(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2020 005 911 A1** 2021.04.08

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 005 911.2**
(22) Anmeldetag: **28.09.2020**
(43) Offenlegungstag: **08.04.2021**

(51) Int Cl.: ***G01N 27/406*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2019-183076 03.10.2019 JP

(71) Anmelder:
NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-city, Aichi, JP

(74) Vertreter:
Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB, 80639 München, DE

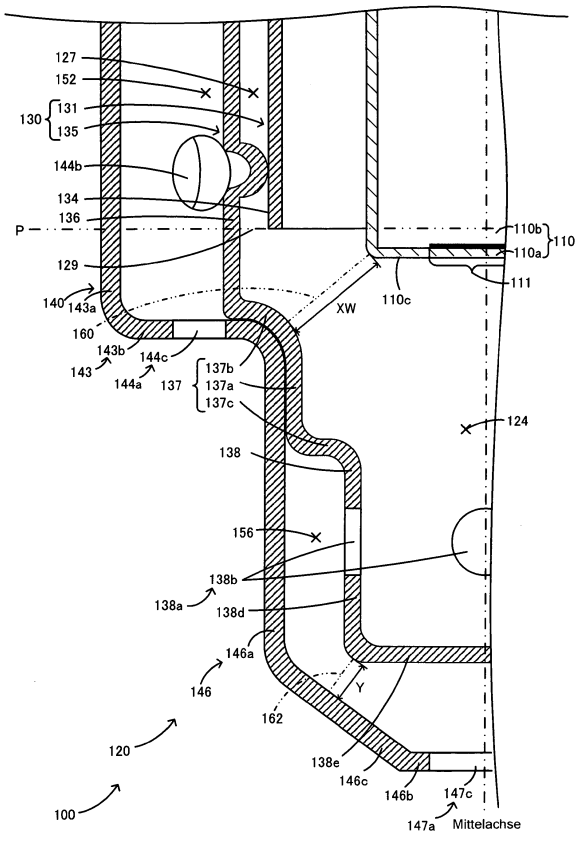
(72) Erfinder:
Takahashi, Fumiya, Nagoya-city, Aichi, JP; Omori, Takeshi, Nagoya-city, Aichi, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **GASSENSOR**

(57) Zusammenfassung: Ein Gassensor 100 umfasst ein Sensorelement 110, eine innere Schutzabdeckung 130, die innerhalb eine Sensorelementkammer 124 aufweist und einen Elementkammereinlass 127 und einen Elementkammerauslass 138a aufweist, und eine äußere Schutzabdeckung 140 mit einem äußeren Einlass 144a und einem äußeren Auslass 147a. Auf einer Seite in einer Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass 127 ist ein minimaler Abstand XW zwischen der inneren Schutzabdeckung 130 und dem Sensorelement 110 größer als oder gleich 2, 64 mm. Wenn ein gedachtes Licht parallel zu einer axialen Richtung des äußeren Auslasses 147a von einer Außenseite der äußeren Schutzabdeckung 140 zu dem äußeren Auslass 147a eingestrahlt wird, erreicht das gedachte Licht ein Inneres der Sensorelementkammer 124 nicht. Eine minimale Strömungskanalbreite Y eines Auslass-seitigen Gasströmungskanals 156, der als Raum zwischen der äußeren Schutzabdeckung 140 und der inneren Schutzabdeckung 130 ausgebildet ist und der als Strömungskanal für das Messgegenstandsgas wirkt, ist größer als oder gleich 0, 67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gassensor.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bisher ist ein Gassensor bekannt, der die Konzentration eines vorgegebenen Gases, wie z.B. NOx und Sauerstoff, in einem Messgegenstandsgas, wie z.B. einem Abgas eines Kraftfahrzeugs, erfasst. Der Gassensor umfasst z.B. ein Sensorelement, eine innere Schutzabdeckung, die eine Sensorelementkammer aufweist, in der das Sensorelement angeordnet ist und die einen Elementkammereinlass und einen Elementkammerauslass aufweist, und eine äußere Schutzabdeckung, die einen äußeren Einlass und einen äußeren Auslass umfasst. Ein Messgegenstandsgas erreicht die Sensorelementkammer von außerhalb des Gassensors durch den äußeren Einlass und den Elementkammereinlass und wird teilweise in das Sensorelement eingeführt. Das Messgegenstandsgas, das die Sensorelementkammer erreicht hat, wird danach durch den Elementkammerauslass und den äußeren Auslass zur Außenseite abgegeben. Da der Gassensor bei einer Temperatur (z.B. 850 °C) verwendet wird, bei der das Sensorelement aktiviert ist, kann dann, wenn das Sensorelement Wasser ausgesetzt wird, aufgrund des Wärmeschocks ein Riss in dem Sensorelement auftreten. Aus diesem Grund wurden Untersuchungen bezüglich des Unterdrückens eines Aussetzens des Sensorelements gegenüber Wasser durchgeführt. Beispielsweise sind in dem Patentdokument 1 Elementkammereinlässe an einem Seitenabschnitt einer inneren Schutzabdeckung so angeordnet, dass sie nicht die äußeren Einlässe in einer axialen Richtung überlappen, und Elementkammerauslässe sind nicht an einem unteren Abschnitt der inneren Schutzabdeckung angeordnet, sondern an dem Seitenabschnitt, so dass der untere Abschnitt der inneren Schutzabdeckung und ein äußerer Auslass in einer axialen Richtung überlappen, mit dem Ergebnis, dass ein direktes Eintreten von Wasser von außerhalb eines Gassensors in eine Sensorelementkammer verhindert wird.

DOKUMENTENLISTE

PATENTDOKUMENT

[0003] PTL 1: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2015-099142

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Im PTL 1 ist es jedoch dann, wenn Wasser zwischen der inneren Schutzabdeckung und einer äußeren Schutzabdeckung vorliegt, unzweckmäßig, dass ein solches Wasser leicht in die Sensorelementkammer eintritt. Wenn Wasser in die Sensorelementkammer eingetreten ist, ist es unzweckmäßig, dass ein Sensorelement leicht Wasser ausgesetzt wird.

[0005] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um diese Unzweckmäßigkeit zu beseitigen, und es ist eine Hauptaufgabe, das Aussetzen eines Sensorelements gegenüber Wasser zu unterdrücken.

[0006] Zum Lösen der vorstehend beschriebenen Hauptaufgabe ist die vorliegende Erfindung wie folgt aufgebaut.

[0007] Ein Gassensor gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst:

ein Sensorelement mit einer Gaseinlassöffnung, die ein Messgegenstandsgas einführt, und das eine Konzentration eines spezifischen Gases des Messgegenstandsgases, das von der Gaseinlassöffnung eingeströmt ist, erfassen kann;

eine zylindrische innere Schutzabdeckung, die innerhalb eine Sensorelementkammer aufweist, in der ein Spitzenende des Sensorelements und die Gaseinlassöffnung angeordnet sind, und einen Elementkammereinlass oder mehrere Elementkammereinlässe, der oder die ein Einlass oder Einlässe zu der Sensorelementkammer ist oder sind, und einen Elementkammerauslass oder mehrere Elementkammerauslässe, der oder die ein Auslass oder Auslässe von der Sensorelementkammer ist oder sind, aufweist; und

eine zylindrische äußere Schutzabdeckung, die außerhalb der inneren Schutzabdeckung angeordnet ist und einen äußeren Einlass oder mehrere äußere Einlässe, der oder die ein Einlass oder Einlässe für das Messgegenstandsgas von einer Außenseite ist oder sind, und einen äußeren Auslass oder mehrere

äußere Auslässe, der oder die ein Auslass oder Auslässe für das Messgegenstandsgas zu der Außenseite ist oder sind, aufweist, wobei

die äußere Schutzabdeckung und die innere Schutzabdeckung, als Räume zwischen der äußeren Schutzabdeckung und der inneren Schutzabdeckung, einen Einlass-seitigen Gasströmungskanal, der als Strömungskanal für das Messgegenstandsgas zwischen dem einen äußeren Einlass oder den mehreren äußeren Einlässen und dem einen Elementkammereinlass oder den mehreren Elementkammereinlässen wirkt, und einen Auslass-seitigen Gasströmungskanal bilden, der als Strömungskanal für das Messgegenstandsgas zwischen dem einen äußeren Auslass oder den mehrere äußeren Auslässen und dem einen Elementkammerauslass oder den mehreren Elementkammerauslässen wirkt, und der nicht direkt mit dem Einlass-seitigen Gasströmungskanal in Verbindung steht,

wobei ein Querschnitt parallel zu einer Breitenrichtung des Sensorelements entlang einer zentralen Achse des Sensorelements ein Querschnitt in der Breitenrichtung ist, eine Richtung parallel zu einer axialen Richtung der inneren Schutzabdeckung von einem hinteren Ende des Sensorelements zu dem Spitzenende des Sensorelements eine Abwärtsrichtung ist und eine Richtung von dem Spitzenende des Sensorelements zu dem hinteren Ende des Sensorelements eine Aufwärtsrichtung ist, ein minimaler Abstand XW in dem Querschnitt in der Breitenrichtung zwischen dem Sensorelement und einem Abschnitt der inneren Schutzabdeckung auf einer Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe größer als oder gleich 2,64 mm ist, und

der eine Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe und der eine äußere Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe in einer Positionsbeziehung angeordnet sind, dass dann, wenn ein gedachtes Licht parallel zu einer axialen Richtung des äußeren Auslasses von außerhalb der äußeren Schutzabdeckung zu dem äußeren Auslass eingestrahlt wird, das gedachte Licht ein Inneres der Sensorelementkammer nicht erreicht, und eine minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist.

[0008] Bei diesem Gassensor ist es, da der minimale Abstand XW zwischen der inneren Schutzabdeckung und dem Sensorelement auf der Seite in der Abwärtsrichtung (auf der Seite in einer Spitzenende-Richtung) in Bezug auf den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe größer als oder gleich 2,64 mm ist, selbst wenn Wasser in die Sensorelementkammer eindringt, weniger wahrscheinlich, dass das Sensorelement Wasser ausgesetzt wird. Der Grund dafür wird wie folgt angenommen. Wasser, das in die Sensorelementkammer eingedrungen ist, strömt in der Abwärtsrichtung, so dass Wasser dazu neigt, sich in einem Abschnitt der inneren Schutzabdeckung auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe anzusammeln, und es bestehen Bedenken dahingehend, dass das angesammelte Wasser aufgrund von Vibrationen, eines spontanen Strömens von Gas oder dergleichen zu dem Sensorelement abfließt. Wenn der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist, verbreitert sich der Spalt zwischen dem Sensorelement und dem Abschnitt der inneren Schutzabdeckung auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe, so dass es selbst dann, wenn Wasser, das sich in der inneren Schutzabdeckung angesammelt hat, abfließt, weniger wahrscheinlich ist, dass das Wasser das Sensorelement erreicht. Bei diesem Gassensor ist der eine Elementkammerauslass oder sind die mehreren Elementkammerauslässe und der eine äußere Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe in einer Positionsbeziehung angeordnet, dass dann, wenn ein gedachtes Licht parallel zu der axialen Richtung des äußeren Auslasses von außerhalb der äußeren Schutzabdeckung zu dem äußeren Auslass eingestrahlt wird, das gedachte Licht nicht das Innere der Sensorelementkammer erreicht. Aus diesem Grund kann ein direktes Eindringen von Wasser von dem einen äußeren Auslass oder den mehreren äußeren Auslässen des Gassensors zu der Sensorelementkammer unterdrückt werden. Darüber hinaus kann bei diesem Gassensor, da die minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals größer als oder gleich 0,67 mm ist, Wasser, das von der Sensorelementkammer zu dem Auslass-seitigen Gasströmungskanal durch den einen Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe abgelaufen ist, leicht den einen äußeren Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe erreichen. Aus diesem Grund kann Wasser leicht zur Außenseite des Gassensors ablaufen. Darüber hinaus ist es, da die minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals kleiner als oder gleich 2,60 mm ist, selbst dann, wenn Wasser in den Auslass-seitigen Gasströmungskanal von außerhalb des Gassensors zu dem Auslass-seitigen Gasströmungskanal durch den einen äußeren Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe eindringt, weniger wahrscheinlich, dass das Wasser den einen Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe erreicht. Aus diesem Grund ist es weniger wahrscheinlich, dass Wasser in die Sensorelementkammer von dem einen äußeren Auslass oder den mehreren äußeren Auslässen eindringt. Durch den vorstehenden Aufbau kann der Gassensor der vorliegenden Erfindung das Aussetzen des Sensorelements gegenüber Wasser unterdrücken. Der Ausdruck „minimale Strömungskanalbreite Y“ steht für eine Strömungskanalbreite in einer Ebene mit der geringsten Strömungskanalbreite (auch als Ebene mit

geringer Breite bezeichnet) von Ebenen, die durch mindestens eine der äußeren Schutzabdeckung und der inneren Schutzabdeckung umgeben sind und durch die ein Messgegenstandsgas, das von dem einen Elementkammerauslass oder den mehreren Elementkammerauslässen ausströmt, zu dem einen äußeren Auslass oder den mehreren äußeren Auslässen definitiv strömt. Die Ebene mit geringer Breite ist beispielsweise eine ringförmige Ebene, die durch die äußere Schutzabdeckung und die innere Schutzabdeckung umgeben ist. Die Ebene mit geringer Breite kann eine einzelne Ebene sein oder es kann sich um zwei oder mehr Ebenen handeln, die kontinuierlich oder getrennt vorliegen. Der Ausdruck „die minimale Strömungskanalbreite Y ist größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm“ kann zu dem Ausdruck „der Durchmesser einer größten Kugel, die den äußeren Auslass von dem Elementkammerauslass erreichen kann, ist größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm“ übertragen werden.

[0009] Bei dem Gassensor der vorliegenden Erfindung kann die innere Schutzabdeckung einen zylindrischen ersten Abschnitt, einen zweiten Abschnitt, der auf einer Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den ersten Abschnitt und auf einer Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe bereitgestellt ist und einen kleineren Innendurchmesser als der erste Abschnitt aufweist, und einen Stufenabschnitt, der den ersten Abschnitt und den zweiten Abschnitt verbindet, umfassen. Wasser neigt zum Ansammeln auf dem Stufenabschnitt; wenn der vorstehend beschriebene minimale Abstand XW jedoch größer als oder gleich 2,64 mm ist, ist der Abstand zwischen dem Stufenabschnitt und dem Sensorelement mindestens größer als oder gleich 2,64 mm, so dass selbst dann, wenn Wasser, das sich auf dem Stufenabschnitt angesammelt hat, abfließt, das Wasser das Sensorelement nur schwer erreichen kann. Aus diesem Grund ist es selbst dann, wenn die innere Schutzabdeckung den Stufenabschnitt aufweist, möglich, das Aussetzen des Sensorelements gegenüber Wasser zu unterdrücken. Der Gassensor der vorliegenden Erfindung kann eine oder mehrere Stufenstruktur(en) aufweisen, die jeweils aus dem ersten Abschnitt, dem zweiten Abschnitt und dem Stufenabschnitt ausgebildet ist oder sind. Wenn eine Mehrzahl der Stufenstrukturen bereitgestellt ist, kann der erste Abschnitt von einer der angrenzenden Stufenstrukturen der zweite Abschnitt der anderen der angrenzenden Stufenstrukturen sein. Bei dem Gassensor, der die eine oder die mehreren Stufenstruktur(en) aufweist, ist es bevorzugt, dass von den Stufenabschnitten mindestens der Stufenabschnitt mit dem geringsten Abstand zu dem Sensorelement, vorzugsweise alle Stufenabschnitte, auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf eine Spitzenendeoberfläche des Sensorelements angeordnet ist oder sind. Wenn beispielsweise der Gassensor in einem Winkel in Bezug auf eine vertikale Richtung verwendet wird, neigt Wasser dazu, sich in der Nähe eines Verbindungsabschnitts anzusammeln, wobei der erste Abschnitt einen größeren Innendurchmesser als der zweite Abschnitt in dem Stufenabschnitt aufweist; wenn jedoch der Stufenabschnitt nicht auf einer Seite in der Aufwärtsrichtung, sondern auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf die Spitzenendeoberfläche des Sensorelements angeordnet ist, nimmt der Abstand zwischen dem Verbindungsabschnitt und dem Sensorelement zu, so dass das Aussetzen des Sensorelements gegenüber Wasser weiter unterdrückt werden kann.

[0010] Bei dem Gassensor der vorliegenden Erfindung kann die innere Schutzabdeckung einen mit einem Boden versehenen zylindrischen Spitzenendeabschnitt umfassen und der eine Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe kann oder können nicht an einem unteren Abschnitt des Spitzenendeabschnitts, sondern an einem Seitenabschnitt des Spitzenendeabschnitts angeordnet sein. Wenn der eine Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe nicht an dem unteren Abschnitt, sondern an dem Seitenabschnitt angeordnet ist oder sind, ist es selbst dann, wenn das Gas spontan von außerhalb des einen Elementkammerauslasses oder der mehreren Elementkammerauslässe einströmt, weniger wahrscheinlich, dass sich das Strömen des Gases in einer Richtung zu dem Sensorelement konzentriert, so dass eine Situation verhindert werden kann, bei der Wasser das Sensorelement mittels eines Gasstroms erreicht. In dem so ausgebildeten Gassensor kann der eine äußere Auslass oder können die mehreren äußeren Auslässe an einem unteren Abschnitt der äußeren Schutzabdeckung angeordnet sein. Wenn der eine äußere Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe an dem unteren Abschnitt angeordnet sind, während der eine Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe an dem Seitenabschnitt angeordnet sind, kann das Eindringen von Wasser von außerhalb des Gassensors in die Sensorelementkammer weiter unterdrückt werden.

[0011] Bei dem Gassensor der vorliegenden Erfindung kann der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,80 mm sein. Mit diesem Aufbau ist es selbst dann, wenn Wasser von dem einen Elementkammereinlass oder den mehreren Elementkammereinlässen in die Sensorelementkammer eindringt, noch weniger wahrscheinlich, dass das Sensorelement Wasser ausgesetzt wird.

[0012] Bei dem Gassensor der vorliegenden Erfindung kann die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,80 mm und kleiner als oder gleich 2,00 mm sein. Wenn die minimale Strömungskanalbreite

Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals größer als oder gleich 0,80 mm ist, neigt Wasser, das von der Sensorelementkammer abläuft, dazu, weiter zur Außenseite des Gassensors abzulaufen. Wenn die minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals kleiner als oder gleich 2,00 mm ist, ist es selbst dann, wenn Wasser von außerhalb des Gassensors durch den einen äußeren Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe eindringt, noch weniger wahrscheinlich, dass das Wasser den einen Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe erreicht.

[0013] Bei dem Gassensor der vorliegenden Erfindung kann die innere Schutzabdeckung ein erstes Element und ein zweites Element aufweisen, wobei das erste Element und das zweite Element den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe als Spalt zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element bilden können, und in jedem des einen Elementkammereinlasses oder der mehreren Elementkammereinlässe kann eine Element-seitige Öffnung, die eine Öffnung angrenzend an die Sensorelementkammer ist, in der Abwärtsrichtung offen sein. Mit diesem Aufbau ist es, da das Messgegenstandsgas in der Abwärtsrichtung von dem einen Elementkammereinlass oder den mehreren Elementkammereinlässen, der oder die von dem Sensorelement durch das erste Element isoliert ist oder sind, in die Sensorelementkammer strömt, selbst wenn Wasser in dem Messgegenstandsgas enthalten ist, weniger wahrscheinlich, dass das Wasser das Sensorelement erreicht. Dabei umfasst der Ausdruck „die Element-seitige Öffnung ist in der Abwärtsrichtung offen“ einen Fall, bei dem der eine Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe parallel zu der Abwärtsrichtung offen ist oder sind, und einen Fall, bei dem der eine Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe in einem Winkel in Bezug auf die Abwärtsrichtung offen ist oder sind, so dass er oder sie sich dem Sensorelement zu einer Unterseite annähert oder annähern.

[0014] Bei dem Gassensor der vorliegenden Erfindung kann das erste Element einen ersten Zylinderabschnitt aufweisen, der das Sensorelement umgibt, das zweite Element kann einen zweiten Zylinderabschnitt mit einem größeren Durchmesser als der erste Zylinderabschnitt aufweisen, und der eine Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe kann oder können ein zylindrischer Spalt zwischen einer Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts und einer Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts sein.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm eines Zustands, bei dem ein Gassensor **100** an einer Leitung **20** angebracht ist.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A in der **Fig. 1**.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B in der **Fig. 2**.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie C-C in der **Fig. 3**.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht einer äußeren Schutzabdeckung **140** entlang der Linie C-C in der **Fig. 3**.

Fig. 6 ist eine Ansicht entlang des Pfeils D in der **Fig. 3**.

Fig. 7 ist eine teilweise vergrößerte Ansicht von **Fig. 3**.

Fig. 8 ist eine Längsschnittansicht eines Gassensors **200** einer Modifizierung.

Fig. 9 ist eine Querschnittsansicht, die einen Elementkammereinlass **327** einer Modifizierung zeigt.

Fig. 10 ist eine Längsschnittansicht eines Gassensors **400** einer Modifizierung.

AUSFÜHRUNGSFORMEN ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0015] Als nächstes wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Die **Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm eines Zustands, bei dem ein Gassensor **100** an einer Leitung **20** angebracht ist. Die **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A in der **Fig. 1**. Die **Fig. 3** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B in der **Fig. 2**. Die **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie C-C in der **Fig. 3**. Die **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht einer äußeren Schutzabdeckung **140** entlang der Linie C-C in der **Fig. 3**. Die **Fig. 5** entspricht einem Diagramm, bei dem ein erster Zylinderabschnitt **134**, ein zweiter Zylinderabschnitt **136**, ein Spitzenendeabschnitt **138** und ein Sensorelement **110** von **Fig. 4** nicht gezeigt sind. Die **Fig. 6** ist eine Ansicht entlang des Pfeils D in der **Fig. 3**. Die **Fig. 7** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht von **Fig. 3**. Eine Richtung parallel zu einer axialen Richtung einer Schutzabdeckung **120** von einem Spitzenende des Sensorelements **110** zu einem hinteren Ende des Sensorelements **110** (Aufwärtsrichtung in der **Fig. 3** und der **Fig. 7**) ist als Aufwärtsrichtung festgelegt, und eine Richtung parallel zur axialen

Richtung der Schutzabdeckung **120** von dem hinteren Ende des Sensorelements **110** zu dem Spitzenende des Sensorelements **110** (Abwärtsrichtung in der **Fig. 3** und der **Fig. 7**) ist als Abwärtsrichtung festgelegt.

[0016] Wie es in der **Fig. 1** gezeigt ist, ist der Gassensor **100** innerhalb der Leitung **20** angebracht, der ein Abgasweg von einem Motor eines Fahrzeugs ist, und ist zum Erfassen einer Konzentration eines spezifischen Gases ausgebildet, welche die Konzentration mindestens eines spezifischen Gases von Gaskomponenten, wie z.B. NOx, Ammoniak und O_2, ist, die in dem Abgas als Messgegenstandsgas enthalten sind, das von dem Motor abgegeben wird. Wie es in der **Fig. 2** gezeigt ist, ist der Gassensor **100** an der Leitung **20** in einem Zustand angebracht, bei dem eine Mittelachse des Gassensors **100** senkrecht zur Strömung des Messgegenstandsgases in der Leitung **20** ist. Der Gassensor **100** kann an der Leitung **20** in einem Zustand angebracht sein, bei dem die Mittelachse des Gassensors **100** senkrecht zur Strömung des Messgegenstandsgases in der Leitung **20** ist und in einem vorgegebenen Winkel (beispielsweise jedwedem Winkel im Bereich von 45° bis 80°) in Bezug auf die vertikale Richtung geneigt ist.

[0017] Wie es in der **Fig. 3** gezeigt ist, umfasst der Gassensor **100** das Sensorelement **110** mit einer Funktion des Erfassens einer Konzentration eines spezifischen Gases (der Konzentration von NOx, Ammoniak, O_2 oder dergleichen) in dem Messgegenstandsgas und die Schutzabdeckung **120**, die das Sensorelement **110** schützt. Der Gassensor **100** umfasst ein Metallgehäuse **102** und eine Metallschraube **103**, die mit einem Außengewinde auf deren Außenumfangsoberfläche versehen ist. Das Gehäuse **102** wird in ein Befestigungselement **22** eingesetzt, das an die Leitung **20** geschweißt ist und mit einem Innengewinde auf dessen Innenumfangsoberfläche versehen ist, und das Gehäuse **102** wird in dem Befestigungselement **22** ferner durch Einsetzen der Schraube **103** in das Befestigungselement **22** angebracht. Folglich wird der Gassensor **100** an der Leitung **20** angebracht. Eine Richtung, in der das Messgegenstandsgas innerhalb der Leitung **20** strömt, ist eine Richtung von links nach rechts in der **Fig. 3**.

[0018] Das Sensorelement **110** ist ein Element mit einer schmalen, langen planaren Form und weist einen Elementkörper **110b** mit einer Struktur auf, die derart ist, dass eine Mehrzahl von Sauerstoffionen-leitenden Festelektrolytschichten, die aus Zirkoniumoxid (ZrO_2) oder dergleichen hergestellt sind, laminiert ist. Der Elementkörper **110b** weist eine Gaseinlassöffnung **111** auf, die ein Messgegenstandsgas in dieses einführt, und ist so ausgebildet, dass er eine Konzentration eines spezifischen Gases eines Messgegenstandsgases, das von der Gaseinlassöffnung **111** eingeströmt ist, erfassen kann. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Gaseinlassöffnung **111** an der Spitzenende-Oberfläche des Elementkörpers **110b** (der unteren Oberfläche des Elementkörpers **110b** in der **Fig. 3**) offen. Das Sensorelement **110** umfasst im Inneren eine Heizeinrichtung, die eine Rolle bei der Temperatureinstellung zum Halten der Temperatur durch Erwärmen des Sensorelements **110** spielt. Die Struktur des Sensorelements **110** und das Prinzip der Erfassung einer Konzentration eines spezifischen Gases sind bekannt und beispielsweise in der japanischen ungeprüften Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2008-164411 beschrieben. Das Spitzenende (das untere Ende in der **Fig. 3**) und die Gaseinlassöffnung **111** des Sensorelements **110** sind innerhalb der Sensorelementkammer **124** angeordnet. Eine Richtung von dem hinteren Ende des Sensorelements **110** zu dem Spitzenende des Sensorelements **110** (Abwärtsrichtung) wird auch als Spitzenende-Richtung bezeichnet.

[0019] Das Sensorelement **110** umfasst eine poröse Schutzschicht **110a**, die mindestens einen Teil der Oberfläche des Elementkörpers **110b** bedeckt. In der vorliegenden Ausführungsform ist die poröse Schutzschicht **110a** auf fünf Oberflächen von sechs Oberflächen des Elementkörpers **110b** ausgebildet und bedeckt nahezu die gesamte Oberfläche, die zu dem Inneren der Sensorelementkammer **124** freiliegt. Insbesondere bedeckt die poröse Schutzschicht **110a** die gesamte Spitzenende-Oberfläche (untere Oberfläche), bei der die Gaseinlassöffnung **111** in dem Elementkörper **110b** ausgebildet ist. Die poröse Schutzschicht **110a** bedeckt eine Seite näher an der Spitzenende-Oberfläche des Elementkörpers **110b** auf den vier Oberflächen (der oberen, unteren, rechten und linken Oberfläche des Elementkörpers **110b** in der **Fig. 4**), die mit der Spitzenende-Oberfläche des Elementkörpers **110b** verbunden sind. Die untere Endoberfläche der porösen Schutzschicht **110a** ist eine Spitzenende-Oberfläche **110c** des Sensorelements **110**. Die poröse Schutzschicht **110a** spielt eine Rolle beispielsweise bei der Unterdrückung des Auftretens von Rissen in dem Elementkörper **110b** als Ergebnis einer Haftung von Feuchtigkeit oder dergleichen in dem Messgegenstandsgas. Die poröse Schutzschicht **110a** spielt auch eine Rolle bei der Unterdrückung der Haftung einer Ölkomponente und dergleichen, die in dem Messgegenstandsgas enthalten ist, an einer Elektrode (nicht gezeigt) oder dergleichen der Oberfläche des Elementkörper **110b**. Die poröse Schutzschicht **110a** ist beispielsweise aus einem porösen Material, wie z.B. einem porösen Aluminiumoxid-Material, einem porösen Zirkoniumoxid-Material, einem porösen Spinell-Material, einem porösen Kordierit-Material, einem porösen Titanoxid-Material und einem porösen Magnesiumoxid-Material, hergestellt. Die poröse Schutzschicht **110a** kann beispielsweise durch Plasmaspritzen, Siebdrucken, Tauchen oder dergleichen gebildet werden. Die poröse Schutzschicht **110a** bedeckt auch die Gaseinlassöff-

nung **111**; da die poröse Schutzschicht **110a** jedoch ein poröses Material ist, kann das Messgegenstandsgas durch das Innere der porösen Schutzschicht **110a** strömen und die Gaseinlassöffnung **111** erreichen. Die Dicke der porösen Schutzschicht **110a** beträgt beispielsweise 100 μm bis 700 μm.

[0020] Die Schutzabdeckung **120** ist so angeordnet, dass sie das Sensorelement **110** umgibt. Die Schutzabdeckung **120** weist eine mit einem Boden versehene zylindrische innere Schutzabdeckung **130**, die das Spitzenende des Sensorelements **110** bedeckt, und eine mit einem Boden versehene zylindrische äußere Schutzabdeckung **140** auf, welche die innere Schutzabdeckung **130** bedeckt. Ein Einlass-seitiger Gasströmungskanal **152** und ein Auslass-seitiger Gasströmungskanal **156** sind als Räume ausgebildet, die durch die innere Schutzabdeckung **130** und die äußere Schutzabdeckung **140** umgeben sind, und eine Sensorelementkammer **124** ist als Raum ausgebildet, der durch die innere Schutzabdeckung **130** umgeben ist. Die Mittelachsen des Gassensors **100**, des Sensorelements **110**, der inneren Schutzabdeckung **130** und der äußeren Schutzabdeckung **140** sind zueinander koaxial. Die Schutzabdeckung **120** ist aus Metall (beispielsweise rostfreiem Stahl, wie z.B. SUS310S) hergestellt.

[0021] Die innere Schutzabdeckung **130** umfasst ein erstes Element **131** und ein zweites Element **135**. Das erste Element **131** weist einen zylindrischen Abschnitt mit großem Durchmesser **132**, einen zylindrischen ersten Zylinderabschnitt **134** mit einem kleineren Durchmesser als der Abschnitt mit großem Durchmesser **132** und einen Stufenabschnitt **133** auf, der den Abschnitt mit großem Durchmesser **132** und den ersten Zylinderabschnitt **134** verbindet. Der erste Zylinderabschnitt **134** umgibt das Sensorelement **110**. Das zweite Element **135** weist einen zweiten Zylinderabschnitt **136** mit einem größeren Durchmesser als der erste Zylinderabschnitt **134**, einen Spitzenendeabschnitt **138**, der sich auf einer Seite in der Spitzenende-Richtung (Abwärtsrichtung) des Sensorelements **110** in Bezug auf den zweiten Zylinderabschnitt **136** befindet, und einen Verbindungsabschnitt **137** auf, der das untere Ende des zweiten Zylinderabschnitts **136** und den Spitzenendeabschnitt **138** verbindet. Der Verbindungsabschnitt **137** weist einen dritten Zylinderabschnitt **137a** mit einem kleineren Durchmesser als der zweite Zylinderabschnitt **136** und einem größeren Durchmesser als der Spitzenendeabschnitt **138**, einen ersten Stufenabschnitt **137b**, der den zweiten Zylinderabschnitt **136** und den dritten Zylinderabschnitt **137a** verbindet, und einen zweiten Stufenabschnitt **137c**, der den dritten Zylinderabschnitt **137a** und den Spitzenendeabschnitt **138** verbindet, auf. Der erste Stufenabschnitt **137b** und der zweite Stufenabschnitt **137c** sind beide auf einer Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf die Spitzenendeoberfläche **110c** des Sensorelements **110** angeordnet. Der Spitzenendeabschnitt **138** weist einen Seitenabschnitt **138d** und einen unteren Abschnitt **138e** auf. Der Spitzenendeabschnitt **138** weist einen Elementkammerauslass oder mehrere Elementkammerauslässe **138a** auf, der oder die mit der Sensorelementkammer **124** und dem Auslass-seitigen Gasströmungskanal **156** in Verbindung steht oder stehen und der oder die ein Auslass oder Auslässe für das Messgegenstandsgas von der Sensorelementkammer **124** ist oder sind. Die Elementkammerauslässe **138a** umfassen eine Mehrzahl von (vier in der vorliegenden Ausführungsform) horizontalen Löchern **138b**, die in gleichen Abständen an dem Seitenabschnitt **138d** ausgebildet sind. Die Elementkammerauslässe **138a** sind nicht an dem unteren Abschnitt **138e** des Spitzenendeabschnitts **138** angeordnet. Der Durchmesser von jedem Elementkammerauslass **138a** beträgt beispielsweise 0,5 mm bis 2,6 mm. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Durchmesser von jedem der Mehrzahl von horizontalen Löchern **138b** auf den gleichen Wert eingestellt. Die Elementkammerauslässe **138a** sind auf einer Seite in der Spitzenende-Richtung (Abwärtsrichtung) des Sensorelements **110** in Bezug auf die Gaseinlassöffnung **111** ausgebildet. Mit anderen Worten, die Elementkammerauslässe **138a** sind entfernt (in der Abwärtsrichtung) von der Gaseinlassöffnung **111** angeordnet, wenn sie von dem hinteren Ende des Sensorelements **110** (dem oberen Ende (nicht gezeigt) des Sensorelements **110** in der **Fig. 3**) betrachtet werden.

[0022] Der Abschnitt mit großem Durchmesser **132**, der erste Zylinderabschnitt **134**, der zweite Zylinderabschnitt **136** und der Spitzenendeabschnitt **138** weisen dieselbe Mittelachse auf. Die Innenumfangsoberfläche des Abschnitts mit großem Durchmesser **132** ist mit dem Gehäuse **102** in Kontakt. Auf diese Weise ist das erste Element **131** an dem Gehäuse **102** angebracht. In dem zweiten Element **135** ist der erste Stufenabschnitt **137b** mit dem Stufenabschnitt **143b** der äußeren Schutzabdeckung **140** in Kontakt und wird an dem Stufenabschnitt **143b** durch Schweißen oder dergleichen angebracht. Das zweite Element **135** kann durch Ausbilden des Außendurchmessers der Seite des Spitzenendes (untere Endseite) des dritten Zylinderabschnitts **137a** derart, dass er geringfügig größer ist als der Innendurchmesser des Spitzenendeabschnitts **146** der äußeren Schutzabdeckung **140**, und Einpressen des Spitzenendeabschnitts des dritten Zylinderabschnitts **137a** in den Spitzenendeabschnitt **146** angebracht werden.

[0023] Eine Mehrzahl von vorragenden Abschnitten **136a**, die zu der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **134** vorragen und die mit der Außenumfangsoberfläche in Kontakt sind, ist auf der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **136** ausgebildet. Wie es in der **Fig. 4** gezeigt ist, sind drei

vorragende Abschnitte **136a** bereitgestellt und gleichmäßig auf der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **136** entlang der Umfangsrichtung angeordnet. Jeder vorragende Abschnitt **136a** ist im Wesentlichen in einer Halbkugelform ausgebildet. Mit den so ausgebildeten vorragenden Abschnitten **136a** wird die Positionsbeziehung zwischen dem ersten Zylinderabschnitt **134** und dem zweiten Zylinderabschnitt **136** durch die vorragenden Abschnitte **136a** einfach festgelegt. Es ist bevorzugt, dass die vorragenden Abschnitte **136a** die Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **134** radial einwärts drücken. Mit diesem Aufbau kann die Positionsbeziehung zwischen dem ersten Zylinderabschnitt **134** und dem zweiten Zylinderabschnitt **136** mit den vorragenden Abschnitten **136a** noch zuverlässiger festgelegt werden. Die Anzahl der vorragenden Abschnitte **136a** ist nicht auf drei beschränkt und kann zwei betragen oder kann mehr als oder gleich vier betragen. Es ist bevorzugt, dass die Anzahl der vorragenden Abschnitte **136a** mehr als oder gleich drei ist, da dann das Anbringen des ersten Zylinderabschnitts **134** an dem zweiten Zylinderabschnitt **136** dazu neigt, stabil zu sein.

[0024] Die innere Schutzabdeckung **130** bildet einen Elementkammereinlass **127** (vgl. die **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 7**), der ein Spalt zwischen dem ersten Element **131** und dem zweiten Element **135** ist und der ein Einlass für das Messgegenstandsgas in die Sensorelementkammer **124** ist. Insbesondere ist der Elementkammereinlass **127** als zylindrischer Spalt (Gasströmungskanal) zwischen der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **134** und der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **136** ausgebildet. Der Elementkammereinlass **127** weist eine äußere Öffnung **128**, die eine Öffnung angrenzend an den Einlassseitigen Gasströmungskanal **152** ist, der ein Raum ist, in dem die äußeren Einlässe **144a** angeordnet sind, und eine Element-seitige Öffnung **129** auf, die eine Öffnung angrenzend zu der Sensorelementkammer **124** ist, die ein Raum ist, in dem die Gaseinlassöffnung **111** angeordnet ist. Die äußere Öffnung **128** ist auf der Seite des hinteren Endes (Oberseite) des Sensorelements **110** in Bezug auf die Element-seitige Öffnung **129** angeordnet. Daher ist in dem Weg des Messgegenstandsgases von den äußeren Einlässen **144a** zu der Gaseinlassöffnung **111** der Elementkammereinlass **127** ein Strömungskanal von der Seite des hinteren Endes (Oberseite) des Sensorelements **110** zu der Seite des Spitzenendes (Unterseite). Der Elementkammereinlass **127** ist ein Strömungskanal parallel zu einer hinteres Ende-Spitzenende-Richtung (ein Strömungskanal parallel zu der Oben-unten-Richtung) des Sensorelements **110**.

[0025] Die Element-seitige Öffnung **129** ist in einer Richtung von dem hinteren Ende des Sensorelements **110** zu dem Spitzenende des Sensorelements **110** (Abwärtsrichtung) offen und ist parallel zu der hinteres Ende-Spitzenende-Richtung (Oben-unten-Richtung) des Sensorelements **110** offen. Mit anderen Worten, die Element-seitige Öffnung **129** ist parallel zu der Abwärtsrichtung offen. Daher ist das Sensorelement **110** an einer Position angeordnet, die von einem Bereich verschieden ist, der eine gedachte Verlängerung des Elementkammereinlasses **127** von der Element-seitigen Öffnung **129** ist (ein Bereich unmittelbar unterhalb der Element-seitigen Öffnung **129** in der **Fig. 3** und der **Fig. 7**). Folglich kann eine Situation vermindert werden, bei der ein Messgegenstandsgas, das von der Element-seitigen Öffnung **129** ausgeströmt ist, direkt auf die Oberfläche des Sensorelements **110** auftrifft, und es kann eine Situation vermindert werden, bei der das Wasser das Sensorelement **110** über den Gasstrom erreicht.

[0026] Die innere Schutzabdeckung **130** ist derart angeordnet, dass in dem Querschnitt in der Breitenrichtung parallel zu der Breitenrichtung des Sensorelements **110** entlang der Mittelachse des Sensorelements **110** der minimale Abstand XW zwischen dem Sensorelement **110** und dem Abschnitt, der auf der Seite in der Abwärtsrichtung (auf der Seite in der Spitzenende-Richtung) in Bezug auf den Elementkammereinlass **127** vorliegt, größer als oder gleich 2,64 mm ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Abstand (die Länge einer gedachten Linie **160**, die in der **Fig. 7** gezeigt ist) zwischen dem dritter Zylinderabschnitt 137a-seitigen Ende des ersten Stufenabschnitts **137b** und der Spitzenende-seitigen Kante des Sensorelements **110** der minimale Abstand XW, und die innere Schutzabdeckung **130** ist derart angeordnet, dass der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist in dem Sensorelement **110** ein Querschnitt senkrecht zu der Mittelachse eine rechteckige Form, wie es in der **Fig. 4** gezeigt ist, die Richtung der langen Seite der rechteckigen Form ist die Breitenrichtung und die Richtung der kurzen Seite ist eine Dickenrichtung. Mit anderen Worten, der Querschnitt in der Breitenrichtung entspricht dem E-E Querschnitt von **Fig. 4**, und in den **Fig. 3** und **Fig. 7**, die den E-E Querschnitt zeigen, erscheint der Querschnitt in der Breitenrichtung, der durch Zweiteilen des Sensorelements **110** in der Dickenrichtung entlang der Mittelachse erhalten wird. Der Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **127** steht für einen Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf eine gedachte Ebene P, einschließlich die Element-seitige Öffnung **129**, die das untere Ende des Elementkammereinlasses **127** ist, und umfasst keinen Abschnitt in der gedachten Ebene P. Daher umfasst der Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **127** nicht das erste Element **131**.

[0027] Wie es in der **Fig. 3** gezeigt ist, weist die äußere Schutzabdeckung **140** einen zylindrischen Körperabschnitt **143** und einen mit einem Boden versehenen zylindrischen Spitzenendeabschnitt **146** mit einem kleineren Innendurchmesser als der Körperabschnitt **143** auf. Der Körperabschnitt **143** weist einen Seitenabschnitt **143a** mit einer Seitenoberfläche entlang einer Mittelachsenrichtung (Oben-unten-Richtung) der äußeren Schutzabdeckung **140** und einen Stufenabschnitt **143b** auf, der ein unterer Abschnitt des Körperabschnitts **143** ist und der den Seitenabschnitt **143a** und den Spitzenendeabschnitt **146** verbindet. Die Mittelachsen des Körperabschnitts **143** und des Spitzenendeabschnitts **146** sind alle mit der Mittelachse der inneren Schutzabdeckung **130** identisch. Ein Abschnitt um das obere Ende in dem Körperabschnitt **143** ist mit dem Gehäuse **102** und dem Abschnitt mit großem Durchmesser **132** auf dessen Innenumfangsoberfläche in Kontakt. Auf diese Weise ist die äußere Schutzabdeckung **140** an dem Gehäuse **102** angebracht. Der Körperabschnitt **143** ist so angeordnet, dass er den Außenumfang des Abschnitts mit großem Durchmesser **132**, des ersten Zylinderabschnitts **134** und des zweiten Zylinderabschnitts **136** bedeckt. Der Spitzenendeabschnitt **146** ist so angeordnet, dass er den Spitzenendeabschnitt **138** bedeckt, und die Innenumfangsoberfläche ist mit der Außenumfangsoberfläche des dritten Zylinderabschnitts **137a** in Kontakt. Der Spitzenendeabschnitt **146** weist einen Seitenabschnitt **146a** mit einer Seitenoberfläche entlang der Mittelachsenrichtung (Oben-unten-Richtung) der äußeren Schutzabdeckung **140**, dessen Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser des Seitenabschnitts **143a**, einen unteren Abschnitt **146b**, welcher der untere Abschnitt der äußeren Schutzabdeckung **140** ist, und einen sich verjüngenden Abschnitt **146c** auf, der den Seitenabschnitt **146a** und den unteren Abschnitt **146b** verbindet und dessen Durchmesser sich von dem Seitenabschnitt **146a** zu dem unteren Abschnitt **146b** vermindert. Der Spitzenendeabschnitt **146** befindet sich auf der Seite in der Spitzenende-Richtung (auf der Unterseite) in Bezug auf den Körperabschnitt **143**. Die äußere Schutzabdeckung **140** weist einen oder mehrere (in der vorliegenden Ausführungsform eine Mehrzahl und insbesondere 12) äußere Einlässe **144a**, die in dem Körperabschnitt **143** ausgebildet sind und die Einlässe für ein Messgegenstandsgas von der Außenseite sind, und einen äußeren Auslass oder mehrere äußere Auslässe **147a** auf, der oder die in dem Spitzenendeabschnitt **146** ausgebildet ist oder sind und der oder die ein Auslass oder Auslässe für das Messgegenstandsgas zu der Außenseite ist oder sind.

[0028] Die äußeren Einlässe **144a** sind Löcher, die mit der Außenseite (außen) der äußeren Schutzabdeckung **140** und dem Einlass-seitigen Gasströmungskanal **152** in Verbindung stehen. Die äußeren Einlässe **144a** umfassen eine Mehrzahl von (in der vorliegenden Ausführungsform sechs) horizontalen Löchern **144b**, die in gleichen Abständen in dem Seitenabschnitt **143a** ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von (in der vorliegenden Ausführungsform sechs) vertikalen Löchern **144c**, die in gleichen Abständen in dem Stufenabschnitt **143b** ausgebildet sind (vgl. die **Fig. 3** bis **Fig. 6**). Die äußeren Einlässe **144a** (horizontale Löcher **144b** und vertikale Löcher **144c**) sind Löcher, die in einer Kreisform (perfekter Kreis) eingebracht sind. Der Durchmesser von jedem der 12 äußeren Einlässe **144a** beträgt beispielsweise 0,5 mm bis 2 mm. Der Durchmesser von jedem äußeren Einlass **144a** kann kleiner als oder gleich 1,5 mm sein. In der vorliegenden Ausführungsform hat der Durchmesser von jedem der Mehrzahl von horizontalen Löchern **144b** den gleichen Wert und der Durchmesser von jedem der Mehrzahl von vertikalen Löchern **144c** hat den gleichen Wert. Der Durchmesser von jedem horizontalen Loch **144b** ist größer als der Durchmesser von jedem vertikalen Loch **144c**. Wie es in der **Fig. 4** und der **Fig. 5** gezeigt ist, sind die äußeren Einlässe **144a** so ausgebildet, dass die horizontalen Löcher **144b** und die vertikalen Löcher **144c** abwechselnd in gleichen Abständen entlang der Umfangsrichtung der äußeren Schutzabdeckung **140** angeordnet sind. Mit anderen Worten, ein Winkel, der zwischen einer Linie, welche die Mitte von jedem horizontalen Loch **144b** und die Mittelachse der äußeren Schutzabdeckung **140** verbindet, und einer Linie, welche die Mitte des vertikalen Lochs **144c** angrenzend an dieses horizontale Loch **144b** und die Mittelachse der äußeren Schutzabdeckung **140** verbindet, in der **Fig. 4** und **Fig. 5** gebildet wird, beträgt 30° (360°/12).

[0029] Die äußeren Auslässe **147a** sind Löcher, die mit der Außenseite (außen) der äußeren Schutzabdeckung **140** und dem Auslass-seitigen Gasströmungskanal **156** in Verbindung stehen. Die äußeren Auslässe **147a** umfassen ein vertikales Loch **147c** oder mehrere vertikale Löcher **147c** (in der vorliegenden Ausführungsform eines), das oder die bei der Mitte des unteren Abschnitts **146b** des Spitzenendeabschnitts **146** ausgebildet ist oder sind (vgl. die **Fig. 3**, **Fig. 5** und **Fig. 6**). Die äußeren Auslässe **147a** (hier das vertikale Loch **147c**) ist ein Loch, das in einer Kreisform eingebracht ist. Der Durchmesser des äußeren Auslasses **147a** beträgt beispielsweise 0,5 mm bis 2,5 mm. Der Durchmesser des äußeren Auslasses **147a** kann kleiner als oder gleich 1,5 mm sein. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Durchmesser des vertikalen Lochs **147c** auf einen Wert größer als der Durchmesser des horizontalen Lochs **144b** oder des vertikalen Lochs **144c** eingestellt. Der äußere Auslass **147a** wird durch Einstellen der Positionsbeziehung mit dem Elementkammerauslass **138a** derart, dass dann, wenn ein gedachtes Licht parallel zu der axialen Richtung des äußeren Auslasses **147a** von außerhalb der äußeren Schutzabdeckung **140** auf den äußeren Auslass **147a** fällt, das gedachte Licht nicht das Innere der Sensorelementkammer **124** erreicht, angeordnet. In der vorliegenden Ausführungs-

form erreicht, da das vorstehend beschriebene gedachte Licht auf den unteren Abschnitt **138e** der inneren Schutzabdeckung **130** fällt, das gedachte Licht nicht das Innere der Sensorelementkammer **124**. In der vorliegenden Ausführungsform ist der äußere Auslass **147a** nicht an dem Seitenabschnitt **146a**, sondern derart an dem unteren Abschnitt **146b** angeordnet, dass der äußere Auslass **147a** und der Elementkammerauslass **138a** in verschiedenen Richtungen offen sind. Der äußere Auslass **147a** ist anders als die äußeren Einlässe **144a** nicht an dem Seitenabschnitt der äußeren Schutzabdeckung **140** (hier dem Seitenabschnitt **146a** des Spitzenendeabschnitts **146**) angeordnet. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Elementkammerauslass **138a** nicht an dem unteren Abschnitt **138e**, sondern an dem Seitenabschnitt **138d** angeordnet, so dass er von einem Bereich abweicht, auf den das vorstehend beschriebene gedachte Licht fällt.

[0030] Die äußere Schutzabdeckung **140** und die innere Schutzabdeckung **130** bilden den Einlass-seitigen Gasströmungskanal **152** als einen Raum zwischen dem Körperabschnitt **143** und der inneren Schutzabdeckung **130**. Insbesondere ist der Einlass-seitige Gasströmungskanal **152** ein Raum, der durch den Stufenabschnitt **133**, den ersten Zylinderabschnitt **134**, den zweiten Zylinderabschnitt **136**, den Seitenabschnitt **143a** und den Stufenabschnitt **143b** umgeben ist. Der Einlass-seitige Gasströmungskanal **152** wirkt als Strömungskanal für das Messgegenstandsgas zwischen den äußeren Einlässen **144a** und dem Elementkammereinlass **127**. Die äußere Schutzabdeckung **140** und die innere Schutzabdeckung **130** bilden den Auslass-seitigen Gasströmungskanal **156** als Raum zwischen dem Spitzenendeabschnitt **146** und der inneren Schutzabdeckung **130**. Insbesondere ist der Auslass-seitige Gasströmungskanal **156** ein Raum, der durch den Spitzenendeabschnitt **138**, den zweiten Stufenabschnitt **137c** und den Spitzenendeabschnitt **146** umgeben ist. Da die Innenumfangsoberfläche des Spitzenendeabschnitts **146** mit der Außenumfangsoberfläche des Verbindungsabschnitts **137** in Kontakt ist, stehen der Einlass-seitige Gasströmungskanal **152** und der Auslass-seitige Gasströmungskanal **156** nicht in einer direkten Verbindung miteinander. Der Auslass-seitige Gasströmungskanal **156** wirkt als Strömungskanal für das Messgegenstandsgas zwischen dem äußeren Auslass **147a** und den Elementkammerauslässen **138a**. Die äußere Schutzabdeckung **140** und die innere Schutzabdeckung **130** sind so angeordnet, dass die minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals **156** größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist. Mit anderen Worten, die äußere Schutzabdeckung **140** und die innere Schutzabdeckung **130** sind so angeordnet, dass der Durchmesser einer größten Kugel, die den äußeren Auslass **147a** von den Elementkammerauslässen **138a** erreichen kann, größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist. In der vorliegenden Ausführungsform sind die äußere Schutzabdeckung **140** und die innere Schutzabdeckung **130** derart angeordnet, dass die Breite (beispielsweise die Länge einer Linie, die in den **Fig. 3** und **Fig. 7** gezeigt ist) einer gedachten ringförmigen Ebene **162** mit einer kegelstumpfförmigen Seitenoberfläche zwischen dem Außenumfang des unteren Abschnitts **138e** des Spitzenendeabschnitts **138** der inneren Schutzabdeckung **130** und einem Abschnitt, der auf den Außenumfang des unteren Abschnitts **138e** in dem sich verjüngenden Abschnitt **146c** der äußeren Schutzabdeckung **140** gerichtet ist, die minimale Strömungskanalbreite Y ist und die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist. Die Elementkammerauslässe **138a** und der äußere Auslass **147a** können einen Durchmesser größer als oder gleich der minimalen Strömungskanalbreite Y oder einen Durchmesser größer als die minimale Strömungskanalbreite Y aufweisen.

[0031] Nachstehend wird das Strömen des Messgegenstandsgases innerhalb der Schutzabdeckung **120** zu dem Zeitpunkt beschrieben, wenn der Gassensor **100** eine Konzentration eines spezifischen Gases erfasst. Das Messgegenstandsgas, das in der Leitung **20** strömt, tritt zunächst durch mindestens einen der Mehrzahl von äußeren Einlässen **144a** (die horizontalen Löcher **144b** und die vertikalen Löcher **144c**) hindurch und strömt in den Einlass-seitigen Gasströmungskanal **152**. Anschließend strömt das Messgegenstandsgas von dem Einlass-seitigen Gasströmungskanal **152** über die äußere Öffnung **128** in den Elementkammereinlass **127**, tritt durch den Elementkammereinlass **127** hindurch, strömt aus der Element-seitigen Öffnung **129** aus und strömt in die Sensorelementkammer **124**. Das Messgegenstandsgas, das von der Element-seitigen Öffnung **129** in die Sensorelementkammer **124** geströmt ist, erreicht zumindest teilweise die Gaseinlassöffnung **111** des Sensorelements **110**. Wenn das Messgegenstandsgas die Gaseinlassöffnung **111** erreicht und in das Innere des Sensorelements **110** strömt, erzeugt das Sensorelement **110** ein elektrisches Signal (Spannung oder Strom) gemäß einer Konzentration eines spezifischen Gases in dem Messgegenstandsgas, und die Konzentration eines spezifischen Gases wird auf der Basis des elektrischen Signals erfasst. Das Messgegenstandsgas in der Sensorelementkammer **124** strömt in den Auslass-seitigen Gasströmungskanal **156** durch mindestens irgendeinen der Elementkammerauslässe **138a** (hier die horizontalen Löcher **138b)** und strömt von dort durch den äußeren Auslass **147a** (hier das vertikale Loch **147c)** zur Außenseite. Die Ausgangsleistung einer Heizeinrichtung innerhalb des Sensorelements **110** wird durch eine Steuereinrichtung (nicht gezeigt) derart gesteuert, dass das Sensorelement **110** bei einer vorgegebenen Temperatur gehalten wird.

[0032] Ferner kann innerhalb der Leitung **20**, durch die ein Abgas oder dergleichen eines Kraftfahrzeugs strömt, Kondenswasser erzeugt werden. Ein solches Kondenswasser kann von den äußeren Einlässen **144a** oder dem äußeren Auslass **147a** als Ergebnis des Strömens des vorstehend beschriebenen Messgegenstandsgases, eines spontanen Gasströmens beim Starten des Motors oder dergleichen in das Innere der äußeren Schutzabdeckung **140** eintreten und ferner von dem Elementkammereinlass **127** oder den Elementkammerauslässen **138a** in die Sensorelementkammer **124** eintreten. Wasser, das in die Sensorelementkammer **124** eingetreten ist, strömt unter dessen Eigengewicht in der Abwärtsrichtung, so dass das Wasser dazu neigt, sich in einem Bereich auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **127** in der inneren Schutzabdeckung **130** anzusammeln. Es bestehen Bedenken dahingehend, dass Wasser, das sich in der inneren Schutzabdeckung **130** angesammelt hat, durch ein spontanes Gasströmen beim Starten des Motors, Vibrationen oder dergleichen zu dem Sensorelement **110** abfließt. In dem vorstehend beschriebenen Gassensor **100** wird auf der Seite in der Abwärtsrichtung (Spitzenende-Richtung) in Bezug auf den Elementkammereinlass **127** der minimale Abstand XW zwischen der inneren Schutzabdeckung **130** und dem Sensorelement **110** auf größer als oder gleich 2,64 mm eingestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist, da das Sensorelement **110** eine rechteckige Form im Querschnitt senkrecht zur Mittelachse aufweist, wenn der minimale Abstand XW in dem Querschnitt in der Breitenrichtung größer als oder gleich 2,64 mm ist, ein minimaler Abstand (auch als minimaler Abstand XH bezeichnet) zwischen dem Sensorelement **110** und einem Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **127** in einem Querschnitt in der Dickenrichtung (Querschnitt senkrecht zu dem E-E Querschnitt in der **Fig. 4** entlang der Mittelachse des Sensorelements **110**) größer als 2,64 mm. Bei dem so ausgebildeten Gassensor **100** ist der Spalt zwischen dem Sensorelement **110** und dem Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **127** in der inneren Schutzabdeckung **130** breit. Daher ist es selbst dann, wenn Wasser abfließt, das sich in der inneren Schutzabdeckung **130** angesammelt hat, weniger wahrscheinlich, dass das Wasser das Sensorelement **110** erreicht. Mit diesem Gassensor **100** sind die Elementkammerauslässe **138a** und der äußere Auslass **147a** in einer Positionsbeziehung angeordnet, derart, dass dann, wenn ein gedachtes Licht parallel zur axialen Richtung des äußeren Auslasses **147a** von außerhalb der äußeren Schutzabdeckung **140** zu dem äußeren Auslass **147a** eingestrahlt wird, das gedachte Licht nicht das Innere der Sensorelementkammer **124** erreicht. Aus diesem Grund kann ein direktes Eindringen von Wasser von dem äußeren Auslass **147a** des Gassensors **100** zu der Sensorelementkammer **124** vermindert werden. Darüber hinaus kann mit diesem Gassensor **100**, da die minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals **156** größer als oder gleich 0,67 mm ist, Wasser, das von der Sensorelementkammer **124** zu dem Auslass-seitigen Gasströmungskanal **156** durch die Elementkammerauslässe **138a** abgelaufen ist, einfach die Seite des äußeren Auslasses **147a** erreichen. Aus diesem Grund neigt das Wasser dazu, zur Außenseite des Gassensors **100** abgeführt zu werden. Darüber hinaus ist es, da die minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals **156** kleiner als oder gleich 2,60 mm ist, selbst wenn Wasser in den Auslass-seitigen Gasströmungskanal **156** von außerhalb des Gassensors **100** durch den äußeren Auslass **147a** eindringt, weniger wahrscheinlich, dass das Wasser die Elementkammerauslässe **138a** erreicht. Aus diesem Grund ist es weniger wahrscheinlich, dass Wasser von dem äußeren Auslass **147a** in die Sensorelementkammer **124** eindringt. Mit dem vorstehenden Aufbau kann der Gassensor **100** der vorliegenden Ausführungsform das Aussetzen des Sensorelements **110** gegenüber Wasser vermindern. Es ist bevorzugt, dass der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,80 mm ist. Es ist bevorzugt, dass die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,80 mm und kleiner als oder gleich 2,00 mm ist.

[0033] Bei diesem Gassensor **100** weist die innere Schutzabdeckung **130** eine Stufenstruktur auf, die aus dem zylindrischen zweiten Zylinderabschnitt **136**, dem dritten Zylinderabschnitt **137a** (der dem zweiten Abschnitt entspricht, wenn der zweite Zylinderabschnitt **136** als der erste Abschnitt der vorliegenden Erfindung betrachtet wird) und dem ersten Stufenabschnitt **137b** (der dem Stufenabschnitt entspricht, wenn der zweite Zylinderabschnitt **136** als der erste Abschnitt der vorliegenden Erfindung betrachtet wird), der den zweiten Zylinderabschnitt **136** und den dritten Zylinderabschnitt **137a** verbindet, ausgebildet ist. Die innere Schutzabdeckung **130** weist auch eine Stufenstruktur auf, die aus dem zylindrischen dritten Zylinderabschnitt **137a**, dem Seitenabschnitt **138d** (der dem zweiten Abschnitt entspricht, wenn der dritte Zylinderabschnitt **137a** als der erste Abschnitt der vorliegenden Erfindung betrachtet wird), und dem zweiten Stufenabschnitt **137c** (der dem Stufenabschnitt entspricht, wenn der dritte Zylinderabschnitt **137a** als der erste Abschnitt der vorliegenden Erfindung betrachtet wird), der den dritten Zylinderabschnitt **137a** und den Seitenabschnitt **138d** verbindet, ausgebildet ist. Dabei neigt Wasser zum Ansammeln auf dem Stufenabschnitt. Der Gassensor **100** der vorliegenden Ausführungsform weist zwei Stufenabschnitte auf, d.h., den ersten Stufenabschnitt **137b** und den zweiten Stufenabschnitt **137c**; der minimale Abstand zwischen dem ersten Stufenabschnitt **137b** und dem Sensorelement **110** wird jedoch auf den vorstehend beschriebenen minimalen Abstand XW eingestellt, und der minimale Abstand XW wird auf größer als oder gleich 2,64 mm eingestellt. Mit diesem Aufbau ist es, da der Abstand zwischen dem ersten Stufenabschnitt **137b** oder dem zweiten Stufenabschnitt **137c** und dem

Sensorelement **110** größer als oder gleich mindestens 2,64 mm beträgt, selbst wenn sich Wasser, das sich auf dem ersten Stufenabschnitt **137b** oder dem zweiten Stufenabschnitt **137c** angesammelt hat, abfließt, weniger wahrscheinlich, dass das Wasser das Sensorelement **110** erreicht. Ein Gassensor wird vorwiegend in einem Zustand verwendet, bei dem die Mittelachse in Bezug auf die vertikale Richtung geneigt ist, und in diesem Fall neigt das Wasser zu einem Ansammeln in der Nähe des Verbindungsabschnitts mit dem ersten Abschnitt in den Stufenabschnitten. Daher sind der erste Stufenabschnitt **137b** und der zweite Stufenabschnitt **137c** nicht auf der Seite in der Aufwärtsrichtung, sondern auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf die Spitzenendeoberfläche **110c** des Sensorelements **110** angeordnet, so dass der Abstand zwischen dem Verbindungsabschnitt und dem Sensorelement **110** zunimmt. Aus diesem Grund wird das Aussetzen des Sensorelements **110** gegenüber Wasser weiter vermindert.

[0034] Bei dem Gassensor **100** der vorliegenden Ausführungsform, der vorstehend detailliert beschrieben worden ist, ist der minimale Abstand XW zwischen der inneren Schutzabdeckung **130** und dem Sensorelement **110** größer als oder gleich 2,64 mm auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **127**. Die Elementkammerauslässe **138a** und der äußere Auslass **147a** sind in einer Positionsbeziehung angeordnet, derart, dass dann, wenn ein gedachtes Licht parallel zu der axialen Richtung des äußeren Auslasses **147a** von außerhalb der äußeren Schutzabdeckung **140** zu dem äußeren Auslass **147a** eingestrahlt wird, das gedachte Licht nicht das Innere der Sensorelementkammer **124** erreicht. Darüber hinaus ist die minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals **156** größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm. Aus diesem Grund wird das Aussetzen des Sensorelements **110** gegenüber Wasser unterdrückt.

[0035] Die Elementkammerauslässe **138a** sind nicht an dem unteren Abschnitt **138e** des Spitzenendeabschnitts **138**, sondern an dem Seitenabschnitt **138d** angeordnet. Daher ist es, selbst wenn ein Gas spontan von außerhalb der Elementkammerauslässe **138a** einströmt, weniger wahrscheinlich, dass sich der Gasstrom in der Richtung zu dem Sensorelement **110** konzentriert, und es ist weniger wahrscheinlich, dass das Wasser das Sensorelement **110** über den Gasstrom erreicht. Nicht nur die Elementkammerauslässe **138a** sind an dem Seitenabschnitt **138d** angeordnet, sondern auch der äußere Auslass **147a** ist an dem unteren Abschnitt **146b** der äußeren Schutzabdeckung **140** angeordnet. Daher ist es noch weniger wahrscheinlich, dass Wasser von außerhalb des Gassensors **100** in die Sensorelementkammer **124** eindringt.

[0036] Darüber hinaus ist es, wenn der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,80 mm ist, selbst wenn das Wasser von dem Elementkammereinlass **127** in die Sensorelementkammer **124** eindringt, noch weniger wahrscheinlich, dass das Sensorelement **110** dem Wasser ausgesetzt ist. Wenn die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,80 mm ist, neigt das Wasser, das von der Sensorelementkammer **124** abgeführt worden ist, dazu, zur Außenseite des Gassensors **100** abgeführt zu werden. Wenn die minimale Strömungskanalbreite Y kleiner als oder gleich 2,00 mm ist, ist es selbst dann, wenn das Wasser von außerhalb des Gassensors **100** durch den äußeren Auslass **147a** eindringt, noch weniger wahrscheinlich, dass das Wasser die Elementkammerauslässe **138a** erreicht.

[0037] Ferner bilden in dem Gassensor **100** das erste Element **131** und das zweite Element **135** den Elementkammereinlass **127** derart, dass die Element-seitige Öffnung **129** in der Abwärtsrichtung offen ist. Mit diesem Aufbau ist es, da das Messgegenstandsgas von dem Elementkammereinlass **127**, der durch das erste Element **131** von dem Sensorelement **110** isoliert ist, in die Sensorelementkammer **124** abwärts strömt, selbst dann, wenn Wasser in dem Messgegenstandsgas enthalten ist, weniger wahrscheinlich, dass das Wasser das Sensorelement **110** erreicht.

[0038] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebene Ausführungsform beschränkt und kann selbstverständlich in verschiedenen Modi innerhalb des technischen Umfangs der vorliegenden Erfindung implementiert werden.

[0039] Beispielsweise weist in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform die innere Schutzabdeckung **130** zwei Stufenabschnitte auf (den ersten Stufenabschnitt **137b** und den zweiten Stufenabschnitt **137c**). Alternativ muss die innere Schutzabdeckung **130** keinen Stufenabschnitt aufweisen oder die Anzahl der Stufenabschnitte kann eins oder drei oder mehr betragen. Beispielsweise kann der zweite Stufenabschnitt **137c** weggelassen werden, wie in dem Fall eines Gassensors **200** von **Fig. 8** (später beschrieben), oder der erste Stufenabschnitt **137b** kann weggelassen werden, wie in dem Fall eines Gassensors **400** von **Fig. 10** (später beschrieben). In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird der Abstand zwischen dem ersten Stufenabschnitt **137b** und dem Sensorelement **110** auf den minimalen Abstand XW eingestellt. Alternativ kann der Abstand zwischen dem zweiten Stufenabschnitt **137c** und dem Sensorelement **110** auf den minimalen Abstand

XW eingestellt werden oder der Abstand zwischen dem Sensorelement **110** und einem Abschnitt, der von den Stufenabschnitten verschieden ist, kann auf den minimalen Abstand XW eingestellt werden.

[0040] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform weist der Spitzenendeabschnitt **138** der inneren Schutzabdeckung **130** eine Form auf, derart, dass der Außendurchmesser des Seitenabschnitts **138d** konstant ist und der Seitenabschnitt **138d** und der untere Abschnitt **138e** die gleichen Durchmesser aufweisen. Alternativ kann der Spitzenendeabschnitt **138** eine Form aufweisen, derart, dass sich der Außendurchmesser des Seitenabschnitts **138d** vermindert, wenn er sich dem unteren Abschnitt **138e** annähert, beispielsweise eine invertierte Kegelstumpfform, die in der **Fig. 8** gezeigt ist (später beschrieben). Mit anderen Worten, der Spitzenendeabschnitt **138** der inneren Schutzabdeckung **130** kann einen sich verjüngenden Abschnitt aufweisen.

[0041] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform weist der Spitzenendeabschnitt **146** der äußeren Schutzabdeckung **140** eine mit einem Boden versehene zylindrische Form auf und weist den Seitenabschnitt **146a**, den unteren Abschnitt **146b** und den sich verjüngenden Abschnitt **146c** auf. Alternativ kann der Spitzenendeabschnitt **146** eine zylindrische Form ohne den sich verjüngenden Abschnitt **146c** aufweisen, wie es in der **Fig. 8** (später beschrieben) gezeigt ist.

[0042] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform umfassen die äußeren Einlässe **144a** die horizontalen Löcher **144b** und die vertikalen Löcher **144c**. Alternativ können die äußeren Einlässe **144a** nur irgendeine Art von Loch umfassen. Zusätzlich oder anstelle der horizontalen Löcher **144b** und der vertikalen Löcher **144c** kann ein Eckenloch an einem Eckenabschnitt an der Grenze zwischen dem Seitenabschnitt **143a** und dem Stufenabschnitt **143b** ausgebildet sein. Auch für die Elementkammerauslässe **138a** und den äußeren Auslass **147a** kann oder können jedwedes von einer oder mehreren Art(en) eines horizontalen Lochs, eines vertikalen Lochs und eines Eckenlochs ausgebildet sein. Die äußeren Auslässe **147a** können ein Durchgangsloch umfassen, das an dem sich verjüngenden Abschnitt **146c** bereitgestellt ist. Auch für die Elementkammerauslässe **138a** kann entsprechend ein Durchgangsloch, das an einem sich verjüngenden Abschnitt (beispielsweise einem sich verjüngenden Abschnitt **238d** (später beschrieben)) bereitgestellt ist, ausgebildet sein. Die Elementkammerauslässe **138a**, die äußeren Einlässe **144a** und der äußere Auslass **147a** sind jeweils nicht auf ein Loch beschränkt und sie können ein Spalt zwischen einer Mehrzahl von Elementen sein, welche die Schutzabdeckung **120** bilden, wie dies bei dem Elementkammereinlass **127** der Fall ist, und es ist ausreichend, dass die Anzahl von jedem eins oder mehr ist.

[0043] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist die minimale Strömungskanalbreite Y eine Strömungskanalbreite in der gedachten ringförmigen Ebene **162** mit einer Kegelstumpf-Seitenoberfläche zwischen der äußeren Schutzabdeckung **140** und der inneren Schutzabdeckung **130**; die minimale Strömungskanalbreite Y ist jedoch nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann die Form der gedachten ringförmigen Ebene eine Scheibenform sein oder sie kann eine zylindrische Form sein. Die minimale Strömungskanalbreite Y kann eine Strömungskanalbreite in einer nicht-ringförmigen Ebene sein, die nur durch die äußere Schutzabdeckung **140** oder nur durch die innere Schutzabdeckung **130** umgeben ist.

[0044] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind die vorragenden Abschnitte **136a** auf der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **136** ausgebildet; der Aufbau ist jedoch nicht darauf beschränkt. Es ist ausreichend, dass eine Mehrzahl von vorragenden Abschnitten auf mindestens einer der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **134** und der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **136** derart ausgebildet ist, dass sie zu der anderen Oberfläche vorragen und die andere Oberfläche kontaktieren. In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind, wie es in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt ist, die Außenumfangsoberflächen von Abschnitten, bei denen die vorragenden Abschnitte **136a** in dem zweiten Zylinderabschnitt **136** ausgebildet sind, einwärts ausgespart; der Aufbau ist jedoch nicht darauf beschränkt. Alternativ müssen die Außenumfangsabschnitte nicht ausgespart sein. Die vorragenden Abschnitte **136a** sind nicht auf eine Halbkugelform beschränkt und können jedwede Form aufweisen. Die vorragenden Abschnitte **136a** müssen nicht auf der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **134** oder auf der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **136** ausgebildet sein.

[0045] Die **Fig. 8** ist eine Längsschnittansicht eines Gassensors **200** einer Modifizierung. In der **Fig. 8** sind entsprechende Bezugszeichen den gleichen Komponenten wie diejenigen des Gassensors **100** zugeordnet und eine detaillierte Beschreibung derselben ist weggelassen. Wie es in der **Fig. 8** gezeigt ist, umfasst eine Schutzabdeckung **220** des Gassensors **200** eine innere Schutzabdeckung **230** anstelle der inneren Schutzabdeckung **130** und umfasst eine äußere Schutzabdeckung **240** anstelle der äußeren Schutzabdeckung **140**. Ein zweites Element **235** der inneren Schutzabdeckung **230** weist einen Spitzenendeabschnitt **238** mit einer invertierten Kegelstumpfform und einen Verbindungsabschnitt **237** mit einer Form, bei welcher der zweite Stufenab-

schnitt **137c** weggelassen ist, anstelle des Spitzenendeabschnitts **138** und des Verbindungsabschnitts **137** in der **Fig. 3** auf. Der Spitzenendeabschnitt **238** weist einen unteren Abschnitt **238e**, welcher der untere Abschnitt der inneren Schutzabdeckung **230** ist, und einen sich verjüngenden Abschnitt **238d** auf, dessen Durchmesser sich von dem dritten Zylinderabschnitt **137a** zu dem unteren Abschnitt **238e** vermindert. Der Spitzenendeabschnitt **238** weist einen Elementkammerauslass **238a** auf, der mit der Sensorelementkammer **124** und dem Auslass-seitigen Gasströmungskanal **156** in Verbindung steht und der ein Auslass für das Messgegenstandsgas von der Sensorelementkammer **124** ist. Der Elementkammerauslass **238a** ist ein einzelnes kreisförmiges vertikales Loch, das in der Mitte des unteren Abschnitts **238e** des Spitzenendeabschnitts **238** ausgebildet ist. Die äußere Schutzabdeckung **240** weist einen zylindrischen Abschnitt mit großem Durchmesser **242** mit einem größeren Durchmesser als der Körperabschnitt **143** oberhalb des Körperabschnitts **143** auf. In der äußeren Schutzabdeckung **240** ist nicht der Körperabschnitt **143**, sondern die Innenumfangsoberfläche des Abschnitts mit großem Durchmesser **242** mit dem Gehäuse **102** und dem Abschnitt mit großem Durchmesser **132** in Kontakt. Die äußere Schutzabdeckung **240** weist einen mit einem Boden versehenen, zylindrischen (zylindrischen) Spitzenendeabschnitt **246**, von dem der sich verjüngende Abschnitt **146c** weggelassen ist, anstelle des Spitzenendeabschnitts **146** von **Fig. 3** auf. Der Spitzenendeabschnitt **246** weist einen Seitenabschnitt **246a** mit einer Seitenoberfläche entlang der Mittelachsenrichtung (Oben-unten-Richtung in der **Fig. 8**) der äußeren Schutzabdeckung **240** und dessen Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser des Seitenabschnitts **143a**, und einen unteren Abschnitt **246b**, welcher der untere Abschnitt der äußeren Schutzabdeckung **240** ist, auf. Äußere Auslässe **247a**, die Auslässe für das Messgegenstandsgas zur Außenseite sind, sind an dem Spitzenendeabschnitt **246** ausgebildet. Die äußeren Auslässe **247a** umfassen drei horizontale Löcher **247b** (nur zwei sind in der **Fig. 8** gezeigt), die in gleichen Abständen an dem Seitenabschnitt **246a** des Spitzenendeabschnitts **246** entlang der Umfangsrichtung der äußeren Schutzabdeckung **240** ausgebildet sind, und drei vertikale Löcher **247c** (nur eines ist in der **Fig. 8** gezeigt), die in gleichen Abständen an dem unteren Abschnitt **246b** entlang der Umfangsrichtung der äußeren Schutzabdeckung **240** ausgebildet sind. Die horizontalen Löcher **247b** und die vertikalen Löcher **247c** sind abwechselnd in gleichen Abständen entlang der Umfangsrichtung der äußeren Schutzabdeckung **240** angeordnet und ein Winkel (Phase), der zwischen dem horizontalen Loch **247b** und dem vertikalen Loch **247c**, die benachbart sind, ausgebildet ist, beträgt 60°. In dem Gassensor **200** sowie dem Gassensor **100** ist der Abstand (die Länge einer gedachten Linie **260**, die in der **Fig. 8** gezeigt ist) zwischen dem dritter Zylinderabschnitt 137a-seitigen Ende des ersten Stufenabschnitts **137b** und der Spitzenende-seitigen Kante des Sensorelements **110** der minimale Abstand XW, und die innere Schutzabdeckung **230** ist derart angeordnet, dass der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist. In dem Gassensor **200** ist die Positionsbeziehung zwischen dem Elementkammerauslass **238a** und den äußeren Auslässen **247a** so eingestellt, dass dann, wenn ein gedachtes Licht parallel zu der axialen Richtung von jedem äußeren Auslass **247a** von außerhalb der äußeren Schutzabdeckung **240** zu dem äußeren Auslass **247a** einfällt, das gedachte Licht nicht das Innere des Sensorelementkammer **124** erreicht. Insbesondere ist der Elementkammerauslass **238a** so angeordnet, dass er senkrecht zu den horizontalen Löchern **247b** an dem unteren Abschnitt **238e**, der auf der Seite in der Aufwärtsrichtung in Bezug auf das obere Ende der horizontalen Löcher **247b** angeordnet ist, offen ist, so dass er von einem Bereich abweicht, bei dem das gedachte Licht von den horizontalen Löchern **247b** in den äußeren Auslässen **247a** einfällt. Der Elementkammerauslass **238a** ist so angeordnet, dass er in der gleichen Richtung wie die vertikalen Löcher **247c** der äußeren Auslässe **247a** offen ist, und ist an einer Position angeordnet, die von einem Bereich abweicht, der von den vertikalen Löchern **247c** in der axialen Richtung abweicht, so dass das gedachte Licht, das von jedem vertikalen Loch **247c** eingestrahlt wird, einfällt. In dem Gassensor **200** sind die äußere Schutzabdeckung **240** und die innere Schutzabdeckung **230** so angeordnet, dass die Breite (beispielsweise die Länge einer Linie, die in der **Fig. 8** gezeigt ist) einer gedachten ringförmigen Ebene **262** zwischen einem ringförmigen Abschnitt um den Elementkammerauslass **238a** des unteren Abschnitts **238e** des Spitzenendeabschnitts **238** der inneren Schutzabdeckung **230** und einem Abschnitt, der auf den ringförmigen Abschnitt in dem unteren Abschnitt **246b** der äußeren Schutzabdeckung **240** gerichtet ist, die minimale Strömungskanalbreite Y ist und die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist. Die gedachte ringförmige Ebene **262** weist eine zylindrische Form auf. Auch mit diesem Gassensor **200** werden ähnliche vorteilhafte Effekte mit ähnlichen Eigenschaften wie bei dem vorstehend beschriebenen Gassensor **100** erhalten. Mit anderen Worten, da der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist, sind der Elementkammerauslass **238a** und die äußeren Auslässe **247a** in der vorstehend beschriebenen Positionsbeziehung angeordnet, und da die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist, wird ein Aussetzen des Sensorelements **110** gegenüber Wasser unterdrückt.

[0046] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist der Elementkammereinlass **127** ein zylindrischer Spalt zwischen der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **134** und der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **136**; der Aufbau ist jedoch nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann ein ausgesparter Abschnitt (Rille) auf mindestens einer der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderab-

schnitts und der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts ausgebildet sein, und der Elementkammereinlass kann ein Spalt sein, der durch den ausgesparten Abschnitt zwischen dem ersten Zylinderabschnitt und dem zweiten Zylinderabschnitt gebildet wird. Die **Fig. 9** ist eine Querschnittsansicht, die einen Elementkammereinlass **327** einer Modifizierung zeigt. In der **Fig. 9** sind entsprechende Bezugszeichen den gleichen Komponenten wie diejenigen des Gassensors **100** zugeordnet und eine detaillierte Beschreibung derselben ist weggelassen. Wie es in der **Fig. 9** gezeigt ist, sind die Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **334** und die Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **336** miteinander in Kontakt und eine Mehrzahl von (vier in der **Fig. 9**) ausgesparten Abschnitten **334a** ist in gleichen Abständen auf der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **334** ausgebildet. Der Spalt zwischen den ausgesparten Abschnitten **334a** und der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **336** ist der Elementkammereinlass **327**.

[0047] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist der Elementkammereinlass **127** ein Strömungskanal parallel zu der hinteres Ende-Spitzenende-Richtung des Sensorelements **110** (ein Strömungskanal parallel zu der Oben-unten-Richtung in der **Fig. 3**). Alternativ kann der Elementkammereinlass **127** ein Strömungskanal sein, der in einem Winkel in Bezug auf die Oben-unten-Richtung geneigt ist, so dass er sich dem Sensorelement **110** zur Abwärtsseite annähert. Die **Fig. 10** ist eine Längsschnittansicht eines Gassensors **400** einer Modifizierung in diesem Fall. In der **Fig. 10** sind entsprechende Bezugszeichen den gleichen Komponenten wie diejenigen des Gassensors **100** zugeordnet und eine detaillierte Beschreibung derselben ist weggelassen. Wie es in der **Fig. 10** gezeigt ist, umfasst eine Schutzabdeckung **420** des Gassensors **400** eine innere Schutzabdeckung **430** anstelle der inneren Schutzabdeckung **130**. Die innere Schutzabdeckung **430** umfasst ein erstes Element **431** und ein zweites Element **435**. Das erste Element **431** umfasst verglichen mit dem ersten Element **131** einen zylindrischen Körperabschnitt **434a** und einen zylindrischen ersten Zylinderabschnitt **434b**, dessen Durchmesser sich zu der unteren Seite vermindert, anstelle des ersten Zylinderabschnitts **134**. Der erste Zylinderabschnitt **434b** ist mit dem Körperabschnitt **434a** an dessen oberem Endabschnitt verbunden. Das zweite Element **435** umfasst verglichen mit dem zweiten Element **135** einen zylindrischen zweiten Zylinderabschnitt **436**, dessen Durchmesser sich zu der unteren Seite vermindert, anstelle des zweiten Zylinderabschnitts **136**, und umfasst einen Verbindungsabschnitt **437**, von dem der erste Stufenabschnitt **137b** weggelassen ist, anstelle des Verbindungsabschnitts **137**. Die Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **434b** und die Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **436** sind nicht miteinander in Kontakt und der dazwischen ausgebildete Spalt dient als Elementkammereinlass **427**. Der Elementkammereinlass **427** weist eine äußere Öffnung **428**, die eine Öffnung angrenzend an den Einlass-seitigen Gasströmungskanal **152** ist, und eine Element-seitige Öffnung **429** auf, die eine Öffnung angrenzend an die Sensorelementkammer **124** ist. Der Elementkammereinlass **427** ist ein Strömungskanal, der in Bezug auf die Oben-unten-Richtung geneigt ist, so dass er sich dem Sensorelement **110** zu der unteren Seite gemäß den Formen des ersten Zylinderabschnitts **434b** und des zweiten Zylinderabschnitts **436** annähert (so dass er sich der Mittelachse der inneren Schutzabdeckung **430** annähert). Entsprechend ist die Element-seitige Öffnung **429** in einem Winkel in Bezug auf die Oben-unten-Richtung offen, so dass sie sich dem Sensorelement **110** zu der unteren Seite annähert (vgl. die vergrößerte Ansicht in der **Fig. 10**). Daher stellt der Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **427** einen Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf eine gedachte Ebene P dar, die das untere Ende der Element-seitigen Öffnung **429** umfasst. Daher umfasst der Abschnitt auf der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den Elementkammereinlass **427** nicht das erste Element **431**. Die Ausrichtung der Öffnung der Element-seitigen Öffnung **429** ist die axiale Richtung der Öffnung, die auf der Basis der Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts **434b** und der Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts **436** um die Öffnung bestimmt wird. Eine Öffnungsebene der Element-seitigen Öffnung **429** ist eine Ebene senkrecht zur axialen Richtung der Öffnung. Das Sensorelement **110** ist an einer Position angeordnet, die von einem Bereich verschieden ist, der eine gedachte Verlängerung des Elementkammereinlasses **427** von der Element-seitigen Öffnung **429** ist. Folglich kann eine Situation vermindert werden, bei der das Messgegenstandsgas, das aus der Element-seitigen Öffnung **429** ausgeströmt ist, direkt auf die Oberfläche des Sensorelements **110** auftrifft, und es kann eine Situation vermindert werden, bei der Wasser das Sensorelement **110** über einen Gasstrom erreicht. In dem Gassensor **400** ist der Abstand (die Länge der gedachten Linie **460**, die in der **Fig. 10** gezeigt ist) zwischen dem Verbindungsabschnitt zwischen dem zweiten Zylinderabschnitt **436** und dem dritten Zylinderabschnitt **137a** und der Spitzenende-seitigen Kante des Sensorelements **110** der minimale Abstand XW, und die innere Schutzabdeckung **430** und das Sensorelement **110** sind so angeordnet, dass der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist. In dem Gassensor **400** sowie dem Gassensor **100** sind die äußere Schutzabdeckung **140** und die innere Schutzabdeckung **430** so angeordnet, dass die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0, 67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist. Auch mit diesem Gassensor **400** werden ähnliche vorteilhafte Effekte mit ähnlichen Eigenschaften wie bei dem vorstehend beschriebenen Gassensor **100** erhalten. Mit anderen Worten, da der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist, die Elementkammerauslässe

138a und die äußeren Auslässe **147a** in der vorstehend beschriebenen Positionsbeziehung angeordnet sind und die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist, wird ein Aussetzen des Sensorelements **110** gegenüber Wasser unterdrückt.

[0048] Wenn der Elementkammereinlass **427** ein Strömungskanal ist, der in einem Winkel in Bezug auf die Oben-unten-Richtung geneigt ist, oder wenn die Element-seitige Öffnung **429** in einem Winkel in Bezug auf die Oben-unten-Richtung wie in dem Fall des Gassensors **400** von **Fig. 10** offen ist, ist die Richtung des Strömens des Messgegenstandsgases, das von dem Elementkammereinlass **427** zu der Sensorelementkammer **124** strömt, eine Richtung, die in einem Winkel in Bezug auf die Oben-unten-Richtung geneigt ist. Folglich werden ähnliche vorteilhafte Effekte wie diejenigen des Elementkammereinlasses **127** oder der Element-seitigen Öffnung **129** der vorstehend beschriebenen Ausführungsform erhalten. Mit anderen Worten, da das Messgegenstandsgas von dem Elementkammereinlass **427**, der von dem Sensorelement **110** durch das erste Element **431** isoliert ist, in die Sensorelementkammer **124** abwärts strömt, ist es selbst dann, wenn Wasser in dem Messgegenstandsgas enthalten ist, weniger wahrscheinlich, dass das Wasser das Sensorelement **110** erreicht. In der **Fig. 10** wird die Strömungskanalbreite des Elementkammereinlasses **427** zu der unteren Seite des Sensorelements **110** geringer. Daher ist die Öffnungsfläche der Element-seitigen Öffnung **429** kleiner als die Öffnungsfläche der äußeren Öffnung **428**. Folglich nimmt, wenn das Messgegenstandsgas von der äußeren Öffnung **428** einströmt und aus der Element-seitigen Öffnung **429** ausströmt, die Strömungsgeschwindigkeit des Messgegenstandsgases beim Ausströmen verglichen mit dem Zeitpunkt des Einströmens zu. Daher kann das Ansprechen der Erfassung der Konzentration eines spezifischen Gases verbessert werden. In der **Fig. 10** ist der Elementkammereinlass **427** ein Strömungskanal, der in einem Winkel in Bezug auf die Oben-unten-Richtung geneigt ist, die Element-seitige Öffnung **429** ist in einem Winkel in Bezug auf die Oben-unten-Richtung offen und die Öffnungsfläche der Element-seitigen Öffnung **429** ist kleiner als die Öffnungsfläche der äußeren Öffnung **428**. Alternativ kann eines oder können mehrere dieser drei Merkmale weggelassen werden oder ein Gassensor kann eines oder mehrere dieser drei Merkmale aufweisen.

[0049] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform umfasst die innere Schutzabdeckung **130** zwei Elemente, d.h., das erste Element **131** und das zweite Element **135**. Alternativ können das erste Element **131** und das zweite Element **135** ein integriertes Element sein.

[0050] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform weist das Sensorelement **110** eine rechteckige Form im Querschnitt senkrecht zur Mittelachse auf. Alternativ kann der Querschnitt senkrecht zur Mittelachse eine quadratische Form oder eine Kreisform aufweisen. In diesem Fall ist, da die Größe des Sensorelements **110** in der Breitenrichtung und die Größe des Sensorelements **110** in der Dickenrichtung identisch sind, wenn der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm in dem Querschnitt in der Breitenrichtung ist, der minimale Abstand XH ebenfalls größer als oder gleich 2,64 mm.

[0051] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist die Gaseinlassöffnung **111** an der Spitzenendeoberfläche des Elementkörpers **110b** (der unteren Oberfläche des Elementkörpers **110b** in der **Fig. 3**) offen; der Aufbau ist jedoch nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann die Gaseinlassöffnung **111** an der Seitenoberfläche des Elementkörpers **110b** (der Oberfläche, die sich in der Oben-unten-Richtung erstreckt, des Elementkörpers **110b** in der **Fig. 4**) offen sein.

[0052] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform umfasst das Sensorelement **110** die poröse Schutzschicht **110a**. Alternativ muss das Sensorelement **110** die poröse Schutzschicht **110a** nicht umfassen. In diesem Fall ist die untere Oberfläche des Elementkörpers **110b** die Spitzenendeoberfläche des Sensorelements **110**.

BEISPIELE

[0053] Nachstehend werden spezifische Beispiele eines hergestellten Gassensors als Beispiele beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die folgenden Beispiele beschränkt.

[Beispiel 1]

[0054] Der Gassensor **100**, der in den **Fig. 3** bis **Fig. 7** gezeigt ist, wurde als Beispiel 1 verwendet. Im Beispiel 1 wurde der minimale Abstand XW auf 3,24 mm eingestellt und die minimale Strömungskanalbreite Y wurde auf 1,06 mm eingestellt.

[Beispiele 2 bis 4]

[0055] Das Beispiel 2 war ähnlich wie der Gassensor **100** von Beispiel 1 aufgebaut, mit der Ausnahme, dass die Position des Sensorelements **110** zu der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf die Schutzabdeckung **120** bewegt wurde, so dass der minimale Abstand XW 2,89 mm betrug. Das Beispiel 3 war ähnlich wie der Gassensor **100** von Beispiel 1 aufgebaut, mit der Ausnahme, dass die Position des Sensorelements **110** zu der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf die Schutzabdeckung **120** bewegt wurde, so dass der minimale Abstand XW 2,64 mm betrug, und die Länge des Seitenabschnitts **138d** vergrößert war, so dass die minimale Strömungskanalbreite Y 0,67 mm betrug. Das Beispiel 4 war ähnlich wie der Gassensor **100** von Beispiel 1 aufgebaut, mit der Ausnahme, dass die Position des Sensorelements **110** zu der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf die Schutzabdeckung **120** bewegt wurde, so dass der minimale Abstand XW 2,64 mm betrug, und die Länge des Seitenabschnitts **138d** verringert war, so dass die minimale Strömungskanalbreite Y 2,60 mm betrug.

[Vergleichsbeispiel 1]

[0056] Der Gassensor **200**, der in der **Fig. 8** gezeigt ist, wurde als Vergleichsbeispiel **1** verwendet. Im Vergleichsbeispiel **1** wurde der minimale Abstand XW auf 2,64 mm eingestellt und die minimale Strömungskanalbreite Y wurde auf 2,88 mm eingestellt. Im Vergleichsbeispiel **1** wurde die Position des Sensorelements **110** relativ zu der Schutzabdeckung **220** verglichen mit der **Fig. 8** zu der Seite in der Abwärtsrichtung bewegt, der erste Stufenabschnitt **137b** wurde auf der oberen Seite in Bezug auf die Spitzenendeoberfläche **110c** des Sensorelements **110** bereitgestellt und das dritter Zylinderabschnitt 137a-seitige Ende des ersten Stufenabschnitts **137b** befand sich in einer gedachten Ebene, welche die Spitzenendeoberfläche **110c** des Sensorelements **110** umfasst.

[Vergleichsbeispiele 2 und 3]

[0057] Das Vergleichsbeispiel **2** war ähnlich wie der Gassensor **100** von Beispiel 3 aufgebaut, mit der Ausnahme, dass die Länge des Seitenabschnitts **138d** vergrößert war, so dass die minimale Strömungskanalbreite Y 0,48 mm betrug. Das Beispiel 3 war ähnlich wie der Gassensor **100** von Beispiel 1 aufgebaut, mit der Ausnahme, dass die Position des Sensorelements **110** zu der Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf die Schutzabdeckung **120** bewegt wurde, so dass der minimale Abstand XW 2,46 mm betrug.

[Bewertung des Ausmaßes des Aussetzens gegenüber Wasser]

[0058] Die Vorrichtung zum Testen des Aussetzens gegenüber Wasser, die in der japanischen ungeprüften Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2019-158615 beschrieben ist, wurde zum Bewerten des Ausmaßes des Aussetzens gegenüber Wasser verwendet. Die Vorrichtung zum Testen des Aussetzens gegenüber Wasser umfasst eine Leitung, die im Inneren einen Strömungskanal für Gas aufweist und horizontal und linear angeordnet ist, ein Gebläse, das stromaufwärts von der Leitung angeordnet ist, einen Druckschwankungserzeuger, der auf der Stromabwärtsseite der Leitung angeordnet ist, und eine Kammer, die ein Teil der Leitung zwischen dem Gebläse und dem Druckschwankungserzeuger ist und an der ein Gassensor angebracht ist. Ein Vibrationserzeuger, der Vibrationen auf die Kammer ausübt, ist mit der Kammer verbunden. Mit dieser Vorrichtung zum Testen des Aussetzens gegenüber Wasser kann bewirkt werden, dass Feuchtigkeit durch ein Gas, das ein Abgas von einem Motor simuliert, zu einem Gassensor abgeführt wird. In dem Test des Aussetzens gegenüber Wasser wurde zunächst ein Gassensor innerhalb der Kammer der Vorrichtung zum Testen des Aussetzens gegenüber Wasser in einem Zustand angeordnet, bei dem die Mittelachse des Gassensors senkrecht zur Achse der Leitung war und um 10° in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt war. Dann wurde der Leitung eine vorgegebene Menge Feuchtigkeit zwischen dem Gebläse und der Kammer zugeführt. Anschließend wurde ein Gas (Luft) in die Leitung unter Verwendung des Gebläses zugeführt, durch die Verwendung des Druckschwankungserzeugers wurde bewirkt, dass der Druck des Gases schwankt, und durch den Vibrationserzeuger wurden Vibrationen auf die Kammer ausgeübt. Folglich wird der Leitung zugeführte Feuchtigkeit durch das Gas, dessen Druck schwankt, zu dem Gassensor abgeführt, der innerhalb der Kammer angeordnet ist. In diesem Zustand wurde eine Heizeinrichtung, die in ein Sensorelement einbezogen war, so angesteuert, dass eine Heizeinrichtungsleistung so gesteuert wurde, dass die Temperatur des Sensorelements auf einen vorgegebenen Zielwert zwischen 100 °C und 200 °C eingestellt wurde. Das Ausmaß des Aussetzens des Sensorelements gegenüber Wasser in jedem Gassensor wurde durch Anwenden eines gesteuerten Werts der Heizeinrichtungsleistung zu diesem Zeitpunkt auf eine im Vorhinein abgeleitete Beziehung zwischen einer Heizeinrichtungsleistung und einem Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser erhalten. Es wurde eine Bestimmung durchgeführt, wobei „A (Hervorragend)“ dem Fall zugeordnet wurde, bei dem das

Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser kleiner als oder gleich 10 µL war, „B (Gut)“ dem Fall zugeordnet wurde, bei dem das Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser größer als 10 µL und kleiner als oder gleich 20 µL war, „C (Bestanden)“ dem Fall zugeordnet wurde, bei dem das Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser größer als 20 µL und kleiner als oder gleich 30 µL war, und „F (Versagt)“ dem Fall zugeordnet wurde, bei dem das Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser größer als 30 µL war. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 gezeigt.

[0059] Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, dass dann, wenn der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist, der äußere Auslass und die Elementkammerauslässe so angeordnet sind, dass das vorstehend beschriebene gedachte Licht nicht das Innere der Sensorelementkammer erreicht und die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist, das Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser auf kleiner als oder gleich 30 µL vermindert ist. Es wird auch gefunden, dass das Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser vermindert wird, wenn die minimale Strömungskanalbreite Y sich von einer kleineren Seite 1,06 mm annähert, und dass das Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser vermindert wird, wenn sich die minimale Strömungskanalbreite Y von einer größeren Seite 1,06 mm annähert. Es wird auch gefunden, dass das Ausmaß des Aussetzens gegenüber Wasser vermindert wird, wenn der minimale Abstand XW zunimmt. Aus den vorstehenden Ergebnissen ergibt sich, dass es bevorzugt ist, dass der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,64 mm ist, und dass es mehr bevorzugt ist, dass der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,80 mm ist. Es wird auch gefunden, dass es bevorzugt ist, dass die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist und dass es mehr bevorzugt ist, dass die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,80 mm und kleiner als oder gleich 2,00 mm ist.

[Tabelle 1]

	Minimaler Abstand XW	Eintreten des gedachten Lichts in die Sensorelementkammer	Minimale Strömunnskanalbreite Y	Bewertung
	mm		mm	-
Beispiel 1	3,24	Keines	1,06	A
Beispiel 2	2,89	Keines	1,06	B
Beispiel 3	2,64	Keines	0,67	C
Beispiel 4	2,64	Keines	2,60	C
Vergleichsbeispiel 1	2,64	Keines	2,88	F
Vergleichsbeispiel 2	2,64	Keines	0,48	F
Vergleichsbeispiel 3	2,46	Keines	1,06	F

[0060] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. 2019-183076, die am 3. Oktober 2019 eingereicht worden ist und deren gesamter Inhalt unter Bezugnahme hierin einbezogen ist.

GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

[0061] Die vorliegende Erfindung ist auf einen Gassensor anwendbar, der die Konzentration eines spezifischen Gases, wie z.B. NOx, in einem Messgegenstandsgas, wie z.B. einem Abgas eines Kraftfahrzeugs, erfasst.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2019183076 [0060]

Patentansprüche

1. Gassensor, umfassend:
ein Sensorelement mit einer Gaseinlassöffnung, die ein Messgegenstandsgas einführt, und das eine Konzentration eines spezifischen Gases des Messgegenstandsgases, das von der Gaseinlassöffnung eingeströmt ist, erfassen kann;
eine zylindrische innere Schutzabdeckung, die innerhalb eine Sensorelementkammer aufweist, in der ein Spitzenende des Sensorelements und die Gaseinlassöffnung angeordnet sind, und einen Elementkammereinlass oder mehrere Elementkammereinlässe, der oder die ein Einlass oder Einlässe zu der Sensorelementkammer ist oder sind, und einen Elementkammerauslass oder mehrere Elementkammerauslässe, der oder die ein Auslass oder Auslässe von der Sensorelementkammer ist oder sind, aufweist; und
eine zylindrische äußere Schutzabdeckung, die außerhalb der inneren Schutzabdeckung angeordnet ist und einen äußeren Einlass oder mehrere äußere Einlässe, der oder die ein Einlass oder Einlässe für das Messgegenstandsgas von einer Außenseite ist oder sind, und einen äußeren Auslass oder mehrere äußere Auslässe, der oder die ein Auslass oder Auslässe für das Messgegenstandsgas zu der Außenseite ist oder sind, aufweist, wobei
die äußere Schutzabdeckung und die innere Schutzabdeckung, als Räume zwischen der äußeren Schutzabdeckung und der inneren Schutzabdeckung, einen Einlass-seitigen Gasströmungskanal, der als Strömungskanal für das Messgegenstandsgas zwischen dem einen äußeren Einlass oder den mehreren äußeren Einlässen und dem einen Elementkammereinlass oder den mehreren Elementkammereinlässen wirkt, und einen Auslass-seitigen Gasströmungskanal bilden, der als Strömungskanal für das Messgegenstandsgas zwischen dem einen äußeren Auslass oder den mehrere äußeren Auslässen und dem einen Elementkammerauslass oder den mehreren Elementkammerauslässen wirkt, und der nicht direkt mit dem Einlass-seitigen Gasströmungskanal in Verbindung steht,
wobei ein Querschnitt parallel zu einer Breitenrichtung des Sensorelements entlang einer zentralen Achse des Sensorelements ein Querschnitt in der Breitenrichtung ist, eine Richtung parallel zu einer axialen Richtung der inneren Schutzabdeckung von einem hinteren Ende des Sensorelements zu dem Spitzenende des Sensorelements eine Abwärtsrichtung ist und eine Richtung von dem Spitzenende des Sensorelements zu dem hinteren Ende des Sensorelements eine Aufwärtsrichtung ist, ein minimaler Abstand XW in dem Querschnitt in der Breitenrichtung zwischen dem Sensorelement und einem Abschnitt der inneren Schutzabdeckung auf einer Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe größer als oder gleich 2,64 mm ist, und
der eine Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe und der eine äußere Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe in einer Positionsbeziehung angeordnet sind, dass dann, wenn ein gedachtes Licht parallel zu einer axialen Richtung des äußeren Auslasses von außerhalb der äußeren Schutzabdeckung zu dem äußeren Auslass eingestrahlt wird, das gedachte Licht ein Inneres der Sensorelementkammer nicht erreicht, und eine minimale Strömungskanalbreite Y des Auslass-seitigen Gasströmungskanals größer als oder gleich 0,67 mm und kleiner als oder gleich 2,60 mm ist.

2. Gassensor nach Anspruch 1, wobei
die innere Schutzabdeckung einen zylindrischen ersten Abschnitt, einen zweiten Abschnitt, der auf einer Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den ersten Abschnitt und auf einer Seite in der Abwärtsrichtung in Bezug auf den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe bereitgestellt ist und einen kleineren Innendurchmesser aufweist als der erste Abschnitt, und einen Stufenabschnitt, der den ersten Abschnitt und den zweiten Abschnitt verbindet, umfasst.

3. Gassensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei
die innere Schutzabdeckung einen mit einem Boden versehenen zylindrischen Spitzenendeabschnitt umfasst, und
der eine Elementkammerauslass oder die mehreren Elementkammerauslässe nicht an einem unteren Abschnitt des Spitzenendeabschnitts, sondern an einem Seitenabschnitt des Spitzenendeabschnitts angeordnet ist oder sind.

4. Gassensor nach Anspruch 3, wobei
der eine äußere Auslass oder die mehreren äußeren Auslässe an einem unteren Abschnitt der äußeren Schutzabdeckung angeordnet ist oder sind.

5. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei
der minimale Abstand XW größer als oder gleich 2,80 mm ist.

6. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
die minimale Strömungskanalbreite Y größer als oder gleich 0,80 mm und kleiner als oder gleich 2,00 mm ist.

7. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
die innere Schutzabdeckung ein erstes Element und ein zweites Element aufweist, das erste Element und das zweite Element den einen Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe als Spalt zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element bilden, und
in jedem des einen Elementkammereinlasses oder der mehreren Elementkammereinlässe eine Element-seitige Öffnung, die eine Öffnung angrenzend an die Sensorelementkammer ist, in der Abwärtsrichtung offen ist.

8. Gassensor nach Anspruch 7, wobei
das erste Element einen ersten Zylinderabschnitt aufweist, der das Sensorelement umgibt,
das zweite Element einen zweiten Zylinderabschnitt mit einem größeren Durchmesser als der erste Zylinderabschnitt aufweist, und
der eine Elementkammereinlass oder die mehreren Elementkammereinlässe ein zylindrischer Spalt zwischen einer Außenumfangsoberfläche des ersten Zylinderabschnitts und einer Innenumfangsoberfläche des zweiten Zylinderabschnitts ist oder sind.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

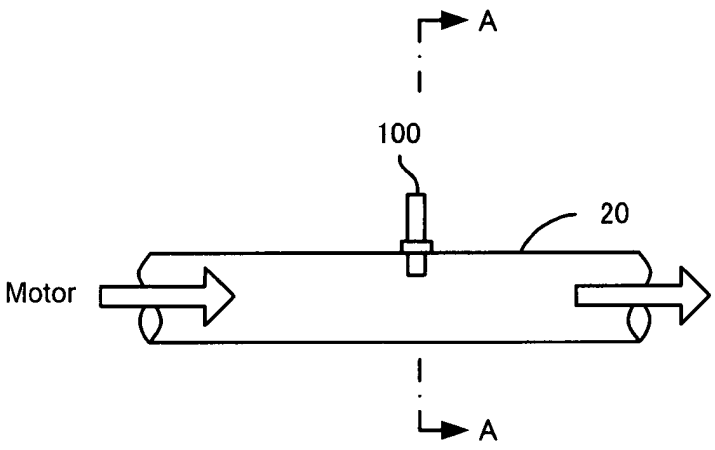


Fig. 2

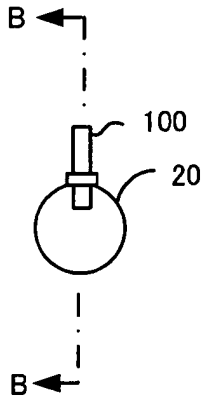


Fig. 3

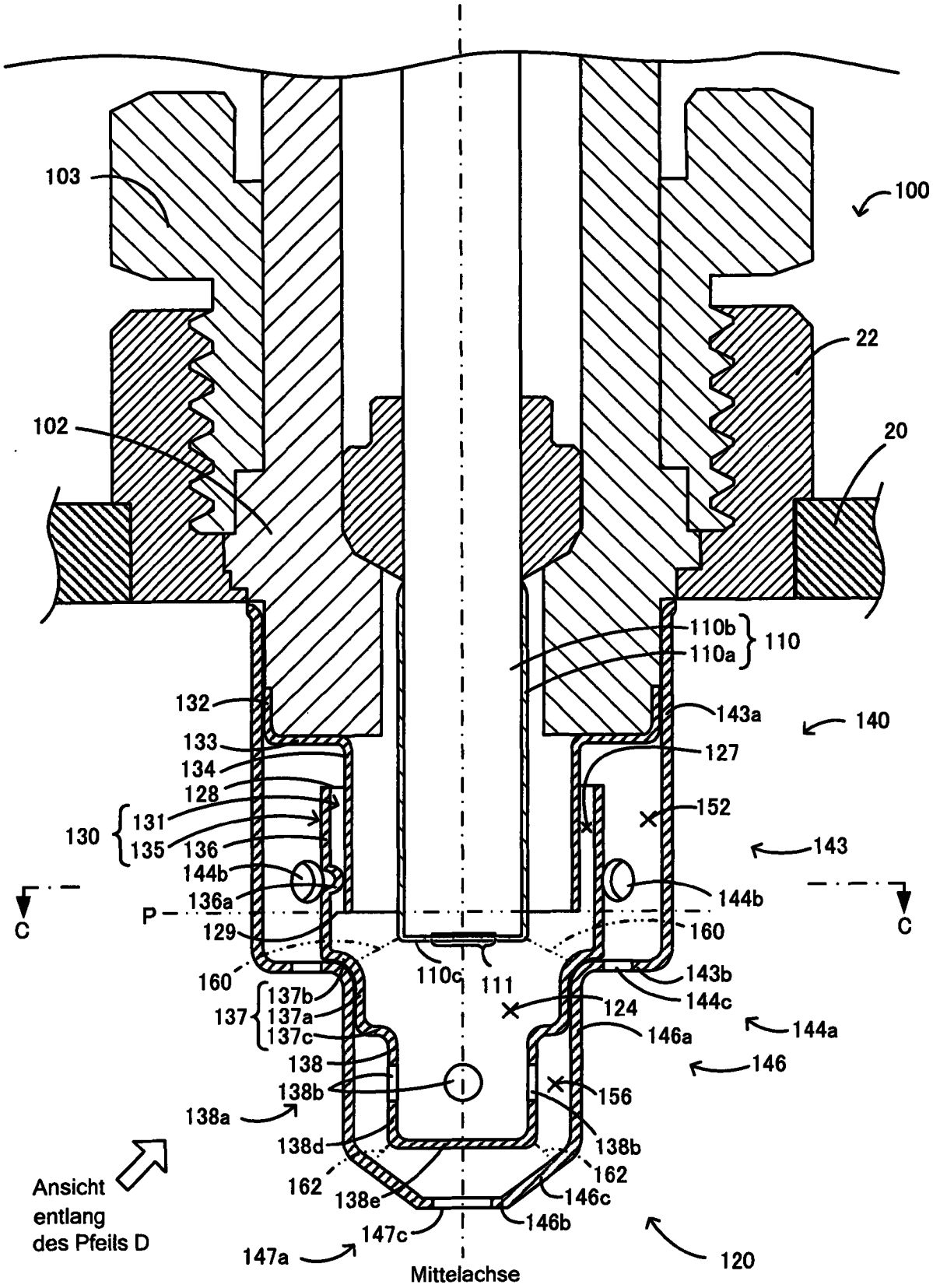

103
100
22
102
20
110b
110a
110
132
143a
140
133
127
134
128
152
130
131
135
136
143
144b
144b
136a
P
C
C
129
160
160
110c
111
143b
137b
137a
137c
137
124
144c
144a
146a
146
138
138b
156
138a
138d
138b
162
162
138e
146c
146b
147c
147a
120
Mittelachse
Ansicht
entlang
des Pfeils D

Fig. 4

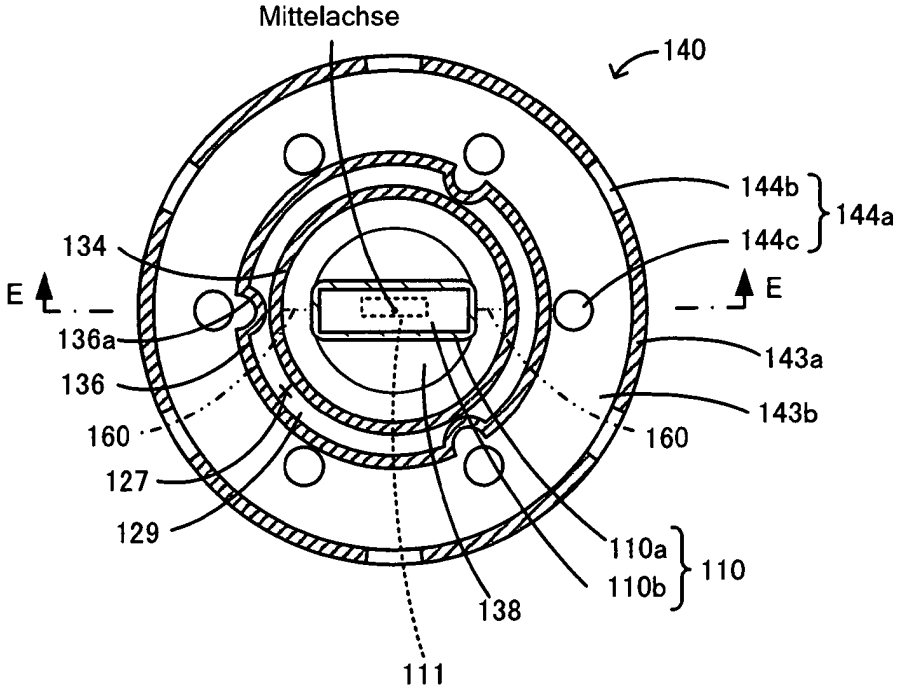

Mittelachse
140
144b
144a
144c
134
E
E
136a
143a
136
143b
160
160
127
129
110a
110b
110
138
111

Fig. 5

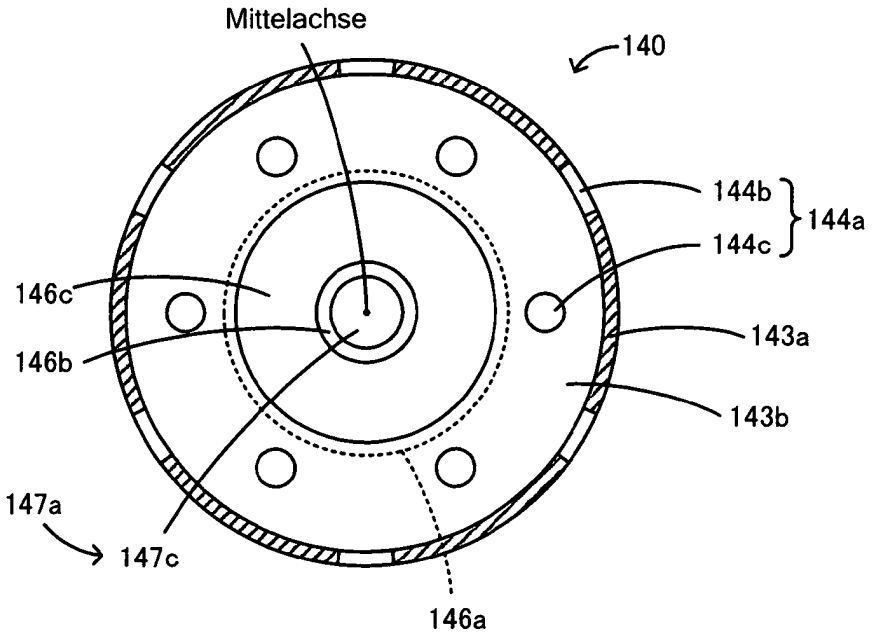

Mittelachse
140
144b
144a
144c
146c
146b
143a
143b
147a
147c
146a

Fig. 6

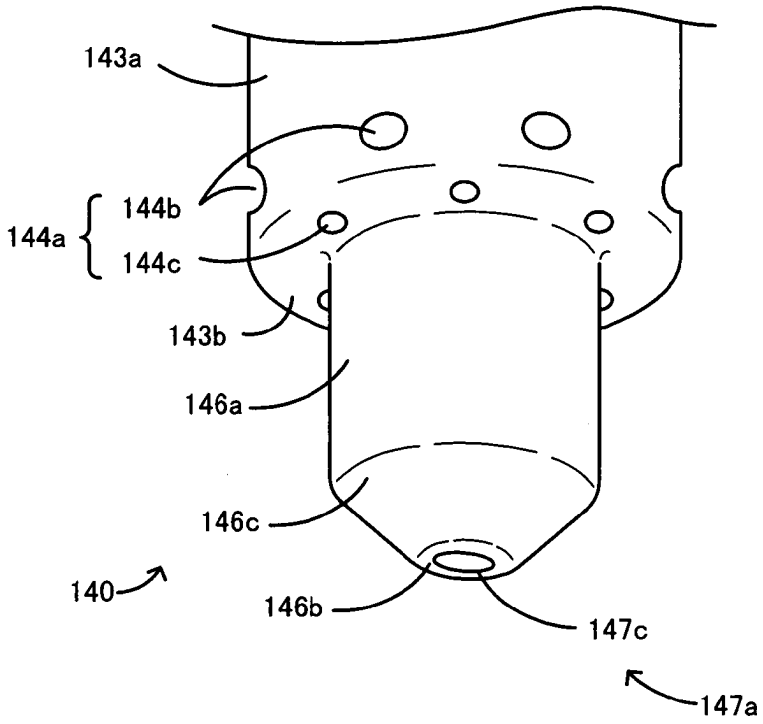


Fig. 7

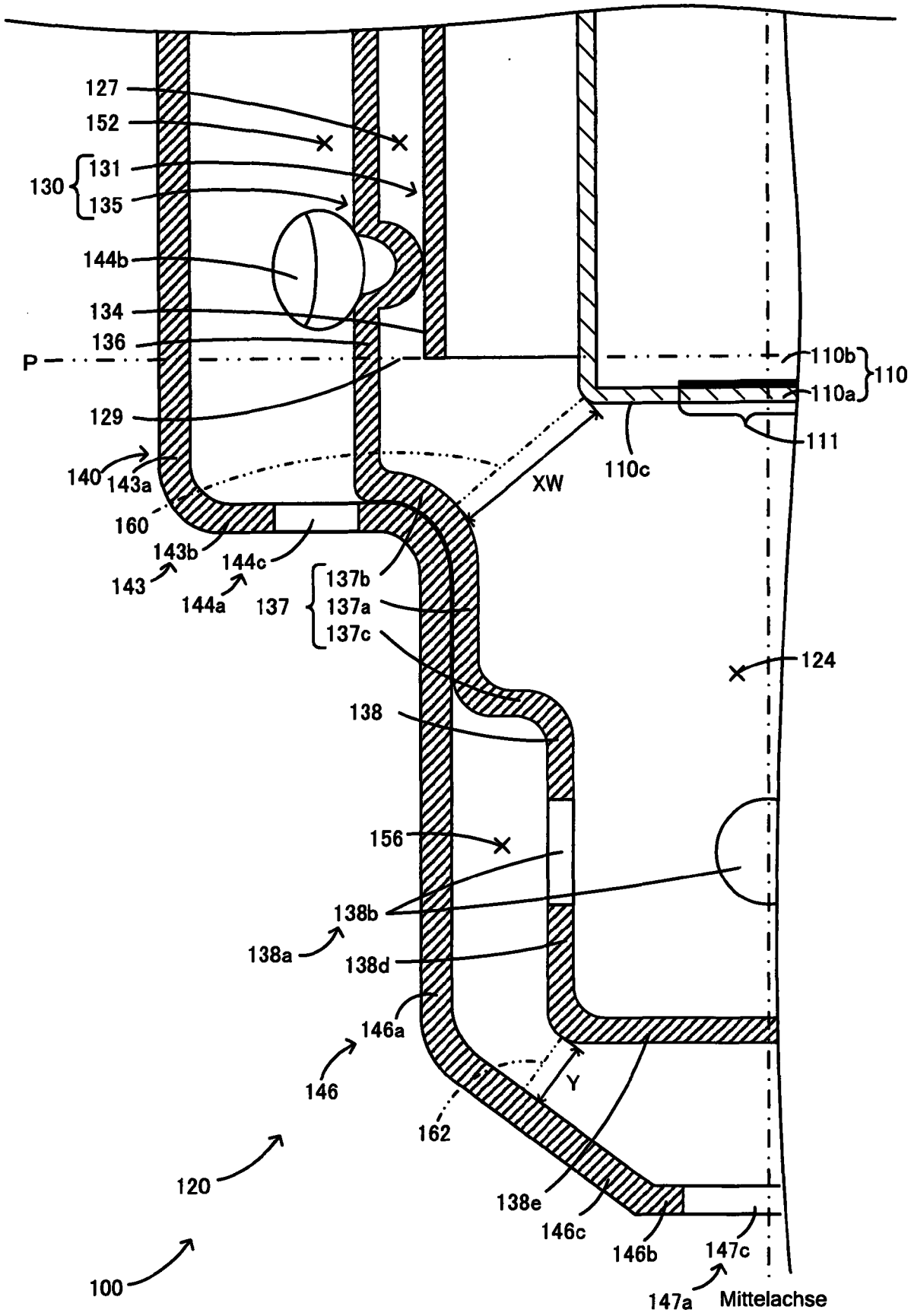

127
152
130
131
135
144b
134
136
P
129
140
143a
160
143b
144c
143
144a
137
137b
137a
137c
138
156
138b
138a
138d
146a
146
162
120
100
138e
146c
146b
147c
147a
Mittelachse
Y
XW
110c
110b
110
110a
111
124

Fig. 8

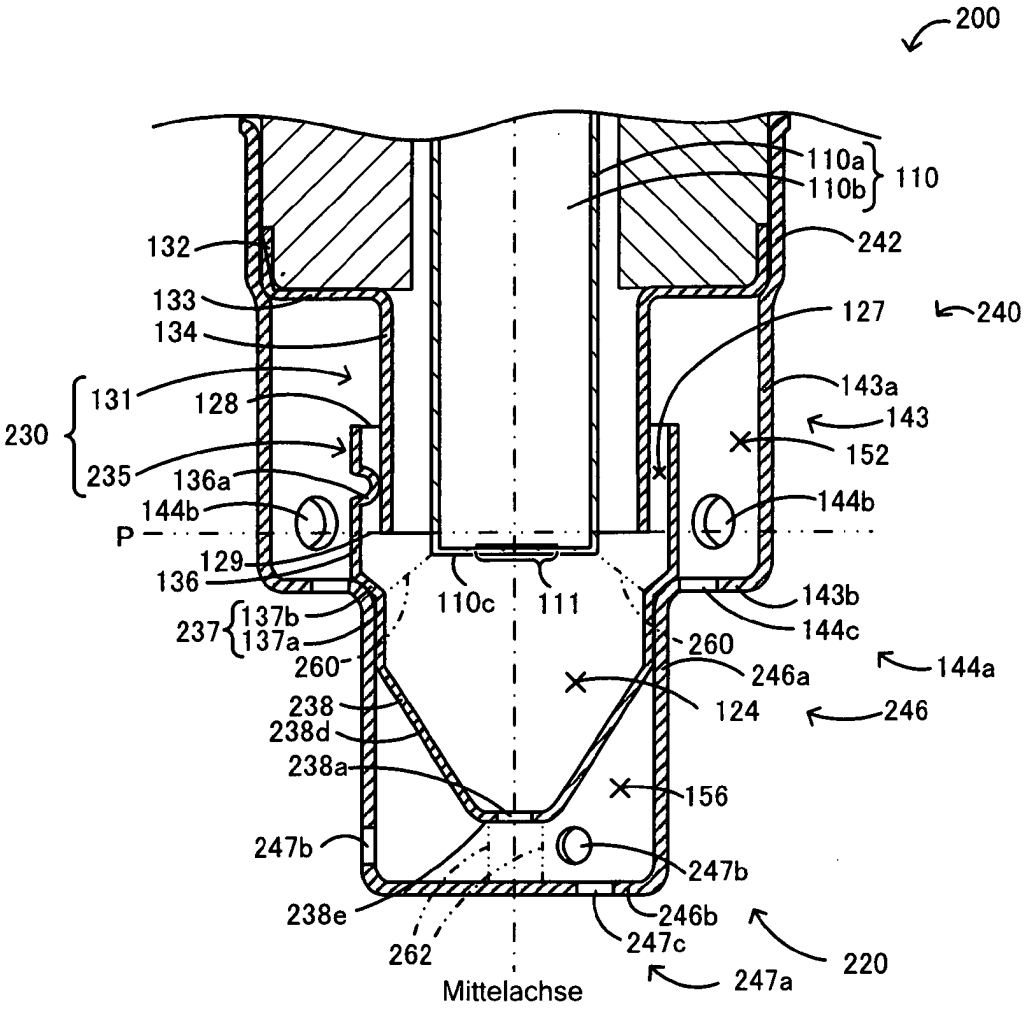

200
110a
110b
110
132
242
133
127
240
134
143a
131
128
143
230
152
235
136a
144b
144b
P
129
136
110c
111
143b
237
137b
137a
144c
260
260
246a
144a
238
124
246
238d
238a
156
247b
247b
238e
246b
262
247c
220
247a
Mittelachse

Fig. 9

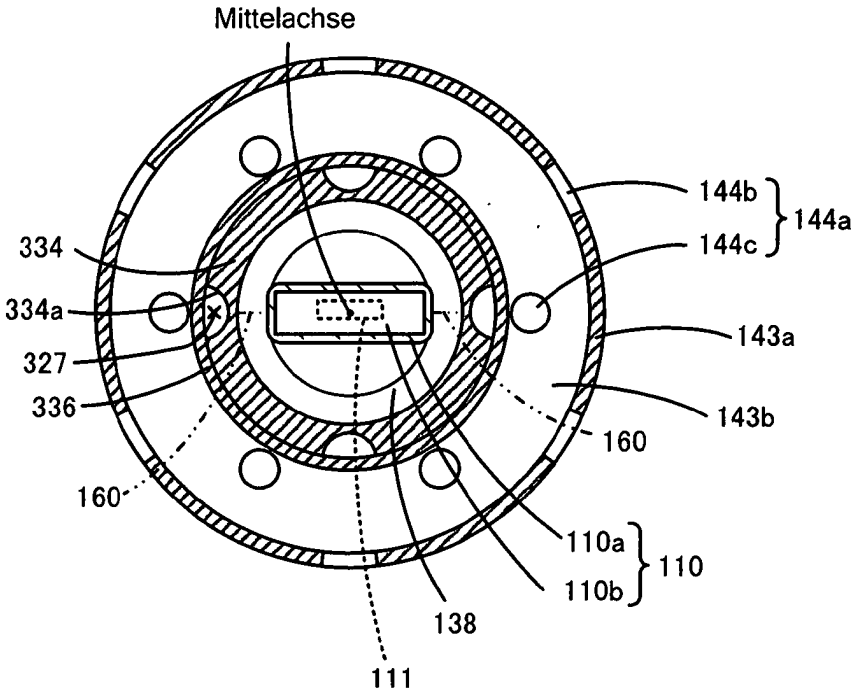
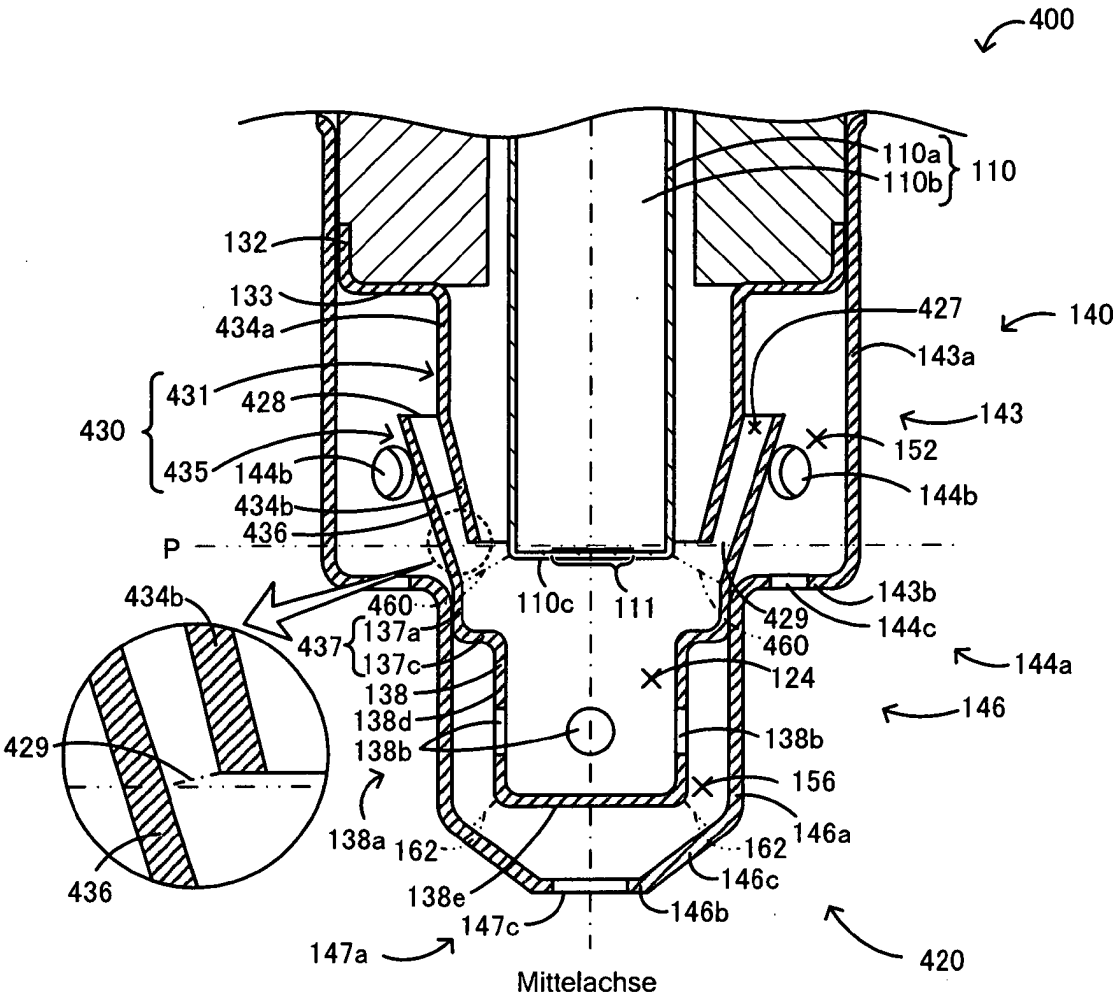

Mittelachse
144b
144a
144c
334
334a
143a
327
336
143b
160
160
110a
110
110b
138
111

Fig. 10



 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve erstellt.