(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PATENTSCHRIFT

(12) Ausschließungspatent

(11) DD 300 369 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) F 42 B 22/04

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD F 42 B / 337 149 3	(22)	16.01.90	(44)	04.06.92

(71) Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Universitätsplatz 1, O - 2500 Rostock, DD
(72) Kunde, Bernd, Dipl.-Ing.; Neumann, Uwe, Dipl.-Ing.; Völske, Jörg, Dipl.-Ing., DE
(73) Universität Rostock, Universitätsplatz 1, O - 2500 Rostock; Gerätebau Brieselang, Forstweg 1, O - 1552 Brieselang, DE
(74) Sektion Technische Elektronik/AGA der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Albert-Einstein-Straße 2, O - 2500 Rostock, DE

(54) Anordnung und Verfahren zur passiven akustischen Winkel- und Entfernungsbestimmung für Grundfernzündungsminen

(55) Grundfernzündungsmine; Zielortung; passives hydroakustisches Array; Lagebestimmung; Wandlerumschaltung; Laufzeitdifferenzen

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zur passiven akustischen Winkel- und Entfernungsbestimmung für Grundfernzündungsminen. Das Anwendungsgebiet der Erfindung ist die mikrorechnergestützte Zielortung, d. h. die Erfassung der relativen Winkel bzw. Koordinaten zwischen einer Grundfernzündungsmine und einem schallabstrahlenden Objekt mit Hilfe eines variablen passiven hydroakustischen Arrays, das durch Wandlerumschaltung in Abhängigkeit von einer Lagebestimmung des Minenkörpers gebildet wird. Durch Polaritätskorrelation gewonnene Laufzeitdifferenzen werden in Verbindung mit der Lageinformation und der Tiefe in ein Abstandskriterium umgerechnet.

ISSN 0433-6461

7 Seiten

Patentansprüche:

1. Anordnung zur passiven akustischen Winkel- und Entfernungsbestimmung, **dadurch gekennzeichnet,** daß mittels Multiplexer, gesteuert durch einen Lagesensor, aus einer Menge von in die Hülle der Grundfernzündungsmine integrierten Hydrophonen (W1 bis Wn) mit annähernder Kugelcharakteristik ein räumliches Array aus vier Hydrophonen (Wo bis Wz) zusammengeschaltet ist, die drei orthogonale Dipole bilden, und eine einachsige Lagemessung eine beliebige Rotation des Minenkörpers um die Längsachse gestattet, während die Abweichung der Längsachse von der Horizontalen einen gewissen Betrag nicht überschreitet.
2. Verfahren zur passiven akustischen Winkel- und Entfernungsbestimmung, bei dem die jeweiligen Laufzeitdifferenzen zwischen den hydroakustischen Wandlern eines Dipoles mittels Polaritätskorrelation gemessen werden, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Umschaltadresse des Multiplexers direkt aus dem höherwertigen Anteil des dualen Ausgabewortes des digitalen Lagesensors abgeleitet wird, während der niederwertige Anteil dieses Wortes zur Bestimmung der Winkel der ausgewählten Dipolachsen zur Vertikalen verwendet wird und aus den Laufzeitdifferenzen der einzelnen Dipole und dieser Lageinformation unter Ausnutzung orthogonaler Beziehungen unabhängig von der Schallgeschwindigkeit und der Dipollänge die Einfallsrichtung ankommender akustischer Wellen in bezug auf die Vertikale berechnet wird und unter Einbeziehung einer Tiefeninformation eine Entfernungs- und Positionsbestimmung eines schallabstrahlenden Objektes erfolgt.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Anwendungsgebiet der Erfindung ist die mikrorechnergestützte Erfassung der relativen Winkel bzw. Koordinaten zwischen einer Grundfernzündungsmine und einem schallabstrahlenden Objekt.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bisherige Verfahren der Bestimmung der Entfernung R zwischen der Grundfernzündungsmine und dem Ziel (Unterdruckamplitue des hydrodynamischen Feldes, magnetische Induktion, akustischer Effektivwert) lieferten keine eindeutigen Ergebnisse, da die Meßwerte außer von der Entfernung von Nebenbedingungen abhängig sind (Geschwindigkeit, Tonnage, magnetische Eigenschaften und abgestrahlte akustische Leistung des Zieles).
GP G 01 L/232535-1
Vorgefundene Verfahren der akustischen Ortung setzen eine große Basisweite D im Vergleich zur dominierenden Wellenlänge und/oder eine Vorzugslage des Arrays voraus.

DT-AS 1623356:	Verfahren und Anordnung zur Bestimmung des Verlaufs der Entfernung eines gleichmäßig fahrenden Wasserfahrzeuges
DE-AS 2240041:	Raumüberwachendes Gradientensystem
DT-OS 2607303:	Driftmeßvorrichtung
DE-OS 3033806:	Einrichtung zum Lokalisieren einer Geräuschquelle

Verfahren, die unter Ausnutzung der Krümmung der Wellenfront im Nahfeld eine direkte Entfernungsbestimmung mit Hilfe einer Reihe von mindestens drei Wandlern durchführen, verlangen eine um etwa zwei Größenordnungen höhere Auflösung der Zeitdifferenzmessung.

Ziel der Erfindung

Es besteht die Zielstellung, eine einfache und robuste Anordnung und ein Verfahren zur passiven akustischen Winkel- und Entfernungsbestimmung für Grundfernzündungsminen zu finden. Der Minenkörper soll einen Freiheitsgrad besitzen, die verwendeten Sensoren sollen in seine Hülle integriert sein.
Bei Abschattung oder Einspülung von Sensoren soll die Funktion des Systems erhalten bleiben.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter folgenden Voraussetzungen eine akustische Annäherungsdetekion zu realisieren.
Die Festlegung der Wirkungsentfernung Rw einer Grundmine in Abhängigkeit von der Wirkung S (auch als Schockzahl bezeichnet) und der Ladung C erfolgt nach:

$$R_w(m) = \frac{\sqrt{C(kg\,TNT)}}{S}$$

S ist abhängig von der Zielstandskraft und dem angestrebten Beschädigungsgrad.
Für Kriegsschiffe wird $0,2 < S < 0,4$ angesetzt.
Bei modernen Minenjagdbooten ist mit Schockzahlen über 0,6 zu rechnen.
Wird vom Durchschlagen der Bordwand ausgegangen, gilt $0,6 < S < 1,8$ über alle Schiffsklassen.
Sind S und C bekannt, ist Rw gegeben, bei dessen Unterschreitung das Abstandskriterium erfüllt ist.
Viele GFM besitzen einen rotationssymmetrischen, relativ langgestreckten Körper. Bei entsprechender Abwurftechnologie kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, daß die Längsachse eine annähernd waagerechte Lage einnimmt, während die Lage der Querachsen unbestimmt ist. Durch eine einachsige Lagemessung kann dann die Lage des Körpers in bezug auf die Vertikale eindeutig bestimmt werden. Damit können die gemessenen Einfallsrichtungen empfangener Zielgeräusche auf die Vertikalachse und unter Einbeziehung einer Tiefeninformation auf relative Erdkoordinaten umgerechnet werden, womit eine Zielortung und Entfernungsbestimmung ermöglicht werden.
Erfindungsgemäß werden aus einer Menge von auf der Minenhülle verteilten akustischen Wandlern W1 bis Wn die für die Erfüllung der Ortungsaufgabe am günstigsten gelegenen Wandler zu einem Array orthogonaler Dipole der Länge D verschaltet, das aus den vier Wandlern Wo bis Wz besteht.
Als am günstigsten gelegen werden dabei die durch den Lagesensor detektierten Wandler auf der Oberseite des Minenkörpers aufgefaßt.
Die Umschaltadresse für den Multiplexer wird direkt aus dem höherwertigen Anteil des Ausgabewortes des digitalen Lagesensors abgeleitet, während der niederwertige Anteil dieses Wortes zur Bestimmung der Winkel HX und HY der ausgewählten Dipolachsen zur Vertikalen verwendet wird.
Die jeweiligen Laufzeitdifferenzen DTx, DTy und DTz zwischen den hydroakustischen Wandlern eines Dipoles werden mittels amplitudenunempfindlicher Polaritätskorrelation gemessen und unter Ausnutzung der orthogonalen Beziehungen im Array wird unabhängig von der aktuellen Schallgeschwindigkeit und der Dipollänge unter Einbeziehung der Lageinformation der Einfallswinkel RH ankommender akustischer Wellen zur Vertikalen H berechnet und unter Einbeziehung einer Tiefeninformation T die Entfernung R bzw. die Längskoordinate Lr und die Querkoordinate Qr des schallabstrahlenden Objektes bestimmt:

$$\cos RH = \frac{\cos HX\,DTx + \cos HY\,DTy}{\sqrt{DTx^2 + DTy^2 + DTz^2}}$$

$$R = T/\cos RH$$

$$Qr = T\ \frac{\cos HY\,DTx - \cos HX\,DTy}{\cos HX\,DTx + \cos HY\,DTy}$$

$$Lr = T\ \frac{DTz}{\cos HX\,DTx + \cos HY\,DTy}$$

Ausführungsbeispiel

Fig. 1: Lage des Arrays in bezug auf relative Erdkoordinaten
Fig. 2a: Anordnung der Hydrophone auf dem Minenkörper
Fig. 2b: Einordnung des Lagesensors
Fig. 3: Wandlerauswahl mittels Multiplexer
Tab. 1: Lageabhängige Wandlerumschaltung

Aus Fig. 1 wird die Lage des Arrays in bezug auf die relativen Erdkoordinaten L (horizontale Längsachse des Minenkörpers), H (Vertikale) und Q (horizontale Querachse des Minenkörpers, Orthogonale zu L und H) deutlich.
Fig. 2 zeigt eine vorzugsweise Anordnung der Sensoren W1 bis W8 auf dem Minenkörper und die Einordnung des Lagesensors, dessen Nullpunkt auf der Winkelhalbierenden LS0 der Linien NP–W1 und NP–W2 liegt.
Das Ausgabewort LS des Lagesensors sei ein 6-bit-Dualwort. Dieses wird vorzugsweise mit Hilfe des vorhandenem Mikrorechners aus dem vom Lagesensor angebotenen Graycode gebildet. Die höherwertigen zwei Bit LS5 und LS6 dienen zur Wandlerumschaltung nach Tabelle 1 und Fig. 3 mittels vier 4-auf-1-Multiplexern M. Die Winkel HX und HY zwischen den Verbindungslinien Wo–Wx bzw. Wo–Wy und der Vertikalen H bewegen sich im Bereich 0...90 Grad mit einer Quantisierung von 5,625 Grad und werden aus den niederwertigen vier Bit folgendermaßen berechnet:

HX: = LS and 0FH
HY: = 10H – HX.

Tabelle 1

Lagesensor		Wz	Wx	Wy	Wo
Grad	dual				
0... 90	00H...0FH	W1	W6	W5	W8
90...180	10H...1FH	W2	W7	W6	W5
180...270	20H...2FH	W3	W8	W7	W6
270...360	30H...3FH	W4	W5	W8	W7

Mittels eines amplitudenunabhängigen Polaritätskorrelators, der Bestandteil eines Mikrorechners ist, werden die Laufzeitdifferenzen DTx, DTy und DTz zwischen Wx, Wy und Wz einerseits und Wo andererseits ermittelt.
Unter Einbeziehung der Lageinformation und der Tiefe T werden die relativen Koordinaten Qr und Lr und die Entfernung R des Zieles bestimmt:

$$Qr = T \frac{\cos HY\,DTx - \cos HX\,DTy}{\cos HX\,DTx + \cos HY\,DTy}$$

$$Lr = T \frac{DTz}{\cos HX\,DTx + \cos HY\,DTy}$$

$$R = T \frac{\sqrt{DTx^2 + DTy^2 + DTz^2}}{\cos HX\,DTx + \cos HY\,DTy}$$

Durch Verfolgung der Positionen über die Zeit kann in bekannter Weise die Geschwindigkeit des Zieles berechnet werden.
Das Ergebnis der Berechnung fließt in ein komplexes Zündkriterium ein.

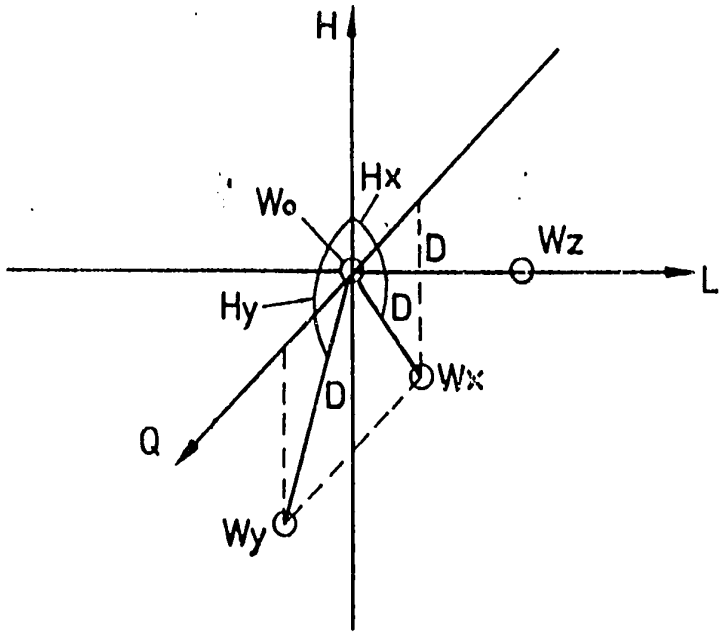


Fig.1

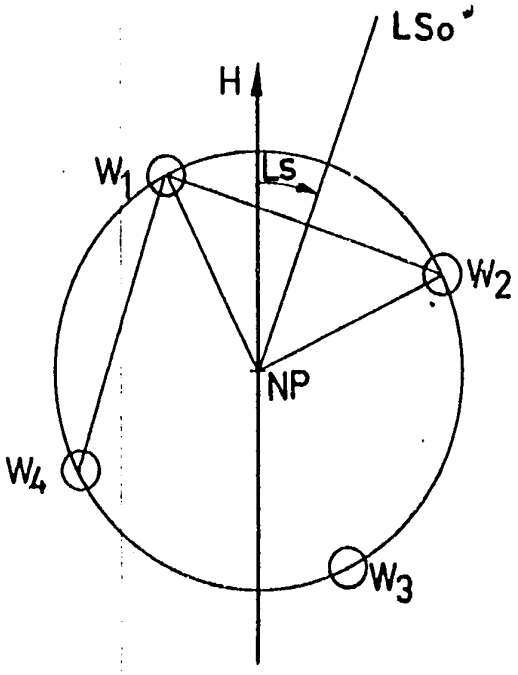


Fig.4

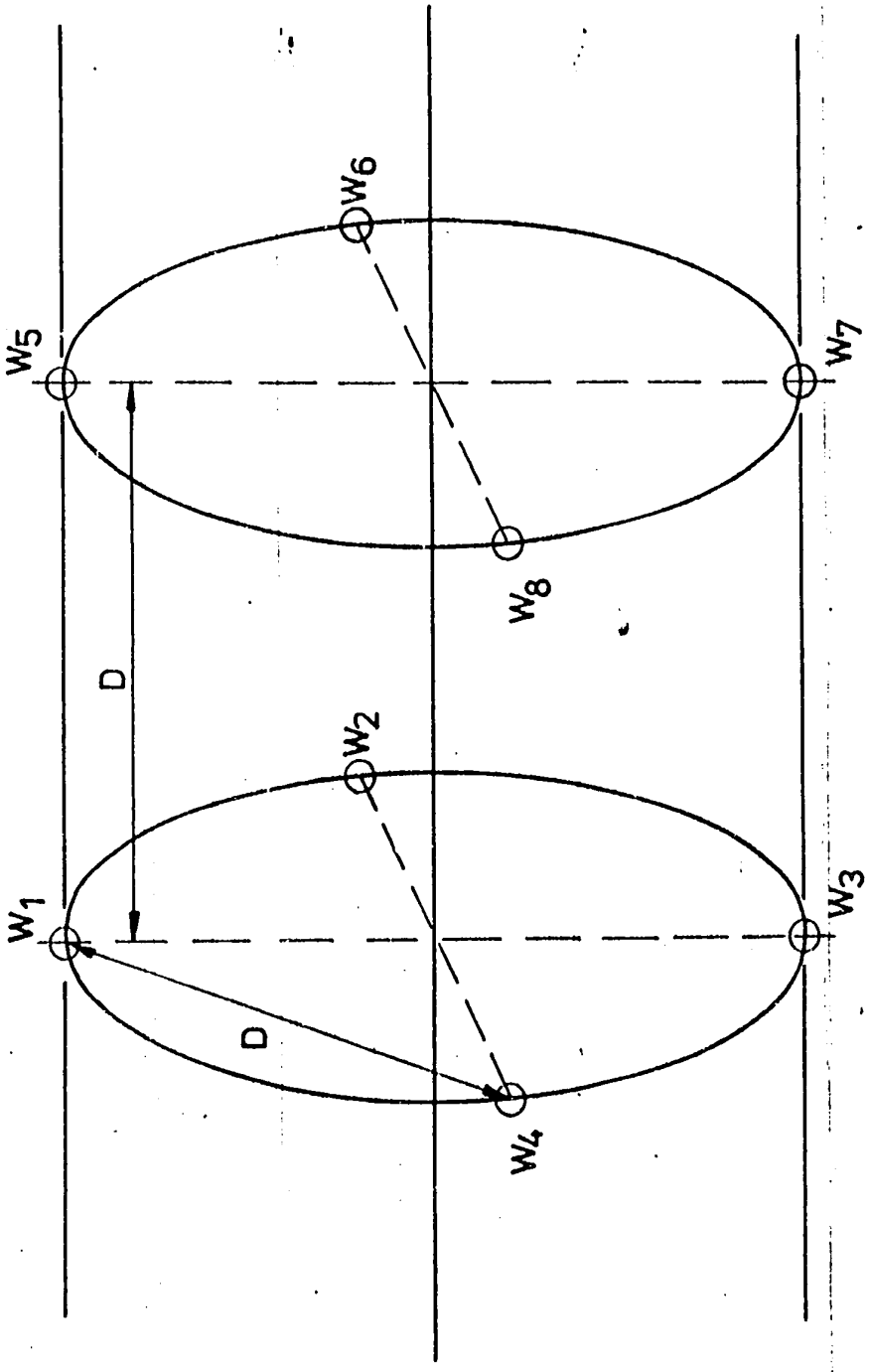


Fig.2

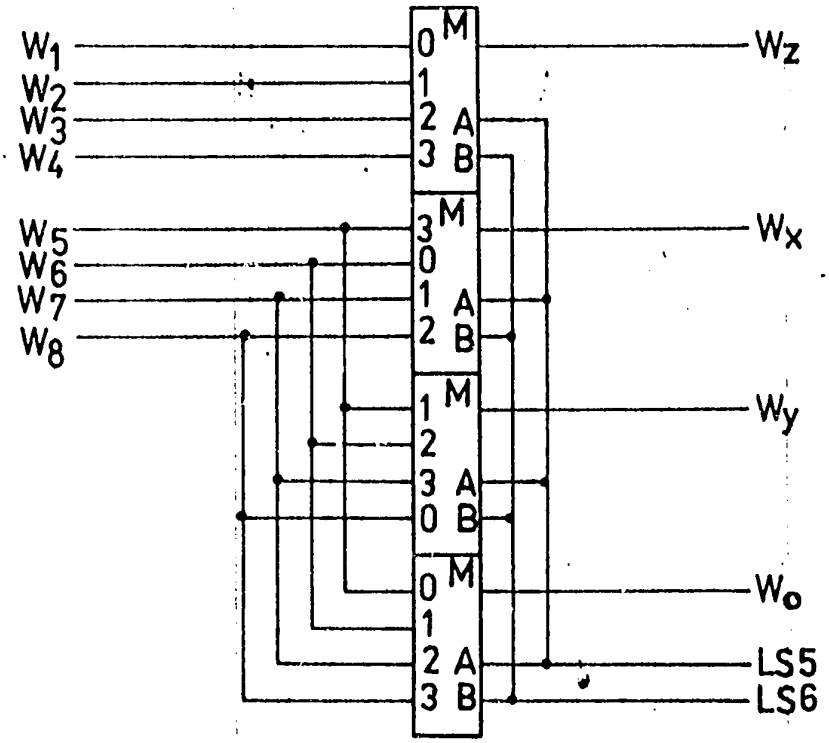

W1
W2
W3
W4
W5
W6
W7
W8
M
0
1
2
3
A
B
M
3
0
1
2
A
B
M
1
2
3
A
0
B
M
0
1
2
A
3
B
Wz
Wx
Wy
Wo
LS5
LS6

Fig.3