunigungssensor, einen Drucksensor, ein Stromversorgungssystem, ein Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und ein Datenspeicher- und Datenübertragungssystem.

[0018] Der Schwimmkörper dient dazu, den Auftrieb zu bieten und andere Ausrüstungen zu tragen; der Beschleunigungssensor befindet sich in einem Schwerpunkt des Schwimmkörpers; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem befinden sich alle im Innern des Schwimmkörpers; der Drucksensor ist an einem Boden des Schwimmkörpers angebracht; das Ankersystem ist mit dem Schwimmkörper verbunden, um die Sicherheit der Wellen-Boje zu gewährleisten. Während der Messungen werden die vom Beschleunigungssensor und vom Drucksensor erfassten Daten synchron an das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem übertragen, die vom Beschleunigungssensor erfassten Beschleunigungsdaten sekundär integriert, um eine Höhe einer Wasseroberfläche h_0 zu ermitteln, und der Tiefgang R des Schwimmkörpers wird durch die vom Drucksensor gemessenen Druckdaten ermittelt. Entsprechend dem statischen Tiefgang R_0 des Schwimmkörpers wird eine korrigierte Höhe der Wasseroberfläche, nämlich eine tatsächliche Höhe der Wasseroberfläche, $h=h_0+(R-R_0)$ ermittelt. Entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche h werden die Wellenparameter wie Wellenhöhe und Wellenperiode durch ein Verfahren zum Nulldurchgang nach oben ermittelt, vom Datenspeicher- und Datenübertragungssystem lokal gespeichert und an ein Datenzentrum gesendet. Auf diese Weise können die Fehler bei den Messungen der Wellen, die durch die schlechte Fließfähigkeit des vorhandenen Schwimmkörpers verursacht werden, reduziert werden und die Genauigkeit der Wellen-Boje bei den Messungen erheblich verbessert werden. Das Stromversorgungssystem wird zum Versorgen des Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystems und des Datenspeicher- und Datenübertragungssystems mit Strom verwendet; das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem wird verwendet, um die Beschleunigungsdaten und die Druckdaten in Echtzeit zu empfangen und zu berechnen, um die Höhe der Wasseroberfläche und einen Korrekturwert zu ermitteln, und dann die Höhe der Wasseroberfläche und den Korrekturwert zu berechnen, um eine korrigierte Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln und die Wellenparameter entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln; und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem wird zum Speichern und Hochladen der Wellenparameter verwendet.

Ausführungsform 2

[0019] Wie in der Fig. 2 dargestellt, schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit der Wellen-Boje mit dem Drucksensor und dem Beschleunigungssensor, umfassend folgende Schritte:

S1: während der Messungen werden die Beschleunigungsdaten a vom Beschleunigungssensor gemessen und anschließend integriert, um die Höhe der Wasseroberfläche h_0 zu ermitteln, die Druckdaten P werden vom Drucksensor gemessen, und der Tiefgang des Schwimmkörpers $R=P/(1,025 \cdot 9,8)$ wird entsprechend den Druckdaten ermittelt;

S2: auf der Grundlage eines Gewichts und einer Gesamtgröße der Wellen-Boje wird ein statischer Tiefgang R_0 entsprechend dem Archimedes-Prinzip berechnet; entsprechend dem statischen Tiefgang R_0 des Schwimmkörpers wird die korrigierte Höhe der Wasseroberfläche, nämlich die tatsächliche Höhe der Wasseroberfläche, $h=h_0+(R-R_0)$ berechnet und ermittelt; und

S3: entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche h werden die Wellenparameter wie Wellenhöhe und Wellenperiode berechnet.

[0020] In diesem Verfahren dient der Schwimmkörper dazu, den Auftrieb zu bieten und andere Ausrüstungen zu tragen; der Beschleunigungssensor befindet sich im Schwerpunkt des Schwimmkörpers; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem befinden sich alle im Innern des Schwimmkörpers; der Drucksensor ist an einem Boden des Schwimmkörpers angebracht; das Ankersystem ist mit dem Schwimmkörper verbunden, um die Sicherheit der Wellen-Boje zu gewährleisten.

[0021] Im S1 werden der Beschleunigungssensor und der Drucksensor bei der Datenerfassung synchronisiert. Beim sekundären Integrieren der Beschleunigungsdaten wird ein Zeitbereichs-Integrations-Verfahren verwendet, umfassend Folgendes: zuerst werden die Beschleunigungsdaten integriert, um Geschwindigkeiten zu ermitteln; und dann werden Geschwindigkeitsdaten integriert, um die vertikalen Verschiebungen der Wellen zu berechnen und zu ermitteln. Eine Berechnungsformel der vertikalen Verschiebungen der Wellen lautet wie folgt:

$$v(t) = v_0 + \int a(t) dt$$

$$s(t) = s_0 + \int v(t) dt,$$

wobei v_0 stellt die Anfangsgeschwindigkeit dar, s_0 stellt die vertikale Anfangsverschiebung dar, $a(t)$ stellt die Beschleunigungsdaten dar, $v(t)$ stellt die Geschwindigkeitsdaten dar und $s(t)$ stellt die Verschiebungsdaten dar.

[0022] Bei der Datenerfassung werden der Beschleunigungssensor und der Drucksensor synchronisiert und eine Berechnungsformel der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche ist $h=h_0+(R-R_0)$.

[0023] Im S3 werden die Wellenhöhe und die Wellenperiode nach dem Verfahren zum Nulldurchgang nach oben berechnet. Das Verfahren zum Nulldurchgang nach oben umfasst Folgendes: Berechnung eines Durchschnittswerts der vertikalen Verschiebungen der Wellen entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche, Nehmen des Durchschnittswerts als eine Nulllinie, Markieren eines Punktes, an dem eine Verschiebungskurve die Nulllinie zum ersten Mal von unterhalb der Nulllinie kreuzt, als Startpunkt der Wellen und Markieren eines Punktes, an dem die Verschiebungskurve die Nulllinie zum zweiten Mal von unterhalb der Nulllinie kreuzt, als Endpunkt der Wellen, wobei ein vertikaler Abstand zwischen dem Endpunkt und dem Startpunkt die Wellenhöhe ist und ein Zeitintervall zwischen dem Endpunkt und dem Startpunkt die Wellenperiode ist.

[0024] Die oben beschriebenen Ausführungsformen stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzzumfang der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert wurden, beschränkt sei.

Bezugszeichen

[0025]

- 1 Schwimmkörper
- 2 Ankersystem
- 3 Beschleunigungssensor
- 4 Drucksensor
- 5 Stromversorgungssystem
- 6 Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem
- 7 Datenspeicher- und Datenübertragungssystem

Patentansprüche

1. Wellen-Boje mit einem Drucksensor und einem Beschleunigungssensor, wobei die Wellen-Boje einen Schwimmkörper, ein Ankersystem, den Beschleunigungssensor, den Drucksensor, ein Stromversorgungssystem, ein Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und ein Datenspeicher- und Datenübertragungssystem umfasst; der Schwimmkörper mit dem Ankersystem verbunden ist; der Beschleunigungssensor fest in einem Schwerpunkt des Schwimmkörpers angeordnet ist; der Drucksensor fest an einem Boden des Schwimmkörpers verbunden ist; der Beschleunigungssensor und der Drucksensor mit dem Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem verbunden sind; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem fest in einem Inneren des Schwimmkörpers angeordnet sind; das Stromversorgungssystem, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem miteinander verbunden sind; wobei das Ankersystem zum Verankern und Befestigen des Schwimmkörpers verwendbar ist, das Stromversorgungssystem zum Versorgen des Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystems und des Datenspeicher- und Datenübertragungssystems mit Strom verwendbar ist, das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem zum Verarbeiten von Beschleunigungsdaten und Druckdaten, um Verarbeitungsergebnisse zu ermitteln, und zum Berechnen von Wellenparametern auf der Grundlage der Verarbeitungsergebnisse verwendbar ist und das Datenspeicher- und Datenübertragungssystem zum Speichern und Hochladen der Wellenparameter verwendbar ist.
2. Wellen-Boje nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Datenerfassungs- und Datenverarbeitungssystem verwendbar ist, um die Beschleunigungsdaten und die Druckdaten in Echtzeit zu empfangen, die Beschleunigungsdaten und die Druckdaten zu berechnen, um eine Höhe einer Wasseroberfläche und einen Korrekturwert zu ermitteln, die Höhe der Wasseroberfläche und den Korrekturwert zu berechnen, um eine korrigierte Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln, und die Wellenparameter entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.
3. Verfahren zur Messung von Wellenparametern mit der Wellen-Boje nach einem der Ansprüche 1-2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren Folgendes umfasst:
Ermitteln von Beschleunigungsdaten und Druckdaten, Berechnen der Beschleunigungsdaten und der Druckdaten, um eine Höhe einer Wasseroberfläche und

einen Korrekturwert zu ermitteln, Berechnen der Höhe der Wasseroberfläche und des Korrekturwertes, um eine korrigierte Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln, und
Ermitteln von Wellenparametern entsprechend der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Ermitteln der Höhe der Wasseroberfläche Folgendes umfasst:
Ermitteln der Beschleunigungsdaten und anschliessendes Integrieren der Beschleunigungsdaten, um die Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Integrieren ein Zeitbereichs-Integrations-Verfahren verwendet wird, wobei der Prozess vom Integrieren Folgendes umfasst: Integrieren der Beschleunigungsdaten, um Geschwindigkeitsdaten zu ermitteln, und Integrieren der Geschwindigkeitsdaten, um die Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.
6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Ermitteln des Korrekturwertes Folgendes umfasst:
Ermitteln eines Tiefgangs der Wellen-Boje auf der Grundlage der Druckdaten, Berechnen eines statischen Tiefgangs entsprechend einem Archimedes-Prinzip auf Grundlage eines Gewichts und einer Gesamtgröße der Wellen-Boje, und Berechnen des Korrekturwerts auf der Grundlage des Tiefgangs und des statischen Tiefgangs, wobei der Korrekturwert eine Differenz zwischen dem Tiefgang und dem statischen Tiefgang ist.
7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Ermitteln der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche Folgendes umfasst:
Addieren der Höhe der Wasseroberfläche und des Korrekturwertes, um die korrigierte Höhe der Wasseroberfläche zu ermitteln.
8. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Ermitteln der Wellenparameter Folgendes umfasst:
Berechnen der Wellenparameter auf der Grundlage der korrigierten Höhe der Wasseroberfläche durch ein Verfahren zum Nulldurchgang nach oben, wobei die Wellenparameter eine Wellenhöhe und eine Wellenperiode umfassen.

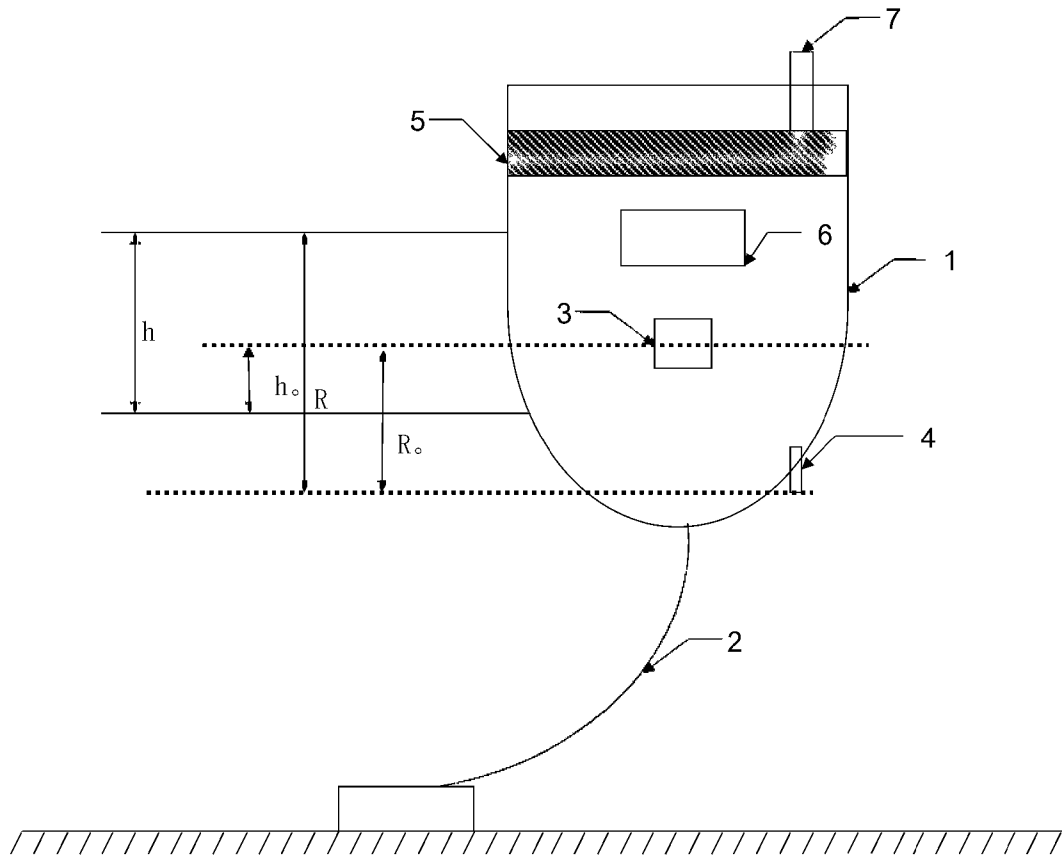


Fig. 1

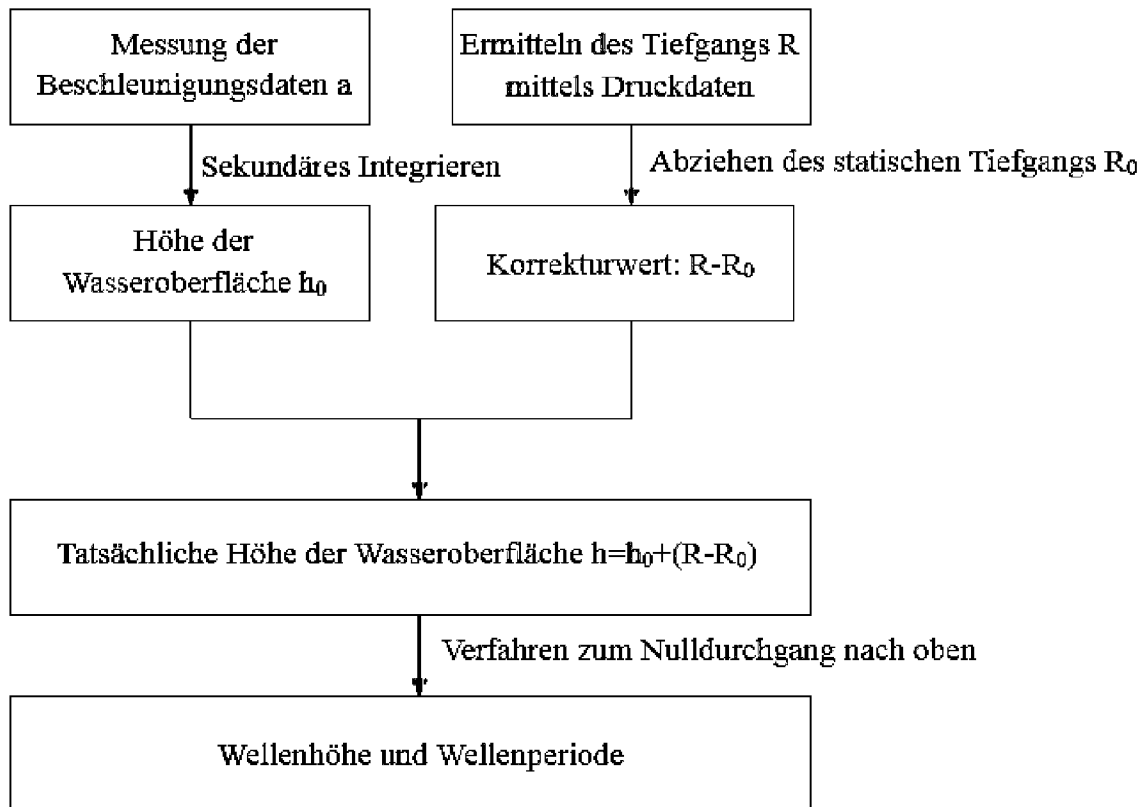


Fig. 2