

(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  
29. Juni 2006 (29.06.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/066982 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01F 1/66** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/054208

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. August 2005 (26.08.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102004061404.0  
21. Dezember 2004 (21.12.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HECHT, Hans** [DE/DE]; Hebichstr 12, 70825 Korntal-Muenchingen (DE). **MUELLER, Roland** [DE/DE]; Am Schleifrain 23,

71711 Steinheim (DE). **KONZELMANN, Uwe** [DE/DE]; Schwalbenweg 14, 71679 Asperg (DE). **LANG, Tobias** [DE/DE]; Elisabethenstr. 32, 70197 Stuttgart (DE). **RADWAN, Sami** [DE/DE]; Bahnhofstr. 35, 70372 Stuttgart (DE).

(74) **Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

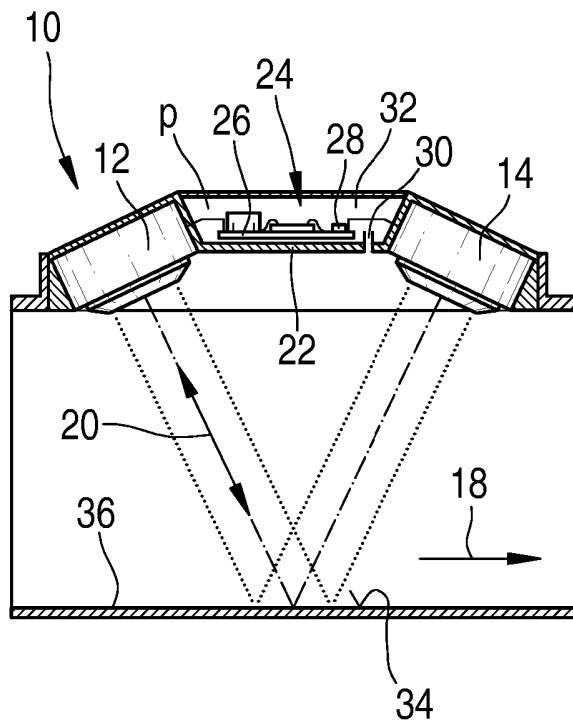
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ULTRASONIC FLOWMETER HAVING A PRESSURE SENSOR

(54) **Bezeichnung:** ULTRASCHALL-DURCHFLUSSMESSER MIT DRUCKSENSOR



(57) **Abstract:** The invention relates to an ultrasonic flowmeter (10) and to a method for measuring flow by using ultrasound, comprising at least two ultrasonic transducers (12, 14), which are placed inside the flow channel (16) while being offset in the direction of flow and which serve to emit and receive ultrasonic wave packets so that ultrasonic transit times from one of the ultrasonic transducers (12, 14) to the other and vice versa can be determined in an electronics component (24). The ultrasonic flowmeter also comprises a pressure sensor (26), which is assigned to the flow channel (16) and which serves to determine the pressure inside the flow channel (16). By precisely measuring the inflowing air in the induction of a motor vehicle combustion engine, measured values can be determined for an engine control that is as precise as possible.

(57) **Zusammenfassung:** Es werden ein Ultraschall-Durchflussmesser (10) und ein Verfahren zur Durchflussmessung mittels Ultraschall offenbart, mit wenigstens zwei in einem Strömungskanal (16) in Strömungsrichtung versetzt angeordneten Ultraschallwandlern (12,14) zur Aussendung und zum Empfang von Ultraschallwellenpaketen, so dass in einem Elektronikteil (24) Ultraschalllaufzeiten von einem der Ultraschallwandler (12, 14) zum anderen und umgekehrt bestimmbar sind, und mit einem dem Strömungskanal

(16) zugeordneten Drucksensor (26) zur Bestimmung des Druckes im Strömungskanal (16) zugeordnet ist. Durch eine genaue Erfassung der einströmenden Luft in der Ansaugung eines Kraftfahrzeugverbrennungsmotors sind Messwerte für eine möglichst genaue Motorsteuerung bestimmbar.

WO 2006/066982 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

5

## ULTRASCHALL-DURCHFLUSSMESSER MIT DRUCKSENSOR

10 Technisches Gebiet

Zur Messung des Durchflusses eines Fluids, insbesondere eines Gases, beispielsweise von Luft, durch einen Strömungskanal mittels Ultraschall werden wenigstens zwei Ultraschallwandler zur Aussendung und zum Empfang von Ultraschallwellenpaketen in Strömungsrichtung versetzt  
15 angeordnet, so dass in einem Elektronikteil Ultraschalllaufzeiten durch das strömende Fluid von einem der Ultraschallwandler zum anderen und umgekehrt bestimmbar sind. Aus den gemessenen Signalwerten der Laufzeiten können in Verbindung mit geometrischen Größen der Messanordnung die Schallgeschwindigkeit im Fluid und die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Fluids berechnet werden.

20

Stand der Technik

Beispielsweise aus dem Dokument EP 0 477 418 A1 ist ein Ultraschall-Durchflussmesser geeignet zum Einbau in ein Messrohr, durch das ein Fluid strömt, insbesondere zur  
25 Luftmassenmessung in einem Kraftfahrzeugmotor, bekannt. Zwei Ultraschallwandler arbeiten abwechselnd als Sende- oder Empfangswandler, wobei die ausgesendeten Ultraschallwellen über eine Reflektoranordnung entlang eines das Messrohr durchlaufenden Messweges zwischen den Ultraschallwandlern laufen. Die einzelnen Baugruppen sind, vorzugsweise mit einer Betriebs- und Messelektronikeinheit, auf einer Trägerplatte integriert als Einbaueinheit  
30 ausgeführt, die in einer Aufnahmeöffnung des Messrohres abgedichtet montierbar ist.

Darstellung der Erfindung

Erfindungsgemäß weist ein Ultraschall-Durchflussmesser wenigstens zwei in einem von einem Fluid durchflossenen Strömungskanal in Strömungsrichtung versetzt angeordnete  
5 Ultraschallwandler auf, die sich gegenseitig abwechselnd oder gleichzeitig Ultraschallsignale oder Ultraschallwellenpakete zusenden, um die Strömungsrate des Fluids oder Mediums, insbesondere gasförmig, zu messen. In einem Elektronikteil sind die Ultraschalllaufzeiten von einem der Ultraschallwandler zum anderen und umgekehrt entlang eines Weges durch das strömende Fluid im Strömungskanal bestimmbar. Dem Strömungskanal, genauer dem  
10 Raumbereich des Strömungskanals, in dem die Ultraschalllaufzeiten gemessen werden, ist ein Drucksensor zur Bestimmung des Druckes im Strömungskanal zugeordnet. Anders ausgedrückt, der Drucksensor ist derart angeordnet, dass der Druck im Strömungskanal, insbesondere im Bereich, in welchem sich die Ultraschallwellenpakete ausbreiten, also die Strömungsrate, der Massenstrom oder der Teilchenstrom bestimmt wird, gemessen wird. Insbesondere kann der  
15 Drucksensor im oder am Elektronikteil des Ultraschall-Durchflussmessers aufgenommen, montiert, befestigt oder integriert sein. Auf den Drucksensor kann mittels eines Kanals oder einer Bohrung der im Strömungskanal herrschende Druck übertragen werden, so dass näherungsweise die Dichte des strömenden Fluids ermittelbar ist. Der Ultraschall-Durchflussmesser kann auch als Ultraschall-Strömungssensor bezeichnet werden.

20

Der erfindungsgemäße Ultraschall-Durchflussmesser beziehungsweise das erfindungsgemäße Verfahren zur Durchflussmessung mittels Ultraschall in einem Strömungskanal kann in vorteilhafter Weise zur genauen Erfassung der einströmenden Luft in der Ansaugung eines Kraftfahrzeugverbrennungsmotors eingesetzt werden, um Messwerte für eine möglichst genaue  
25 Motorsteuerung zu bestimmen.

Ein weiterer Vorteil des zugeordneten, angeordneten beziehungsweise integrierten Drucksensors ist die Möglichkeit, den ermittelten Druckwert bereits im Elektronikteil oder der Auswerteeinheit des Ultraschall-Durchflussmessers mit den ermittelten Differenzlaufzeiten  
30 zwischen den beiden Senderichtungen zwischen den wenigstens zwei Ultraschallwandlern zu multiplizieren. Die auf diese Weise ermittelte Messgröße ist eine gute Näherung für den

Massenstrom beziehungsweise den Teilchenstrom in der Strömung des Fluids, welches den Strömungskanal durchfließt.

Aufgrund der weitgehend linearen Kennlinie des erfindungsgemäßen Ultraschall-  
5 Durchflussmessers kann dieser und das Verfahren der integrierten oder simultanen Messung  
und Verrechnung der gemessenen Signale der Ultraschalllaufzeiten und des Druckes besonders  
vorteilhaft auch bei pulsierenden Strömungen eingesetzt werden: Bereits im Elektronikteil kann  
die aus den Messsignalen ermittelte Messgröße für den Massenstrom einer Tiefpassfilterung,  
welche eine Mittelung bewirkt, unterzogen und dann mit reduzierter Bandbreite weiter  
10 übertragen werden, ohne dass hierdurch die Messgenauigkeit reduziert wird.

Durch eine zurückgezogene Position des Drucksensors, der mit dem Strömungskanal durch  
einen Kanal oder eine Bohrung verbunden ist, wird der Drucksensor in vorteilhafter Weise vor  
Verschmutzungen geschützt.

15

#### Zeichnung

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung  
werden anhand der nachfolgenden Figuren sowie deren Beschreibungen dargestellt. Es zeigt im  
20 Einzelnen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer geläufigen Messanordnung für die  
Ultraschalllaufzeiten durch das strömende Fluid im erfindungsgemäßen Ultraschall-  
Durchflussmesser,

25

Figur 2 eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-  
Durchflussmessers, und

- 4 -

Figur 3 eine Variante der vorteilhafte Ausführungsform gemäß Figur 2 des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessers, welche als Steckfühlereinheit ausgeprägt ist, und

Figur 4 einen Querschnitt durch einen Strömungskanal, in welchem die alternative vorteilhafte  
5 Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessers gemäß Figur 3 montiert ist.

### Ausführungsvarianten

Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer geläufigen Messanordnung für die Ultraschalllaufzeiten durch das strömende Fluid im erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmesser. Bevor eine Anzahl von besonderen Vorteilen und vorteilhaften Ausführungen des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessers beschrieben werden, soll zunächst auf die bereits aus dem Stand der Technik bekannte Messanordnung für die Ultraschalllaufzeiten als solche eingegangen werden: In einem Strömungskanal 16, hier in Figur 1 in Form eines Rohres, sind ein erster und ein zweiter Ultraschallwandler 12,14 versetzt zueinander in Strömungsrichtung 18 angebracht. Anders ausgedrückt, der erste Ultraschallwandler 12 liegt stromaufwärts, und der zweite Ultraschallwandler 14 liegt stromabwärts. Der Strömungskanal 16 wird von einem Fluid, insbesondere einem Gas, einem Gasgemisch wie beispielsweise Luft, in Strömungsrichtung 18 mit Geschwindigkeit  $v$  durchströmt. Das Fluid hat eine Schallgeschwindigkeit  $c$ . Die zwei Ultraschallwandler 12,14 senden sich abwechselnd oder gleichzeitig Ultraschallwellenpakete entlang eines Messweges 20 durch das strömende Fluid mit Weglänge  $L$  zu. Der Messweg 20 verläuft wenigstens in einer Projektion parallel beziehungsweise antiparallel zur Strömungsrichtung 18. Hier in Figur 1 schließen Messweg 20 und Strömungsrichtung 18 einen Winkel  $\alpha$  ein. Es werden die Ultraschalllaufzeiten  $t_1$  vom ersten Ultraschallwandler 12 zum zweiten Ultraschallwandler 14 und  $t_2$  vom zweiten Ultraschallwandler 14 zum ersten Ultraschallwandler 12 gemessen. Die Ultraschalllaufzeiten  $t_1$  und  $t_2$  unterscheiden sich geringfügig in Vergleich zum Betrag ihres arithmetischen Mittels aufgrund der Bewegung des Fluids in Strömungsrichtung 18.

Erfindungsgemäß wird nun zusätzlich im Bereich des Strömungskanals 16, in welchem die Ultraschalllaufzeiten bestimmt werden, der Druck des Fluids gemessen (, nicht näher in Figur 1 gezeigt, siehe Figuren 2 bis 4). Dadurch stehen innerhalb eines Elektronikteils oder einer Auswerteeinheit - das Elektronikteil kann auch entfernt vom Ort der Messung liegen - für eine vorteilhafte kompakte oder integrierte Anordnung siehe Figuren 2 und 3 - Messwerte für die Laufzeitdifferenz  $\Delta t = t_1 - t_2$ , die Laufzeitsumme  $\Sigma t = t_1 + t_2$  und den Druck  $p$  zur Verfügung. Mit der abkürzenden Schreibweise eines Korrekturfaktors  $s = 1 - (\Delta t / \Sigma t)^2$  ergeben sich nach kurzer Rechnung die folgenden Zusammenhänge für die Schallgeschwindigkeit  $c$  im Fluid

- 6 -

$$c = 2L \frac{1}{\Sigma t} \frac{1}{s} \quad (1)$$

und die mittlere Strömungsgeschwindigkeit  $v$

5

$$v = \frac{2L}{\cos \alpha} \frac{\Delta t}{(\Sigma t)^2} \frac{1}{s} \quad (2)$$

Der zum Massenstrom proportionale Teilchenstrom  $\dot{n} = dn/dV dV/dt$  kann mit Hilfe der allgemeinen Gasgleichung  $pV = nkT$ , wobei  $V$  das Volumen,  $n$  die Teilchenzahl,  $k$  die Boltzmannkonstante und  $T$  die Temperatur ist, und der Proportionalität  $v \propto dV/dt$  zwischen der Strömungsgeschwindigkeit  $v$  und der Volumenstromrate  $dV/dt$  auch dargestellt werden als

10

$$\dot{n} \propto v \left( \frac{p}{T} \right) \quad (3)$$

15 Mit dem Zusammenhang  $c^2 = \kappa RT$ , wobei  $\kappa$  der Adiabatenexponent ist, erhält man dann

$$\dot{n} \propto p \cdot \Delta t \cdot g \quad (4)$$

wobei  $g = \kappa s$  ein Korrekturfaktor ist, der als Funktion von  $v$ ,  $T$  und der relativen Luftfeuchtigkeit dargestellt werden kann. In vorteilhafter Weise kann der Korrekturfaktor  $g$  als 1 gesetzt (oder vernachlässigt) werden: Bei der Ermittlung des Teilchenstroms beziehungsweise des Massenstroms wird nur ein gewisser Fehler gemacht, der mit wachsender Temperatur und Luftfeuchtigkeit zunimmt, aber in vielen Anwendungen keine wesentliche Rolle spielt. Mit anderen Worten, in guter Näherung ist das Produkt aus Druck und Laufzeitdifferenz

20

- 7 -

proportional zum Teilchenstrom und daher ein Maß für den wiederum zum Teilchenstrom proportionalen Massenstrom.

Werden der gemessene Druck  $p$  und die Differenzlaufzeit  $\Delta t$  innerhalb des Elektronikeils (auch  
5 Auswerteeinheit) jeweils über einen linearen Zusammenhang als elektrisches Signal repräsentiert, können die beiden Signale einer Multiplikation entsprechend miteinander zu einem resultierenden Signal (in einer Multiplikationseinheit des Elektronikeils nicht zeichnerisch dargestellt) verarbeitet werden, welches näherungsweise den Massenstrom darstellt. Dieses Signal, wenn es sich auf den Massenstrom in der Ansaugung eines  
10 Kraftfahrzeugverbrennungsmotors bezieht, kann in vorteilhafter Weise für dessen Steuerung oder Regelung eingesetzt werden.

In Figur 2 ist eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessers 10 gezeigt. In einem Strömungskanal 16, hier in dieser Ausführungsform ein  
15 Strömungsrohr, sind ein erster und ein zweiter Ultraschallwandler 12, 14 in Strömungsrichtung 18 versetzt angeordnet. Die Ultraschallwandler 12,14 senden sich gegenseitig Ultraschallsignale, insbesondere Ultraschallwellenpakete, zu. Die Ultraschallwandler 12,14 sind sowohl zum Senden als auch zum Empfangen geeignet, können also sowohl elektrische Signale in Ultraschall als auch Ultraschall in elektrische Signale wandeln. Jeder der Ultraschallwandler  
20 12,14 dient nach dem Senden eines Ultraschallwellenpaketes dazu, ein vom jeweils anderen Ultraschallwandler 12,14 kommendes Ultraschallwellenpaket aufzufangen. Einer Geometrie, wie sie in der Figur 1 gezeigt ist, entsprechend, können die Ultraschallwellenpakete direkt von einem Ultraschallwandler 12,14 zum anderen durch das strömende Fluid laufen. In einer vorteilhaften Ausführungsform gemäß der Figur 2 werden die Ultraschallwellenpakete an einer  
25 Ultraschallwellen reflektierenden Fläche 34 an der Rohrrinnenwand 36 des Strömungskanals 16 gespiegelt; die Ultraschallwandler 12,14 liegen auf einer Seite des Strömungskanals 16. Der Messweg 20, welchen die Ultraschallwellenpakete durchlaufen, verläuft dabei nicht senkrecht zur Strömungsrichtung 18. Obschon der Messweg 20 prinzipiell parallel beziehungsweise antiparallel zur Strömungsrichtung 18 verlaufen kann, ist in einer bevorzugten  
30 Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessers 10 vorgesehen, dass der Messweg 20 wenigstens abschnittsweise unter einem Winkel gegenüber der Strömungsrichtung 18 geneigt verläuft. Der Messweg 20 kann auch eine Anzahl von

Abschnitten aufweisen, welche einen unterschiedlichen Winkel zur Strömungsrichtung 18 einschließen. In der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform verläuft der Messweg 20, wie durch die gestrichelte Linie angedeutet, V-förmig mit zwei Abschnitten, welche spiegelsymmetrisch gegenüber einer Ebene eines Strömungskanalquerschnitts geneigt zur Strömungsrichtung liegen.

5 Die gepunktete Linien stellen schematisch die Ausdehnung der Ultraschallwellenpakete in lateraler Richtung gegenüber ihrer Ausbreitungsrichtung dar.

In der vorteilhaften Ausführungsform gemäß Figur 2 sind die zwei Ultraschallwandler in einem kompakten Aufnahmeteil integriert. Zwischen dem ersten (stromaufwärts liegend) und dem

10 zweiten (stromabwärts liegend) Ultraschallwandler 12,14 ist ebenfalls am kompakten Aufnahmeteil 22 ein Elektronikteil 24 aufgenommen. Das Elektronikteil 24 dient unter anderem zur Erzeugung der elektrischen Signale für die Ultraschallwandler 12,14, so dass Ultraschallwellenpakete generiert werden, zur Verarbeitung der entstehenden elektrischen

15 Signale aufgrund von empfangenen Ultraschallwellenpaketen, zur Laufzeitmessung der Ultraschallwellenpakete (Laufzeit - wenigstens in Projektion - mit der Strömungsrichtung 18 und Laufzeit - wenigstens in Projektion - entgegen der Strömungsrichtung 18) und zur Verarbeitung der Messwerte zu einem elektrischen Signal, welches den Massenstrom repräsentiert. Durch die in Strömungsrichtung 18 versetzte Anordnung der Ultraschallwandler

20 12,14 unterscheiden sich die Laufzeiten vom ersten zum zweiten und umgekehrt in Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit  $v$ . Das Elektronikteil 24 weist einen Schaltungsträger 26 auf, der einen Drucksensor 28 (oder einen Druckaufnehmer) umfasst. Am Schaltungsträger 26 sind auch andere, bevorzugt alle benötigten Schaltungsbauteile des Ultraschall-Durchflussmessers 10 angebracht beziehungsweise angeschlossen.

25 Das kompakte Aufnahmeteil weist einen inneren Bereich 32, in welchem der Schaltungsträger 26 mit dem Drucksensor 28 liegen, auf, wobei der innere Bereich 32 durch einen Kanal 30, hier in dieser Ausführungsform eine Bohrung, mit dem Strömungskanal 16 verbunden ist. Wenn der Drucksensor 28 den Druck im inneren Bereich 32 mißt, wird dadurch der Druck im Strömungskanal 16 bestimmt. Der Kanal 30 kann, wie hier in Figur 2 gezeigt, ein offener Kanal 30 sein

30 oder alternativ dazu ein mit einer beweglichen Membran verschlossener Kanal 30 (nicht zeichnerisch dargestellt) sein, so dass zwar der Druck in den inneren Bereich 32 weitergeleitet

wird, aber Verschmutzungen vom Elektronikteil 24 und vom Drucksensor 28 ferngehalten werden.

Figur 3 stellt eine Variante der vorteilhaften Ausführungsform gemäß Figur 2 des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessers 10, welche als Steckfühlereinheit 38 ausgeprägt ist, dar. Die Geometrie dieser Variante ist im wesentlichen derjenigen der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform gleich, so dass zur Erläuterung der in Figur 3 eingefügten Bezugszeichen auf die oben angegebene Beschreibung der Figur 2 verwiesen sei. Der in Figur 3 zu sehende erfindungsgemäße Ultraschall-Durchflussmesser ist als Steckfühlereinheit 38 ausgeprägt: Die Steckfühlereinheit 38 hat eine derartige Geometrie, dass sie in eine komplementäre Ausnehmung im Strömungskanal, hier ein Strömungsrohr 40, dichtend oder abgedichtet, quasi als ein Deckel für die Ausnehmung, montiert werden kann. Die Steckfühlereinheit 38 umfasst neben dem bereits angesprochenenen kompakten Aufnahmeteil 22 eine Haltekonstruktion 44, welche im eingebauten Zustand in das strömende Fluid im Strömungsrohr 40 hineinragt. Die Haltekonstruktion 44 trägt eine Reflexionsschicht 42, welche die von den Ultraschallwandlern 12,14 ausgesendeten Ultraschallwellenpakete entlang dem Messweg 20 spiegelt.

Die Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch das Strömungsrohr 40, in welchem die Variante des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessers 10 gemäß Figur 3 montiert ist. Zur Erläuterung der eingefügten Bezugszeichen sei auf die oben angegebene Beschreibung der Figur 3 verwiesen.

Bezugszeichenliste

10	Ultraschall-Durchflussmesser
12	erster Ultraschallwandler
14	zweiter Ultraschallwandler
16	Strömungskanal
18	Strömungsrichtung
20	Messweg
22	kompaktes Aufnahmeteil
24	Elektronikteil
26	Schaltungsträger
28	Drucksensor
30	Kanal
32	innerer Bereich
34	reflektierende Fläche
36	Rohrinnenwand
38	Steckfühlereinheit
40	Strömungsrohr
42	Reflexionsschicht
44	Haltekonstruktion
v	Strömungsgeschwindigkeit
c	Schallgeschwindigkeit im Fluid
L	Weglänge

5

Patentansprüche

1. Ultraschall-Durchflussmesser (10) mit wenigstens zwei in einem Strömungskanal (16) in Strömungsrichtung versetzt angeordneten Ultraschallwandlern (12,14) zur Aussendung und zum Empfang von Ultraschallwellenpaketen, so dass in einem Elektronikteil (24) Ultraschalllaufzeiten von einem der Ultraschallwandler (12,14) zum anderen und umgekehrt bestimmbar sind, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass dem Strömungskanal (16) ein Drucksensor (26) zur Bestimmung des Druckes im Strömungskanal (16) zugeordnet ist.
2. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß 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 Drucksensor (26) in einem inneren Bereich (32) innerhalb des Ultraschall-Durchflussmessers (10) liegt, wobei der innere Bereich (32) durch einen offenen Kanal (28) oder einen mit einer beweglichen Membran verschlossenen Kanal (28) mit dem Strömungskanal (16) verbunden ist.
3. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die wenigstens zwei Ultraschallwandler (12,14) und der Drucksensor (26) mit dem Elektronikteil (24) in oder an einem kompakten Aufnahmeteil (22) integriert sind.
4. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die wenigstens zwei Ultraschallwandler (12,14) derart angeordnet sind, dass die Ultraschallwellenpakete über wenigstens eine reflektierende Fläche (34) im Strömungskanal (16) vom einen der Ultraschallwandler (12,14) zum anderen und umgekehrt gelangen.

5. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierende Fläche (34) ein Teil einer Rohrrinnenwand (36) des Strömungskanals (16), eine an der Rohrrinnenwand (36) besfestigte Reflektionsschicht (42) oder eine Reflektionsplatte ist.
6. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Elektronikteil (24) ein den gemessene Druck repräsentierendes elektrisches Signal und ein die Differenz der Ultraschalllaufzeiten elektrisches Signal erzeugbar sind und dass das Elektronikteil eine Multiplikationseinheit zur Verarbeitung des elektrischen Signals des gemessenen Drucks und des elektrischen Signals zu einem näherungsweise den Massenstrom repräsentierenden Signal aufweist.
7. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektronikteil (24) einen auf das den Massenstrom repräsentierende Signal wirkenden Tiefpassfilter aufweist.
8. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (28) und andere Schaltungsbauteile des Elektronikteils (24) des Ultraschall-Durchflussmessers (10) auf einem Schaltungsträger (26) angeordnet sind.
9. Ultraschall-Durchflussmesser (10) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschall-Durchflussmesser als Steckfühler-einheit (38) für die Ansaugung eines Kraftfahrzeugverbrennungsmotors ausgeführt ist.
- 10.** Verfahren zur Durchflussmessung mittels Ultraschall in einem Strömungskanal (16), wobei von wenigstens zwei in Strömungsrichtung (18) versetzt angeordneten Ultraschallwandlern (12,14) Ultraschallwellenpakete ausgesendet und empfangen werden, so dass in einem Elektronikteil (24) Ultraschalllaufzeiten von einem der Ultraschallwandler (12,14) zum anderen und umgekehrt bestimmbar werden, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Drucksensors (28) der Druck im Strömungskanal (16) gemessen wird.

Fig. 1

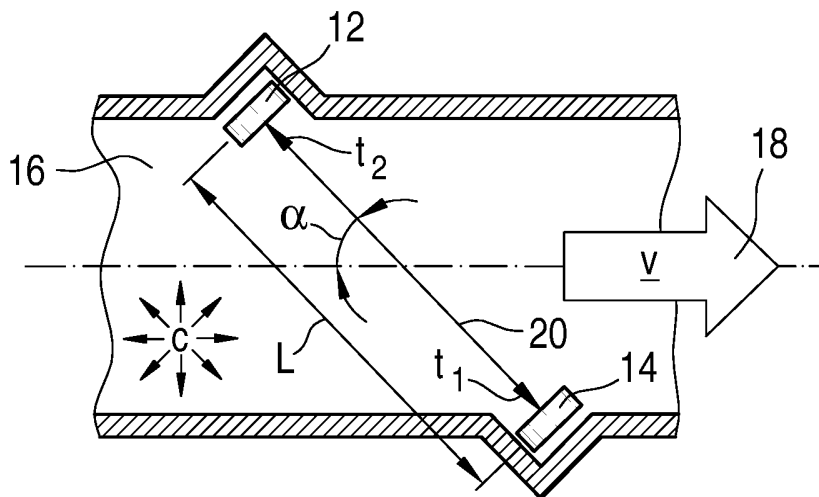
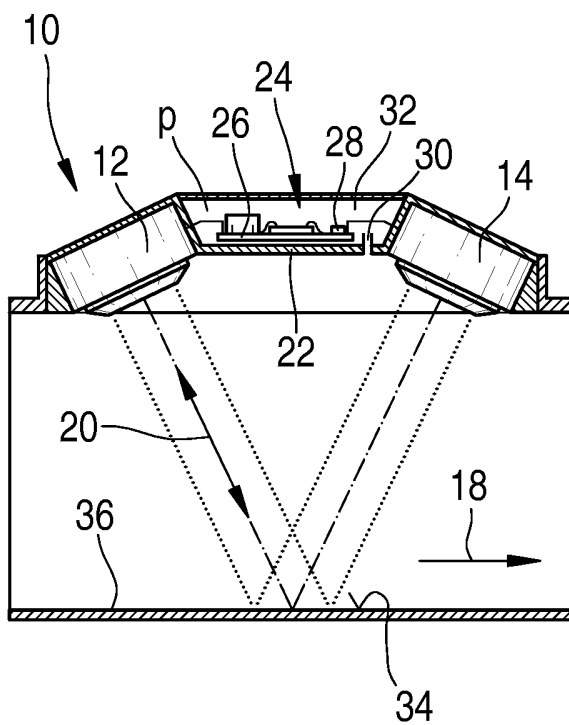
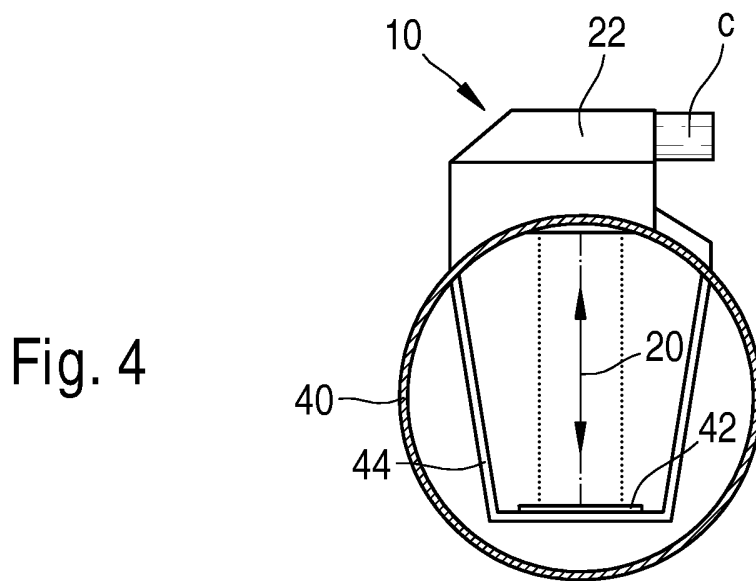
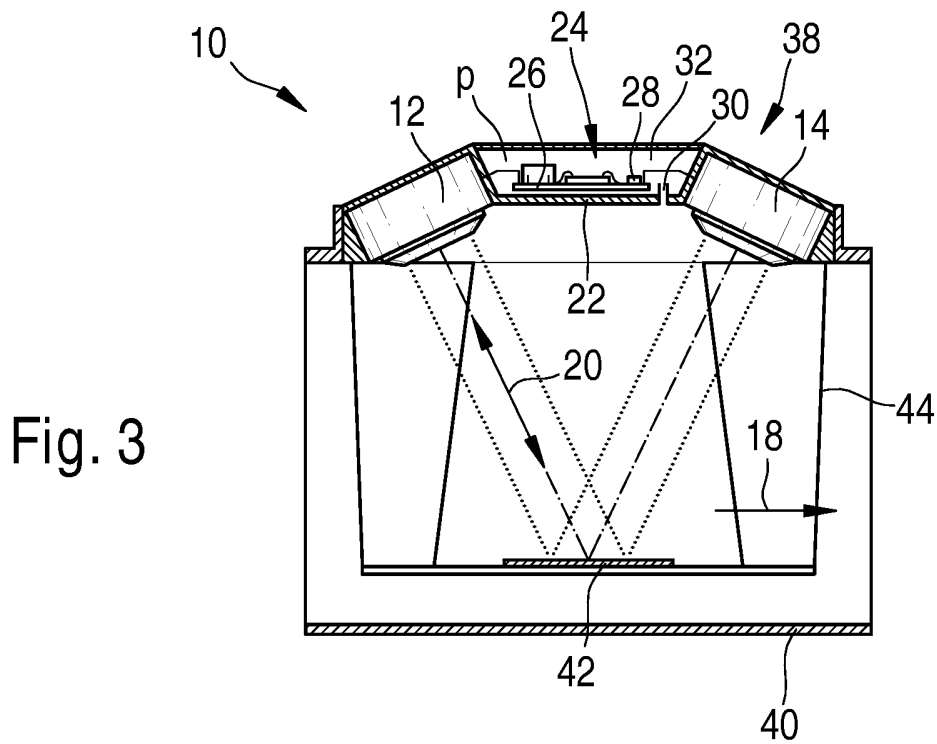


Fig. 2





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/054208

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
G01F1/66

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 094 305 A (CALDON, INC) 25 April 2001 (2001-04-25) page 12, paragraph 52 - page 13, paragraph 52; figures 1,5,6	1,2,6-8, 10
Y	-----	3-5,9
Y	EP 0 477 418 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 1 April 1992 (1992-04-01) cited in the application the whole document	3-5,9
X	DE 197 13 526 A1 (ELSTER PRODUKTION GMBH, 55252 MAINZ-KASTEL, DE) 8 October 1998 (1998-10-08) column 4, line 57 - column 5, line 44; figure 3	1,10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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

15 December 2005

Date of mailing of the international search report

22/12/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boerrigter, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2005/054208

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1094305	A	25-04-2001 NONE	
EP 0477418	A	01-04-1992 DE 59010261 D1	09-05-1996
DE 19713526	A1	08-10-1998 WO 9844318 A1 EP 0972171 A1	08-10-1998 19-01-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/054208

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> G01F1/66		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) 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		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 094 305 A (CALDON, INC) 25. April 2001 (2001-04-25) Seite 12, Absatz 52 - Seite 13, Absatz 52; Abbildungen 1,5,6	1,2,6-8,10
Y	-----	3-5,9
Y	EP 0 477 418 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 1. April 1992 (1992-04-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	3-5,9
X	DE 197 13 526 A1 (ELSTER PRODUKTION GMBH, 55252 MAINZ-KASTEL, DE) 8. Oktober 1998 (1998-10-08) Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 5, Zeile 44; Abbildung 3	1,10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		
*E* 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Dezember 2005		22/12/2005
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Boerrigter, H

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/054208

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1094305	A	25-04-2001	KEINE		
EP 0477418	A	01-04-1992	DE	59010261 D1	09-05-1996
DE 19713526	A1	08-10-1998	WO	9844318 A1	08-10-1998
			EP	0972171 A1	19-01-2000