



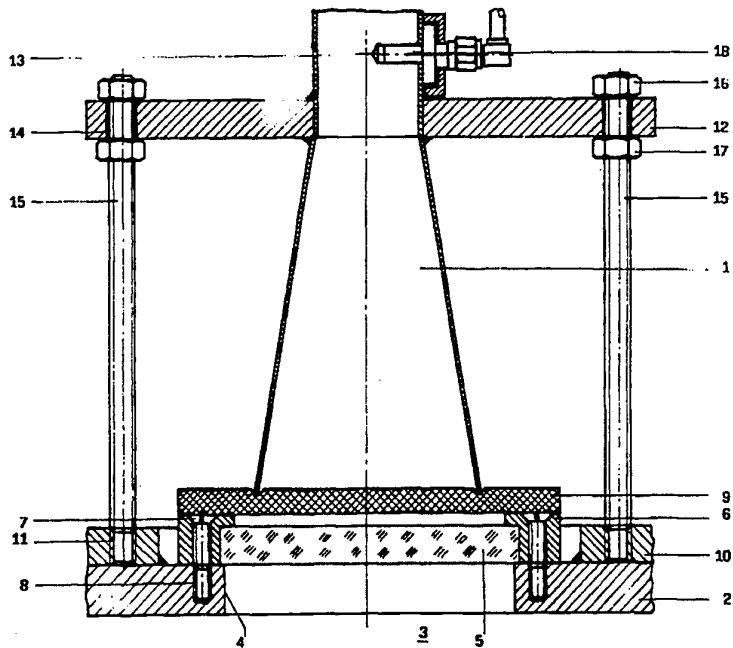
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01F 23/284</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/12113</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. Mai 1995 (04.05.95)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/01229</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 17. Oktober 1994 (17.10.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 36 494.2 26. Oktober 1993 (26.10.93) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ENDRESS + HAUSER GMBH + CO. [DE/DE]; Hauptstrasse 1, D-79689 Maulburg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OTTO, Johanngeorg [DE/DE]; Im Heimatwinkel 2/1, D-73434 Aalen-Hofherrnweiler (DE).</p> <p>(74) Anwalt: FELGNER, Wolfgang; Endress + Hauser GmbH + Co., Hauptstrasse 1, D-79689 Maulburg (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING THE LEVEL OF CONTAINER CONTENTS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR FÜLLSTANDSMESSUNG IN BEHÄLTERN

(57) Abstract

For the purposes of measuring the level of the contents of metal containers by means of short electromagnetic waves it is proposed to arrange the entire level measuring device, including the horn aerial, outside the container. The transmitted waves are directed on the medium to be measured through an aperture pierced in the container wall. The aperture is closed off by a glass or ceramic plate. In order to make the useful signal recognisable within the interference echo arising from the multiple reflection of the electromagnetic waves from the glass or ceramic plate, a damping layer of a prior art damping material is inserted between the microwave coupling component and the surface of the glass or ceramic plate. In order to obtain an optimum signal-to-noise ratio, the damping factor and the distance between the level measuring device in the axial direction of the container aperture and the surface of the glass or ceramic plate can be set.



(57) Zusammenfassung

Zur Messung des Füllstandes in metallischen Behältern mittels kurzer elektromagnetischer Wellen wird vorgeschlagen, das komplette Füllstandsmeßgerät einschließlich der Hornantenne außerhalb des Behälters anzuordnen. Die Sendewellen werden dazu durch eine die Behälterwand durchdringende Öffnung auf das zu messende Medium gerichtet. Die Öffnung ist mit einer Glas- oder Keramikscheibe verschlossen. Zur Erkennbarmachung des Nutzsignales innerhalb der von Mehrfachreflektionen an der Glas- oder Keramikscheibe der elektromagnetischen Wellen stammenden Störechos ist zwischen dem Mikrowellenkopplungselement und der Oberfläche der Glas- oder Keramikscheibe eine Bedämpfungsschicht aus einem herkömmlichen Bedämpfungswerkstoff zwischengefügt. Zur Erzielung eines optimalen Signal-Rauschverhältnisses sind Dämpfungskoeffizient und der Abstand des Füllstandsmeßgerätes in Axialrichtung der Behälteröffnung gegenüber der Oberfläche der Glas- oder Keramikscheibe festlegbar.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

- 1 -

Beschreibung

Vorrichtung zur Füllstandsmessung in Behältern

- Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Füllstandsmessung in Behältern mit einem Füllstandsmeßgerät, durch welche mittels einer Hornantenne kurzwellige elektromagnetische Wellen, Mikrowellen, durch eine Öffnung des Behälters auf die Oberfläche eines in dem Behälter befindlichen Füllgutes gesendet, an der Oberfläche reflektiert und über die gleiche Hornantenne von dem Füllstandsmeßgerät empfangen werden. Für jede Messung wird dann aus den empfangenen Echowellen eine die Echoamplituden als Funktion der Entfernung darstellende Echofunktion gebildet. Aus dieser Echofunktion wird die Laufzeit des Mikrowellenimpulses und daraus der Abstand zwischen der Hornantenne und der Oberfläche des Füllgutes ermittelt.
- 15 Zu der Mikrowellenfüllstandsmessung können verschiedene bekannte Verfahren angewendet werden, die es ermöglichen, kurze Entfernungen mittels reflektierter Wellen zu messen. Die dazu am häufigsten gebrauchten Verfahren sind das Impulsradar und das Frequenzmodulations-Dauerstrich-Radar (FMCW). Während bei dem erstgenannten Impulsradar periodisch kurze Mikrowellenimpulse ausgesendet werden, deren Laufzeit gemessen und daraus der Abstand ermittelt wird, wird bei dem FMCW-Radar eine kontinuierliche Mikrowelle ausgesendet, welche periodisch linear frequenzmoduliert ist. Die Frequenz jedes empfangenen Echosignales weist deshalb gegenüber der Frequenz des Sendesignales eine Frequenzdifferenz auf, die von der Laufzeit des Echosignales abhängt.
- 20
- 25
- 30 Für den Einsatz solcher Mikrowellenfüllstandsmeßgeräte in der Prozeßtechnik, zum Beispiel in der Chemieindustrie, besteht die Forderung, auch unter schwierigen Mess- und

Umgebungsbedingungen exakt messen zu können. Diese schwierigen Bedingungen sind beispielsweise bestimmt durch hohe und/oder sich ständig ändernde Temperaturen, hohe und/oder sich ändernde Drücke und ähnlichen Bedingungen, insbesondere aber durch explosible oder aggressive oder toxische Füllgüter, das heißt Meßmedien.

Wie aus der DE-PS 41 00 922 hervorgeht, wird nach dem bisherigen Stand der Technik diesen Schwierigkeiten dadurch begegnet, indem das Füllstandsmeßgerät räumlich so getrennt ist, daß der die elektronischen Teile aufweisende Sende- und Empfangsteil außerhalb des gefährlichen Behälterinnenraumes und nur noch notwendigerweise die Antenne im Innenraum des Behälters angeordnet ist. Beide Teile sind durch einen die Behälterwand durchdringenden Hohlleiter verbunden. Zur Trennung des Sende- und Empfangsteiles von dem Behälterinnenraum ist in dem Hohlleiter ein Hohlleiterfenster aus einem Quarzglas angeordnet. Das Quarzglas ist dabei so gewählt, daß es einen für die Durchlässigkeit der Mikrowellen günstigen niedrigen dielektrischen Verlustfaktor besitzt.

Eine solche Trennung des Meßgerätes ist aber mit einem erhöhten konstruktiven Aufwand verbunden. Für die Anpassung ist es außerdem notwendig, Anpaßstücke aus einem Werkstoff mittlerer Dielektrizitätskonstante, z.B. Teflon, beidseitig des Glaskörpers anzuordnen, was wiederum zu einer Einschränkung des verfügbaren Einsatzbereiches, z.B. des Temperaturbereiches und der chemischen Resistenz führt. Dieser erhöhte Aufwand und die anwendungstechnischen Einschränkungen wären aber vermeidbar, wenn das komplette Füllstandsmeßgerät außerhalb des die explosiblen, aggressiven oder toxischen Meßmedien enthaltenden Behälterinnenraum angeordnet werden könnte. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn es sich um einen Behälter aus einem Kunststoff handelt, dessen Werkstoff, zum Beispiel GFK, PVC, PD mit $\epsilon_r < 7$, einen hohen Transmissionskoeffizienten gegenüber kurzwelligem elektromagnetischen Wellen aufweist.

Sehr häufig handelt es sich aber in der Prozeßtechnik um metallische Behälter, deren metallische Oberfläche elektromagnetische Wellen reflektieren, so daß eine Messung durch die geschlossene Behälterwand nicht möglich ist.

5

Die Erfindung geht nun von der Tatsache aus, daß solche Behälter sehr häufig über Öffnungen verfügen, durch welche in der Vergangenheit der Behälterinnenraum mittels Bedienungspersonal optisch überwacht worden ist. Dabei sind diese Öffnungen konstruktiv so gestaltet und mit einer Glasplatte geeigneter Dicke so verschlossen, daß eine den Explosionsvorschriften gemäßige Trennung zwischen Behälterinnenraum und umgebender Atmosphäre mit mehrfacher Sicherheit gegeben ist. Eine Lösung des Problems könnte nun darin bestehen, das Mikrowellenfüllstandsmeßgerät so über einem solchen Sichtfenster anzuordnen, daß die Sendewelle durch das Sichtfenster direkt auf die Füllgutoberfläche gerichtet ist.

Die Anordnung des kompletten Mikrowellenfüllstandsmeßgerätes außerhalb des Behälterinnenraumes über einem solchen Sichtglasfenster bringt aber meßtechnisch so große Nachteile mit sich, daß in der Vergangenheit auf eine solche naheliegende Anordnung des Füllstandsmeßgerätes verzichtet wurde.

Diese Nachteile liegen darin, daß der Feldwellenwiderstand so angepaßt sein muß, daß das Sichtglasfenster für die Mikrowellen in einem möglichst großen Band um die gewählte Mittenfrequenz herum durchlässig ist. Da diese Voraussetzungen bei den vorhandenen Sichtglasfenstern nicht oder nicht vollständig gegeben waren, führte dies in der Vergangenheit dazu, daß bedingt durch die beträchtlichen Dicken der Gläser und die damit verbundene sprunghafte Änderung des Wellenwiderstandes sowie das Nichtvorhandensein geeigneter Anpaßstrukturen und deren Dimensionierung die Durchlässigkeit derartiger Glasschichten für die Mikrowellen so

gering war, daß kein auswertbares Nutzsignal vorhanden war.

Die Erfindung stellt sich nun die Aufgabe die Messung des Füllstandes in metallischen Behältern, bei welcher sich das
5 komplette Mikrowellenfüllstandsmeßgerät außerhalb des Behälterinnenraumes befindet, zu ermöglichen, dabei das Mikrowellenfüllstandsmeßgerät oberhalb eines vorhandenen oder neu einzubringenden Sichtglasfensters anzuordnen, und die bisherigen meßtechnischen Nachteile einer solchen Anordnung
10 zu vermeiden.

Die Erfindung bringt weiter den Vorteil, daß durch die Wahl der räumlichen Distanz zwischen der Unterkante der Hornantenne und der Glas- oder Keramikscheibe das Signal-Rausch-
15 verhältnis und die Signalstärke der elektromagnetischen Wellen einstellbar ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die in dem Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmale.

20

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

Es zeigen:

25

Figur 1 Einen Schnitt durch die Anordnung eines Mikrowellenfüllstandsmeßgerätes oberhalb eines Sichtglasfensters eines Behälters.

30

Figur 2 Die Diagramme a, b: zeigend den Verlauf der Meßwerte des Mikrowellenfüllstandsmeßgerätes in Anwendung ohne und mit der Anordnung nach der Figur 1.

35

Figur 3 Die Diagramme der Echofunktion der Mikrowellen bei einer Entfernung von 1,2 Meter wiederum in Anwendung ohne und mit der Anordnung nach der Figur 1.

Figur 4 Die Diagramme der Echofunktion der Mikrowellen bei einer Meßentfernung von 2,2 Meter in Anwendung ohne und mit der Anordnung nach der Figur 1.

5

In Figur 1 ist mit 1 die Hornantenne eines kompakt aufgebauten Mikrowellenfüllstandsmeßgerätes dargestellt. Das Mikrowellenfüllstandsmeßgerät nimmt dabei eine Lage außerhalb eines metallischen Behälters, zum Beispiel oberhalb eines ebenfalls metallischen Behälterdeckels 2 ein. Im Innenraum 3 des Behälters befindet sich das explosive oder aggressive oder toxische Meßmedium, dessen Füllhöhe mit dem Mikrowellenfüllstandsmeßgerät gemessen werden soll. Da die metallische Behälterwand elektromagnetische Wellen reflektiert, ist die Messung direkt durch die Behälterwand nicht möglich. Deshalb ist das Füllstandsmeßgerät so über einer kreiszylindrischen Öffnung 4 angeordnet, daß die elektromagnetischen Wellen über die Hornantenne 1 direkt auf die Oberfläche des Meßmediums gerichtet sind. Die Öffnung 4 durchdringt den Behälterdeckel 2 vollkommen. Bei der kreiszylindrischen Öffnung 4 kann es sich um ein zur Überwachung des Behälterinnenraumes bereits vorhandenes Sichtfenster, aber auch um eine extra zu diesem Zweck neu eingebrachte Öffnung handeln. Zur Trennung des Behälterinnenraumes gegenüber der Umwelt ist die Öffnung 4 mit einer Scheibe 5 aus einem Quarzglas oder einem keramischen Werkstoff verschlossen. Der Werkstoff des Quarzglases oder der Keramik ist so gewählt, daß er eine für die Durchlässigkeit der Mikrowellen günstige niedrige Dielektrizitätskonstante sowie einen möglichst niedrigen Verlustfaktor besitzt. Auch ist es notwendig, die Wandstärke des Quarzglases oder der Keramik so zu wählen, daß eine sichere Trennung von Prozess und Umwelt gewährleistet ist. Der Durchmesser des Fensters hat dabei mindestens der Antennenöffnungsfläche der Hornantenne 1 zu entsprechen. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel haben sich solche Fenster aus einem 25 mm dicken Borosilikatglas und Öffnungen mit einem Öffnungsdurchmesser

von 150 mm bewährt.

Zur Befestigung der Quarzglas- oder Keramikscheibe 5 an dem Behälterdeckel 2 umgreift ein Umfassungsring 6 die Quarzglas- oder Keramikscheibe 5.

Die Befestigungsschrauben 7 bilden zusammen mit Gewindebohrungen 8 eine lösbare Verbindung mittels welcher der Fassungsring 6 mit der Behälterwand 2 formschlüssig verbunden ist. Natürlich kann die Quarzglas- oder Keramikscheibe 5 oder der Fassungsring 6 durch jede andere, dem Fachmann bekannte Befestigungsart mit dem Behälterdeckel 2 verbunden sein.

15 Die Mikrowellenfüllstandsmessung durch ein solches Glasfenster scheiterte bisher daran, daß trotz der vergleichsweise geringen Dielektrizitätskonstanten der verwendeten Gläser wegen der für die Trennung von Prozess und Umwelt notwendigen Dicke des Glases oder der Keramik innerhalb der benötigten Durchlassbandbreite der kurzwelligen elektromagnetischen Wellen kräftige Reflektionen an der Ober- und Unterfläche der Glas- oder Keramikscheibe und nur schmalbandige Dickenresonanzen auftreten. So wird beispielsweise bei einem Glas mit $\epsilon_r = 7$ an jeder Grenzfläche von Glas/ 25 Luft nur etwa 80 % der Wellen durchgelassen und etwa 20 % reflektiert.

Der an den Oberflächen der Glas- oder Keramikscheibe reflektierte Wellenanteil erreicht natürlich wegen der kurzen 30 Distanz zu dem Füllstandsmeßgerät unmittelbar nach dem Aussenden über die Hornantenne wieder das Füllstandsmeßgerät. Er wird hier von der Hornantenne und/oder dem Hohlleiterrohr und danach wiederum von den Oberflächen der Glas- oder Keramikplatte reflektiert. Diese bis zum völligen 35 Energieverlust eine Zeitspanne ständig zwischen Füllstandsmeßgerät und Oberflächen der Glasscheiben hin und her laufenden Wellenanteile verursachen ein Störecho näherungsweise in Form einer Rampe, welche das Nutzsignal überdeckt und

sonit die Messung im Nahbereich der Antenne unmöglich macht.

In Figur 2 sind die Auswirkungen dieses Effektes dargestellt. In dem Diagramm von Figur 2a ist als Abszissenachse die Meßentfernung in Metern und als Ordinatenachse der Meßwert ebenfalls in Metern aufgetragen. Die Kurve stellt das bei der Messung durch die Quarzglas- oder Keramikscheibe auf die Oberfläche eines in einem Behälter befindliche Füllgut erhaltene Meßsignal des Mikrowellenfüllstandsmessgerätes dar. Wie aus der Kurve 2a ersichtlich ist, treten gehäuft Fehlmessungen auf. Die von Mehrfachreflektionen stammenden Störschos im Nahbereich der Antenne von ca. 0,5 Meter bis ca. 3,5 Meter bilden einen so hohen Störpegel, daß eine sichere Messung des Füllstandes in diesem Bereich nicht möglich ist.

In Überwindung dieses Vorurteiles hat sich nun aber überraschenderweise gezeigt, daß die Messung des Füllstandes mittels kurzer elektromagnetischer Wellen durch das von einer mit einer Quarzglas- oder Keramikscheibe verschlossene Fenster eines metallischen Behälters dennoch möglich ist, wenn erfindungsgemäß zwischen dem Mikrowellenkopplungselement 18 und der Quarzglas- oder Keramikscheibe 5 eine Schicht 9 aus einer herkömmlichen, handelsüblichen Dämpfungsmatte zwischengefügt ist. Das Zwischenfügen einer solchen Dämpfungsschicht 9 bewirkt, daß sowohl das Meßsignal als auch das reflektierte Signal beim Durchgang durch die Dämpfungsschicht eine Schwächung erfährt. Diese zweimalige Dämpfung schwächt zwar das Nutzsignal, aber auch das, durch Rückreflektionen an den Oberflächen der Hornantenne 1 und der Glas- oder Keramikscheibe 5 entstehende, hin und her laufende Störsignal. Dieses letztere wird durch die mehrfachen Durchgänge der Bedämpfungsschicht in erheblichem Maße mehr bedämpft als dies bei dem zweimaligen Durchgang des Nutzsignales der Fall ist. Damit ergibt sich eine sichtbare Steigerung des Signal-Rauschverhältnisses. Durch Wahl des Dämpfungskoeffizienten der Dämpfungsschicht kann

das Signal-Rauschverhältnis und damit verbunden der Pegel des Nutzsignales eingestellt werden. Die Dämpfungsmatte kann dabei zum Beispiel aus einer handelsüblichen Dämpfungsmatte aus einem ECCOSORB AN der Firma GRACE N.V., Belgien, bestehen.
5

In Figur 2b ist wiederum die Meßentfernung in Metern als Abszissenachse und der Meßwert in Metern als Ordinatenachse aufgetragen. Die Kurve zeigt das Meßsignal analog zur Figur 10 2a mit dem Unterschied, daß zur Messung eine Bedämpfungsschicht 9 zwischen die Hornantenne 1 und die Glas- oder Keramikscheibe 5 zwischengefügt ist. Es ist aus Figur 2b klar ersichtlich, daß die Einbringung der Bedämpfungsschicht 9 einen hohen Störpegel verhindert und durchweg zu 15 korrekten Meßwerten führt. Natürlich ist es erforderlich, daß das Mikrowellenfüllstandsmeßgerät über eine ausreichende Dynamikreserve verfügt, damit das zweimal bedämpfte Nutzsignal trotz der Bedämpfung einwandfrei ausgewertet werden kann. Dies stellt jedoch kein Problem dar, da fast 20 alle heute üblichen Mikrowellenfüllstandsmeßgeräte über eine solche hinreichende Dynamikreserve verfügen.

Das Zwischenfügen einer Bedämpfungsschicht bringt zudem den Vorteil, daß über die Wahl des Bedämpfungsfaktors die 25 Steilheit des Störsignales, also das Signal-Rauschverhältnis als Funktion der Entfernung und damit die absolute Höhe des Nutzsignales und damit verbunden auch der Meßbereich eingestellt werden kann.

30 Die Vorrichtung von Figur 1 zeigt weiter eine Befestigung für das Füllstandsmeßgerät an dem Deckel 2 des Behälters. Dazu umläuft ein Ringflansch 10 koaxial mit gleichbleibenden Abstand den Fassungsring 6. Der Ringflansch 10 weist eine Reihe von Gewindebohrungen 11 auf. Diese sind entlang 35 eines Lochkreises mit gleichem Abstand in den Ringflansch 10 eingebracht. Der Ringflansch 10 ist mittels einer Schweißverbindung nichtlösbar mit dem Behälterdeckel 2 verbunden.

Eine weitere Schweißverbindung stellt die nicht lösbare Verbindung der Hornantenne 1 mit einem Befestigungsflansch 12 her. Der Befestigungsflansch 12 umläuft formschlüssig koaxial die Oberkante der Hornantenne 1 sowie die Mantelfläche des Hohlleiterrohres 13. Der Erregerstift des Mikrowellenkopplungselementes 18 durchdringt die mantelfläche des Hohlleiterrohres 13 und ragt ein Stück radial in den Innenraum des Hohlleiterrohres 13. Das Mikrowellenkopplungselement 18 ist über eine Koaxialleitung mit dem elektronischen Sende- und Empfangsteil verbunden. Entlang seinem Umfang weist der Befestigungsflansch 12 eine Reihe von Durchgangsbohrungen 14 auf, welche gleich den Gewindebohrungen 11 des Ringflansches 10 auf dem Befestigungsflansch 12 verteilt sind. Die Gewindebohrungen 11 und die Durchgangsbohrungen 14 liegen sich gegenüber. Zwischen den Flanschen 10 und 12 sind Gewindesäulen 15 angeordnet. Die Gewindesäulen 15 stützen sich in den Gewindebohrungen 11 des Ringflansches 10 ab. Der Befestigungsflansch 12 ist weiter zwischen jeweils zwei Muttern 16, 17 der Gewindesäulen 15 eingespannt. Damit ist das Füllstandsmeßgerät lösbar mit dem Behälterdeckel 2 verbunden. Diese Art der Befestigung erlaubt es, den Abstand des Füllstandsmeßgerätes zu dem Behälterdeckel 2 und damit den Abstand der Kante der Hornantenne 1 zu der Glas- oder Keramikscheibe 5 durch einfaches Lösen, Verstellen und wieder Anziehen der durch den Befestigungsflansch 12 und die Muttern 16, 17 gebildeten Schraubverbindung präzise einzustellen. Eine solche Einstellung ist deshalb notwendig, weil über den Abstand zwischen der Hornantenne 1 und der Glas- oder Keramikscheibe 5 das Signal-Rauschverhältnis in einem räumlichen Bereich in der Nähe des Fensters besonders groß gehalten werden kann.

Natürlich kann auch jede andere, dem Fachmann geläufige, höhenverstellbare Befestigung des Mikrowellenfüllstandsmeßgerätes gewählt werden.

Die Figuren 3 und 4 zeigen die Wirkung der Erfindung anhand der Diagramme der Echofunktion. In den Diagramm von Figur 3 ist als Abszissenachse wiederum die Entfernung in Metern und als Ordinatenachse die Signalleistung in dB aufgetragen. Die obere Kurve a zeigt die Echofunktion ohne Bedämpfungsschicht 9 und die Kurve b die Echofunktion mit Bedämpfungsschicht 9 bei einer Meßentfernung von 1,2 m.

Das erste große Maximum stellt jeweils den Sendeimpuls dar. Das Maximum bei 0 m ist die Reflektion an der Oberfläche der Glas- oder Keramikscheibe 5. Wie aus der Kurve a ersichtlich ist, ist die Reflektion an der Oberfläche der Scheibe 5 ohne Bedämpfungsschicht 9 um ca. 20 dB stärker ausgeprägt als in der Kurve b unter Zwischenfügung der Bedämpfungsschicht 9. In dem Diagramm von Figur 3 verschwindet ohne die Bedämpfungsschicht 9 das Nutzsignal völlig in dem Störsignal, während es sich mit Bedämpfungsschicht 9 deutlich davon abhebt.

Das Diagramm von Figur 4 zeigt die gleiche Echofunktion bei einer Meßentfernung von 2,2 m Entfernung. In dem Diagramm von Figur 4 ist zu sehen, daß ohne Bedämpfungsschicht 9 das Nutzsignal zwar noch auswertbar ist, aber ein geringeres Signal-Rauschverhältnis aufweist, wie das unter Zwischenfügung der Bedämpfungsschicht 9 der Fall ist. Das Störsignal wird durch die Bedämpfung wesentlich glatter.

Trotz der durch die Bedämpfung verursachten Absenkung der Signalleistung ist die Echofunktion in allen Fällen besser auswertbar. In der Praxis hat sich bei einer Sendefrequenz von 5,8 GHz und einer Dicke der Bedämpfungsschicht von ca. 20 mm eine Dämpfungswirkung vom 7 dB ergeben. Ein Abstand zwischen der Hornantenne 1 und der Glas- oder Keramikscheibe 5 von ca. 40 mm hat sich besonders bewährt.

Vorteilhaft ist natürlich, wenn zwischen der Kante der Hornantenne 1 und der Scheibe 5 möglichst wenig reflektierende Teile wie Abstandshalter, Stegbolzen, metallische

- . Gehäuseteile, usw. vorhanden sind, damit weitere Reflektionen der Sendewelle vermieden werden.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß die Messung des

5 Füllstandes mittels kurzer elektromagnetischer Wellen durch eine Glas- oder Keramikscheibe eines metallischen Behälters unter Zwischenfügung einer Bedämpfungsschicht gegenüber einer Messung durch die Wandung eines Behälters aus einem dafür geeigneten Werkstoff, zu einer Verringerung der

10 Reichweite der Messung führt. In den meisten Anwendungsfällen aber kann dies ohne weiteres in Kauf genommen werden.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Füllstandsmessung in Behältern mit einem Füllstandsmeßgerät, durch welches mittels einer Hornantenne kurzwellige elektromagnetische Wellen durch eine Öffnung des Behälters auf die Oberfläche eines in dem Behälter befindlichen Füllguts gesendet, an der Oberfläche reflektiert und über die gleiche Hornantenne von dem Füllstandsmeßgerät empfangen werden, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 5
- 10 a) Das Füllstandsmeßgerät ist einschließlich der Hornantenne (1) entlang einer Symmetrieachse der Öffnung (4) oder einer um wenige Grade von der Symmetrieachse abweichenden Achse außerhalb des Behälterinnenraumes (3) an der Behälterwand (2) angeordnet;
- 15 b) Die Öffnung (4) ist von einer Glas- oder Keramik-scheibe (5) verschlossen;
- 20 c) Zwischen dem Mikrowellenkopplungselement (18) des Füllstandsmeßgerätes und der Oberfläche der Glas- oder Keramikscheibe (5) ist eine Bedämpfungsschicht (9) zwischengefügt;
- 25 d) Die Bedämpfungsschicht (9) nimmt zwischen dem Mikrowellenkopplungselement (18) und der Glas- oder Keramikscheibe (5) eine solche Lage ein, daß jede abgestrahlte oder reflektierte, die Bedämpfungsschicht durchdringende elektromagnetische Welle eine Bedämpfung erfährt;
- 30 2. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bedämpfungsschicht (9) durch einen Ab-

- schnitt einer handelsüblichen Bedämpfungsmatte gebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß
5 die Bedämpfungsschicht (9) aus einem ECCOSORB AN der Firma GRACE N.V., Belgien besteht.
 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß
10 der, das Meßmedium enthaltene, Behälterinnenraum (3) durch die Glas- oder Keramikscheibe (5) gegenüber der Umwelt abgeschlossen ist.
 5. Vorrichtung nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet**, daß
15 die Glas- oder Keramikscheibe (5) von Befestigungsmitteln (6) umgriffen ist.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet**, daß
20 die Glas- oder Keramikscheibe (5) über die Befestigungsmittel (6) druckdicht und explosionsgeschützend mit der Behälterwand (2) verbunden ist.
 7. Vorrichtung nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet**, daß
25 die Glas- oder Keramikscheibe (5) aus einem Werkstoff mit für die Durchlässigkeit von elektromagnetischen Wellen niedrigen dielektrischen Verlustfaktor und niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet ist.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 7 **dadurch gekennzeichnet**, daß
30 die Glas- oder Keramikscheibe (5) aus einem Borosilikatglas gebildet ist.
 9. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß
35 durch Wahl der räumlichen Distanz zwischen der Unterkante der Hornantenne (1) und der Oberfläche der Glas- oder Keramikscheibe (5) das Signal-Rauschverhältnis und die Signalstärke der elektromagnetischen Wellen einstellbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9 **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel (15, 16, 17) zur Veränderung und Festlegung der räumlichen Distanz zwischen der Unterkante der Hornantenne (1) und der Oberfläche der Glas- oder Keramik-
5 scheibe (5) vorhanden sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Wahl des Dämpfungskoeffizienten das Signal-Rausch-
10 verhältnis und die Absoluthöhe des Nutzsignales einstellbar ist.

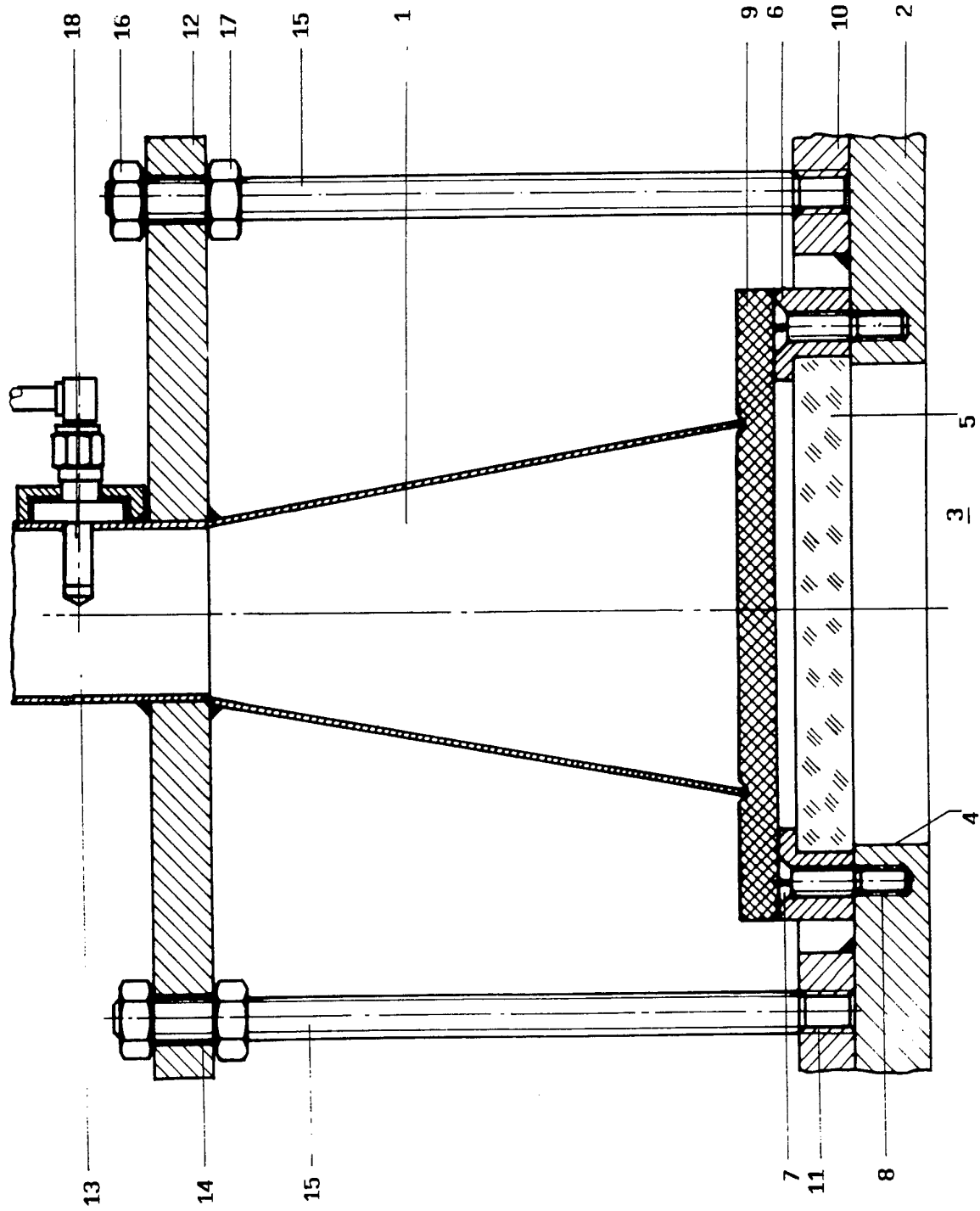
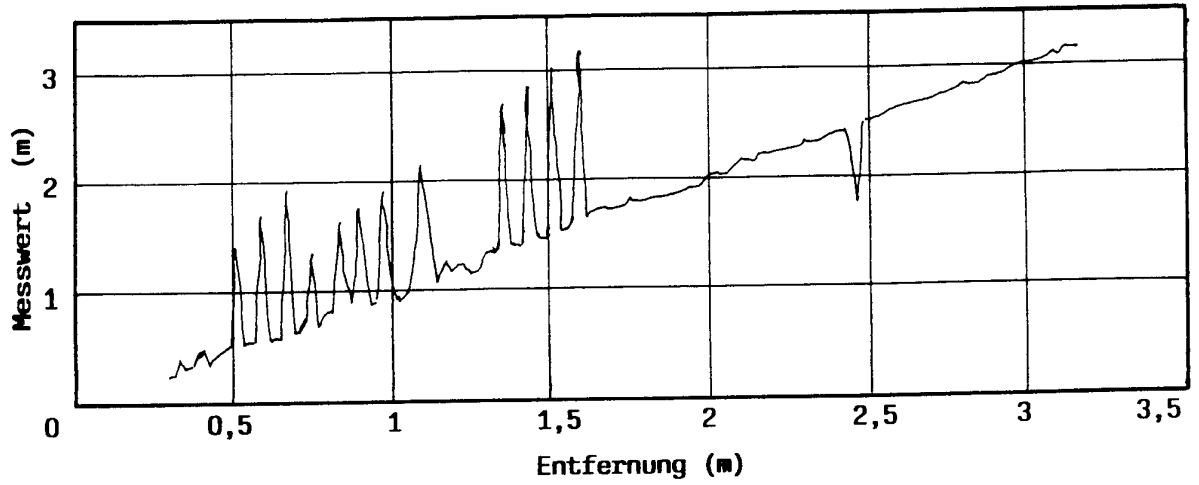
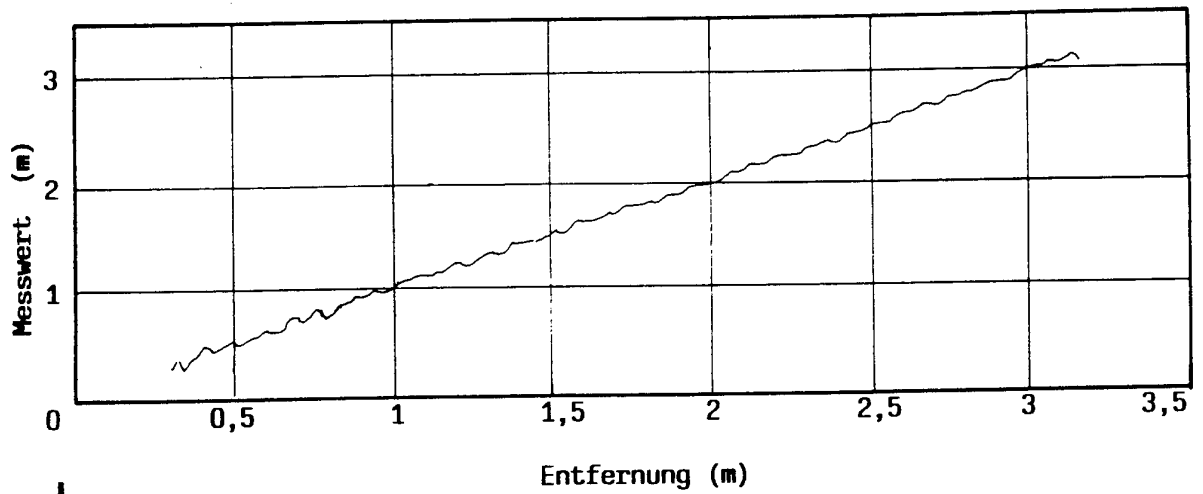


Fig.1



a



b

Fig.2

3/4

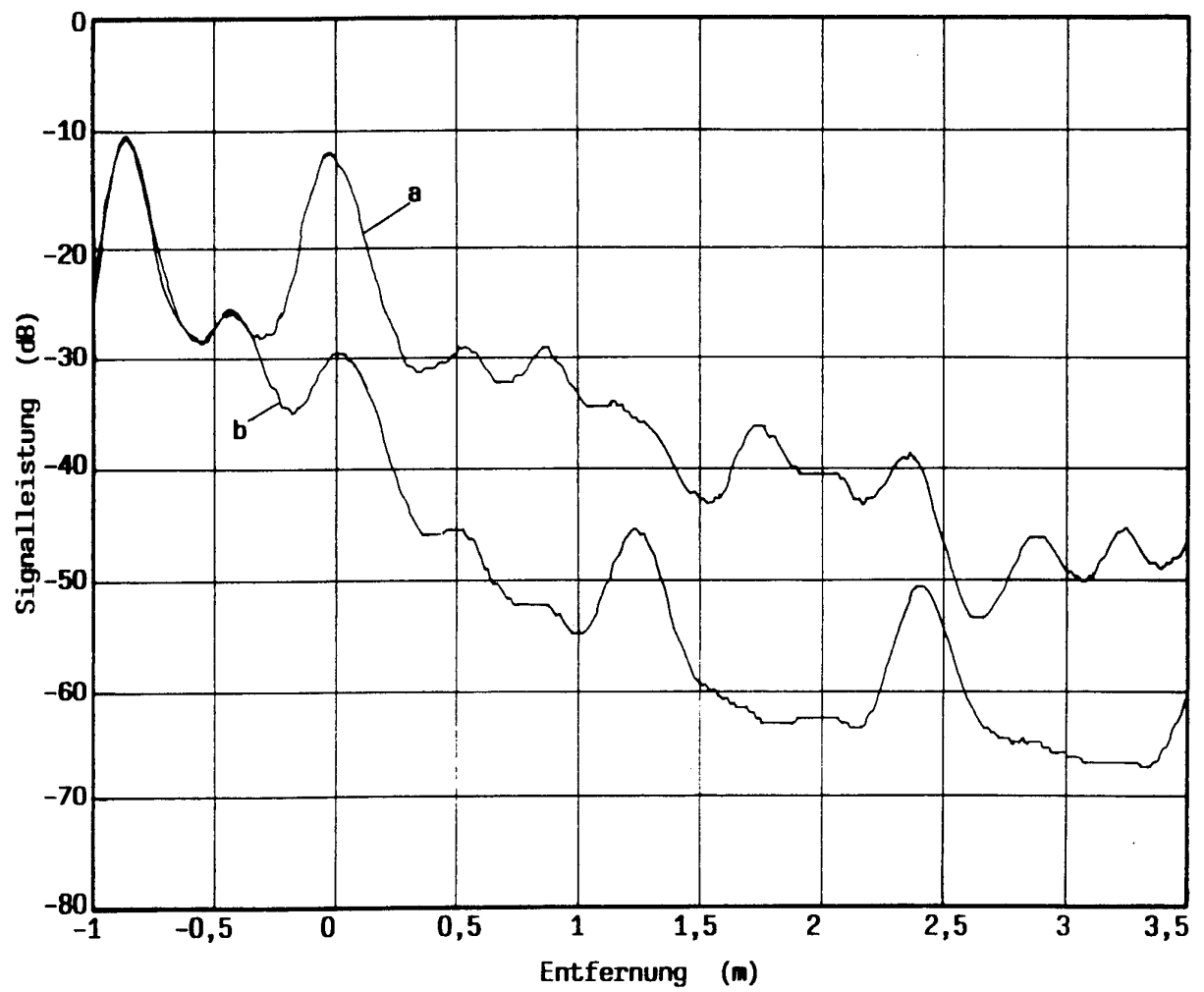


Fig.3

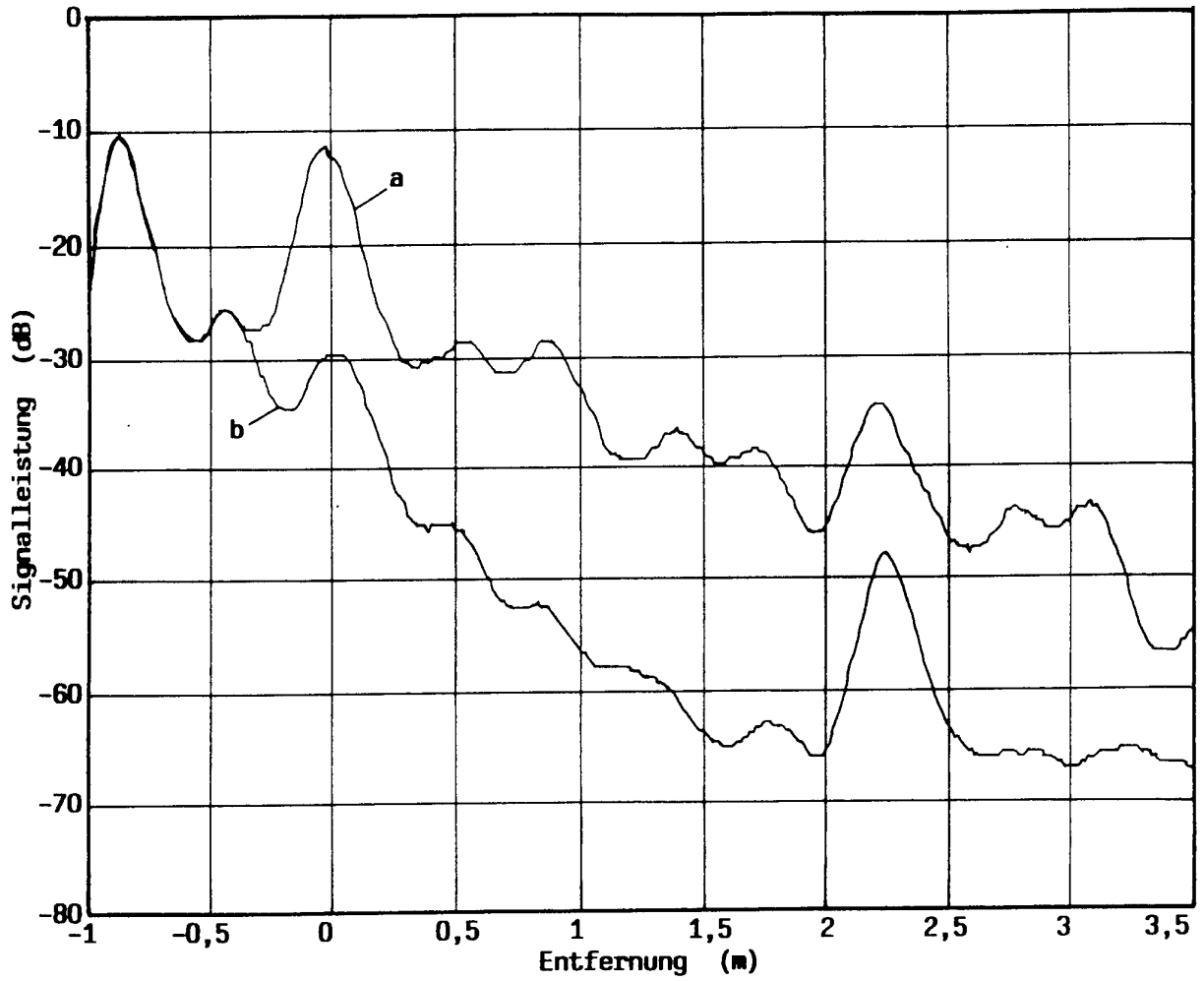


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern al Application No
PCT/DE 94/01229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01F23/284

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 670 754 (ZACCHIO) 2 June 1987 see column 2, line 47 - line 53 see column 5, line 1 - column 6, line 9 ---	1
A	WO,A,93 01474 (SAAB MARINE) 21 January 1993 see page 3, paragraph 2 see page 5, paragraph 2; figures ---	1
A	WO,A,92 14124 (KROHNE) 20 August 1992 see page 2, line 15 - page 3, line 18 ---	1
A	US,A,5 115 218 (B.R.JEAN) 19 May 1992 see the whole document ---	1
A	WO,A,92 13257 (KROHNE) 6 August 1992 cited in the application see the whole document -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

20 December 1994

13. 01. 95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Pflugfelder, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Patent Application No

PCT/DE 94/01229

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4670754	02-06-87	NONE	
WO-A-9301474	21-01-93	AU-A- 2291492 CA-A- 2112691 EP-A- 0592584 NO-A- 940004 SE-A- 9102087	11-02-93 05-01-93 20-04-94 16-02-94 05-01-93
WO-A-9214124	20-08-92	EP-A- 0524275 US-A- 5365178	27-01-93 15-11-94
US-A-5115218	19-05-92	US-A- 5262743	16-11-93
WO-A-9213257	06-08-92	DE-A- 4100922 EP-A- 0520046 US-A- 5279156	16-07-92 30-12-92 18-01-94

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 94/01229

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G01F23/284

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 670 754 (ZACCHIO) 2. Juni 1987 siehe Spalte 2, Zeile 47 - Zeile 53 siehe Spalte 5, Zeile 1 - Spalte 6, Zeile 9 ---	1
A	WO,A,93 01474 (SAAB MARINE) 21. Januar 1993 siehe Seite 3, Absatz 2 siehe Seite 5, Absatz 2; Abbildungen ---	1
A	WO,A,92 14124 (KROHNE) 20. August 1992 siehe Seite 2, Zeile 15 - Seite 3, Zeile 18 ---	1
A	US,A,5 115 218 (B.R.JEAN) 19. Mai 1992 siehe das ganze Dokument ---	1
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Dezember 1994

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13.01.95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pflugfelder, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO,A,92 13257 (KROHNE) 6. August 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 94/01229

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-4670754	02-06-87	KEINE	
WO-A-9301474	21-01-93	AU-A- 2291492	11-02-93
		CA-A- 2112691	05-01-93
		EP-A- 0592584	20-04-94
		NO-A- 940004	16-02-94
		SE-A- 9102087	05-01-93
WO-A-9214124	20-08-92	EP-A- 0524275	27-01-93
		US-A- 5365178	15-11-94
US-A-5115218	19-05-92	US-A- 5262743	16-11-93
WO-A-9213257	06-08-92	DE-A- 4100922	16-07-92
		EP-A- 0520046	30-12-92
		US-A- 5279156	18-01-94