



(10) DE 11 2016 004 257 B4 2024.11.07

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2016 004 257.4
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2016/076567
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2017/047511
(86) PCT-Anmeldetag: 09.09.2016
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 23.03.2017
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 07.06.2018
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 07.11.2024

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

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

2015-184347 17.09.2015 JP
2016-082923 18.04.2016 JP

(73) Patentinhaber:

DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP

(74) Vertreter:

KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE

(72) Erfinder:

Araki, Takashi, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Kimata,
Takehito, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Nakatou,
Mitsunobu, Kariya-city, Aichi-pref., JP

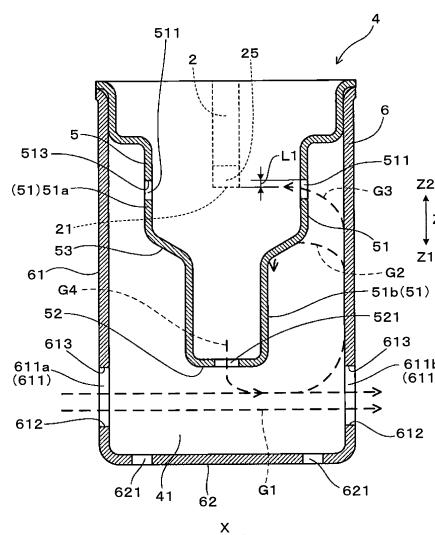
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 348 141	B1
US	2008 / 0 236 248	A1
WO	2014/ 192 945	A1
WO	2015/ 025 924	A1
WO	2015/ 093 488	A1

(54) Bezeichnung: **Gassensor**

(57) Hauptanspruch: Gassensor (1), aufweisend:
ein Sensorelement (2), welches eine spezifische Gaskomponentenkonzentration in einem Gas (G) erfasst, das gemessen wird;
ein Gehäuse (3), welches das Sensorelement (2) aufweist, das in dessen Inneren angeordnet und darin gehalten ist; und
eine Elementabdeckung (4), die an einem Spitzenende (Z1) in einer axialen Richtung (Z) des Gehäuses (3) angeordnet ist;
wobei an einer Spalte (21) des Sensorelements (2) ein Gaseinführteil (25) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, in das Innere des Sensorelements (2) einzuführen; und wobei die Elementabdeckung (4) eine Innenabdeckung (5) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden (52) aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese das Spitzenende (Z1) in der axialen Richtung (Z) des Sensorelements (2) abdeckt, und wobei diese eine Außenabdeckung (6) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden (62) aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese einen Raum (41) ausgebildet, der zu einer Außenseite der Innenabdeckung (5) geöffnet ist,
wobei:

eine Seite (51) der Innenabdeckung (5) mit innenseitigen Strömungslöchern (511) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, zu zirkulieren, und in dem Boden (52) der Innenabdeckung (5) ein Strömungsloch (521) im inneren Boden ...



Beschreibung**Technisches Gebiet**

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Gassensor zum Erfassen einer spezifischen Sauerstoffkonzentration in einem Gas, das gemessen wird.

Stand der Technik

[0002] Es ist ein Gassensor bekannt, welcher in dem Abgassystem einer Maschine mit interner Verbrennung eines Fahrzeugs angeordnet ist, um spezifische Konzentrationen von Sauerstoff- und Stickoxidverbindungen und dergleichen in Gasen zu messen, die in einem Abgas, welches gemessen wird, vorliegen. Zum Beispiel kann der Gassensor mit einem Sensorelement zum Erfassen einer spezifischen Gaskonzentration in dem Gas, das gemessen wird, einem Gehäuse, welches das Sensorelement aufweist, das in dessen Innenumfang eingefügt ist, und einer Elementabdeckung, die an dem Spitzende des Gehäuses angeordnet ist, vorgesehen sein.

[0003] Der Gassensor ist derart konfiguriert, dass das Gas, das gemessen wird, wie beispielsweise Abgas, mit der Oberfläche des Sensorelements in Kontakt kommt. Während eines Niedrigtemperatur-Betriebs und dergleichen einer Maschine mit interner Verbrennung kann Kondenswasser, das produziert wird, wenn Wasserdampf in dem Abgas kondensiert wird, zusammen mit dem Abgas hin zu dem Sensorelement strömen und an der Oberfläche des Sensorelements anhaften. In dieser Hinsicht wird das Sensorelement in einem Zustand mit hoher Temperatur verwendet, um das Festelektrolytmaterial zu aktivieren. Demzufolge kann aufgrund des anhaftenden Kondenswassers, welches eine wasserinduzierte Rissbildung produzieren kann, ein großer thermischer Schock auf das Sensorelement angewendet werden.

[0004] Als eine Gegenmaßnahme gegen eine derartige wasserinduzierte Rissbildung wurde in der PTL 1 zum Beispiel ein Gassensor vorgeschlagen, welcher eine zweischichtige Sensorabdeckung aufweist, die aus einer Innenabdeckung (genauer gesagt einer ersten Schutzeinrichtung), die das Spitzenteil eines Sensorelements abdeckt, welches mit einem Gaseinströmteil vorgesehen ist, und einer Außenabdeckung (genauer gesagt einer zweiten Schutzeinrichtung), welche um die Peripherie der Innenabdeckung herum angeordnet ist, ausgebildet ist. Bei diesem Gassensor sind die Gasströmungslöcher jeweils in der Innenabdeckung und in der Außenabdeckung vorgesehen.

Entgegenhaltungsliste**Patentliteratur**

[0005] PTL 1: JP 2001-74686 A

[0006] WO 2014/192945 A1 offenbart das Folgende: In einem Gassensor ist durch eine innere Schutzabdeckung ein Gasströmungsweg ausgebildet, der in eine Sensorelementkammer mündet, in der eine Gaseinlassöffnung angeordnet ist, und der von der hinteren Endseite des Sensorelements zu dessen vorderer Endseite verläuft, und der Gasströmungsweg entlang des Strömungsweges des Messobjektgases von einem ersten äußeren Gasloch, das in einer äußeren Schutzabdeckung ausgebildet ist, die die Vorderseite des Sensorelements abdeckt, durch die Gaseinführungsöffnung des Sensorelements gebildet wird. Außerdem ist eine elementseitige Öffnung an einer Position ausgebildet, an der der Abstand von der Gaseinlassöffnung zwischen -5 mm und 1,5 mm liegt. Ferner hat die innere Schutzabdeckung ein erstes Element und ein zweites Element, und der Gasströmungsweg ist so ausgebildet, dass er als Spalt zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element dient.

[0007] WO 2015/093488 A1 offenbart das Folgende: Dieser Gassensor ist mit einem Festelektrolyten, einer Gaskammer, einer Standardgaskammer, einer Pumpzelle, einer Überwachungszelle und einer Sensorzelle ausgestattet. Die Raumbreite, W0, der Gaskammer in der Breitenrichtung, W, orthogonal zur Richtung des Gasflusses ist an den Positionen konstant, an denen eine Pumpelektrode, eine Monitorelektrode und eine Sensorelektrode auf dem Festelektrolyten angeordnet sind. Der Betrag der Abweichung, ΔX_1 , der Mittelposition, O2, in der Breitenrichtung, W, des Spals, S, zwischen der Monitorelektrode und der Sensorelektrode in Bezug auf die Mittelposition, O1, der Pumpelektrode in der Breitenrichtung hat die Beziehung $\Delta X_2 \leq 1/4W_1$, wobei W1 die Breite der Pumpelektrode ist. Die Position der Seitenfläche der Monitorelektrode und die Position, ΔY_1 , der Seitenfläche der Sensorelektrode, ausgehend von der Mittelposition, O1, der Pumpelektrode in Breitenrichtung, W, steht in der Beziehung $\Delta Y_1 \leq 1/2W_1$.

[0008] WO 2015/025924 A1 offenbart das Folgende: Es wird ein Gassensor bereitgestellt, der eine Verringerung der Leistungsaufnahme eines Heizers und eine Verkleinerung erreicht, indem eine Pumpzelle und eine Sensorzelle aus einem Festelektrolytkörper, einer Pumpelektrode, einer Sensorelektrode und einer Referenzelektrode konfiguriert werden. Indem das Verhältnis des kürzesten Abstandes zwischen der Pumpelektrode und der Sensorelektrode zur Dicke des Festelektrolytkörpers 3 oder mehr beträgt, können in einem Gassensor die Pump-

zelle und die Sensorzelle aus einem Festelektrolytkörper, der Pumpelektrode, der Sensorelektrode und der Referenzelektrode aufgebaut werden. Daher ist zwischen dem Festelektrolytkörper und dem Heizer nur entweder eine Gaskammer oder eine Referenzkammer vorhanden, wodurch die Abstände zwischen der Pumpzelle und dem Heizer und zwischen der Sensorzelle und dem Heizer reduziert werden können und die Pumpzelle und die Sensorzelle leicht durch den Heizer beheizt werden können.

[0009] US 2008 236248 A1 offenbart das Folgende: Eine Schutzabdeckung eines Gassensors umfasst eine innere Schutzabdeckung, die mindestens einen Endabschnitt eines Sensorelements abdeckt, eine äußere Schutzabdeckung, die die innere Schutzabdeckung abdeckt, und eine Zwischenschutzabdeckung, die zwischen der inneren Schutzabdeckung und der äußeren Schutzabdeckung installiert ist. A1/A2>=1, vorausgesetzt, dass A1 eine Gesamtöffnungsfläche der inneren Gaseinlasslöcher darstellt, die für die innere Schutzabdeckung vorgesehen sind, und A2 eine Gesamtöffnungsfläche der äußeren Gaseinlasslöcher darstellt, die für die äußere Schutzabdeckung vorgesehen sind.

Kurzfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0010] Bei der vorstehenden Konfiguration eines Gassensors kann ein Effekt erwartet werden, dass Wasser daran gehindert wird, das Sensorelement zu beaufschlagen, da die Gasströmungslöcher, die in der Innenabdeckung vorgesehen sind, ausreichend näher an dem Spitzende des Gehäuses positioniert sind als die Spitze des Sensorelements. Da die Positionen der Gasströmungslöcher allerdings exzessiv weit von der Spitze des Elements angeordnet sind, besteht ein Risiko, dass es zu einer Senkung der Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe kommt. Das heißt, dass bei der vorstehenden Konfiguration eines Gassensors das Gas, das gemessen wird, nachdem dieses in das Innere der Innenabdeckung eingeführt wurde, ohne Weiteres direkt über die Gasströmungslöcher abgeführt werden kann, die in der Basis der Innenabdeckung und in der Seitenfläche und dergleichen vorgesehen sind, ohne dass diese durch das Sensorelement erfasst werden. Im Ergebnis besteht ein Risiko, dass die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe gesenkt wird. Das heißt, dass es bei der vorstehenden Konfiguration eines Gassensors schwierig ist, sowohl eine wasserinduzierte Rissbildung zu verhindern als auch eine hohe Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe zu erreichen.

[0011] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, einen Gassensor vorzusehen, welcher eine

wasserinduzierte Rissbildung verhindern kann und eine Verringerung einer Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe unterbinden kann.

Lösung des Problems

[0012] Die obige Aufgabe wird durch einen Gassensor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einen Gassensor mit den Merkmalen des Anspruch 7 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterentwicklungen sind Gegenstand der sich daran anschließenden Ansprüche.

[0013] Ein Gassensor (1) gemäß einem ersten Aspekt bzw. Ausführungsform einer Technik der vorliegenden Offenbarung beinhaltet:

ein Sensorelement (2), welches eine spezifische Gaskomponentenkonzentration in einem Gas erfasst, das gemessen wird;

ein Gehäuse (3), welches das Sensorelement aufweist, das in dessen Inneren angeordnet und darin gehalten ist; und

eine Elementabdeckung (4), die an einem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung des Gehäuses angeordnet ist;

wobei an einer Spitze (21) des Sensorelements ein Gaseinführteil (25) vorgesehen ist, um das Gas, das gemessen wird, in das Innere des Sensorelements einzuführen;

und wobei die Elementabdeckung eine Innenabdeckung (5) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese das Spitzende in der axialen Richtung des Sensorelements abdeckt, und die eine Außenabdeckung (6) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese einen Raum (41) ausgebildet, der zu einer Außenseite der Innenabdeckung geöffnet ist.

[0014] Eine Seite (51) der Innenabdeckung ist mit innenseitigen Strömungslöchern (511) vorgesehen, um das Gas, das gemessen wird, zu zirkulieren, und in dem Boden (52) der Innenabdeckung ist ein Strömungsloch (521) im inneren Boden vorgesehen, um das Gas, das gemessen wird, zu zirkulieren.

[0015] Die Innenabdeckung ist mit einem Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser vorgesehen, das sich nach innen hin zu dem Spitzende in der axialen Richtung verjüngt, und die innenseitigen Strömungslöcher sind näher an einem Basisende (Z2) in der axialen Richtung angeordnet als das Stufenteil mit sich verjüngendem Durchmesser.

[0016] Außenseitige Strömungslöcher (611) sind in der Seite (61) der Außenabdeckung vorgesehen, um das Gas, das gemessen wird, zu zirkulieren.

[0017] Eine Spitzenposition (612) der außenseitigen Strömungslöcher ist näher an dem Spitzende in der axialen Richtung angeordnet als der Boden der Innenabdeckung.

[0018] Ein Abstand (L1) zwischen der Spitze des Sensorelements und einer Basisposition (513) der innenseitigen Strömungslöcher beträgt in Bezug auf eine axiale Richtung (Z) 1,6 mm oder weniger.

[0019] Eine Gesamtlänge (L2) der Innenabdeckung und eine Gesamtlänge (L3) des Stufenteils mit sich verjüngendem Durchmesser und ein Teil der Innenabdeckung (5), das näher an dem Spitzende in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil mit sich verjüngendem Durchmesser, erfüllen in Bezug auf eine axiale Richtung (Z) des Gassensors eine Beziehung von $0,5 \leq L3/L2 \leq 0,7$.

Effekte der Erfindung

[0020] Bei einem Gassensor gemäß der vorliegenden Offenbarung ist ein Gaseinführteil an der Spitze eines Sensorelements vorgesehen, um ein Gas, das gemessen wird, einzuführen, und das Sensorelement wird durch eine Elementabdeckung abgedeckt, die aus einer Innenabdeckung und einer Außenabdeckung besteht. Außerdem sind entsprechende Gasströmungslöcher, die eine vorgeschriften Positionsbeziehung aufweisen, in der Innenabdeckung und in der Außenabdeckung vorgesehen, wobei die Innenabdeckung einen Stufenabschnitt mit sich verjüngendem Durchmesser aufweist. Insbesondere ist ein Abstand L1 in einer axialen Richtung zwischen der Spitze des Sensorelements und einer Basisposition von Gasströmungslöchern in der Innenseitenfläche auf 1,6 mm oder weniger eingestellt. Im Ergebnis kann bei dem vorstehenden Gassensor die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement beaufschlagt, verringert werden, während eine ausreichende Zufuhr des Gases, das gemessen wird, zu dem Gaseinführteil, das an der Spitze des Sensorelements vorgesehen ist, vorgesehen wird. Demzufolge kann bei einem Gassensor gemäß der vorliegenden Offenbarung eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements verhindert werden, während eine Abnahme der Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe unterbunden wird. Bei den Ausführungsformen werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen andere Betriebseffekte und -mechanismen beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass die Bezugszeichen, die in den Ansprüchen und in der Lösung des Problems in Klammern gezeigt sind, Entsprechungsbeziehungen zwischen konkreten Mitteln angeben, die bei den Ausführungsformen bestehen, wie nachfolgend

beschrieben wird. Demzufolge beschränkt die Beschreibung nicht den technischen Umfang der vorliegenden Offenbarung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Es zeigt/es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines Gassensors gemäß der ersten bis vierten Ausführungsformen.

Fig. 2 eine Querschnittsansicht einer Sensorelementabdeckung der ersten Ausführungsform.

Fig. 3 eine Seitenansicht einer Außenabdeckung der ersten bis vierten Ausführungsformen.

Fig. 4 eine Querschnittsansicht, wobei der Schnitt in einer Ebene entlang der Linie IV-IV in **Fig. 3** vorgenommen worden ist.

Fig. 5 eine Querschnittsansicht, wobei der Schnitt in einer Ebene entlang der Linie V-V in **Fig. 3** vorgenommen worden ist.

Fig. 6 eine Draufsicht einer Bodenfläche der Außenabdeckung der ersten bis vierten Ausführungsformen.

Fig. 7 eine Seitenansicht der Innenabdeckung der ersten bis vierten Ausführungsformen.

Fig. 8 eine Querschnittsansicht, wobei der Schnitt in einer Ebene entlang der Linie VIII-VIII in **Fig. 7** vorgenommen worden ist.

Fig. 9 eine Draufsicht einer Bodenfläche der Innenabdeckung der ersten Ausführungsform.

Fig. 10 eine Querschnittsansicht, wobei der Schnitt in einer Ebene entlang der Linie X-X in **Fig. 7** vorgenommen worden ist.

Fig. 11 eine Querschnittsansicht einer Sensorelementabdeckung der zweiten Ausführungsform.

Fig. 12 eine Querschnittsansicht einer Sensorelementabdeckung der dritten Ausführungsform.

Fig. 13 ein konzeptionelles Diagramm eines Verfahrens zum Messen einer Sensor-Antwortzeit bei den ersten bis dritten Versuchsbeispielen.

Fig. 14 ein konzeptionelles Diagramm eines Verfahrens zum Messen einer wasserbeeinflussten Fläche bei den ersten bis dritten Versuchsbeispielen.

Fig. 15A eine Seitenansicht eines Sensorelements, das mit Kohlenstoff überzogen ist, bei dem ersten Versuchsbeispiel.

Fig. 15B eine Seitenansicht eines Sensorelements, nachdem dieses befeuchtet wurde, bei dem ersten Versuchsbeispiel.

Fig. 16A eine Spitzenansicht eines Sensorelements, das mit Kohlenstoff überzogen ist, bei dem ersten Versuchsbeispiel.

Fig. 16B eine Spitzenansicht eines Sensorelements, nachdem dieses befeuchtet wurde, bei dem ersten Versuchsbeispiel.

Fig. 17 ein Diagramm, das die Beziehung zwischen einem Abstand L1 und einer 63 % Antwortzeit und die Beziehung zwischen dem Abstand L1 und einer wasserbeeinflussten Fläche bei dem ersten Versuchsbeispiel zeigt.

Fig. 18 ein Diagramm, das die Beziehung zwischen Φ_1/Φ_2 und der 63 % Antwortzeit und die Beziehung zwischen Φ_1/Φ_2 und der wasserbeeinflussten Fläche bei dem zweiten Versuchsbeispiel zeigt.

Fig. 19 ein Diagramm, das die Beziehung zwischen L3/L2 und der 63 % Antwortzeit und die Beziehung zwischen L3/L2 und der wasserbeeinflussten Fläche bei dem dritten Versuchsbeispiel zeigt.

Fig. 20 eine Querschnittsansicht in einer axialen Richtung eines Sensorelements der vierten Ausführungsform.

Fig. 21 eine Querschnittsansicht, wobei der Schnitt in einer Ebene vorgenommen worden ist, die durch die Pfeile XXI-XXI in **Fig. 20** angegeben ist.

Fig. 22 eine Querschnittsansicht, wobei der Schnitt in einer Ebene vorgenommen worden ist, die durch die Pfeile XXII-XXII in **Fig. 20** angegeben ist.

Fig. 23 eine Querschnittsansicht einer Gassensorelementabdeckung der vierten Ausführungsform.

Fig. 24 ein konzeptionelles Diagramm eines Verfahrens zum Messen einer Temperaturvariation der Sensorelektroden bei dem vierten Versuchsbeispiel.

Fig. 25 ein Diagramm, das die Beziehung zwischen einer verstrichenen Zeit t und einer Temperatur Ts der Sensorelektrode bei dem vierten Versuchsbeispiel zeigt.

Fig. 26 ein Diagramm, das eine Temperaturvariation ΔT_s einer Sensorelektrode eines Sensors A und eines Sensors B zeigt.

Fig. 27 eine erweiterte Teilquerschnittsansicht eines Gassensors, bei welchem die Basisposition von Strömungslöchern in der Seitenfläche in der Innenabdeckung näher an dem Basi-

sende angeordnet ist als die Spitzenposition einer Pumpelektrode.

Beschreibung der Ausführungsformen

Erste Ausführungsform

[0022] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis 10 wird eine Ausführungsform eines Gassensors beschrieben werden. In der folgenden Beschreibung bezeichnet „Spitzenende in der axialen Richtung“ ein Ende des Gassensors in Bezug auf eine axiale Richtung Z, welches das Ende ist, das zu dem Gas, das gemessen wird, freigelegt ist. Außerdem bezeichnet „Basisende in der axialen Richtung“ das gegenüberliegende Ende.

[0023] Wie in **Fig. 1** gezeigt wird, besteht der Gasensor 1 aus einem Sensorelement 2, welches die Konzentration eines spezifischen Gases in dem Gas, das gemessen wird, erfasst, einem Gehäuse 3, welches das Sensorelement 2 hält, das in sein Inneres eingefügt ist, und einer Elementabdeckung 4, die an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung des Gehäuses 3 angeordnet ist. An der Spitze 21 des Sensorelements 2 ist ein Gaseinführteil 25 vorgesehen, um das Gas, das gemessen wird, in das Innere des Sensorelements 2 einzuführen. Die Elementabdeckung 4 weist eine Innenabdeckung 5 und eine Außenabdeckung 6 auf, wobei die Innenabdeckung 5 aus einer zylindrischen Form mit einem Boden besteht und derart angeordnet ist, dass diese den Rand (nachfolgend als die Spitze des Sensorelements 2 bezeichnet) des Spitzenendes Z1 in der axialen Richtung des Sensorelements 2 abdeckt, wobei die Außenabdeckung 6 aus einer zylindrischen Form mit einem Boden besteht und mit einem Raum 41 an der Außenseite der Innenabdeckung 5 angeordnet ist.

[0024] Wie in den **Fig. 1** und 2 gezeigt wird, sind innenseitige Strömungslöcher 511, durch welche das Gas, das gemessen wird, zirkulieren kann, in der Seite 51 der Innenabdeckung 5 ausgebildet, und ein Strömungslöch 521 im inneren Boden ist in dem Boden 52 der Innenabdeckung 5 ausgebildet, durch welches das Gas, das gemessen wird, zirkulieren kann. Ein Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser ist in der Innenabdeckung 5 vorgesehen, welches sich hinsichtlich eines Durchmessers hin zu dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung verjüngt, und innenseitige Strömungslöcher 511 sind in der Innenabdeckung 5 vorgesehen, die näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser. Außerdem sind außenseitige Strömungslöcher 611 in der Seite 61 der Außenabdeckung 6 vorgesehen, durch welche das Gas, das gemessen wird, zirkulieren kann, wobei die außenseitigen Strömungslöcher 611 näher an dem Spitzen-

ende Z1 in der axialen Richtung angeordnet sind als der Boden 52 der Innenabdeckung 5.

[0025] Außerdem wird bei dem Gassensor 1 der Abstand L1 entlang der axialen Richtung Z zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 derart hergestellt, dass dieser 1,6 mm oder weniger beträgt, wie in **Fig. 2** gezeigt wird. Es ist zu beachten, dass die Positionsbeziehung zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 derart arrangiert sein kann, dass die Spitze 21 des Sensorelements 2 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511, wie in **Fig. 2** gezeigt wird. Außerdem kann die Spitze 21 des Sensorelements 2 näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung angeordnet sein als die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511, obwohl dies in dem Diagramm nicht näher dargestellt wird. Das heißt, dass es ausreichend ist, falls der Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 derart hergestellt ist, dass dieser 1,6 mm oder weniger beträgt. Es wäre gleichermaßen möglich, dass entweder die Spitze 21 des Sensorelements 2 oder die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist. Im Folgenden wird eine detailliertere Beschreibung des Gassensors 1 der vorliegenden Ausführungsform angegeben werden.

[0026] Wie in **Fig. 1** gezeigt wird, ist der Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform ein NOx-Sensor zur Verwendung bei Fahrzeugen, in einem Automobil und dergleichen, der dazu eingesetzt wird, die Konzentrationen von O₂ und NOx in dem Abgas zu messen. Der Gassensor 1 weist ein NOx-Sensorelement als das Sensorelement 2 auf, welches die Konzentration von NOx auf Grundlage eines Stroms, der zwischen (in den Zeichnungen nicht näher dargestellten) Elektroden strömt, oder einer Spannung, die zwischen den Elektroden produziert wird, welche von der Konzentration von NOx in dem Abgas abhängen, erfasst. Das Sensorelement 2 weist eine verlängerte plattenförmige Form auf und beinhaltet ein Gaseinführteil 25, das aus einem porösen Keramikmaterial ausgebildet ist, das in Bezug auf die axiale Richtung Z an der Spitze 21 angeordnet ist. Das Gas, das gemessen wird, wird ausgehend von dem Gaseinführteil 25 in das Innere des Sensorelements 2 eingeführt. Genauer gesagt kann das Gaseinführteil 25 in der axialen Richtung an der Oberfläche der Spitze des langen plattenförmigen Sensorelements 2 ausgebildet sein. Eine (in der Zeichnung nicht näher dargestellte) Heizvorrichtung ist an der Position vorgesehen, an der die (in den Zeichnungen nicht näher dargestellten) Elektroden

des Sensorelements 2 angeordnet sind, und das Sensorelement 2 wird durch eine elektrische Leistung erwärmt, die der Heizvorrichtung zugeführt wird. Es ist zu beachten, dass es gleichermaßen möglich wäre, dass das Sensorelement 2 ein A/F-Sensorelement ist. In diesem Fall würde der Gassensor 1 als ein A/F-Sensor verwendet werden, der ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis erfasst.

[0027] Bei dem Gassensor 1 ist das Sensorelement 2 gehalten, wobei dieses innerhalb eines ersten Isolators 11 eingefügt ist. Außerdem ist der erste Isolator 11 in dem Gehäuse 3 gehalten.

[0028] Eine Basisendabdeckung 14 ist an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung des Gehäuses 3 gehalten, das den Basisabschnitt des Basisendes Z2 in der axialen Richtung des Sensorelements 2 (der nachfolgend als der Basisendabschnitt des Sensorelements 2 bezeichnet wird) abdeckt. Die Basisendabdeckung 14 ist mit Zirkulationslöchern 141 zum Einführen von Luft vorgesehen. Außerdem ist die Öffnung an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung der Basisendabdeckung 14 (Basisendöffnung) durch ein Dichtungsbauteil 15 verschlossen, wobei dieses aus einer Gummimuffe oder dergleichen hergestellt ist. Eine Mehrzahl von Anschlussbauteilen 16 wird durch das Dichtungsbauteil 15 eingefügt, das extern verbunden ist.

[0029] Ein zweiter Isolator 12 ist in dem Inneren der Basisendabdeckung 14 angeordnet, wobei diese das Basisteil des Sensorelements 2 abdeckt. In dem zweiten Isolator 12 sind Metallanschlüsse 18 angeordnet, die mit den Anschlussbauteilen 16 verbunden sind. Die Metallanschlüsse 18 stehen mit den Elektrodenanschlüssen des Sensorelements 2 in Kontakt, um eine elektrische Leitung vorzusehen.

[0030] Wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt wird, ist an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung des Gehäuses 3 eine Elementabdeckung 4 vorgesehen, um das Sensorelement 2 zu schützen. Die Elementabdeckung 4 ist aus einer Innenabdeckung 5 und einer Außenabdeckung 6 hergestellt, wobei die Innenabdeckung 5 mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgebildet ist und einen Boden aufweist, und die Spitze 21 des Sensorelements 2 abdeckt, während die Außenabdeckung 6 mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgebildet ist und einen Boden aufweist, und zu dem Äußeren der Innenabdeckung 5 geöffnet ist, wobei die Innenabdeckung 5 und die Außenabdeckung 6 durch einen Raum 41 getrennt sind. Die Innenabdeckung 5 ist an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung des Gehäuses 3 angebracht. Außerdem ist die Außenabdeckung 6 an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung der Innenabdeckung 5 angebracht. Es ist zu beachten, dass es nicht wesentlich ist, dass die Außenabdeckung 6 mit einer im Wesentlichen

zylindrischen Form ausgebildet ist, die einen Boden aufweist, und es wäre gleichermaßen möglich, dass die Außenabdeckung 6 mit einer elliptischen rohrförmigen Form, die einen Boden aufweist, oder einer polygonalen rohrförmigen Form, die einen Boden aufweist, ausgebildet ist. Beispiele einer derartigen polygonalen rohrförmigen Form beinhalten eine dreieckige rohrförmige Form, die einen Boden aufweist, eine quadratische rohrförmige Form, die einen Boden aufweist, eine sechseckige rohrförmige Form, die einen Boden aufweist, und dergleichen.

[0031] Wie in den **Fig.** 2 bis 6 gezeigt wird, weist die Außenabdeckung 6 eine Seite 61 mit zylindrischer Form und einen Boden 62 auf, welcher das Spitzende Z1 in der axialen Richtung verschließt. Eine Mehrzahl von außenseitigen Strömungslöchern 611 ist umfangsmäßig mit vorgeschriebenen Intervallen in der Seite 61 der Außenabdeckung 6 vorgesehen. Diese außenseitigen Strömungslöcher 611 sind kreisförmig geformte Löcher und weisen jeweils einen zueinander identischen Durchmesser vor und diese sind in der Seite 61 der Außenabdeckung 6 an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung ausgebildet. Außerdem sind die außenseitigen Strömungslöcher 611 in rechten Winkeln zu der axialen Richtung Z, die konzentrisch zu der Mittelachse des Gassensors 1 angeordnet ist, koaxial in einer Ebene angeordnet. Das heißt, dass die außenseitigen Strömungslöcher 611 entlang der axialen Richtung Z jeweils an der gleichen Position angeordnet sind.

[0032] Eine Mehrzahl von Strömungslöchern 621 im äußeren Boden ist in dem Boden 62 der Außenabdeckung 6 vorgesehen. Diese Strömungslöcher 621 im äußeren Boden sind kreisförmig geformte Löcher und weisen jeweils einen zueinander identischen Durchmesser vor und diese öffnen sich mit vorgeschriebenen Intervallen voneinander, die in Bezug auf die Mittenposition des scheibenförmigen Bodens 62 der Außenabdeckung 6 konzentrisch angeordnet sind. In den **Fig.** 5 und 6 ist die axiale Richtung Z eine Richtung in rechten Winkeln zu der Oberfläche des Papiers der Zeichnung, während die Seite, die in den Zeichnungen gezeigt wird, das Spitzende Z1 in der axialen Richtung ist, und die (in den Zeichnungen nicht näher dargestellte) Rückseite ist das Basisende Z2 in der axialen Richtung. Dies gilt auch für die **Fig.** 9 und 10, die nachfolgend beschrieben werden. Die Strömungslöcher 621 im äußeren Boden und die außenseitigen Strömungslöcher 611 könnten als andere als die vorstehend beschriebenen kreisförmig geformten Löcher ausgebildet sein, d. h. diese könnten wie geeignet zu polygonal geformten Löchern wie beispielsweise dreieckigen Löchern, rechteckigen Löchern, sechseckigen Löchern oder elliptischen Löchern oder Löchern mit einer nicht strukturierten Form und dergleichen abgeändert werden.

[0033] Wie in den **Fig.** 2 und 7 bis 10 gezeigt wird, weist die Innenabdeckung 5 die folgenden Teile auf, wie diese aufeinanderfolgend ausgehend von dem Basisende Z2 in der axialen Richtung betrachtet werden. Genauer gesagt weist die Innenabdeckung 5 eine erste Seitenoberfläche 51a, welche sich mit unverändertem Durchmesser entlang der axialen Richtung Z erstreckt, ein Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser, dessen Durchmesser sich hin zu dem Spitzenden Z1 in der axialen Richtung verjüngt, eine zweite Seitenoberfläche 51b, welche sich mit unverändertem Durchmesser entlang der axialen Richtung Z erstreckt, und einen Boden 52, welcher das Spitzende Z1 in der axialen Richtung verschließt, auf. In der ersten Seitenoberfläche 51a der Innenabdeckung 5, die näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung positioniert ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser, ist eine Mehrzahl von innenseitigen Strömungslöchern 511 ausgebildet. Die innenseitigen Strömungslöcher 511 sind kreisförmig geformte Löcher und weisen jeweils einen zueinander identischen Durchmesser vor. Die innenseitigen Strömungslöcher 511 sind in einer Ebene, die in rechten Winkeln zu der axialen Richtung Z vorliegt, in Bezug auf die Mittelachse des Gassensors 1 konzentrisch angeordnet. Das heißt, dass die innenseitigen Strömungslöcher 511 entlang der axialen Richtung Z jeweils an der gleichen Position angeordnet sind. Ein Strömungsloch 521 im inneren Boden ist in dem Boden 52 der Innenabdeckung 5 vorgesehen. Das Strömungsloch 521 im inneren Boden ist ebenfalls ein kreisförmig geformtes Loch. Das Strömungsloch 521 im inneren Boden und die innenseitigen Strömungslöcher 511 sind nicht, wie vorstehend beschrieben, auf die kreisförmig geformten Löcher beschränkt, und könnten wie geeignet zu polygonal geformten Löchern wie beispielsweise dreieckigen Löchern, rechteckigen Löchern, sechseckigen Löchern oder elliptischen Löchern oder Löchern mit einer nicht strukturierten Form und dergleichen abgeändert werden.

[0034] Bei der Elementabdeckung 4 ist die Spitzposition 612 der außenseitigen Strömungslöcher 611 näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet als der Boden 52 der Innenabdeckung 5, wie in **Fig.** 2 gezeigt wird. Außerdem ist bei der vorliegenden Ausführungsform die Basisposition 613 der außenseitigen Strömungslöcher 611 in Bezug auf die axiale Richtung Z mit der Position des Bodens 52 der Innenabdeckung 5 identisch angeordnet. Außerdem wird bei dem Gassensor 1 der Abstand L1 entlang der axialen Richtung Z zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 in dem Gaseinführteil 25 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 derart hergestellt, dass dieser 1,6 mm oder weniger beträgt, wie in den **Fig.** 1 und 2 gezeigt wird.

[0035] Nun werden Betriebsaspekte und -mechanismen des Gassensors 1 der vorliegenden Ausführungsform beschrieben werden. Wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt wird, ist bei dem Gassensor 1 ein Sensorelement 2, das an dessen Spitze ein Gaseinführteil 25 aufweist, um ein Gas, das gemessen wird, einzuführen, durch eine Elementabdeckung 4 abgedeckt, welche aus einer Innenabdeckung 5 und einer Außenabdeckung 6 ausgebildet ist. Die Strömungsrichtungen des Abgases, welches das Gas ist, das gemessen wird, werden durch die Pfeile G1 bis G4 mit gestrichelter Linie in **Fig. 2** angegeben.

[0036] Wie durch den Pfeil G1 mit gestrichelter Linie in **Fig. 2** gezeigt wird, wird das Abgas durch ein Strömungsloch 611a, welches in Bezug auf die Strömungsrichtung des Abgases an der Position, die am weitesten stromaufwärts angeordnet ist, der Mehrzahl von außenseitigen Strömungslöchern 611 angeordnet ist, die in der Seite 61 der Außenabdeckung 6 vorgesehen sind, in das Innere des Gassensors 1 eingeführt. Das Abgas wird nachfolgend durch ein Strömungsloch 611b, welches sich an der Position befindet, die am weitesten stromabwärts angeordnet ist, zu dem Äußeren abgeführt. Zu diesem Zeitpunkt stößt ein Teil des Abgases, welches in den Raum 41 zwischen der Innenabdeckung 5 und der Außenabdeckung 6 eingeführt worden ist, mit der Innenseitenfläche der Außenabdeckung 6 zusammen, wie durch die Pfeile G2, G3 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. Das Abgas wird anschließend nach oben hin zu dem Basisende Z2 in der axialen Richtung gezogen. Allerdings weist bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Innenabdeckung 5 ein Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser auf, wie vorstehend beschrieben wird. Aus diesem Grund stößt ein Teil der Feuchtigkeit, die in dem Abgas enthalten ist, das nach oben gezogen wird, mit dem Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser zusammen, wie durch den Pfeil G2 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. Im Ergebnis wird diese Feuchtigkeit hin zu dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung rückgeführt und aus dem Strömungsloch 611b abgeführt. Auf diese Weise wird bei dem Gassensor 1 verhindert, dass Wasser das Sensorelement 2 beaufschlägt (es kann eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 verhindert werden).

[0037] Andererseits wird ein Teil des Abgases, das nach oben gezogen wird, durch die innenseitigen Strömungslöcher 511, die in der Seite der Innenabdeckung 5 vorgesehen sind, in das Innere der Innenabdeckung 5 eingeführt, wie durch den Pfeil G3 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. In dieser Hinsicht wird der Abstand L1 entlang der axialen Richtung Z zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 in dem Gaseinführteil 25 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 derart eingestellt, dass dieser 1,6 mm oder weniger beträgt. Aus

diesem Grund kann der Bereich des Kontakts zwischen dem Sensorelement 2 und der Feuchtigkeit, die durch die innenseitigen Strömungslöcher 511 in das Innere des Innenabdeckung 5 eingeführt wird, derart hergestellt werden, dass dieser klein bzw. gering ist. Im Ergebnis kann bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Menge an Feuchtigkeitsschaden an dem Sensorelement 2 gering gehalten werden, und eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 kann verhindert werden. Außerdem strömt das Abgas an der Umgebung der Spitze 21 des Sensorelements 2 vorbei, welche mit dem Gaseinführteil 25 vorgesehen ist, wie durch den Pfeil G3 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. Überdies wird das Abgas aus dem Strömungsloch 521 im inneren Boden abgeführt, wie durch den Pfeil G4 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. Im Ergebnis wird bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Gasaustauschfähigkeit nahe der Spitze 21 des Sensorelements 2, die mit dem Gaseinführteil 25 vorgesehen ist, gut, und eine Abnahme der Ansprechempfindlichkeit des Sensorausgabesignals kann unterbunden werden.

[0038] Außerdem sind die Basisposition 613 der außenseitigen Strömungslöcher 611 und der Boden 52 in Bezug auf die axiale Richtung Z an der gleichen Position angeordnet, wie in **Fig. 2** gezeigt wird. Die Basisposition 613 der außenseitigen Strömungslöcher 611 ist vorzugsweise auf diese Weise an der gleichen Position wie der Boden 52 der Innenabdeckung 5 angeordnet oder näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung angeordnet als der Boden 52. In dem Fall kann eine Erhöhung der Strömungsrate des Abgases, das durch das Strömungsloch 521 im inneren Boden, das in dem Boden 52 der Innenabdeckung 5 vorgesehen ist, zu dem Äußeren (Raum 41) abgeführt wird, erreicht werden, wie durch den Pfeil G4 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. Im Ergebnis wird bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Gasaustauschfähigkeit in dem Inneren der Innenabdeckung 5 erhöht, und die Ansprechempfindlichkeit des Sensorausgabesignals wird weiter gesteigert.

[0039] Außerdem sind Strömungslöcher 621 im äußeren Boden vorzugsweise in dem Boden 62 der Außenabdeckung 6 vorgesehen, wie in den **Fig. 1** bis **5** gezeigt wird. In diesem Fall kann in dem Inneren der Außenabdeckung 6 mittels einer Differenz hinsichtlich von Strömungsgeschwindigkeiten zwischen dem Abgas, das zu dem Äußeren der Außenabdeckung 6 strömt, und dem Abgas, das in dem Inneren der Außenabdeckung 6 strömt, ein Unterdruck produziert werden, falls zum Beispiel das Spitzenende Z1 in der axialen Richtung des Gassensors 1 in dem Abgasdurchlass angeordnet ist. Genauer gesagt kann aufgrund der Differenz zwischen der Strömungsgeschwindigkeit des Abgases, das näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung

strömt, als der Boden 62 der Außenabdeckung 6 angeordnet ist, und der Strömungsgeschwindigkeit des Abgases, das in dem Inneren der Außenabdeckung 6 strömt, in dem Inneren der Außenabdeckung 6 ein Unterdruck erreicht werden. Im Ergebnis kann die Strömungsgeschwindigkeit des Gases in dem Inneren der Außenabdeckung 6 erhöht werden. Demzufolge kann bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Gas austauschfähigkeit nicht nur in dem Inneren der Außenabdeckung 6 erhöht werden, sondern auch in dem Inneren der Innenabdeckung 5. Die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe wird dabei weiter gesteigert. Überdies wird in diesem Fall Wasser abgeführt, ohne dass dieses sich auf dem Boden 62 der Außenabdeckung 6 sammelt. Im Ergebnis kann die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, weiter verringert werden. Aufgrund dessen kann eine wasserinduzierte Rissbildung bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform weiter verhindert werden.

[0040] Bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform kann eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 verhindert werden und eine Senkung der Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe kann unterbunden werden, wie vorstehend beschrieben wird.

Zweite Ausführungsform

[0041] Als nächstes wird eine zweite Ausführungsform eines Gassensors beschrieben werden, bei welcher ein Verhältnis Φ_1/Φ_2 des Außendurchmessers Φ_1 der Innenabdeckung 5 zu dem Innendurchmesser Φ_2 der Außenabdeckung 6 angepasst wurde. Bezugszeichen, die bei der zweiten und nachfolgenden Ausführungsformen verwendet werden, sind die gleichen wie die, welche bei der ersten Ausführungsform verwendet werden, und die Bestandteilelemente sind die gleichen wie die der ersten Ausführungsform, sofern dies nicht anderweitig angegeben ist.

[0042] Bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform erfüllen der Außendurchmesser Φ_1 der Innenabdeckung 5 und der Innendurchmesser Φ_2 der Außenabdeckung 6 in einem Teil der Innenabdeckung 5, das näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser der Innenabdeckung 5, wie in **Fig. 11** gezeigt wird, den folgenden Ausdruck [1]:

$$0,15 \leq \Phi_1/\Phi_2 \leq 0,5 \quad [1]$$

[0043] Hierbei beinhaltet der Bereich, der näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem

Durchmesser, nicht das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser selbst.

[0044] Wenn der Außendurchmesser Φ_1 der Innenabdeckung 5 und der Innendurchmesser Φ_2 der Außenabdeckung 6 den vorstehenden Ausdruck [1] erfüllen, wird in der radialen Richtung X des Gassensors 1 eine geeignete Menge an Zwischenraum zwischen der Innenabdeckung 5 und der Außenabdeckung 6 vorgesehen. Aus diesem Grund wird die Feuchtigkeit in dem Abgas, das nach oben gezogen wird, durch das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser ohne Weiteres zu dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung rückgeführt, wie durch den Pfeil G2 mit gestrichelter Linie in **Fig. 11** gezeigt wird. Im Ergebnis kann bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beeinflusst, weiter verringert werden, und eine wasserinduzierte Rissbildung kann weiter verhindert werden. Außerdem wird die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases, das ausgehend von den innenseitigen Strömungslöchern 511 in das Innere der Innenabdeckung 5 eingeführt wird und nahe an der Spitze 21 des Sensorelements 2 strömt, dann weiter erhöht, wie durch den Pfeil G3 mit gestrichelter Linie gezeigt wird, falls der vorstehende Ausdruck [1] erfüllt wird. Überdies kann eine exzessive Verringerung der Größe des Strömungslochs 521 im inneren Boden verhindert werden, da es ermöglicht wird zu vermeiden, dass die Fläche des Bodens 52 der Innenabdeckung 5 klein hergestellt wird. Im Ergebnis kann bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform eine Senkung der Strömungsrate des Abgases, das aus dem Strömungsloch 521 im inneren Boden (Pfeil G4 mit gestrichelter Linie) abgeführt wird, verhindert werden. Auch unter den vorstehenden Aspekten kann bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe weiter gesteigert werden.

[0045] Bei der vorliegenden Ausführungsform können die vorstehenden Effekte erreicht werden, falls die Elementabdeckung 4 einen Abschnitt aufweist, welcher den vorstehenden Ausdruck [1] erfüllt, und näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser. Vorzugsweise sollte bei der Elementabdeckung 4 in dem gesamten Bereich, der näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser, der vorgegebene Ausdruck [1] erfüllt sein. In diesem Fall kann die Menge an Feuchtigkeit, welche das Sensorelement 2 beeinflusst, weiter vermindert werden und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe kann weiter gesteigert werden. Es ist zu beachten, dass bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform überdies die gleichen Betriebseffekte erhalten werden wie bei der ersten Ausführungsform, da die

gleiche Konfiguration wie bei der ersten Ausführungsform verwendet werden kann.

Dritte Ausführungsform

[0046] Als nächstes wird eine dritte Ausführungsform eines Gassensors beschrieben werden, bei welcher eine Anpassung des Verhältnisses (L3/L2) durchgeführt wird, wobei L3 die Gesamtlänge des Stufenteils 53 mit sich verjüngendem Durchmesser und des Teils der Innenabdeckung 5, das näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit verringertem Durchmesser, und L2 die Gesamtlänge der Innenabdeckung 5 ist. Bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform erfüllen die Gesamtlänge L3 der Länge des Stufenteils 53 mit sich verjüngendem Durchmesser und des Teils der Innenabdeckung 5, das in Bezug auf die axiale Richtung Z näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser, und die Gesamtlänge L2 der Innenabdeckung, wie in **Fig. 12** gezeigt wird, den folgenden Ausdruck [2]:

$$0,5 \leq L3/L2 \leq 0,7 \quad [2]$$

[0047] Wie in **Fig. 12** gezeigt wird, ist die Gesamtlänge L2 der Innenabdeckung 5 die Länge entlang der axialen Richtung Z des Bereichs der Innenabdeckung 5, der dem Raum 41 entspricht, der zwischen der Innenabdeckung 5 und der Außenabdeckung 6 ausgebildet ist. Außerdem ist die Länge des Stufenteils 53 mit sich verjüngendem Durchmesser die Länge entlang der axialen Richtung Z ausgehend von dem Startteil 531 mit sich verjüngendem Durchmesser zu dem Endteil 532 mit sich verjüngendem Durchmesser. Die Länge des Teils der Innenabdeckung 5, das näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als das Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser, ist die Länge entlang der axialen Richtung Z ausgehend von dem Endteil 532 mit sich verjüngendem Durchmesser zu dem Boden 52 der Innenabdeckung 5, welche nicht die Länge des Stufenteils 53 mit sich verjüngendem Durchmesser beinhaltet. Demzufolge ist die vorstehende Gesamtlänge L3 die Länge in Bezug auf die axiale Richtung Z des Teils der Innenabdeckung 5 ausgehend von dem Startteil 531 mit sich verjüngendem Durchmesser des Stufenteils 53 mit sich verjüngendem Durchmesser zu dem Boden 52 der Innenabdeckung 5.

[0048] Wenn die vorstehend vorgeschriebene Beziehung (Ausdruck [2]) zwischen der Länge L2 und der Länge L3 erfüllt ist, wie vorstehend beschrieben, dann ist zwischen der Innenabdeckung 5 und der Außenabdeckung 6 entlang der axialen Richtung Z des Gassensors 1 ein geeigneter Zwischenraum vorgesehen. Im Ergebnis wird die Feuchtigkeit auf-

grund des Stufenteils 53 mit sich verjüngendem Durchmesser ohne Weiteres hin zu dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung rückgeführt, selbst wenn die Feuchtigkeit, die in dem Abgas enthalten ist, mit der Innenwand (Innenseite) des Außenabdeckung 6 zusammenstößt und nach oben hin zu dem Basisende Z2 in der axialen Richtung gezogen wird, wie durch den Pfeil G3 mit gestrichelter Linie in **Fig. 12** gezeigt wird. Außerdem wird die Feuchtigkeit nach oben hin zu dem Basisende Z2 in der axialen Richtung gezogen, wenn die Feuchtigkeit, die in dem Abgas enthalten ist, das durch die außenseitigen Strömungslöcher 611 geströmt ist, mit der zweiten Seitenoberfläche 51b der Innenabdeckung 5 zusammenstößt, wie durch den Pfeil G5 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. Allerdings wird die Menge an Feuchtigkeit, die mit der zweiten Seitenoberfläche 51b zusammenstößt, verringert, falls die vorstehend vorgeschriebene Beziehung (Ausdruck [2]) erfüllt ist. Im Ergebnis wird die Menge an Feuchtigkeit, die nach oben hin zu dem Basisende Z2 in der axialen Richtung gezogen wird, verringert. Aufgrund dessen kann bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, weiter verringert werden, und eine wasserinduzierte Rissbildung kann weiter verhindert werden.

[0049] Außerdem kann das Volumen des Inneren der Innenabdeckung 5 klein hergestellt werden, falls die vorstehend vorgeschriebene Beziehung (Ausdruck [2]) erfüllt ist. Aus diesem Grund wird hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeit des Abgases, das aus den innenseitigen Strömungslöchern 511 in das Innere der Innenabdeckung 5 strömt und nahe an der Spitze 21 des Sensorelements 2 strömt, eine Erhöhung erhalten. Die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe des Gassensors 1 der vorliegenden Ausführungsform wird dadurch weiter gesteigert.

[0050] Bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform werden die gleichen Betriebseffekte erhalten wie bei den ersten und zweiten Ausführungsformen, da die gleiche Konfiguration wie bei den ersten und zweiten Ausführungsformen verwendet werden kann. Es ist am ehesten vorzuziehen, die Konfigurationen der ersten bis dritten Ausführungsformen zu kombinieren. Das heißt es ist am ehesten vorzuziehen, dass die Elementabdeckung 4 des Gassensors 1 die folgenden Bedingungen [a] bis [c] erfüllt:

[a]: Der Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Richtung der Z-Achse beträgt 1,6 mm oder weniger.

[b]: Der Außendurchmesser $\Phi 1$ der Innenabdeckung 5 und der Innendurchmesser $\Phi 2$ der Außenabdeckung 6 erfüllen in dem Teil der

Innenabdeckung 5, das sich ausgehend von dem Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser zu dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung erstreckt, den Ausdruck [1] ($0,15 \leq \Phi_1/\Phi_2 \leq 0,5$).

[c]: Die Summe L3 der Längen des Stufenteils 53 mit sich verjüngendem Durchmesser und des Teils der Innenabdeckung 5, das sich ausgehend von dem Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser zu dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung erstreckt, sowie die Gesamtlänge L2 der Innenabdeckung 5 erfüllen den Ausdruck [2] ($0,5 \leq L3/L2 \leq 0,7$).

[0051] In diesem Fall kann eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelementes 2 weiter verhindert werden und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe kann weiter erhöht werden.

Erstes Versuchsbeispiel

[0052] Bei einem ersten Versuchsbeispiel wurden die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe und die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, bei einer Mehrzahl von Gassensoren, die jeweils bei der ersten Ausführungsform gezeigt sind, die jeweils unterschiedliche Werte für den Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Richtung der Z-Achse aufweisen, ausgewertet. Die erste Ausführungsform ist bei dem Fall eines Gassensors (NOx-Sensors) beschrieben worden, der ein NOx-Sensorelement aufweist, allerdings wurden bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel und nachfolgenden Versuchsbeispielen Gassensoren (A/F-Sensoren) verwendet, die A/F-Sensorelemente aufweisen, und diese wurden auf Grundlage einer Ansprechempfindlichkeit auf das A/F-Verhältnis ausgewertet. Der Grund dafür ist, dass ein A/F-Sensor stärker durch Veränderungen hinsichtlich der Elementabdeckung 4 beeinflusst wird als ein NOx-Sensor. Abgesehen von Differenzen hinsichtlich der Art des Sensorelements 2 ist die Konfiguration eines Gassensors, der bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel verwendet wird, die gleiche wie bei der ersten Ausführungsform. Sofern nicht anderweitig angegeben, bezeichnen die Bezugszeichen, die bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel und nachfolgenden Versuchsbeispielen verwendet werden, die gleichen Elemente wie bei der vorstehenden ersten Ausführungsform.

63 % Antwortzeit (T63)

[0053] Die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe wurde ausgewertet, wie im Folgenden beschrieben wird, indem die 63 % Antwortzeit gemessen wurde. Genauer gesagt wird zunächst der Gassensor, welcher der Gegenstand des Versuchs ist, an einem Abgasrohr 72 angebracht, das

an eine Dieselmashine 71 gekoppelt ist, wie in **Fig. 13** gezeigt wird. Als nächstes wird eine (in den Zeichnungen nicht näher dargestellte) Heizvorrichtung, die in das Sensorelement 2 des Gassensors 1 eingebaut ist, erwärmt und der Gassensor 1 wird betrieben, indem zwischen (in den Zeichnungen nicht näher dargestellten) Elektroden, die in das Sensorelement 2 eingebaut sind, eine Spannung angelegt wird (vergleiche **Fig. 1**). Außerdem wird bewirkt, dass Abgas mit einer Gasströmungsgeschwindigkeit von 15 m/s in dem Abgasrohr 72 strömt, indem die Dieselmashine 71 betrieben wird, wie in **Fig. 13** gezeigt wird. Die Ausgabe von dem Gassensor 1 wurde durch einen Rechner 773, der extern über eine Erfassungsschaltung 771 verbunden war, während die Zeit verstrich, gemessen. Die Zeit, die verstrich, bis das A/F-Verhältnis sich von 30 zu 40 veränderte, wurde als die Zeit (63 % Antwortzeit) gemessen, die erforderlich ist, damit sich die Gassensorausgabe um 63 % verändert. Bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel wurde bei einer Mehrzahl von Gassensoren 1, die jeweils unterschiedliche Werte für den Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Richtung der Z-Achse aufweisen, die 63 % Antwortzeit gemessen (vergleiche **Fig. 2**). Als nächstes wurden die Werte für die 63 % Antwortzeit der anderen Gassensoren als relative Werte in Bezug auf 1 ausgedrückt, indem die 63 % Antwortzeit des Gassensors, für welchen der Abstand L1 0 mm ($L1 = 0$ mm) ist, als 1 eingestellt wurde. Die Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben werden, so wie diese in **Fig. 17** gezeigt sind.

Wasserbeeinflusste Fläche

[0054] Wie im Folgenden beschrieben wird, wurde die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, ausgewertet, indem die wasserbeeinflusste Fläche gemessen wird. Zunächst wurden die Seiten und die Spitzenfläche des plattenförmigen Sensorelements 2 mit Kohlenstoff beschichtet, um das Sensorelement 2 dadurch in einer dunklen Farbe einzufärben (vergleiche die **Fig. 15A** und **16A**). Unter Verwendung dieses Sensorelements 2 wurde anschließend ein Gassensor 1 vorbereitet, der die gleiche Konfiguration aufweist wie bei der ersten Ausführungsform (vergleiche **Fig. 1**). Als nächstes wurden, wie in **Fig. 14** gezeigt wird, der Gassensor 1 und eine Wassersprühstrahldüse 75 innerhalb eines Rohrs 74 angebracht. Die Installationspositionen des Gassensors 1 und die Wassersprühstrahldüse 75 wurden derart angepasst, dass die außenseitigen Strömungslöcher 611 in der Außenabdeckung 6 des Gassensors 1 und dem Einspritzanschluss 751 der Wassersprühstrahldüse 75 an der gleichen Höhe angeordnet waren (vergleiche die **Fig. 1, 2** und **14**). Das Rohr 74 war an ein Heizrohr 76 gekoppelt, das eine eingebaute

Heizvorrichtung 761 aufweist. Anschließend war eine Luft A mit einer Temperatur von 280 °C mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 12,6 m/s aus dem Heizrohr 76 zu dem Inneren des Rohrs 74 durchgeströmt. Außerdem wurden 5-mal in einem Zustand mit einer Temperatur von 200 °C des Sensorelements 2 in dem Inneren des Gassensors 1,0,2 ml Wasser W eingesprührt. Danach wurden die Seiten und die Spitzenfläche des Sensorelements 2 untersucht. Falls Wasser das Sensorelement 2 beaufschlägt hat, dann wird Kohlenstoff sich von den Bereichen ablösen, welche das Wasser beaufschlägt hat, wie in den **Fig.** 15B und 16B gezeigt wird, und die Farbe dieser Bereiche wird sich von schwarz zu grau oder weiß verändern. Die Fläche dieser Bereiche (von welchen sich der Kohlenstoff abgelöst hat) wird durch Bildanalyse gemessen. Diese Fläche ist die wasserbeeinflusste Fläche. Bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel wurden bei jedem einer Mehrzahl von Gassensoren 1, die jeweils unterschiedliche Werte für den Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Richtung der Z-Achse aufweisen, die wasserbeeinflussten Flächen gemessen. Als nächstes wurden die Werte für die wasserbeeinflussten Fläche der anderen Gassensoren als relative Werte in Bezug auf 1 ausgedrückt, indem die wasserbeeinflusste Fläche des Gassensors, für welchen der Abstand L1 0 mm (L1 = 0 mm) ist, als 1 eingestellt wird. Die Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben werden, so wie diese in **Fig.** 17 gezeigt sind.

[0055] Die 63 % Antwortzeiten und die wasserbeeinflussten Flächen, die in **Fig.** 17 gezeigt wurden, sind Werte, die anhand von gemessenen Werten, die unter Verwendung von fünf Gassensoren erhalten wurden, berechnet wurden. Genauer gesagt zeigt **Fig.** 17 Durchschnitte von berechneten Werten als Zeichnungspunkte, wobei maximale und minimale Werte durch Fehlerbalken angegeben sind. Dies ist auch bei den **Fig.** 18 und 19 der Fall, die nachfolgend beschrieben werden. Der Abstand L1, der in **Fig.** 17 gezeigt wird, wird als positive (+) Werte dargestellt, wenn die Spitze 21 des Sensorelements 2 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung positioniert ist als die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511, und wird als negative (-) Werte dargestellt, wenn die Spitze 21 des Sensorelements 2 an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung positioniert ist (vergleiche **Fig.** 2).

[0056] Wenn der Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Richtung der Z-Achse innerhalb von 1,6 mm ($-1,6 \text{ mm} \leq L1 \leq +1,6 \text{ mm}$) liegt, dann wird die 63 % Antwortzeit kurz und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe wird erhöht, wie in **Fig.** 17 gezeigt wird. Außerdem wird die wasserbeeinflusste Fläche in diesem Fall

ebenfalls klein. Aus diesem Grund wird die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlägt, gering, und eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 kann verhindert werden. Andererseits wird die 63 % Antwortzeit dann im Wesentlichen erhöht und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe gesenkt, falls der Abstand L1 von 1,6 mm verändert wird und die Spitze 21 des Sensorelements 2 näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung positioniert ist als die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 (der Fall, bei welchem $-1,6 \text{ mm} > L1$). Außerdem wird die 63 % Antwortzeit dann erhöht und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe gesenkt, falls der Abstand L1 von 1,6 mm verändert wird und die Spitze 21 des Sensorelements 2 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung positioniert ist als die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 (der Fall, bei welchem $+1,6 \text{ mm} < L1$). Überdies wird in diesem Fall die wasserbeeinflusste Fläche im Wesentlichen erhöht und eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 wird erleichtert. Demzufolge beträgt der Abstand L1 vorzugsweise zwischen $\pm 1,6 \text{ mm}$ ($-1,6 \text{ mm} \leq L1 \leq +1,6 \text{ mm}$). Unter den Aspekten, eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 weiter zu verhindern und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe weiter zu erhöhen, liegt der Abstand L1 vorzugsweise innerhalb von $\pm 1,3 \text{ mm}$ ($-1,3 \text{ mm} \leq L1 \leq +1,3 \text{ mm}$) und sollte noch weiter bevorzugt innerhalb von $\pm 1 \text{ mm}$ ($-1 \text{ mm} \leq L1 \leq +1 \text{ mm}$) liegen.

[0057] Auf diese Weise ist anhand des vorliegenden Versuchsbeispiels das Folgende erkennbar. Genauer gesagt sollte der Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in Bezug auf die Richtung der Z-Achse 1,6 mm oder weniger betragen. Auf diese Weise wird eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 verhindert und eine Senkung der Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe kann unterbunden werden (vergleiche **Fig.** 1 und **Fig.** 2).

Zweites Versuchsbeispiel

[0058] Bei einem zweiten Versuchsbeispiel wurden die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe und die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlägt, bei einer Mehrzahl von Gassensoren, die jeweils bei der zweiten Ausführungsform gezeigt sind, die jeweils unterschiedliche Werte für das Verhältnis (Φ_1/Φ_2) des Außendurchmessers Φ_1 der Innenabdeckung 5 und des Innendurchmessers Φ_2 der Außenabdeckung 6 aufweisen, ausgewertet (vergleiche **Fig.** 11). Wie bei dem ersten Versuchsbeispiel war die Art des Sensorelements 2, das bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel verwendet wurde, die gleiche wie die bei der zweiten Ausführungsform, sofern dies nicht anderweitig angegeben

ist. Außerdem war das Verfahren zum Auswerten der Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe und der Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, das gleiche wie bei dem ersten Versuchsbeispiel. Die 63 % Antwortzeit des Gassensors, bei welchem das Verhältnis des Außendurchmessers Φ_1 der Innenabdeckung 5 und des Innendurchmessers Φ_2 der Außenabdeckung 6 0,9 ($\Phi_1/\Phi_2 = 0,9$) betrug, war als 1 eingestellt, und die Werte für 63 % Antwortzeiten der anderen Gassensoren wurden als relative Werte in Bezug auf 1 ausgedrückt. Dies wurde auch bei wasserbeeinflussten Flächen vorgenommen. Die Ergebnisse werden in **Fig. 18** gezeigt.

[0059] Wenn der Außendurchmesser Φ_1 der Innenabdeckung 5 und der Innendurchmesser Φ_2 der Außenabdeckung 6 den Ausdruck [1] ($0,15 \leq \Phi_1/\Phi_2 \leq 0,5$) erfüllen, wird die 63 % Antwortzeit kurz und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe erhöht, wie in **Fig. 18** gezeigt wird. Außerdem ist es ersichtlich, dass die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, dann geringer wird, wenn das Verhältnis der Innenabdeckung 5 und des Innendurchmessers Φ_2 der Außenabdeckung 6 0,5 oder weniger ($\Phi_1/\Phi_2 \leq 0,5$) beträgt, und die wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 kann weiter verhindert werden. Demzufolge ist es unter den Aspekten, dass eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 weiter verhindert wird und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe weiter erhöht wird, vorzuziehen, dass der Außendurchmesser Φ_1 der Innenabdeckung 5 und der Innendurchmesser Φ_2 der Außenabdeckung 6 den Ausdruck [1] ($0,15 \leq \Phi_1/\Phi_2 \leq 0,5$) erfüllen.

[0060] Es ist noch weiter vorzuziehen, dass der Außendurchmesser Φ_1 der Innenabdeckung 5 und der Innendurchmesser Φ_2 der Außenabdeckung 6 den folgenden Ausdruck [1-1] erfüllen:

$$0,2 \leq \Phi_1/\Phi_2 \leq 0,4 \quad [1-1]$$

Drittes Versuchsbeispiel

[0061] Bei einem dritten Versuchsbeispiel wurden die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe und die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, bei einer Mehrzahl von Gas-sensoren, die jeweils bei der dritten Ausführungsform gezeigt sind, die jeweils unterschiedliche Werte für das Verhältnis (L_3/L_2) der Gesamtlänge L_3 des Teils der Innenabdeckung 5, die sich von dem Stufenteil 53 mit sich verjüngendem Durchmesser zu dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung erstreckt, und der Gesamtlänge L_2 der Innenabdeckung 5 aufweisen, ausgewertet (vergleiche **Fig. 12**). Wie bei dem ersten Versuchsbeispiel war die Art des Sensorelements 2, das bei dem vorlie-

genden Versuchsbeispiel verwendet wurde, die gleiche wie die bei der dritten Ausführungsform, sofern dies nicht anderweitig angegeben ist. Außerdem war das Verfahren zum Auswerten der Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe und der Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, das gleiche wie bei dem ersten Versuchsbeispiel. Bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel war die 63 % Antwortzeit des Gassensors, bei welchem das Verhältnis der Länge L_3 zu der Länge L_2 0,9 ($L_3/L_2 = 0,9$) betrug, als 1 eingestellt, und die Werte für die 63 % Antwortzeiten der anderen Gassensoren wurden als relative Werte in Bezug auf 1 ausgedrückt. Dies wurde auch bei wasserbeeinflussten Flächen vorgenommen. Die Ergebnisse werden in **Fig. 19** gezeigt.

[0062] Wenn die Länge L_2 und die Länge L_3 den Ausdruck [2] ($0,5 \leq L_3/L_2 \leq 0,7$) erfüllen, wird die Menge an Feuchtigkeit, die das Sensorelement 2 beaufschlagt, geringer, und eine wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 kann weiter verhindert werden, wie in **Fig. 19** gezeigt wird. Außerdem ist es ersichtlich, dass die 63 % Antwortzeit dann kürzer wird und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe erhöht wird, wenn das Verhältnis der Länge L_3 zu der Länge L_2 0,7 oder weniger ($L_3/L_2 \leq 0,7$) beträgt. Demzufolge ist es unter den Aspekten, dass es möglich ist, die wasserinduzierte Rissbildung des Sensorelements 2 weiter zu verringern und die Ansprechempfindlichkeit der Sensorausgabe weiter zu erhöhen, wünschenswert, dass die Länge L_2 und die Länge L_3 den Ausdruck [2] ($0,5 \leq L_3/L_2 \leq 0,7$) erfüllen. Es ist noch eher vorzuziehen, dass die Länge L_2 und die Länge L_3 den folgenden Ausdruck [2-1] erfüllen:

$$0,5 \leq L_3/L_2 \leq 0,6 \quad [2-1]$$

Vierte Ausführungsform

[0063] Eine vierte Ausführungsform eines Gassensors wird beschrieben werden, bei welcher die Positionsbeziehung zwischen der Spitze einer Pumpelektrode in einem Sensorelement 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 angepasst wird. Wie in den **Fig. 20** bis 23 gezeigt wird, weist der Gassensor 1 ein Sensorelement 2 auf, das mit einem Gaseinführteil 25, einer Pumpelektrode 211 und dergleichen vorgesehen ist.

[0064] Genauer gesagt ist das Sensorelement 2 mit einem Festelektrolytkörper 20, einer Messgaskammer 241 und einer Referenzgaskammer 242 vorgesehen, wie in den **Fig. 20** bis 21 gezeigt wird. Außerdem ist das Sensorelement 2 mit einer Pumpelektrode 211, einer Sensorelektrode 212, einer Referenzelektrode 213, einer Überwachungselektrode 214 und einer Heizvorrichtung 23 vorgesehen.

[0065] Die Messgaskammer 241 ist ein Raum, in welchen ausgehend von dem Gaseinführteil 25 des Sensorelements 2 das Gas G, das gemessen wird, wie beispielsweise Abgas oder dergleichen, eingeführt wird, und diese kann zum Beispiel als ein einzelner Raum ausgebildet sein. Andererseits ist die Referenzgaskammer 242 ein Raum, in welchen ausgehend von einem (in den Zeichnungen nicht näher dargestellten) Referenzgaseinführteil, das an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung des Sensorelements 2 positioniert ist, ein Referenzgas G_A wie beispielsweise Luft oder dergleichen eingeführt wird. Die Referenzgaskammer 242 kann zum Beispiel als ein einzelner Raum ausgebildet sein.

[0066] Der Festelektrolytkörper 20 ist aus Keramik, welche Sauerstoffionenleitfähigkeit aufweist, in der Form einer flachen Platte ausgebildet. Als diese Art von Keramik kann mit Yttrium stabilisiertes Zirconium verwendet werden oder es kann alternativ eine andere Art von Keramik verwendet werden, die Sauerstoffionenleitfähigkeit aufweist.

[0067] Der Festelektrolytkörper 20 ist zwischen der Messgaskammer 241 und der Referenzgaskammer 242 positioniert. Eine erste Hauptfläche 201 des plattenförmigen Festelektrolytkörpers 20 ist benachbart zu der Messgaskammer 241 ausgebildet, wobei die erste Hauptfläche 201 der Messgaskammer 241 gegenüberliegend angeordnet ist. Andererseits ist eine zweite Hauptfläche 202 des Festelektrolytkörpers 20 zu der Referenzgaskammer 242 benachbart ausgebildet, in welche das Referenzgas G_A eingeführt wird, wobei die zweite Hauptfläche 202 der Referenzgaskammer 242 gegenüberliegend angeordnet ist.

[0068] Wie in **Fig. 22** gezeigt wird, sind die Pumpelektrode 211, die Sensorelektrode 212 und die Überwachungselektrode 214 auf der ersten Hauptfläche 201 des Festelektrolytkörpers 20 ausgebildet, wobei die jeweiligen Elektroden, die Pumpelektrode 211, die Sensorelektrode 212 und die Überwachungselektrode 214 der Messgaskammer 241 gegenüberliegend angeordnet sind. Andererseits ist die Referenzelektrode 213, wie in den **Fig. 20** und **21**, auf der zweiten Hauptfläche 202 ausgebildet, wobei die Referenzelektrode 213 der Referenzgaskammer 242 gegenüberliegend angeordnet ist. Wie in den **Fig. 20** bis **22** gezeigt wird, ist die Pumpelektrode 211 an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung der ersten Hauptfläche 201 ausgebildet. Andererseits sind die Sensorelektrode 212 und die Überwachungselektrode 214 auf der ersten Hauptfläche 201 näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung positioniert als die Pumpelektrode 211, und diese sind zueinander parallel ausgebildet.

[0069] Bei dem Sensorelement 2 ist eine Pumpenzelle 211p, welche die Sauerstoffkonzentration in der

Messgaskammer 241 anpasst, durch die Pumpelektrode 211, einen Abschnitt 20p des Festelektrolytkörpers 20 und die Referenzelektrode 213 ausgebildet, wie in **Fig. 20** gezeigt wird. Wenn zwischen der Pumpelektrode 211 und der Referenzelektrode 213 eine Spannung angelegt wird, entfernt die Pumpelektrode 211 Sauerstoff, der in der Messgaskammer 241 vorliegt. Dabei wird die Sauerstoffkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, das in der Messgaskammer 241 vorliegt, an eine vorgeschriebene Dichte angepasst.

[0070] Außerdem ist bei dem Sensorelement 2 eine Überwachungszelle 214m, welche die Restsauerstoffkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, erfasst, durch die Überwachungselektrode 214, den Abschnitt 20m des Festelektrolytkörpers 20 und die Referenzelektrode 213 ausgebildet, wie in **Fig. 21** gezeigt wird. Die Überwachungszelle 214m erfasst den Strom, der zwischen der Überwachungselektrode 214 und der Referenzelektrode 213 durch den Abschnitt 20m des Festelektrolytkörpers 20 strömt. Dabei wird die Restsauerstoffkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, in der Messgaskammer 241 erfasst.

[0071] Andererseits ist bei dem Sensorelement 2 eine Sensorzelle 212s ausgebildet, welche in Übereinstimmung mit der Dichte einer spezifischen Gaskomponente in dem Gas G, das gemessen wird, ein Signal ausgibt, wobei die Sensorzelle 212s durch die Sensorelektrode 212, den Abschnitt 20s des Festelektrolytkörpers 20 und die Referenzelektrode 213 ausgebildet wird, wie in den **Fig. 20** und **21** gezeigt wird. Die Sensorzelle 212s misst den Strom, der zwischen der Sensorelektrode 212 und der Referenzelektrode 213 über den Abschnitt 20s des Festelektrolytkörpers 20 strömt, um dadurch in der Messgaskammer 241 die Konzentration der spezifischen Gaskomponente in dem Gas G, das gemessen wird, zu messen.

[0072] Das Gaseinführteil 25, welches das Gas G, das gemessen wird, in die Messgaskammer 241 einführt, ist an der Spitze 21 des Sensorelements 2 ausgebildet. Die Pumpelektrode 211 ist näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung ausgebildet als die Überwachungselektrode 214 und die Sensorelektrode 212. Das heißt, dass das Gas dann zu dem Basisende Z2 in der axialen Richtung strömt, nachdem die Sauerstoffkonzentration des Gases an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angepasst worden ist, wenn das Gas G, das gemessen wird, in das Innere der Messgaskammer 241 eingeführt wird. Demzufolge wird bei der Überwachungszelle 214m die Restsauerstoffkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, erfasst, nachdem die Sauerstoffkonzentration in dem Gas G durch die Pumpenzelle 211p angepasst worden ist. Zudem wird bei der Sensorzelle 212s die Restkonzentration

der spezifischen Gaskomponente in dem Gas G, das gemessen wird, erfasst, nachdem die Sauerstoffkonzentration in dem Gas durch die Pumpenzelle 211p angepasst worden ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Effekt der Restsauerstoffkonzentration auf die Erfassung der Konzentration der spezifischen Gaskomponente in dem Gas G, das gemessen wird, korrigiert, indem die Ausgabe (erfasster Wert) der Überwachungszelle 214m von der Ausgabe (erfasster Wert) der Sensorzelle 212s subtrahiert wird. Es ist zu beachten, dass in dem Inneren der Messgaskammer 241 das Spitzenende Z in der axialen Richtung an der stromaufwärtigen Seite der Strömung des Gases G, das gemessen wird, angeordnet ist, während das Spitzenende Z1 in der axialen Richtung an der stromabwärtigen Seite angeordnet ist.

[0073] Isolatoren 22A, 22B und 22C, die aus Keramik ausgebildet sind, sind auf dem plattenförmigen Festelektrolytkörper 20 gestapelt. Das Sensorelement 2 beinhaltet außerdem eine plattenförmige Heizvorrichtung 23 zum Erwärmen des Festelektrolytkörpers 20. Die Heizvorrichtung 23 ist dem Festelektrolytkörper 20 gegenüberliegend angeordnet und derart ausgebildet, dass diese in dem Sensorelement 2 gestapelt ist. Bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform wird die elektrische Leistung, die der Heizvorrichtung 23 zugeführt wird, auf Grundlage der Impedanz der Pumpenzelle 211p zum Beispiel durch einen externen Controller 77 gesteuert, der in **Fig. 24** gezeigt wird. Der externe Controller 77 kann zum Beispiel eine Erfassungsschaltung 771 konfigurieren, die mit dem Gassensor 1 verbunden ist, und eine Sensorsteuerschaltung 772 kann auch einen Rechner 773 oder dergleichen beinhalten, der mit diesen verbunden ist. Bei dem Gassensor 1 wird das Sensorelement 2 auf Grundlage der Beziehung zwischen der Impedanz der Pumpenzelle 211p und der elektrischen Leistung, die der Heizvorrichtung 23 zugeführt wird, durch den externen Controller 77 auf eine vorgeschriebene Temperatur gesteuert. Genauer gesagt kann bei dem Sensorelement 2 die Temperatur der Pumpelektrode 211 auf 800 °C gesteuert werden und die Temperatur der Sensorelektrode 212 kann zum Beispiel auf 600 °C gesteuert werden.

[0074] Die Messgaskammer 241 ist derart ausgebildet, dass diese durch den ersten plattenförmigen Isolator 22A und den zweiten plattenförmigen Isolator 22B umschlossen ist, die auf der ersten Hauptfläche 201 des Festelektrolytkörpers 20 gestapelt sind. Die Referenzgaskammer 242 ist derart ausgebildet, dass diese durch den dritten plattenförmigen Isolator 22C und die plattenförmige Heizvorrichtung 23 umschlossen ist, die auf der zweiten Hauptfläche 202 des Festelektrolytkörpers 20 gestapelt sind. Die Heizvorrichtung 23 weist ein Substrat 321 und einen Heizkörper 232 auf, der in dem Inneren des Substrats

321 eingebettet ist. Der Heizkörper 232 wird erwärmt, indem ein Strom durch diesen durchfließt. Der erste Isolator 22A, der zweite Isolator 22B und der dritte Isolator 22C sind jeweils Abstandshalter.

[0075] Das Gaseinführteil 25 zum Einführen des Gases G, das gemessen wird, in das Innere der Messgaskammer 241 ist bei dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung der Messgaskammer 241 angeordnet. Das Gaseinführteil 25 weist einen Diffusionswiderstand 251 auf, um das Gas G, das gemessen wird, mit einem vorgeschriebenen Diffusionswiderstand in die Messgaskammer 241 einzuführen. Der Diffusionswiderstand 251 ist aus einem porösen Keramikmaterial ausgebildet.

[0076] Wie in den **Fig. 20 bis 23** gezeigt wird, ist das Spitzenende Z1 in der axialen Richtung des Sensorelements 2 bei dem Gassensor 1 in die Elementabdeckung 4 eingefügt. Das heißt, dass das Spitzenende Z1 in der axialen Richtung des Sensorelements 2 in dem Inneren der Elementabdeckung 4 angeordnet ist. Die Elementabdeckung 4 weist die gleiche Konfiguration auf wie die bei der ersten Ausführungsform, die eine Innenabdeckung 5 und eine Außenabdeckung 6 aufweist. Die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Innenabdeckung 5 ist näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211. Anders gesagt ist die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211 näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung angeordnet als die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511.

[0077] Die Positionsbeziehung zwischen der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 und der Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211 wurde wie folgt angepasst. Es kann zum Beispiel ein Anpassungsverfahren verwendet werden, wobei die Position, an welcher die Pumpelektrode 211 entlang der axialen Richtung Z ausgebildet ist, angepasst wird. Ein anderes mögliches Anpassungsverfahren ist es, das Einsetzausmaß des Sensorelements 2 in das Innere der Innenabdeckung 5 anzupassen, um dadurch die Position der Spitze 21 des Sensorelements 2 in der Innenabdeckung 5 anzupassen.

[0078] Außerdem wären andere mögliche Anpassungsverfahren, die Positionen anzupassen, an welchen die innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Innenabdeckung 5 ausgebildet sind, oder die Form oder Größe und dergleichen der innenseitigen Strömungslöcher 511 anzupassen.

[0079] Bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform strömt das Abgas aus einem außenseitigen Strömungsloch 611a der Außenabdeckung 6 in den Raum 41, der zwischen der Außenabdeckung 6 und der Innenabdeckung 5 ausgebildet ist,

wie durch den Pfeil G1 mit gestrichelter Linie in **Fig. 23** gezeigt wird. Zu diesem Zeitpunkt stößt ein Teil des Abgases, das in den Raum 41 zwischen der Innenabdeckung 5 und der Außenabdeckung 6 strömt, mit der Innenwand (Innenfläche) der Außenabdeckung 6 zusammen und wird nach oben zu dem Basisende Z2 in der axialen Richtung gezogen, wie durch die Pfeile G2, G3 mit gestrichelter Linie gezeigt wird. Wie durch den Pfeil G3 mit gestrichelter Linie gezeigt wird, strömt ein Teil des Abgases, das nach oben gezogen wird, aus den innenseitigen Strömungslöchern 511, die in der Seite 51 der Innenabdeckung 5 (den innenseitigen Strömungslöchern 511, die in Bezug auf die Strömungsrichtung des Abgases stromabwärts positioniert sind) ausgebildet sind, in das Innere der Innenabdeckung 5. Aufgrund dessen erreicht ein Teil des Abgases den Innenumfang des Gaseinführteils 25 des Sensorelements 2.

[0080] Wie vorstehend beschrieben, ist die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 der Innenabdeckung 5 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet als die Spitzenposition 211F der Pumpenelektrode 211 des Sensorelements 2. Die Spitzenposition 211F der Pumpenelektrode 211 ist in Bezug auf die axiale Richtung Z an dem extremen Ende der Pumpenelektrode 211 positioniert. Andererseits ist die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in Bezug auf die axiale Richtung Z an der extremen Basisseite der innenseitigen Strömungslöcher 511 positioniert. Falls zum Beispiel eine Mehrzahl von innenseitigen Strömungslöchern 511 vorliegt, dann ist die extreme Basisseite jedes der innenseitigen Strömungslöcher 511 an der Basisposition 513 positioniert.

[0081] Ein Vergleich der Positionsbeziehungen der Spitzenposition 211F und der Basisposition 513 wird auf die folgende Weise durchgeführt. Zum Beispiel sind diese derart befestigt, dass sie sich hinsichtlich der Position entlang der axialen Richtung Z in Bezug auf das Sensorelement 2 und die Innenabdeckung 5 nicht verändern werden. Falls notwendig werden die Innenabdeckung 5, die Außenabdeckung 6 und das Sensorelement 2 an einer vorgeschriebenen Position geschliffen und poliert. Im Ergebnis dieses Schleifens und Polierens wird zum Beispiel das Spitzenende Z1 in der axialen Richtung der Pumpenelektrode 211 ausgehend von dem Sensorelement 2 freigelegt sein. Zusätzlich kann die Spitzenposition 211F der Pumpenelektrode 211 mit der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 verglichen werden. Der tatsächliche Vergleich kann durchgeführt werden, indem der kürzeste Abstand L4 zwischen einer Fläche der Spitzenposition 211F, die in rechten Winkeln zu der axialen Richtung Z (eine Fläche, die zu der radialen Richtung X parallel ist) angeordnet ist, und einer Fläche an der Basisposition 513, die in rechten Winkeln zu der axialen Richtung Z angeordnet ist, erhalten wird und der Vergleich auf

Grundlage der Ergebnisse ausgeführt wird. Genauer gesagt kann dann beurteilt werden, dass die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 der Innenabdeckung 5 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpenelektrode 211, falls der kürzeste Abstand L4 größer als 0 mm ist (der Fall, bei welchem $L4 > 0$ mm). Andererseits wird dann beurteilt, dass die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 an der gleichen Position angeordnet ist wie die Spitzenposition 211F der Pumpenelektrode 211 oder an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung angeordnet ist, falls der kürzeste Abstand L4 0 oder weniger beträgt (Fall, bei welchem $L4 \leq 0$ mm).

[0082] Falls der kürzeste Abstand L4 größer als 0 ist, sodass die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 der Innenabdeckung 5 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpenelektrode 211, dann wird es, wie durch den Pfeil G3 mit gestrichelter Linie gezeigt wird, selbst falls Abgas, das mit einer höheren Temperatur oder einer niedrigeren Temperatur vorliegt als das Sensorelement 2, in das Innere der Innenabdeckung 5 strömt, schwierig, dass das Abgas die Position beaufschlägt, an welcher die Pumpenelektrode 211 des Sensorelements 2 ausgebildet ist. Im Ergebnis wird die Impedanz der Pumpenzelle 211p nicht dazu neigen, durch Temperaturvariationen des Abgases beeinflusst zu werden. Aufgrund dessen wird bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform, bei welchem die Sensorzelle 212s mit der Heizvorrichtung 23 auf Grundlage der Impedanz der Pumpenzelle 211p bei einer vorgegebenen Temperatur gehalten wird, das Maß der Temperaturvariation der Sensorzelle 212 gering sein und eine Streuung der Temperaturwerte wird gering sein. Demzufolge wird die Temperatursteuerung des Sensorelements 2 erleichtert und die Genauigkeit beim Erfassen einer spezifischen Gaskomponentenkonzentration wird erhöht. Überdies wird bei dem Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform der Abstand L1 zwischen der Spitze 21 des Sensorelements 2 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in der Richtung der Z-Achse an die vorstehend vorgeschriebene Positionsbeziehung angepasst, so wie bei der ersten Ausführungsform. Im Ergebnis strömt das Abgas, das in dem Inneren der Innenabdeckung 5 strömt, durch einen Raum, der näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als zu der Spitze 21 des Sensorelements 2, und wird anschließend aus dem Strömungslöch 521 im inneren Boden abgeführt, wie durch die Pfeile G3 und G4 mit gestrichelter Linie in **Fig. 23** gezeigt wird. Das heißt, dass die Fläche des Kontakts zwischen dem Sensorelement 2 und dem Abgas derart hergestellt werden kann, dass diese gering ist. Auch unter diesem Aspekt können die vor-

stehend beschriebenen Temperaturvariationen ebenfalls derart hergestellt werden, dass diese gering sind.

[0083] Im Gegensatz dazu beaufschlagt in dem Fall, bei welchem der kürzeste Abstand L4 einen negativen Wert aufweist, und wenn die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211, das Abgas, das in das Innere der Innenabdeckung 5 strömt, dann die Position, an welcher die Pumpelektrode 211 des Sensorelements 2 ausgebildet ist, wie durch den Pfeil G3 mit gestrichelter Linie in **Fig. 27** gezeigt wird. Im Ergebnis kann die Impedanz der Pumpenzelle 211p ohne Weiteres durch Veränderungen der Temperatur des Abgases beeinflusst werden. Das heißt, dass die Pumpelektrode 211 dann gekühlt wird, wenn das Abgas, das in das Innere der Innenabdeckung 5 strömt und die Position beaufschlagt, an welcher die Pumpelektrode 211 des Sensorelements 2 ausgebildet ist, falls das Abgas mit einer niedrigeren Temperatur vorliegt als das Sensorelement 2. Falls die Pumpelektrode 211 auf diese Weise gekühlt wird und die elektrische Leistung, die der Heizvorrichtung 23 zugeführt wird, in Übereinstimmung mit der Impedanz der Pumpelektrode 211 gesteuert wird, dann wird das Sensorelement 2 durch die Heizvorrichtung 23 erwärmt werden. Aus diesem Grund wird die Temperatur der Sensorelektrode 212 erhöht werden, sodass eine Variation hinsichtlich der Temperatur der Sensorelektrode 212 erhöht werden wird. Es wird dadurch eine Gefahr bestehen, dass die Genauigkeit beim Erfassen der spezifischen Gaskomponentenkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, nachteilig beeinflusst werden wird. Andererseits wird ein Teil des Sensorelements 2 erwärmt werden und die Temperatur der Pumpelektrode 211 wird erhöht werden, falls zum Beispiel Abgas mit einer Temperatur, die höher ist als die Temperatur des Sensorelements 2, in das Innere der Innenabdeckung 5 strömt und die Position, an welcher die Pumpelektrode 211 des Sensorelements 2 ausgebildet ist, beaufschlagt. Demzufolge wird die Erfassung der spezifischen Gaskomponentenkonzentration dann in einem sich nicht verändernden Zustand durchgeführt werden, wobei durch die Heizvorrichtung 23 unzureichendes Erwärmen durchgeführt wird, falls die elektrische Leistung, die der Heizvorrichtung 23 zugeführt wird, auf eine vorstehend beschriebene Weise in Übereinstimmung mit der Impedanz der Pumpelektrode 211 gesteuert wird. Auch in diesem Fall wird eine Gefahr bestehen, dass die Genauigkeit beim Erfassen der spezifischen Gaskomponentenkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, nachteilig beeinflusst werden wird.

[0084] Unter dem Aspekt, dass die Genauigkeit beim Erfassen der spezifischen Gaskomponenten-

konzentration in dem Gas G, das gemessen wird, erhöht wird, wird der kürzeste Abstand L4 vorzugsweise derart hergestellt, dass dieser 0,5 mm oder mehr beträgt. Das heißt, dass die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 vorzugsweise 0,5 mm näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211. Unter einem ähnlichen Aspekt ist es noch eher vorzuziehen, dass der kürzeste Abstand L4 derart hergestellt ist, dass dieser 1 mm oder mehr beträgt. Das heißt, dass es noch eher vorzuziehen ist, dass die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 mehr als 1 mm näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211.

[0085] In anderer Hinsicht weist der Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform die gleiche Konfiguration auf wie der bei der ersten Ausführungsform und es sind ähnliche Betriebseffekte vorgesehen wie bei der ersten Ausführungsform. Außerdem kann die vorliegende Ausführungsform wie bei der zweiten Ausführungsform oder der dritten Ausführungsform oder eine Kombination aus den zweiten und dritten Ausführungsformen konfiguriert sein. In einem derartigen Fall werden ähnliche Betriebseffekte wie die bei den vorstehenden Ausführungsformen vorgesehen werden.

Viertes Versuchsbeispiel

[0086] Bei einem vierten vorliegenden Versuchsbeispiel wird ein Vergleich von Temperaturvariationen der Sensorelektrode 212 des Sensorelements 2 bei zwei Gassensoren vorgenommen (vergleiche die **Fig. 20 bis 23**), wobei die Gassensoren jeweils unterschiedliche Beziehungen zwischen der Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211 und der Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 aufweisen.

[0087] Genauer gesagt werden ein Sensor A und ein Sensor B als zwei unterschiedliche Arten eines Gassensors vorbereitet. Der Sensor A weist die gleiche Konfiguration auf wie bei der vierten Ausführungsform, wobei die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 der Innenabdeckung 5 näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211 des Sensorelements 2. Genauer gesagt befindet sich die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 bei dem Sensor A 1 mm näher an dem Spitzende Z1 in der axialen Richtung als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211, und + 1 mm wird als der kürzeste Abstand L4 ($L4 = + 1 \text{ mm}$) hergestellt (vergleiche **Fig. 23**).

[0088] Andererseits ist der Sensor B ein Gassensor 9, bei welchem die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211, wie in **Fig.** 27 gezeigt wird. Genauer gesagt wird in dem Fall des Sensors B die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 auf 1 mm näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung eingestellt als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211, wobei der kürzeste Abstand L4 -1 mm beträgt ($L4 = -1 \text{ mm}$). In anderer Hinsicht ist die Konfiguration des Sensors A die gleiche wie die des Sensors B.

[0089] Bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel wurde die Temperaturvariation der Sensorelektrode 212 zwischen dem Sensor A und dem Sensor B verglichen. Genauer gesagt wurde zunächst ein Gas-sensor P, welcher der Gegenstand des Versuchs ist (der im Folgenden als der Versuchsgegenstand-Sensor P bezeichnet wird), an einem Abgasrohr 72 angebracht, welches an eine Dieselmashine 71 gekoppelt war, wie in **Fig.** 24 gezeigt wird. Als nächstes wurde die Heizvorrichtung 23 durch die Sensorsteuerschaltung 772 erwärmt, um das Sensorelement 2 auf eine vorgeschriebene Temperatur einzustellen, wie in den **Fig.** 20 bis 24 gezeigt wird. Als nächstes wurde der Versuchsgegenstand-Sensor P betrieben, indem eine Spannung über die Pumpenzelle 211p, über die Sensorzelle 212s und über die Überwachungszelle 214m angelegt wurde. Außerdem wurde die Dieselmashine 71 betrieben, um eine Strömung von Abgas in dem Abgasrohr 72 mit einer Gasströmungsgeschwindigkeit von 40 m/s und einer Temperatur von 200 °C (Gasströmungszustand) zu produzieren. Die Temperatur des Sensorelements 2 wurde so wie die Temperatur der Sensorelektrode 212 unter Verwendung eines Thermoelements gemessen, das ausgehend von einem (in den Zeichnungen nicht näher dargestellten) Referenzgaseinführteil, das an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung des Sensorelements 2 positioniert ist, in den Mittelpunkt der Sensorelektrode 212 eingefügt wurde, und wobei die Temperatur der Sensorelektrode 212 durch ein Temperaturmessinstrument 78 gemessen wurde.

[0090] Bei der tatsächlichen Messung einer Temperaturvariation wurde zunächst der Versuchsgegenstand-Sensor P betrieben und die Dieselmashine 71 wurde in einem Nicht-Betriebszustand gehalten, bis die Temperatur der Sensorelektrode 212 sich stabilisiert hatte. Als nächstes wurde die Dieselmashine 71 betrieben, um den vorstehend beschriebenen Gasströmungszustand zu produzieren, wobei dieser beibehalten wurde, bis die Temperatur der Sensorelektrode 212 einen konstanten Wert erreichte und die Temperaturvariation berechnet wurde (vergleiche **Fig.** 25).

[0091] In dem Graphen von **Fig.** 25 sind die Werte für die verstrichene Zeit t entlang der horizontalen Achse eingezeichnet, während Werte für eine Sensorelektrodentemperatur Ts entlang der vertikalen Achse eingezeichnet sind. Eine Zeit t1 auf der horizontalen Achse gibt den Start des Betreibens des Versuchsgegenstand-Sensors P an, während t2 die Zeit angibt, zu welcher der Betrieb der Maschine gestartet wird, und ΔT_s die Temperaturvariation der Sensorelektrode 212 ausdrückt. Bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel wurde die Temperatur der Pumpelektrode 211 auf einen Wert von 800 °C gesteuert und die Temperatur der Sensorelektrode 212 wurde auf 600 °C gesteuert, die Istwerte für die Temperatur der Pumpelektrode 211 und einer Temperatur der Sensorelektrode 212 wichen allerdings in gewissen Maße von diesen Steuerungstemperaturen ab. Die Ergebnisse werden so in **Fig.** 26 gezeigt.

[0092] Wie vorstehend beschrieben, wird bei dem Versuchsgegenstand-Sensor P die Sensorelektrode 212 des Sensorelements 2 auf Grundlage der Beziehung zwischen der Impedanz der Pumpenzelle 211p (Pumpelektrode 211) und einer Temperatur durch die Sensorsteuerschaltung 772 auf eine vorgeschriebene Temperatur gesteuert. Andererseits besteht eine Gefahr, dass die Temperatur der Pumpelektrode 211 des Versuchsgegenstand-Sensors P gesenkt werden wird, falls wie vorstehend Abgas, das mit einer niedrigeren Temperatur als der des Sensorelements 2 zugeführt wird, indem die Dieselmashine 71 betrieben wird. Demzufolge wird in Übereinstimmung mit dem Maß, in dem die Temperatur der Pumpelektrode 211 gesenkt wird, eine Variation hinsichtlich der Temperatur auftreten, auf welche die Pumpelektrode 211 durch die Heizvorrichtung 23 erwärmt wird, welche durch elektrische Leistung, die ausgehend von der externen Steuereinrichtung 77 zugeführt wird, gesteuert wird. Im Ergebnis wird die Temperatur der Sensorelektrode 212 des Versuchsgegenstand-Sensors P auf einen Wert ansteigen, der höher ist als die vorgeschriebene Temperatur, wie in **Fig.** 25 gezeigt wird.

[0093] In dem Fall, bei welchem der Versuchsgegenstand-Sensor P der Sensor A ist, beträgt die Temperaturvariation der Sensorelektrode 212 des Sensorelements 2 ungefähr 25 °C, sodass die Menge an Variation gering ist, wie in **Fig.** 26 gezeigt wird. Außerdem gibt es fast keine Streuung der Temperaturvariationswerte. Das ist der Tatsache geschuldet, dass die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet ist als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211. Im Ergebnis kann das Abgas daran gehindert werden, die Position zu beaufschlagen, an welcher die Pumpelektrode 211 des Sensors A ausgebildet ist. Im Ergebnis dessen wird die Steuerung der Temperatur durch die Heizvorrichtung 23 fast nicht durch

die Variationen hinsichtlich der Temperatur des Abgases beeinflusst. Es gilt, dass die Versuchsergebnisse, die für den Sensor A erhalten werden, wie in **Fig. 26** gezeigt wird, aus dem vorstehenden Grund erhalten wurden.

[0094] Andererseits kann in dem Fall des Sensors B das Abgas ohne Weiteres die Position erreichen, an welcher die Pumpelektrode 211 ausgebildet ist, da die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 näher an dem Basisende Z2 in der axialen Richtung gelegen ist als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211. Aufgrund dessen wird das Sensorelement 2 gekühlt. Entsprechend wird bei dem Sensor B die elektrische Leistung, die der Heizvorrichtung 23 zugeführt wird, um das Sensorelement 2 auf eine vorgegebene Temperatur zu steuern, erhöht werden, sodass die Temperatur der Sensorelektrode 212 beträchtlich ansteigen wird. Im Ergebnis beträgt die Temperaturvariation der Sensorelektrode 212 des Sensorelements 2 des Sensors B ungefähr 52 °C, sodass die Temperaturvariation groß ist, wie in **Fig. 26** gezeigt wird. Überdies ist auch eine Streuung der Temperaturvariationswerte groß. Obwohl dies in den Zeichnungen nicht näher dargestellt ist, wurde bestätigt, dass in dem Fall, bei welchem die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 in Bezug auf die axiale Richtung Z (L4 = 0 mm) die gleiche ist wie die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211, die Temperaturvariation der Sensorelektrode 212 des Sensorelements 2 ungefähr 50 °C beträgt, sodass ungefähr die gleiche große Menge an Temperaturvariation auftritt wie bei dem Sensor B.

[0095] Insbesondere ist in dem Fall eines Gassensors zur Verwendung als ein NOx-Sensor eine Mehrzahl von Elektroden, welche die Pumpelektrode 211, die Sensorelektrode 212 und dergleichen beinhalten, in dem Sensor ausgebildet. Aufgrund dessen ist eine Steuerung der Pumpelektrode 211 durch eine andere Elektrode wie beispielsweise die Sensorelektrode 212 und dergleichen erforderlich, wie vorstehend beschrieben. In dem Fall, bei welchem die Temperatur der Sensorelektrode 212 zum Beispiel auf 600 °C eingestellt ist, so wie bei dem vorliegenden Versuchsbeispiel, wird die Temperaturvariation der Sensorelektrode 212 des Sensorelements 2 vorzugsweise innerhalb von ± 30 °C gehalten. Falls eine Sensorelektrode 212, bei welcher die Temperaturvariation 30 °C überschreitet, eine hohe Temperatur erhält, kann bei der Sensorelektrode 212 Wasser in dem Abgas zersetzt werden, wobei Wasserstoff generiert wird und eine Gefahr verursacht wird, dass die Genauigkeit beim Erfassen der spezifischen Gaskomponentenkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, nachteilig beeinflusst wird. Außerdem besteht in einem derartigen Fall eine Gefahr der Verschlechterung der Sensorelektrode 212 und eine derartige Verschlechterung würde auch in einer Gefahr resultieren, dass die Erfassungsge-

nauigkeit nachteilig beeinflusst wird. Andererseits kann es nicht möglich sein, die spezifische Gaskomponentenkonzentration in dem Gas G, das gemessen wird, ausreichend zu erfassen, sodass eine Gefahr besteht, dass die Erfassungsgenauigkeit gesenkt wird, falls ein Sensor, bei welchem die Temperaturvariation 30 °C überschreitet, eine niedrige Temperatur erhält und die Temperatur exzessiv niedrig wird.

[0096] Entsprechend sind anhand des vorliegenden Versuchsbeispiels die folgenden Punkte erkennbar. Genauer gesagt sollte die Basisposition 513 der innenseitigen Strömungslöcher 511 der Innenabdeckung 5 näher an dem Spitzenende Z1 in der axialen Richtung angeordnet sein als die Spitzenposition 211F der Pumpelektrode 211, wie bei der vierten Ausführungsform beschrieben. Falls das geschehen ist, dann wird bei dem Gassensor 1 die Temperaturvariation der Sensorzelle 212s gering werden, selbst wenn die Temperatursteuerung des Sensorelements 2 auf Grundlage der Temperatur der Pumpelektrode 211 durchgeführt wird. Im Ergebnis wird die Temperatursteuerung des Sensorelements 2 erleichtert und es wird eine erhöhte Genauigkeit beim Erfassen der spezifischen Gaskomponentenkonzentration in dem Gas G erreicht, das gemessen wird.

[0097] Die Technik der vorliegenden Offenbarung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen und Versuchsbeispiele beschränkt. Es können verschiedene Veränderungen vorgenommen werden, ohne sich von dem Umfang der Technik der vorliegenden Offenbarung zu entfernen. Zum Beispiel ist es nicht wesentlich, dass das Sensorelement 2 eine Überwachungselektrode 214 und eine Überwachungszelle 214m aufweist.

[0098] Selbst falls diese nicht vorgesehen sind, werden die vorstehend beschriebenen Effekte erhalten werden.

Beschreibung der Symbole

1	Gassensor
2	Sensorelement
3	Gehäuse
4	Elementabdeckung
5	Innenabdeckung
511	innenseitige Strömungslöcher
6	Außenabdeckung
611	außenseitige Strömungslöcher

Patentansprüche

1. Gassensor (1), aufweisend:
ein Sensorelement (2), welches eine spezifische

Gaskomponentenkonzentration in einem Gas (G) erfassst, das gemessen wird; ein Gehäuse (3), welches das Sensorelement (2) aufweist, das in dessen Inneren angeordnet und darin gehalten ist; und eine Elementabdeckung (4), die an einem Spitzende (Z1) in einer axialen Richtung (Z) des Gehäuses (3) angeordnet ist; wobei an einer Spitze (21) des Sensorelements (2) ein Gaseinführteil (25) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, in das Innere des Sensorelements (2) einzuführen; und wobei die Elementabdeckung (4) eine Innenabdeckung (5) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden (52) aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese das Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) des Sensorelements (2) abdeckt, und wobei diese eine Außenabdeckung (6) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden (62) aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese einen Raum (41) ausgebildet, der zu einer Außenseite der Innenabdeckung (5) geöffnet ist, wobei:

eine Seite (51) der Innenabdeckung (5) mit innenseitigen Strömungslöchern (511) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, zu zirkulieren, und in dem Boden (52) der Innenabdeckung (5) ein Strömungsloch (521) im inneren Boden (52) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, zu zirkulieren;

die Innenabdeckung (5) mit einem Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser vorgesehen ist, das sich nach innen hin zu dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) verjüngt, und die innenseitigen Strömungslöcher (511) näher an einem Basisende (Z2) in der axialen Richtung (Z) angeordnet sind als das Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser;

außenseitige Strömungslöcher (611) in der Seite (61) der Außenabdeckung (6) vorgesehen sind, um das Gas (G), das gemessen wird, zu zirkulieren;

eine Spitzensposition (612) der außenseitigen Strömungslöcher (611) näher an dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung angeordnet ist als der Boden (52) der Innenabdeckung (5); und

ein Abstand (L1) zwischen der Spitze (21) des Sensorelements (2) und einer Basisposition (513) der innenseitigen Strömungslöcher (511) in Bezug auf die axiale Richtung (Z) 1,6 mm oder weniger beträgt, wobei

eine Gesamtlänge (L2) der Innenabdeckung (5) und eine Gesamtlänge (L3) des Stufenteils (53) mit sich verjüngendem Durchmesser und ein Teil der Innenabdeckung (5), das näher an dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) angeordnet ist als das Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser, in Bezug auf die axiale Richtung (Z) des Gassensors (1) eine Beziehung von $0,5 \leq L3/L2 \leq 0,7$ erfüllen.

2. Gassensor (1) gemäß Anspruch 1, wobei der Außendurchmesser $\Phi 1$ der Innenabdeckung (5) und der Innendurchmesser $\Phi 2$ der Außenabdeckung (6) in einem Teil der Innenabdeckung (5), das näher an dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) angeordnet ist als das Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser, eine Beziehung von $0,15 \leq \Phi 1/\Phi 2 \leq 0,5$ erfüllen.

3. Gassensor (1) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei eine Basisposition (613) der außenseitigen Strömungslöcher (611) an der gleichen Position angeordnet ist wie der Boden (52) der Innenabdeckung (5) oder diese in Bezug auf eine axiale Richtung (Z) des Gassensors (1) näher an dem Basisende (Z2) in der axialen Richtung (Z) angeordnet ist als der Boden (52) der Innenabdeckung (5).

4. Gassensor (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Sensorelement (2) aufweist:

- eine Messgaskammer (241), in welche ausgehend von dem Gaseinführteil (25) das Gas (G), das gemessen wird, eingeführt wird;
- eine Referenzgaskammer (242), in welche ein Referenzgas eingeführt wird;
- einen Festelektrolytkörper (20) mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, der zwischen der Messgaskammer (241) und der Referenzgaskammer (242) angeordnet ist, welcher eine erste Hauptfläche (201), die der Messgaskammer (241) gegenüberliegend angeordnet ist, und eine zweite Hauptfläche (202), die der Referenzgaskammer (242) gegenüberliegend angeordnet ist, aufweist;
- eine Referenzelektrode (213), die auf der zweiten Hauptfläche (202) des Festelektrolytkörpers (20) ausgebildet ist;
- eine Pumpenelektrode (211), die auf der ersten Hauptfläche des Festelektrolytkörpers (20) ausgebildet ist und welche zusammen mit der Referenzelektrode (213) und einem Teil (20p) des Festelektrolytkörpers (20) eine Pumpenzelle (211p) bildet, welche die Sauerstoffkonzentration in dem Gas (G), das gemessen wird, anpasst;
- eine Sensorelektrode (212), die auf der ersten Hauptfläche (201) des Festelektrolytkörpers (20) ausgebildet ist und welche zusammen mit der Referenzelektrode (213) und einem Teil (20s) des Festelektrolytkörpers (20) eine Sensorzelle (212s) bildet, welche in Übereinstimmung mit der spezifischen Gaskonzentration in dem Gas (G), das gemessen wird, nach einer Anpassung der Sauerstoffkonzentration durch die Pumpenzelle (211p) ein Signal ausgibt; und
- eine Heizvorrichtung (23) zum Erwärmen des Festelektrolytkörpers (20), die gegenüber zu dem Festelektrolytkörper (20) angeordnet ist, wobei der Festelektrolytkörper (20) durch die Referenzgaskammer (242) von der Heizvorrichtung (23) getrennt ist, wobei:

die Pumpelektrode (211) näher an dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) des Sensorelements (2) ausgebildet ist als die Sensorelektrode (212); und

die Basisposition (513) der innenseitigen Strömungslöcher (511) in Bezug auf eine axiale Richtung (Z) des Gassensors (1) näher an dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) angeordnet ist als eine Spitzenposition (211F) der Pumpelektrode (211).

5. Gassensor (1) gemäß Anspruch 4, ferner aufweisend eine Überwachungselektrode (214), die auf der ersten Hauptfläche (201) des Festelektrolytkörpers (20) ausgebildet ist und welche zusammen mit der Referenzelektrode (213) und einem Teil (20m) des Festelektrolytkörpers (20) eine Überwachungszelle (214m) bildet, welche die Sauerstoffkonzentration in dem Gas (G), das gemessen wird, erfasst, nachdem die Sauerstoffkonzentration in dem Gas (G), das gemessen wird, durch die Pumpenzelle (211p) angepasst worden ist, wobei die Messgas kammer (241) als ein einzelner Raum ausgebildet ist.

6. Gassensor (1) gemäß Anspruch 4 oder Anspruch 5, wobei elektrische Leistung, die der Heizvorrichtung (23) zugeführt wird, auf Grundlage der Impedanz der Pumpenzelle (211p) durch eine externe Steuereinrichtung (77) gesteuert wird.

7. Gassensor (1), aufweisend:

ein Sensorelement (2), welches eine spezifische Gaskomponentenkonzentration in einem Gas (G) erfasst, das gemessen wird;

ein Gehäuse (3), welches das Sensorelement (2) aufweist, das in dessen Inneren angeordnet und darin gehalten ist; und

eine Elementabdeckung (4), die an einem Spitzende (Z1) in einer axialen Richtung (Z) des Gehäuses (3) angeordnet ist;

wobei an einer Spalte (21) des Sensorelements (2) ein Gaseinführteil (25) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, in das Innere des Sensorelements (2) einzuführen;

und wobei die Elementabdeckung (4) eine Innenabdeckung (5) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden (52) aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese das Spitzende in der axialen Richtung (Z) des Sensorelements (2) abdeckt, und wobei diese eine Außenabdeckung (6) aufweist, die in einer rohrförmigen Form ausgebildet ist, die einen Boden (62) aufweist, welche derart angeordnet ist, dass diese einen Raum (41) ausgebildet, der zu einer Außenseite der Innenabdeckung (5) geöffnet ist,

wobei:

eine Seite (51) der Innenabdeckung (5) mit innenseitigen Strömungslöchern (511) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, zu zirkulieren,

und in dem Boden (52) der Innenabdeckung (5) ein Strömungsloch (521) im inneren Boden (52) vorgesehen ist, um das Gas (G), das gemessen wird, zu zirkulieren;

die Innenabdeckung (5) mit einem Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser vorgesehen ist, das sich nach innen hin zu dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) verjüngt, und die innenseitigen Strömungslöcher (511) näher an einem Basisende (Z2) in der axialen Richtung (Z) angeordnet sind als das Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser;

außenseitige Strömungslöcher (611) in der Seite (61) der Außenabdeckung (6) vorgesehen sind, um das Gas (G), das gemessen wird, zu zirkulieren;

eine Spitzenposition (612) der außenseitigen Strömungslöcher (611) näher an dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) angeordnet ist als der Boden (52) der Innenabdeckung (5); und ein Abstand (L1) zwischen der Spitze (21) des Sensorelements (2) und einer Basisposition (513) der innenseitigen Strömungslöcher (511) in Bezug auf die axiale Richtung (Z) 1,6 mm oder weniger beträgt, wobei

der Außendurchmesser $\Phi 1$ der Innenabdeckung (5) und der Innendurchmesser $\Phi 2$ der Außenabdeckung (6) in einem Teil der Innenabdeckung (5), das näher an dem Spitzende (Z1) in der axialen Richtung (Z) angeordnet ist als das Stufenteil (53) mit sich verjüngendem Durchmesser, eine Beziehung von $0,2 \leq \Phi 1/\Phi 2 \leq 0,4$ erfüllen.

Es folgen 17 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

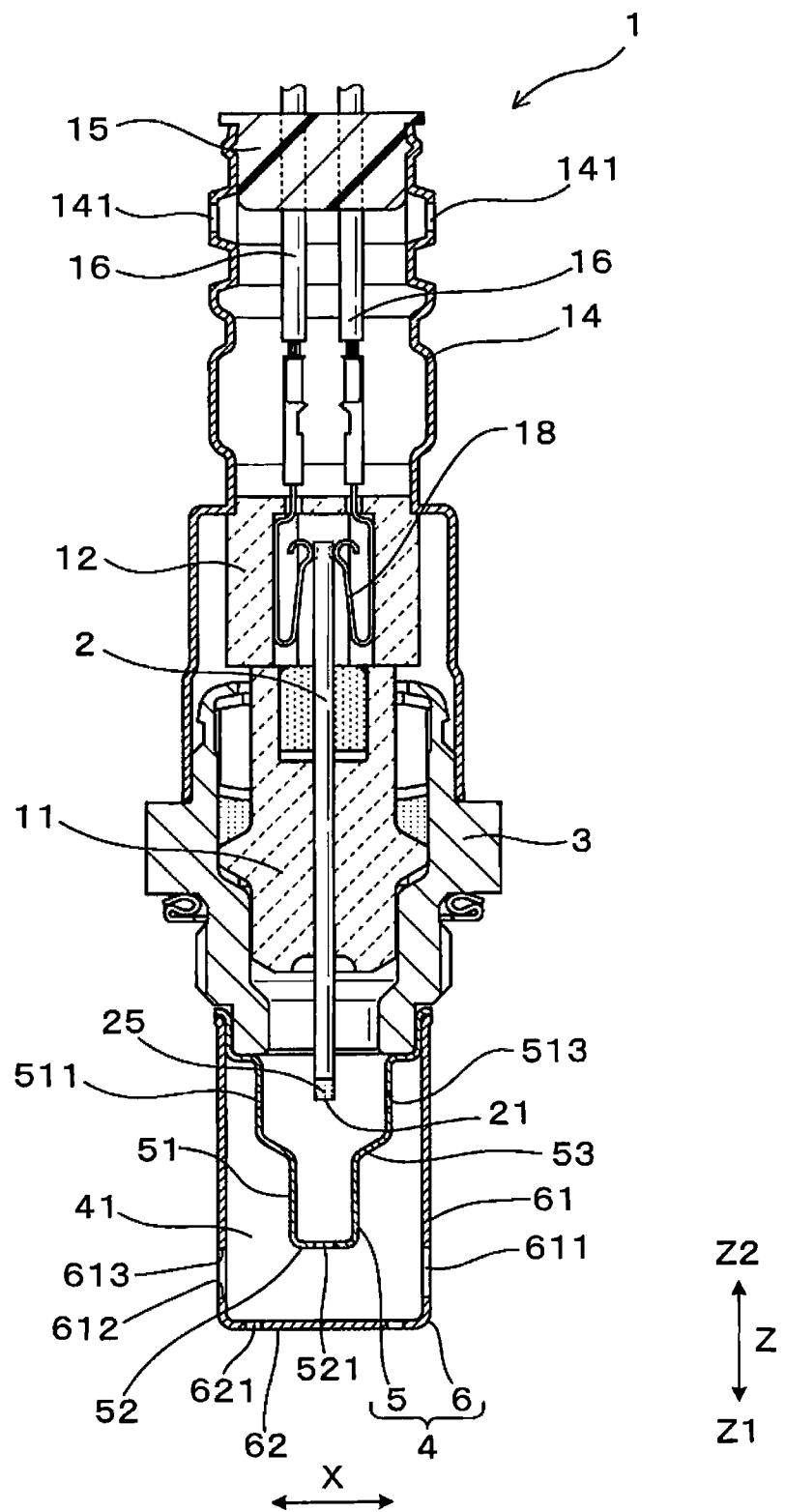


FIG.2

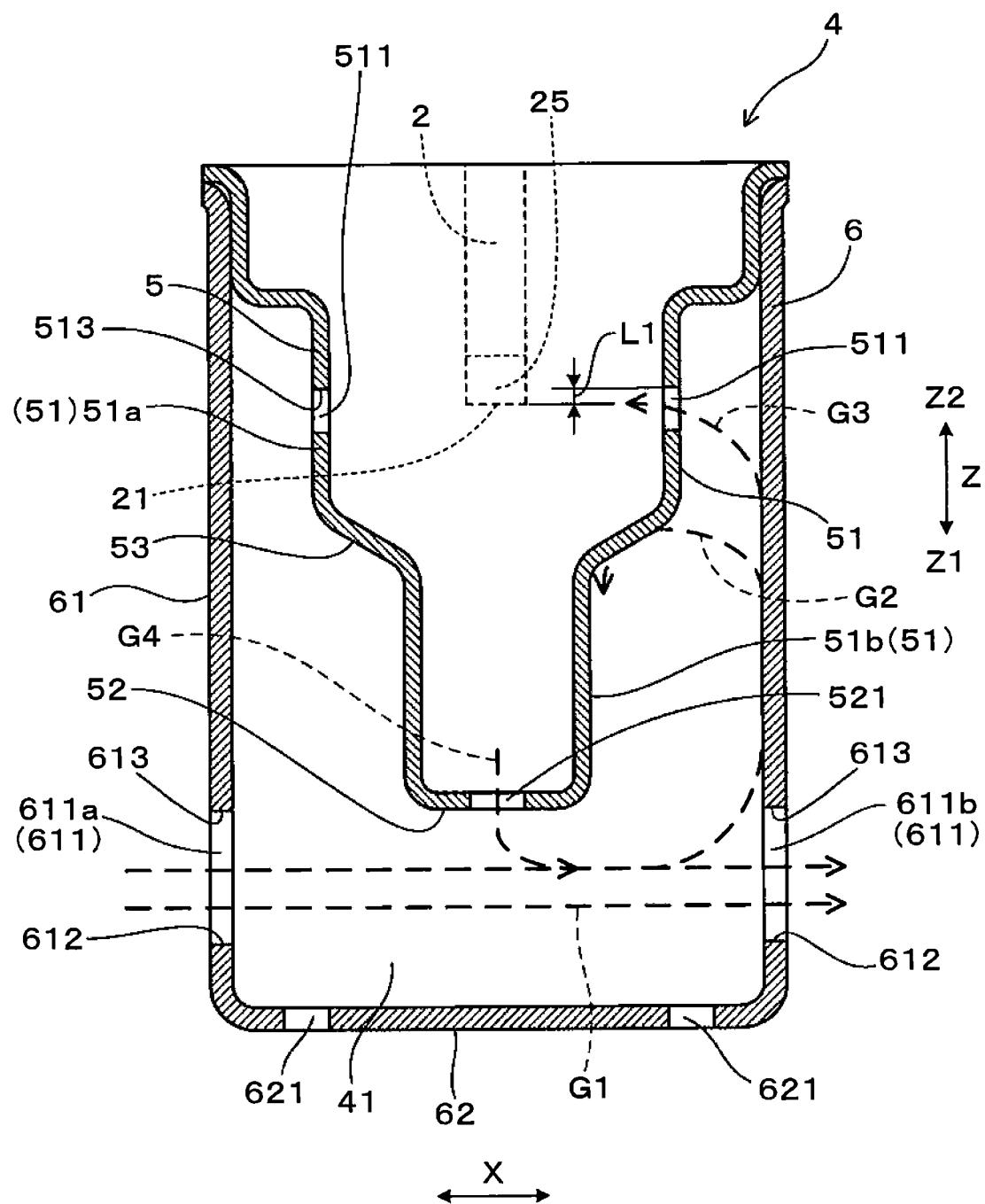


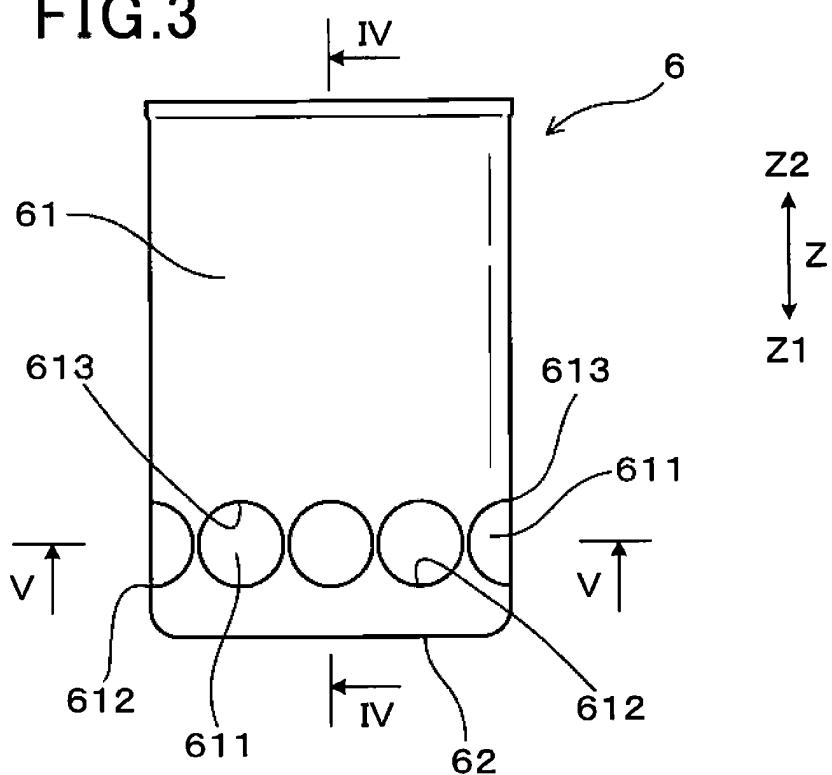
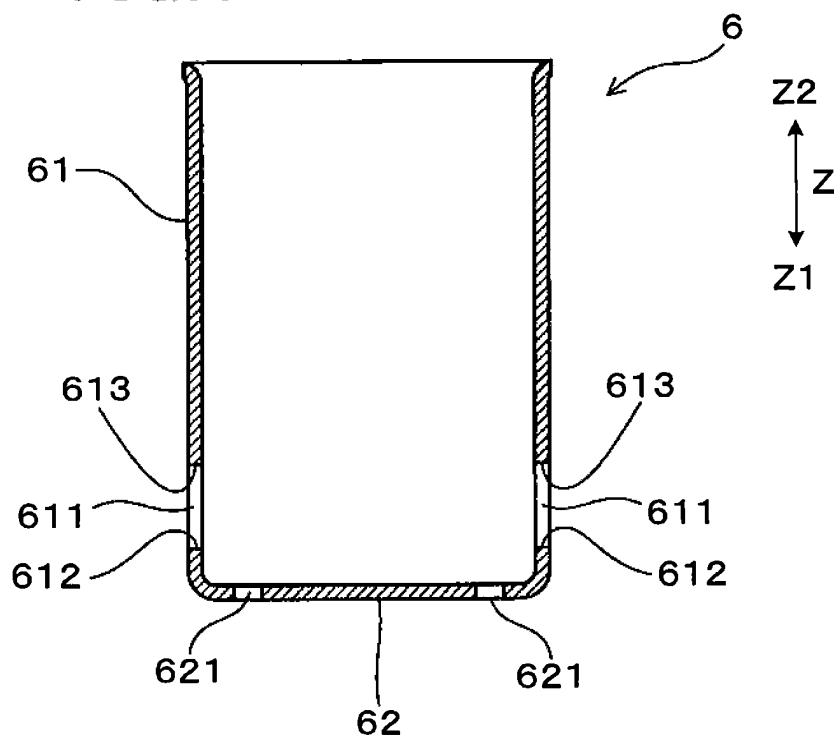
FIG.3**FIG.4**

FIG.5

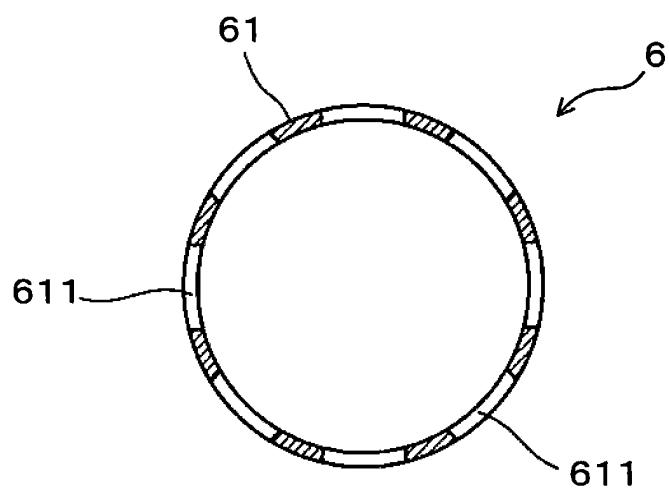


FIG.6

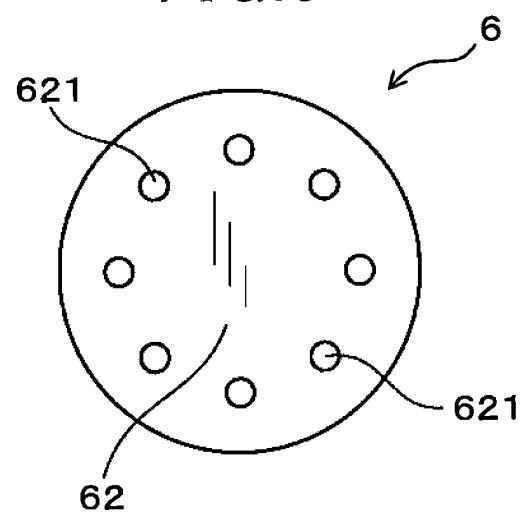


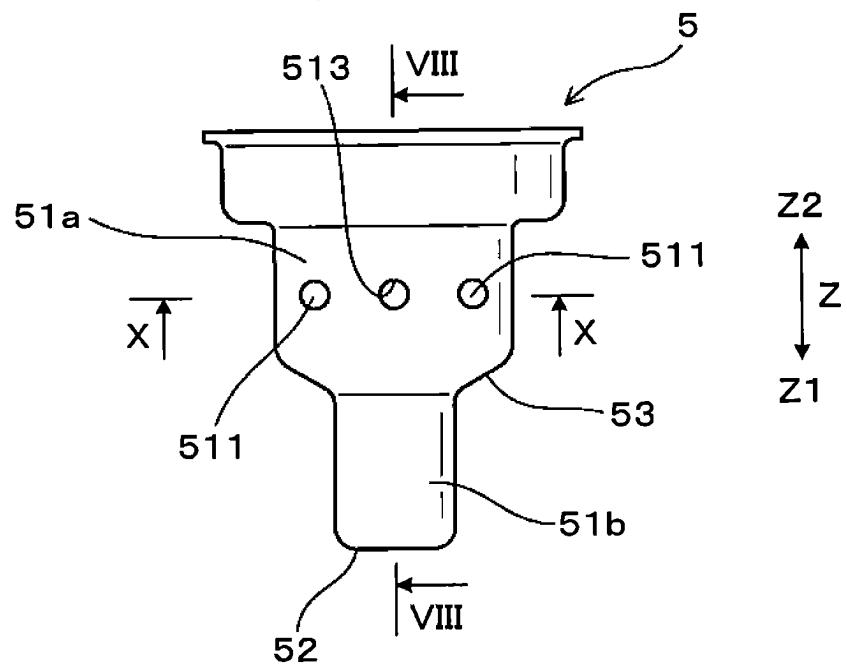
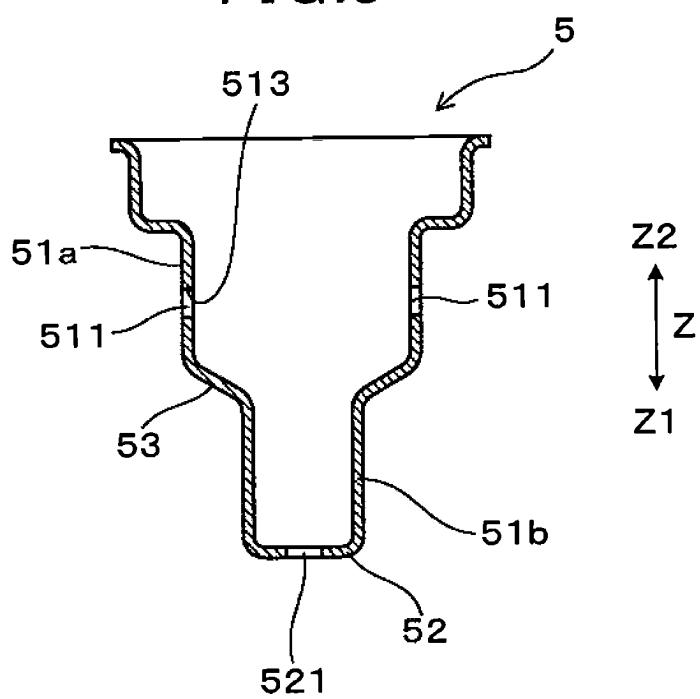
FIG.7**FIG.8**

FIG.9

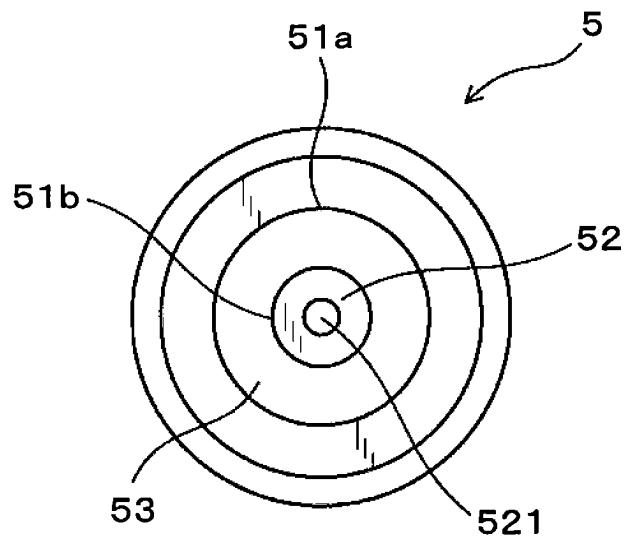


FIG.10

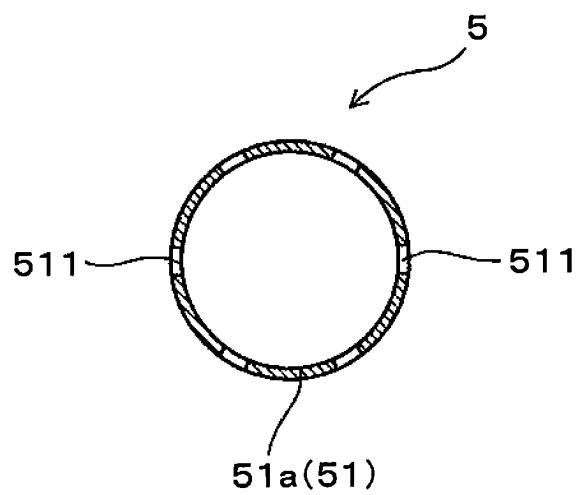


FIG.11

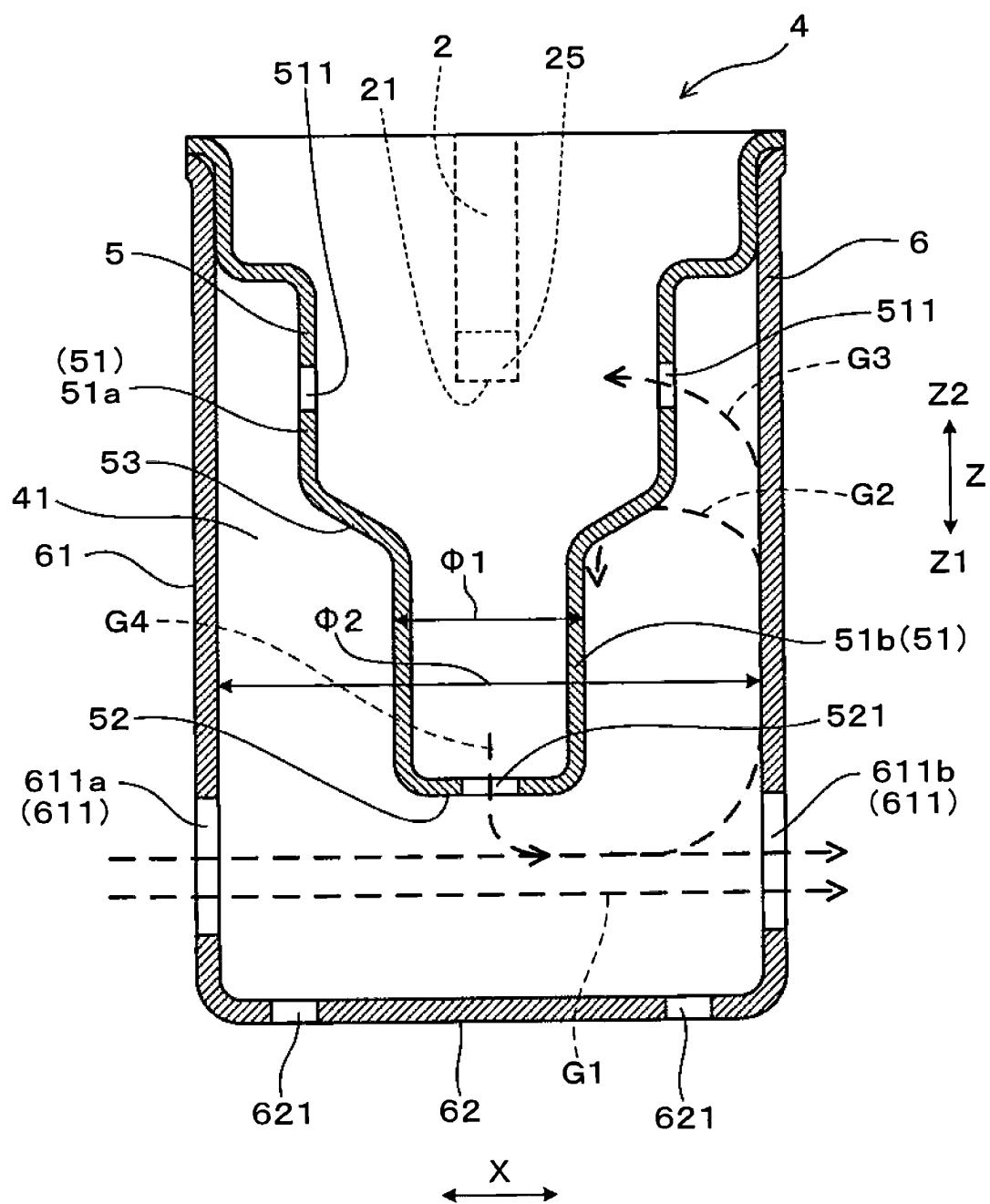


FIG.12

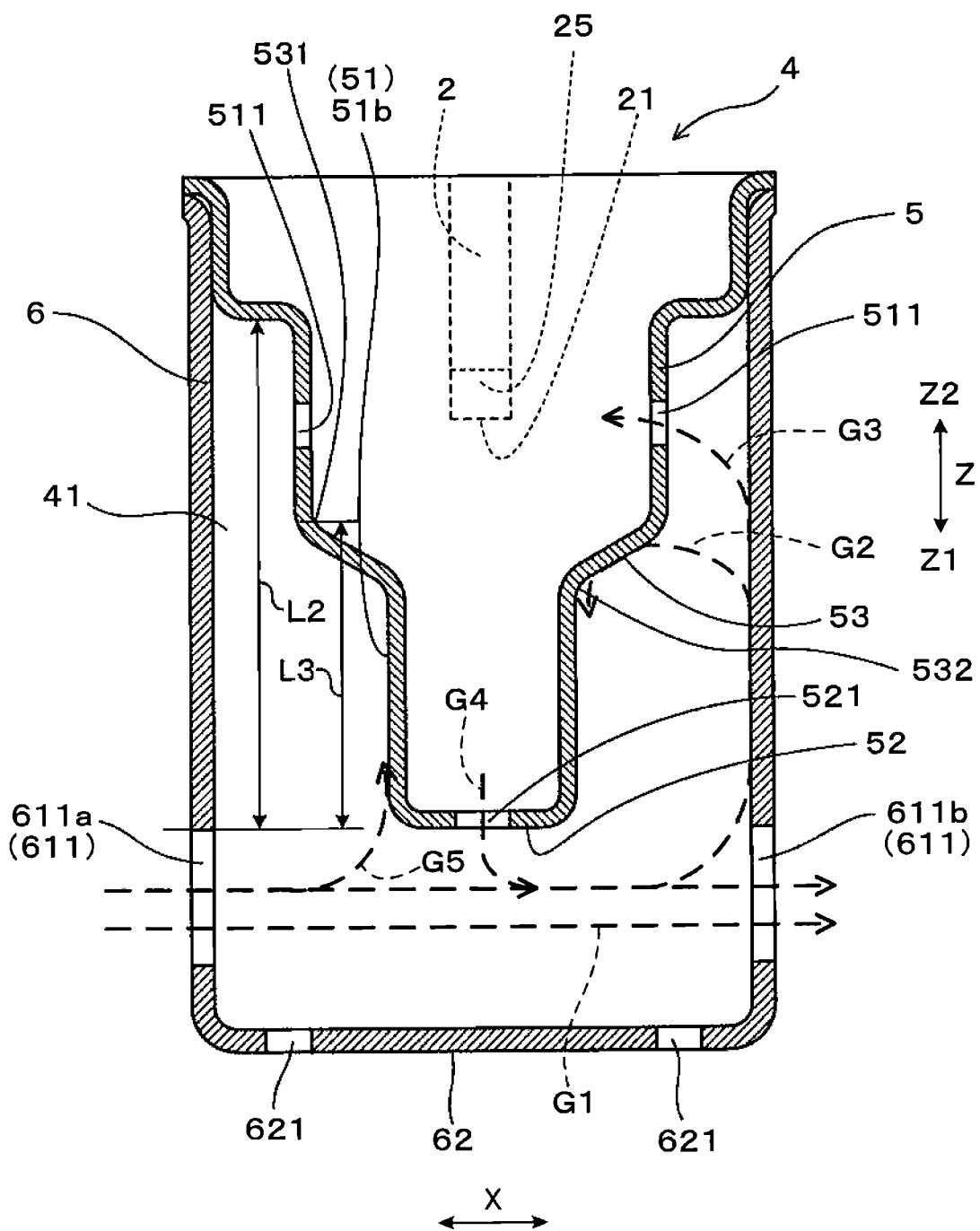


FIG.13

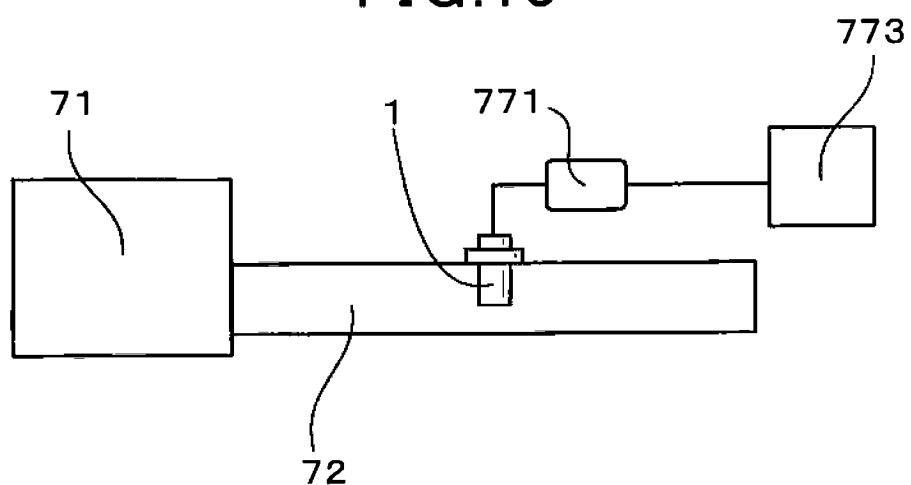


FIG.14

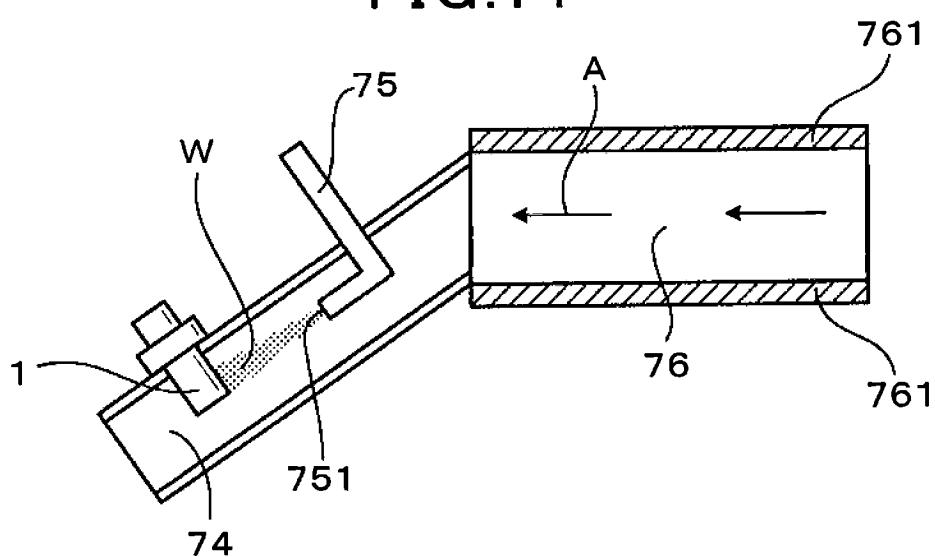


FIG.15A

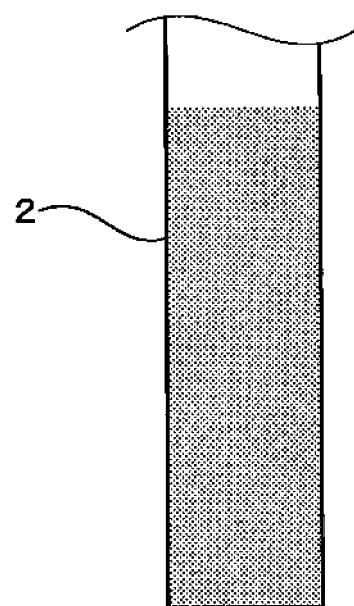


FIG.15B

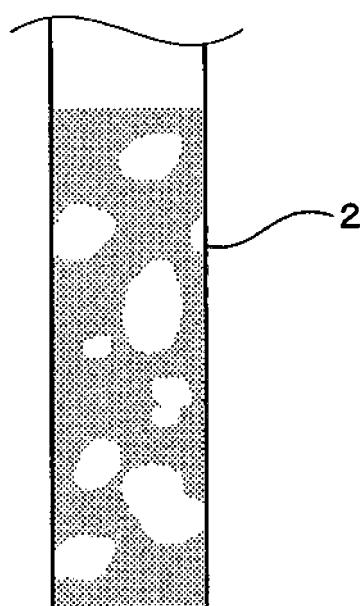


FIG.16A

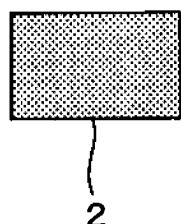


FIG.16B

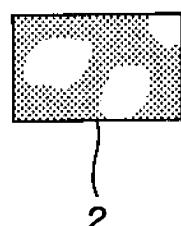


FIG.17

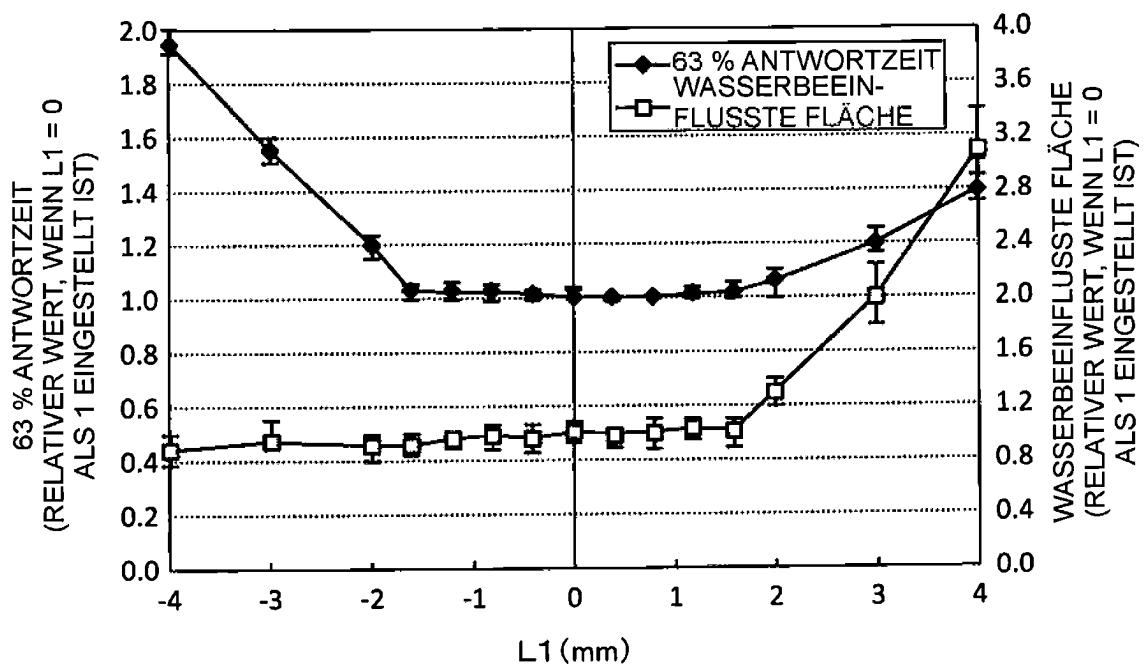


FIG.18

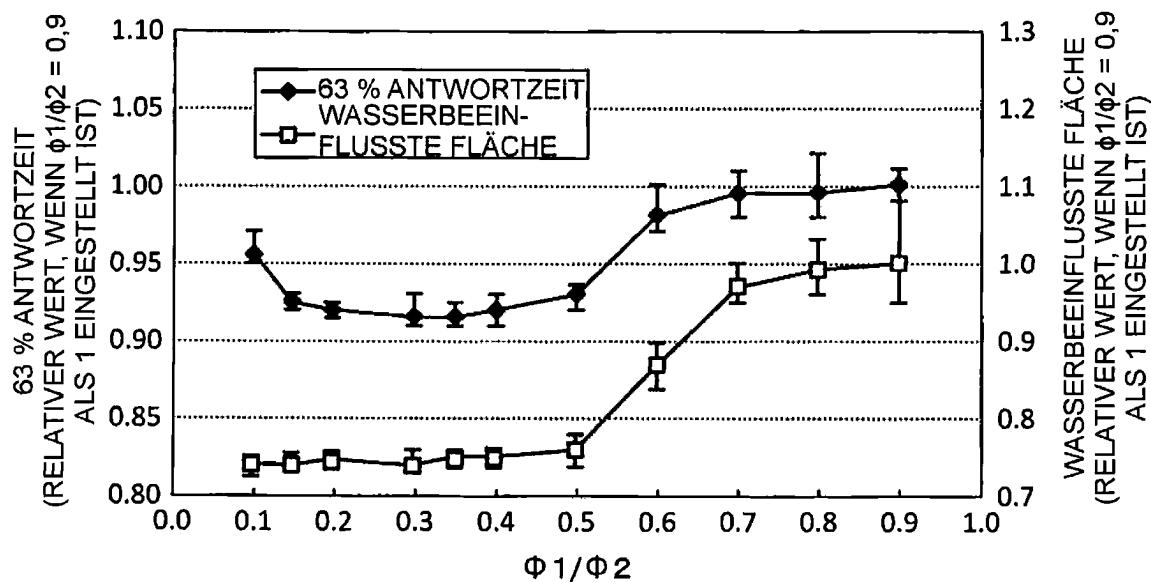


FIG.19

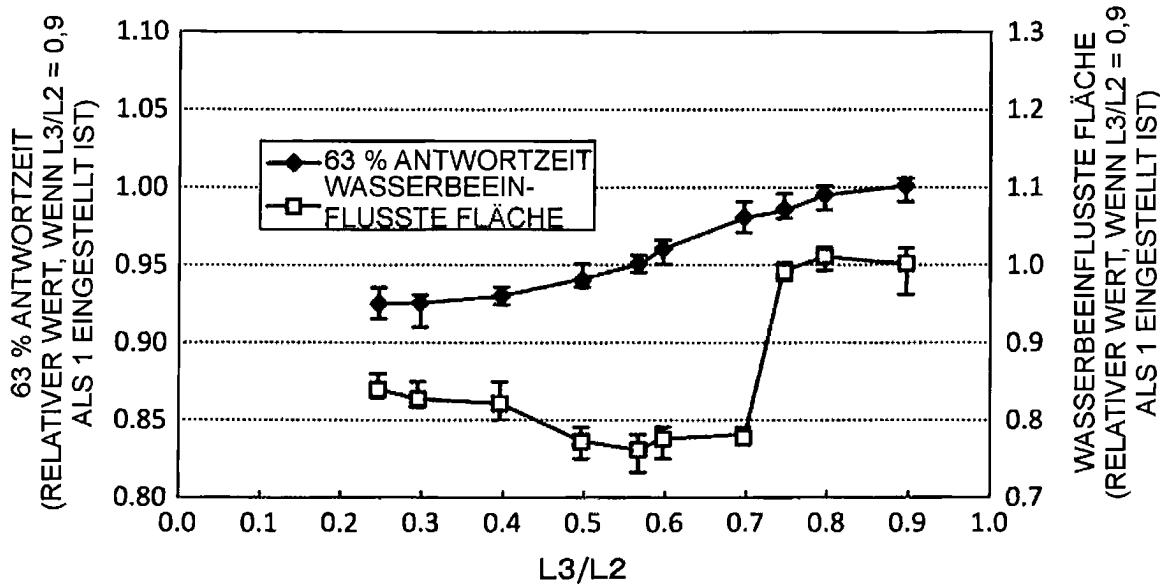


FIG.20

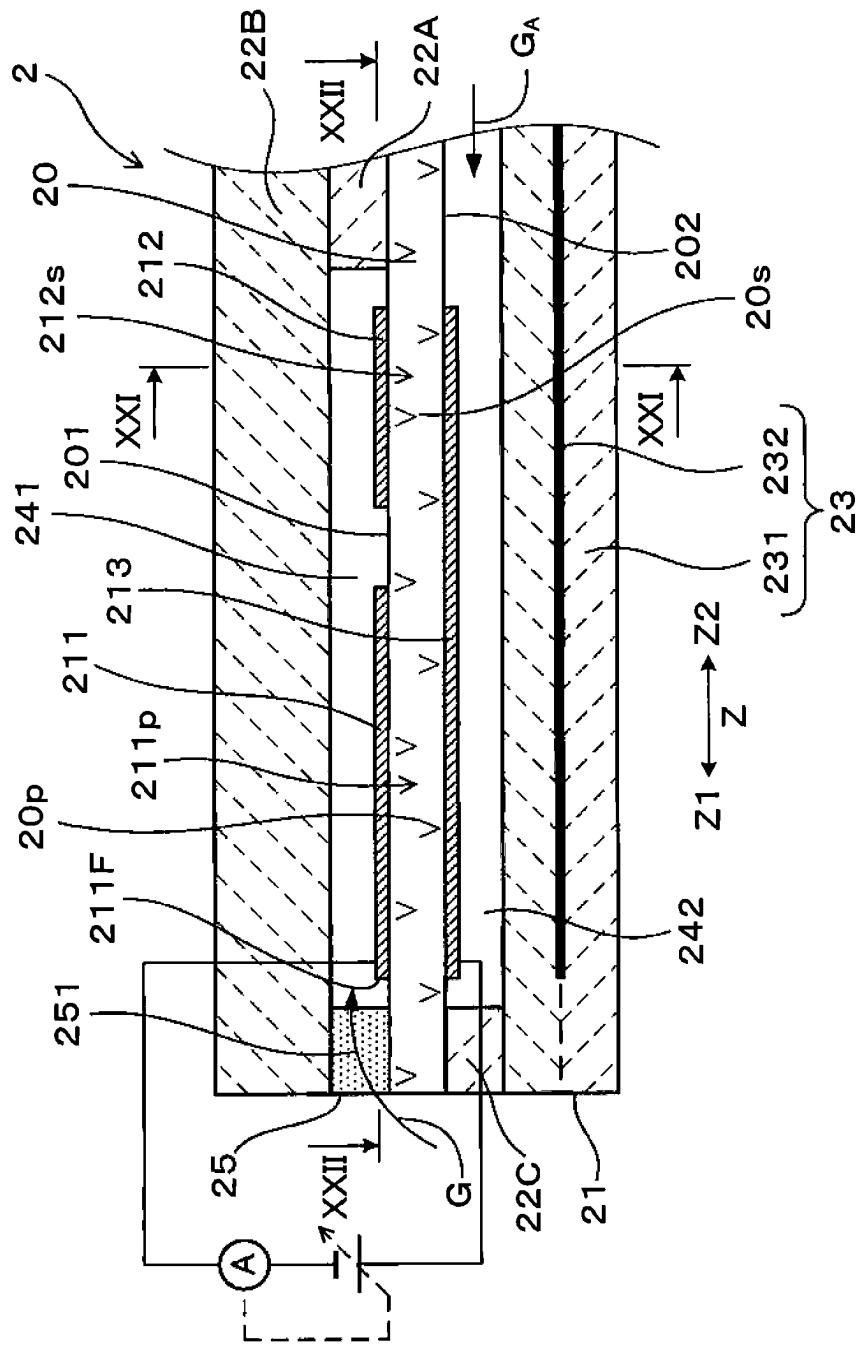


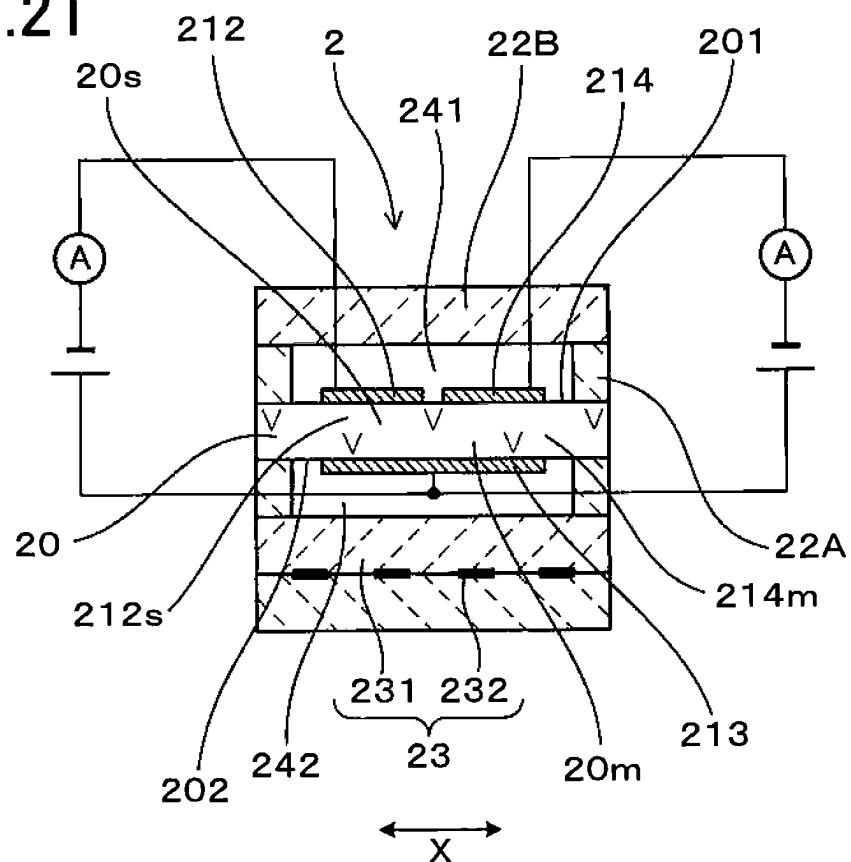
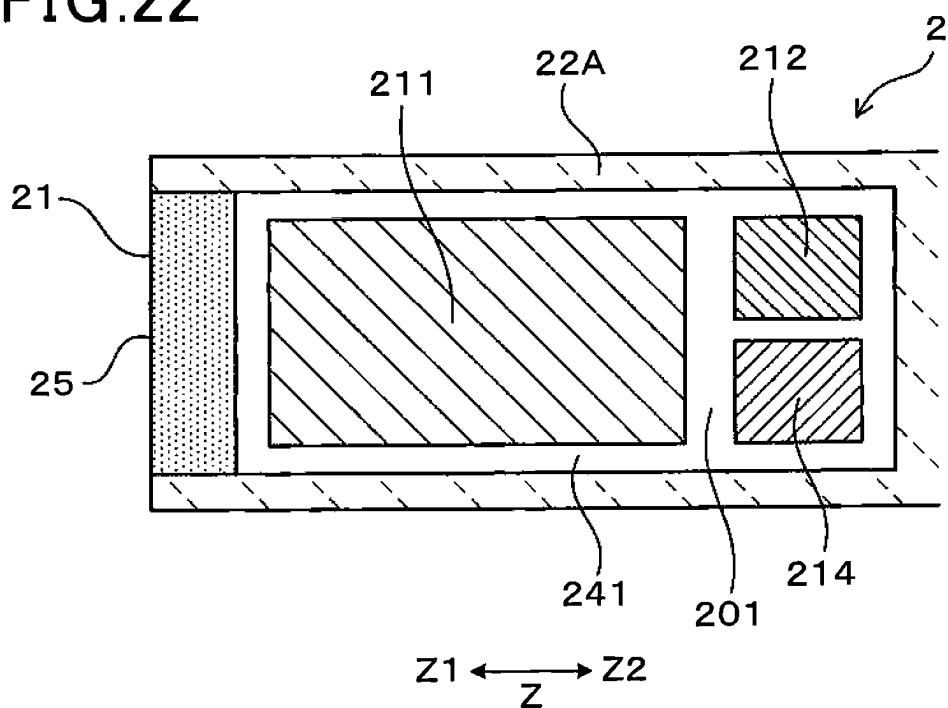
FIG.21**FIG.22**

FIG.23

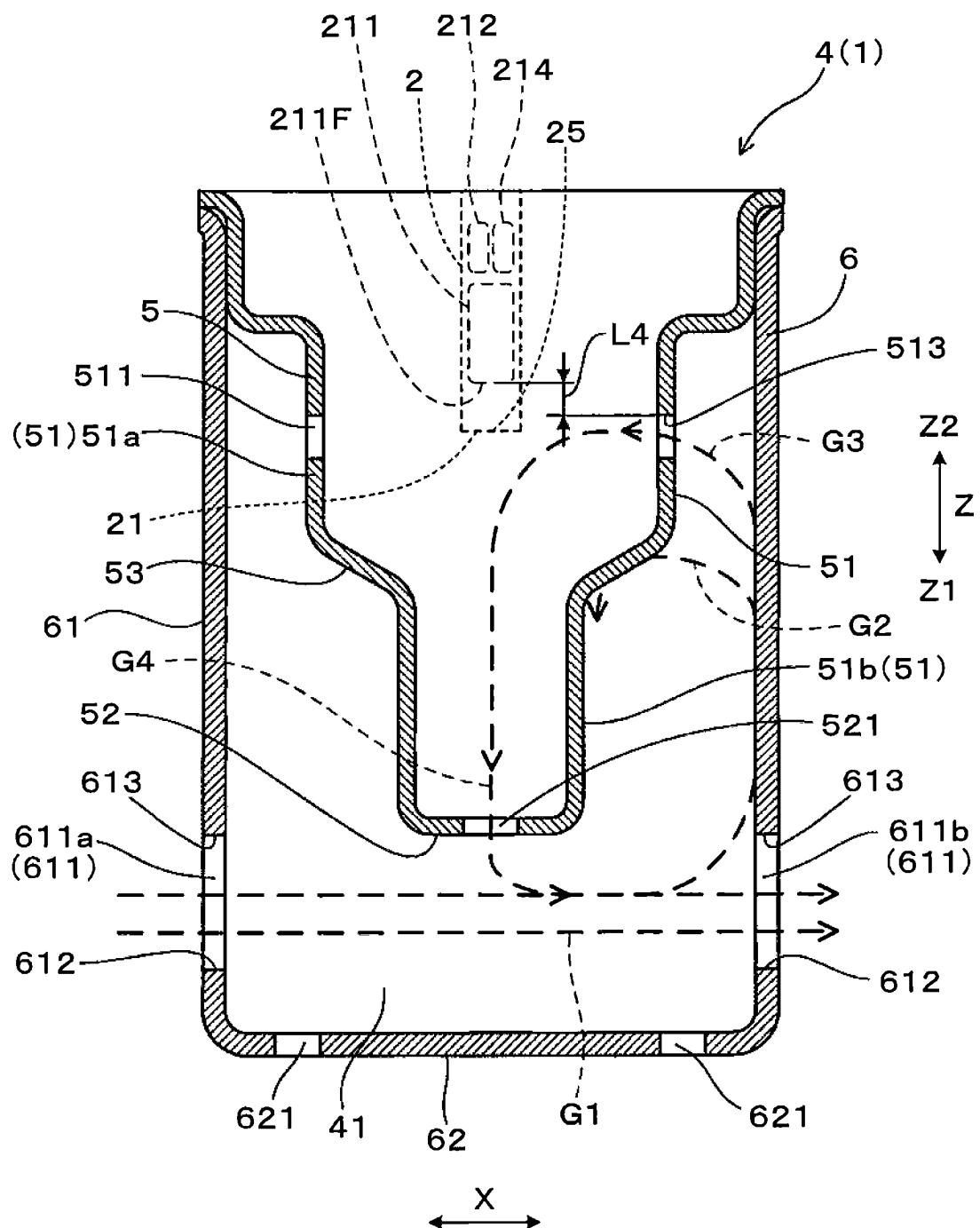


FIG.24

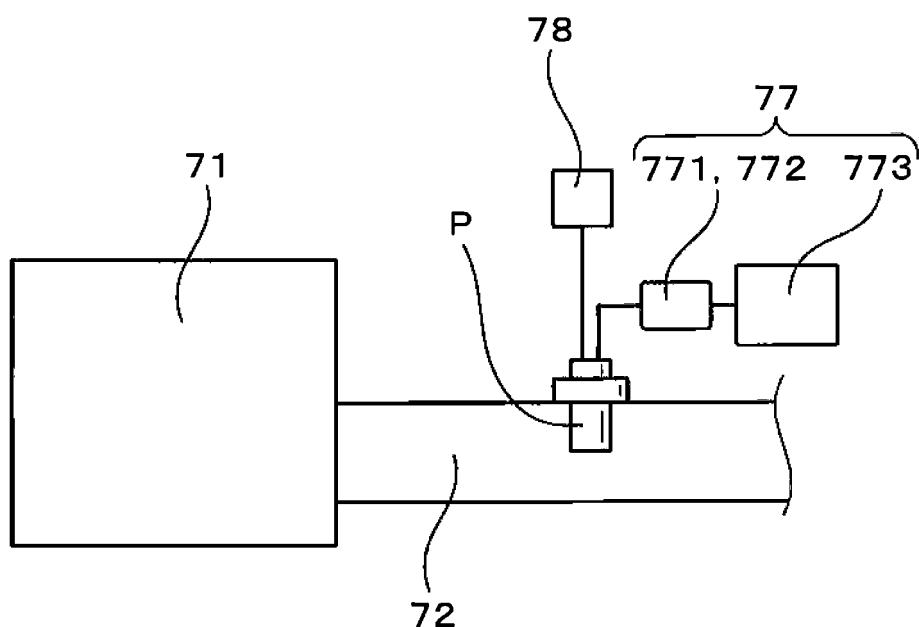


FIG.25

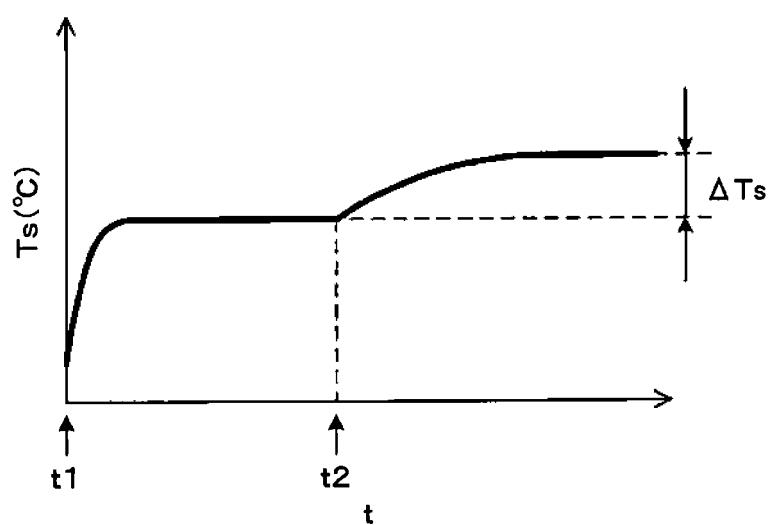


FIG.26

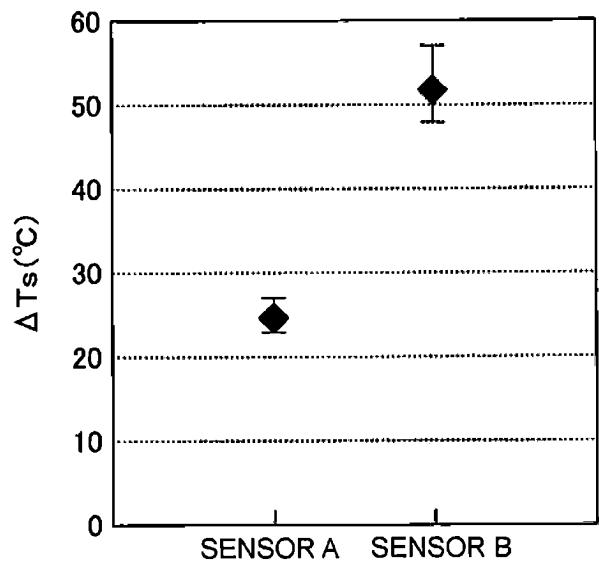


FIG.27

