

(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

10. März 2016 (10.03.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2016/034366 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01F 23/296 (2006.01) G01F 23/00 (2006.01)

G01N 29/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/068313

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. August 2015 (07.08.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2014 217 419.8

1. September 2014 (01.09.2014)

DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH

[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: REITMEIER, Torsten; Hauptstraße 2, 92442

Wackersdorf (DE). HEINRICH, Stephan; Lohstraße 13,
84076 Pfeffenhausen (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST,
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).

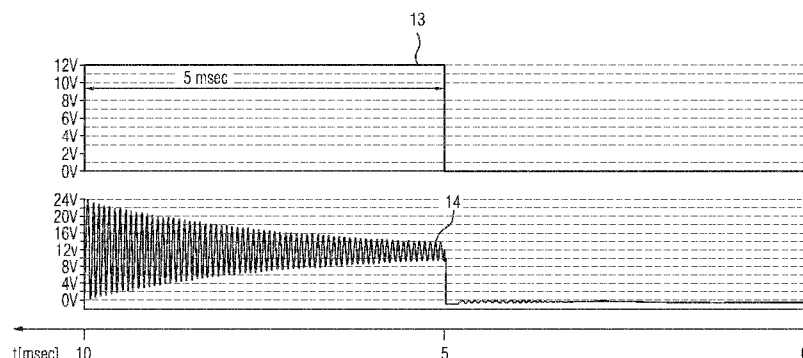
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN ULTRASONIC SENSOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES ULTRASCHALLSENSORS

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an ultrasonic sensor comprising a piezoelectric converter element, a driver circuit, a pulse generator, and a signal processing circuit. The aim of the invention is to provide a method of the aforementioned type which provides measurement results in a particularly quick manner with little complexity. This is achieved in that the pulse generator is actuated by the driver circuit such that the pulse generator excites the converter element with an electric pulse, the time curve of which corresponds to a Heavyside step function. The step response is analyzed by the signal processing circuit using a quick Fourier transformation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors mit einem piezoelektrischen Wandlerelement, einem Treiberschaltkreis, einem Impulsgeber und einem Signal- verarbeitungsschaltkreis.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/034366 A1



Um Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, das mit geringem Aufwand besonders schnell Messergebnisse liefert, wird der Impulsgeber derart von dem Treiberschaltkreis angesteuert, dass er das Wandlerelement mit einem elektrischen Impuls anregt, der in seinem zeitlichen Verlauf einer Heavisideschen Sprungfunktion entspricht, wobei die Sprungantwort von dem Signalverarbeitungsschaltkreis mit einer schnellen Fourier Transformation ausgewertet wird.

Beschreibung

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES ULTRASCHALLSENSORS

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors mit einem piezoelektrischen Wandlerelement, einem Treiberschaltkreis, einem Impulsgeber und einem Signalverarbeitungsschaltkreis.
- 10 Bei derartigen elektrisch-akustischen Wandlern, insbesondere bei piezoelektrischen Wandlern, die insbesondere Teil einer Sensorik sind, werden elektrische Signale in Ultraschallsignale umgewandelt, die in der Form von Echo-Signalen reflektiert und wieder in elektrische Signale zurückverwandelt werden. Solche
- 15 Sensoren bzw. Wandler können beispielsweise zur Messung von Füllständen und/oder von Eigenschaften von Flüssigkeiten oder Gasen eingesetzt werden. Ein spezieller Anwendungsfall ist der Einsatz zur Messung der Viskosität von Flüssigkeiten, wie zum Beispiel Öl, in Kraftfahrzeugen.
- 20 Die Amplituden der erhaltenen Ultraschall-Echosignale sind dabei stark abhängig vom jeweiligen Medium, von der Koppelschicht zwischen dem Wandlerelement und dem Medium, von der Temperatur des Mediums etc. Insbesondere können durch äußere Einwirkungen, beispielsweise Luftblasen, Veränderungen der Zusammensetzung
- 25 des Mediums etc., Echos von Ultraschallwandlern stark gedämpft oder verstärkt werden. Durch unterschiedlich hohe Amplituden des Echosignales ergeben sich entsprechende Probleme.
- 30 Solche Ultraschallwandler haben einen Ausgangsverstärker zum Verstärken der empfangenen Echo-Signale, damit diese in einem Signalverarbeitungsschaltkreis weiterverarbeitet werden können.
- 35 Nach dem Stand der Technik wird ein Wandlerelement des Ultraschallwandlers vom Impulsgeber mit Sinusspannungen unterschiedlicher Frequenzen angeregt. Dieses sogenannte Durch-

sweepen benötigt viel Zeit und sehr teure elektronische Bauelemente zur Erzeugung des Frequenzspektrums der Sinunssignale. Durch eine Suche nach der Resonanzfrequenz mit Hilfe des Signalverarbeitungsschaltkreises kann dann zum Beispiel die Qualität der Flüssigkeit bestimmt werden. Jedoch benötigt eine Bestimmung der Ölqualität mit dem Verfahren nach dem Stand der Technik etwa 20 bis 30 sec. Darüber hinaus ist es nachteilig, dass mit dem Sweepen der Frequenzen Schwingungsenergie in das zu messende Medium (zum Beispiel Öl) eingebracht wird, die das Medium aufheizt und somit die Messergebnisse deutlich verfälscht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, das mit geringem Aufwand besonders schnell Messergebnisse liefert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs gelöst.

Dadurch, dass der Impulsgeber derart von dem Treiberschaltkreis angesteuert wird, dass er das Wandlerelement mit einem elektrischen Impuls anregt, der in seinem zeitlichen Verlauf einer Heavisideschen Sprungfunktion entspricht und die Sprungantwort von dem Signalverarbeitungsschaltkreis mit einer schnelle Fourier Transformation ausgewertet wird, kann auf die Anregung des Wandlerelements mit unterschiedlichen Sinusspannungen verzichtet werden. Der Vorgang des Durchsweepens entfällt und zum Beispiel die Messung der physikalischen Eigenschaften einer Flüssigkeit mit dem Ultraschallwandler, kann sehr schnell durchgeführt werde. Die Bestimmung der Ölqualität eines Motorenöls im Verbrennungsmotor mit dem erfindungsgemäßen Verfahren benötigt nur etwa 5 msec zuzüglich der Rechenzeit für die schnelle Fourier Transformation, so dass nach etwa 20 msec Informationen über die Ölqualität vorliegen. Darüber hinaus wird keine nennenswerte Energie in das zu messende Medium eingebracht, so

dass es nicht zu einer Erwärmung des Mediums durch die Messung kommen kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines Ultraschallwandlers einer entsprechenden Sensorik;

Figur 2 einen Ultraschallsensor;

Figur 3 eine Heavisidische Sprungfunktion;

Figur 4 eine Systemantwort.

Figur 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Ultraschallsensors 9. Der Ultraschallsensor 9 besitzt einen Treiberschaltkreis 1, der bewirkt, dass ein zugehöriger Impulsgeber 2 ein Ultraschall-Wandlerelement 4 über einen Eingangsverstärker 3 mit entsprechenden Anregeimpulsen beaufschlagt. Das Wandlerelement 4, das in der Regel als piezoelektronisches Wandlerelement ausgebildet ist, wandelt die elektrischen Impulse in Ultraschallimpulse (Ultraschallwelle 12) um und beaufschlagt damit ein geeignetes Medium 11 (zum Beispiel Öl). Entsprechende Echo-Impulse werden vom Wandlerelement 4 aufgefangen, in elektrische Impulse zurückverwandelt und einem Ausgangsverstärker 5 zugeführt, von dem aus verstärkte Signale einem Signalverarbeitungsschaltkreis 6 zugeleitet werden. An den Signalverarbeitungsschaltkreis 6 sind ein Speicher 7 und ein Monitor 8, der eine nachfolgende Fahrzeugelektronik beinhalten kann, angeschlossen.

Bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel wird der Impulsgeber 2 so von dem Treiberschaltkreis 1 angesteuert, dass er das Wandlerelement 4 mit einem elektrischen Impuls anregt, der in seinem zeitlichen Verlauf einer Heavisideschen Sprungfunktion 13

entspricht. Das Wandlerelement 4 nimmt die Antwort des mit dem Impuls beaufschlagten Mediums auf und leitet die Messergebnisse über den Ausgangsverstärker 5 an den Signalverarbeitungsschaltkreis 6. In dem Signalverarbeitungsschaltkreis 6 wird die Sprungantwort 14 mit einer schnellen Fourier Transformation ausgewertet. Damit steht in sehr kurzer Zeit eine Information über die zu untersuchenden physikalischen Eigenschaften des Mediums (zum Beispiel Motorenöl, Kühlwasser oder Urea Reduktionslösung) zur Verfügung.

Figur 2 zeigt einen Ultraschallsensor 9, wie er zum Beispiel in Kraftfahrzeugen zum Messen des Motorölpegels und der Motorölqualität verwendet wird. Dabei ist der Pegel im Ultraschallsensor 9 und im Motor selbst identisch und der Messbereich des Ultraschallsensors 9 liegt in der Regel zwischen einem minimalen und einem maximalen Wert. Figur 2 zeigt einen Ultraschallsensor 9 mit drei Kammern 24, 26, 27 ohne Flüssigkeit. Der Querschnitt des Ultraschallsensors 9 ist rund und die einzelnen Kammern 24, 26, 27 werden durch konzentrisch angeordnete Rohre gebildet. Das äußere Rohr ist mit einem Boden 23 und einem Deckel 22 abgeschlossen und bildet das Gehäuse des Sensors. Das mittlere Rohr erstreckt sich vom Boden 23 bis zum Deckel 22 und bildet die Messkammer 24. Die äußere Kammer, auch als Einlasskammer 27 bezeichnet, und die Messkammer 24 besitzen jeweils an ihrer Außenseite nahe dem Boden 23 eine Öffnung 28 zum Ein- und Ausströmen des Motoröls. Die Einlasskammer 27 und die Messkammer 24 schließen eine weitere Kammer 26 ein, wobei die Außenseite der weiteren Kammer 26 durch die Innenseite der Einlasskammer 27 und die Innenseite der weiteren Kammer 26, durch die Außenseite der Messkammer 24 gebildet wird. Innerhalb der Messkammer 24 ist ein Reflexionskörper 25 angebracht, das im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Reflexion der vom Wandlerelement 4 ausgesendeten Ultraschallwellen 12 benutzt werden kann. Zudem weisen die Kammern 24, 26, 27 Entlüftungsöffnungen 29 auf.

Figur 3 zeigt die Heavisidesche Sprungfunktion 13, mit der das Wandlerelement 4 angeregt wird. Auf der Abszisse des Diagramms

ist die Zeit t in Millisekunden aufgetragen, wobei der Nullpunkt auf der rechten Seite des Koordinatensystems eingezeichnet ist und der zeitliche Verlauf der Heavisideschen Sprungfunktion 13 bis zu einem Zeitpunkt von 10 Millisekunden erkennbar ist. Vom Nullpunkt bis zu 5 Millisekunden befindet sich die Sprungfunktion bei etwa 0 V, wonach dann schlagartig bei 5 Millisekunden die Spannung von 0 auf 12 V erhöht wird, wonach diese Spannung für 5 Millisekunden gehalten wird und dann wieder auf 0 abfällt. Die Systemantwort 14 ist im 2. Teil des Diagramms dargestellt.

Nachdem das piezoelektronische Wandlerelement 4 mit der Heavisideschen Sprungfunktion 13 angeregt wurde und Schallwellen 12 in das Medium 11 ausgesendet hat, die nach kurzer Zeit durch Reflektion zurück zum Wandlerelement 4 reflektiert wurden, wird durch die reflektierte Ultraschallwelle im Wandlerelement eine Spannung induziert, die als Systemantwort 14 aufgezeichnet wird. Diese Systemantwort 14 ist im 2. Graph des Koordinatensystems in Figur 3 zu erkennen.

Die Systemantwort, die auch als Sprungantwort 14 bezeichnet wird, kann mithilfe einer schnellen Fourier-Transformation analysiert werden, was in Figur 4 dargestellt ist. Die Systemantwort 14 enthält eine Vielzahl von Frequenzen, wobei eine deutliche Resonanz des Systems bei einer Frequenz von 10,5 kHz zu erkennen ist. Alle anderen Spitzen im Frequenzspektrum der Figur 4 entsprechen Oberwellen der Grundresonanzfrequenz des Systems. Anhand dieser Resonanzfrequenz des Systems kann auf die Qualität des untersuchenden Mediums zurückgeschlossen werden. Wenn der Ultraschallsensor als Qualitätssensor eingesetzt wird, kann z. B. auch die Beschaffenheit eines Motoröls in einem Verbrennungsmotor während des Betriebes des Verbrennungsmotors analysiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors (9) mit
einem piezoelektrischen Wandlerelement (4), einem Trei-
berschaltkreis (1), einem Impulsgeber (2) und einem
Signalverarbeitungsschaltkreis (6), d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass der Impulsgeber (2)
derart von dem Treiberschaltkreis (1) angesteuert wird,
dass er das Wandlerelement (4) mit einem elektrischen Impuls
anregt, der in seinem zeitlichen Verlauf einer
Heavisideschen Sprungfunktion (13) entspricht, wobei die
Sprungantwort (14) von dem Signalverarbeitungsschaltkreis
(6) mit einer schnellen Fourier Transformation ausgewertet
wird.
2. Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors (9) nach
Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Ultraschallsensor (9) zur Bestimmung der Qualität
eines Motorenöls geeignet ist.

FIG 1

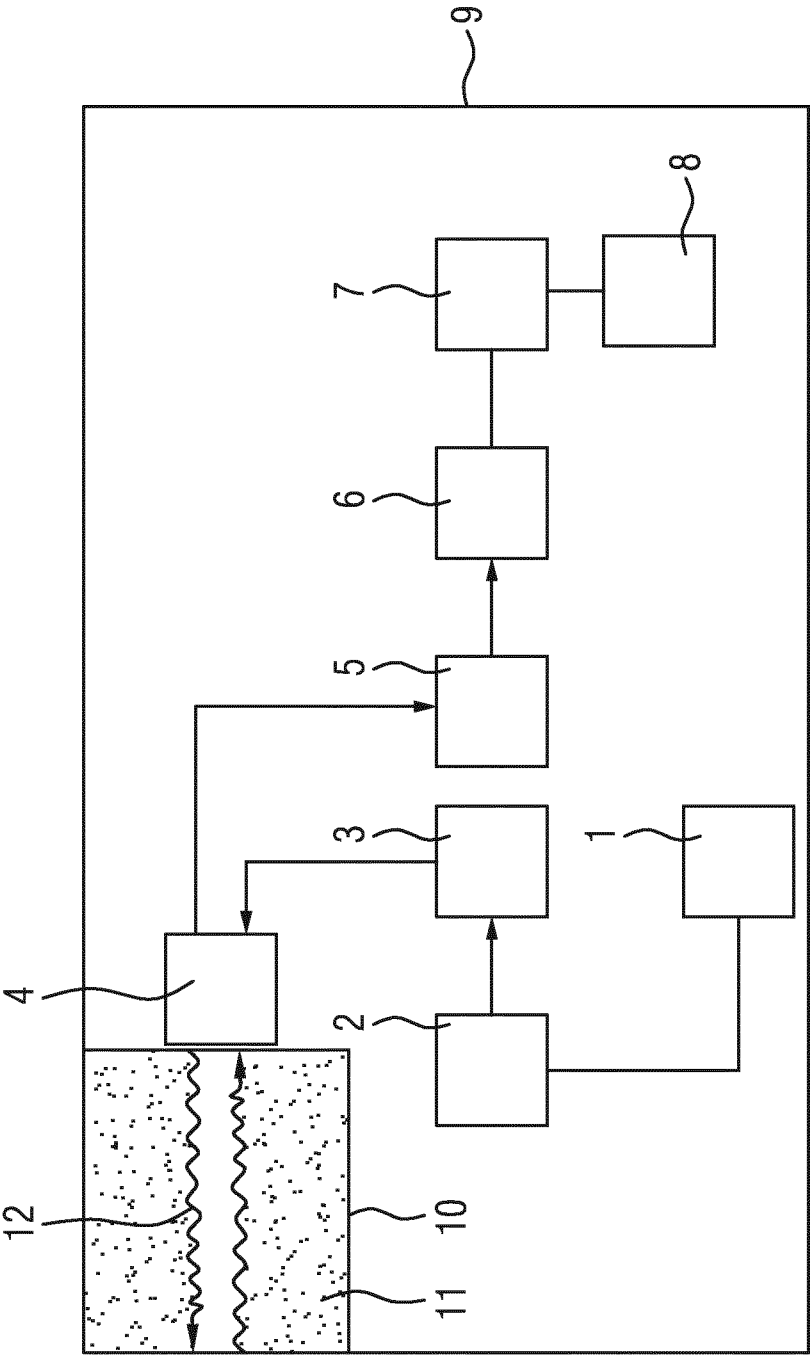


FIG 2

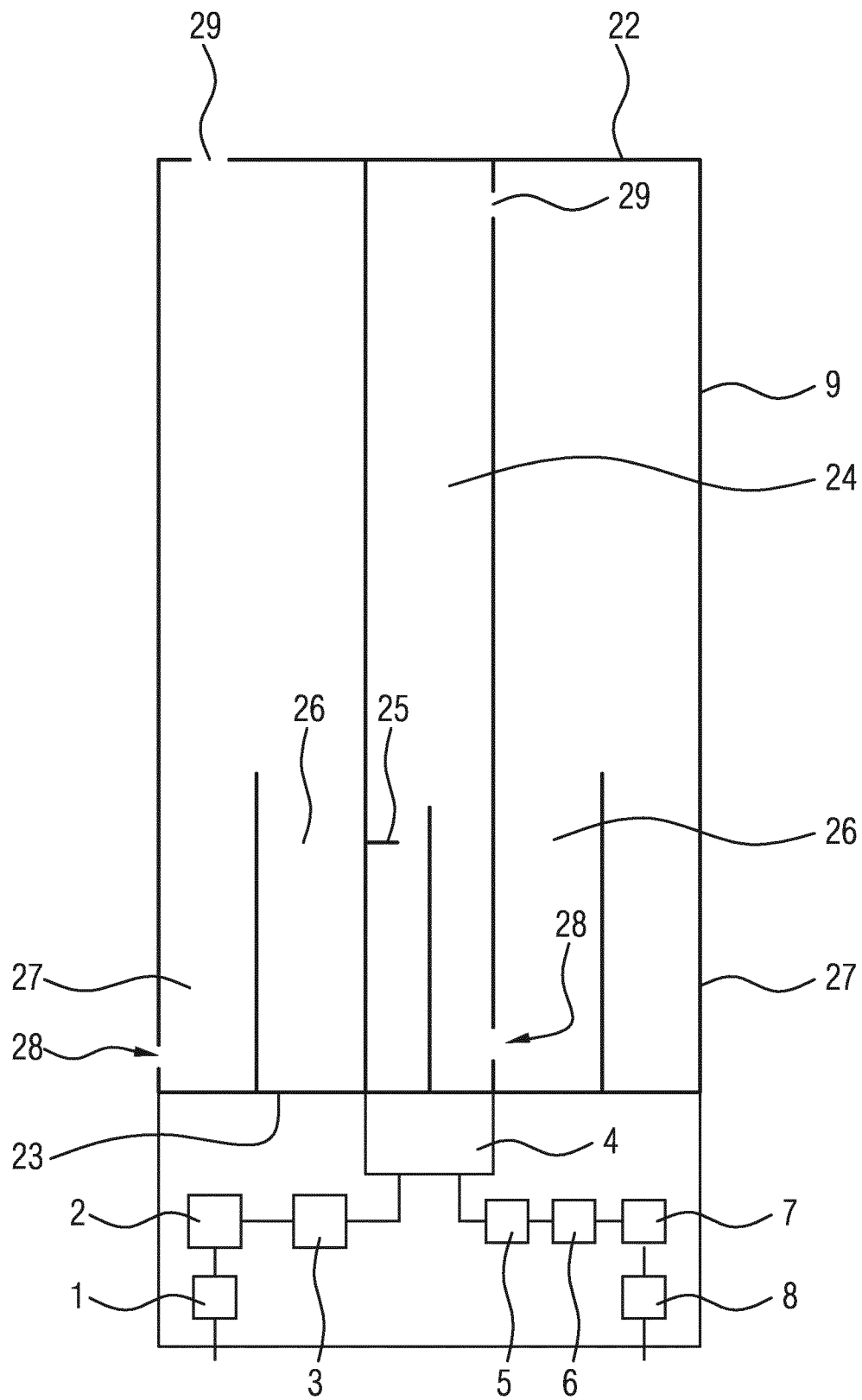


FIG 3

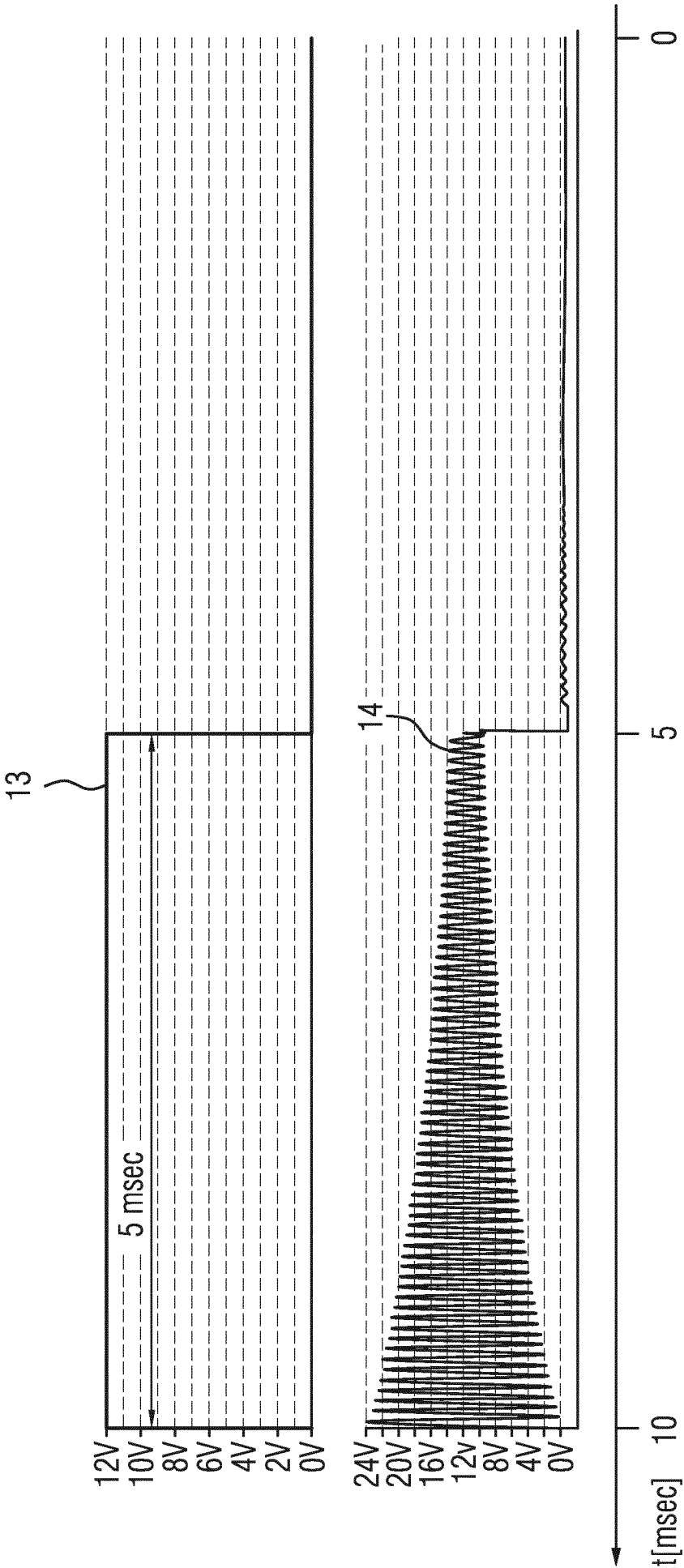
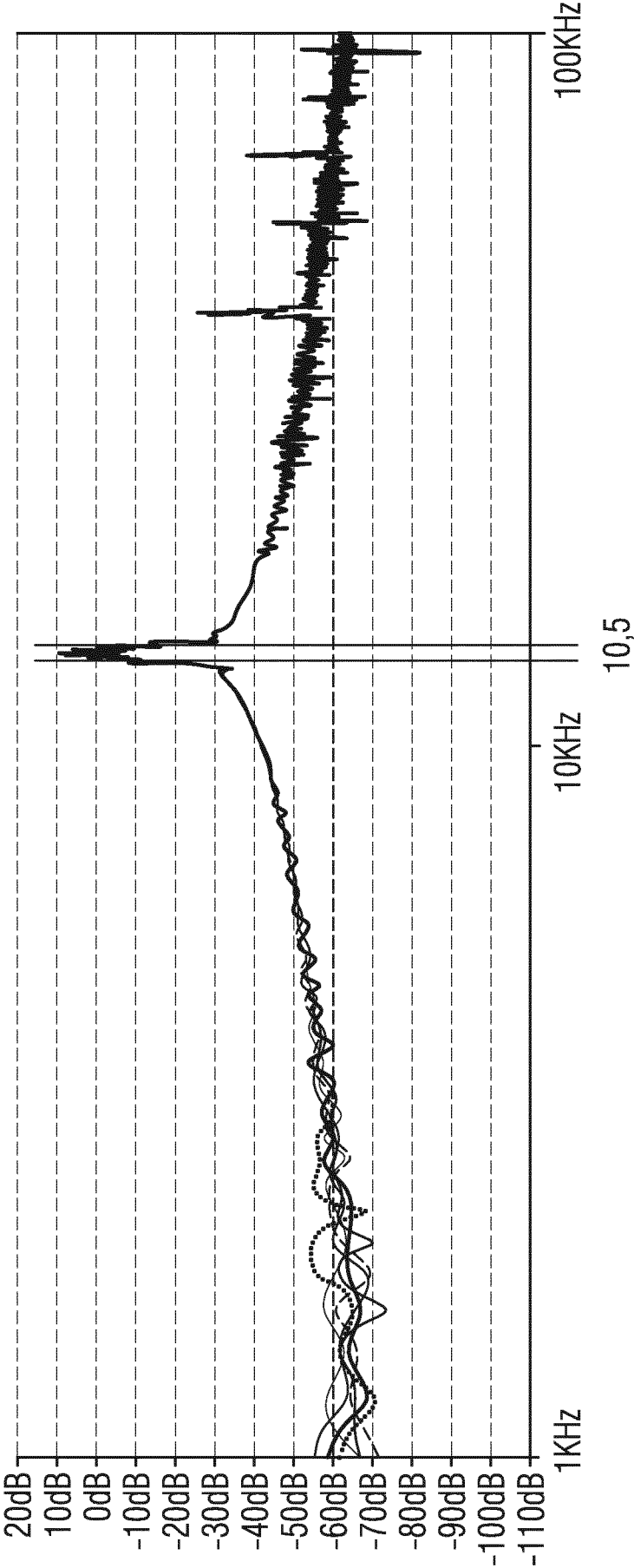


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/068313

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01F23/296 G01N29/00 G01F23/00
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)

G01F G01N

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	DE 102 35 907 A1 (DOS RENE [DE]) 26 February 2004 (2004-02-26) abstract; claims 1-7, 21,22 paragraphs [0033], [0034] -----	1,2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

2 November 2015

Date of mailing of the international search report

09/11/2015

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

Rambaud, Dilek

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/068313

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10235907	A1	26-02-2004	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01F23/296 G01N29/00 G01F23/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01F G01N

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	DE 102 35 907 A1 (DOS RENE [DE]) 26. Februar 2004 (2004-02-26) Zusammenfassung; Ansprüche 1-7, 21,22 Absätze [0033], [0034] -----	1,2



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

2. November 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/11/2015

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

Rambaud, Dilek

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2015/068313

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentdokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung

DE 10235907	A1	26-02-2004	KEINE
-------------	----	------------	-------