

(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
12. Januar 2012 (12.01.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/004113 AI

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 29/02 (2006.01) G01N 15/02 (2006.01)
G01N 29/48 (2006.01) G01N 15/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP201 1/060186

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juni 2011 (20.06.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 031 128.6 8. Juli 2010 (08.07.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ENDRESS+HAUSER FLOWTEC AG**
[CH/CH]; Kägenstrasse 7, CH-4153 Reinach (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LIN, Yaoying**
[CN/DE]; Alois-Steinecker-Strasse 11, 85356 Freising
(DE). **KISSLING, Beat** [CH/CH]; Rainenweg 117,
CH-4153 Reinach (CH). **DRAHM, Wolfgang** [DE/DE];
Am Hochrainacker 82, 85435 Erding (DE). **FRÖHLICH,**
Thomas [CH/CH]; Wasserhaus 88, CH-4142 München-
stein (CH).

(74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; Colmarer Str. 6, 79576
Weil am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ULTRASONIC PARTICLE MEASURING SYSTEM

(54) Bezeichnung : ULTRASCHALL-PARTKELMESSSYSTEM

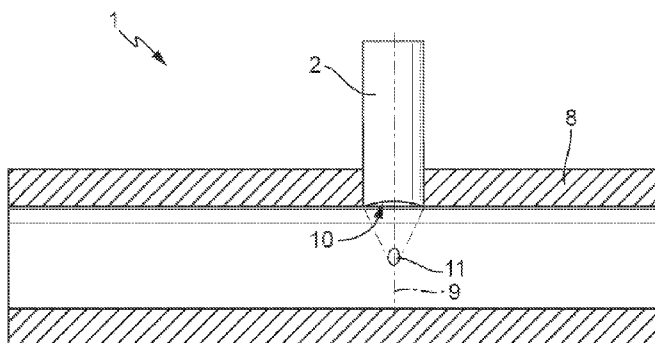


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an ultrasonic particle measuring System (1), comprising an ultrasonic transducer (2), which has at least one ultrasonic transducer element (4), and a measuring transducer, wherein during Operation acoustic Signals can be emitted and received by the ultrasonic transducer element (4). The measuring transducer comprises: a transmitter stage for exciting the ultrasonic transducer to emit a predetermined ultrasonic signal; a receiver stage for detecting electrical signals from the ultrasonic transducer, generated from received ultrasonic signals; a filter for filtering the electrical signals; an amplifier for amplifying the electrical signals, an offset circuit for eliminating an offset in the electrical signals; a squaring device for squaring the electrical signals; a comparator for comparing the electrical signals to a predetermined threshold value; a counter for counting the electrical signals which, in a predetermined time interval, have an amplitude that is above the predetermined threshold value.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/004113 AI

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
V

Ultraschall-Partikelmesssystem (1) mit einem Ultraschallwandler (2), welcher zumindest ein Ultraschallwandlerelement (4) aufweist, und einem Messumformer, wobei vom Ultraschallwandlerelement (4) im Betrieb akustische Signale aussendbar und empfangbar sind, wobei der Messumformer umfasst: eine Sendestufe zur Anregung des Ultraschallwandlers zum Aussenden eines vorgegebenen Ultraschallsignals; eine Empfangsstufe zur Detektion von elektrischen Signalen vom Ultraschallwandler, erzeugt aus empfangenen Ultraschallsignalen; ein Filter zur Filterung der elektrischen Signale; ein Verstärker zum Verstärken der elektrischen Signale; ein Offset-Schaltung um einen Offset in den elektrischen Signalen zu eliminieren; einen Quadrierer zum Quadrieren der elektrischen Signale; einen Vergleichler zum Vergleichen der elektrischen Signale mit einem vorgegebenen Schwellwert; einen Zähler zum Zählen der elektrischen Signale, welche in einem vorgegebenen zeitlichen Intervall, eine Amplitude aufweisen, welche über dem vorgegebenen Schwellwert liegt.

Ultraschall-Partikelmesssystem

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ultraschall-Partikelmesssystem, mit einem Ultraschallwandler, der zumindest ein Ultraschallwandlerelement und zumindest ein
5 Koppelement aufweist, wobei vom Ultraschallwandlerelement im Betrieb akustische Signale über das Koppelement aussendbar und empfangbar sind, welcher Ultraschallwandler in einem Messrohr angeordnet ist.

Die Ultraschallwandler bestehen normalerweise aus einem elektromechanischen
10 Wandlerelement, z.B. ein piezoelektrisches Element, auch kurz Piezo genannt, und einer Koppelschicht, auch Koppelkeil oder seltener Vorlaufkörper genannt. Die Koppelschicht ist dabei meist aus Kunststoff gefertigt, das piezoelektrische Element besteht in der industriellen Prozessmesstechnik üblicherweise aus einer
Piezokeramik. Im piezoelektrischen Element werden die Ultraschallwellen erzeugt
15 und über die Koppelschicht zur Rohrwandung geführt und von dort in die Flüssigkeit geleitet.

Zwischen dem piezoelektrischen Element und der Koppelschicht kann eine weitere Koppelschicht angeordnet sein, eine so genannte Anpassungsschicht. Die
20 Anpassungsschicht übernimmt dabei die Funktion der Transmission des Ultraschallsignals und gleichzeitig die Reduktion einer durch unterschiedliche akustische Impedanzen verursachte Reflektion an Grenzschichten zwischen zwei Materialien.

Nun sind auch Verfahren und Messgeräte zu Ermittlung von Konzentration und/oder Größe von Partikeln in einem Fluid als Messmedium bekannt geworden, welche auf einem Ultraschall-Messprinzip beruhen. Die US 6,481,268 zeigt eben ein solches Messgerät mit zumindest einem Ultraschallwandler. Das vom Ultraschallwandler ausgesandte Ultraschallsignal wird von Partikeln im Messmedium zu dem Wandler
30 reflektiert und dort als Echo registriert. Eine Ausgestaltung zeigt zwei sich gegenüberstehende Ultraschallwandler an einem Messrohr, welche die Ultraschallsignale im Wesentlichen senkrecht zur Messrohrachse senden und/oder empfangen. Eine weitere Ausgestaltung zeigt einen einzelnen Ultraschallwandler mit einem Koppelement, welches als Linse ausgestaltet ist, um das Ultraschallsignal im

Messrohr zu fokussieren. Eine Messung des Durchflusses ist in diesem Dokument nicht vorgesehen.

5 In einer weiteren Patentschrift des Stands der Technik, der US 5,251,490 ist ein Ultraschall-Durchflussmessgerät gezeigt, welches den Durchfluss durch ein Messrohr mit dem Doppler-Messprinzip ermittelt. Ultraschallsignale werden in Form von Wellen ausgesandt, von einer akustischen Linse fokussiert und an Partikeln im Messmedium reflektiert. Die Reflektionen sind am größten im direkten Umfeld des Fokus'. Aus der Frequenzverschiebung zwischen den eingekoppelten und
10 reflektierten Wellen wird die Fließgeschwindigkeit der Flüssigkeit bestimmt.

Die US 5,533,408 offenbart ein Ultraschall-Durchflussmessgerät mit einer Kombination aus Laufzeitdifferenz-Prinzip und Doppler-Prinzip. Dazu sind jedoch jeweils dafür ausgestaltete Sensoren bereitgestellt. Zwischen den Sensoren der
15 beiden Messprinzipien wird bei über- bzw. unterschreiten eines vorgegebenen Messwerts umgeschaltet.

In der WO 03/1 0251 2 A 1 wird ein Verfahren vorgeschlagen zur Laufzeitdifferenzmessung eines strömenden Fluids, wobei zusätzlich die Reflexionen
20 des Ultraschallsignals an Partikeln im Fluid ermittelt werden, um daraus die Konzentration der Partikel zu ermitteln. Dazu werden zwei Ultraschallwandler in der üblichen Anordnung für eine Laufzeitdifferenzmessung vorgeschlagen, wobei zumindest einer dieser Ultraschallwandler so schnell von einem Sendezustand zu einem Empfangszustand umschaltbar ist, dass er die Reflexionen seines
25 ausgesandten Signals an den Partikeln im Fluid empfangen kann oder es sind zusätzliche Ultraschallwandler vorgesehen, welche so angeordnet sind, dass sie die Reflexionen empfangen können. Zur Ermittlung der Konzentration und der Größe der Partikel im Messmedium wird vorgeschlagen, die Doppler-Verschiebung der sich bewegenden Partikel auszuwerten. Eine Messung in stehendem Messmedium ist
30 somit nicht möglich.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein einfaches Ultraschall-Partikelmesssystem bereit zu stellen, mit welchem die Partikelanzahl pro Zeiteinheit

und/oder die Partikelgröße, ab einer vorgegebenen Größenordnung, von Partikeln in einem Messmedium ermittelbar sind.

Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des Anspruchs 1, des Anspruchs 7 und des Anspruchs 9. Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindungen finden sich in den Merkmalen der jeweils abhängigen Ansprüche wider.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert, in denen jeweils ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist. Gleiche Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Ultraschall-Partikelmesssystem,

Fig. 2 zeigt einen Ultraschallwandler eines erfindungsgemäßen Ultraschall-Partikelmesssystems,

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild des Verfahrens zur Partikelmessung.

15

In Fig. 1 ist erfindungsgemäßes Ultraschall-Partikelmesssystem 1 schematisch dargestellt. Ein Ultraschallwandler 2, welcher über ein Koppellement akustische Signale aussendet und/oder empfängt, ist unter einem Winkel von ca. 90° zur Messrohrachse in einem Messrohr 8 befestigt. Es handelt sich hierbei um ein so genanntes Inline-Messsystem. Die Mittelachse durch den Ultraschallwandler 2 soll hier modellhaft einen Signalpfad kennzeichnen, entlang welchem sich Ultraschallsignale ausbreiten.

20

Der Ultraschallwandler 2 weist eine akustische Linse 10 auf. Durch diese werden Ultraschallsignale im Messrohr 8 fokussiert. Der Brennpunkt der akustischen Linse 10 des Ultraschallwandlers 2 liegt in dem Volumen zur Partikelmessung 11. Dieses Volumen 11 ergibt sich aus der Fokussierung der Linse. Es ist hier rotationssymmetrisch um den Signalpfad 9 und im dargestellten Querschnitt im Wesentlichen elliptisch gezeichnet. In diesem Volumen werden Partikel durch Reflexionen des akustischen Signals an den Partikeln registriert.

25

30

Eine bestimmungsgemäße Verwendung des erfindungsgemäßen Ultraschall-Partikelmesssystems ist z.B. in einem Rohrleitungssystem stromabwärts eines Filters,

also in Strömungsrichtung des Messmediums durch das Rohrleitungssystem nach dem Filter, z.B. zur Funktionsüberwachung des Filters.

Fig. 2 veranschaulicht den Aufbau eines erfindungsgemäßen Ultraschallwandlers 2.

5 Dieser weist ein Ultraschallwandlerelement 4 auf, z.B. eine Hochfrequenz-Piezokeramik. Alternativ ist auch eine PVDF-Scheibe als Ultraschallwandlerelement verwendbar. Dieses Ultraschallwandlerelement 4 kann sowohl elektrische Signale, insbesondere aus elektrische Spannungssignale, in mechanische Schwingungen und damit in akustische Signale wandeln, als auch akustische Signale in elektrische. Es
10 fungiert somit als Sensor und als Aktor. Das Ultraschallwandlerelement 4 sendet und empfängt akustische Signale über ein Koppелеlement, welches als akustische Linse 10 ausgestaltet ist. Das Koppелеlement bzw. die akustische Linse 10 weist mehrere Oberflächen auf, eine erste Kontaktfläche 6, welche im Betrieb das Messmedium im Messrohr berührt und eine zweite Kontaktfläche 7, welche in Kontakt mit dem
15 Ultraschallwandlerelement 4 steht. Das Ultraschallwandlerelement 4 ist beispielsweise direkt auf die zweite Kontaktfläche 7 der akustischen Linse 10 geklebt, ohne eine weitere Anpassungsschicht dazwischen. Dies soll hier jedoch nicht ausgeschlossen werden.

20 Das Ultraschallwandlerelement 4 ist über zwei Kabel 13 und einen Steckanschluss 14 mit einem nicht dargestellten Messumformer verbunden. In dem Anschlussraum 12 im Ultraschallwandler 2 hinter dem Ultraschallwandlerelement 4 kann ein so genanntes Backing vorgesehen sein, ein Schwingungsdämpfer, welcher direkt mit dem Ultraschallwandlerelement 4 verbunden ist. Der Anschlussraum 12 wird in
25 diesem Beispiel durch das Gehäuse 3 um das Ultraschallwandlerelement 4 begrenzt.

Die Linse 10 ist hier als plankonkave Linse, mit einer ersten Kontaktfläche 6, welche einen vorgegebenen Krümmungsradius, hier z.B. 14 mm aufweist, und einer ebenen zweiten Kontaktfläche 7 ausgestaltet. Gleichermäßen könnte die Linse 10 als
30 Fresnel-Linse ausgestaltet sein, mit einer, eine Kontur aufweisende, also einer konturierten ersten Kontaktfläche 6, welche einen gleichartig akustisch wirksamen Krümmungsradius aufweist. Eine Fresnel-Linse ist in mehrere Segmente bzw. Abschnitte unterteilt, welche zusammen diese Kontur mit dem akustisch wirksamen Krümmungsradius bilden.

Die akustisch wirksamen Krümmungsradien und die Brennweiten der Linsen sind über die Brechzahlen miteinander verknüpft, wobei diese von den Schallgeschwindigkeiten im Messmedium bzw. im Koppellement abhängen. Die Stufenhöhe einer Fresnel-Linse ist beispielsweise gegeben durch $\eta^* \lambda / 2$, mit λ der Wellenlänge des akustischen Signals im Koppellement und n einer natürlichen Zahl.

Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erfassung von Partikeln in einem Messmedium weist folgende Verfahrensschritte umfasst:

- 10
 - o Anregen eines Ultraschallwandlers zum Aussenden vorgegebener Ultraschallsignale, z.B. Burst-Signale, in das Messmedium, z.B. mittels elektrischer Signale, z.B. Spannungsimpulsen,
 - o Empfangen von Ultraschallsignalen mit einem Ultraschallwandler und wandeln der Ultraschallsignale in elektrische Signale,
 - o Filtern der elektrischen Signale, z.B. mit einem Bandpass,
 - 15 o Verstärken der elektrischen Signale,
 - o Eliminieren eines Offsets in den elektrischen Signalen,
 - o Potenzieren der elektrischen Signale mit einem Exponenten größer oder gleich zwei,
 - 20 o Zählen und Ausgeben der Anzahl der elektrischen Signale, welche in einem vorgegebenen zeitlichen Intervall nach dem Anregen des Ultraschallwandlers eine Amplitude aufweisen, welche über einem vorgegebenen Schwellwert liegen. Dazu werden die Amplituden der elektrischen Signale mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen.
- 25 Die ausgesandten Ultraschallsignale werden von den Partikeln im Messmedium zurück zum Ultraschallwandler reflektiert, wo sie wiederum zu elektrischen Signalen gewandelt werden. Nach dem Filtern und Verstärken werden die elektrischen Signale potenziert, insbesondere quadriert. Werden die elektrischen Signale da bei so verstärkt und/oder werden mögliche Offsets der elektrischen Signale so eliminiert,
- 30 dass der vorgegebene Schwellwert, welcher eine vorgegebene Partikelgröße im Messmedium repräsentiert, den Wert eins annimmt, wird der Abstand von Amplitudenwerten kleiner eins und denen größer eins vergrößert. Damit wird das Signal-Rausch-Verhältnis wesentlich verbessert. Beim Eliminieren eines Offsets wird meist das zu verarbeitende Signal mittelwertfrei gemacht. Hier handelt es sich

insbesondere um eine Translation des Funktionsgraphen des Signals parallel zur Amplitudenachse nach einer vorgegebenen Vorschrift, beispielsweise wird der kleinste Amplitudenwert des Signals gleich Null gesetzt oder ein Offset wird eliminiert durch Rauschintegration. Offsets werden beispielsweise hervorgerufen durch Rauschen, z.B. durch Rohrwellen, Temperaturrauschen etc.

Somit werden nur die eine vorgegebene Mindest-Größe aufweisenden Partikel im Messmedium registriert, da nur von diesen ein Ultraschallsignal mit ausreichender Amplitude reflektiert wird.

Alternativ zur obigen Ausführung wird der Schwellwert festgelegt während einer Messung mit Reinstwasser, wo es nur einen Rauschteppich in dem gemessenen Signal gibt.

Die entsprechende Schaltung des Messumformers zum Betreiben des Ultraschallwandlers 2 des Ultraschall-Partikelmesssystems 1 umfasst dann beispielsweise

- o eine Sendestufe zur Anregung des Ultraschallwandlers mit einem vorgegebenen elektrischen Signal zum Aussenden eines vorgegebenen Ultraschallsignals,
- o eine Empfangsstufe zur Detektion von elektrischen Signalen vom Ultraschallwandler, erzeugt aus empfangenen Ultraschallsignalen,
- o ein Filter zur Filterung der elektrischen Signale,
- o ein Verstärker zum Verstärken der elektrischen Signale,
- o eine Offset-Schaltung um einen Offset in den elektrischen Signalen zu eliminieren,
- o einen Potenzierer zum Potenzieren der elektrischen Signale, insbesondere einen Quadrierer zum Quadrieren der elektrischen Signale,
- o einen Vergleicher zum Vergleichen der elektrischen Signale mit einem vorgegebenen Schwellwert,
- o einen Zähler zum Zählen der elektrischen Signale, welche in einem vorgegebenen zeitlichen Intervall, eine Amplitude aufweisen, welche über dem vorgegebenen Schwellwert liegt,
- o eine Ausgabeeinheit zur Ausgabe der Anzahl der elektrischen Signale.

Der Messumformer ist somit geeignet zur Amplitudenanalyse von Reflexionssignalen der von Partikeln zum Ultraschallwandler 2 reflektierten akustischen Signale und zur Zählung der Anzahl der Amplituden der Reflexionssignale in dem vorgegebenen zeitlichen Intervall, welche größer sind, als der vorgegebene Schwellwert.

5

Das Blockschaltbild in Fig. 3 veranschaulicht das Verfahren zur Erfassung der Partikel im Messmedium. Es skizziert die Komponenten eines erfindungsgemäßen Messumformers und deren Funktionen. Eine Sendestufe erzeugt ein beispielsweise ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von 10MHz, mit welchem der

10

Ultraschallwandler zum Senden eines Ultraschallsignal angeregt wird. Das Signal besteht beispielsweise auf fünf aufeinander folgenden Impulsen, den so genannten Bursts. Als Ultraschallwandlerelement dient beispielsweise ein piezoelektrisches Element mit einem Durchmesser von 10mm. In diesem Beispiel würde eine Bandbreite der Empfangsstufe von ca. 20MHz ausreichen, um das elektrische Signal vom Ultraschallwandlerelement ausreichend weiterzuverarbeiten.

15

Das elektrische Signal wird anschließend mit einem Bandpass gefiltert, welcher beispielsweise eine Bandbreite von 8 bis 15Mhz aufweist. Nach der Verstärkung mit einem Verstärkungsfaktor von beispielsweise 40 bis 60dB wird ein mögliches Offset des elektrischen Signals eliminiert. Der Verstärkungsfaktor ist dabei beispielsweise so gewählt, dass ein Schwellwert, mit welchem das elektrische Signal verglichen wird, nach dem Eliminieren des Offsets bei eins liegt. Das offsetfreie elektrische Signal wird anschließend potenziert, insbesondere quadriert. Das Potenzieren hat den Vorteil, dass der Abstand von Amplitudenwerte vor dem Potenzieren kleiner eins und von Amplitudenwerte vor dem Potenzieren größer eins sich vergrößert.

20

25

Ein Komparator vergleicht anschließend die Amplitude des elektrischen Signals mit einem vorher eingestellten Schwellwert. Der Schwellwert ist wiederum an den Verstärkungsfaktor angepasst. Ein Zähler zählt anschließend, wie viele Amplitudenspitzen des Signals über dem Schwellwert innerhalb eines vorgegebenen zeitlichen Intervalls liegen. Das zeitliche Intervall beginnt beispielsweise 30µs nach der Anregung des Ultraschallwandlerelements zum Aussenden des Ultraschallsignals. Die Länge des zeitlichen Intervalls beträgt in diesem Beispiel 20µs. Der Startzeitpunkt und die Länge des zeitlichen Intervalls sind abhängig von der

30

Einbausituation des Ultraschallwandlers und des Durchmessers des Messrohrs. Das Ergebnis wird beispielsweise über einen Stromausgang ausgegeben.

Bezugszeichenliste

	1	Ultraschall-Partikelmesssystem
	2	Ultraschallwandler
5	3	Ultraschallwandlergehäuse
	4	Ultraschallwandlerelement
	5	Koppelement
	6	Erste Kontaktfläche des Koppelements
	7	Zweite Kontaktfläche des Koppelements
10	8	Messrohr
	9	Signalpfad
	10	Akustische Linse
	11	Volumen zur Partikelmessung
	12	Anschlussraum im Ultraschallwandler
15	13	Kabel
	14	Steckanschluss

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung von Partikeln in einem Messmedium, welches folgende Verfahrensschritte umfasst:

- 5
- Anregen eines Ultraschallwandlers zum Aussenden vorgegebener Ultraschallsignale in das Messmedium,
 - Empfangen von Ultraschallsignalen mit einem Ultraschallwandler und wandeln der Ultraschallsignale in elektrische Signale,
 - Eliminieren eines Offsets in den elektrischen Signalen,
 - 10 • Potenzieren der elektrischen Signale mit einem Exponenten größer oder gleich zwei,
 - Zählen und Ausgeben der Anzahl der elektrischen Signale, welche eine Amplitude in einem vorgegebenen zeitlichen Intervall nach dem Anregen des Ultraschallwandlers aufweisen, welche über einem
 - 15 vorgegebenen Schwellwert liegen.

2. Verfahren zur Erfassung von Partikeln nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- 20 dass die elektrischen Signale verstärkt werden, insbesondere vor dem Eliminieren der Offsets.

3. Verfahren zur Erfassung von Partikeln nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

- 25 dass die elektrischen Signale mit einem Bandpass gefiltert werden, insbesondere vor dem Verstärken der elektrischen Signale.

4. Verfahren zur Erfassung von Partikeln nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

- 30 dass das elektrische Signal so parallel zur Amplitudenachse verschoben und/oder so verstärkt wird, dass der Schwellwert bei einer vorgegebenen Partikelgröße des Partikels im Messmedium den Wert eins annimmt.

5. Verfahren zur Erfassung von Partikeln nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ultraschallsignale mittels eines als Linse ausgestalteten Koppellements (5) fokussiert werden.

6. Verfahren zur Erfassung von Partikeln nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

5

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ultraschallwandler (2) in einem Messrohr (8) angeordnet ist.

7. Messumformer eines Ultraschall-Partikelmesssystems (1) mit zumindest einem Ultraschallwandler (2), welcher Messumformer umfasst:

10

- eine Sendestufe zur Anregung des Ultraschallwandlers zum Aussenden eines vorgegebenen Ultraschallsignals,
- eine Empfangsstufe zur Detektion von elektrischen Signalen vom Ultraschallwandler, erzeugt aus empfangenen Ultraschallsignalen,
- ein Filter zur Filterung der elektrischen Signale,

15

- ein Verstärker zum Verstärken der elektrischen Signale,
- ein Offset-Schaltung um einen Offset in den elektrischen Signalen zu eliminieren,

20

- einen Potenziierer zum Potenzieren der elektrischen Signale mit einem Exponenten größer oder gleich zwei,
- einen Vergleicher zum Vergleichen der elektrischen Signale mit einem vorgegebenen Schwellwert,
- einen Zähler zum Zählen der elektrischen Signale, welche in einem vorgegebenen zeitlichen Intervall, eine Amplitude aufweisen, welche über dem vorgegebenen Schwellwert liegt.

25

8. Messumformer nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Messumformer einen Signalausgang aufweist, um den Wert des Zählers oder einen Alarm auszugeben, beim Überschreiten eines vorgegebenen Werts des Zählers.

30

9. Ultraschall-Partikelmesssystem (1), mit einem Ultraschallwandler (2), welcher zumindest ein Ultraschallwandlerelement (4) aufweist, und einem

Messumformer, wobei vom Ultraschallwandlerelement (4) im Betrieb akustische Signale aussendbar und empfangbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Messumformer ein Messumformer gemäß den Ansprüchen 7 bis 8 ist.

5

10. Ultraschall-Partikelmesssystem (1) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ultraschallwandler (2) zumindest ein Koppelelement (5) aufweist,
welches (5) als akustische Linse ausgestaltet ist.

10

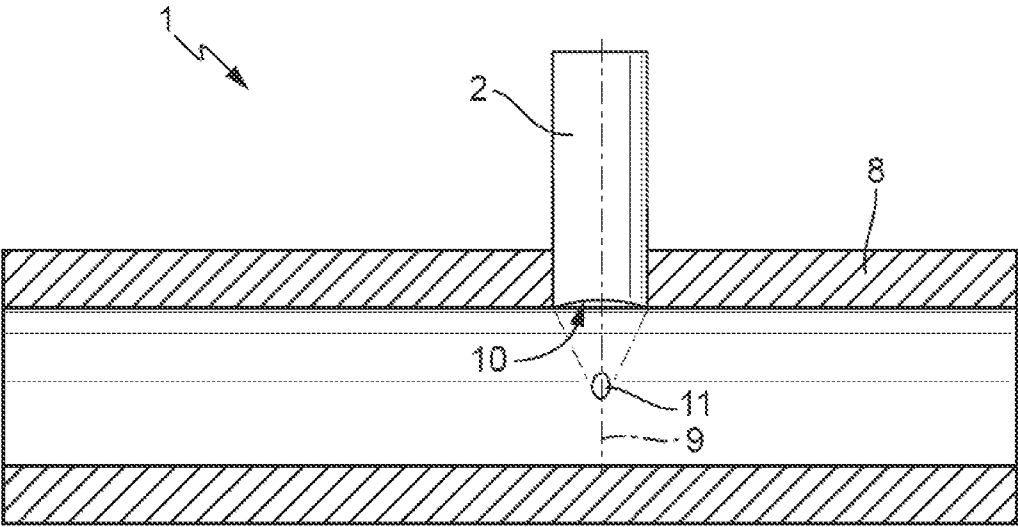
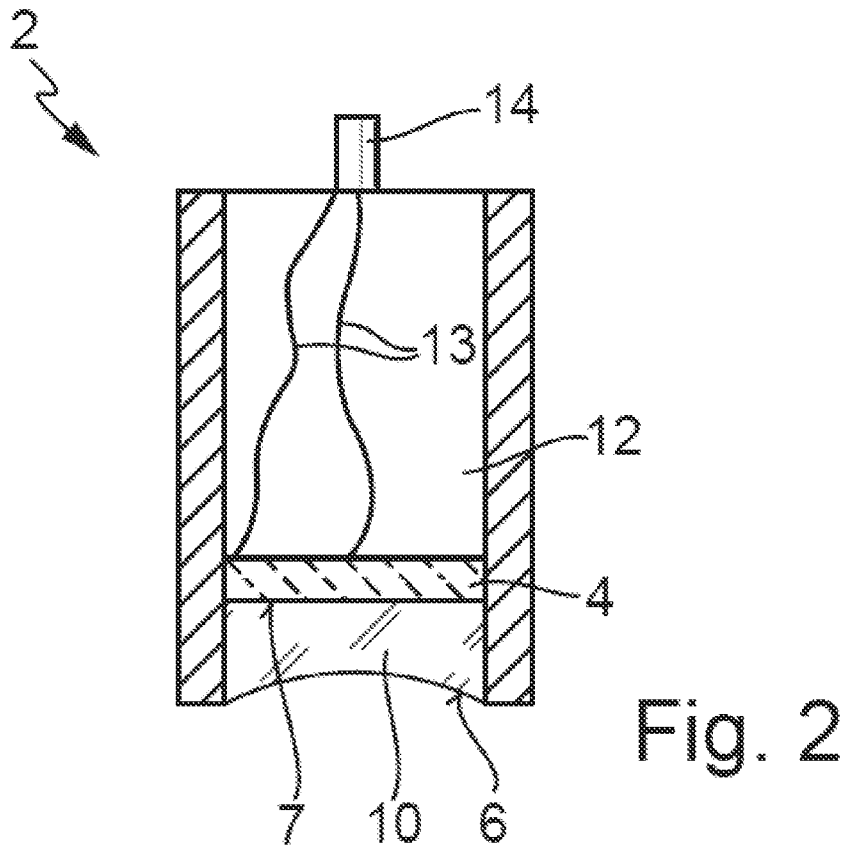


Fig. 1



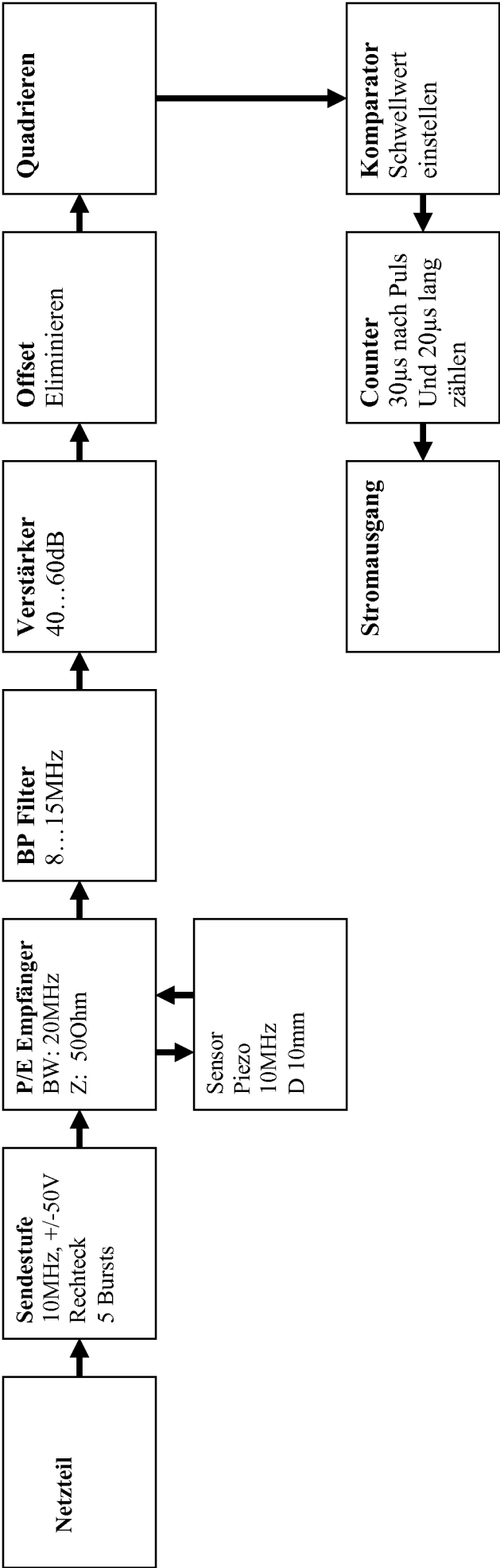


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/060186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N29/02 G01N29/48 G01N15/02 G01N15/06
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)
G01N G01F

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

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

EPO-Internal , WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	US 3 974 683 A (MARTIN ROGER) 17 August 1976 (1976-08-17) column 1, lines 5-13 column 1, line 34 - page 2, line 51 -----	1-10
A	US 3 269 172 A (MCGAUGHEY WILLIAM C) 30 August 1966 (1966-08-30) column 2, lines 40-63 column 5, lines 50-51 -----	1-10
A	US 6 205 848 B1 (FABER GERARD [NL] ET AL) 27 March 2001 (2001-03-27) abstract column 1, lines 8-27 column 2, lines 30-50 ----- -/--	1-10

☒ 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 document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 August 2011

Date of mailing of the international search report

18/08/2011

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

Filipas, Alin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/060186

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 2007/091301 AI (VOLKER ARNO W F [NL] VOLKER ARNO WILLEM FREDERIK [NL]) 26 April 2007 (2007-04-26) abstract paragraphs [0001] , [0003] , [0008] , [0020] -----	1-10
A	US 6 736 010 B1 (MULLER JEAN [FR] ET AL) 18 May 2004 (2004-05-18) abstract page 12, lines 16-26 -----	1-10
A, P	wo 2011/051006 AI (FLOWTEC AG [CH] ; KISSLING BEAT [CH] ; LIN YA0YING [DE]) 5 May 2011 (2011-05-05) abstract column 4, line 45 - column 5, line 50 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/060186

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3974683	A	17-08-1976	DE 2444076 AI 20-03-1975
			FR 2244172 AI 11-04-1975
			GB 1482350 A 10-08-1977
			JP 1178171 C 30-11-1983
			JP 50074472 A 19-06-1975
			JP 58012548 B 09-03-1983
US 3269172	A	30-08-1966	DE 1296420 B 29-05-1969
			GB 1012010 A 01-12-1965
US 6205848	BI	27-03-2001	NONE
US 2007091301	AI	26-04-2007	AU 2004297478 AI 23-06 -2005
			CA 2548984 AI 23-06 -2005
			CN 1914499 A 14-02 -2007
			EP 1697721 AI 06- 09-2006
			JP 2007514937 A 07- 06-2007
			NL 1024984 C2 13-06 -2005
			WO 2005057183 AI 23-06 -2005
			RU 2376581 C2 20-12 -2009
US 6736010	BI	18-05-2004	AT 236394 T 15-04 -2003
			AU 765759 B2 25-09 -2003
			AU 6293300 A 30-01 -2001
			CA 2378663 AI 18-01 -2001
			DE 60001951 DI 08-05 -2003
			DE 60001951 T2 05-02 -2004
			EP 1194772 AI 10-04 -2002
			ES 2194760 T3 01-12 -2003
			WO 0104620 AI 18-01 -2001
			FR 2796155 AI 12-01 -2001
			JP 2003520346 A 02-07 -2003
			NO 20020066 A 11-03 -2002
WO 2011051006	AI	05-05-2011	DE 102009046159 AI 05-05-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01N29/02 G01N29/48 G01N15/02 G01N15/06
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N G01F

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

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

EPO-Internal , WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 974 683 A (MARTIN ROGER) 17. August 1976 (1976-08-17) Spalte 1, Zeilen 5-13 Spalte 1, Zeile 34 - Seite 2, Zeile 51 -----	1-10
A	US 3 269 172 A (MCGAUGHEY WILLIAM C) 30. August 1966 (1966-08-30) Spalte 2, Zeilen 40-63 Spalte 5, Zeilen 50-51 -----	1-10
A	US 6 205 848 B1 (FABER GERARD [NL] ET AL) 27. März 2001 (2001-03-27) Zusammenfassung Spalte 1, Zeilen 8-27 Spalte 2, Zeilen 30-50 ----- -/-	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. August 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/08/2011

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

Filipas, Alin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/091301 AI (VOLKER ARNO W F [NL] VOLKER ARNO WILLEM FREDERIK [NL]) 26. April 2007 (2007-04-26) Zusammenfassung Absätze [0001] , [0003] , [0008] , [0020] -----	1-10
A	US 6 736 010 B1 (MULLER JEAN [FR] ET AL) 18. Mai 2004 (2004-05-18) Zusammenfassung Seite 12, Zeilen 16-26 -----	1-10
A, P	WO 2011/051006 AI (FLOWTEC AG [CH] ; KISSLING BEAT [CH] ; LIN YA0YING [DE]) 5. Mai 2011 (2011-05-05) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 50 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/060186

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3974683	A	17-08-1976	DE	2444076 AI	20-03-1975
			FR	2244172 AI	11-04-1975
			GB	1482350 A	10-08-1977
			JP	1178171 C	30-11-1983
			JP	50074472 A	19-06-1975
			JP	58012548 B	09-03-1983

US 3269172	A	30-08-1966	DE	1296420 B	29-05-1969
			GB	1012010 A	01-12-1965

US 6205848	BI	27-03-2001	KEINE		

US 2007091301	AI	26-04-2007	AU	2004297478 AI	23-06 -2005
			CA	2548984 AI	23-06 -2005
			CN	1914499 A	14-02 -2007
			EP	1697721 AI	06-09 -2006
			JP	2007514937 A	07-06 -2007
			NL	1024984 C2	13-06 -2005
			WO	2005057183 AI	23-06 -2005
			RU	2376581 C2	20-12 -2009

US 6736010	BI	18-05-2004	AT	236394 T	15-04 -2003
			AU	765759 B2	25-09 -2003
			AU	6293300 A	30-01 -2001
			CA	2378663 AI	18-01 -2001
			DE	60001951 DI	08-05 -2003
			DE	60001951 T2	05-02 -2004
			EP	1194772 AI	10-04 -2002
			ES	2194760 T3	01 -12 -2003
			WO	0104620 AI	18-01 -2001
			FR	2796155 AI	12-01 -2001
			JP	2003520346 A	02-07 -2003
			NO	20020066 A	11-03 -2002

WO 2011051006	AI	05-05-2011	DE	102009046159 AI	05-05-2011
