

(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
14. März 2019 (14.03.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/048413 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 1/22 (2006.01) G01N 15/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/073698

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. September 2018 (04.09.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 215 790.9
07. September 2017 (07.09.2017) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

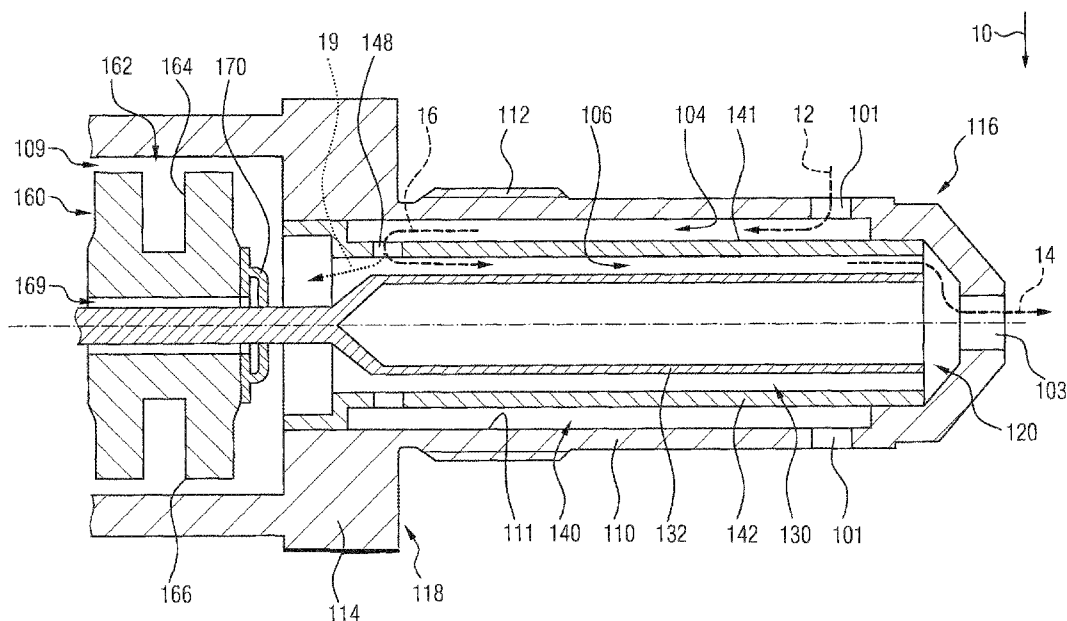
(72) **Erfinder: WALDE, Tim**; Hunsrückstraße 18, 93057 Regensburg (DE). **SCHWARZKOPF, Kay**; Kaminskistr. 22, 93128 Regensburg (DE). **KIEFL, Christian**; Kirchrother Str. 3a, 94377 Münster (DE). **JOVOVIC, Dejan**; Silberweiherweg 2, 93055 Regensburg (DE).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(54) **Title:** PARTICLE SENSOR WITH PROTECTION ELEMENT AGAINST SOILING

(54) **Bezeichnung:** PARTIKELSENSOR MIT SCHUTZELEMENT GEGEN VERSCHMUTZUNG

FIG 2



(57) **Abstract:** The invention relates to a particle sensor (100) for detecting a particle quantity in a gas flow in an internal combustion engine. The particles sensor (100) has a housing (110) in which a measuring region (120) is arranged, a substantially cylindrical sensor electrode (130) which is at least partly arranged in the measuring region (120) and is coaxial to the longitudinal axis (102), and a non-electrically conductive protective element (160) which is attached to the sensor electrode (130), extends completely about the sensor electrode (130) with respect to the longitudinal axis (102), and is designed to at least partly prevent the gas flow at the second housing region (118) from flowing out of the measuring region (120). The electrically non-conductive protective element (160) comprises at least one recess (162) which extends about the longitudinal axis (102) and defines at least one protective element (160) surface (164)



WO 2019/048413 A1

(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)

facing away from the measuring region (120).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Partikelsensor (100) zum Erfassen einer Partikelmenge in einem Gasstrom in einer Brennkraftmaschine. Der Partikelsensor (100) weist ein Gehäuse (110), in dem ein Messbereich (120) angeordnet ist, eine zumindest teilweise im Messbereich (120) angeordnete und im Wesentlichen zylindrische Sensorelektrode (130), die koaxial zur Längsachse (102) angeordnet ist, und ein an der Sensorelektrode (130) angebrachtes, elektrisch nicht leitendes Schutzelement (160) auf, das sich bezüglich der Längsachse (102) vollständig um die Sensorelektrode (130) herum erstreckt und dazu ausgebildet ist, zumindest teilweise zu verhindern, dass der Gasstrom am zweiten Gehäusebereich (118) aus dem Messbereich (120) herausströmt. Das elektrisch nicht leitende Schutzelement (160) umfasst zumindest eine sich um die Längsachse (102) erstreckende Ausnehmung (162), die zumindest eine dem Messbereich (120) abgewandte Schutzfläche (164) des Schutzelements (160) definiert.

Beschreibung

Partikelsensor mit Schutzelement gegen Verschmutzung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Partikelsensor zum Erfassen einer Partikelmenge in einem Gasstrom in einer Brennkraftmaschine, insbesondere einen Partikelsensor mit einem Schutzelement gegen interne Verschmutzung.
- 10 Die Verringerung von Abgasemissionen bei Kraftfahrzeugen ist ein wichtiges Ziel bei der Entwicklung neuer Kraftfahrzeuge. Daher werden Verbrennungsprozesse in Brennkraftmaschinen thermodynamisch optimiert, so dass der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine deutlich verbessert wird. Im Kraftfahrzeugbereich
- 15 werden zunehmend Dieselmotoren eingesetzt, die, bei moderner Bauart, einen sehr hohen Wirkungsgrad aufweisen. Der Nachteil dieser Verbrennungstechnik gegenüber optimierten Otto-Motoren ist jedoch der Ausstoß von Ruß bzw. Partikel. Der Ruß bzw. die Partikel ist besonders wegen der polyzyklischen Aromate stark
- 20 krebserregend, worauf in verschiedenen Vorschriften bereits reagiert wurde. So wurden beispielsweise Abgas-Emissionsnormen mit Höchstgrenzen für die Rußemissionen erlassen. Um die Abgas-Emissionsnormen flächendeckend für Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren erfüllen zu können, besteht die Notwendigkeit,
- 25 preisgünstige Sensoren herzustellen, die den Rußgehalt im Abgasstrom des Kraftfahrzeugs zuverlässig messen.

Der Einsatz derartiger Rußsensoren dient der Messung der aktuell ausgestoßenen Ruß- bzw. Partikelmenge, damit dem Motormanagement

30 in einem Kraftfahrzeug in einer aktuellen Fahrsituation Informationen zukommen, um mit regelungstechnischen Anpassungen die Emissionswerte zu reduzieren. Darüber hinaus kann mit Hilfe der Rußsensoren eine aktive Abgasreinigung durch Abgas-Rußfilter eingeleitet werden oder eine Abgasrückführung zur Brennkraftmaschine erfolgen. Im Fall der Rußfilterung werden regene-

35 rierbare Filter, wie beispielsweise Partikelfilter, verwendet, die einen wesentlichen Teil des Rußgehaltes aus dem Abgas

herausfiltern und einfangen. Benötigt werden Rußsensoren für die Detektion von Ruß, um die Funktion der Rußfilter zu überwachen bzw. um deren Regenerationszyklen zu steuern. Dazu kann dem Rußfilter, der auch als Dieselpartikelfilter bezeichnet wird, ein Rußsensor vor und oder- nachgeschaltet sein.

Der dem Partikelfilter vorgeschaltete Ruß- bzw. Partikelsensor dient zur Erhöhung der Systemsicherheit und zur Sicherstellung eines Betriebs des Partikelfilters unter optimalen Bedingungen. Da dies im hohen Maße von der im Partikelfilter eingelagerten Partikelmenge abhängt, ist eine genaue Messung der Partikelkonzentration vor dem Partikelfiltersystem, insbesondere die Ermittlung einer hohen Partikelkonzentration vor dem Partikelfilter, von hoher Bedeutung.

Ein dem Partikelfilter nachgeschalteter Ruß- bzw. Partikelsensor bietet die Möglichkeit, eine fahrzeugeigene Diagnose vorzunehmen und dient ferner der Sicherstellung des korrekten Betriebs der Abgasnachbehandlungsanlage.

Der Stand der Technik zeigt verschiedene Ansätze zur Detektion von Ruß und Partikeln. Ein in Laboratorien weithin verfolgter Ansatz besteht in der Verwendung der Lichtsteuerung durch die Rußpartikel. Diese Vorgehensweise eignet sich für aufwendige Messgeräte. Wenn versucht wird, dies auch als mobiles Sensorsystem im Abgasstrang einzusetzen, muss festgestellt werden, dass Ansätze zur Realisierung eines optischen Sensors in einem Kraftfahrzeug mit sehr hohen Kosten verbunden sind. Weiterhin bestehen ungelöste Probleme bezüglich der Verschmutzung der benötigten optischen Fenster durch Verbrennungsabgase.

Aus der US 8 713 991 B2 ist ein Partikelsensor zum Erfassen der Partikelmenge in einem Abgasstrom einer Brennkraftmaschine bekannt.

Aus der DE 10 2014 219 555 A1 und der DE 10 2014 222 844 A1 sind jeweils Rußsensoren bekannt.

Aus der US 2008/0282769 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Abschirmen eines Rußsensors bekannt.

5 Aus der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 2016 213 637.2 ist ein Partikelsensor mit Schutzelement bekannt, das eine strukturelle Abschirmung gegenüber einem Gasstrom darstellt.

10 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Partikelsensor vorzusehen, bei dem eine Verschmutzung des Partikelsensors durch im Gasstrom der Brennkraftmaschine mitgetragene Partikel reduziert werden kann.

15 Diese Aufgabe wird mit einem Partikelsensor gemäß unabhängigem Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt im Wesentlichen der Gedanke zugrunde, in einem Partikelsensor ein elektrisch nicht leitendes Schutzelement mit einer radial umlaufenden Ausnehmung vorzusehen, das zumindest teilweise verhindern kann, dass der durch den Partikelsensor strömende Gasstrom aus einem Messbereich in einen Kontakteaufnahmebereich gelangt, indem beispielsweise die elektrischen Kontakte des Partikelsensors angeordnet ist. Die
25 radial umlaufende Ausnehmung kann eine dem Messbereich abgewandte Schutzfläche definieren, an der es den im Gasstrom befindlichen Partikeln erschwert ist, sich dort abzulagern. Somit kann zumindest teilweise verhindert werden, dass sich auf der Oberfläche des Schutzelements ein elektrisch leitender und
30 durchgängiger Film aus Partikeln ablagert, der die Sensorelektrode mit z. B. dem Gehäuse kurzschließt. Ferner soll ein niederohmiger Widerstand, beispielsweise ein elektrischer Widerstand kleiner als ungefähr 500 GΩ, zwischen den beiden Elektroden, d. h. zwischen der Hochvoltelektrode (Sensorel-

ektrode) und der Niedrigvoltelektrode (Strömungsleitelement),
vermieden werden. Alternativ kann die Sensorelektrode die
Niedrigvoltelektrode sein und das Strömungsleitelement kann die
Hochvoltelektrode sein. Das Schutzelement zusammen mit der
5 Ausnehmung dient somit als Abschirmung gegen die mit dem Gasstrom
in den Gassensor eingebrachten Partikel, insbesondere Ruß.

Ein erfindungsgemäßer Partikelsensor zum Erfassen einer Par-
tikelmenge in einem Gasstrom in einer Brennkraftmaschine weist
10 ein Gehäuse auf, in dem ein Messbereich angeordnet ist, der sich
zwischen einem ersten Gehäusebereich, der dazu ausgebildet ist,
in einem eingebauten Zustand des Partikelsensors zumindest
teilweise in den Gasstrom der Brennkraftmaschine hervorstehen,
und einem zweiten Gehäusebereich im Wesentlichen entlang einer
15 Längsachse erstreckt. Der erfindungsgemäße Partikelsensor weist
ferner eine zumindest teilweise im Messbereich angeordnete und
im Wesentlichen zylindrische Sensorelektrode, die koaxial zur
Längsachse angeordnet ist und sich über den zweiten Gehäuse-
bereich aus dem Messbereich heraus erstreckt, und ein an der
20 Sensorelektrode angebrachtes, elektrisch nicht leitendes
Schutzelement auf, das sich bezüglich der Längsachse vollständig
um die Sensorelektrode herum erstreckt und dazu ausgebildet ist,
zumindest teilweise zu verhindern, dass der Gasstrom am zweiten
Gehäusebereich aus dem Messbereich herausströmt. Das elektrisch
25 nicht leitende Schutzelement umfasst zumindest eine sich um die
Längsachse erstreckende Ausnehmung, die zumindest eine dem
Messbereich abgewandte Schutzfläche des Schutzelements defi-
niert.

30 Insbesondere ist der Partikelsensor ein elektrostatischer
Rußsensor zum Erfassen der Rußmenge im Abgas einer Brenn-
kraftmaschine, wobei das Schutzelement zumindest teilweise
verhindern kann, dass der im Gasstrom enthaltene Ruß in den
Kontakteaufnahmebereich des Sensors gelangt, in dem elektrische

Kontakte des Rußsensors im Gehäuse untergebracht sind. Das allgemeine Funktionsprinzip eines elektrostatischen Partikelsensors ist z. B. aus der US 8 713 991 B2 bekannt.

- 5 Wie bereits erwähnt, definiert die Ausnehmung eine dem Messbereich abgewandte Schutzfläche, an der sich die im Gasstrom befindlichen (Ruß)Partikel nur sehr erschwert ablagern können. Insbesondere kann es am Schutzelement im Bereich der Ausnehmung zu einer Strömungsablösung des entlang des Schutzelements
- 10 strömenden Gasstroms kommen, der eine Kontaminierung der dem Messbereich abgewandten Schutzfläche verhindert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Partikelsensors ist die Ausnehmung in einer bezüglich der

15 Längsachse radial außen liegenden Fläche des Schutzelements gebildet ist. Anders gesagt ist die Ausnehmung eine bezüglich der Längsachse radial umlaufende Ausnehmung, die sich bezüglich der Längsachse im Wesentlichen radial von außen nach innen erstreckt. Vorzugsweise erstreckt sich die Ausnehmung um zumindest 10 %, vorzugsweise um zumindest 20 %, noch bevorzugter um zumindest

20 30 % der radialen Ausdehnung des Schutzelements in das Schutzelement hinein.

In einer alternativen vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Partikelsensors ist die Ausnehmung in einer bezüglich der Längsachse sich radial erstreckenden, axialen

25 Seitenfläche des Schutzelements gebildet ist. Vorzugsweise ist die Ausnehmung in der dem Messbereich abgewandten axialen Seitenfläche des Schutzelements vorgesehen.

30

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Partikelsensors weist das Schutzelement ferner eine Strömungsablösungskante auf, an der sich die Schutzfläche anschließt. Insbesondere ist die Strömungsablösungskante dazu

ausgebildet, eine Ablösung des entlang des Schutzelements strömenden Gasstroms derart zu erzwingen, dass der Gasstrom zumindest teilweise nicht über die Schutzfläche strömt. Dadurch kann wiederum verhindert werden, dass sich an der Schutzfläche
5 elektrisch leitende Partikel aus dem Gasstrom ablagern.

Vorzugsweise umfasst die Ausnehmung eine im Wesentlichen rechteckige Querschnittsform.

10 In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Partikelsensors ist das Schutzelement mittels eines Verbindungselements an der Sensorelektrode derart angebracht, dass zwischen dem Schutzelement und der Sensorelektrode ein Spalt verbleibt.

15

Vorteilhaft ist es, wenn sich das Schutzelement bezüglich der Längsachse radial in Richtung des Gehäuses derart erstreckt, dass ein Spalt zwischen einem radial äußeren Ende des Schutzelements und der Innenwand des Gehäuses verbleibt, der kleiner ist als
20 ungefähr 1,5 mm.

Das Schutzelement ist bevorzugt aus einem keramischen Werkstoff oder einem hochtemperaturfesten Kunststoff gebildet.

25 Weitere Merkmale und Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden dem Fachmann durch Ausüben der vorliegenden Lehre und Betrachten der beiliegenden Zeichnungen ersichtlich, in denen:

Fig. 1 eine Schnittansicht entlang einer Längsachse durch
30 einen beispielhaften Partikelsensor zeigt,

Fig. 2 eine Schnittansicht entlang einer Längsachse durch einen erfindungsgemäßen Partikelsensor zeigt, und

Fig. 3 eine Schnittansicht entlang einer Längsachse eines weiteren erfindungsgemäßen Partikelsensors zeigt.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind gegebenenfalls nicht in allen dargestellten Figuren sämtliche Elemente mit Bezugszeichen gekennzeichnet.

10 Die Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen beispielhaften Partikelsensor 100, der ein im Wesentlichen zylindrisches Gehäuse 110 aufweist, das sich im Wesentlichen entlang einer Längsachse 102 erstreckt. In weiteren Ausgestaltungen kann das Gehäuse 110 konisch oder gestuft ausgebildet sein. Das Gehäuse
15 110 weist einen Gewindeabschnitt 112 auf, mittels dem der Partikelsensor 100 beispielsweise in einen Abgaskanal einer Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) eingeschraubt werden kann. Das Gehäuse 110 weist ferner einen Bereich 114 auf, beispielsweise in der Form eines Außensechskants, an dem ein
20 entsprechendes Werkzeug angesetzt werden kann, damit der Partikelsensor 100 in den Abgaskanal der Brennkraftmaschine wie gewünscht eingeschraubt werden kann.

Innerhalb des Gehäuses 110 ist ein Messbereich 120 vorgesehen,
25 der sich zwischen einem ersten Gehäusebereich 116, der dazu ausgebildet ist, in einem eingebauten Zustand des Partikelsensors 100 zumindest teilweise in einen Gasstrom (angedeutet mit einem Pfeil 10 in der Fig. 1), der durch den Abgaskanal der Brennkraftmaschine strömt, zumindest teilweise hervorzu-
30 stehen, und einem zweiten Gehäusebereich 118 im Wesentlichen entlang der Längsachse 102 erstreckt. Der erste Gehäusebereich 116 ist am zweiten Gehäusebereich 118 angebracht, beispielsweise mittels Schweißen. Alternativ können der erste Gehäusebereich

116 und der zweite Gehäusebereich 118 integral bzw. einstückig miteinander ausgebildet sein.

Insbesondere beschreibt der erste Gehäusebereich 116 einen
5 vordereren Endbereich des Gehäuses 110 und der zweite Gehäusebereich beschreibt einen vom ersten Gehäusebereich 116 beabstandeten Gehäusebereich des Gehäuses 110. Genauer gesagt wird der Messbereich 120 durch den ersten Gehäusebereich 116 und den
10 zweiten Gehäusebereich 118 in einer Richtung parallel zur Längsachse 102 festgelegt bzw. definiert.

Im zweiten Gehäusebereich 118 ist ferner ein Kontakteaufnahmehereich 122 vorgesehen, in dem zumindest teilweise elektrische Kontakte (nicht gezeigt) des Partikelsensors 100 untergebracht
15 werden können, über die der Partikelsensor 100 mit beispielsweise einer Steuereinheit eines Fahrzeugs verbunden werden kann.

Im Messbereich 120 ist ferner eine im Wesentlichen zylindrische Sensorelektrode 130 angeordnet, die koaxial zur Längsachse 102 ausgerichtet ist und an der im Messbetrieb des elektrostatischen Partikelsensors eine elektrische Spannung anliegt, beispielsweise 1.000 V. In weiteren Ausgestaltungen kann die Sensorelektrode 130 konisch und/oder stufig ausgebildet sein. Die Sensorelektrode 130 umfasst einen innerhalb des Messbereichs
20 120 angeordneten Messabschnitt 132 sowie einen sich entlang der Längsachse 102 in den zweiten Gehäusebereich 118, genauer gesagt in den Kontakteaufnahmehereich 122, erstreckenden Verbindungsabschnitt 134. Der Messabschnitt 132 ist beispielsweise ein hohlzylindrischer Bereich.

30

Der Verbindungsabschnitt 134 ist insbesondere dazu ausgebildet, eine Verbindung des Messabschnitts 132 zu im Kontakteaufnahmehereich 122 angeordneten elektrischen Kontakten (nicht ge-

zeigt) herzustellen, über die der Partikelsensor 100 mit z. B. der Steuereinheit des Fahrzeugs verbunden werden kann.

Ferner weist der Partikelsensor 100 gemäß den in den Zeichnungen
5 dargestellten Ausführungsformen ein im Wesentlichen hohlzylindrisches Strömungsleitelement 140 auf, das im Messbereich 120 bezüglich der Längsachse 102 in radialer Richtung außerhalb der Sensorelektrode 130 und coaxial zu dieser angeordnet ist. Während des Messbetriebs des Partikelsensors 100 ist am Strömungs-
10 leitelement 140 keine oder eine niedrige Spannung (z. B. 0,1 V) angelegt, so dass das Strömungsleitelement 140 gegenüber der Sensorelektrode 130 die Masse darstellt. Alternativ kann am Strömungsleitelement 140 die Hochspannung anliegen, wobei dann an der Sensorelektrode 130 die Niedrigspannung anliegt.

15 In weiteren Ausgestaltungen kann das Strömungsleitelement 140 eine konische und/oder gestufte Form aufweisen. Das Strömungsleitelement 140 weist einen hohlzylindrischen Strömungsleitabschnitt 142 auf, der um den Messabschnitt 132 der
20 Sensorelektrode 130 derart angeordnet, dass ein erster Strömungspfad 100 zwischen einer radialen Innenwand 111 des Gehäuses 110 und einer radialen Außenwand 141 des Strömungsleitabschnitts 142 derart gebildet wird, dass der Gasstrom durch den ersten Strömungspfad 104 vom ersten Gehäusebereich 116 in Richtung des
25 zweiten Gehäusebereichs 118 strömt, und ein zweiter Strömungspfad 106 zwischen der Sensorelektrode 130 und dem Strömungsleitabschnitt 142 derart gebildet wird, dass der Gasstrom durch den zweiten Strömungspfad 106 vom zweiten Gehäusebereich 118 in Richtung des ersten Gehäusebereichs 116 strömt. In der Fig.
30 1 ist die Strömungsrichtung des Gasstroms durch den ersten Strömungspfad 104 mit einem Pfeil 12 angedeutet und die Strömungsrichtung durch den zweiten Strömungspfad 106 mit einem Pfeil 14 angedeutet.

Insbesondere sind der erste Strömungspfad 104 und der zweite Strömungspfad 106 jeweils als im Wesentlichen zylindrische Bereiche vorgesehen, die bezüglich der Längsachse 102 coaxial zueinander vorgesehen sind und von dem Strömungsleitabschnitt 142 begrenzt bzw. voneinander abgetrennt werden. Allgemein wird jedoch die Form des ersten Strömungspfads 104 durch die Form des Gehäuses 110 und durch die Form des Strömungsleitabschnitts 142 definiert und die Form des zweiten Strömungspfads 106 durch die Form des Strömungsleitabschnitts 142 und durch die Form des Messabschnitts 132 der Sensorelektrode 130 definiert.

Damit der Gasstrom 10 durch den Messbereich 120 strömen kann, definiert der erste Gehäusebereich 116 zusammen mit dem Strömungsleitabschnitt 142 eine um die Längsachse 102 umlaufende Einlassöffnung 101. Alternativ können mehrere sich bezüglich der Längsachse 102 axial erstreckende Einlassöffnungen vorgesehen sein. Außerdem weist das Strömungsleitelement 140 am Ende des Strömungsleitabschnitts 142 eine sich entlang der Längsachse 102 erstreckende Auslassöffnung 103 auf, durch die der Gasstrom den Messbereich 120 wieder verlassen kann.

Das Strömungsleitelement 140 weist außerdem einen Verbindungsabschnitt 144 auf, der mit dem Strömungsleitabschnitt 142 über einen Übergangsabschnitt 146 verbunden ist. Das Strömungsleitelement 140 ist bevorzugt über den Verbindungsabschnitt 144 mit dem Gehäuse 110, genauer gesagt mit dem zweiten Gehäusebereich 118, verbunden und an diesem angebracht, beispielsweise mittels Schweißen.

Gemäß der Fig. 1 weist der Partikelsensor 100 ferner ein am zweiten Gehäusebereich 118 angebrachtes Umlenkelement 150 auf, das dazu ausgebildet ist, den Gasstrom durch den ersten Strömungspfad 104 in den zweiten Strömungspfad 106 umzulenken. Das Umlenkelement 150 ist vorzugsweise mit dem zweiten Ge-

häusebereich 118 einstückig ausgebildet und weist einen in der Form eines sich von der radialen Innenwand 111 des Gehäuses 110 bezüglich der Längsachse 102 zumindest teilweise radial nach innen erstreckenden Umlenkabschnitt 152 und einen sich vom Umlenkabschnitt 152 bezüglich der Längsachse 102 in axialer Richtung erstreckenden Leitabschnitt 154 auf. Der Leitabschnitt 154 definiert zumindest einen Teil des zweiten Strömungspfad 106.

Der Fig. 1 ist zu entnehmen, dass der Umlenkabschnitt 152 den Gasstrom um ungefähr 180° umlenkt, was mit einem Pfeil 16 schematisch angedeutet ist. Insbesondere ist der Umlenkabschnitt 152 dazu ausgebildet, den Gasstrom aus dem ersten Strömungspfad 104 in den zweiten Strömungspfad 106 zu leiten. Außerdem ist der Umlenkabschnitt 152 zumindest teilweise dazu ausgebildet, es zu verhindern, dass der Gasstrom samt seinen mitgerissenen Partikeln direkt in den Kontakteaufnahmebereich 122 strömt, der sich außerhalb des Messbereichs 120 befindet. Insbesondere wird der Kontakteaufnahmebereich 122 durch den zweiten Gehäusebereich 118 vom Messbereich 120 abgetrennt. Somit kann das Risiko einer übermäßigen Kontamination durch Partikel, insbesondere Ruß, die durch den Gasstrom in den Partikelsensor 100 eingebracht werden, reduziert werden und der Gassensor kann über eine längere Lebensdauer zuverlässig arbeiten.

Der Übergangsabschnitt 146 des Strömungsleitelements 140 weist, wie in der Fig. 1 gezeigt ist, mehrere Strömungsöffnungen 148 auf, die sich bezüglich der Längsachse 102 im Wesentlichen in axialer Richtung erstrecken und durch die hindurch der durch den ersten Strömungspfad 104 strömende Gasstrom gelangen kann.

Nach dem Umlenken des Gasstroms durch den Umlenkabschnitt 152 wird der Gasstrom zumindest teilweise von dem Leitabschnitt 154 derart geleitet, dass die bezüglich der Längsachse 102 radialen

Strömungskomponenten im Wesentlichen in axiale Strömungskomponenten umgewandelt werden. Insbesondere ist der Leitabschnitt 154 des Umlenkelements 150 derart ausgebildet, dass der gesamte Gasstrom nahezu vollständig im zweiten Strömungspfad 106 verbleibt und nahezu keine Möglichkeit hat, in den zweiten Gehäusebereich 118 bzw. den Kontaktaufnahmebereich 122 zu strömen. Hierzu kann der Leitabschnitt 154 dazu ausgebildet sein, sich derart nahe an die Sensorelektrode 130 zu erstrecken, dass ein Spalt 159 zwischen der Sensorelektrode 130 und dem Leitabschnitt 152 minimiert ist.

Genauer gesagt kann das Umlenkelement 150, noch genauer der leitabschnitt 154, verhindern, dass ein Strömungsrichtungsvektor des durch den ersten Strömungspfad 104 in den zweiten Strömungspfad strömenden Gasstroms direkt in den Kontaktaufnahmebereich 122 zeigt. Vorzugsweise ist der um die Längsachse 102 verlaufender Spalt 159 zwischen dem Leitabschnitt 154 und dem Messabschnitt 132 der Sensorelektrode 130 so gering wie möglich ausgebildet, damit das Eindringen von Partikeln in den Kontaktaufnahmebereich 122 reduziert werden kann.

Unter Verweis auf die Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Partikelsensor 100 gezeigt, bei dem bereits aus der Fig. 1 bekannte Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Der Partikelsensor 100 aus der Fig. 2 unterscheidet sich von dem Partikelsensor 100 der Fig. 1 darin, dass kein Umlenkelement 150 vorgesehen ist und eine Verbindung zwischen dem ersten Strömungspfad 104 und dem zweiten Strömungspfad 106 mittels einer im Strömungsleitelement 140 gebildeten, sich radial erstreckenden Öffnung 142 hergestellt wird. Ferner ist die Ausgestaltung des Strömungsleitelements 140 sowie des ersten Gehäusebereichs 116 anders als in der Fig. 1 gezeigt. Beispielsweise erstrecken sich die Einlassöffnungen 101 durch eine radiale Mantelfläche des

ersten Gehäusebereichs 116 und die Auslassöffnung 103 durch einen axialen Endbereich des ersten Gehäusebereichs 116. Jedoch steht bei der Ausgestaltung der Fig. 2 das Strömungsleitelement 140 nicht im Fokus. Vielmehr zeigt die Fig. 2 einen beispielhaften Partikelsensor 100, der mit einem Schutzelement 160 ausgestattet ist.

Dabei ist es angedacht, dass die Hauptmenge des Gasstroms um 180° gemäß dem Pfeil 16 umgelenkt wird. Jedoch könnte eine gewisse Menge des Gasstroms entlang des Pfeils 19 (gepunkteter Pfeil in der Fig. 2) strömen und würde somit direkt in den Kontakteaufnahmebereich 122 gelangen.

Um dies zu verhindern weist der beispielhafte Partikelsensor 100 der Fig. 2 ein elektrisch nicht leitendes Schutzelement 160 auf, das an der Sensorelektrode 130, genauer gesagt am Verbindungsabschnitt 134 der Sensorelektrode 130, angebracht und dazu ausgebildet ist, zumindest teilweise zu verhindern, dass der Gasstrom am zweiten Gehäusebereich 118 aus dem Messbereich 120 herausströmt und in den Kontakteaufnahmebereich 122 gelangt. Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, weist das elektrisch nicht leitende Schutzelement 160 eine bezüglich der Längsachse 102 in der radial außen liegenden Fläche gebildete Ausnehmung 162 auf, die dazu ausgebildet ist, eine dem Messbereich 120 abgewandte Schutzfläche 164 des Schutzelements 160 zu definieren. An dieser Schutzfläche ist es aufgrund der Fluidmechanik des Gasstroms für die im Gasstrom befindlichen Partikel besonders erschwert, sich dort abzulagern. Folglich kann die Ausnehmung 162 zusammen mit der Schutzfläche 164 verhindern, dass sich an der Oberfläche des Schutzelements 160 ein durchgängig elektrisch leitender Film aus (Ruß)Partikel ablagert, der die Sensorelektrode 130 mit dem Gehäuse 110 und/oder den im Kontakteaufnahmebereich 122 elektrischen Bauelementen kurzschließt. Außerdem kann ein niederohmiger Widerstand, beispielsweise ein elektrischer

Widerstand kleiner als ungefähr 500 G Ω , zwischen der Sensorelektrode 130 und dem Gehäuse 110 vermieden werden.

5 Ferner erstreckt sich das Schutzelement 160 bezüglich der Längsachse 102 in radialer Richtung derart nach außen, dass zwischen der Innenwand des Gehäuses 110 und dem radial außen liegenden Ende des Schutzelements 160 ein ringförmiger Spalt 109 verbleibt, der kleiner ist als ungefähr 1,5 mm. Außerdem kann das Schutzelement 160 somit eine Abschirmung für den entlang des Pfeils 19 strömenden Gasstrom bilden und folglich die im Gasstrom
10 enthaltenen Partikel davon abhalten, direkt in den Kontakteaufnahmebereich 122 zu strömen und diesen zu verschmutzen.

Die Ausnehmung 162 weist, wie in der Fig. 2 gezeigt, eine im Wesentlichen rechteckige Querschnittsform auf. Alternativ kann
15 die Ausnehmung 162 jede andere Querschnittsform aufweisen, die dazu geeignet ist, die dem Messbereich 120 abgewandte Schutzfläche 164 zu definieren.

20 Wie in der Fig. 2 dargestellt, ist das Schutzelement 160 über ein Verbindungselement 170, beispielsweise eine Lötkeppel, an der Sensorelektrode 130 derart angebracht, dass zwischen dem Schutzelement 160 und der Sensorelektrode 130 ein Spalt 169 verbleibt. Das Verbindungselement 170 ist sowohl an der Sensorelektrode 130 als auch am Schutzelement 170 angelötet. Durch
25 das Verbindungselement 170 und dem Spalt 169 können axiale Verschiebungen, die sich aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungen der Sensorelektrode 130 und dem Schutzelement 170 ergeben, ausgeglichen werden, so dass es zu keinerlei mechanischen Verspannungen innerhalb des Partikelsensors 100 kommen
30 kann. Der Spalt 169 hat eine radiale Ausdehnung von ungefähr 0,5 mm.

Ferner weist das Schutzelement 160 eine Strömungsabrisskante 166 auf, an der sich die Schutzfläche 164 anschließt und die dazu ausgebildet ist, einen Strömungsabriss des entlang des Schutzelements 160 strömenden Gasstroms zu erzwingen, damit der Gasstrom zumindest teilweise nicht entlang der Schutzfläche 164 strömt. Folglich können sich die im Gasstrom befindlichen (Ruß)Partikel kaum an der Schutzfläche zum Ausbilden eines durchgängigen elektrisch leitenden Films ausbilden.

10 Vorzugsweise ist das Schutzelement 160 aus einem keramischen Werkstoff gebildet. Alternativ kann das Schutzelement 160 auch aus einem hochtemperaturfesten Kunststoff gebildet sein.

Die Fig. 3 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Partikelsensor 15 100, der sowohl das aus der Fig. 1 bekannte Umlenkelement 150 als auch das aus der Fig. 2 bekannte Schutzelement 160 aufweist. Durch die Zusammenwirkung des Umlenkelements 150 und des Schutzelements 160 kann das Risiko weiter reduziert werden, dass Partikel aus dem Gasstrom beim Übergang aus dem ersten Strömungspfad 104 in den zweiten Strömungspfad 106 aus dem Messbereich 120 in den Kontaktaufnahmebereich 122 gelangen können und somit eine Verschmutzung der elektrischen Kontakte des Partikelsensors 100 herbeiführen können.

25 Zur weiteren Verstärkung der Abschirmwirkung weist der Partikelsensor 100 der Fig. 3 ferner einen im Kontaktaufnahmebereich 122 angeordneten Hauptisolator (nicht gezeigt) auf, der an der Sensorelektrode 130 und am zweiten Gehäusebereich 118 des Gehäuses 110 angebracht ist. Der Hauptisolator ist dazu ausgebildet, die Messspannung vom zugehörigen Gegenpotential zu 30 isolieren.

Mit dem Umlenkelement 150 und/oder dem Schutzelement 160 kann zumindest teilweise verhindert werden, dass Partikel, insbe-

sondere elektrisch leitfähige Rußpartikel aus einem Abgas einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs, in den Kontakteaufnahmereich 122 zwischen dem Hauptisolator und dem Messbereich 120 eintreten und sich am Hauptisolator ablagern. Am Hauptisolator
5 ablagernde Rußpartikel könnten eine elektrische Verbindung zwischen dem Gehäuse 110 und der bestromten Sensorelektrode 130 herstellen und folglich einen ungewollten Kurzschluss verursachen.

Patentansprüche

1. Partikelsensor (100) zum Erfassen einer Partikelmenge in einem Gasstrom in einer Brennkraftmaschine, wobei
5 der Partikelsensor (100) aufweist:

- ein Gehäuse (110), in dem ein Messbereich (120) angeordnet ist, der sich zwischen einem ersten Gehäusebereich (116), der dazu ausgebildet ist, in einem eingebauten Zustand des Partikelsensors (100) zumindest teilweise in den Gasstrom der
10 Brennkraftmaschine hervorzustehen, und einem zweiten Gehäusebereich (118) im Wesentlichen entlang einer Längsachse (102) erstreckt,

- eine zumindest teilweise im Messbereich (120) angeordnete und im Wesentlichen zylindrische Sensorelektrode
15 (130), die koaxial zur Längsachse (102) angeordnet ist und sich über den zweiten Gehäusebereich (118) aus dem Messbereich (120) heraus erstreckt, und

- ein an der Sensorelektrode (130) angebrachtes, elektrisch nicht leitendes Schutzelement (160), das sich bezüglich der Längsachse (102) vollständig um die Sensorelektrode
20 (130) herum erstreckt und dazu ausgebildet ist, zumindest teilweise zu verhindern, dass der Gasstrom am zweiten Gehäusebereich (118) aus dem Messbereich (120) herausströmt, wobei das elektrisch nicht leitende Schutzelement (160) zumindest eine
25 sich um die Längsachse (102) erstreckende Ausnehmung (162) aufweist, die zumindest eine dem Messbereich (120) abgewandte Schutzfläche (164) des Schutzelements (160) definiert.

2. Partikelsensor (100) nach Anspruch 1, wobei die
30 Ausnehmung (162) in einer bezüglich der Längsachse (102) radial außen liegenden Fläche des Schutzelements (160) gebildet ist.

3. Partikelsensor (100) nach Anspruch 2, wobei sich die Ausnehmung (162) um zumindest 10%, vorzugsweise 20 %, noch

bevorzugter zumindest 30 % der radialen Ausdehnung des Schutzelements (160) in das Schutzelement (160) erstreckt.

4. Partikelsensor (100) nach Anspruch 1, wobei die
5 Ausnehmung (162) in einer bezüglich der Längsachse (102) sich radial erstreckenden, axialen Seitenfläche des Schutzelements (160) gebildet ist.

5. Partikelsensor (100) nach einem der vorherge-
10 hende Ansprüche, wobei das Schutzelement (160) ferner eine Strömungsablösungskante (166) aufweist, an der sich die Schutzfläche (164) anschließt.

6. Partikelsensor (100) nach einem der vorherge-
15 henden Ansprüche, wobei die Ausnehmung (162) eine im Wesentlichen rechteckige, V-förmige oder U-förmige Querschnittsform aufweist.

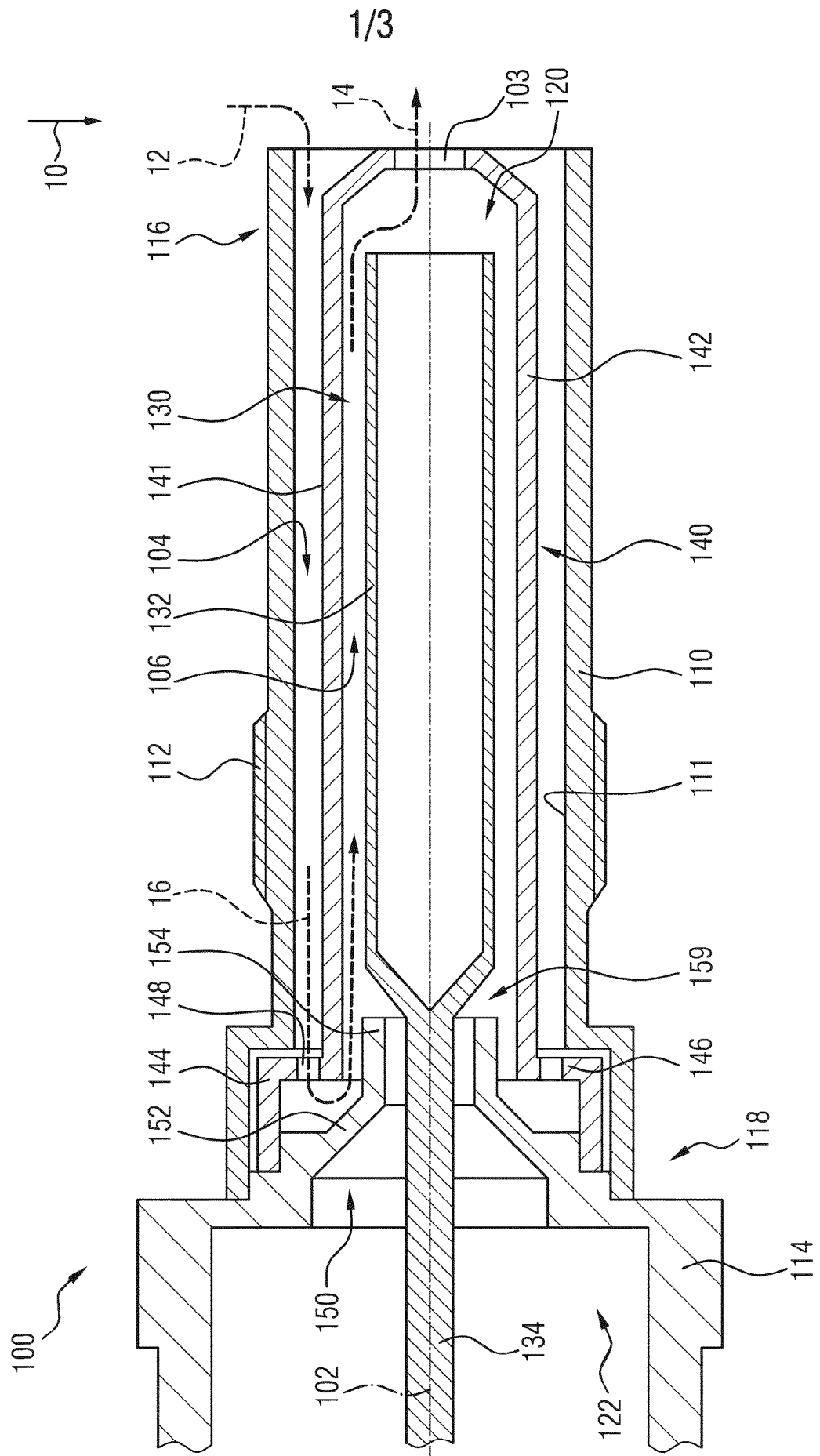
7. Partikelsensor (100) nach einem der vorherge-
20 henden Ansprüche, wobei das Schutzelement (160) mittels eines Verbindungselements (170) an der Sensorelektrode (130) derart angebracht ist, dass zwischen dem Schutzelement (160) und der Sensorelektrode (130) ein Spalt (169) verbleibt.

25 8. Partikelsensor (100) nach einem der vorherge- henden Ansprüche, wobei sich das Schutzelement (160) bezüglich der Längsachse (102) radial in Richtung des Gehäuses derart erstreckt, dass ein Spalt (109) zwischen einem radial äußeren Ende des Schutzelements (160) und der Innenwand des Gehäuses
30 (110) verbleibt, der kleiner ist als ungefähr 1,5 mm.

9. Partikelsensor (100) nach einem der vorherge- henden Ansprüche, wobei das Schutzelement (160) aus einem

keramischen Werkstoff oder einem hochtemperaturfesten Kunststoff gebildet ist.

FIG 1



2/3

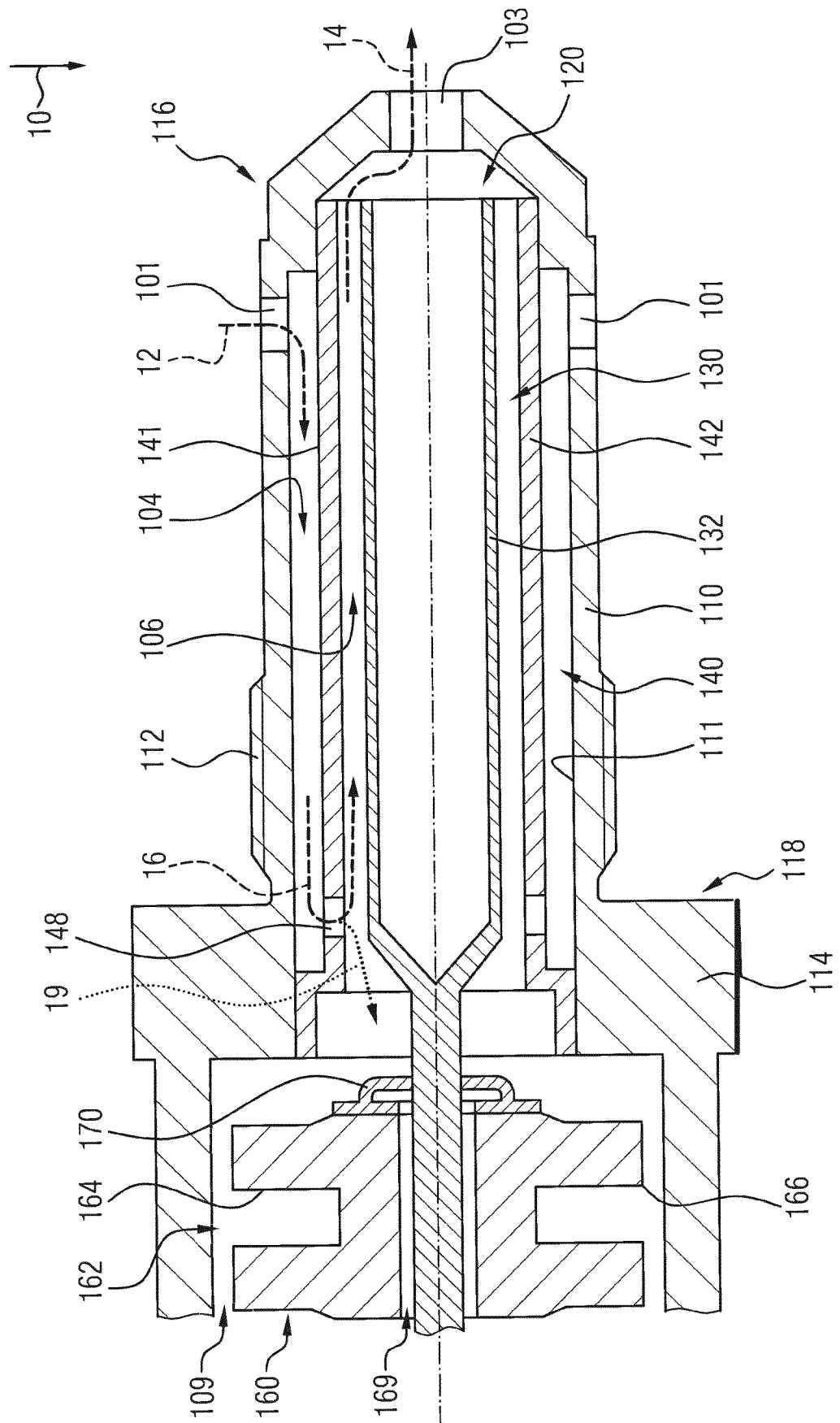
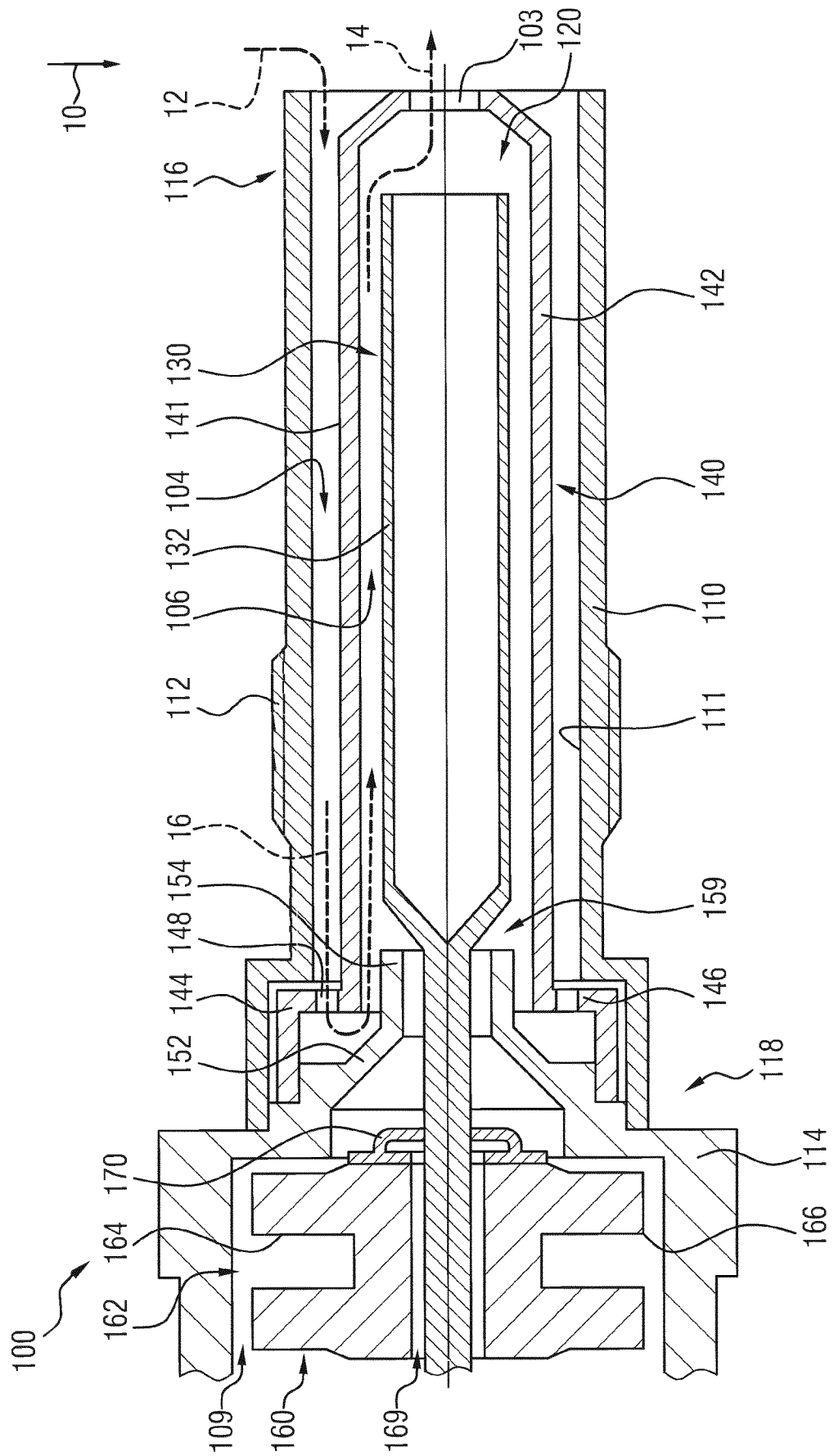


FIG 2

FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/073698**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 1/22**(2006.01)i; **G01N 15/06**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N; F01N

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 102016201343 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 03 August 2017 (2017-08-03) figures 1-3 paragraph [0025] - paragraph [0028] paragraph [0031] figure 5	1-9
A	US 2012312074 A1 (ALLMENDINGER KLAUS [US] ET AL.) 13 December 2012 (2012-12-13) paragraph [0083] figures 2B, 2C abstract	1-8

☐ 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

26 November 2018

Date of mailing of the international search report

04 December 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Schrauwen, Annelore

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/073698

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016201343	A1	03 August 2017	DE	102016201343	A1	03 August 2017
				EP	3408645	A1	05 December 2018
				WO	2017129684	A1	03 August 2017
US	2012312074	A1	13 December 2012	CN	103688161	A	26 March 2014
				EP	2715328	A1	09 April 2014
				JP	5902808	B2	13 April 2016
				JP	6236109	B2	22 November 2017
				JP	2014515488	A	30 June 2014
				JP	2016148671	A	18 August 2016
				US	2012312074	A1	13 December 2012
				WO	2012161754	A1	29 November 2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01N1/22 G01N15/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01N F01N

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 2016 201343 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 3. August 2017 (2017-08-03) Abbildungen 1-3 Absatz [0025] - Absatz [0028] Absatz [0031] Abbildung 5	1-9
A	US 2012/312074 A1 (ALLMENDINGER KLAUS [US] ET AL) 13. Dezember 2012 (2012-12-13) Absatz [0083] Abbildungen 2B, 2C Zusammenfassung	1-8



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

26. November 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/12/2018

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

Schrauwen, Annelore

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/073698

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016201343 A1	03-08-2017	DE 102016201343 A1	03-08-2017
		EP 3408645 A1	05-12-2018
		WO 2017129684 A1	03-08-2017

US 2012312074 A1	13-12-2012	CN 103688161 A	26-03-2014
		EP 2715328 A1	09-04-2014
		JP 5902808 B2	13-04-2016
		JP 6236109 B2	22-11-2017
		JP 2014515488 A	30-06-2014
		JP 2016148671 A	18-08-2016
		US 2012312074 A1	13-12-2012
		WO 2012161754 A1	29-11-2012
