

(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
24. März 2016 (24.03.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/041664 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01F 5/00 (2006.01) G01F 15/00 (2006.01)
G01F 1/684 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/066738

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juli 2015 (22.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 218 591.2
16. September 2014 (16.09.2014) DE

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: MAIS, Torsten; Johannesstrasse 6, 71636
Ludwigsburg (DE). BRIESE, Achim; Brucknerstrasse 8,
71277 Rutesheim (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: SENSOR ARRANGEMENT FOR DETERMINING AT LEAST ONE PARAMETER OF A FLUID MEDIUM FLOWING THROUGH A CHANNEL STRUCTURE

(54) Bezeichnung : SENSORANORDNUNG ZUR BESTIMMUNG WENIGSTENS EINES PARAMETERS EINES DURCH EINE KANALSTRUKTUR STRÖMENDEN FLUIDEN MEDIUMS

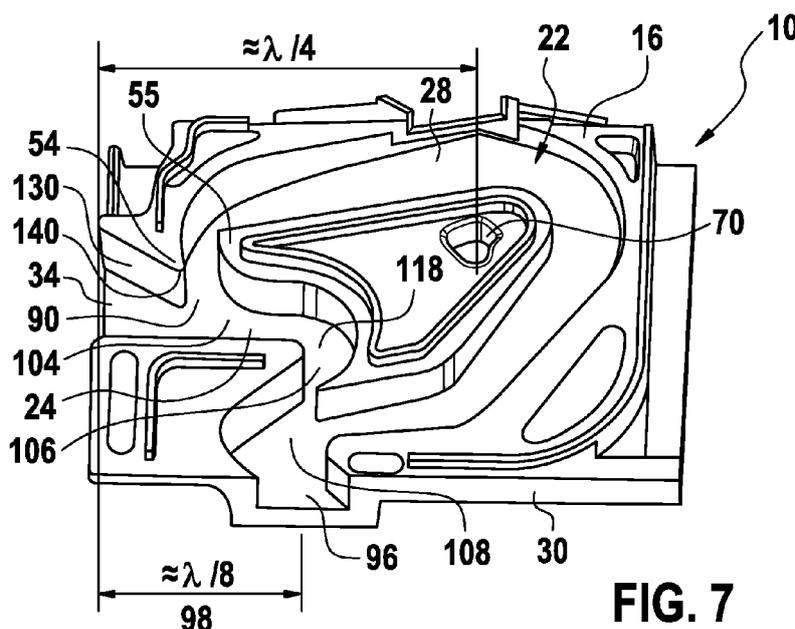


FIG. 7

(57) Abstract: The invention proposes a sensor arrangement (10) for determining at least one parameter of a fluid medium flowing through a channel structure (22), in particular an intake air mass flow of an internal combustion engine. The sensor arrangement (10) comprises a sensor housing (12), in particular a plug-in sensor which is introduced or can be introduced into a flow tube and in which the channel structure (22) is formed, and at least one sensor chip (42) which is arranged in the channel structure (22) and is intended to determine the parameter of the fluid medium. The sensor housing (12) comprises an inlet (34) in the channel structure (22), which is oriented away from the main flow direction (36) of the fluid medium, and an outlet (96) from the channel structure (22). The channel structure (22) has a main channel (24) and a measurement channel (28). Said measurement channel (28) branches off from the main channel (24). The sensor chip (42) is arranged in the measurement channel (28). The main channel (24) and the measurement channel (28) lead together into the outlet (96) from the channel structure (22).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/041664 A1



Es wird eine Sensoranordnung (10) zur Bestimmung wenigstens eines Parameters eines durch eine Kanalstruktur (22) strömenden fluiden Mediums, insbesondere eines Ansaugluftmassenstroms einer Brennkraftmaschine, vorgeschlagen. Die Sensoranordnung (10) weist ein Sensorgehäuse (12), insbesondere einen in ein Strömungsrohr eingebrachten oder einbringbaren Steckfühler, in dem die Kanalstruktur (22) ausgebildet ist, und mindestens einen in der Kanalstruktur (22) angeordneten Sensorchip (42) zur Bestimmung des Parameters des fluiden Mediums auf. Das Sensorgehäuse (12) weist einen Einlass (34) in die Kanalstruktur (22), der einer Hauptströmungsrichtung (36) des fluiden Mediums entgegenweist, und einen Auslass (96) aus der Kanalstruktur (22) auf. Die Kanalstruktur (22) umfasst einen Hauptkanal (24) und einen Messkanal (28). Der Messkanal (28) zweigt von dem Hauptkanal (24) ab. Der Sensorchip (42) ist in dem Messkanal (28) angeordnet. Der Hauptkanal (24) und der Messkanal (28) münden gemeinsam in den Auslass (96) aus der Kanalstruktur (22).

5 Beschreibung

Titel

Sensoranordnung zur Bestimmung wenigstens eines Parameters eines durch
eine Kanalstruktur strömenden fluiden Mediums

10

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche Verfahren und Vorrichtungen zur
Bestimmung einer Strömungseigenschaft fluiden Medien, also von Flüssigkeiten
15 und/oder Gasen, bekannt. Bei den Strömungseigenschaften kann es sich dabei
um grundsätzlich beliebige physikalisch und/oder chemisch messbare
Eigenschaften handeln, welche eine Strömung des fluiden Mediums qualifizieren
oder quantifizieren. Insbesondere kann es sich dabei um eine
Strömungsgeschwindigkeit und/oder einen Massenstrom und/oder einen
20 Volumenstrom handeln.

Die Erfindung wird im Folgenden insbesondere beschrieben unter Bezugnahme
auf so genannte Heißfilmluftmassenmesser, wie sie beispielsweise in Konrad
Reif (Hrsg.): Sensoren im Kraftfahrzeug, 1. Auflage 2010, Seiten 146-148
25 beschrieben sind. Derartige Heißfilmluftmassenmesser basieren in der Regel auf
einem Sensorchip, insbesondere einem Siliziumsensorchip, mit einer
Sensormembran als Messoberfläche oder Sensorbereich, welche von dem
strömenden fluiden Medium überströmbar ist. Der Sensorchip umfasst in der
Regel mindestens ein Heizelement sowie mindestens zwei Temperaturfühler,
30 welche beispielsweise auf der Messoberfläche des Sensorchips angeordnet sind.
Aus einer Asymmetrie des von den Temperaturfühlern erfassten
Temperaturprofils, welches durch die Strömung des fluiden Mediums beeinflusst
wird, kann auf einen Massenstrom und/oder Volumenstrom des fluiden Mediums
geschlossen werden. Heißfilmluftmassenmesser sind üblicherweise als
35 Steckfühler ausgestaltet, welcher fest oder austauschbar in ein Strömungsrohr

- 2 -

einbringbar ist. Beispielsweise kann es sich bei diesem Strömungsrohr um einen Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine handeln.

5 Dabei durchströmt ein Teilstrom des Mediums wenigstens einen in dem Heißfilmluftmassenmesser vorgesehenen Hauptkanal. Zwischen dem Einlass und dem Auslass des Hauptkanals ist ein Bypasskanal ausgebildet. Insbesondere ist der Bypasskanal derart ausgebildet, dass er einen gekrümmten Abschnitt zur Umlenkung des durch den Einlass des Hauptkanals eingetretenen Teilstroms des Mediums aufweist, wobei der gekrümmte Abschnitt im weiteren
10 Verlauf in einen Abschnitt übergeht, in welchem der Sensorchip angeordnet ist. Der zuletzt genannte Abschnitt stellt den eigentlichen Messkanal dar, in dem der Sensorchip angeordnet ist. Dabei ist in dem Bypasskanal ein Mittel vorgesehen, welches die Strömung leitet und einer Ablösung der Strömung des Medienteilstroms von den Kanalwänden des Messkanals entgegenwirkt.
15 Weiterhin ist der Einlassbereich des Hauptkanals im Bereich seiner Öffnung, welche der Hauptströmungsrichtung entgegenweist, mit schrägen oder gekrümmten Flächen versehen, welche so gestaltet sind, dass in den Einlassbereich einströmendes Medium von dem Teil des Hauptkanals, welcher zu dem Sensorchip führt, weggelenkt wird. Dies bewirkt, dass im Medium
20 enthaltene Flüssigkeits- oder Festkörperteilchen aufgrund ihrer Massenträgheit nicht zu dem Sensorchip gelangen und diesen verschmutzen können.

Derartige Heißfilmluftmassenmesser müssen in der Praxis einer Vielzahl von Anforderungen und Randbedingungen genügen. Neben dem Ziel, einen
25 Druckabfall an dem Heißfilmluftmassenmesser insgesamt durch geeignete strömungstechnische Ausgestaltungen zu verringern, besteht eine der hauptsächlichen Herausforderungen darin, die Signalqualität sowie die Robustheit derartiger Vorrichtungen gegenüber Kontamination durch Öl- und Wassertröpfchen sowie Ruß-, Staub- und sonstige Festkörperpartikel weiter zu
30 verbessern. Diese Signalqualität bezieht sich beispielsweise auf einen Massenstrom des Mediums durch den zu dem Sensorchip führenden Messkanal sowie gegebenenfalls auf die Verminderung einer Signaldrift und die Verbesserung des Signal-zu-Rauschen-Verhältnisses. Die Signaldrift bezieht sich dabei auf die Abweichung beispielsweise des Massenstromes des Mediums
35 im Sinne einer Veränderung der Kennlinienbeziehung zwischen dem tatsächlich

5 auftretenden Massenstrom und dem im Rahmen der Kalibrierung bei der
Fertigung ermittelten auszugehenden Signales. Bei der Ermittlung des Signal-
Rausch-Verhältnisses werden die in schneller zeitlicher Folge ausgegebenen
Sensorsignale betrachtet, wohingegen sich die Kennlinien- oder Signaldrift auf
eine Veränderung des Mittelwertes bezieht.

10 Bei üblichen Heißfilmluftmassenmessern der beschriebenen Art ragt in der Regel
ein Sensorträger mit einem darauf angebrachten oder eingebrachten Sensorchip
in den Messkanal hinein. Beispielsweise kann der Sensorchip in den
Sensorträger eingeklebt oder auf diesen aufgeklebt sein. Der Sensorträger kann
beispielsweise mit einem Bodenblech aus Metall, auf welchem auch eine
Elektronik, eine Ansteuer- und Auswerteschaltung in Form einer Leiterplatte,
aufgeklebt sein kann, eine Einheit bilden. Beispielsweise kann der Sensorträger
als angespritztes Kunststoffteil eines Elektronikmoduls ausgestaltet sein. Der
15 Sensorchip und die Ansteuer- und Auswerteschaltung können beispielsweise
durch Bondverbindungen miteinander verbunden werden. Das derart
entstandene Elektronikmodul kann beispielsweise in ein Sensorgehäuse
eingeklebt werden und der gesamte Steckfühler kann mit Deckeln verschlossen
werden.

20 Trotz der durch diese Sensoranordnung bewirkten Verbesserungen besteht nach
wie vor ein Verbesserungspotential hinsichtlich der Signalerfassungsgenauigkeit.

25 Damit der Heißfilmluftmassenmesser ein möglichst störungsarmes
Luftmassensignal liefern kann, ist eine möglichst gleichmäßige Zuströmung zu
dem Steckfühler und durch den Messkanal in diesem und insbesondere über die
Messerfläche des Sensorchips wichtig. Zwischen einer Stirnseite des
Sensorträgers und der Wand des Messkanals existiert ein Spalt, dessen Breite
fertigungstechnischen Schwankungen unterworfen ist. Im Bereich des
30 Sensorträgers teilt sich das in dem Messkanal strömende fluide Medium in drei
Teilmassenströme. Ein erster Teilmassenstrom strömt über den Sensorträger
und den Sensorchip, ein zweiter Teilmassenstrom strömt unter dem Sensorträger
und ein dritter Teilmassenstrom strömt durch den Spalt. Nach der Umströmung
des Sensorträgers bildet sich ein instabiler Nachlauf mit schwankenden
35 Strömungsgeschwindigkeiten und Drücken aus. Dies führt dazu, dass sich auch

stromaufwärts, insbesondere im Bereich des Sensorchips, schwankende Strömungsgrößen einstellen, die zu Schwankungen, insbesondere mit für die Abmessung des Sensorträgers und die Strömungsgeschwindigkeit typischen Schwingungsmodi, im Messsignal führen.

5

Offenbarung der Erfindung

Es wird daher eine Sensoranordnung zur Bestimmung wenigstens eines Parameters eines durch eine Kanalstruktur strömenden fluiden Mediums vorgeschlagen, welche die Nachteile bekannter Verfahren und Strategien zumindest weitgehend vermeiden kann und bei der sich insbesondere eine Reduzierung von Massenstromschwankungen in der Kanalstruktur, ein Signalrauschen sowie eine Anströmeempfindlichkeit reduzieren lassen und die Abgleichbarkeit verbessert ist.

15

Die Sensoranordnung zur Bestimmung wenigstens eines Parameters eines durch eine Kanalstruktur strömenden fluiden Mediums, insbesondere eines Ansaugluftmassenstroms einer Brennkraftmaschine, weist ein Sensorgehäuse, insbesondere einen in ein Strömungsrohr eingebrachten oder einbringbaren Steckfühler, in dem die Kanalstruktur ausgebildet ist, und mindestens einen in der Kanalstruktur angeordneten Sensorchip zur Bestimmung des Parameters des fluiden Mediums auf. Das Sensorgehäuse weist einen Einlass in die Kanalstruktur, der einer Hauptströmungsrichtung des fluiden Mediums entgegenweist, und einen Auslass aus der Kanalstruktur auf. Die Kanalstruktur umfasst einen Hauptkanal und einen Messkanal. Der Messkanal zweigt von dem Hauptkanal ab. Der Sensorchip ist in dem Messkanal angeordnet. Der Hauptkanal und der Messkanal münden gemeinsam in den Auslass aus der Kanalstruktur.

20

25

30

35

Der Auslass kann in einer Stirnseite des Sensorgehäuses angeordnet sein. Ein Abstand eines Mittelpunktes des Auslasses von dem Einlass in der Hauptströmungsrichtung kann von 11,0 bis 15,0 mm und bevorzugt von 12,0 mm bis 14,0 mm sein, beispielsweise 13,0 mm. Eine Mittellinie des Auslasses kann in einem Winkel von 20 ° bis 60 ° stromabwärts bezüglich der Hauptströmungsrichtung geneigt sein. Der Auslass kann eine Breite von 3,0 mm

bis 8,0 mm aufweisen, beispielsweise 5,0 mm. Der Hauptkanal kann mindestens einen ersten Hauptkanalabschnitt, in dem der Messkanal abzweigt, und einen zweiten Hauptkanalabschnitt aufweisen. Der zweite Hauptkanalabschnitt kann an einen Vereinigungsabschnitt der Kanalstruktur angrenzen, in dem der Messkanal und der Hauptkanal zusammengeführt sind. Der zweite Hauptkanalabschnitt kann zu dem ersten Hauptkanalabschnitt in einem Winkel von 10° bis 160° angeordnet sein, bevorzugt 135° . Eine Breite des zweiten Hauptkanalabschnitts kann kleiner als eine Breite des Messkanals sein. Der Hauptkanal kann mindestens einen gekrümmten Hauptkanalabschnitt aufweisen, der den ersten Hauptkanalabschnitt und den zweiten Hauptkanalabschnitt verbindet. Ein maximaler Abstand des gekrümmten Hauptkanalabschnitts zu dem Einlass in der Hauptströmungsrichtung kann von 8,0 mm bis 20,0 mm sein. Eine Breite des zweiten Hauptkanalabschnitts kann kleiner als eine Breite des ersten Hauptkanalabschnitts sein. Der Hauptkanal kann sich in dem gekrümmten Abschnitt verjüngen. Der gekrümmte Abschnitt kann mindestens zwei Krümmungsradien aufweisen. Die Sensoranordnung kann weiterhin einen Deckel zum Verschließen des Sensorgehäuses umfassen. Die Kanalstruktur kann in dem Deckel ausgebildet sein.

Unter der Hauptströmungsrichtung ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung die lokale Strömungsrichtung des fluiden Mediums am Ort des Sensors bzw. der Sensoranordnung zu verstehen, wobei beispielsweise lokale Unregelmäßigkeiten, wie zum Beispiel Turbulenzen, unberücksichtigt bleiben können. Insbesondere kann unter der Hauptströmungsrichtung somit die lokale gemittelte Transportrichtung des strömenden fluiden Mediums verstanden werden. Die Hauptströmungsrichtung kann daher einerseits auf die Strömungsrichtung am Ort der Sensoranordnung selbst bezogen sein oder auch auf die Strömungsrichtung in dem Kanal innerhalb des Sensorgehäuses, wie beispielsweise am Ort des Sensorträgers oder des Sensorchips, wobei sich beide genannten Hauptströmungsrichtungen unterscheiden können. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird deshalb stets angegeben, auf welchen Ort sich die Hauptströmungsrichtung bezieht. Sofern keine nähere Angabe gemacht ist, bezieht sich die Hauptströmungsrichtung auf den Ort der Sensoranordnung.

Unter einer stromabwärtigen Anordnung ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Anordnung eines Bauteils an einer Stelle zu verstehen, die das fluide Medium in der Hauptströmungsrichtung strömend zeitlich später als einen Bezugspunkt erreicht.

5

Analog ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung unter einer stromaufwärtigen Anordnung eines Bauteils eine Anordnung des Bauteils an einer Stelle zu verstehen, die das in der Hauptströmungsrichtung strömende fluide Medium zeitlich gesehen früher als an einen Bezugspunkt erreicht.

10

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann der Sensorträger ganz oder teilweise als Schaltungsträger, insbesondere als Leiterplatte, ausgestaltet sein oder Teil eines Schaltungsträgers, insbesondere einer Leiterplatte, sein. Beispielsweise kann der Schaltungsträger, insbesondere die Leiterplatte, einen Fortsatz aufweisen, welcher den Sensorträger bildet und welcher in den Kanal, beispielsweise den Messkanal eines Heißfilmluftmassenmessers, hineinragt. Der übrige Teil des Schaltungsträgers, insbesondere der Leiterplatte, kann beispielsweise in einem Elektronikraum, in einem Gehäuse der Sensoranordnung oder eines Steckfühlers der Sensoranordnung untergebracht sein.

20

Unter einer Leiterplatte ist dabei im Rahmen der vorliegenden Erfindung allgemein ein im Wesentlichen plattenförmiges Element zu verstehen, welches auch als Träger elektronischer Strukturen, wie beispielsweise Leiterbahnen, Anschlusskontakte oder Ähnliches, genutzt werden kann und vorzugsweise auch eine oder mehrere derartiger Strukturen aufweist. Grundsätzlich kommen dabei auch zumindest leichte Abweichungen von der Plattenform in Betracht und sollen begrifflich mit erfasst sein. Die Leiterplatte kann beispielsweise aus einem Kunststoffmaterial und/oder einem Keramikmaterial hergestellt sein, beispielsweise einem Epoxidharz, insbesondere einem faserverstärkten Epoxidharz. Insbesondere kann die Leiterplatte beispielsweise als Leiterplatte mit Leiterbahnen, insbesondere aufgedruckten Leiterbahnen (printed circuit board, PCB), ausgestaltet sein.

25

30

- 7 -

Auf diese Weise lässt sich das Elektronikmodul der Sensoranordnung stark vereinfachen und es lässt sich beispielsweise auf ein Bodenblech und einen separaten Sensorträger verzichten. Bodenblech und Sensorträger können durch eine einzige Leiterplatte ersetzt werden, auf welcher beispielsweise auch eine
5 Ansteuer- und Auswerteschaltung der Sensoranordnung ganz oder teilweise angeordnet sein kann. Diese Ansteuer- und Auswerteschaltung der Sensoranordnung dient der Ansteuerung des mindestens einen Sensorchips und/oder der Auswertung der von diesem Sensorchip generierten Signale. Auf diese Weise lässt sich durch Zusammenfassung der genannten Elemente der
10 Herstelleraufwand der Sensoranordnung erheblich vermindern und der Bauraumbedarf für das Elektronikmodul stark verringern.

Die Sensoranordnung kann insbesondere mindestens ein Gehäuse aufweisen, wobei der Kanal in dem Gehäuse ausgebildet ist. Beispielsweise kann der Kanal einen Hauptkanal und einen Bypasskanal bzw. Messkanal umfassen, wobei der
15 Sensorträger und der Sensorchip beispielsweise in dem Bypass- bzw. Messkanal angeordnet sein können. Weiterhin kann das Gehäuse einen von dem Bypasskanal getrennten Elektronikraum aufweisen, wobei das Elektronikmodul oder die Leiterplatte im Wesentlichen in dem Elektronikraum aufgenommen ist.
20 Der Sensorträger kann dann als ein in den Kanal hineinragender Fortsatz der Leiterplatte ausgebildet sein. Diese Anordnung ist technisch vergleichsweise einfach zu realisieren, im Gegensatz zu den aufwändigen Elektronikmodulen, welche aus dem Stand der Technik bekannt sind. Es versteht sich, dass alternativ der Sensorträger als an das Bodenblech angespritztes Kunststoffteil
25 des Elektronikmoduls ausgestaltet sein kann.

Insbesondere in dem Fall, in welchem eine Leiterplatte als Sensorträger verwendet wird, jedoch auch in anderen Fällen und/oder unter Verwendung anderer Medien als Sensorträger, kann der Sensorträger zumindest teilweise als
30 mehrschichtiger Sensorträger ausgestaltet sein. So kann der Sensorträger in einer so genannten Multilayer-Technik ausgestaltet sein und zwei oder mehrere miteinander verbundene Trägerschichten aufweisen. Beispielsweise können diese Trägerschichten wiederum aus einem Metall, einem Kunststoff oder einem Keramikmaterial oder einem Verbundmaterial hergestellt sein und durch
35 Verbindungstechniken, wie z.B. Kleben, miteinander verbunden sein.

In diesem Fall, in welchem eine Multilayer-Technik verwendet wird mit mehreren Sensorschichten des Sensorträgers, kann die Anströmkante durch eine unterschiedliche Dimensionierung der Trägerschichten entgegen der Hauptströmungsrichtung des fluiden Mediums zumindest teilweise gestuft ausgeführt sein. Auf diese Weise lassen sich die Profile zumindest gestuft angenähert realisieren. Beispielsweise lassen sich auf diese Weise rechteckig geformte oder – angenähert durch eine Stufenform – zumindest näherungsweise rund-, abgerundete oder keilförmig geformte Profile in einer Schnittebene senkrecht zur Erstreckungsebene des Sensorträgers ausbilden. Der Sensorchip kann auf bzw. in dem Sensorträger derart angeordnet sein, dass dieser senkrecht zur lokalen Hauptströmungsrichtung ausgerichtet ist. Beispielsweise kann der Sensorchip rechteckig ausgestaltet sein, wobei eine Seite dieses Rechtecks senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht, beispielsweise mit einer Ausrichtung, welche um nicht mehr als 10 Grad von der Senkrechten abweicht, zur lokalen Hauptströmungsrichtung angeordnet ist.

Der Sensorchip kann über mindestens eine elektrische Verbindung elektrisch kontaktiert werden. Beispielsweise kann der Sensorträger, insbesondere eine den Sensorträger bildende Leiterplatte oder ein Fortsatz dieser Leiterplatte, einen oder mehrere Leiterbahnen und/oder Kontaktpads aufweisen, welche mit entsprechenden Kontakten auf dem Sensorchip beispielsweise durch ein Bondingverfahren verbunden sind. In diesem Fall kann die elektrische Verbindung durch mindestens eine Abdeckung geschützt und von dem fluiden Medium getrennt werden. Diese Abdeckung kann insbesondere als so genannter Glob-Top ausgestaltet sein, beispielsweise als Kunststofftropfen und/oder Klebstofftropfen, welcher die elektrische Verbindung, beispielsweise die Bonddrähte abdeckt. Auf diese Weise lassen sich insbesondere auch Beeinflussungen der Strömung durch die elektrische Verbindung vermindern, da der Glob-Top eine glatte Oberfläche aufweist.

Ferner kann der Sensorchip mindestens einen Sensorbereich aufweisen. Dieser Sensorbereich kann beispielsweise eine Sensoroberfläche aus beispielsweise einem porösen, keramischen Material und/oder insbesondere eine Sensormembran sein. Die Sensormembran als Messoberfläche oder

Sensorbereich kann von dem strömenden fluiden Medium überströmbar sein. Der Sensorchip umfasst beispielsweise mindestens ein Heizelement sowie mindestens zwei Temperaturfühler, welche beispielsweise auf der Messoberfläche des Sensorchips angeordnet sind, wobei ein Temperaturfühler stromaufwärts des Heizelements und der andere Temperaturfühler stromabwärts des Heizelements gelagert ist. Aus einer Asymmetrie des von den Temperaturfühlern erfassten Temperaturprofils, welches durch die Strömung des fluiden Mediums beeinflusst wird, kann auf einen Massenstrom und/oder Volumenstrom des fluiden Mediums geschlossen werden.

10

Ein Grundgedanke der vorliegenden Erfindung ist der Entfall des herkömmlichen Hauptkanalauslasses und eine Vereinigung des Hauptkanals mit dem Messkanal im Inneren der Kanalstruktur sowie eine Verschiebung des gemeinsamen Auslasses in Richtung stromaufwärts. Durch den Entfall des seitlichen Auslasses und die Positionierung des gemeinsamen Auslasses auf der Stirnseite des Steckfühlers entsteht eine nahezu symmetrische Anordnung von Einlass und Auslass, welche für eine geringere Empfindlichkeit bei Änderungen der Anströmung, insbesondere Änderung des Anstellwinkels am Steckfühler führt. Weiterhin wird das Signalrauschen reduziert, da nicht mehr zwei, unter Umständen gegenphasig schwankende Drücke an einem Hauptkanal- und einem Bypasskanal wirken sondern nur noch ein Druckniveau am gemeinsamen Auslass wirkt. Die in Figur 6 dargestellte Staupunkt-Wanderung und das Ausmaß der zeitlichen Änderung des Verhältnisses der durch beide Kanalteile gehenden Massenstromes wird dadurch reduziert. Selbst bei quasi-stationären Strömungsrandbedingungen ergibt sich durch das erfindungsgemäße Design mit einem gemeinsamen Auslass also bereits eine Reduzierung der Anström-Empfindlichkeit und eine Reduzierung des Signalrauschens. Aufgrund der Verschiebung des gemeinsamen Auslasses stromauf ergibt sich bei Beibehaltung der Position des Einlasses eine Reduzierung des Abstandes zwischen Einlass und Auslass. Aufgrund des damit verbundenen reduzierten Anschnittes von über Ein- und Auslass laufende bzw. darüber stehende akustische Wellen, also über die damit einhergehende Reduzierung der effektiv eingetragenen Druckdifferenz folgt eine Verringerung der Massenstromschwankung in der Kanalstruktur bewirken, was wiederum zur Folge hat, dass eine betragsmäßig verringerte Massenstrom-Minderanzeige

35

erreicht wird. Durch den Entfall des seitlichen Hauptkanalauslasses und die Bildung eines gemeinsamen Auslasses entfallen Druckdifferenzen zwischen dem Hauptkanalauslass und dem Messkanalauslass mit der Folge einer verbesserten Abgleichbarkeit.

5

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10

Weitere optionale Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind.

Es zeigen:

15

Figur 1 perspektivische Ansicht einer Sensoranordnung,

Figur 2 eine vergrößerte Darstellung eines Elektronikmoduls der Sensoranordnung,

20

Figur 3 eine Draufsicht auf den Messkanaldeckel mit dem Messkanal und dem Sensorträger,

Figur 4 eine Rückansicht der Sensoranordnung,

25

Figur 5 mögliche Verläufe von Druckwellen,

Figur 6 eine mögliche Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten,

30

Figur 7 eine perspektivische Ansicht einer Sensoranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung und

Figur 8 eine Draufsicht auf die Kanalstruktur der Sensoranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung.

35

Ausführliche Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung

- 11 -

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Sensoranordnung 10 zur Bestimmung eines Parameters eines fluiden Mediums. Die Sensoranordnung 10 ist als Heißfilmluftmassenmesser ausgestaltet und umfasst ein als Steckfühler ausgebildetes Sensorgehäuse 12, welches beispielsweise in ein Strömungsrohr, insbesondere einen Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, eingesteckt werden kann. Das Sensorgehäuse 12 weist einen Gehäusekörper 14, einen Messkanaldeckel 16, einen Elektronikraum 18 sowie einen Elektronikraumdeckel 20 zum Verschließen des Elektronikraums 18 auf. In dem Messkanaldeckel 16 ist eine Kanalstruktur 22 ausgebildet. Die Kanalstruktur 22 weist einen Hauptkanal 24, welcher in einem Hauptkanalauslass 25 (Figur 6) auf der Unterseite 26 bezogen auf die Darstellung in Figur 1 des Sensorgehäuses 12 mündet, sowie einen von dem Hauptkanal 24 abzweigenden Bypass- bzw. Messkanal 28, welcher in einen auf einer Stirnseite 30 des Sensorgehäuses 12 angeordneten Bypass- oder Messkanalauslass 32 mündet, auf. Durch die Kanalstruktur 22 kann über eine Einlassöffnung 34, die im eingesetzten Zustand einer Hauptströmungsrichtung 36 des fluiden Mediums am Ort des Sensorgehäuses 12 entgegenweist, eine repräsentative Menge des fluiden Mediums strömen.

Figur 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Elektronikmoduls 38 der Sensoranordnung 10. In einem eingesetzten Zustand des Elektronikmoduls 38 ragt ein Sensorträger 40 in Form eines Flügels in den Messkanal 28. In diesen Sensorträger 40 ist ein Sensorchip 42 derart eingelassen, dass eine als Sensorbereich des Sensorchips 42 ausgebildete mikromechanische Sensormembran 44 von dem fluiden Medium überströmbar ist. Der Sensorträger 42 ist mit dem Sensorchip 42 Bestandteil des Elektronikmoduls 38. Das Elektronikmodul 38 weist weiter ein gebogenes Bodenblech 46 sowie eine darauf angebrachte, beispielsweise aufgeklebte Leiterplatte 48 mit einer Ansteuer- und Auswerteschaltung 50 auf. Der Sensorchip 42 ist mit der Ansteuer- und Auswerteschaltung 50 über elektrische Verbindungen 52, welche hier als Drahtbonding ausgestaltet sind, elektrisch verbunden. Das derart entstandene Elektronikmodul 38 wird in den Elektronikraum 18 in dem Gehäusekörper 14 des Sensorgehäuses 12 eingebracht, wie beispielsweise eingeklebt. Dabei ragt der Sensorträger 40 in die Kanalstruktur 22 hinein. Anschließend wird der Elektronikraum 18 von dem Elektronikraumdeckel 20 verschlossen.

35

- 12 -

Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf die Kanalstruktur 22 in dem Messkanaldeckel 16. In dem Messkanaldeckel 16 ist eine Fliehkraftumlenkung 54 angeordnet. Der Fliehkraftumlenkung 54 gegenüberliegend ist eine Gegenkontur 55 mit Abrisskante angeordnet. Der Messkanaldeckel 16 ist weiter so ausgebildet, dass

5 in dem Messkanal 28 eine Messkanalrampe 56 ausgebildet ist. Des Weiteren ist aus Figur 3 die Anordnung des Sensorträgers 40 zu erkennen. Der Sensorträger 40 ragt in einem eingesetzten Zustand in den Messkanal 28. Bei der Ansicht der Figur 3 ist der Sensorträger 40 mit seiner Rück- oder Unterseite 58 zu erkennen. Die Rück- oder Unterseite 58 ist die der Sensormembran 44 gegenüberliegende

10 Seite des Sensorträgers 40. Der Sensorträger 40 weist weiter eine einer Hauptströmungsrichtung 60 des fluiden Mediums in dem Messkanal 28 entgegenweisende Anströmkante 62, die abgerundet ausgebildet sein kann, sowie eine der Anströmkante 62 stromabwärts gegenüberliegende Hinterkante 64 auf. Die Messkanalrampe 56 erstreckt sich in dem Bereich zwischen der

15 Fliehkraftumlenkung 54 und der Hinterkante 64 des Sensorträgers 40. Der Messkanal 28 ist zumindest im Bereich des Sensorchips 42 von dem Gehäusekörper 14, der in dem Messkanaldeckel 16 ausgebildeten Messkanalrampe 56, einem in dem Messkanaldeckel 16 ausgebildeten elektronikraumzugewandten Wandabschnitt 66 und einem in dem

20 Messkanaldeckel 16 ausgebildeten elektronikraumabgewandten Wandabschnitt 68 begrenzt. Des Weiteren weist der Messkanaldeckel 16 eine Vertiefung 70 als Positionierkontur für einen nicht näher gezeigten Stift des Sensorgehäuses 12 bzw. des Gehäusekörpers 14 sowie Wand oder Feder 72 eines Nut-Feder-Systems zur Verklebung des Messkanaldeckels 16 mit dem Sensorgehäuse 12.

25 Insbesondere im Bereich des Sensorträgers 40 muss ein sicherer, toleranzarmer Setz- und Klebeprozess gewährleistet sein. Die geometrischen Toleranzen beim Setzen und Verkleben des Messkanaldeckels 16 führen allerdings unter anderem auch im Bereich des Hauptkanalauslasses 25 zu Abweichungen bezüglich statischer und dynamischer Massenstromsignale, weil dort die Kanalrampe 56 in

30 dem Messkanal 28 mit der Fensterkontur des Sensorgehäuses 12 gepaart wird.

Figur 4 zeigt eine Rückansicht der Sensoranordnung 10. In Figur 4 sind die Druckverhältnisse an der Einlassöffnung 34, an dem Hauptkanalauslass 25 an und dem Messkanalauslass 32 der strömungsführenden Kanalstruktur 22

35 dargestellt. An der Einlassöffnung 34 herrscht ein verglichen mit dem statischen

Druck der Umgebung höherer Druck 74, an dem Messkanalauslass 32 ein niedrigerer Druck 76 und an dem Hauptkanalauslass 25 ein Druck 78 in der Größenordnung des statischen Druckes der Umgebung. Diese Druckverhältnisse bewirken die Durchströmung der Kanalstruktur 22 in dem Sensorgehäuse 12. Da sich die Drücke 76, 78 an dem Messkanalauslass 32 und am Hauptkanalauslass 25 durchaus unterschiedlich stark und auch in einem anderen Verhältnis als bei der Idealdurchströmung ausprägen können und sich teilweise gegenphasig auch gegensinnige Druckerhöhungen an einem Auslass bei gleichzeitigen Druckverminderungen am anderen Auslass einstellen können, verursacht die Topologie zweier Auslässe im Zusammenspiel mit einem Einlass Massenstromschwankungen am Sensorchip 42. Diese topologiebedingten Massenstromschwankungen sollen mit der erfindungsgemäßen Ausführung der Sensoranordnung 10 reduziert werden.

Figur 5 zeigt mögliche Verläufe von Druckwellen bei derartigen Strömungsbedingungen. Als Resultat einer reflektierten einlaufenden Druckwelle 80 und einer reflektierten Druckwelle 82 ergibt sich eine überlagerte, stehende Druckwelle 84 sowie Schwingungsknoten 86 und Schwingungsbäuche 88 mit charakteristischer Viertelwellenlänge $\lambda/4$. In den Schwingungsknoten 86 herrscht das Druckniveau der aerodynamischen Grundströmung, z. B. am Sensorgehäuse 12, jeweils in Verbindung mit dem oben bezüglich Figur 4 beschriebenen Druckniveau an der Einlassöffnung 34, an dem Hauptkanalauslass 25 und an dem Messkanalauslass 32. Allerdings wird bei Entfernung von einem Schwingungsknoten 86 ein zusätzlicher Druck gemäß der Darstellung der Figur 5 aufgeprägt. Dieser Druck oszilliert von positiven zu negativen Drücken mit einer bestimmten Frequenz, woraus sich für ein bestimmtes Medium, wie beispielsweise Luft, mit seiner zugehörigen Schallgeschwindigkeit eine entsprechende Wellenlänge λ ergibt.

Schreitet man ausgehend von einem Schwingungsknoten 86 ein Viertel der Wellenlänge ($= \lambda/4$) entlang der Ausbreitungsrichtung der Wellen, kommt man zu einem Schwingungsbauch 88. Eine über einen festen Ort hinweglaufende Welle verursacht also Druckstörungen mit einer bestimmten Amplitude. Im Fall einer Reflexion und Ausbildung einer stehenden Welle 84 addieren sich die Amplituden zum Doppelten der Amplitude der einlaufenden Welle 80 – unter

- 14 -

Vernachlässigung von Verlusten. Im Abstand der Hälfte einer Wellenlänge λ können sich von Schwingungsbauch 88 zu Schwingungsbauch 88 aufgrund der Gegensinnigkeit der Druckspitzen sogar vierfache Amplituden einstellen.

- 5 Hochfrequente akustische Druckschwingungen können im motorischen Umfeld der Sensoranordnung 10 beispielsweise aufgrund bestimmter Turboladerbetriebszustände auftreten. Dazu gehören der rotierende Strömungsabriss an den Schaufeln und das Pumpen der Turboladerstufe. Der Fall, dass ein Viertel einer akustischen Welle über der Einlassöffnung 34, dem Hauptkanalauslass 25 und dem Messkanalauslass 32 liegt, ist in Figur 4 durch den angetragenen Abstand $\lambda/4$ für die Einlassöffnung 34 und den Hauptkanalauslass 25 beispielhaft dargestellt. Für die Einlassöffnung 34 und den Messkanalauslass 32 gilt Entsprechendes. Die gemäß Figur 4 rechts vorherrschenden aerodynamischen Druckverhältnisse werden in diesem Fall von den zusätzlichen akustischen Druckschwingungen gemäß Figur 4 überlagert. Bei oben genannten Turboladerbetriebszuständen können durchaus Frequenzen in einer Größenordnung von 3 kHz und damit Wellenlängen von 100 mm bis 110 mm entstehen. Entsprechende $\lambda/4$ -Wellenlängen stimmen gut mit den oben beschriebenen Distanzen zwischen der Einlassöffnung 34 und dem Hauptkanalauslass 25 bzw. dem Messkanalauslass 32 überein. Auch bei kleineren Abmessungen der Sensoranordnung 10 bleibt ein entsprechender Abschnitt einer Druckwelle über die abschnittsweise resultierenden Druckdifferenzen luftmassenstromrelevant.
- 10
- 15
- 20
- 25 Luftmassensignalwirksam wird solch eine Druckschwingung, wenn es zu einem nennenswert stark pulsierenden Luftmassenstrom im Messkanal 28 am Ort des Sensorträgers 40 kommt. In der Grenzschicht an dem Sensorchip 42 kommt es dann zu Schwankungen des Geschwindigkeitsgradienten, die den Wärmeübergang stark beeinflussen können. In der Literatur findet sich das Phänomen unter dem Begriff „2. Stokesches Problem“. Aufgrund des nichtlinearen Wärmeübergangs am thermischen Messelement wird solch eine Pulsation nicht mittelwertsgetreu abgebildet. Stattdessen kommt es bei der Sensoranordnung 10 zu einer Minderanzeige.
- 30

In Figur 3 zu erkennen sind neben der bisherigen Topologie der Strömungsführung auch konstruktive Randbedingungen, die bei der erfindungsgemäßen Ausführung berücksichtigt werden müssen. Der Großteil des in das Sensorgehäuse 12 durch die Einlassöffnung 34 eintretenden
5 Massenstromes gelangt vom Messkanalauslass 32 über den Hauptkanalauslass 25 wieder aus dem Sensorgehäuse 12 heraus. Ein kleiner Teil des Massenstromes gelangt über den Bereich der Fliehkraftumlenkung 54 und der Gegenkontur 55 mit Abrisskante in den Messkanal 28 und zu dem Sensorträger 40 mit dem Sensorchip 42 mit der mikromechanischen Sensormembran 44.
10 Schließlich tritt der Messkanalmassenstrom über den Messkanalauslass 32 aus dem Sensorgehäuse 12 heraus. Als konstruktive Randbedingungen sind vor allem die Vertiefung 70 als Positionierkontur für einen Stift im Sensorgehäuse 12 und die Wände bzw. Federn 72 des Nut-Feder-Systems zur Verklebung von Messkanaldeckel 16 und Sensorgehäuse 12 zu nennen.

15
Figur 6 zeigt eine mögliche Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten in der Kanalstruktur 22. Die oben beschriebene Strömungstopologie führt selbst bei stationären strömungsmechanischen Randbedingungen zu einer instationären Strömung 90 an der Verzweigung 92 von Messkanal 28 und Hauptkanal 24. In
20 Figur 6 ist die Geschwindigkeitsverteilung in einer Schnittebene durch die Kanalstruktur 22 dargestellt für einen Gesamtmassenstrom von 80 kg/h. Gut zu erkennen ist die Aufteilung des Gesamtmassenstromes an der Einlassöffnung 34 in den Massenstrom an dem Hauptkanalauslass 25 und den Massenstrom im Messkanal 28. Charakterisierend für die Verzweigung ist der Staupunkt 94 auf
25 der Wand der Gegenkontur 55 gegenüber der Fliehkraftumlenkung 54. Das Verhältnis der abzweigenden Massenströme ist selbst bei stationären strömungsmechanischen Randbedingungen nicht konstant, sondern wandert entsprechend den strömungsmechanischen Randbedingungen Gesamtmassenstrom, Drücken an der Einlassöffnung, an dem
30 Hauptkanalauslass 25, an dem Messkanalauslass 32, Turbulenzgrad, Anstellwinkel des Sensorgehäuses 12 im Strömungsrohr etc., weil sowohl die Umströmung des Sensorgehäuses 12 als auch die Durchströmung der Kanalstruktur 22 im Sensorgehäuse so gut wie immer instationären Charakter besitzt. Selbst ohne eine Überlagerung mit zusätzlichen akustischen
35 Druckschwingungen sorgt also die Verzweigungstopologie mit getrennten

- 16 -

Auslässen für den Hauptstrom- sowie den Bypasskanal für Massenstromschwankungen an der mikromechanischen Sensormembran 44. Entsprechend den dazugehörenden Frequenzen können diese Schwankungen kennlinienrelevant sein oder für ein höheres Signalrauschen sorgen.

5

Figur 7 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Sensoranordnung 10 gemäß der vorliegenden Erfindung. Dabei werden insbesondere die Unterschiede zu der oben beschriebenen herkömmlichen Sensoranordnung beschrieben. Die Kanalstruktur 22 ist so ausgebildet, dass der Messkanal 28 von dem Hauptkanal 24 an der Verzweigung 92 abzweigt. Allerdings münden der Hauptkanal 24 und der Messkanal 28 gemeinsam in einen in der Stirnseite 30 angeordneten Auslass 96. Der Hauptkanalauslass 25 entfällt somit.

10

Figur 8 zeigt eine Draufsicht auf die Kanalstruktur 22 der Sensoranordnung 10 gemäß der vorliegenden Erfindung. Ein Abstand 98 eines Mittelpunktes des Auslasses 96 von der Einlassöffnung 34 in der Hauptströmungsrichtung 36 ist von 11,0 mm bis 15,0 mm und bevorzugt von 12,0 mm bis 14,0 mm, beispielsweise 13,0 mm. Eine Mittellinie 100 des Auslasses 96 ist in einem Winkel α von 30 ° bis 50 ° stromabwärts bezüglich der Hauptströmungsrichtung 36 geneigt, beispielsweise 40 °. Der Auslass 96 weist eine Breite 102 von 3,0 mm bis 8,0 mm auf, beispielsweise 5,0 mm. Durch die besondere Ausbildung der Kanalstruktur 22 weist der Hauptkanal 24 mindestens einen ersten Hauptkanalabschnitt 104, in dem der Messkanal 28 abzweigt, und einen zweiten Hauptkanalabschnitt 106 auf. Der zweite Hauptkanalabschnitt 106 grenzt dabei an einen Vereinigungsabschnitt 108 der Kanalstruktur 22 an, in dem der Messkanal 28 und der Hauptkanal 24 zusammengeführt sind. Der zweite Hauptkanalabschnitt 106 ist zu dem ersten Hauptkanalabschnitt 104 in einem Winkel β von 10 ° bis 135 ° angeordnet, beispielsweise 45,5 °. Eine Breite 110 des zweiten Hauptkanalabschnitts 106 ist kleiner als eine Breite 112 des Messkanals 28. So weist der zweite Hauptkanalabschnitt 106 eine Breite 110 von 1,0 mm bis 5,0 mm auf, beispielsweise 2,2 mm, wohingegen der Messkanal 28 eine Breite 112 von 2,0 mm oder 3,0 mm bis 6,0 mm, beispielsweise 4,0 mm, in Abhängigkeit davon, ob die Breite 112 an einer Stelle 114 oder einer breiteren Stelle 116 bestimmt wird.

15

20

25

30

35

- 17 -

Der Hauptkanal 24 weist weiterhin mindestens einen gekrümmten Hauptkanalabschnitt 118 auf, der den ersten Hauptkanalabschnitt 104 und den zweiten Hauptkanalabschnitt 106 verbindet. Ein maximaler Abstand 120 des gekrümmten Hauptkanalabschnitts 118 zu der Einlassöffnung 34 in der Hauptströmungsrichtung 36 ist von 10,0 mm bis 20,0 mm, beispielsweise 15,22 mm. Außerdem ist die Breite 110 des zweiten Hauptkanalabschnitts 106 kleiner als eine Breite 122 des ersten Hauptkanalabschnitts 104. So ist die Breite 122 des ersten Hauptkanalabschnitts 104 von 2,0 mm bis 6,0 mm, beispielsweise 4,2 mm. Folglich verjüngt sich der Hauptkanal 24 in dem gekrümmten Hauptkanalabschnitt 118. Insbesondere weist der gekrümmte Hauptkanalabschnitt 118 mindestens zwei Krümmungsradien 124, 126 auf. Ein erster Krümmungsradius 124, der sich stromaufwärts bezüglich der Hauptströmungsrichtung 36 des zweiten Krümmungsradius 126 befindet, ist von 3,0 mm bis 10,0 mm, beispielsweise 5,0 mm, wohingegen der zweite Krümmungsradius 126 von 1,5 mm bis 10,0 mm ist, beispielsweise 3,8 mm.

Die Kanalstruktur 22 kann dabei die weiteren folgenden geometrischen Abmessungen aufweisen. Die Fliehkraftumlenkung 54 selbst kann abgerundet ausgebildet sein und eine Radius 128 für die Abrundung von 0,1 mm bis 0,5 mm aufweisen, beispielsweise 0,3 mm. Eine an die Fliehkraftumlenkung 54 angrenzende und sich in Richtung zu der Einlassöffnung 34 erstreckende Kanalwand 130 des Hauptkanals 54 kann zu der der Fliehkraftumlenkung 54 gegenüberliegenden Kanalwand in einem Winkel γ von 15 ° bis 45 °, beispielsweise 30 °, geneigt ausgebildet sein. Die an die Fliehkraftumlenkung 54 angrenzende Kanalwand des Messkanals 28 kann gekrümmt ausgebildet sein mit einem Radius 132 von 3,0 mm bis 8,0 mm, beispielsweise 6,0 mm. Die Gegenkontur 55 kann ebenfalls gekrümmt ausgebildet sein mit einem Radius 134 von 2,0 mm bis 6,0 mm, beispielsweise 3,0 mm. Stromabwärts bezüglich der Hauptströmungsrichtung 60 in dem Messkanal 28 kann der Messkanal 28 gekrümmt ausgebildet sein mit einem Radius 136 von 4,0 mm bis 10,0 mm, beispielsweise 7,0 mm. Der gekrümmte Hauptkanalabschnitt 118 kann dabei auf seiner dem Messkanal 28 abgewandten Wandseite einen Radius 138 von 0,1 mm bis 2,0 mm aufweisen, beispielsweise 0,8 mm. Ein Wandabschnitt, an dem sich der Hauptkanal 24 und der Messkanal 28 vereinen, kann gekrümmt ausgebildet sein mit einem Radius 140 von 0,1 mm bis 2,0 mm, beispielsweise

- 18 -

0,1 mm. Der Wandabschnitt, an dem sich der Hauptkanal 24 und der Messkanal 28 vereinen, kann zu der der Fliehkraftumlenkung 54 gegenüberliegenden Kanalwand in einem Winkel δ von 0° bis 45° , beispielsweise $9,1^\circ$, angeordnet sein. Die Kanalstruktur 22 kann sich weiterhin gekrümmt zu dem Auslass 96 erstrecken mit einem Radius 142 von 1,0 mm bis 5,0 mm, beispielsweise 2,8 mm, und einem Radius 144 von 0,25 mm bis 3,0 mm, beispielsweise 1,0 mm.

Zusammenfassend wird bei der erfindungsgemäßen Sensoranordnung entfällt der seitliche Hauptkanalauslass 25, der Hauptkanal 24 wird mit dem Messkanal 28 vereinigt und der Massenstrom wird durch einen gemeinsamen Auslass 96 aus dem Sensorgehäuse 12 geführt. Über die Anpassung des Verzweigungsbereiches an der Fliehkraftumlenkung 54 in Form des Radius und des Versatzes der gegenüberliegenden Wand, den Verlauf des Hauptkanals 24 in Form von Konvergenz, Innen- und Außenradius zur Vereinigungsstelle von Hauptkanal 24 und Messkanal 28 und über die Gestaltung des Vereinigungsbereiches in Form von Kanalbreiten, Radius an der Vereinigungsstelle, Achsausrichtung der beiden Kanäle, kann die Durchströmung bezüglich diverser Anforderungen wie Signalhub, Kennlinienstabilität, Signalrauschen, Abscheidewirkung bei Kontamination, Verhalten bei konventioneller, niederfrequenter Pulsation sowie bei akustischen, hochfrequenten Druckschwingungen eingestellt werden.

Aufgrund der Möglichkeit, das Feder-Nut-System sowie die Positionierkontur kompakt zu halten, ergibt sich ein geometrischer Gestaltungsraum zur Optimierung der Länge und Formgebung des Messkanals stromabwärts des Sensorträgers 40, insbesondere zur Einstellung des Verhaltens bei niederfrequenten Pulsationen mit hohen Amplituden. Ebenfalls von Bedeutung ist die Eingriffsmöglichkeit über unterschiedliche Verrundungen im Bereich der Umlenkung des Hauptkanals 24 und im Vereinigungsbereich von Hauptkanal 24 und Messkanal 28.

5 Ansprüche

1. Sensoranordnung (10) zur Bestimmung wenigstens eines Parameters eines durch eine Kanalstruktur (22) strömenden fluiden Mediums, insbesondere eines Ansaugluftmassenstroms einer Brennkraftmaschine, wobei die
10 Sensoranordnung (10) ein Sensorgehäuse (12), insbesondere einen in ein Strömungsrohr eingebrachten oder einbringbaren Steckfühler, in dem die Kanalstruktur (22) ausgebildet ist, und mindestens einen in der Kanalstruktur (22) angeordneten Sensorchip (42) zur Bestimmung des Parameters des fluiden Mediums aufweist, wobei das Sensorgehäuse (12) einen Einlass (34)
15 in die Kanalstruktur (22), der einer Hauptströmungsrichtung (36) des fluiden Mediums entgegenweist, und einen Auslass (96) aus der Kanalstruktur (22) aufweist, wobei die Kanalstruktur (22) einen Hauptkanal (24) und einen Messkanal (28) umfasst, wobei der Messkanal (28) von dem Hauptkanal (24) abzweigt, wobei der Sensorchip (42) in dem Messkanal (28) angeordnet ist,
20 dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptkanal (24) und der Messkanal (28) gemeinsam in den Auslass (96) aus der Kanalstruktur (22) münden.
2. Sensoranordnung (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der
25 Auslass (96) in einer Stirnseite (30) des Sensorgehäuses (12) angeordnet ist.
3. Sensoranordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Abstand (98) eines Mittelpunktes des Auslasses (96) von dem Einlass (34) in der Hauptströmungsrichtung (36) von 11,0 mm bis 15,0 mm und bevorzugt von 12,0 mm bis 14,0 mm ist.
30
4. Sensoranordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mittellinie (100) des Auslasses (96) in einem Winkel von 30 ° bis 50 ° stromabwärts bezüglich der Hauptströmungsrichtung (36) geneigt ist.
35

5. Sensoranordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Auslass (96) eine Breite (110) von 3,0 mm bis 8,0 mm aufweist.
- 5 6. Sensoranordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hauptkanal (24) mindestens einen ersten Hauptkanalabschnitt (104), in dem der Messkanal (28) abzweigt, und einen zweiten Hauptkanalabschnitt (106) aufweist, wobei der zweite Hauptkanalabschnitt (106) an einen Vereinigungsabschnitt (108) der Kanalstruktur (22) angrenzt, in dem der Messkanal (28) und der Hauptkanal (24) zusammengeführt sind, wobei der
10 zweite Hauptkanalabschnitt (106) zu dem ersten Hauptkanalabschnitt (104) in einem Winkel (β) von 10° bis 135° angeordnet ist.
7. Sensoranordnung (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei eine
15 Breite (110) des zweiten Hauptkanalabschnitts (106) kleiner als eine Breite (112) des Messkanals (28) ist.
8. Sensoranordnung (10) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hauptkanal (24) mindestens einen gekrümmten Hauptkanalabschnitt (118) aufweist, der den ersten Hauptkanalabschnitt (104) und den zweiten Hauptkanalabschnitt (106) verbindet, wobei ein
20 maximaler Abstand (120) des gekrümmten Hauptkanalabschnitts (118) zu dem Einlass (34) in der Hauptströmungsrichtung (36) von 10,0 mm bis 20,0 mm ist.
- 25 9. Sensoranordnung (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei eine Breite (110) des zweiten Hauptkanalabschnitts kleiner als eine Breite des ersten Hauptkanalabschnitts (122) ist.
- 30 10. Sensoranordnung (10) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der Hauptkanal (24) in dem gekrümmten Hauptkanalabschnitt (118) verjüngt.

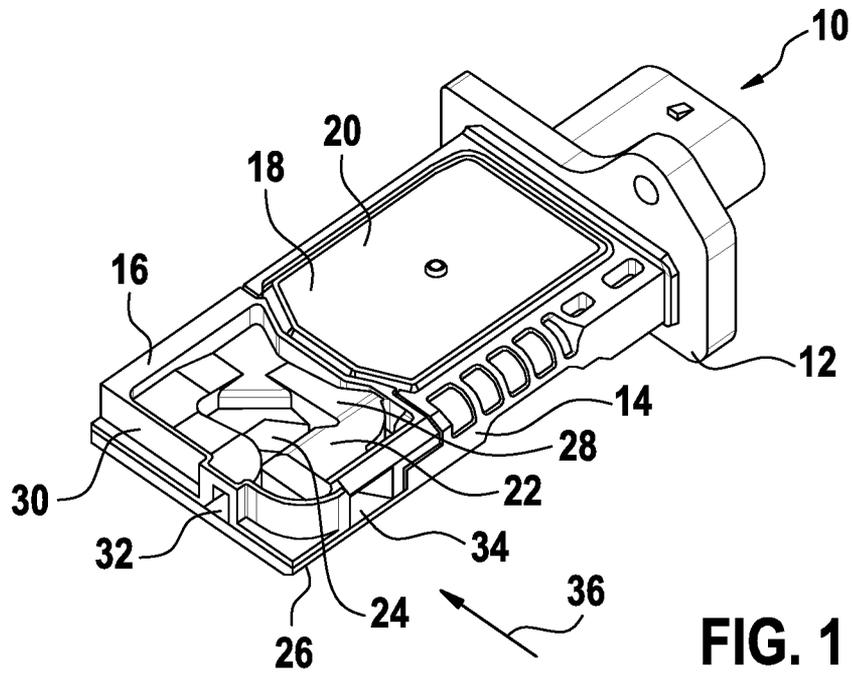


FIG. 1

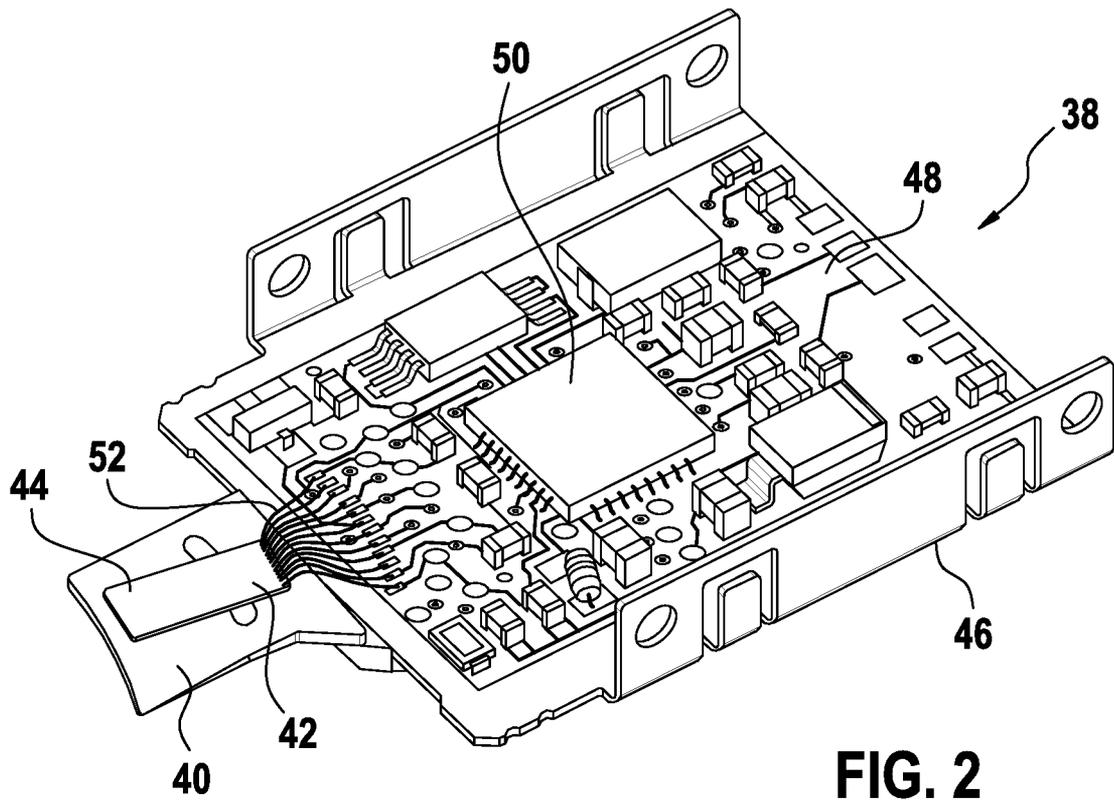


FIG. 2

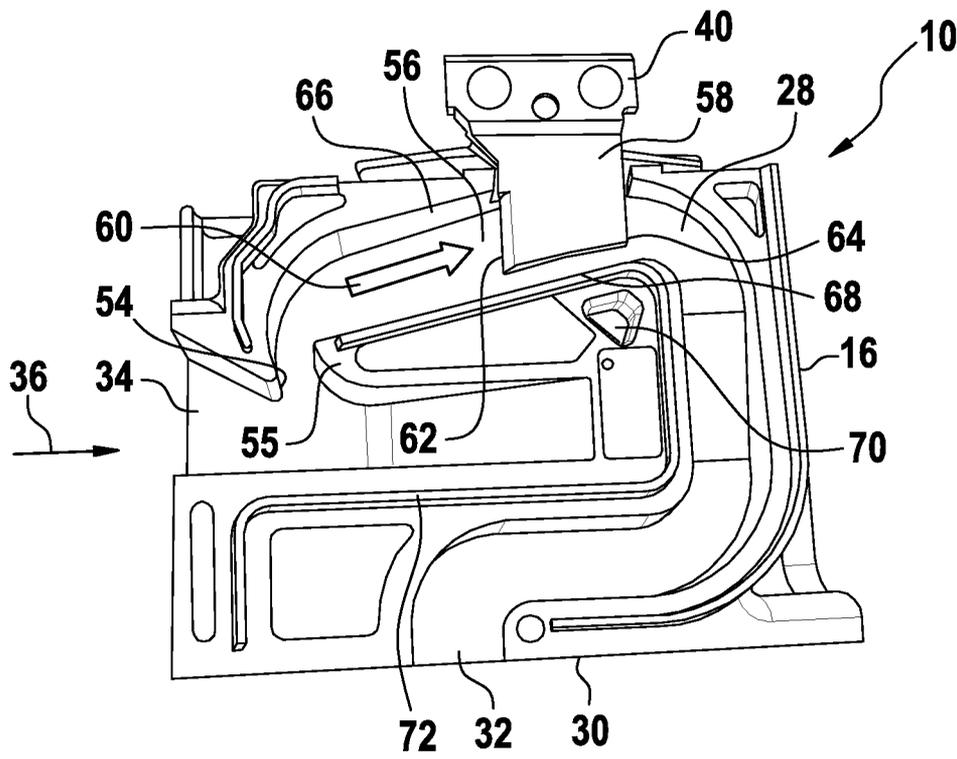


FIG. 3

3 / 5

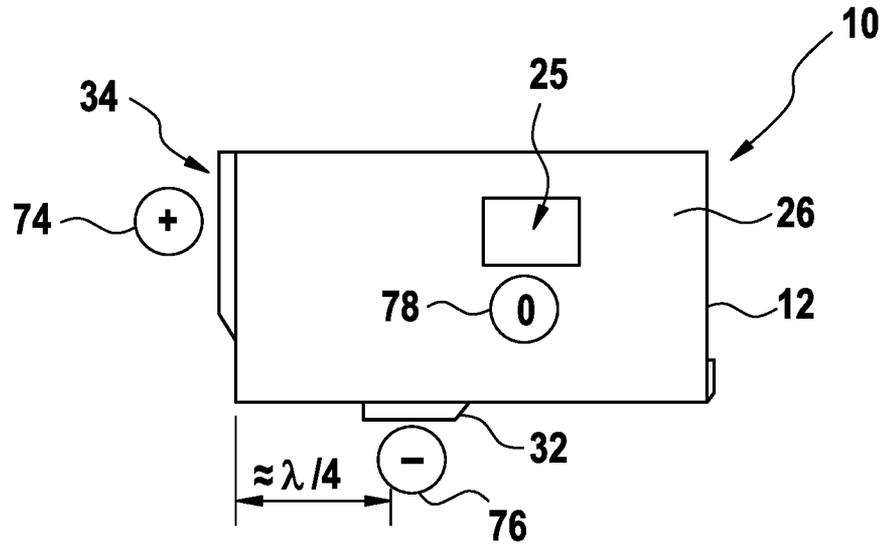


FIG. 4

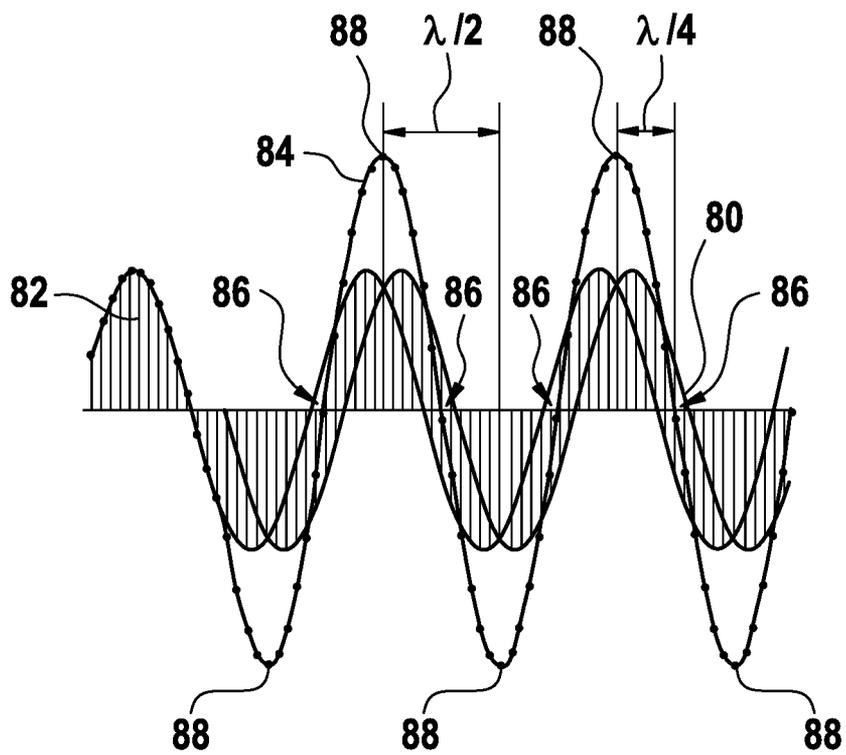


FIG. 5

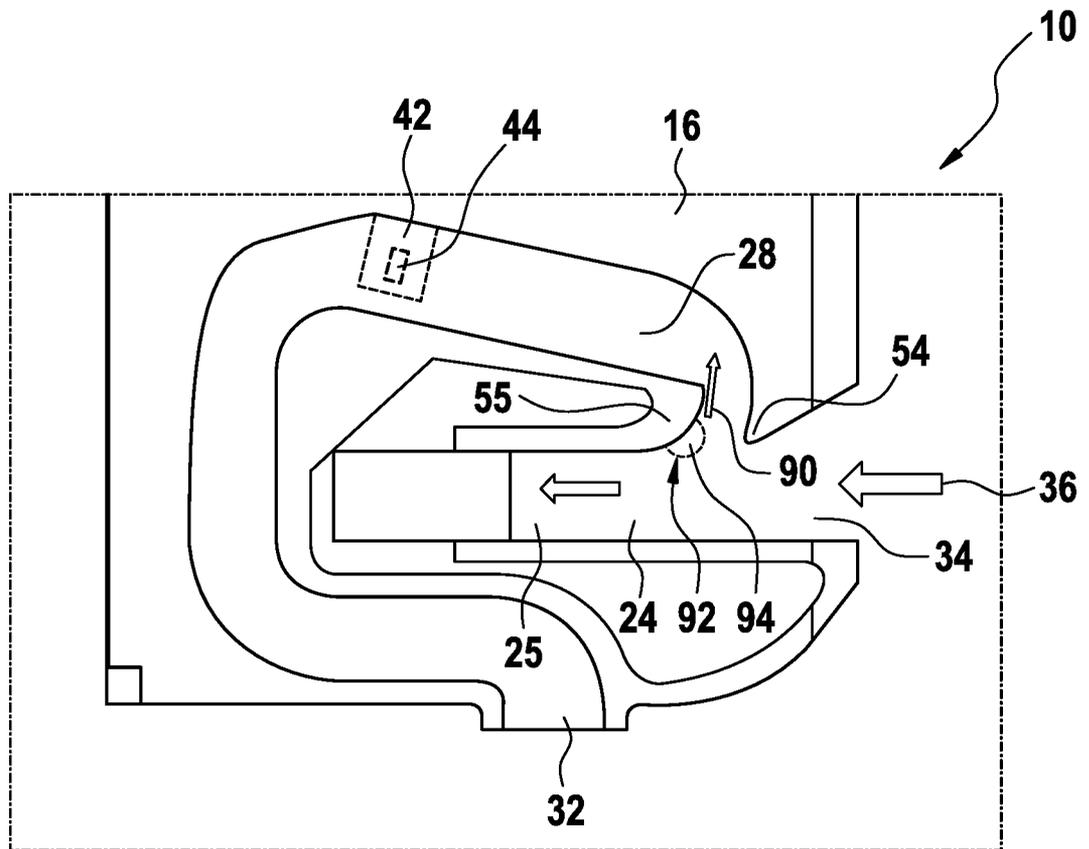


FIG. 6

5 / 5

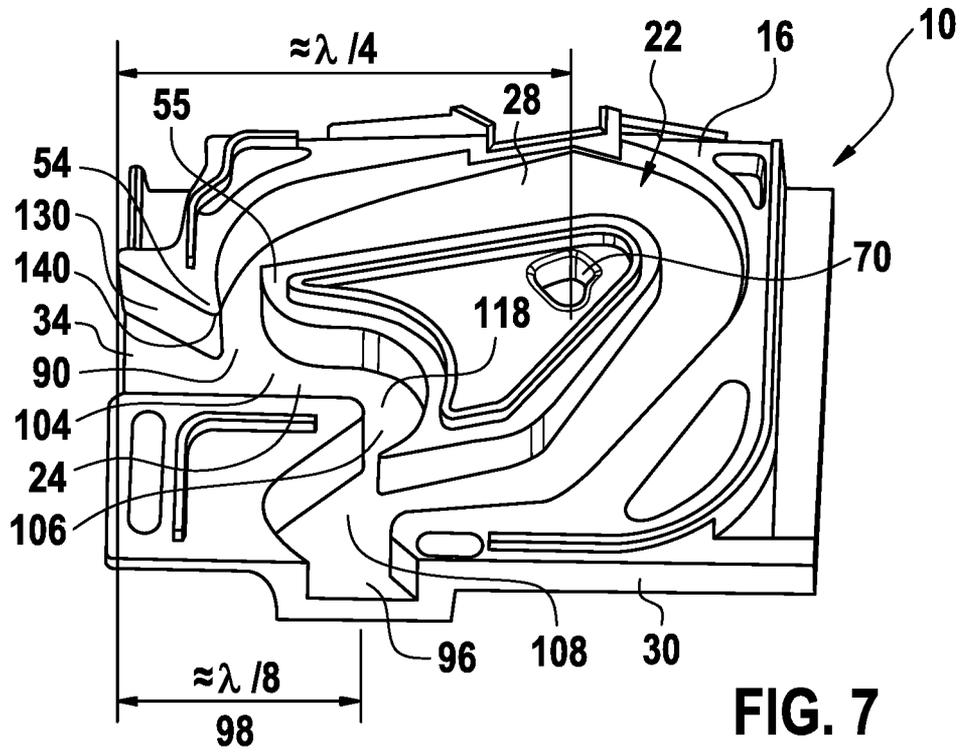


FIG. 7

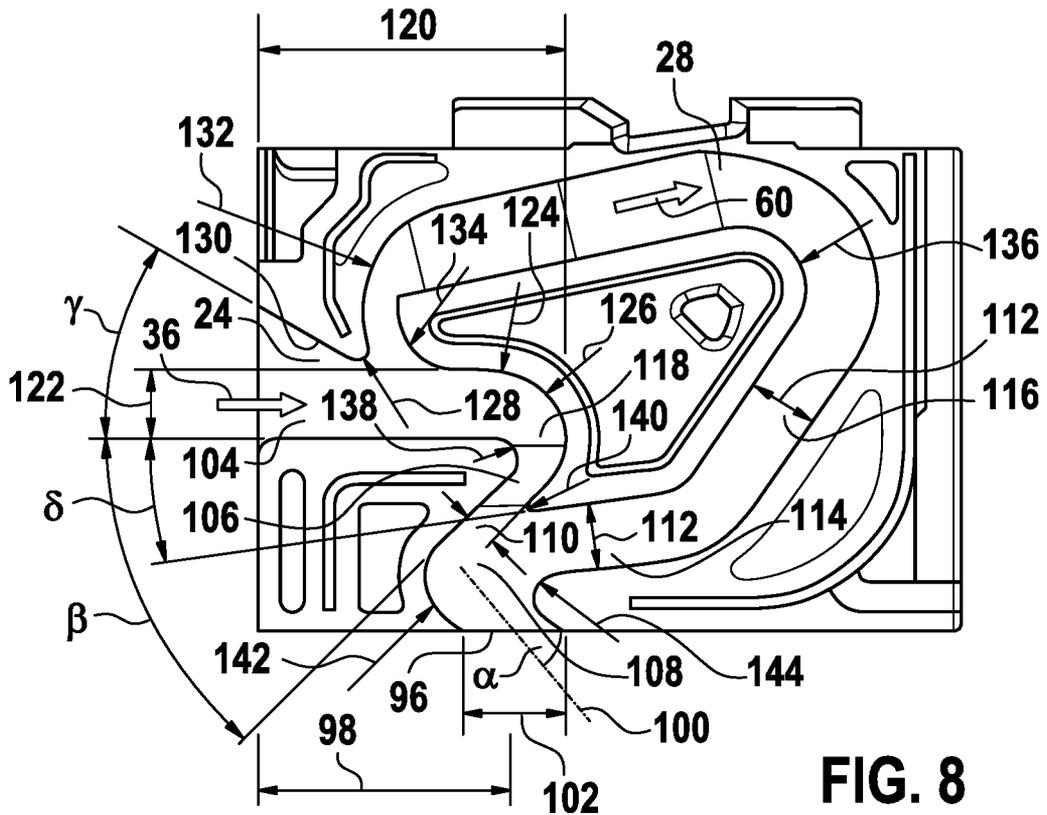


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01F5/00
ADD. G01F1/684 G01F15/00

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 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 10 2008 001982 A1 (DENSO CORP [JP]) 18 December 2008 (2008-12-18) figure 3	1-5
X	DE 101 35 142 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 October 2002 (2002-10-31) figure 2	1-10
X	DE 10 2010 043572 A1 (DENSO CORP [JP]) 1 June 2011 (2011-06-01) figure 6	1-5
X	EP 1 091 195 A1 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 11 April 2001 (2001-04-11) figure 1	1-5
	----- -/--	

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 18 September 2015	Date of mailing of the international search report 28/09/2015
--	--

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 Nierhaus, Thomas
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066738

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2010 028388 A1 (DENSO CORP [JP]) 4 November 2010 (2010-11-04) figure 9 -----	1-5
X	DE 10 2008 049843 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 1 July 2010 (2010-07-01) figure 2 -----	1-5
X	JP 2004 012274 A (DENSO CORP) 15 January 2004 (2004-01-15) figure 3 -----	1-5
X	US 2005/097947 A1 (YONEZAWA FUMIYOSHI [JP]) 12 May 2005 (2005-05-12) figure 6 -----	1-5
A	WO 2008/128886 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; GMELIN CHRISTOPH [DE]; JOSCHKO RICHARD [DE]) 30 October 2008 (2008-10-30) figures 1, 2 page 7, line 15 - line 19 -----	3,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/066738

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008001982 A1	18-12-2008	DE 102008001982 A1	18-12-2008
		JP 4412357 B2	10-02-2010
		JP 2008309614 A	25-12-2008
		US 2008307867 A1	18-12-2008
		US 2010095753 A1	22-04-2010

DE 10135142 A1	31-10-2002	NONE	

DE 102010043572 A1	01-06-2011	DE 102010043572 A1	01-06-2011
		JP 5273024 B2	28-08-2013
		JP 2011112569 A	09-06-2011

EP 1091195 A1	11-04-2001	EP 1091195 A1	11-04-2001
		KR 20010039993 A	15-05-2001
		US 6526822 B1	04-03-2003

DE 102010028388 A1	04-11-2010	DE 102010028388 A1	04-11-2010
		JP 5168223 B2	21-03-2013
		JP 2010261771 A	18-11-2010

DE 102008049843 A1	01-07-2010	NONE	

JP 2004012274 A	15-01-2004	JP 4754761 B2	24-08-2011
		JP 2004012274 A	15-01-2004

US 2005097947 A1	12-05-2005	DE 102004023916 A1	16-06-2005
		JP 2005140753 A	02-06-2005
		US 2005097947 A1	12-05-2005

WO 2008128886 A1	30-10-2008	DE 102007019282 A1	06-11-2008
		EP 2142890 A1	13-01-2010
		JP 5167343 B2	21-03-2013
		JP 2010525347 A	22-07-2010
		US 2010294029 A1	25-11-2010
		WO 2008128886 A1	30-10-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01F5/00

ADD. G01F1/684 G01F15/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

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, 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 10 2008 001982 A1 (DENSO CORP [JP]) 18. Dezember 2008 (2008-12-18) Abbildung 3 -----	1-5
X	DE 101 35 142 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) Abbildung 2 -----	1-10
X	DE 10 2010 043572 A1 (DENSO CORP [JP]) 1. Juni 2011 (2011-06-01) Abbildung 6 -----	1-5
X	EP 1 091 195 A1 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 11. April 2001 (2001-04-11) Abbildung 1 -----	1-5
	-/-	



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. September 2015

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/09/2015

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

Nierhaus, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 028388 A1 (DENSO CORP [JP]) 4. November 2010 (2010-11-04) Abbildung 9 -----	1-5
X	DE 10 2008 049843 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 1. Juli 2010 (2010-07-01) Abbildung 2 -----	1-5
X	JP 2004 012274 A (DENSO CORP) 15. Januar 2004 (2004-01-15) Abbildung 3 -----	1-5
X	US 2005/097947 A1 (YONEZAWA FUMIYOSHI [JP]) 12. Mai 2005 (2005-05-12) Abbildung 6 -----	1-5
A	WO 2008/128886 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; GMELIN CHRISTOPH [DE]; JOSCHKO RICHARD [DE]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Abbildungen 1, 2 Seite 7, Zeile 15 - Zeile 19 -----	3,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/066738

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008001982 A1	18-12-2008	DE 102008001982 A1	18-12-2008
		JP 4412357 B2	10-02-2010
		JP 2008309614 A	25-12-2008
		US 2008307867 A1	18-12-2008
		US 2010095753 A1	22-04-2010

DE 10135142 A1	31-10-2002	KEINE	

DE 102010043572 A1	01-06-2011	DE 102010043572 A1	01-06-2011
		JP 5273024 B2	28-08-2013
		JP 2011112569 A	09-06-2011

EP 1091195 A1	11-04-2001	EP 1091195 A1	11-04-2001
		KR 20010039993 A	15-05-2001
		US 6526822 B1	04-03-2003

DE 102010028388 A1	04-11-2010	DE 102010028388 A1	04-11-2010
		JP 5168223 B2	21-03-2013
		JP 2010261771 A	18-11-2010

DE 102008049843 A1	01-07-2010	KEINE	

JP 2004012274 A	15-01-2004	JP 4754761 B2	24-08-2011
		JP 2004012274 A	15-01-2004

US 2005097947 A1	12-05-2005	DE 102004023916 A1	16-06-2005
		JP 2005140753 A	02-06-2005
		US 2005097947 A1	12-05-2005

WO 2008128886 A1	30-10-2008	DE 102007019282 A1	06-11-2008
		EP 2142890 A1	13-01-2010
		JP 5167343 B2	21-03-2013
		JP 2010525347 A	22-07-2010
		US 2010294029 A1	25-11-2010
		WO 2008128886 A1	30-10-2008
