



(19) Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: AT 397 430 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2375/89

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : G01B 17/00

(22) Anmelddatum: 16.10.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 8.1993  
Längste mögliche Dauer: 16. 1.2009

(61) Zusatz zu Patent Nr.: 393 738

(45) Ausgabedatum: 25. 4.1994

(73) Patentinhaber:

HRDLICKA ARMIN W. ING.  
A-9020 KLAGENFURT, KÄRNTEN (AT).

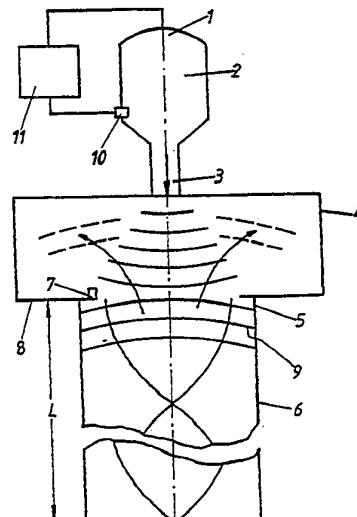
(72) Erfinder:

PRIBYL WOLFGANG DR.  
GRAZ, STEIERMARK (AT).  
SCHUSTER HERMANN ING.  
ST.RAEGUND, STEIERMARK (AT).

## (54) VORRICHTUNG ZUR LÄNGENBESTIMMUNG

(57) Zur Durchführung des Meßverfahrens nach Patent Nr. 393 738 (A 68/89) wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die einen Lautsprecher (1), der in einem Resonanzraum (2) mit rohrförmiger Schallaustrittsöffnung (3) angeordnet ist, besitzt. Der Resonanzraum (2) wird über einen Abstandhalter (4) im Abstand vom Rohr (6), in dem die Gas- oder Flüssigkeitssäule enthalten ist, deren Länge zu bestimmen ist, angeordnet. Der Abstandhalter (4) trägt auch das Empfangsmikrofon (7).

Um den Pegel des Schalldruckes im Resonanzraum über den Frequenz-/Wellenlängenbereich konstant zu halten, wird die Lautstärke (der Schalldruck) im Resonanzraum über einen Regler (11) mit einem Reglermikrofon (10) konstant gehalten.



AT 397 430 B

AT 397 430 B

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens zum Bestimmen der Länge einer Säule aus einem gasförmigen oder flüssigen Stoff mittels stehender Schallwellen nach dem Patent Nr. 393 738.

Das Patent Nr. 393 738 (A 68/89) betrifft ein Verfahren zum berührungsfreien Bestimmen der Länge einer Säule aus einem flüssigen oder gasförmigen Stoff, die in einem wenigstens einseitig geschlossenen, rohrförmigen Hohlraum enthalten ist, oder eines Stabes aus einem festen Stoff, bei dem man in der Säule oder im Stab eine stehende Welle mit bekannter Fortpflanzungsgeschwindigkeit und mit bekannter Frequenz oder Wellenlänge erzeugt, von welcher stehenden Welle ein Knoten an einem Ende des Stabes oder der Säule, insbesondere am dem offenen Ende des Hohlraums gegenüberliegenden, geschlossenen Ende liegt und bei dem die Frequenz der stehenden Welle geändert wird. Bei diesem Verfahren wird so vorgegangen, daß man die Amplitude der stehenden Welle am anderen Ende der Säule oder des Stabes erfaßt, daß man die Frequenz der Welle so lange ändert, bis wenigstens zwei aufeinanderfolgende Maxima (Schwingungsbäuche), zwei aufeinanderfolgende Minima (Schwingungsknoten) oder ein auf ein Maximum folgendes Minimum der Amplitude der stehenden Welle erfaßt werden, und daß man die Länge des Stabes oder der Säule bei bekannter Frequenz  $f$  der stehenden Welle unter Verwendung der Beziehung

15

$$L = \sigma \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{c}{f_u - f_n} \quad , (3)$$

20

in der  $L$  die Länge des Stabes oder der Säule,  $c$  die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle,  $f_n$  die Frequenz der stehenden Welle beim ersten festgestellten Maximum oder Minimum,  $f_u$  die Frequenz der stehenden Welle beim zuletzt festgestellten Maximum oder Minimum oder  $\sigma$  die Anzahl der festgestellten Maxima oder Minima ab dem  $u$ -ten bis zum  $n$ -ten Maximum oder Minimum ist, oder bei bekannter Wellenlänge  $\lambda$  unter Verwendung der Beziehung

25

$$L = \sigma \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_u \cdot \lambda_n}{\lambda_n - \lambda_u} \quad , (5)$$

30

in der  $L$  die Länge des Stabes oder der Säule,  $c$  die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle,  $\lambda_n$  die Wellenlänge der stehenden Welle beim ersten festgestellten Maximum oder Minimum,  $\lambda_u$  die Wellenlänge der stehenden Welle beim zuletzt festgestellten Maximum oder Minimum oder  $s$  die Anzahl der festgestellten Maxima oder Minima ab dem  $n$ -ten bis zum  $u$ -ten Maximum oder Minimum ist, berechnet.

35

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfach gebaute Vorrichtung zur Messung von Längen einer Flüssigkeits- oder Gassäule nach dem Verfahren des Stammpatentes anzugeben.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die gattungsgemäße Vorrichtung gekennzeichnet durch einen Lautsprecher, der mit einem Abstandhalter verbunden ist, dessen dem Lautsprecher gegenüberliegender Teil am offenen Ende eines die Säule enthaltenden Rohres anlegbar ist, und durch ein vorzugsweise am Teil befestigtes Empfangsmikrofon als Schallaufnehmer am offenen Ende des die Säule enthaltenden Rohres.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ein konstanter Pegel (Schalldruck) der vom Tongenerator abgegebenen Welle gewährleistet, auch wenn die Frequenz/Wellenlänge bei Benutzung der erfindungsgemäßen Vorrichtung geändert wird.

Bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Vorrichtung gemäß der Erfindung dient zur Ankoppelung der für die Längenmessung eines insbesondere rohrförmigen Hohlkörpers mittels Schallwellen benötigten Schallquelle an den Hohlkörper. Die Erregung der Gas- oder Luftsäule muß auf solche Weise erfolgen, daß die Ausbildung eindeutiger Resonanzen gewährleistet ist, damit eine Messung nach dem im Stammpatent beschriebenen Verfahren einfach und genau erfolgen kann. Die Ankoppelung der Sendewelle erfolgt mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung derart, daß die reflektierte, stehende Welle frei an der Eintrittsöffnung austreten kann. Daher kann es nicht zu Überlagerungen der stehenden Welle mit der reflektierten, stehenden Welle kommen. So sind zusätzliche Pegelunterschiede beim Empfangsmikrofon, die zu Fehlinterpretationen führen können, vermieden.

Weiters kann ein über den Frequenzbereich konstanter Pegel dadurch erzielt werden, daß gemäß einer Ausführungsform Lautsprecher ein den Schalldruck im Resonanzraum erfassendes Regler-Mikrofon über einen Regler zugeordnet ist, der den Lautsprecher so steuert, daß der Schalldruck im Resonanzraum bei sich ändernder Frequenz konstant gehalten ist.

Anwendungsgebiete der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind das Messen von Pegelständen in der Hydrologie, von Quecksilbersäulen in der Vakuumtechnik, aber auch von Füllständen in Tanks. Darüber hinaus kann die

erfindungsgemäße Vorrichtung als Durckschwankungsmeßgerät und Verbrauchszähler eingesetzt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung arbeitet weitgehend ohne mechanische Teile und die erhaltenen Meßwerte lassen sich sofort weiterverarbeiten, da sie bereits in digitaler Form vorliegen. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung lassen sich Füllstände von Tanks für jegliche Flüssigkeiten, wie beispielsweise Öl oder Flüssiggas genau messen und aufzeigen.

Weitere Anwendungsgebiete für die erfindungsgemäße Vorrichtung, die auch für Pegelmessungen verwendet werden kann, liegen in der Aerodynamik, in der Meteorologie und in der Vakuumtechnik, also überall dort, wo die Messung von manometrischen Flüssigkeitssäulen häufig vorkommt.

Da die erfindungsgemäße Vorrichtung sehr genau arbeitet, bietet sie auch die Möglichkeit, die Menge einer aus einem Tank entnommenen Flüssigkeit durch Messen des alten und des neuen Pegelstandes zu bestimmen. Bei dieser Verwendung sind die aufwendigen, mechanischen oder induktiv arbeitenden, bekannten Durchflußmengenzähler entbehrlich.

Die Messung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ausgeführt, indem am offenen Ende des Rohres ein Schallerzeuger (Tongenerator) und daneben ein Schallaufnehmer (Mikrofon) angeordnet werden. Der Schallgeber gibt Schall mit z. B. bekannter Frequenz und damit bekannter Wellenlänge in das Rohr ab. Der Schallaufnehmer erfäßt fortlaufend die Tonstärke am offenen Ende des Rohres.

Die bekannte Frequenz (oder Wellenlänge) des vom Schallgeber abgegebenen Schalls wird kontinuierlich (oder schrittweise) geändert, beispielsweise vergrößert. Dadurch treten im Bereich des Schallaufnehmers (Mikrofons) Schwankungen der Tonstärke auf. Die Tonstärke ist ein Maß für die Amplitude der stehenden Welle. Die Tonstärke wird immer ein Maximum erreichen, wenn sich ein Wellenbauch der vom Schallgeber im einseitig geschlossenen Rohr erzeugten, stehenden Schallwelle im Bereich des Schallaufnehmers (Mikrofons) befindet. Dieser Fall ist in Fig. 1 für die Fälle gezeigt, in welchen die konstante Rohrlänge L ein Viertel, drei Viertel, fünf Viertel bzw. sieben Viertel der vom Schallgeber jeweils abgegebenen Wellenlänge beträgt. Allgemein gilt, daß Wellenbäuche (Amplitudemaxima) am offenen Ende des Rohres auftreten, wenn die Rohrlänge (Länge der Gas- oder Flüssigkeitssäule) ein ungeradzahliges Vielfaches des Viertels der Wellenlänge der stehenden Welle ist.

Beim Meßverfahren gemäß dem Stammpatent werden durch Änderung der (bekannten) Frequenz des Schallerzeugers und durch Feststellung der Resonanzstärke zwei aufeinanderfolgende Maxima der Wellenamplitude (Wellenbäuche) ermittelt. Es ist nicht notwendig zu wissen, um das wievielte Maximum es sich handelt. Die gesuchte Länge der Mediumssäule wird bei bekannter Frequenz und bekannter Wellengeschwindigkeit der in der Mediumssäule erzeugten, stehenden Welle nach der Formel

$$L = \frac{1}{2} \cdot \frac{c}{f_n - f_{n-1}} \quad (1)$$

berechnet. In dieser Formel bedeutet L die Länge der Mediumssäule (z. B. der Pegelstand in einem Brunnenschacht), c die Wellengeschwindigkeit (im Beispiel die Schallgeschwindigkeit),  $f_n$  die Frequenz des n-ten Maximums und  $f_{n-1}$  die Frequenz des (n-1)-ten Maximums.

Unter Berücksichtigung der Schallgeschwindigkeit in Luft

$$c = 331,3 + 0,6 t \text{ (Meter/sek)}$$

kann die Formel (1) wie folgt umgeformt werden:

$$L = \frac{1}{2} \cdot \frac{331,3 + 0,6 t}{f_n - f_{n-1}} \quad (2)$$

In dieser Formel bedeutet t die Temperatur des zu messenden Mediums in °C.

Die Gleichung (1) leitet sich aus den beiden Beziehungen

(a)

$$L = [2n-1] \frac{\lambda_n}{4} = \frac{2n-1}{4} \cdot \frac{c}{f_n}$$

für das n-te Maximum und

(b)

$$L = [2(n-1)-1] \frac{\lambda_{n-1}}{4} = \frac{2n-3}{4} \cdot \frac{c}{f_{n-1}}$$

5

für das (n-1)-te Maximum ab. Dabei bedeutet:

- 10       $\lambda_n$    = Wellenlänge des n-ten Maximums  
        $f_n$    = Frequenz des n-ten Maximums  
        $\lambda_{n-1}$  = Wellenlänge des (n-1)-ten Maximums  
        $f_{n-1}$  = Frequenz des (n-1)-ten Maximums  
       n    = laufende Nummer des Maximums, sie fällt aus der Gleichung heraus, muß also nicht bekannt sein  
 15    c    = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle im Medium  
       L    = gesuchte Länge.

Bei der Ausführung des Verfahrens gemäß dem Stammpatent müssen nicht unbedingt zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Maxima oder Minima ausgewertet werden. Vielmehr ist es möglich, auch Maxima oder Minima heranzuziehen, zwischen denen eine beliebige, aber bekannte Anzahl von Maxima bzw. Minima liegt.

20           Bei zwei nicht unmittelbar aufeinanderfolgenden Maxima errechnet sich die Länge L aus

$$L = \sigma \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{c}{f_u - f_n} \quad (3)$$

25

wobei

- 30     $\sigma$    = Anzahl der durchgelaufenen Wellenbäuche (abgesehen vom ersten)  
        $f_u$    = Frequenz des u-ten Maximums  
        $f_n$    = Frequenz des n-ten Maximums  
        $\lambda_u$  = Wellenlänge des u-ten Maximums  
        $\lambda_n$  = Wellenlänge des n-ten Maximums  
       u    = laufende Nummer des zuletzt registrierten Maximums  
       n    = laufende Nummer des als ersten registrierten Maximums

35

Weder n noch u müssen bekannt sein; jedoch muß die Differenz  $\sigma$ ,

$$\sigma = u - n$$

40

bekannt sein. Es ist  $u > n$ , wenn bei der Messung die Frequenz erhöht wird.  
 Setzt man für Luft als Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwelle

$$c = 331,3 + 0,6 t,$$

45

erhält man

$$L = \sigma \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{331,3 + 0,6 t}{f_u - f_n} \quad (4)$$

50

Die Formel (3) errechnet sich aus den folgenden zwei Bedingungen:  
 letztes registriertes Maximum

erstes registriertes Maximum

$$L = (2u-1) \frac{\lambda_u}{4} = \frac{2u-1}{4} \cdot \frac{c}{f_u}$$

55

$$L = (2n-1) \frac{\lambda_n}{4} = \frac{2n-1}{4} \cdot \frac{c}{f_n}$$

Wenn die Wellenlänge und die Geschwindigkeit der Welle bekannt sind, kann die Länge nach der Beziehung

$$L = \sigma \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_u \cdot \lambda_n}{\lambda_n - \lambda_u} \quad (5)$$

errechnet werden. In dieser Beziehung bedeutet L die Länge des Stabes oder der Säule, c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle,  $\lambda_n$  die Wellenlänge der stehenden Welle beim ersten festgestellten Maximum oder Minimum,  $\lambda_u$  die Wellenlänge der stehenden Welle beim zuletzt festgestellten Maximum oder Minimum und  $\sigma$  die Anzahl der festgestellten Maxima oder Minima zwischen dem u-ten und dem n-ten Maximum oder Minimum.

Mit dem erfundungsgemäßen Verfahren kann auch das Füllen eines Tanks überwacht und gesteuert werden. Dabei wird zunächst der Pegelstand wie weiter oben beschrieben ermittelt. Dann wird bei konstanter Frequenz der in den Tank abgegebenen Welle der Tank gefüllt. Dabei wird die Zahl der Wellenbäuche erfaßt und, nachdem die der Differenz zwischen dem früher bestimmten Pegelstand und dem zu erreichenden Pegelstand entsprechende Anzahl der Wellenbäuche (oder Minima) festgestellt worden ist, das Füllen des Tanks abgebrochen.

Im übrigen hat sich herausgestellt, daß das Empfangsmikrofon nicht genau am Ende der Säule angeordnet sein muß. Solange das Mikrofon nicht weiter als ein Achtel der Wellenlänge außerhalb oder innerhalb der Säule angeordnet ist, wird ein zutreffendes Ergebnis der Längenmessung erreicht.

Wenn in den Gleichungen (3) und (5)  $f_n$  größer als  $f_u$  oder  $\lambda_u$  größer als  $\lambda_n$  ist, entspricht die Länge dem Absolutwert des Ergebnisses der Rechnung.

In Fig. 1 sind einige beispielweise Fälle stehender Wellen in einem Rohr, in den Fig. 2 bis 5 schematisch Ausführungsformen der erfundungsgemäßen Vorrichtung und in den Fig. 6a und 6b Schwingungsamplituden in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt.

In Fig. 1 sind einige beispielweise Fälle stehender Wellen in einem Rohr (6) gezeigt, wobei dem offenen Rohrende (5) ein Schallgeber (Tongenerator) (1) und ein Schallaufnehmer (Mikrofon) (7) zugeordnet ist. Für das erste in Fig. 1 gezeigte Beispiel gilt Wellenlänge  $\lambda = 4 L$ , für das zweite Beispiel gilt Wellenlänge  $\lambda = 4/3 L$ , für das dritte Beispiel gilt Wellenlänge  $\lambda = 4/5 L$  und für das vierte Beispiel gilt Wellenlänge  $\lambda = 4/7 L$ .

Allgemein gilt:

$$\lambda_n = \frac{4}{2n-1} \cdot L$$

Daraus leitet sich ab:

$$L = (2n-1) \cdot \frac{\lambda_n}{4}$$

Wie Fig. 1 zeigt, ist am Schallgeber (1) stets ein Schwingungsbauch und am festen (geschlossenen) Rohrende stets ein Schwingungsknoten.

Die Schwingungsweite (Amplitude) und damit die Tonstärke am Mikrofon (7) erreicht immer dann ein Maximum, wenn die vom Schallgeber (1) abgestrahlte Wellenlänge  $\lambda$  ein ungeradzahliger Bruchteil der vierfachen Rohrlänge L ist, also  $4/1, 4/3, 4/5, 4/7, \dots$  usw. der Rohrlänge L, d. h. wenn die Rohrlänge  $1/4, 3/4, 5/4, 7/4, \dots$  usw. der vom Schallgeber (1) abgestrahlten Wellenlänge  $\lambda$  beträgt, also ein ungeradzahliges Vielfaches des Viertels der Wellenlänge ist.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 2 besitzt als Schallerzeuger einen Lautsprecher (1), der in einem Resonanzraum (2) mit verengter, rohrförmiger Schallaustrittsöffnung (3) eingebaut ist.

Das Gehäuse des Resonanzraumes (2) ist mit einem Abstandhalter (4) versehen, der am offenen Ende (5) eines Rohres (6), dessen Länge zu bestimmen ist, angelegt wird.

Am offenen Ende (5) des Rohres (6) wird weiters ein Schallaufnehmer (7) angeordnet, der im Ausführungsbeispiel als Empfangsmikrofon ausgeführt ist. Das Empfangsmikrofon (7) kann am Ende (5) des Rohres (6) angelegten Teil (8) des Abstandhalters (4) befestigt sein.

Der Abstandhalter (4) ist so ausgeführt, daß die Abstrahlung der reflektierten Welle (9) möglichst wenig behindert wird. Hierzu sind die Stege des Abstandhalters (4) quer zur Abstrahlung schmal ausgebildet.

Im Resonanzraum (2), z. B. am Gehäuse desselben, ist ein Regler-Mikrofon (10) angeordnet. Dieses Regler-Mikrofon (10) ist über einen Regler (11) mit dem Lautsprecher (1) gekuppelt und steuert dessen Schallabgabe so, daß bei jeder Frequenz (Wellenlänge) im Resonanzraum (2) der gleiche Schalldruck herrscht.

Das zur Ausführung des Verfahrens gemäß dem Stammpatent verwendete Gerät kann so programmiert werden, daß es teilweise oder vollständig selbsttätig arbeitet, so daß die Bedienungsperson bloß das Ergebnis, d. h. die gesuchte Länge ablesen muß.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 3 besteht aus einem Gehäuse (21), einem Abstandhalter (22) (Abstandsstäbe (40), Auflagerstäbe (41), Haltering (42)), einem Lautsprecher (1), einem Empfangsmikrofon (7), einem Reglermikrofon (25), einer Regeleinheit (26) und einem Sinusgenerator (27).

Die Formgebung des Gehäuses (21) an der Schallaustrittsöffnung (3) ist derart, daß die reflektierte Wellenfront nicht mehr zurück in das Rohr (6) reflektiert werden kann.

Der Abstandhalter (22) hat die Aufgabe, den Lautsprecher (1) in einem günstigen Abstand vom offenen Ende des Rohres (6) zu halten und das Empfangsmikrofon (7) an der Rohreintrittsöffnung zu plazieren. Die Teile des Abstandhalters (22), insbesondere dessen Auflagestäbe (41), sind so ausgeführt, daß in der abgestrahlten und reflektierten Wellenfront möglichst keine Reflexionen entstehen. Als vorteilhafte Formen haben sich für die Auflagestäbe (41) Rundstäbe und für den Haltering (42) ein Ring mit im Axialschnitt runden Stirnflächen erwiesen, wie dies in Einzelheiten auch in Fig. 4 gezeigt ist.

Die Regeleinheit (26) besteht aus dem Reglermikrofon (25), einem Vorverstärker (30), einem digitalen Filter (31), dessen Durchlaßfrequenz mit der Sendefrequenz mitgeführt wird, einem Gleichrichter (32), einem Amplitudenmodulator (33), einem Quarzoszillator (34), einem Frequenzvervielfacher (35) und einem Rechteck-Sinus-Konverter (37). Das Blockschaltbild der Regeleinheit (26) ist in Fig. 5 dargestellt.

In Fig. 6a ist die Schwingungsamplitude in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Die Genauigkeit der Messung ist von der Genauigkeit des Erkennens der Schwingungsmaxima (Schwingungsminima) abhängig. Die in Fig. 6a dargestellten Maxima sind eindeutig meßbar und liefern daher ein genaues Ergebnis. Die Genauigkeit hängt auch noch direkt von der Anzahl der Maxima im Meßbereich ab. Je mehr Maxima gemessen werden, desto kleiner wird der prozentuale Fehler, der bei der Maximaerkennung auftritt.

In Abb. 6b ist eine Schwingungsamplitude dargestellt, die durch zusätzliche Reflexionen beeinträchtigt ist. Das Maximum bei  $\Delta f_1$  entsteht, wenn Reflexionen auftreten, die eine Pegelerhöhung verursachen. Die Pegelabsenkung bei  $\Delta f$  kann durch eine Reflexion mit dem Gehäuse oder durch eine falsche Ankoppelung entstehen.

Mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung kann ein hohes Maß an Genauigkeit und Meßsicherheit erreicht werden. Hierfür sind u. a. günstig:

- Die Ausführung des Gehäuses und des Abstandhalters sind so gestaltet, daß möglichst keine zusätzlichen Reflexionen entstehen (Fig. 3, Fig. 4).
- Der Einkoppelungsspeigel der Sendewelle wird über den gesamten Frequenzbereich konstant gehalten.
- Die größte Empfindlichkeit des Regel- und des Empfangsmikrofons wird mit der Sendefrequenz mitgeführt, um Umgebungsgeräusche auszuschalten.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens zum Bestimmen der Länge einer Säule aus einem gasförmigen oder flüssigen Stoff mittels stehender Schallwellen nach dem Patent Nr. 393 738, gekennzeichnet durch einen Lautsprecher (1), der mit einem Abstandhalter (4, 22) verbunden ist, dessen dem Lautsprecher (1) gegenüberliegender Teil (8) am offenen Ende (5) eines die Säule enthaltenden Rohres (6) anlegbar ist, und durch ein vorzugsweise am Teil (8) befestigtes Empfangsmikrofon (7) als Schallaufnehmer am offenen Ende (5) des die Säule enthaltenden Rohres (6).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lautsprecher (1) in einem Resonanzraum (2) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Resonanzraum (2) begrenzendes Gehäuse eine verengte, rohrförmige, auf das offene Ende (5) des Rohres (6) hin gerichtete Schallaustrittsöffnung (3) aufweist.

55 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem Lautsprecher (1) ein den Schalldruck im Resonanzraum (2) erfassendes Regler-Mikrofon (10) über einen Regler (11) zugeordnet ist, der den Lautsprecher (1) so steuert, daß der Schalldruck im Resonanzraum (2) bei sich ändernder Frequenz konstant gehalten ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung vorgesehen ist, mit welcher der Frequenzbereich des Empfangsmikrofons (7), in dem dieses am empfindlichsten ist, unveränderbar und an die Frequenz der vom Lautsprecher (1) abgegebenen Sendewelle anpaßbar ist.

5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandhalter (22) einen Haltering (42) aufweist, der über Abstandsstäbe (40) mit dem Gehäuse des Resonanzraumes (2) verbunden ist, und der Auflagestäbe (41) aufweist.

10 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflagestäbe (41) in das Innere des Halteringes (42) ragen und über den Haltering (42) nach außen vorstehen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Resonanzraum (2) begrenzendes Gehäuse ein eine Schallaustrittsöffnung (3) bildendes Rohr aufweist, das sich zu seinem freien Ende hin konisch verjüngend ausgebildet ist.

15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die dem offenen Ende (5) des Rohres (6) zugekehrten Flächen des Abstandhalters (22), insbesondere seiner Auflagestäbe (41) und seines Halteringes (42), konkav gekrümmmt sind.

20

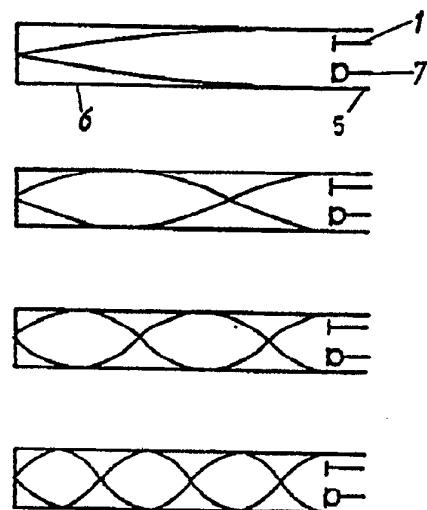
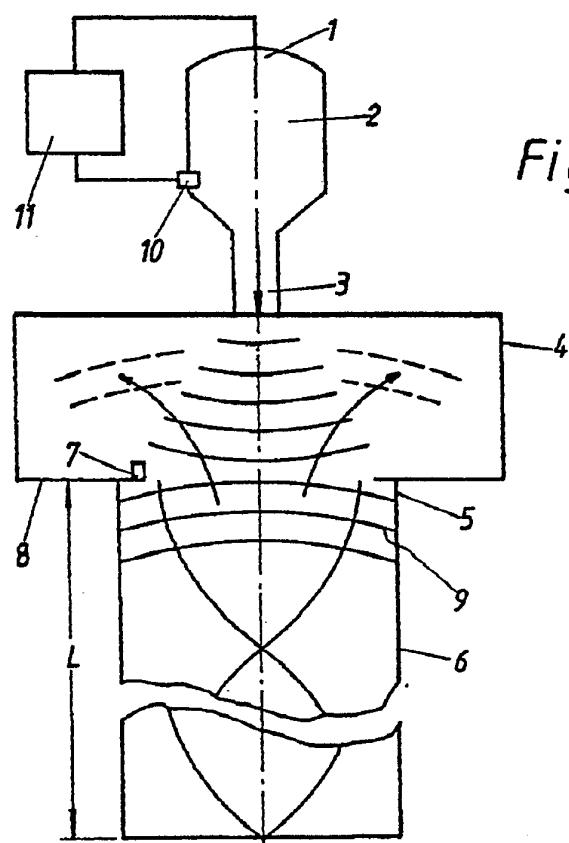
Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

Ausgegeben

25. 4.1994

Int. Cl.: G01B 17/00

Blatt 1

*Fig. 1**Fig. 2*

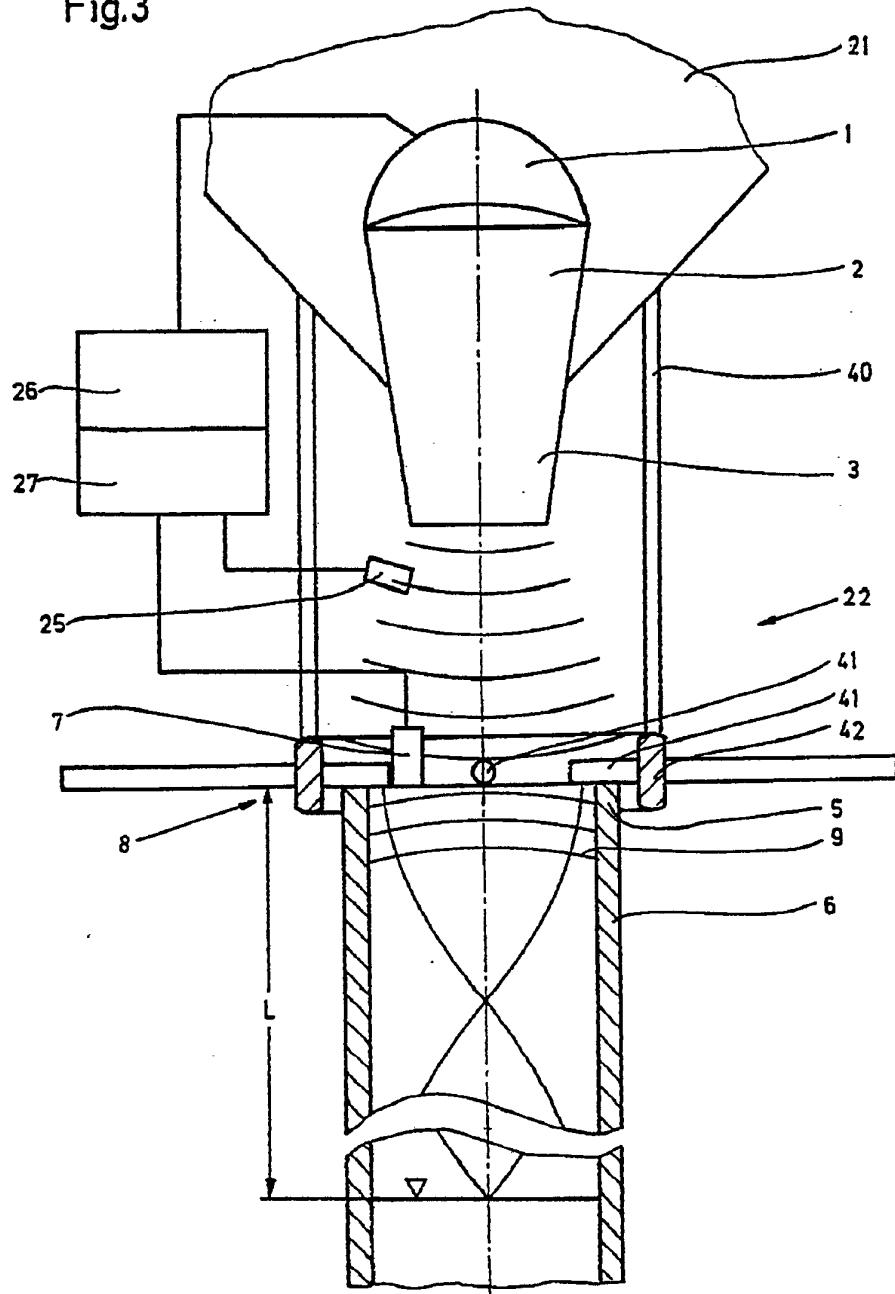
Ausgegeben

25. 4.1994

Int. Cl<sup>5</sup>: G01B 17/00

Blatt 2

Fig.3



Ausgegeben

25. 4.1994

Int. Cl.: G01B 17/00

Blatt 3

Fig.4

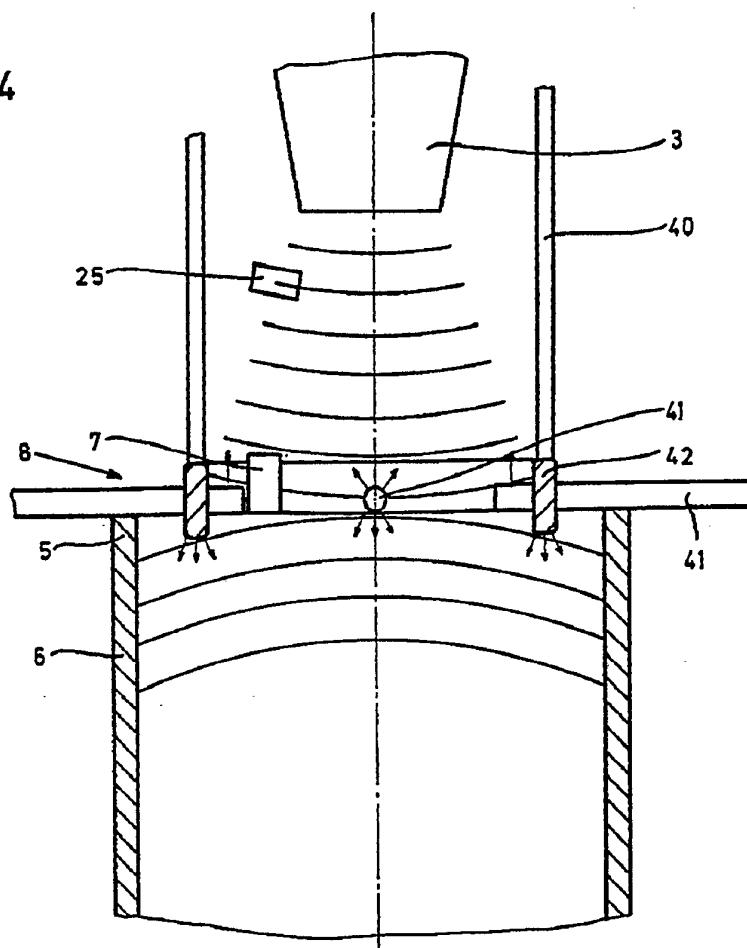
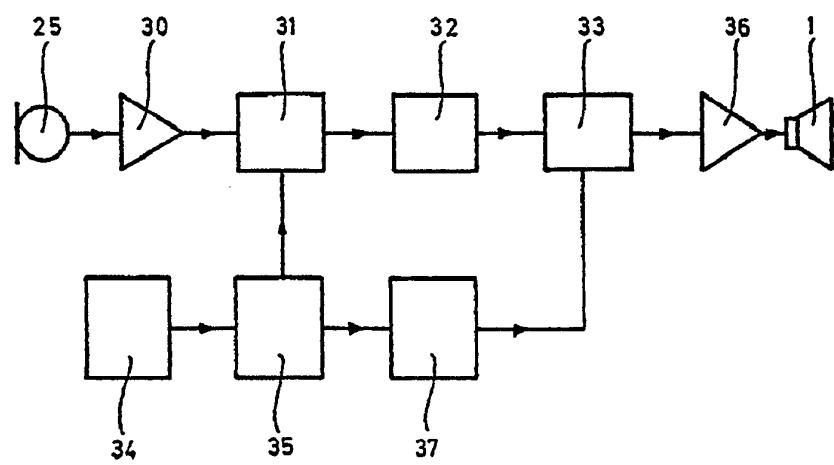


Fig.5



Ausgegeben

25. 4.1994

Int. Cl. 5: G01B 17/00

Blatt 4

Fig. 6a

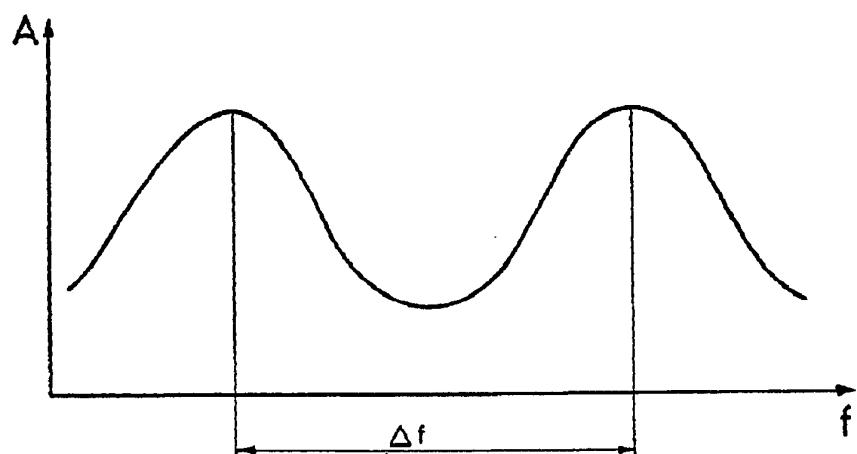


Fig. 6b

