

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
15. Mai 2014 (15.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/072089 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61B 5/107 (2006.01) G01B 5/06 (2006.01)  
G01B 17/00 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/067022

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. August 2013 (14.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 220 468.7  
9. November 2012 (09.11.2012) DE

(71) Anmelder: SECA AG [CH/CH]; Schönmatstr. 4, CH-4153 Reinbach (CH).

(72) Erfinder: GROßMANN, Jan-Erik; Antilopenstieg 10, 22527 Hamburg (DE). JENSEN, Björn; Dellestraße 14, 22043 Hamburg (DE). LAWITZKE, Peter; Am Mühlenbach 20, 23847 Rethwisch (DE).

(74) Anwälte: AHME, Johannes et al.; Uexküll & Stolberg, Beselerstraße 4, 22607 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: LENGTH MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung : LÄNGENMESSGERÄT

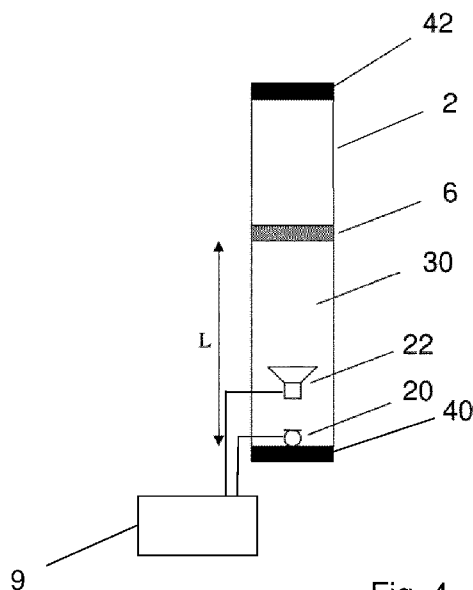


Fig. 4

(57) Abstract: The invention relates to a length measuring device with: a vernier calliper (4), a hollow profile (2), on which the vernier calliper (4) is displaceably mounted externally so that it is capable of being brought into contact with an object to be measured; an inner slide (6), which is displaceably mounted inside the hollow profile (2); a magnet arrangement (5, 7), which couples the vernier calliper (4) and inner slide (6) magnetically; and a display visible in the surrounding space of the hollow profile. The hollow profile (2) has an end wall (40) on at least one end, the inner slide (6) covers the cross-sectional area of the hollow profile (2) to form an acoustic resonator (30) in the interior and the measuring device has a loudspeaker (22) and a microphone (20) in the interior of the acoustic resonator (30) and a control and evaluator unit (9) connected to this to cause the loudspeaker (22) to issue an acoustic pulse, to record the pulse response of the acoustic resonator (30) with the microphone (20), to determine from this the basic frequency ( $f_0$ ) of the resonator and hence the length of the resonator (30) and the position of the inner slide (6).

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Längenmessgerät mit einem Messschieber (4), einem Hohlprofil (2), an dem der Messschieber (4) außen verschiebbar gelagert ist, um ihn in Anlage an zu messendes Objekt bringen zu können, einem inneren Schieber (6), der im Inneren des Hohlprofils (2) verschiebbar gelagert ist, einer Magnetanordnung (5, 7), die Messschieber (4) und inneren Schieber (6) magnetisch koppelt und einer im Außenraum des Hohlprofils sichtbaren Anzeige, wobei das Hohlprofil (2) an wenigstens

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

einem Ende mit einer Endwand (40) versehen ist, der innere Schieber (6) den Querschnitt des Hohlprofils (2) abdeckt, um im Innenraum einen akustischen Resonator (30) zu bilden und die Messeinrichtung einen Lautsprecher (22) und ein Mikrophon (20) im Inneren des akustischen Resonators (30) sowie eine damit verbundene Steuer- und Auswerteeinheit (9) aufweist um den Lautsprecher (22) zur Abgabe eines akustischen Impulses zu veranlassen, mit dem Mikrophon (20) die Impulsantwort des akustischen Resonators (30) aufzunehmen, daraus dessen Grundfrequenz ( $f_0$ ) und so die Länge des Resonators (30) und die Position des inneren Schiebers (6) zu bestimmen.

### **Längenmessgerät**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Längenmessgerät mit einem Messschieber, einer linearen Führung in Form eines Hohlprofils, an dem der Messschieber außen verschiebbar gelagert ist, um ihn in Anlage an ein bezüglich seiner Länge zu messendes Objekt bringen zu können, einem inneren Schieber, der im Inneren des Hohlprofils verschiebbar gelagert ist, einer Magnetanordnung, die Messschieber und inneren Schieber magnetisch koppelt, so dass der innere Schieber jeder Bewegung des Messschiebers entlang des Hohlprofils folgt, einer Messeinrichtung zur Messung der Position des inneren Schiebers entlang des Hohlprofils und einer im Außenraum des Hohlprofils sichtbaren Anzeige der durch die Messeinrichtung ermittelten Länge nach Maßgabe der gemessenen Position des inneren Schiebers.

Die Erfindung ist insbesondere auf Längenmessgeräte zur Messung der Körpergröße von Personen gerichtet. Solche Längenmessgeräte werden auch als Stadiometer bezeichnet. Ein typisches derartiges Längenmessgerät weist einen Messstab auf, der als vertikale lineare Führung für einen Messschieber (Kopfschieber) ausgebildet ist. Der Messstab ist vertikal ausgerichtet und an einer Wand montiert oder an einer Plattform befestigt. Zum Messen der Körpergröße tritt die Person vor den Messstab, wonach der Kopfschieber an dem Messstab heruntergeschoben wird, bis er in Auflage auf den Kopf der zu messenden Person kommt. An dem Messstab ist eine Messskala mit Skaleneinteilungsstrichen vorgesehen. In dem Messschieber ist wiederum eine Leseinheit vorhanden, die die Skaleneinteilungsstriche beim Verschieben des Messschiebers an dem Messstab registriert und somit die inkrementelle Änderung der Position des Messschiebers erfasst. In den Skaleneinteilungsstrichen kann auch die absolute Höhe eines Skaleneinteilungsstrichs kodiert sein, so dass mit der Leseinheit die Höhe des Kopf-

- 2 -

schiebers bestimmt werden kann, die dann auf einer Anzeige an dem Messschieber angezeigt wird.

Ein anderer Typ eines Längenmessgerätes für die Körpergröße weist ein Winkelstück auf, das von einer die Messung der Körperlänge durchführenden Person gehalten wird. Ein Schenkel des Winkelstücks wird in Auflage auf den Kopf der zu messenden Person gehalten. Von diesem Schenkel in Auflage auf dem Kopf steht ein zweiter Schenkel senkrecht ab, wobei das Winkelstück so gehalten wird, dass der zweite Schenkel vertikal auf den Boden gerichtet verläuft. In dem zweiten Schenkel ist eine Abstandsmesseinrichtung mit einem Ultraschallwandler vorgesehen, die aus der Laufzeit eines ausgesendeten Ultraschallsignals, das am Boden reflektiert wird und zum Ultraschallwandler zurückläuft, die Höhe des in Auflage auf dem Kopf der zu messenden Person befindlichen ersten Schenkels über dem Boden und damit die Körpergröße bestimmt und anzeigt. Ein Nachteil dieses Typs von Längenmessgerät besteht darin, dass Messungenauigkeiten dadurch auftreten können, dass die die Messung durchführende Person das Winkelstück nicht exakt so ausgerichtet hält, dass der zweite Schenkel genau vertikal auf den Boden gerichtet ist. Weiterhin ist nachteilig, dass wechselnde Umgebungsbedingungen (z.B. Staub oder anderer Verunreinigungen in der Luft) oder auf dem Boden liegende Gegenstände die Messung verfälschen können.

Ein weiterer Typ eines Längenmessgerätes weist eine Plattform, auf die die zu messende Person tritt, und einen vertikal oberhalb der zu messenden Personen fest aufgehängten horizontalen Träger auf. An dem Träger ist eine Abstandsmesseinrichtung auf Basis von Ultraschallwellenlaufzeit angebracht, die auf den Kopf der auf der Plattform stehenden, zu messenden Person gerichtet ist. Die zu messende Person trägt eine Kappe, um eine wohldefinierte Reflexion der Ultraschallwellen von der Oberseite des Kopfes zu gewährleisten. Aus dem Abstand der Ober-

- 3 -

seite des Kopfes der Person zu der vertikal oberhalb der zu messenden Person fest installierten Abstandsmesseinrichtung lässt sich aus der Differenz der Aufhängungshöhe der Abstandsmesseinrichtung und dem gemessenen Abstand zur Oberseite des Kopfes die Körperlänge der zu messenden Person ableiten. Auch dieses Längenmessgerät ist fehleranfällig, da die Messung durch wechselnde Umgebungsbedingungen und störende Einflüsse in der offenen Messstrecke zwischen dem Ultraschallwandler und der Oberseite des Kopfes der zu messenden Person verfälscht werden kann.

Aus WO 98/17974 A1 ist ein Längenmessgerät mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 bekannt. Dieses Längenmessgerät ist nicht als Längenmessgerät für Personen ausgebildet. Vielmehr soll die Position eines Messschiebers verfolgt werden. Das Längenmessgerät hat eine lineare Führung in Form eines hohlen Gehäuses, an dem der Messschieber außen verschiebbar gelagert ist. Im Inneren des Gehäuses ist ein innerer Schieber darin verschiebbar gelagert. Eine Magnetanordnung koppelt den Messschieber und den inneren Schieber magnetisch, so dass der innere Schieber jeder Bewegung des Messschiebers entlang der Führung folgt. Der innere Schieber ist in Schleifkontakt mit einem linearen Potentiometer, um ein Spannungssignal bereitzustellen, das proportional zu einer Position des inneren Schiebers ist. Aus dem Potentiometersignal wird die Position des inneren Schiebers und damit die des damit gekoppelten Messschiebers entlang der linearen Führung abgeleitet. Durch die Messung der Position des inneren Schiebers im Inneren des Gehäuses sind zwar gewissen Störfaktoren wie Rauch oder Staub, die nicht in das Innere des Gehäuses eindringen, in ihrem Einfluss auf die Messgenauigkeit reduziert. Das Potentiometer weist Schleifkontakte auf, die Abrieb erzeugen und dadurch mit der Zeit verschleifen. Um dem entgegen zu wirken, müssen hochwertige Materialien eingesetzt werden, was natürlich die Herstellungskosten erhöht. Aber auch unter diesen Bedingungen

- 4 -

kann der Verschleiß zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit führen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Längenmessgerät so auszubilden, dass es unabhängig von veränderlichen Umgebungsbedingungen eine hohe Messgenauigkeit bietet und keine verschleißbedingte Beeinträchtigung der Messgenauigkeit zeigt.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient ein Längenmessgerät mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Hohlprofil an wenigstens einem Ende mit einer Endwand versehen ist. Ferner deckt der innere Schieber den Querschnitt des Hohlprofils im Wesentlichen ab, so dass im Innenraum des Hohlprofils zwischen der Endwand und dem inneren Schieber ein geschlossener Hohlraum gebildet ist, der als akustischer Resonator dienen kann. Die Messeinrichtung weist einen Lautsprecher und ein Mikrofon im Inneren des akustischen Resonators zwischen der Endwand und dem inneren Schieber auf. Eine mit dem Mikrofon und dem Lautsprecher verbundene Steuer- und Auswerteeinheit ist dazu eingerichtet, den Lautsprecher zur Abgabe eines akustischen Impulses zu veranlassen und dann mit dem Mikrofon die Impulsantwort des akustischen Resonators aufzunehmen. Die Steuer- und Auswerteeinheit ist weiter dazu eingerichtet, aus der Impulsantwort des akustischen Resonators dessen Grundfrequenz zu bestimmen und aus der Grundfrequenz die Länge des Resonators und damit die Position des inneren Schiebers entlang des Hohlprofils zu bestimmen. Unter Grundfrequenz wird hier die niedrigste Eigenfrequenz verstanden, entsprechend einer stehenden Welle, deren Wellenlänge doppelt so lang wie der akustische Resonator ist.

Der innere Schieber deckt den Querschnitt im Wesentlichen ab, um auftreffende Schallwellen effektiv zu reflektieren, kann aber auch eine kleine Öffnung haben, z.B. um bei seiner Bewegung Luft durchzulassen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Steuer- und Auswerteeinheit dazu eingerichtet, die aufgenommene Impulsantwort des akustischen Resonators durch eine Fourier-Transformation in ein Frequenzspektrum zu transformieren und in dem Frequenzspektrum die Grundfrequenz zu bestimmen. Vorzugsweise wird die Fourier-Transformation in Form einer diskreten Fourier-Transformation (DFT) oder einer schnellen Fourier-Transformation (FFT) durchgeführt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuer- und Auswerteeinheit dazu eingerichtet, bei der Bestimmung der Grundfrequenz in dem Frequenzspektrum den Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Maxima zu bestimmen. Der Abstand kann dazu verwendet werden, um zu jedem Maximum im Frequenzspektrum festzustellen, um die wievielte Oberwelle es sich handelt. Mit dieser Information kann dann aus jedem Maximum eine Grundfrequenz bestimmt werden, und diese dann zu einer Grundfrequenz gemittelt werden. Es können auch mehrere Abstände aufeinanderfolgender Maxima gemittelt werden, um die Grundfrequenz zu bestimmen.

Vorzugsweise ist die Steuer- und Auswerteeinheit dazu eingerichtet, die Bandbreite des über das Mikrophon erzeugten akustischen Impulses so zu wählen, dass die kleinste enthaltene Wellenlänge größer als der doppelte Durchmesser des Hohlprofils ist.

Dadurch wird gewährleistet, dass sich der Schall in dem Hohlprofil als ebene Welle ausbreitet. Bei kürzeren Wellenlängen könnte der Schall auch zwischen den Wänden des Hohlprofils re-

flektiert werden und damit auch weitere Moden anregen, deren Schallgeschwindigkeit in Längsrichtung des Hohlprofils kleiner als die Schallgeschwindigkeit einer ebenen Welle sind; diese würden das Messverfahren zwar nicht verfälschend beeinflussen, da sie bei der Fourier-Transformation ja getrennt würden und dann nur nicht zur Auswertung herangezogen werden sollten. Die Schallenergie solcher eventueller weiteren Moden wäre dann aber nicht für die Messung nutzbar und somit sinnlos erzeugt, weswegen die Anregung einer reinen ebenen Welle bevorzugt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Hohlprofil auch am anderen Ende mit einer zweiten Endwand versehen, um im Innenraum des Hohlprofils zwischen der zweiten Endwand und dem inneren Schieber einen zweiten akustischen Resonator zu bilden. In diesem zweiten akustischen Resonator sind ein zweiter Lautsprecher und ein zweites Mikrophon angeordnet. Die Steuer- und Auswerteeinheit ist weiter dazu eingerichtet, den zweiten Lautsprecher zur Abgabe eines akustischen Impulses zu veranlassen, mit dem zweiten Mikrophon die Impulsantwort des zweiten akustischen Resonators aufzunehmen, daraus die Grundfrequenz des zweiten akustischen Resonators zu bestimmen und aus der Grundfrequenz die Länge des zweiten Resonators und damit die Position des inneren Schiebers entlang des Hohlprofils zu bestimmen. Bei einer derartigen Längenmessvorrichtung kann dann die Steuer- und Auswerteeinheit vorteilhaft weiter dazu eingerichtet sein, mithilfe der bestimmten Längen des akustischen Resonators, des zweiten akustischen Resonators, der bekannten Länge des Hohlprofils zwischen der Endwand und der zweiten Endwand und der bekannten axialen Länge des inneren Schiebers eine Kalibration der Längenbestimmungen durchführen zu können.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Magnetanordnung wenigstens einen Permanentmagneten an dem Messschieber und einen Permanentmagneten an dem inneren Schieber auf, die so an-



geordnet sind, dass entgegengesetzte Pole der beiden Permanentmagnete aufeinander zuweisend zueinander ausgerichtet sind. Vorzugsweise sind jeweils vier Permanentmagnete an dem inneren Schieber und an dem Messschieber so zueinander angeordnet, dass jeweils ein Paar eines Permanentmagneten an dem Messschieber und an dem inneren Schieber mit entgegengesetzten Polen aufeinander zuweisend zueinander ausgerichtet ist. Alternativ weist die Magnetanordnung nur einen Permanentmagneten an einem von Messschieber und innerem Schieber auf, wobei dann die andere Komponente von Messschieber und innerem Schieber ferro- oder paramagnetisches Material enthält, so dass Messschieber und innerer Schieber magnetisch gekoppelt sind.

Die äußeren Abmessungen des inneren Schiebers sind vorzugsweise an die inneren Abmessungen des Hohlprofils angepasst, so dass der innere Schieber möglichst spielfrei, aber gleitfähig in dem Hohlprofil sitzt. Entsprechend sind die inneren Abmessungen des Messschiebers so an die äußeren Abmessungen des Hohlprofils angepasst, dass der Messschieber mit möglichst geringem Spiel, aber gleitfähig außen auf dem Hohlprofil gelagert ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen beschrieben, in denen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Längenmessgerätes zeigt,

Fig. 2 eine Explosionsdarstellung von Teilen des Längenmessgerätes im Bereich des Messschiebers im Längsschnitt zeigt,

Fig. 3 eine Querschnittsansicht des Längenmessgerätes im Bereich von innerem Schieber und Messschieber zeigt, wobei die

Schieberkomponenten selbst nicht dargestellt sind, sondern lediglich die in ihnen angeordneten Permanentmagnete,

Fig. 4 eine schematische Ansicht des Hohlprofils einer Längenmessvorrichtung im Längsschnitt zeigt,

Fig. 5 den zeitlichen Amplitudenverlauf eines den Lautsprecher zur Abgabe eines akustischen Impulses anregenden Signals als Funktion der Zeit zeigt,

Fig. 6 das aufgenommene Mikrophonsignal der Impulsantwort des akustischen Resonators in dem Hohlprofil zeigt,

Fig. 7 die Impulsantwort des akustischen Resonators aus Fig. 6 transformiert in ein Frequenzspektrum zeigt und

Fig. 8 eine schematische Ansicht des Hohlprofils im Längsschnitt einer weiteren Ausführungsform für eine Längenmessvorrichtung zeigt.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht eines Längenmessgerätes, das zum Beispiel an einer Wand befestigt sein kann. Das Längenmessgerät weist ein Hohlprofil 2 als lineare Führung auf, auf der außen verschiebbar ein Messschieber 4 gelagert ist, der eine Kopfplatte 3 trägt. Der Messschieber 4 wird soweit abgesenkt, bis die Kopfplatte 3 oben auf dem Kopf der zu messenden Person aufliegt.

In dem Hohlprofil 2, das in diesem Ausführungsbeispiel im Querschnitt kreisringförmig ist, ist ein innerer Schieber 6 verschiebbar gelagert (siehe Fig.2). Der innere Schieber 6 ist im Querschnitt scheibenförmig oder, wie hier dargestellt, mit einer geschlossenen unteren Endwand versehen, so dass der innere Schieber 6 den Querschnitt des Hohlprofils 2 abdeckt. Die äußeren Abmessungen des inneren Schiebers 6 sind an die inne-

- 9 -

ren Abmessungen des Hohlprofils 2 angepasst, so dass der innere Schieber 6 mit möglichst geringem Spiel, aber gleitfähig im Innenraum des Hohlprofils 2 sitzt. Entsprechend sind die inneren Abmessungen des Messschiebers 4 an die äußeren Abmessungen des Hohlprofils 2 angepasst, so dass der Messschieber 4 mit möglichst geringem Spiel, aber gleitfähig auf dem äußeren Umfang des Hohlprofils 2 gelagert ist.

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch das Hohlprofil 2 im Bereich des Messschiebers und des inneren Schiebers, wobei die Messschieber- und die innere Schieberkomponente selbst nicht dargestellt sind, sondern nur die Magnetanordnung aus mehreren Permanentmagneten, die in dem inneren Schieber und dem Messschieber eingebracht sind. In dem inneren Schieber 6 sind um den Umfang herum verteilt vier Permanentmagnete 7 eingebracht, die in einem Abstand von  $90^\circ$  zueinander um den Umfang verteilt sind. Entsprechend sind in dem Messschieber 4 ebenfalls vier Permanentmagnete 5 eingebracht, die in entsprechenden Abständen von  $90^\circ$  um den äußeren Messschieber verteilt angeordnet sind. Dabei ist die Anordnung der Permanentmagnete so, dass einander gegenüberliegende Permanentmagnete 5 und 7 des Messschiebers 4 und des inneren Schiebers 6 mit entgegengesetzten Polen aufeinander zu ausgerichtet sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird dies dadurch erreicht, dass die Permanentmagnete 7 des inneren Schiebers mit einem magnetischen Pol, in diesem Beispiel mit dem Nordpol, nach außen ausgerichtet sind, während die Permanentmagnete 5 ebenfalls mit diesem Magnetpol, hier dem Nordpol, nach außen gerichtet angeordnet sind, so dass sich jeweils ein Paar von Permanentmagneten 5 und 7 mit entgegengesetzten Polen aufeinander zu gerichtet gegenüberliegt. Auf diese Weise sind der Messschieber 4 und der innere Schieber 6 magnetisch miteinander gekoppelt. Dadurch folgt der innere Schieber 6 jeder Bewegung des Messschiebers 4 entlang des Hohlprofils 2. In Fig. 2 ist jeweils nur einer der Permanentmagnete 5 und 7 gezeigt.

Grundsätzlich können natürlich auch mehr oder weniger als vier Permanentmagnete pro Schieberkomponente vorgesehen sein, z.B. nur jeweils ein Permanentmagnet in dem Messschieber 4 und dem inneren Schieber 6. Es ist sogar möglich, das überhaupt nur ein Magnet entweder in dem inneren Schieber 6 oder in dem Messschieber 4 vorgesehen ist und die andere Schieberkomponente ohne eigenen Magneten ferro- oder paramagnetisches Material enthält, so dass eine magnetische Anziehung zwischen dem inneren Schieber 6 und dem Messschieber 4 bewirkt wird. Der oder die Magnete der Magnetanordnung sind vorzugsweise Permanentmagnete, grundsätzlich sind aber auch Elektromagnete einsetzbar.

Fig. 4 zeigt eine schematische Längsschnittansicht eines Hohlprofils 2 einer Längenmessvorrichtung. In diesem Ausführungsbeispiel ist der innere Schieber 6 einfach scheibenförmig ausgebildet und deckt den Querschnitt des Hohlprofils 2 ab. Das Hohlprofil 2 ist am unteren Ende mit einer geschlossenen Endwand 40 versehen, so dass zwischen der Endwand 40 und dem inneren Schieber 6 ein geschlossener Raum in dem Hohlprofil gebildet ist, der als akustischer Resonator betrachtet werden kann. Zu der Messeinrichtung zur Bestimmung der Position des inneren Schiebers 6 entlang der Längsrichtung des Hohlprofils 2 gehören ein Lautsprecher 22 und ein Mikrophon 20, die im Inneren des akustischen Resonators 30 angeordnet sind. Der Lautsprecher 22 und das Mikrophon 20 sind mit einer Steuer- und Auswerteeinheit 9 verbunden, die hier im Außenraum des Hohlprofils angeordnet gezeigt ist, die aber auch im Innenraum des Hohlprofils untergebracht sein kann. Die Steuer- und Auswerteeinheit 9 ist eine programmierbare Datenverarbeitungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, den Lautsprecher 22 zur Abgabe eines akustischen Impulses anzuregen und die resultierende Impulsantwort des akustischen Resonators 30 durch Aufnahme des Signals des Mikrophons 20 aufzunehmen. Die Steuer- und Auswer-

teeinheit 9 ist weiter dazu eingerichtet, aus der akustischen Impulsantwort die Grundfrequenz  $f_0$  des Resonators zu bestimmen. Diese Grundfrequenz  $f_0$  besitzt eine Wellenlänge  $\lambda_0$ , die der zweifachen Länge des akustischen Resonators entspricht (die einfachste stehende Welle in dem akustischen Resonator 30 ist eine Halbwelle mit jeweils einem Geschwindigkeitsknoten an der Endwand 40 und an der reflektierenden Wand des inneren Schiebers 6). Mit Kenntnis der Schallgeschwindigkeit  $c$  und der Grundfrequenz  $f_0$  lässt sich somit die Länge des Resonators bestimmen:

$$L = \frac{c}{2 \cdot f_0}$$

Bei einer breitbandigen Anregung durch einen akustischen Impuls werden im akustischen Resonator 30 neben der Grundfrequenz auch höhere Moden angeregt, deren Wellenlängen ganzzahlige Vielfache von  $\lambda_0/2$  sind. Diese Moden können, wie später gezeigt wird, für das Messverfahren zusätzlich von Nutzen sein.

Fig. 5 zeigt die Zeitabhängigkeit eines von der Steuer- und Auswerteeinheit 9 erzeugten Anregungssignals für den Lautsprecher 22 zur Abgabe eines akustischen Impulses. Dieses Signal besteht vorzugsweise aus einer positiven und negativen Halbwelle mit im Wesentlichen Rechteckform. Das Anregungssignal hat keine ideale Rechteckform (die im Prinzip ein nach oben unbegrenztes Frequenzspektrum hätte), da die Bandbreite des Impulses begrenzt wird. Die Bandbreite des Impulses sollte so gewählt werden, dass die kleinste enthaltene Wellenlänge größer als der doppelte Durchmesser des Hohlprofils ist. Damit wird, wie oben bereits erwähnt, gewährleistet, dass sich der Schall im Hohlprofil als ebene Welle ausbreitet. Die zeitliche Länge einer Halbwelle des Anregungssignals sollte größer sein

als die Periodendauer des Signals mit der niedrigsten Frequenz, das ausgewertet werden soll.

Fig. 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der mit dem Mikrophon 20 aufgenommenen Impulsantwort des akustischen Resonators. Um daraus die Grundfrequenz  $f_0$  des akustischen Resonators zu bestimmen, ist es zweckmäßig, die akustische Impulsantwort aus Fig. 6 in ein Frequenzspektrum zu transformieren, um die Grundfrequenz  $f_0$  in dem Frequenzspektrum zu ermitteln. Die Transformation in ein Frequenzspektrum erfolgt durch eine Fourier-Transformation. Mögliche Verfahren der digitalen Signalverarbeitung zur Fourier-Transformation sind die beispielsweise diskrete Fourier-Transformation (DFT) oder die schnelle Fourier-Transformation (FFT), zu deren Ausführung die Steuer- und Auswerteeinheit 9 eingerichtet sein kann.

Fig. 7 zeigt nun einen Ausschnitt des Frequenzspektrums der Impulsantwort. Darin sind lokale Maxima, die durch die angeregten Eigenmoden entstehen, klar zu erkennen. Diese treten bei ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz  $f_0$  auf. Die Grundfrequenz kann somit auch über die Abstände benachbarter Moden im Frequenzspektrum ermittelt werden. Diese Verfahrensweise hat den Vorteil, dass die untere Grenzfrequenz des verwendeten Lautsprechers größer gewählt werden kann als die eigentliche zu ermittelnde Grundfrequenz  $f_0$  des akustischen Resonators. Die untere Grenzfrequenz eines Lautsprechers wird unter anderem durch die Größe seiner Membran bestimmt. Je größer diese ist, umso tiefer kann die Grenzfrequenz liegen. Da der Lautsprecher im Inneren des Hohlprofils platziert ist, wird ein möglichst kleiner Membrandurchmesser angestrebt. Dadurch kann es geschehen, dass die einfachste stehende Welle in dem akustischen Resonator mit der vorliegenden Verfahrensweise nicht gut beobachtbar ist, da der Lautsprecher die dafür erforderliche große Wellenlänge nicht ausreichend erzeugen kann. Dieser Effekt ist auch in Fig. 7 zu erkennen, aus der sich er-

gibt, dass die Grundfrequenz etwas mehr als 300 Hz beträgt (Abstände der aufeinanderfolgenden Maxima). Bei etwas mehr als 300 Hz ist in dem in Fig. 7 gezeigten Frequenzspektrum jedoch aus dem angegebenen Grund bei der Grundfrequenz von etwas mehr als 300 Hz kein nutzbares Maximum erkennbar.

Neben der exakten Ermittlung der Grundfrequenz  $f_0$  muss für die Steuer- und Auswerteeinheit die Schallgeschwindigkeit gut bekannt sein. Da die Schallgeschwindigkeit eine Temperaturabhängigkeit besitzt, empfiehlt es sich, die Temperatur  $\vartheta$  innerhalb des Resonators zu messen und damit die aktuelle Schallgeschwindigkeit zu berechnen. Dies kann beispielsweise mit der Gleichung

$$c = 331,5 \frac{m}{s} \cdot \sqrt{1 + \frac{\vartheta}{273,15^\circ C}}$$

erfolgen.

In Fig. 8 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, mit der die Genauigkeit der Messung der Messeinrichtung verbessert werden kann. In Fig. 8 ist wie in Fig. 4 eine schematische Ansicht des Hohlprofils im Längsschnitt der Längenmessvorrichtung gezeigt. Wie in der Ausführungsform nach Fig. 6 ist in dem Hohlprofil 2 ein akustischer Resonator 30 ausgebildet, in dem sich ein Lautsprecher 22 und ein Mikrophon 20 befinden (die mit diesen verbundene Steuer- und Auswerteeinheit ist hier zur Vereinfachung der Darstellung fortgelassen). Darüber hinaus ist in dem Hohlprofil zwischen der gegenüberliegenden zweiten Endwand 42 des Hohlprofils und dem inneren Schieber 6 ein zweiter akustischer Resonator 32 ausgebildet. Darin befinden sich ein zweiter Lautsprecher 26 und ein zweites Mikrophon 24, die ebenfalls mit der Steuer- und Auswerteeinheit verbunden sind. Durch diese Anordnung kann die Längenmessung kalibriert werden, da die Länge des Hohlprofils zwischen den End-

wänden 40 und 42 und die axiale Länge des inneren Schiebers 6 bekannt sind. Unter der Voraussetzung, dass die Schallgeschwindigkeit in dem ersten akustischen Resonator 30 und in dem zweiten akustischen Resonator 32 gleich ist (was voraussetzt, dass die Temperatur in den beiden akustischen Resonatoren gleich ist), kann die Schallgeschwindigkeit durch folgende Gleichungen bestimmt werden:

$$L_0 = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L_0 - L_3 = L_1 + L_2 = \frac{c}{2 \cdot f_{01}} + \frac{c}{2 \cdot f_{02}} = \frac{c}{2} \left( \frac{1}{f_{01}} + \frac{1}{f_{02}} \right)$$

$$c = \frac{2 \cdot (L_0 - L_3)}{\left( \frac{1}{f_{01}} + \frac{1}{f_{02}} \right)} = 2 \cdot (L_0 - L_3) \cdot \frac{(f_{01} \cdot f_{02})}{f_{01} + f_{02}}$$

mit

$L_0$  Länge des Hohlprofils zwischen den Endwänden 40, 42

$L_1$  Länge des akustischen Resonators 30

$L_2$  Länge des oberen, zweiten Resonators 32

$L_3$  axiale Länge des inneren Schiebers 6 in Längsrichtung des Hohlprofils

$f_{01}$  Grundfrequenz des Resonators 30

$f_{02}$  Grundfrequenz des zweiten Resonators 32

Die so bestimmte Schallgeschwindigkeit kann dann verwendet werden, um zum Beispiel die Länge des einen akustischen Resonators 30 zu bestimmen:

$$L_1 = \frac{c}{2 \cdot f_{01}}$$



## Bezugszeichenliste

2	Hohlprofil
3	Kopfplatte
4	Messschieber
5	Permanentmagnete des Messschiebers
6	Innerer Schieber
7	Permanentmagnete des inneren Schiebers
9	Steuer- und Auswerteinheit
20	Mikrophon
22	Lautsprecher
24	zweites Mikrophon
26	zweiter Lautsprecher
30	Akustischer Resonator
32	Zweiter akustischer Resonator
40	Endwand
42	Zweite Endwand

**Patentansprüche**

1. Längenmessgerät mit einem Messschieber (4), einer linearen Führung in Form eines Hohlprofils (2), an dem der Messschieber (4) außen verschiebbar gelagert ist, um ihn in Anlage an ein bezüglich seiner Länge zu messendes Objekt bringen zu können, einem inneren Schieber (6), der im Inneren des Hohlprofils (2) verschiebbar gelagert ist, einer Magnetanordnung (5, 7), die Messschieber (4) und inneren Schieber (6) magnetisch koppelt, so dass der innere Schieber (6) jeder Bewegung des Messschiebers (4) entlang des Hohlprofils (2) folgt, einer Messeinrichtung zur Messung der Position des inneren Schiebers (6) entlang des Hohlprofils (2) und einer im Außenraum des Hohlprofils sichtbaren Anzeige der durch die Messeinrichtung ermittelten Länge nach Maßgabe der gemessenen Position des inneren Schiebers (6), dadurch gekennzeichnet, dass das Hohlprofil (2) an wenigstens einem Ende mit einer Endwand (40) versehen ist, dass der innere Schieber (6) den Querschnitt des Hohlprofils (2) im Wesentlichen abdeckt, um im Innenraum des Hohlprofils (2) zwischen Endwand (40) und dem inneren Schieber (6) einen akustischen Resonator (30) zu bilden, und dass die Messeinrichtung einen Lautsprecher (22) und ein Mikrophon (20) im Inneren des akustischen Resonators (30) sowie eine damit verbundene Steuer- und Auswerteeinheit (9) aufweist, die dazu eingerichtet ist, den Lautsprecher (22) zur Abgabe eines akustischen Impulses zu veranlassen, mit dem Mikrophon (20) die Impulsantwort des akustischen Resonators (30) aufzunehmen, daraus die Grundfrequenz ( $f_0$ ) des akustischen Resonators (30) zu bestimmen und aus der Grundfrequenz die Länge des Resonators (30) und damit die Position des inneren Schiebers (6) entlang des Hohlprofils (2) zu bestimmen.

2. Längenmessgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, die gemessene Impulsantwort des akustischen Resonators (30) durch eine Fourier-Transformation in ein Frequenzspektrum zu transformieren und in dem Frequenzspektrum die Grundfrequenz zu bestimmen.
3. Längenmessgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, zur Fourier-Transformation eine diskrete Fourier-Transformation (DFT) oder eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) durchzuführen.
4. Längenmessgerät nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, im Frequenzspektrum des akustischen Resonators (30) den Abstand zweier aufeinanderfolgender Maxima als Schätzwert für die Grundfrequenz zu bestimmen, zu mehreren Maxima mit dem Schätzwert festzustellen, um die wievielte Oberwelle es sich jeweils handelt, daraus zu jedem der untersuchten Maxima eine Grundfrequenz zu bestimmen und diese zu einem Mittelwert zusammenzufassen.
5. Längenmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, die Bandbreite des über das Mikrophon (20) erzeugten akustischen Impulses so zu wählen, dass die kleinste enthaltene Wellenlänge größer als der doppelte Durchmesser des Hohlprofils (2) ist.
6. Längenmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Hohlprofil (2) auch am anderen Ende mit einer zweiten Endwand (42) versehen ist, um im Innenraum des Hohlprofils zwischen der zweiten Endwand (42) und dem inneren Schieber (6) einen zweiten akus-

tischen Resonator (32) zu bilden, und dass die Messeinrichtung einen zweiten Lautsprecher (26) und ein zweites Mikrophon (24) im Inneren des zweiten akustischen Resonators (32) aufweist und dass die Steuer- und Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, den zweiten Lautsprecher (26) zur Abgabe eines akustischen Impulses zu veranlassen, mit dem zweiten Mikrophon (24) die Impulsantwort des zweiten akustischen Resonators (32) aufzunehmen, daraus die Grundfrequenz des zweiten akustischen Resonators (32) zu bestimmen und aus der Grundfrequenz die Länge des zweiten Resonators (32) zu bestimmen.

7. Längemessgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, mithilfe der bestimmten Längen des akustischen Resonators (30), des zweiten akustischen Resonators (32), der bekannten Länge des Hohlprofils (2) zwischen der Endwand (40) und der zweiten Endwand (42) und der bekannten axialen Länge des inneren Schiebers (6) eine Kalibrierung der Längenbestimmungen durchzuführen.
8. Längenmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetanordnung (5, 7) wenigstens einen Permanentmagneten an dem Messschieber (4) und einen Permanentmagneten an dem inneren Schieber (6) aufweist, die so angeordnet sind, dass entgegengesetzte Pole der beiden Permanentmagnete aufeinander zuweisend zueinander ausgerichtet sind.
9. Längenmessgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils vier Permanentmagnete an dem inneren Schieber (6) und an dem Messschieber (4) so zueinander angeordnet sind, dass jeweils ein Paar eines Permanentmagneten an dem Messschieber (4) und an dem inneren Schieber (6) mit

entgegengesetzten Polen aufeinander zuweisend zueinander ausgerichtet sind.

10. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetanordnung (5, 7) einen Permanentmagneten an einem von Messschieber und innerem Schieber aufweist und dass der andere von Messschieber und innerem Schieber ferro- oder paramagnetisches Material enthält.
11. Längenmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung weiter mit einem Temperatursensor im Inneren des Hohlprofils verbunden ist und dass die Steuer- und Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, in die Bestimmung der Länge des akustischen Resonators (30) aus dessen Grundfrequenz eine temperaturkorrigierte Schallgeschwindigkeit eingehen zu lassen.

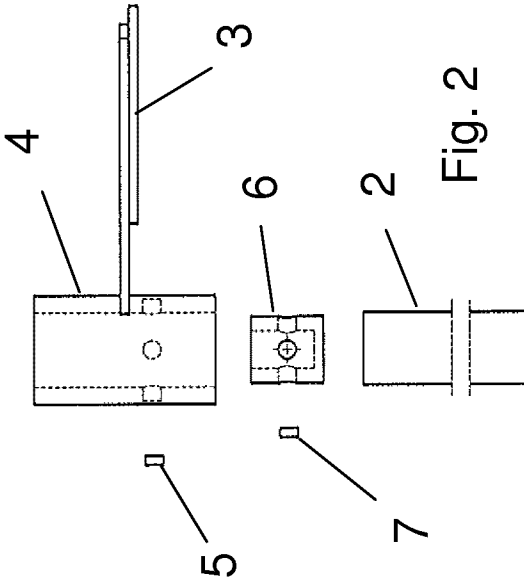


Fig. 1

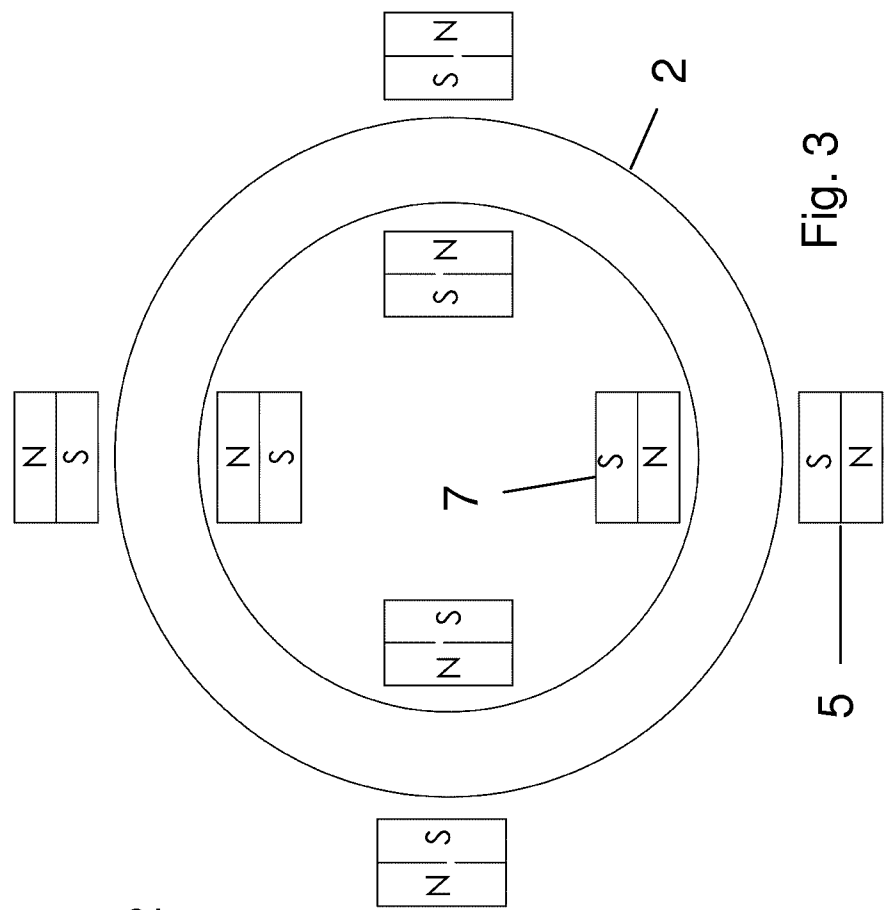


Fig. 2

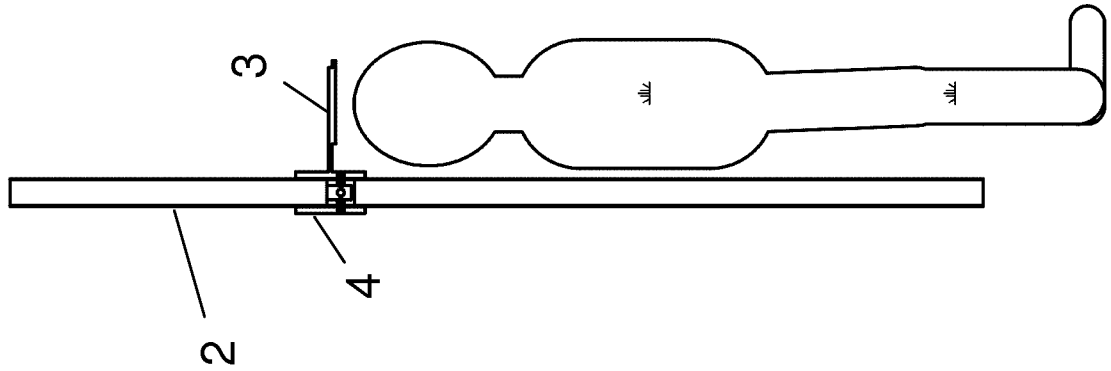


Fig. 3

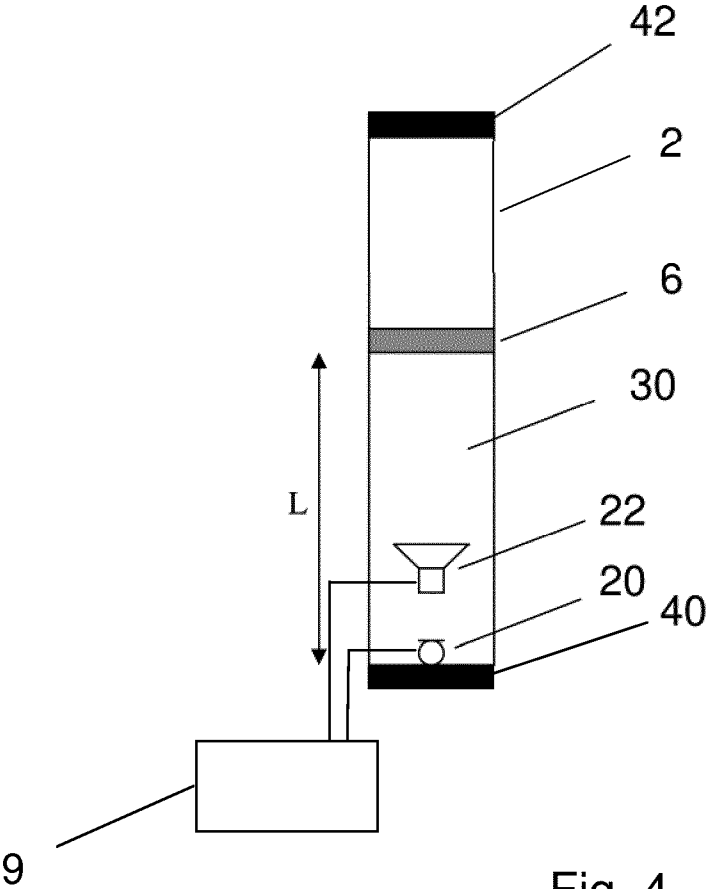


Fig. 4



Fig. 5

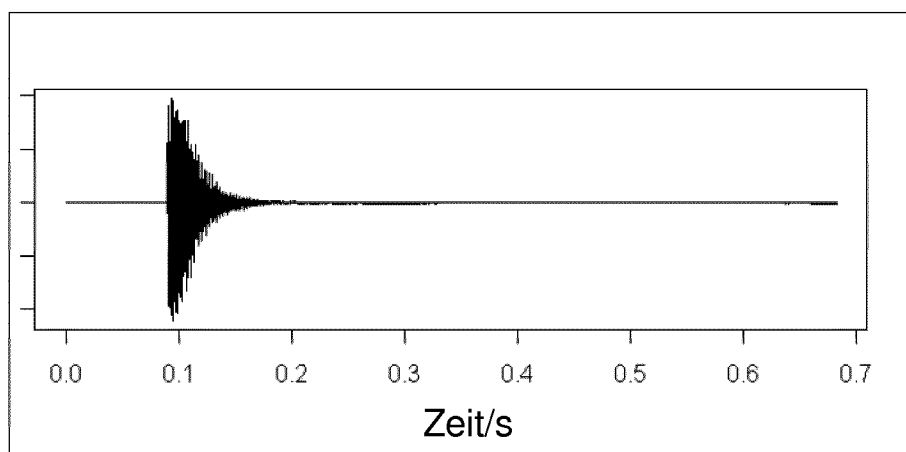


Fig. 6



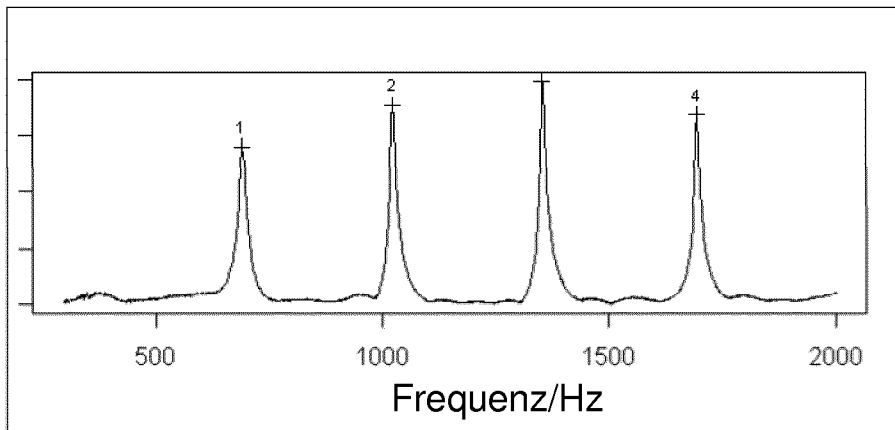


Fig. 7

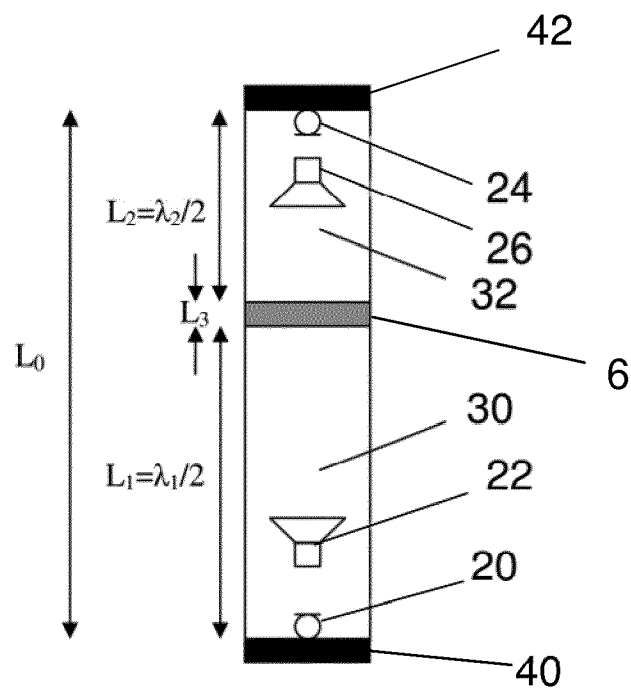


Fig. 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/067022

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. A61B5/107 G01B17/00 G01B5/06 A61B5/00 ADD.											
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC											
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B G01B 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 practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data											
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>           WO 98/17974 A1 (DATA INSTR INC [US])            30 April 1998 (1998-04-30)            cited in the application            figures 2A, 2B, 3A            page 1, line 11            page 7, lines 11-12            page 9, lines 28-32            page 11, lines 8-14            -----         </td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>           AT 401 109 B (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT JOANNEU [AT]) 25 June 1996 (1996-06-25)            figures 2A-2D            page 2, lines 1-11            page 5, lines 53-56            -----            -/--         </td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	WO 98/17974 A1 (DATA INSTR INC [US]) 30 April 1998 (1998-04-30) cited in the application figures 2A, 2B, 3A page 1, line 11 page 7, lines 11-12 page 9, lines 28-32 page 11, lines 8-14 -----	1	A	AT 401 109 B (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT JOANNEU [AT]) 25 June 1996 (1996-06-25) figures 2A-2D page 2, lines 1-11 page 5, lines 53-56 ----- -/--	1
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A	WO 98/17974 A1 (DATA INSTR INC [US]) 30 April 1998 (1998-04-30) cited in the application figures 2A, 2B, 3A page 1, line 11 page 7, lines 11-12 page 9, lines 28-32 page 11, lines 8-14 -----	1									
A	AT 401 109 B (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT JOANNEU [AT]) 25 June 1996 (1996-06-25) figures 2A-2D page 2, lines 1-11 page 5, lines 53-56 ----- -/--	1									
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family 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 application or patent 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 "&" document member of the same patent family											
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report									
9 October 2013		22/10/2013									
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Albrecht, Ronald									

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/067022

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004 061362 A (MITUTOYO CORP) 26 February 2004 (2004-02-26) figure 1 paragraphs [0019] - [0028] -----	1
A	JP 2009 042142 A (HITACHI INF & COMM ENG LTD; SHIBAURA INST TECHNOLOGY) 26 February 2009 (2009-02-26) figures 1,3 paragraphs [0013] - [0016] -----	1
A	AT 397 430 B (HRDLICKA ARMIN W ING [AT]) 25 April 1994 (1994-04-25) figures 1-4 page 3, lines 13-18 page 5, lines 47-53 -----	1
A	EP 0 940 658 A1 (BALIN NIKOLAI IVANOVICH [RU]; DEMCHENKO ALEXANDR PETROVICH [RU]; SYRK0) 8 September 1999 (1999-09-08) figure 1 paragraphs [0033], [0037] -----	1
A	DE 10 2010 001886 A1 (UNIV GRAZ TECH [AT]; FORSCHUNGSHOLDING TU GRAZ GMBH [AT]) 18 August 2011 (2011-08-18) paragraphs [0006] - [0008], [0011] figure 1 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/067022

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9817974	A1	30-04-1998	NONE
AT 401109	B	25-06-1996	NONE
JP 2004061362	A	26-02-2004	NONE
JP 2009042142	A	26-02-2009	JP 5080166 B2 21-11-2012 JP 2009042142 A 26-02-2009
AT 397430	B	25-04-1994	NONE
EP 0940658	A1	08-09-1999	AT 303583 T 15-09-2005 DE 69831393 D1 06-10-2005 DE 69831393 T2 29-06-2006 DK 0940658 T3 12-12-2005 EP 0940658 A1 08-09-1999 JP 4077046 B2 16-04-2008 JP 2002517174 A 11-06-2002 RU 2127873 C1 20-03-1999 US 6272921 B1 14-08-2001 WO 9914562 A1 25-03-1999
DE 102010001886	A1	18-08-2011	NONE

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. A61B5/107 G01B17/00 G01B5/06 A61B5/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) A61B G01B		
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) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 98/17974 A1 (DATA INSTR INC [US]) 30. April 1998 (1998-04-30) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 2A, 2B, 3A Seite 1, Zeile 11 Seite 7, Zeilen 11-12 Seite 9, Zeilen 28-32 Seite 11, Zeilen 8-14 -----	1
A	AT 401 109 B (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT JOANNEU [AT]) 25. Juni 1996 (1996-06-25) Abbildungen 2A-2D Seite 2, Zeilen 1-11 Seite 5, Zeilen 53-56 ----- -/-	1
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. Oktober 2013		22/10/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Albrecht, Ronald

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2004 061362 A (MITUTOYO CORP) 26. Februar 2004 (2004-02-26) Abbildung 1 Absätze [0019] - [0028] -----	1
A	JP 2009 042142 A (HITACHI INF & COMM ENG LTD; SHIBAURA INST TECHNOLOGY) 26. Februar 2009 (2009-02-26) Abbildungen 1,3 Absätze [0013] - [0016] -----	1
A	AT 397 430 B (HRDLICKA ARMIN W ING [AT]) 25. April 1994 (1994-04-25) Abbildungen 1-4 Seite 3, Zeilen 13-18 Seite 5, Zeilen 47-53 -----	1
A	EP 0 940 658 A1 (BALIN NIKOLAI IVANOVICH [RU]; DEMCHENKO ALEXANDR PETROVICH [RU]; SYRKO) 8. September 1999 (1999-09-08) Abbildung 1 Absätze [0033], [0037] -----	1
A	DE 10 2010 001886 A1 (UNIV GRAZ TECH [AT]; FORSCHUNGSHOLDING TU GRAZ GMBH [AT]) 18. August 2011 (2011-08-18) Absätze [0006] - [0008], [0011] Abbildung 1 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/067022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9817974	A1	30-04-1998	KEINE
AT 401109	B	25-06-1996	KEINE
JP 2004061362	A	26-02-2004	KEINE
JP 2009042142	A	26-02-2009	JP 5080166 B2 21-11-2012 JP 2009042142 A 26-02-2009
AT 397430	B	25-04-1994	KEINE
EP 0940658	A1	08-09-1999	AT 303583 T 15-09-2005 DE 69831393 D1 06-10-2005 DE 69831393 T2 29-06-2006 DK 0940658 T3 12-12-2005 EP 0940658 A1 08-09-1999 JP 4077046 B2 16-04-2008 JP 2002517174 A 11-06-2002 RU 2127873 C1 20-03-1999 US 6272921 B1 14-08-2001 WO 9914562 A1 25-03-1999
DE 102010001886	A1	18-08-2011	KEINE