(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 544 096 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(51) Int Cl.:
B63G 7/02 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04029038.9**

(22) Anmeldetag: **08.12.2004**

(54) **Verfahren zum Prüfen der Zerstörung einer Seemine**

Method for verifying the destruction of a sea mine

Méthode pour vérifier la destruction d'une mine marine

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **19.12.2003 DE 10359855**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(73) Patentinhaber: **ATLAS ELEKTRONIK GMBH**
28305 Bremen (DE)

(72) Erfinder: **Lonkai, Andreas**
28755 Bremen (DE)

(74) Vertreter: **Wasiljeff, Johannes M.B.**
Jabbusch Siekmann & Wasiljeff
Patentanwälte
Otto-Lilienthal-Strasse 25
28199 Bremen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 511 248 **DE-C1- 4 416 848**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 544 096 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen der Zerstörung einer Seemine, die mittels einer Sprengladung gesprengt wird, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

[0002] Das Dokument DE 4 416 848, das als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, beschreibt ein solches Verfahren, das auch zur Positionbestimmung einer Seeminendetonation angewendet wird.

[0003] Seeminen werden durch entsprechend ausgerüstete Minenjagdboote zunächst mittels eines Sensors geortet und dann identifiziert, wobei die Identifikation durch optische Mittel, wie TV-Kamera in einem zur Mine gesteuerten Unterwasserfahrzeug (Drohne) oder Sichtkontakt durch Taucher, erfolgt. Nach Identifikation der Mine wird die Mine bekämpft, beispielsweise durch Anbringen einer Haftladung durch einen Taucher, durch Absetzen einer Minnevernichtungsladung (MVL) am Ort der identifizierten Mine mittels eines Unterwasserfahrzeugs oder durch ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug mit integrierter Sprengladung, das auf die Mine gelenkt wird, wobei in einem vorgegebenen Abstand von der Mine die Sprengladung gezündet wird. Der Erfolg der Bekämpfung der Mine, also deren Zerstörung, wird je nach eingesetztem Sprengverfahren auf unterschiedliche Weise nachträglich festgestellt. Bei Sprengung mittels Haftladung, die eine deutlich kleinere Menge an Explosivstoff besitzt als die Mine, wird die Zerstörung der Mine durch die Gesamtwirkung der Detonation beurteilt. Eine starke Detonation lässt den sicheren Schluss zu, dass die Mine in einer Sympathiedetonation durch die Haftladung zerstört worden ist. Liegt das Sprengladungsgewicht der Mine etwa in der gleichen Größenordnung wie die Minenvernichtungsladung, lässt die Beobachtung der Detonationswirkung, z.B. Wasserfontäne, Stärke des Schocks, keinen sicheren Rückschluss auf die erfolgreiche Bekämpfung der Mine zu. Bei Sprengung durch Minenvernichtungsladungen, die eine relativ große Menge an Explosivstoff besitzen, je nach Bauart z.B. ca. 40 kg oder ca. 130 kg TNT-Äquivalent, wird daher der Bereich der Mine nach der Sprengung mit dem Sonar beleuchtet. Der Einsatz des Sonars ist aber erst nach einer sehr langen Zeitspanne nach Sprengung mit Aussicht auf Erfolg möglich, da durch die Sprengung aufgeworfenes Sediment sich erst wieder ablagern und der durch die Sprengung erzeugte Blasenschleier sich erst wieder auflösen muss, bevor ein aussagefähiges Sonarbild aus dem Bereich der Mine erhalten werden kann. Im Falle von im Sediment vergrabenen Minen kann auch mit der nachträglichen Sonarbeleuchtung des Minengebiets eine Aussage über die Zerstörung der Mine nicht mit absoluter Sicherheit gegeben werden.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Prüfung der Zerstörung einer Seemine durch Sprengung anzugeben, mit dem ohne nennenswerten Zeitverzug nach Sprengung die Zerstörung der Mine relativ sicher festgestellt werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Anspruch 1 gelöst.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass empfangsseitig im Empfangssignal eindeutig festgestellt werden kann, ob nur die Explosiv- oder Sprengladung detoniert ist oder auch eine Sympathiedetonation der Mine stattgefunden hat. Dabei macht man sich die Tatsache zunutze, dass die Explosion einer Sprengladung eine charakteristische Drucksignatur erzeugt, die sich als Kugelwelle im Wasser ausbreitet und erst in großer Entfernung ihre Eigenschaft, z.B. durch Dämpfung, verliert. Die vom Explosivstoff ausgelöste Detonationswelle breitet sich im Wasser mit einer im Vergleich zur Schallgeschwindigkeit deutlich höheren Geschwindigkeit aus, beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von ca. 5000 m/s, wobei die Ausbreitungsgeschwindigkeit im wesentlichen von der Art des Explosiv- oder Sprengstoffes abhängt. Da z. B. beim Einsatz von Minenvernichtungsladungen der Abstand zwischen abgelegter Sprengladung und Mine typischerweise ca. 0,5 bis 1,5 m beträgt, der Empfänger im Nahbereich der Sprengung, typischerweise in einem Umkreis von 300 bis 500 m, angeordnet ist und die Detonationswelle sich als Stoßwelle mit der genannten Geschwindigkeit im Wasser ausbreitet, kann die Detonation der Sprengladung einerseits und die Sympathiedetonation der Mine andererseits als zeitlich versetzte Detonationsereignisse im Empfangssignal detektiert werden. Sind im Empfangssignal zwei Detonationsereignisse feststellbar, so kann mit großer Sicherheit eine Zerstörung der Mine angenommen werden. Infolge der Einengung des Zeitversatzes zwischen den Detonationsereignissen auf ein Zeitfenster oder Zeitintervall, das beispielsweise ca. 200 bis 300 μs betragen kann, wird sichergestellt, dass ein auf ein erstes Detonationsereignis, das auf die Explosion der Sprengladung zurückgeht, folgendes zweites Detonationsereignis auch tatsächlich von der Sympathiedetonation der Mine ausgelöst worden ist. Wird in dem Zeitintervall nur ein einziges Detonationsereignis detektiert, so ist die Mine mit sehr großer Sicherheit nicht gesprengt, also nicht zerstört worden.

[0007] Zweckmäßige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit vorteilhaften Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen.

[0008] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird das Zeitfenster, innerhalb dessen die Detonationsereignisse liegen müssen, in Abhängigkeit von dem Abstand zwischen Sprengladung und Seemine im Moment des Zündens der Sprengladung und der Art des Explosivstoffes der Sprengladung festgelegt. Als ausreichendes Zeitfenster wird das Zeitfenster kleiner 2 ms gewählt, wobei in typischen Anwendungsfällen das Zeitfenster ca. 200 bis 300 μs beträgt.

[0009] Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung illustrierten Ausführungsbeispiels im folgenden näher beschrieben. Es zeigen jeweils in schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Draufsicht einer Minenjagdsituation mit Minenjagdfahrzeug, ferngelenktem Unterwasserfahrzeug und Seemine,

Fig. 2 eine Seitenansicht der Minenjagdsituation gemäß Fig. 1,

Fig. 3 ein Blockschaltbild des am Minenjagdfahrzeugs installierten Empfängers,

Fig. 4 ein am Empfänger abgenommenes Empfangssignal bei ausschließlicher Detonation einer am Minenort abgesetzten Sprengladung,

Fig. 5 das am Empfänger abgenommene Empfangssignal bei Detonation der Sprengladung und Sympathiedetonation der Mine.

[0010] In Fig. 1 und Fig. 2 ist schematisch eine Minenjagdsituation in Draufsicht und Seitenansicht skizziert, bei der ein als Überwasserschiff ausgebildetes Minenjagdboot 11 mit einem aussetzbaren, über ein sich abspulendes Kabel 16 mit dem Minenjagdboot 11 verbundenen, ferngelenkten Unterwasserfahrzeug 12, einer sog. Drohne, zur Räumung eines Seegebiets von Seeminen eingesetzt ist. Eine Mine 13 der im Seegebiet ausgelegten Seeminen ist in Fig. 1 und 2 dargestellt, wobei als Minenart eine Bodenmine angenommen ist, die auf dem Meeresboden 15 abgelegt ist. Das Minenjagdboot 11 verfügt über ein sog. Minenjagdsonar 18, mit dem im Seegebiet verankerte oder auf dem Meeresboden 15 abgelegte Minen 13 detektiert und klassifiziert werden können. Bodenminen, die in auf dem Meeresboden 15 abgelagertes Sediment 14 eingedrungen sind, werden mittels eines sog. Sedimentsonars, das z.B. im Unterwasserfahrzeug installiert ist, akustisch detektiert und klassifiziert.

[0011] Das vom Minen jagdboot 11 ausgesetzte Unterwasserfahrzeug 12 wird zur Mine 13 hin gelenkt, wobei das Unterwasserfahrzeug 12 immer gegen die Strömung 17 an die Mine 13 herangeführt wird. Über das Kabel 16, das beispielsweise ein Glasfaserkabel sein kann, findet dabei eine permanente Kommunikation zwischen Minenjagdboot 11 und Unterwasserfahrzeug 12 statt. Die Mine 13 wird durch das Unterwasserfahrzeug 12 identifiziert, und das Unterwasserfahrzeug 12 wird vom Minenjagdboot 11 veranlasst, eine Sprengladung 20, im Ausführungsbeispiel eine sog. Minenvernichtungsladung, am Ort der Mine 13 abzusetzen, wobei üblicherweise das Absetzen der Sprengladung 20 in einem Abstand a von 0,5 bis 1,5 m von der Mine 13 entfernt vorgenommen wird. Nach Absetzen der Sprengladung 20 wird das Unterwasserfahrzeug 12 vom Minenjagdboot 11 wieder eingeholt. In einer alternativen Ausführung ist die Sprengladung im Unterwasserfahrzeug integriert, und letzteres wird bei der Sprengung der Mine 13 mit vernichtet.

[0012] Die Vernichtung der Mine 13 wird in allen Fällen durch Fernzünden der Sprengladung 20 vom Minenjagdboot 11 aus ausgelöst, wobei das Minenjagdboot 11 eine gewisse Distanz, die von der Größe der Sprengladung 20 und der Minenart abhängt, vom Ort der Mine 13 einhält. Bei den üblicherweise verwendeten Minenvernichtungsladungen beträgt der einzuhaltende Abstand ca. 300 bis 500 m, gemessen von dem Projektionspunkt der Mine 13 auf die Wasseroberfläche 19. Durch die Detonation der Sprengladung 20 wird die Mine 13 zur Detonation, der sog. Sympathiedetonation, gebracht. Die durch die Sprengung ausgelösten Druckwellen, die sog. Detonationswellen, breiten sich als kugelförmige Stoßwellen im Wasser mit einer sehr hohen Geschwindigkeit aus, die wesentlich größer als die Schallgeschwindigkeit im Wasser ist und z.B. 5000 m/s beträgt. Diese Detonationswellen werden von einem Empfänger 21 im Minenjagdboot 11, das sich im Nahbereich der Sprengung befindet, aufgefasst. Der Empfänger 21 weist hierzu - wie dies im Blockschaltbild der Fig. 3 skizziert ist - einen breitbandigen elektroakustischen Wandler, üblicherweise Hydrofon 22 genannt, und eine dem Ausgang des Hydrofons 22 nachgeordnete, elektrische Signalverarbeitung 23 sowie eine Anzeigevorrichtung 24 zur Darstellung des Ergebnisses der Minenvernichtungsaktion auf. Mittels der Signalverarbeitung 23 wird das Empfangssignal des Empfängers 21 auf das Auftreten von Detonationsereignissen innerhalb eines Zeitfensters τ untersucht. Werden innerhalb des Zeitfensters τ zwei Detonationsereignisse gefunden, so wird in der Anzeigevorrichtung 24 die Zerstörung der Mine 13 angezeigt. Wird innerhalb des Zeitfensters τ nur ein Detonationsereignis festgestellt, so wird in der Anzeigevorrichtung 24 angezeigt, dass die Sprengung nicht zu einer Vernichtung der Mine 13 geführt hat.

[0013] In Fig. 4 und 5 ist jeweils ein Beispiel für ein Empfangsignal schematisch dargestellt, bei dem innerhalb des Zeitfensters τ nur ein Detonationsereignis (Fig. 4) bzw. zwei Detonationsereignisse (Fig. 5) festgestellt wurden. Durch die Diracstoß-ähnlichen Amplitudenspitzen im Empfangssignal können die Detonationsereignisse sehr gut erkannt werden. Das Auffinden der Detonationsereignisse kann auf verschiedene Weise in der Signalverarbeitung 23 durchgeführt werden. So können z.B. die Maxima der Signalamplitude, die Maxima des Betrags der Signalamplitude, die Maxima des Signalpegels oder die Maxima der Hüllkurve des Empfangssignals herangezogen werden.

[0014] Das Zeitfenster τ wird in Abhängigkeit von dem Abstand a zwischen Sprengladung 20 und Mine 13 und der Art des Explosivstoffes der Sprengladung 20 festgelegt. Als ein ausreichend kleines Zeitfenster τ, in dem Detonationsereignisse festgestellt werden müssen, wird ein Zeitfenster τ mit kleiner 2 ms gewählt. Bei einem mittleren Abstand von a = 1 m zwischen Sprengladung 20 und Mine 13 und bei einer Ausbreitungsgeschwindigkeit der Detonationswelle im Wasser von 5000 m/s beträgt der zeitliche Versatz Δt der beiden Detonationsereignisse ca. 200 μs, so dass bei einer Sympathiedetonation der Mine 13 beide Detonationsereignisse in das aufge-

spannte Zeitfenster τ fallen.

[0015] In Ergänzung des Verfahrens kann durch Auswertung des auf die Sympathiedetonation der Mine 13 zurückgehenden zweiten Detonationsereignisses im Empfangssignal mit Hilfe einer Datenbasis oder eines Expertensystems der Explosivstoff der detonierten Mine 13 nach Menge und/oder Art bzw. Klasse klassifiziert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen der Zerstörung einer Seemine (13), die mittels einer Sprengladung (20) gesprengt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Sprengung ausgelöste Druckwellen mittels eines im Seegebiet minenfern platzierten Empfängers (21) als Empfangsignal aufgefasst werden und dass das Empfangssignal auf das Auftreten von Detonationsereignissen innerhalb eines Zeitfensters (τ) untersucht und das Vorhandensein von zwei Detonationsereignissen als Minenzerstörung angezeigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zeitfester (τ) in Abhängigkeit von dem Abstand (a) zwischen Sprengladung (20) und Seemine (13) und der Art des Explosivstoffs der Sprengladung (20) festgelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zeitfenster kleiner als 2 ms gewählt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Auffinden der Detonationsereignisse Maxima der Signalamplitude, des Betrags der Signalamplitude, des Signalpegels oder der Hüllkurve des Empfangssignals herangezogen werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektroakustische Empfänger (21) mit einer breitbandigen Empfangscharakteristik ausgestattet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Empfänger (21) mindestens einen elektroakustischen Wandler (22) und eine dem Wandler (22) nachgeschaltete elektrische Signalverarbeitung (23) für das elektrische Ausgangssignal des Wandlers (22) aufweist.

Claims

1. Method for checking the destruction of a sea mine (13), which has been detonated by means of an explosive charge (20), **characterized in that** pressure weights initiated by the detonation are recorded as a received signal by means of a receiver (21) which is placed remotely from the mine in the sea area, and **in that** the received signal is examined for the occurrence of detonation events within a time window (τ), and the presence of two detonation events is indicated as mine destruction.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the time window (τ) is defined as a function of the distance (a) between the explosive charge (20) and the sea mine (13), and the nature of the explosive in the explosive charge (20).

3. Method according to Claim 1, **characterized in that** the time window is chosen to be shorter than 2 ms.

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** maxima of the signal amplitude, of the magnitude of the signal amplitude, of the signal level or of the envelope curve of the received signal are used to find the detonation events.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the electroacoustic receiver (21) is equipped with a broadband reception characteristic.

6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the receiver (21) has at least one electroacoustic transducer (22) and electrical signal processing (23), which is connected downstream from the transducer (22), for the electrical output signal from the transducer (22).

Revendications

1. Procédé pour vérifier la destruction d'une mine flottante (13) dont l'explosion a été provoquée au moyen d'une charge explosive (20), **caractérisé en ce que** les ondes de pression libérées lors de l'explosion sont captées sous la forme d'un signal reçu au moyen d'un récepteur (21) placé à distance de la mine dans le domaine maritime et que le signal reçu est examiné à la recherche de la présence d'événements de détonation à l'intérieur d'un créneau temporel (τ) et la présence de deux événements de détonation est signalée comme une destruction de la mine.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le créneau temporel (τ) est déterminé en fonction de la distance (a) entre la charge explosive (20) et la mine flottante (13) ainsi que la nature de la substance explosive de la charge explosive (20).

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le créneau temporel est choisi inférieur à 2

ms.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le maximum de l'amplitude du signal, de la valeur absolue de l'amplitude du signal, du niveau du signal ou de la courbe d'enveloppe du signal reçu sont utilisés pour rechercher les événements de détonation.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le récepteur électroacoustique (21) est doté d'une caractéristique de réception à large bande.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le récepteur (21) présente au moins un convertisseur électroacoustique (22) et un dispositif électrique de traitement du signal (23) branché à la suite du convertisseur (22) pour le signal de sortie électrique du convertisseur (22).

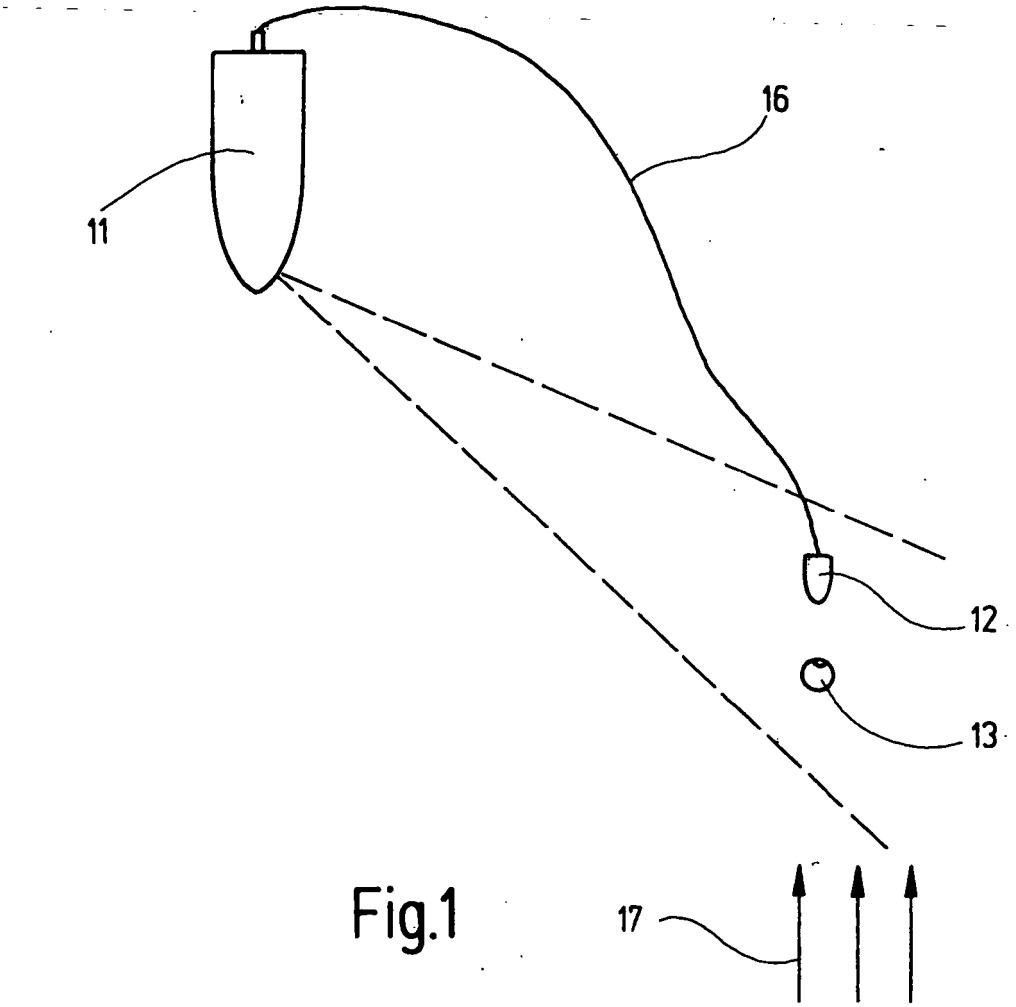


Fig.1

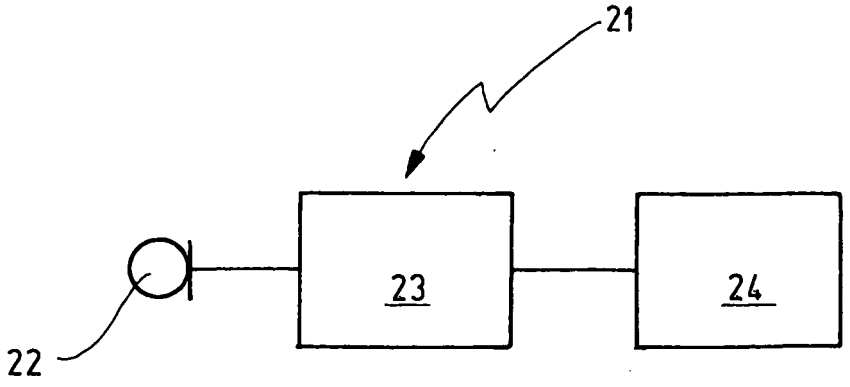


Fig.3

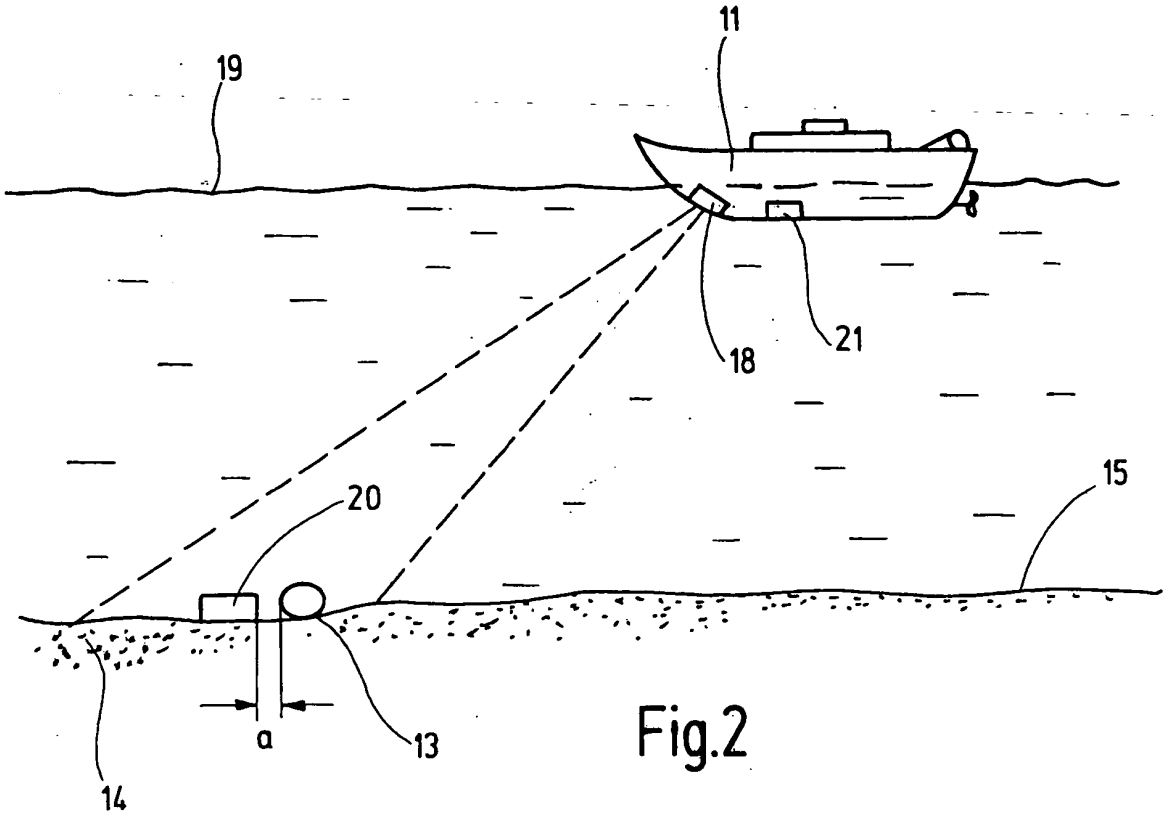


Fig.2

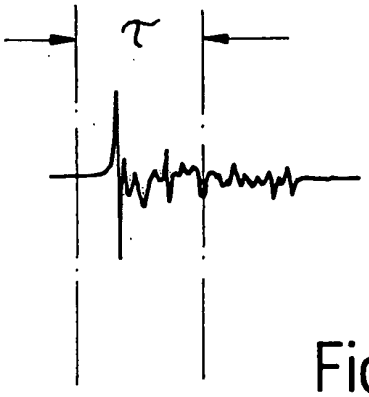


Fig.4

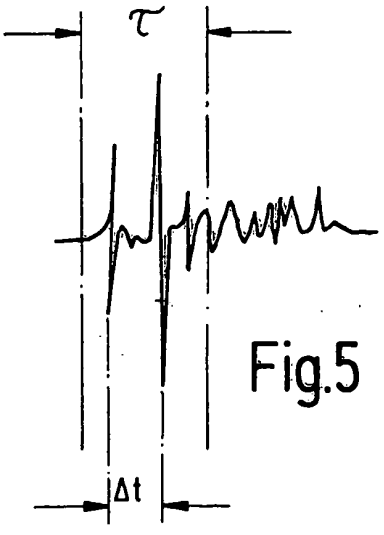


Fig.5

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

- DE 4416848 **[0002]**