

(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
4. Dezember 2014 (04.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/190970 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04R 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/100117

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2014 (03.04.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 105 483.8 28. Mai 2013 (28.05.2013) DE

(71) Anmelder: ATLAS ELEKTRONIK GMBH [DE/DE];
Sebaldsbrücker Heerstrasse 235, 28309 Bremen (DE).

(72) Erfinder: BUSCH, Rainer; Lüntjenweg 59 B, 26131
Oldenburg (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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: VIBRATION SENSOR, VIBRATION MEASURING ARRAY, CHEMICAL SENSOR AND DEVICE COMPRISING
SAME

(54) Bezeichnung : SCHWINGUNGS-AUFNEHMER, SCHWINGUNGSMESSARRAY, CHEMIESENSOR SOWIE
VORRICHTUNG, WELCHE DIESE AUFWEIST

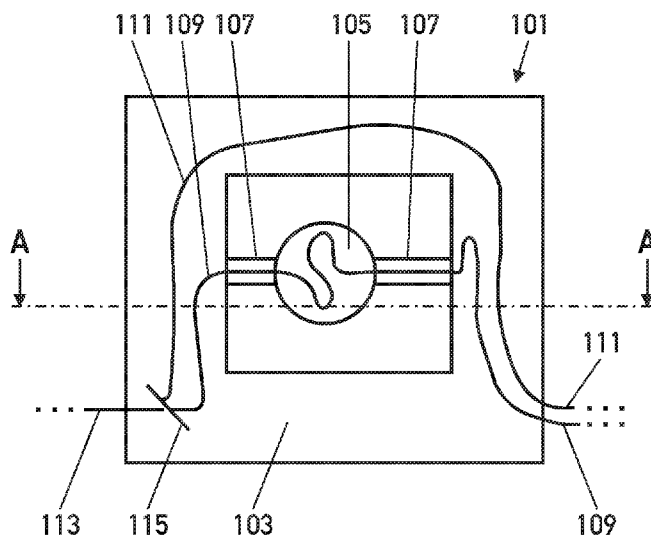


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a vibration sensor, particularly a microphone or hydrophone, having a first resonance element and a first optical interferometer which comprises a first measuring path and a first reference path, wherein the first measuring path is formed by a first measuring optical fibre and the reference path is formed by a first reference optical fibre, characterised in that the resonance element comprises the measuring optical fibre such that a first mechanical vibration of the first resonance element leads to the first measuring optical fibre substantially following the first mechanical vibration, wherein the first mechanical vibration can be applied to the first resonance element substantially from a first vibration direction, and the reference optical fibre is mechanically decoupled from the measuring optical fibre. A vibration sensor of a completely new kind can be provided in this way.

(57) Zusammenfassung: Die
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/190970 A1



Erfindung betrifft einen Schwingungsaufnehmer, insbesondere Mikrofon oder Hydrofon, mit einem ersten Resonanzelement und einem ersten optischen Interferometer, welches einen ersten Messweg und einen ersten Referenzweg aufweist, wobei der erste Messweg durch einen ersten Messlichtwellenleiter und der Referenzweg durch einen ersten Referenzlichtwellenleiter gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Resonanzelement den Messlichtwellenleiter aufweist, sodass eine erste mechanische Schwingung des ersten Resonanzelements dazu führt, dass der erste Messlichtwellenleiter der ersten mechanischen Schwingung im Wesentlichen folgt, wobei die erste mechanische Schwingung im Wesentlichen aus einer ersten Schwingungsrichtung dem ersten Resonanzelement aufprägbar ist, und der Referenzlichtwellenleiter mechanisch vom Messlichtwellenleiter entkoppelt ist. Somit kann ein vollkommen neuartiger Schwingungsaufnehmer bereitgestellt werden.

Schwingungsaufnehmer, Schwingungsmessarray, Chemiesensor
sowie Vorrichtung, welche diese aufweist

[01] Die Erfindung betrifft einen Schwingungsaufnehmer,
insbesondere Mikrofon oder Hydrophon, mit einem ersten
5 Resonanzelement und einem ersten optischen Interferometer,
welches einen ersten Messweg und einen ersten Referenzweg
aufweist, wobei der erste Messweg durch einen ersten
Messlichtwellenleiter und der Referenzweg durch einen
ersten Referenzlichtwellenleiter gebildet sind,
10 Schwingungsmessarray, Chemiesensor und Vorrichtung.

[02] Ein Mikrofon oder Mikrophon ist ein Schallwandler, der
Luftschall als Schallwechseldruckschwingungen in
entsprechende elektrische Spannungsänderungen als
Mikrofonsignal umwandelt. Unterwasser-Mikrofone werden als
15 Hydrofone bezeichnet. In der gängigen Bauform folgt eine
dünne, elastisch gelagerte Membran den Druckschwankungen
des Schalls. Sie bildet durch ihre Bewegung die zeitliche
Verteilung des Wechseldrucks nach. Ein Wandler, der
mechanisch oder elektrisch mit der Membran gekoppelt ist,
20 generiert daraus eine der Membranbewegung entsprechende
Tonfrequenz-Wechselspannung oder eine entsprechende
pulsierende Gleichspannung.

[03] Zwei bekannte Umsetzungen von Mikrofonen sind das
Tauchspulenmikrofon und das Piezomikrofon. Das
25 Tauchspulenmikrofon ist eine Bauform eines dynamischen
Mikrofons. Der Begriff bezieht sich auf den Aufbau des

Wandlers. Bei diesen Tauchspulmikrofonen ist die Membran wie bei einem elektrodynamischen Lautsprecher fest mit einer Spule (Tauchspule) verbunden, die durch die Membranbewegung in einem dauermagnetischen Feld (Luftspalt eines Topfmagneten) bewegt wird. Die relative Bewegung von Spule und Magnetfeld erzeugt durch Induktion die Signalspannung.

[04] Ein Piezomikrofon ist eine Mikrofonbauform, deren Wandlerprinzip auf den Eigenschaften piezoelektrischer Elemente beruht. Eine Membran folgt den Druckschwankungen des Schalls. Sie ist mechanisch mit einem piezoelektrischen Element gekoppelt. Es wird durch die Druckschwankungen minimal verformt und gibt diese als elektrische Spannungsschwankungen aus. Als piezoelektrisches Material wird üblicherweise die Piezokeramik Blei-Zirkonat-Titanat (PZT) verwendet.

[05] Die Mikrofone des Standes der Technik sind in ihrer Miniaturisierung beschränkt, insbesondere, wenn Schall aus unterschiedlichen Richtungen ausgewertet werden soll.

[06] Weiterhin ist gemäß dem Stand der Technik bekannt, dass mechanische Schwingungen mittels Dehnungsmessstreifen oder optischer Faser-Bragg-Gitter ermittelbar sind. Auch hier ist teilweise die Miniaturisierung begrenzt oder kann nur in geringen Schritten vorangetrieben werden. Weiterhin ist die Empfindlichkeit teilweise nicht ausreichend.

[07] Aufgabe der Erfindung ist es, den Stand der Technik zu verbessern.

[08] Gelöst wird die Aufgabe durch einen Schwingungsaufnehmer, insbesondere Mikrofon oder Hydrofon, mit einem ersten Resonanzelement und einem ersten optischen Interferometer, welches einen ersten Messweg und einen
5 ersten Referenzweg aufweist, wobei der erste Messweg durch einen ersten Messlichtwellenleiter und der Referenzweg durch einen ersten Referenzlichtwellenleiter gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Resonanzelement den
10 mechanische Schwingung des ersten Resonanzelements dazu führt, dass der erste Messlichtwellenleiter der ersten mechanischen Schwingung im Wesentlichen folgt, wobei die erste mechanische Schwingung im Wesentlichen aus einer ersten Schwingungsrichtung dem ersten Resonanzelement
15 aufprägbar ist, und der Referenzlichtwellenleiter mechanisch vom Messlichtwellenleiter entkoppelt ist.

[09] Somit kann ein vollkommen neuartiger Schwingungsaufnehmer bereitgestellt werden. Weiterhin sind derartige Schwingungsaufnehmer stark miniaturisierbar. Dies
20 liegt insbesondere daran, dass derartige Schwingungsaufnehmer mittels Lithographie-Verfahren herstellbar sind. Dabei kann insbesondere durch ein oder mehrfaches Aufdampfen von Schichten/Materialien und ein oder mehrfaches Ätzen/Belichten der Schwingungsaufnehmer in
25 großer Zahl gefertigt werden.

[10] Zudem kann eine (mechanische oder akustische) Schwingung im Wesentlichen mittels opto-elektrischer Messverfahren bestimmt werden, wobei sich insbesondere die Vorteile dieser opto-elektrischen Verfahren ausnutzen

lassen. Auch kann die Empfindlichkeit gegenüber bekannten Schwingungsaufnehmern verbessert werden.

[11] Zudem kann vorliegender Schwingungsaufnehmer sowohl in gasförmigen (z.B. Luft) oder flüssige (z.B. Wasser) Medien verwendet werden.

[12] Folgendes Begriffliche sei erläutert:

[13] Ein „Mikrofon“ ist allgemein ein Schallaufnehmer, welcher (Luft)Schall in ein auswertbares und/oder verstärktes Signal umwandelt. Dabei kann sich der Schall auch in anderen Medien außer Luft ausbreiten. Insbesondere umfasst der Begriff Mikrofon den Begriff „Hydrofon“. Hydrofone werden zum Bestimmen von (Unter)Wasserschall eingesetzt. Die typisch abfragbaren Frequenzen für derartige Mikrofone/Hydrofone liegen zwischen wenigen Hz und mehrere tausend kHz. Insbesondere können derartige Hydrofone für Sonartechniken eingesetzt werden. Die Frequenzanpassung erfolgt im Wesentlichen durch die Gestaltung und Auswahl des Resonanzelements.

[14] Das „Resonanzelement“ ist das Element, welches zum „Schwingen“ durch den Schall angeregt wird. Dies kann beispielsweise eine Membran sein. Derartige Membranen können unterschiedlichste Formen ausbilden. So sind flächige als auch hohle als auch dreidimensionale Strukturen realisierbar. Auch können unterschiedlichste Materialien eingesetzt werden. Besonders bevorzugt sind jedoch Materialien, wie sie in der Chipfertigung und bei Lithographischen-Verfahren eingesetzt werden. Insbesondere weist das Resonanzelement im Wesentlichen Silizium auf.

[15] Ein „Interferometer“ ist allgemein ein technisches Gerät, welches der Interferometrie dient. Es wird für die Feststellung von Interferenzen (Überlagerungen von Wellen, hier Lichtwellen) genutzt. Einsatzfelder sind die Längenmessung, die Brechzahlmessung, die Winkelmessung und die Spektroskopie. Beim vorliegenden Interferometer werden mindestens zwei Lichtbündel mithilfe von Spiegeln oder halbdurchlässigen Platten (sogenannten Strahlteilern) durch getrennte optische Bahnen (Messweg und Referenzweg) geführt und am Ende wieder zusammengeführt. Ergebnis ist ein Interferenzmuster (Interferenzstreifen oder -ringe), welche insbesondere abgefragt oder gemessen werden. Dieses Muster wird durch die Differenz der optischen Wege bestimmt, welche die einzelnen Strahlen bis zur Vereinigung zurückgelegt haben. Durch Änderungen dieses Musters kann auf eine Wegänderung geschlossen werden.

[16] Der „Messweg“ bezeichnet insbesondere eine optische Bahn, welche auf, an oder im Resonanzelement geführt wird. Dabei wirkt sich eine Änderung/Schwingung des Resonanzelements in eine Wegänderung des Messwegs aus, welche durch Auswerten des Interferenzmusters bestimmbar ist.

[17] Der Messweg wird insbesondere durch einen „Messlichtwellenleiter“ umgesetzt. Dieser kann unterschiedlich realisiert werden. So kann eine optische Glasfaser auf die Membran geklebt werden. Auch kann durch den lithographischen Herstellungsprozess der optische Messlichtwellenleiter direkt durch Aufdampfen eines

Glasmaterials und Wegätzen nicht benötigtem Glasmaterials, der Messlichtwellenleiter hergestellt werden.

[18] Der „Referenzweg“ bezeichnet insbesondere die andere optische Bahn des Interferometers. Dieser Referenzweg ist
5 (Schwingungs)entkoppelt von dem Resonanzelement angeordnet, sodass sich Schwingungen im Wesentlichen weniger stark auf den Referenzweg auswirken und ein Schwingungsunterschied zwischen Referenzweg und Messweg gegeben ist. Somit bewirken zu messende Schwingungen eine geringere
10 Längenausdehnung des Referenzwegs.

[19] Der Referenzweg wird insbesondere durch einen „Referenzlichtwellenleiter“ realisiert. Dieser kann unterschiedlich bereitgestellt werden. So kann eine optische Glasfaser verwendet werden, welche an einem Träger
15 für die Membran angeordnet ist. Auch kann durch den lithographischen Herstellungsprozess der optische Referenzlichtwellenleiter direkt durch Aufdampfen eines Glasmaterials und Wegätzen nicht benötigtem Glasmaterials, der Referenzlichtwellenleiter hergestellt werden.

20 [20] Insbesondere weisen Messweg und Referenzweg die gleiche Länge auf. Jedoch können auch unterschiedliche Längen realisiert werden, wobei der Längenunterschied nicht größer als eine Kohärenzlänge des verwendeten Lichtsignals sein.

25 [21] Die „mechanische Schwingung“ ist insbesondere eine Schwingung, welche dem Resonanzelement durch einen Schall aufgeprägt wird. Allgemein umfasst die mechanische

Schwingung sämtliche zeitabhängigen Verformungen, welche dem Resonanzelement aufgeprägt werden können.

[22] Dadurch, dass Messlichtwellenleiter und das Resonanzelement fest miteinander verbunden sind, „folgt der Messlichtwellenleiter der ersten mechanischen Schwingung im Wesentlichen“. Somit wirken sich Längenänderungen des Resonanzelements direkt auf den Messlichtwellenleiter aus. Im Wesentlichen in diesem Zusammenhang soll bedeuten, dass für die Realisierung lediglich ein gewisses Koppeln der Bewegung von Resonanzelement und Messlichtwellenleiter gegeben sein muss.

[23] Schall oder auch allgemeine Schwingungen sind meist räumliche Erscheinungen. „Im Wesentlichen aus einer ersten Schwingungsrichtung“ soll im vorliegenden Zusammenhang als die Hauptwirkrichtung des Schalls oder der Schwingung verstanden werden.

[24] Unter „aufprägbar“ ist insbesondere zu verstehen, dass das Resonanzelement – und somit der Messlichtwellenleiter – an dem Schall oder der Schwingung koppeln. Phasenverschiebungen oder nichtlineare Intensitätsänderungen sind unschädlich.

[25] Beim „Entkoppeln“ sind Referenzweg und Messweg schwingungstechnisch entkoppelt. Die Entkopplung muss nicht vollständig sein. Vorliegend reicht ein messbarer (Schwingungs-)Unterschied aus.

[26] In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schwingungsaufnehmer ein zweites Resonanzelement und ein

zweites optisches Interferometer, welches einen zweiten Messweg und einen zweiten Referenzweg aufweist, wobei der zweite Messweg durch einen zweiten Messlichtwellenleiter und der zweite Referenzweg durch den ersten Referenzlichtwellenleiter oder einen zweiten Referenzlichtwellenleiter gebildet sind, wobei das zweite Resonanzelement den zweiten Messlichtwellenleiter aufweist, sodass eine zweite mechanische Schwingung des zweiten Resonanzelements dazu führt, dass der zweite Messlichtwellenleiter der zweiten mechanischen Schwingung im Wesentlichen folgt, wobei die zweite mechanische Schwingung im Wesentlichen aus einer zweiten Schwingungsrichtung dem zweiten Resonanzelement aufprägbar ist, und der erste Referenzlichtwellenleiter oder der zweite Referenzlichtwellenleiter mechanisch vom zweiten Messlichtwellenleiter entkoppelt ist.

[27] Dadurch kann Schall aus zwei unterschiedlichen Richtungen bestimmt werden. Auch können somit die zuvor beschriebenen Vorteile realisiert und die Nachteile des Standes der Technik behoben werden.

[28] Insbesondere weisen erste und zweite Schwingungsrichtung einen Winkel zueinander auf. Bevorzugt ist der Winkel derart ausgestaltet, dass, in einem zu Grunde liegenden Koordinatensystem, die erste und zweite Schwingungsrichtung zueinander orthogonal sind.

[29] Zudem können erstes und zweites Resonanzelement in einem Bauteil zusammengefasst sein. Beispielsweise sind die

Resonanzelemente zwei rechtwinklig zueinander stehende miteinander verbundene Membranen.

[30] Auch können der erste Messweg und der zweite Messweg durch einen einzelnen Messlichtwellenleiter abgefragt werden. In dieser Ausprägungsform können sich die Längenänderungen des ersten Resonanzelements und des zweiten Resonanzelements addieren, sodass sich eine Empfindlichkeitserhöhung realisieren lässt.

[31] In einer weiteren Ausprägungsform umfasst der Schwingungsaufnehmer ein drittes Resonanzelement und ein drittes optisches Interferometer, welches einen dritten Messweg und einen dritten Referenzweg aufweist, wobei der dritte Messweg durch einen dritten Messlichtwellenleiter und der dritte Referenzweg durch den ersten Referenzlichtwellenleiter oder den zweiten Referenzlichtwellenleiter oder einen dritten Referenzlichtwellenleiter gebildet sind, wobei das dritte Resonanzelement den dritten Messlichtwellenleiter aufweist, sodass eine dritte mechanische Schwingung des dritten Resonanzelements dazu führt, dass der dritte Messlichtwellenleiter der dritten mechanischen Schwingung im Wesentlichen folgt, wobei die dritte mechanische Schwingung im Wesentlichen aus einer dritten Schwingungsrichtung dem dritten Resonanzelement aufprägbar ist, und der erste Referenzlichtwellenleiter oder der zweite Referenzlichtwellenleiter oder der dritte Referenzlichtwellenleiter mechanisch vom dritten Messlichtwellenleiter entkoppelt ist.

[32] Auch hier können sich vorgenannte Vorteile umsetzen lassen, wobei eine Erweiterung zu einem dreidimensionalen Messsystem gegeben ist. Somit kann der Schall oder die Schwingung räumlich ausgewertet werden. Die Richtungen und Anordnungen des zweidimensionalen Falls können hier auf die dritte Dimension erweitert werden.

[33] An dieser Stelle sei erwähnt, dass die drei Referenzwege oder auch nur zwei Referenzwege durch denselben Referenzlichtwellenleiter gebildet werden können. Dabei kann das Signal zum Erzeugen der Referenzmuster beispielsweise durch Strahlteiler gebildet werden.

[34] Um die Messempfindlichkeit zu erhöhen oder zu erniedrigen, kann ein jeweiliger Verlauf der jeweiligen Messlichtwellenleiter auf den jeweiligen Resonanzelementen und/oder in den jeweiligen Resonanzelementen und/oder um die jeweiligen Resonanzelemente auf eine jeweilige Zielfrequenzmode der jeweiligen Resonanzelemente angepasst sein.

[35] Eine „Zielfrequenzmode“ ist insbesondere die Oberflächenform des Resonanzelements, welche sich bei einer festen Frequenz ausbildet. Je nach dem wie der Messlichtwellenleiter entlang der „Wellenberge“ und „Wellentäler“ geführt wird kann ein Verstärken oder ein Filtern erfolgen. Insbesondere werden die Zielfrequenzmoden mittels FEM (Finite-Elemente-Methode) oder messtechnisch bestimmt.

[36] In einer weiteren Ausführungsform ist wenigstens eines der Resonanzelemente, insbesondere sind sämtliche Resonanzelemente, als Membran ausgestaltet.

[37] Dadurch können insbesondere effektive Mikrofone und
5 Hydrofone bereitgestellt werden.

[38] Eine „Membran“, auch Schwingungsmembran oder Oszillationsmembrane genannt, umfasst eine dünne Haut oder Folie, die Schwingungen erzeugen, modifizieren oder nachfolgen soll.

10 [39] Um den Schall oder die Schwingung räumlich besonders effektiv zu bestimmen, umfasst der Schwingungsaufnehmer einen (einzelnen) Resonanzkörper, welcher die jeweiligen Resonanzelemente aufweist.

[40] Dabei kann der Resonanzkörper beispielsweise ein
15 Hohlkörper sein. Insbesondere kann der Resonanzkörper ein hohler Würfel oder Teilwürfel oder allgemein (hohler) Polyeder oder Teilpolyeder sein. Dabei bilden insbesondere drei Flächen der vorgenannten algebraischen Körper die Membranen.

20 [41] In einer weiteren Ausprägungsform bilden die jeweiligen Schwingungsrichtungen einen zweidimensionalen oder dreidimensionalen Raum. Somit kann ein räumliches Schwingungsmessverfahren bereitgestellt werden.

[42] Um die Messempfindlichkeit zu verbessern, weist der
25 Schwingungsaufnehmer eine Trägerstruktur auf, welche den Referenzlichtwellenleiter oder die Referenzlichtwellen-

leiter aufweist. Die Trägerstruktur kann dabei zusätzlich als Träger für das Resonanzelement oder für die Resonanzelemente dienen, wobei durch Aufbau und Struktur des Trägers und der Befestigung des Resonanzelements ein
5 Schwingungsentkoppeln erfolgt. Die Trägerstruktur ist besonders steif ausgelegt, sodass ein Aufprägen von zu messenden Schwingungen minimiert ist.

[43] In einer weiteren Ausführungsform weisen die optischen Interferometer einen oder mehrere Strahlteiler auf, welcher
10 oder welche einen Eingangsstrahl oder mehrere Eingangsstrahlen auf die jeweiligen Messlichtwellenleiter und Referenzlichtwellenleiter aufteilt. Somit kann eine Lichtquelle für mehrere oder sämtliche Messwege verwendet werden. Dabei sendet die Lichtquelle den Eingangsstrahl
15 aus. Als Lichtquelle dienen insbesondere Laser oder auch Leuchtdioden.

[44] Um eine Vielzahl von Lichtquellen verwenden zu können, ist oder sind vor dem Strahlteiler oder vor den Strahlteilern ein schmalbandiges optisches Filter
20 angeordnet oder mehrere schmalbandige Filter angeordnet, welches oder welche insbesondere als Faser-Bragg-Gitter ausgestaltet ist oder sind. Somit können auch Leuchtdioden oder Laserdioden eingesetzt werden, welche in der optischen Kommunikation von Glasfasernetzwerken eingesetzt werden.
25 Auch können unterschiedliche Faser-Bragg-Gitter oder schmalbandige Filter verwendet werden, welche jeweils auf eine andere Wellenlänge ausgelegt sind. In diesem Fall können die Filter/Faser-Bragg-Gitter nach dem Strahlteiler angeordnet sein.

[45] In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schwingungsaufnehmer einen Strahlüberlagerer, welcher je einen Interferenzstrahl aus einem Referenzstrahl oder mehreren Referenzstrahlen und je einem Messstrahl bildet.

5 [46] Der „Referenzstrahl“ ist das Lichtsignal, welches den Referenzweg verlässt. Insbesondere ist dies das Signal, welches aus dem Referenzlichtwellenleiter ausgekoppelt wird.

10 [47] Der „Messstrahl“ ist das Lichtsignal, welches den Messweg verlässt. Insbesondere ist dies das Signal, welches aus dem Messlichtwellenleiter ausgekoppelt wird.

15 [48] Der „Strahlüberlagerer“ führt Messstrahl und Referenzstrahl derart zusammen, sodass sich ein Interferenzmuster ausbildet. Der Strahlüberlagerer kann beispielsweise durch einen Strahlteiler realisiert sein.

[49] In einer weiteren Ausführungsform ist der Interferenzstrahl mittels eines Interferenzlichtwellenleiters oder sind die Interferenzstrahlen mittels mehrerer
20 Interferenzlichtwellenleiter geführt.

[50] Um einen oder mehrere Interferenzstrahlen zu führen, umfasst der Schwingungsaufnehmer ein optisches Einkoppelement, welches die Interferenzstrahlen in einen Ergebnisstrahl überführt.

25 [51] Dabei kann das Einkoppelement ein optoelektronisches Bauteil oder eine Linse sein.

[52] In einer weiteren Ausführungsform ist der Ergebnisstrahl in einem Ergebnislichtwellenleiter geführt und ist insbesondere der Ergebnislichtwellenleiter als ein Multimodenlichtwellenleiter ausgestaltet. Somit kann ohne
5 aufwändige Optiken der Ergebnisstrahl geführt werden.

[53] Um mehrere Ergebnisstrahlen, insbesondere mit unterschiedlichen Längenwellen, zu separieren, umfasst der Schwingungsaufnehmer ein optisches Kammfilter, welches den Ergebnisstrahl separiert, sodass die Interferenzstrahlen
10 vorliegen.

[54] Werden die Interferenzstrahlen auf einen Detektor gelenkt, kann eine Änderung des Interferenzmusters am Detektor abgelesen werden.

[55] In einer Ausprägungsform ist der Detektor insbesondere ein ortsauflösender Detektor. Der Detektor kann ein CCD-Detektor (Charge Couple Device-Detektor) oder eine Positionsdiode oder Photodiodenarray sein.
15

[56] Der Schwingungsaufnehmer kann eine Lichtquelle aufweisen, welche insbesondere eine kohärente Lichtquelle und/oder eine breitbandige Leuchtdiode ist, wobei ein zentraler Wellenlängenbereich der Leuchtdiode ausgeblendet ist.
20

[57] Dies bietet den Vorteil, dass aus der Kommunikationstechnik bekannte (breitbandige) Dioden verwendet werden können, welche beispielsweise beim Lithographieherstellungsprozess dem Schwingungsaufnehmer hinzugefügt werden können. Gerade durch das Verwenden der
25

Nebenbereiche des Spektrums, können breite Wellenlängenbereiche abgedeckt und als Ausgangssignal verwendet werden.

5 [58] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch ein Schwingungsmessarray, welches zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr zuvor genannte Schwingungsaufnehmer aufweist.

10 [59] Somit können durch die einzelnen Schwingungsaufnehmer unterschiedliche Schwingungsfrequenzen ermittelt werden. Auch kann eine Ortsauflösung realisiert werden. Eine solche Ortsauflösung ist beispielsweise bei Sonaren äußerst vorteilhaft. Auch kann eine Redundanz bereitgestellt werden, durch die bei einem Ausfall eines Schwingungsaufnehmers auf andere Schwingungsaufnehmer
15 zurückgegriffen werden kann.

[60] In einer diesbezüglichen Ausführungsform werden die Schwingungsaufnehmer eine gemeinsame Lichtquelle gespeist. Durch unterschiedliche schmalbandige Filter (z.B. Faser-Bragg-Filter) können unterschiedliche Wellenlängen dem
20 Schwingungsmessarray zur Verfügung gestellt werden.

[61] Um die Bauteilanzahl zu verringern und ein kompaktes Schwingungsmessarray zur Verfügung zu stellen, können die einzelnen Schwingungsaufnehmer einen gemeinsamen Detektor und/oder ein gemeinsames Kammfilter und/oder einen
25 gemeinsamen Ergebniswellenleiter des Schwingungsmessarray verwenden.

- [62] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch einen Chemiesensor, welcher einen zuvor benannten Schwingungsaufnehmer oder ein zuvor benanntes Schwingungsmessarray aufweist, wobei eines der
- 5 Resonanzelemente derart angeordnet ist, dass ein zu detektierender Stoff an dem Resonanzelement adsorbierbar ist, und der Chemiesensor einen Schallgeber aufweist, welche dem Resonanzelement eine definierte mechanische Schwingung aufprägt.
- 10 [63] Der vorliegende Chemiesensor macht sich zu Nutze, dass durch das Adsorbieren oder das Anlagern eines Stoffes an das Resonanzelement, sich die Resonanzeigenschaften des Resonanzelements ändern und somit das Resonanzelement eine geänderte Schwingung durchführt.
- 15 [64] Als Adsorption (von lat. adsorptio, von adsorbere „(an)saugen“) sei vorliegend die Anreicherung von Stoffen aus Gasen oder Flüssigkeiten an der Oberfläche eines Festkörpers, allgemeiner an der Grenzfläche zwischen zwei Phasen, verstanden.
- 20 [65] Mit umfasst ist die Absorption, bei der die Stoffe in das Innere eines Festkörpers (hier Resonanzelement) oder einer Flüssigkeit (hier im Resonanzelement angeordnete Flüssigkeit) eindringen.
- [66] Adsorbieren zwei oder mehr Spezies an eine Oberfläche,
- 25 so nennt man dies Koadsorption, welche ebenfalls vom Begriff Adsorption mit umfasst sei.

[67] Im Weiteren sei darauf hingewiesen, dass sämtliche Modifikationen und Ausgestaltungsformen des Schwingungsaufnehmers oder des Schwingungsmessarrays auf den Chemiesensor übertragbar sind. Zudem gelten auch die
5 eingeführten Definitionen für den Chemiesensor.

[68] Um selektiv Stoffe auf der Oberfläche des Resonanzelements adsorbieren zu lassen, kann das Resonanzelement an seiner Oberfläche Andockstellen für spezielle Moleküle oder Atome aufweisen.

10 [69] Um den Chemiesensor mehrfach, insbesondere reversibel zu verwenden, umfasst der Chemiesensor ein Heizelement, welches derart angeordnet ist, dass mittels des Heizelements dem Resonanzelement eine Temperatur aufprägbar ist, sodass eine Desorption durchführbar ist.
15 Beispielsweise ist ein Leiter unterhalb des Resonanzelements angeordnet, wobei dieser Leiter zum Heizen mit Strom beaufschlagt wird.

[70] Desorption sei vorliegend das Entfernen zuvor adsorbierter oder absorbierter Stoffe.

20 [71] In einem zusätzlichen Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch einen Beschleunigungssensor, welcher einen zuvor beschriebenen Schwingungsaufnehmer oder ein zuvor beschriebenes Schwingungsmessarray aufweist, wobei eines der Resonanzelemente zusätzlich eine Beschleunigungsmasse
25 aufweist.

[72] Somit kann ein alternativer und neuartiger Beschleunigungssensor bereitgestellt werden, welche vorherige Vorteile zusätzlich oder alternativ aufweist.

5 [73] Durch die Auswahl (z.B. Gewicht) und Anordnung auf der Membran - beispielsweise als Würfel aus dem Membranmaterial - kann die Beschleunigungsmasse ein Signal zum Auswerten einer positiven oder negativen Beschleunigung vorteilhaft beeinflussen.

10 [74] In einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung, welche einen zuvor benannten Schwingungsaufnehmer oder ein zuvor benanntes Schwingungsmessarray oder einen zuvor benannten Chemiesensor aufweist.

15 [75] Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Schwingungssensors in einer Aufsicht von oben,

20 Figur 2 eine schematische Darstellung des Schwingungssensors aus Figur 1 entlang einer Schnittkante AA in einer Seitenansicht und

Figur 3 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Hydrophons.

25 [76] Ein Schwingungssensor 101 umfasst einen Membranträger 103 und eine Membran 105. Die Membran 105 kann in zwei

Alternativen gelagert werden. Zum einen erfolgt die Lagerung mittels Verbindungsstege 107, welche die Membran 105 mit den Membranträger 103 verbindet. Alternativ ist die Membran 105 mittels einer mittigen Lagerung 207 auf dem
5 Membranträger 103 gelagert.

[77] Zwischen der kreisrunden Membran 105 und den Membranträger 103 ist ein Hohlraum 104 ausgebildet. Die Membran 105 weist einen Durchmesser von 300 Mikrometer und die Verbindungsstege 107 oder alternativ die Lagerung 207
10 weist eine Breite von ca. 15 Mikrometer auf.

[78] Da der Membranträger 103 aus kristallinem Silizium gefertigt ist und eine wesentlich größere Masse als die Membran 105 aufweist, ist eine mechanische Schwingungsentkopplung der Membran 105 vom Membranträger
15 103 gewährleistet.

[79] Die Interferometerwege werden durch den Messlichtwellenleiter 109 und den Referenzlichtwellenleiter 111 gebildet. Das zu überlagernde Lichtsignal wird mittels eines Versorgungslichtwellenleiters 113 zur Verfügung
20 gestellt und mittels des Strahlteilers 115 auf den Messlichtwellenleiter 109 und den Referenzlichtwellenleiter 111 aufgeteilt.

[80] Referenzlichtwellenleiter 111 und Messlichtwellenleiter 109 sind auf den Schwingungssensor 101 aufgeklebt.
25 Alternativ werden die Lichtwellenleiter mittels lithographischer Verfahren durch Aufdampfen und (mehrfachen) Wegätzen und Sputtern (E-Beaming) dem Schwingungssensor 101 aufgeprägt.

[81] Messlichtwellenleiter 109 und der Referenzlichtwellenleiter 111 weisen ungefähr die gleiche Länge auf. Der Messlichtwellenleiter 109 wird über den Verbindungssteg 107 auf die Membran 105 geführt und dort meanderförmig angeordnet und anschließend über den zweiten Verbindungssteg 107 wieder zum Membranträger 103 geführt.

[82] In der Ausführung mit der mittigen Lagerung 207 weist der Messlichtwellenleiter zwischen Membranträger 103 und Membran 105 eine Schlaufe auf, sodass dem Messlichtwellenleiter 109 keine zusätzlichen Spannungen aufgeprägt werden. Der Referenzlichtwellenleiter 111 wird vollständig auf den Membranträger 103 geführt.

[83] Vorliegender Schwingungssensor 101 wird im lithographischen Verfahren hergestellt. Der Hohlraum 104 wird mittels E-Beaming/Sputtern und entsprechender Ätzbehandlungen dem Schwingungssensor 103 aufgeprägt.

[84] Wird die Membran 105 mit einer mechanischen oder akustischen Spannung beaufschlagt führt dies dazu, dass der Messlichtwellenleiter 109 sich geringfügig in seiner Länge verändert. Dies führt wiederum dazu, dass beim Überlagern eines Signals des Messlichtwellenleiters 109 und des Referenzlichtwellenleiters 111 sich ein veränderndes Interferenzmuster ergibt. Diese Änderungen werden bestimmt und somit die Schwingungsfrequenz detektiert.

[85] Vorliegender Schwingungssensor 101 kann statt der kreisrunden Membran 105 einen Würfel mit wenigstens 3 zueinander orthogonalen Flächen ausgebildet werden. An jeder dieser Flächen ist dann ein Messlichtwellenleiter 109

angeordnet. Somit kann ein akustischer Vektorsensor bereitgestellt werden.

[86] Mit vorliegendem Schwingungssensor kann ein Hydrophon 301 realisiert werden. Eine Modifikation zu einem Mikrofon
5 oder einem (mechanischen) Schwingungsaufnehmer wird nicht gesondert erläutert, da lediglich eine Modifikation der Membran oder eines Eingangssignals erfolgen muss.

[87] Das Hydrophon 301 weist eine Lichtquelle 331, einen Strahlteiler 341, faseroptische Bragg-Gitter 343, mehrere
10 Schwingungssensoren 101, welche ein Schwingungsaufnehmerarray 321 bilden, einen Strahlüberlagerer 350 und eine Auswerteeinheit 351 auf.

[88] Die Lichtquelle 331 erzeugt ein Breitbandsignal. Dies wird dadurch erzeugt, dass eine dotierte Spezialfaser 335
15 mit einem leistungsstarken Diodenlaser 333 optisch gepumpt wird. Die Wellenlänge des optischen Signals, welches die dotierte Glasfaser 335 aussendet, liegt im Bereich von 1,5 Mikrometer. Die Signalform ist schematisch in dem Spektrum 337 dargestellt.

[89] Das Signal der dotierten Glasfaser 335 wird mittels Strahlteiler 341 auf die einzelnen Versorgungslichtwellenleiter 113 für die einzelnen Schwingungssensoren 101 aufgeteilt. Die einzelnen Versorgungslichtwellenleiter 113 weisen wiederum Faser-Bragg-Gitter auf, welche aus dem
20 breitbandigen Signal (siehe schematisches Spektrum 337) schmalbandige Signale (siehe schematisches Spektrum 345) erzeugen. Diese Signale werden dem Schwingungsaufnehmerarray mit seinen einzelnen
25

Schwingungssensoren 101 zugeführt. Jeder einzelne Schwingungssensor 101 des Schwingungsaufnehmerarrays 321 verwendet ein Signal unterschiedlicher Wellenlänge, da die einzelnen Faser-Bragg-Gitter 344 unterschiedlich
5 ausgestaltet sind.

[90] Die einzelnen Messsignale und Referenzsignale werden überlagert zu Ergebnissignalen (Überlagerung nicht dargestellt) und die jeweiligen Ergebnissignale werden dem Überlagerer 350 zugeführt und in eine multimodale Faser 359
10 eingespeist.

[91] Das Spektrum des Signals in der multimodalen Faser 359 ist ebenfalls dargestellt (siehe 357). Das Signal der multimodalen Faser 359 wird einen Arrayed-Waveguide-Grating (AWG) 353 zugeführt, welches die Ergebnissignale wiederrum
15 separiert und auf ein Fotodiodenarray 355 lenkt.

[92] Mittels des Fotodiodenarrays 355 werden die einzelnen Interferenzmuster und insbesondere deren Änderungen in elektronische Signale überführt und für die Berechnung der an den Schwingungsaufnehmerarray 321 anliegenden
20 Schwingungen ausgewertet.

Bezugszeichenliste

	101	Schwingungssensor	
	103	Membranträger	
	105	Membran	
5	107	Verbindungssteg	
	109	Messlichtwellenleiter	
	111	Referenzlichtwellenleiter	
	113	Versorgungslichtwellenleiter	
	115	Strahlteiler	
10	207	Membranlagerung	
	301	Hydrofon	
	321	Schwingungsaufnehmerarray	
	331	Lichtquelle	
	333	Pumplaser	
15	335	Dotierte Glasfaser	
	337	Spektrum des Signals der dotierten Glasfaser	335
	341	Strahlteiler	
	343	Faser-Bragg-Gitter	
	345	Spektrum des Signals nach Faser-Bragg-Gitter	343
20	350	Strahlüberlagerer	
	351	Auswerteeinheit	
	353	Arrayed Waveguide Grating (AWG)	
	355	Photodiodenarray	
	357	Spektrum des Signals nach Strahlüberlagerer	350
25	359	Multimodenfaser	

Patentansprüche:

1. Schwingungsaufnehmer (101), insbesondere Mikrophon oder Hydrophon, mit einem ersten Resonanzelement (105) und einem ersten optischen Interferometer, welches einen ersten Messweg und einen ersten Referenzweg aufweist, wobei der erste Messweg durch einen ersten Messlichtwellenleiter (109) und der Referenzweg durch einen ersten Referenzlichtwellenleiter (111) gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Resonanzelement den Messlichtwellenleiter aufweist, sodass eine erste mechanische Schwingung des ersten Resonanzelements dazu führt, dass der erste Messlichtwellenleiter der ersten mechanischen Schwingung im Wesentlichen folgt, wobei die erste mechanische Schwingung im Wesentlichen aus einer ersten Schwingungsrichtung dem ersten Resonanzelement aufprägar ist, und der Referenzlichtwellenleiter mechanisch vom Messlichtwellenleiter entkoppelt ist.
2. Schwingungsaufnehmer nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein zweites Resonanzelement und ein zweites optisches Interferometer, welches einen zweiten Messweg und einen zweiten Referenzweg aufweist, wobei der zweite Messweg durch einen zweiten Messlichtwellenleiter und der zweite Referenzweg durch den ersten Referenzlichtwellenleiter oder einen zweiten Referenzlichtwellenleiter gebildet sind, wobei das zweite Resonanzelement den zweiten Messlichtwellenleiter aufweist, sodass eine zweite mechanische Schwingung des zweiten Resonanzelements dazu führt, dass der zweite Messlichtwellenleiter der zweiten mechanischen Schwingung im Wesentlichen folgt, wobei die zweite mechanische Schwingung im Wesentlichen aus einer zweiten Schwingungsrichtung dem zweiten Resonanzelement aufprägar ist, und der erste Referenzlichtwellenleiter

oder der zweite Referenzlichtwellenleiter mechanisch vom zweiten Messlichtwellenleiter entkoppelt ist.

3. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch ein drittes Resonanzelement und ein drittes optisches Interferometer, welches einen dritten Messweg und einen dritten Referenzweg aufweist, wobei der dritte Messweg durch einen dritten Messlichtwellenleiter und der dritte Referenzweg durch den ersten Referenzlichtwellenleiter oder den zweiten Referenzlichtwellenleiter oder einen dritten Referenzlichtwellenleiter gebildet sind, wobei das dritte Resonanzelement den dritten Messlichtwellenleiter aufweist, sodass eine dritte mechanische Schwingung des dritten Resonanzelements dazu führt, dass der dritte Messlichtwellenleiter der dritten mechanischen Schwingung im Wesentlichen folgt, wobei die dritte mechanische Schwingung im Wesentlichen aus einer dritten Schwingungsrichtung dem dritten Resonanzelement aufprägbar ist, und der erste Referenzlichtwellenleiter oder der zweite Referenzlichtwellenleiter oder der dritte Referenzlichtwellenleiter mechanisch vom dritten Messlichtwellenleiter entkoppelt ist.
4. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein jeweiliger Verlauf der jeweiligen Messlichtwellenleiter auf den jeweiligen Resonanzelementen und/oder in den jeweiligen Resonanzelementen und/oder um die jeweiligen Resonanzelemente auf eine jeweilige Zielfrequenzmode der jeweiligen Resonanzelemente angepasst ist.
5. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Resonanzelemente, insbesondere sämtliche Resonanzelemente, als Membran ausgestaltet ist.

6. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Resonanzkörper, welcher die jeweiligen Resonanzelemente umfasst.
7. Schwingungsaufnehmer nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Schwingungsrichtungen einen zweidimensionalen oder dreidimensionalen Raum bilden.
8. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Trägerstruktur (103), welche den Referenzlichtwellenleiter oder die Referenzlichtwellenleiter aufweist.
9. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Interferometer einen oder mehrere Strahlteiler (115) aufweisen, welcher oder welche einen Eingangsstrahl oder mehrere Eingangsstrahlen auf die jeweiligen Messlichtwellenleiter und Referenzlichtwellenleiter aufteilt.
10. Schwingungsaufnehmer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Strahlteiler oder vor den Strahlteilern ein schmalbandiges optisches Filter angeordnet ist oder mehrere schmalbandige Filter (343) angeordnet sind, welches oder welche insbesondere als Faser-Bragg-Gitter ausgestaltet ist oder sind.
11. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Strahlüberlagerer (350), welcher je einen Interferenzstrahl aus einem Referenzstrahl oder mehreren Referenzstrahlen und je einem Messstrahl bildet.
12. Schwingungsaufnehmer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Interferenzstrahl mittels eines Interferenzlichtwellenleiters oder die

Interferenzstrahlen mittels mehrerer Interferenzlichtwellenleiter geführt ist oder sind.

13. Schwingungsaufnehmer nach einem der Ansprüche 11 bis 12, gekennzeichnet durch ein optisches Einkoppelement, welches die Interferenzstrahlen in einen Ergebnisstrahl überführt.
14. Schwingungsaufnehmer nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Ergebnisstrahl in einem Ergebnislichtwellenleiter (359) geführt ist und insbesondere der Ergebnislichtwellenleiter als ein Multimodenlichtwellenleiter ausgestaltet ist.
15. Schwingungsaufnehmer nach einem der Ansprüche 13 bis 14, gekennzeichnet durch ein optisches Kammfilter (353), welches den Ergebnisstrahl separiert, sodass die Interferenzstrahlen vorliegen.
16. Schwingungsaufnehmer nach einem der Ansprüche 11 bis 15, gekennzeichnet durch einen Detektor (355), insbesondere ortsauflösenden Detektor, den die Interferenzstrahlen beaufschlagen.
17. Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Lichtquelle (331).
18. Schwingungsaufnehmer nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle eine kohärente Lichtquelle und/oder eine breitbandige Leuchtdiode ist, wobei ein zentraler Wellenlängenbereich der Leuchtdiode ausgeblendet ist.
19. Schwingungsmessarray (321), welches zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr Schwingungsaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche aufweist.

20. Schwingungsmessarray nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungsaufnehmer durch eine gemeinsame Lichtquelle gespeist werden.
21. Schwingungsmessarray nach einem der Ansprüche 19 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Schwingungsaufnehmer einen gemeinsamen Detektor und/oder ein gemeinsames Kammfilter und/oder einen gemeinsamen Ergebniswellenleiter verwenden.
22. Chemiesensor, welcher einen Schwingungsaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 18 oder ein Schwingungsmessarray nach einem der Ansprüche 19 bis 21 aufweist, wobei eines der Resonanzelemente derart angeordnet ist, dass ein zu detektierender Stoff an dem Resonanzelement adsorbierbar ist, und der Chemiesensor einen Schallgeber aufweist, welche dem Resonanzelement eine definierte mechanische Schwingung aufprägt.
23. Chemiesensor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Resonanzelement an seiner Oberfläche Andockstellen für spezielle Moleküle oder Atome aufweist.
24. Chemiesensor nach einem der Ansprüche 22 bis 23, gekennzeichnet durch ein Heizelement, welches derart angeordnet ist, dass mittels des Heizelements dem Resonanzelement eine Temperatur aufprägbar ist, sodass eine Desorption durchführbar ist.
25. Beschleunigungssensor, welcher einen Schwingungsaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 18 oder ein Schwingungsmessarray nach einem der Ansprüche 19 bis 21 aufweist, wobei eines der Resonanzelemente zusätzlich eine Beschleunigungsmasse aufweist.
26. Vorrichtung, welche einen Schwingungsaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 18 oder ein Schwingungsmessarray nach

einem der Ansprüche 19 bis 21 oder einen Chemiesensor nach einem der Ansprüche 22 bis 24 oder einen Beschleunigungssensor nach Anspruch 25 aufweist.

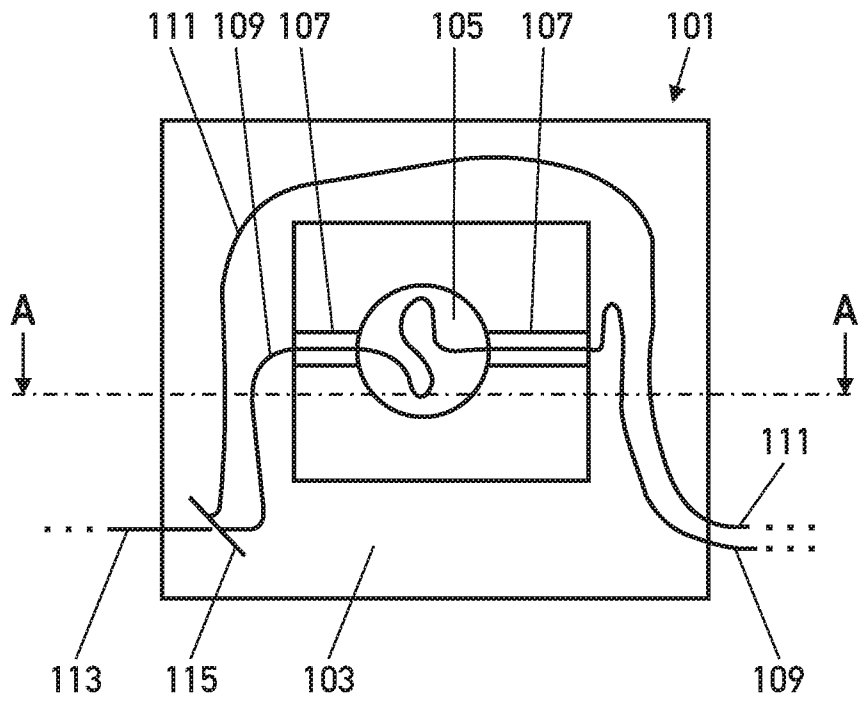


Fig. 1

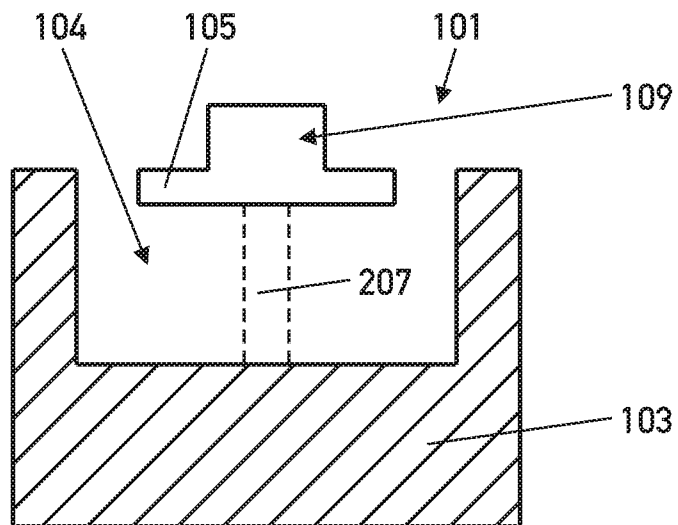


Fig. 2

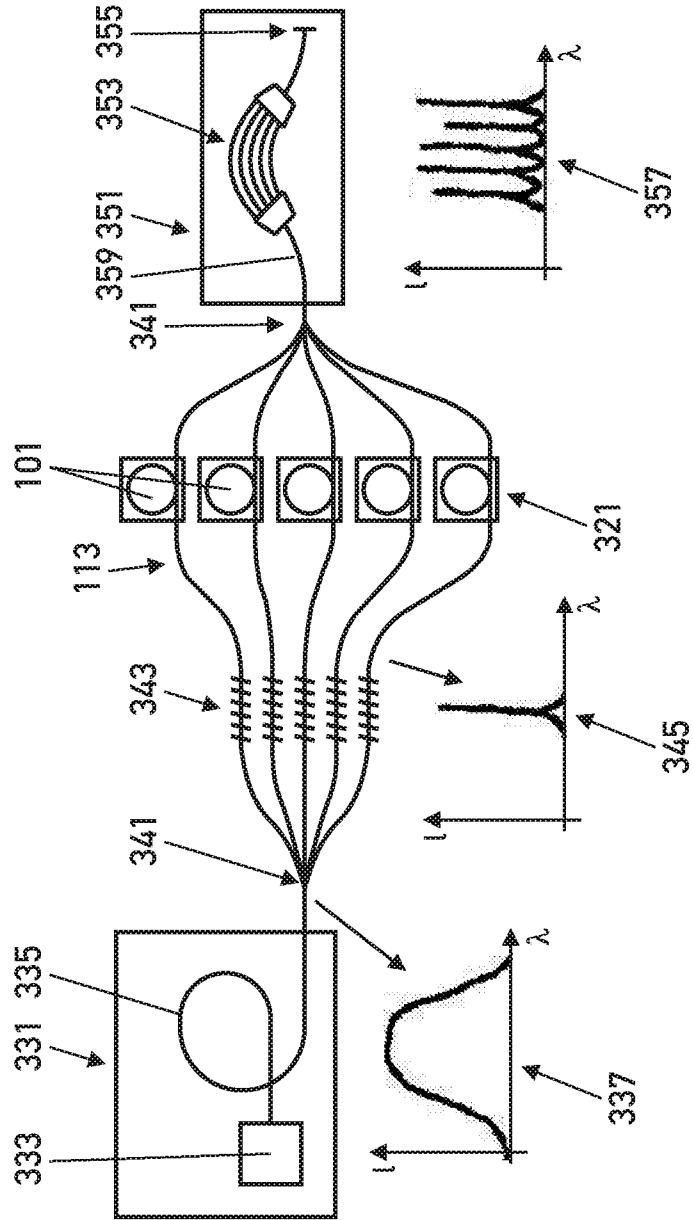


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/DE2014/100117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04R23/00 ADD.		
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) H04R G01H G01V G02B		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 140 559 A (FISHER STANLEY A [US]) 18 August 1992 (1992-08-18) the whole document -----	1-26
X	EP 1 096 271 A2 (LITTON SYSTEMS INC [US]) 2 May 2001 (2001-05-02) the whole document -----	1-26
X	US 7 168 323 B1 (DISCENZO FREDERICK M [US]) 30 January 2007 (2007-01-30) the whole document -----	1-26
X	US 4 446 543 A (MCLANDRICH MATTHEW N [US] ET AL) 1 May 1984 (1984-05-01) column 1, line 1 - column 3, line 37; figure 2 -----	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	
18 August 2014	27/08/2014	
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 Timms, Olegs	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/100117

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 947 437 A (FIREBAUGH WILLIAM H [US]) 7 August 1990 (1990-08-07) the whole document -----	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2014/100117

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5140559	A	18-08-1992	NONE	

EP 1096271	A2	02-05-2001	CA 2320449 A1	29-04-2001
			EP 1096271 A2	02-05-2001
			NO 20005442 A	30-04-2001
			US 6288975 B1	11-09-2001

US 7168323	B1	30-01-2007	US 7168323 B1	30-01-2007
			US 7535579 B1	19-05-2009

US 4446543	A	01-05-1984	NONE	

US 4947437	A	07-08-1990	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/100117

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H04R23/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H04R G01H G01V G02B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 140 559 A (FISHER STANLEY A [US]) 18. August 1992 (1992-08-18) das ganze Dokument -----	1-26
X	EP 1 096 271 A2 (LITTON SYSTEMS INC [US]) 2. Mai 2001 (2001-05-02) das ganze Dokument -----	1-26
X	US 7 168 323 B1 (DISCENZO FREDERICK M [US]) 30. Januar 2007 (2007-01-30) das ganze Dokument -----	1-26
X	US 4 446 543 A (MCLANDRICH MATTHEW N [US] ET AL) 1. Mai 1984 (1984-05-01) Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 37; Abbildung 2 ----- -/--	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" 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

18. August 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/08/2014

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

Timms, Olegs

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/100117

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 947 437 A (FIREBAUGH WILLIAM H [US]) 7. August 1990 (1990-08-07) das ganze Dokument -----	1-26

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/100117

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5140559	A	18-08-1992	KEINE	

EP 1096271	A2	02-05-2001	CA 2320449 A1	29-04-2001
			EP 1096271 A2	02-05-2001
			NO 20005442 A	30-04-2001
			US 6288975 B1	11-09-2001

US 7168323	B1	30-01-2007	US 7168323 B1	30-01-2007
			US 7535579 B1	19-05-2009

US 4446543	A	01-05-1984	KEINE	

US 4947437	A	07-08-1990	KEINE	
