



(10) **DE 11 2018 004 731 T5** 2020.06.04

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/039455**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 004 731.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/030770**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.08.2018**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.02.2019**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **G01N 27/41** (2006.01)  
**G01N 27/409** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2017-159692**      **22.08.2017**      **JP**

(71) Anmelder:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

(74) Vertreter:  
**KUHNEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,  
DE**

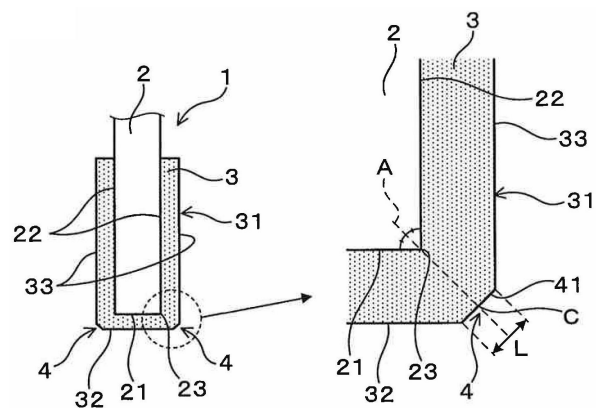
(72) Erfinder:  
**Mouri, Tomotaka, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Imada, Shota, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Takeuchi, Toru, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Gassensorelement und Gassensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Gassensorelement (1) zum Erfassen einer spezifischen Gaskomponente in einem gemessenen Gas, aufweisend: einen Elementkörper (2) in der Form einer langen Platte, die an dessen Ende auf einer Seite der distalen Endfläche (21) in einer Längsrichtung (X) ein Gaserfassungsteil (20) aufweist; und eine poröse Schutzschicht (3), die einen äußeren Umfang des Endes auf dieser Seite der Endfläche des Elementkörpers abdeckt, wobei in einem Querschnitt, der zwei benachbarte ausgewählt aus der Endfläche und den Seitenflächen (22) beinhaltet, die mit der Endfläche verbunden sind, eine Außenoberfläche (31) der Schutzschicht, die einer Elementecke (23) zugewandt ist, an welcher sich die zwei Flächen treffen, eine Form mit einem Eckteil (4) aufweist, und das Eckteil derart konfiguriert ist, dass ein Verhältnis (D/L) eines angenommenen Durchmessers (D) eines Wassertropfens (W), der in dem gemessenen Gas in einer Anwendungsumgebung enthalten ist, zu einer effektiven Länge (L) des Eckteils in dem Querschnitt größer gleich 1,5 ist.



## Beschreibung

### Querverweis auf ähnliche Anmeldung

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung basiert auf der Japanischen Anmeldung mit der Nr. 2017-159 692, eingereicht am 22. August 2017, deren Inhalt hierin durch Bezugnahme mit aufgenommen wird.

### Technisches Gebiet

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Gassensorelement, das mit einer porösen Schutzschicht abgedeckt ist, sowie einen Gassensor, der ein Gassensorelement beinhaltet.

### Stand der Technik

**[0003]** Das Abgassystem einer Automobilmaschine ist mit einem Gassensor zum Erfassen eines spezifischen Abgases vorgesehen, und es wird eine Emissionssteuerung durchgeführt, indem zum Beispiel auf Grundlage des Erfassungsergebnisses des Gassensors eine Verbrennungssteuerung ausgeführt wird. Der Gassensor weist ein langes, plattenartiges Gassensorelement auf, das in einer Abdeckung untergebracht ist, und das Gassensorelement ist durch eine poröse Schutzschicht, die auf der Außenoberfläche vorgesehen ist, vor einem Eindringen von Wassertropfen und Giftstoffen geschützt. Das Gassensorelement ist konfiguriert, indem ein Heizvorrichtungsteil in dem Elementkörper aufgenommen wird, in welchem ein Gaserfassungsteil vorgesehen ist.

**[0004]** Wie in PTL 1 beschrieben, wird die poröse Schutzschicht für gewöhnlich zum Beispiel ausgebildet, indem der Elementkörper des Gassensorelements unter Verwendung des Eintauchverfahrens oder dergleichen in dem Schutzschichtmaterial in einem Schlammzustand eingetaucht wird. Die Schutzschicht, die auf eine derartige Weise ausgebildet ist, umgibt den gesamten äußeren Umfang bzw. Außenumfang des Elementkörpers mit einer allgemein kreisförmigen oder elliptischen äußeren Form, und diese weist eine gekrümmte Außenoberfläche auf.

**[0005]** Ferner wird in PTL 1 vorgeschlagen, die Wärmeleitfähigkeit der Schutzschicht oder eine physikalische Eigenschaft, welche die Beziehung der Wärmeleitfähigkeit, Dichte und spezifischen Wärme zu einem bestimmten numerischen Bereich angibt, zu spezifizieren, um die wasserabweisende Fähigkeit bzw. das Vermögen, Wasser abzuweisen, der Schutzschicht zu erhöhen und ein Durchdringen bzw. Eindringen von Wassertropfen zu unterbinden.

### Entgegenhaltungsliste

### Patentliteratur

**[0006]** PTL 1 : JP 2016-29360 A

### Kurzfassung der Erfindung

**[0007]** Andererseits besteht eine Notwendigkeit nach einem verbesserten Ansprechverhalten, um die Abgasregulierungen und den Bedarf nach einer verbesserten Kraftstoffwirtschaftlichkeit zu bewältigen, die jedes Jahr strenger werden. Es ist zum Beispiel erforderlich, die Montageposition des Gassensors und den Durchmesser des Durchgangslochs der Abdeckung zu verändern, sodass das Ansprechverhalten bzw. die Ansprechempfindlichkeit verbessert wird. Der Durchmesser der Wassertropfen, die in die Abdeckung eintreten, nimmt ebenfalls zu, falls der Durchmesser des Durchgangslochs der Abdeckung erhöht wird, um in einfacherer Weise eine Gasströmung aufzunehmen bzw. einzulassen. In diesem Fall ist es ausgehend von einem Gesichtspunkt des Wasserwiderstands wünschenswert, die Schutzschicht dicker herzustellen. Falls die Schutzschicht dick ist, wird die Gasströmung, die durch die Schutzschicht durchtritt, allerdings behindert, und die Ansprechempfindlichkeit nimmt entsprechend ab.

**[0008]** Zusätzlich ist es schwierig, eine Schutzschicht wie die eine, die in PTL 1 beschrieben ist, derart auszubilden, dass diese gänzlich einheitlich ist, und die Schutzschicht neigt dazu, insbesondere an Elementecken, an welchen Rissbildung am Element ein Problem ist, dünn zu sein. Ferner nimmt die Kontaktfläche mit Wassertropfen zu, da die Außenoberfläche gekrümmt ist, und somit wird eine Absorption von Wassertropfen erhöht.

Daher nimmt die gesamte Schichtdicke weiter zu, falls die Schutzschicht, die den Elementecken entspricht, verdickt wird, und es war nicht einfach, die Ansprechempfindlichkeit zu verbessern.

**[0009]** Somit besteht eine widersprüchliche Beziehung, bei welcher die Schutzschicht, die den Elementkörper abdeckt, vorzugsweise dünn ist, um eine Ansprechempfindlichkeit zu erhöhen, die Schutzschicht aber vorzugsweise dick ist, um einen Wasserwiderstand zu erhöhen. Es ist wünschenswert, sowohl eine Ansprechempfindlichkeit als auch einen Wasserwiderstand zu erzielen.

**[0010]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, ein Gassensorelement und einen Gassensor vorzusehen, der eine Schutzschicht beinhaltet, die dazu in der Lage ist, selbst in einer Umgebung, in welcher mit höherer Wahrscheinlichkeit Wassereinwirkung auftritt, sowohl eine Ansprechempfindlichkeit als auch einen Wasserwiderstand zu erzielen.

**[0011]** Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist:

Ein Gassensorelement (1) zum Erfassen einer spezifischen Gaskomponente in einem gemessenen Gas, aufweisend:

einen Elementkörper in der Form einer langen Platte, die an dessen Ende auf einer Seite der Endfläche in einer Längsrichtung ein Gaserfassungsteil aufweist; und eine poröse Schutzschicht, die einen äußeren Umfang des Endes auf dieser Seite der Endfläche des Elementkörpers abdeckt, wobei

in einem Querschnitt, der zwei benachbarte ausgewählt aus der Endfläche und den Seitenflächen beinhaltet, die mit der Endfläche verbunden sind, eine Außenoberfläche der Schutzschicht, die einer Elementecke zugewandt ist, an welcher sich die zwei Flächen treffen, eine Form mit einem Eckteil aufweist, und

das Eckteil derart konfiguriert ist, dass ein Verhältnis  $D/L$  eines angenommenen Durchmessers  $D$  eines Wassertropfens, der in dem gemessenen Gas in einer Anwendungsumgebung enthalten ist, zu einer effektiven Länge  $L$  des Eckteils in dem Querschnitt, der die zwei Flächen beinhaltet, größer gleich 1,5 ist.

Ein anderer Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist:

Ein Gassensor, der ein zylindrisches Gehäuse aufweist, das einen äußeren Umfang des vorstehend beschriebenen Gassensorelements lagert, und einen Abdeckungskörper, der an einem Ende des zylindrischen Gehäuses angebracht ist, wobei ein Ende des Gassensorelements, an welchem die Schutzschicht vorgesehen ist, in dem Abdeckungskörper eingehaust ist, und das gemessene Gas durch ein Durchgangsloch, das in dem Abdeckungskörper vorgesehen ist, in den Abdeckungskörper eingeführt ist.

#### Effekte der Erfindung

**[0012]** Gemäß dem Gassensorelement mit der vorstehenden Konfiguration weist die Schutzschicht, die den Elementkörper abdeckt, ein Eckteil auf, das einer Elementecke entspricht, und das Verhältnis des angenommenen Durchmessers der Wassertropfen zu der effektiven Länge (welche die Größe des Eckteils darstellt) in einem bestimmten Querschnitt ist kleiner gleich einem bestimmten Wert. Genauer gesagt wurde ermittelt, dass Wassertropfen, welche die Oberfläche des Gassensorelements erreichen, sich aufspalten, wenn diese die Eckteile kontaktieren, wenn dieses Verhältnis größer gleich 1,5 ist. Somit ist es möglich, die Menge an Wassertropfen, welche die Elementecken erreichen, die sich innerhalb der Eckteile befinden, zu reduzieren, da sich die abgespaltenen Wassertropfen weg von den Ecken bewegen und die Menge an Wassertropfen, die durch die Eckteile absorbiert werden, stark reduziert wird.

**[0013]** Somit wird die Wassereinwirkungsbelastung der Schutzschicht reduziert, indem bestimmte Eckteile vorgesehen werden, die den Elementecken entsprechen, und der Wasserwiderstand kann verbessert werden, ohne dass die Dicke der Schutzschicht erhöht wird. Ein Gassensor, der ein derartiges Gassensorelement einsetzt, kann von den Einschränkungen zu der Anordnung und Größe der Durchgangslöcher des Abdeckungskörpers zum Schutz des Gassensorelements befreit werden. Zum Beispiel kann der Durchmesser der Durchgangslöcher des Abdeckungskörpers vergrößert werden bzw. zunehmen, um die Menge an Gas, das eingeführt wird, zu erhöhen bzw. damit diese zunimmt. Daher kann die spezifische Gaskomponente in dem gemessenen Gas bei einem guten Ansprechverhalten bzw. einer hohen Ansprechempfindlichkeit erfasst werden.

**[0014]** Somit ist es gemäß den vorstehenden Aspekten möglich, ein Gassensorelement und einen Gassensor vorzusehen, der eine Schutzschicht beinhaltet, die dazu in der Lage ist, selbst in einer Umgebung, in welcher wahrscheinlich eine Wassereinwirkung auftritt, sowohl eine Ansprechempfindlichkeit als auch einen Wasserwiderstand zu erzielen.

## Figurenliste

**[0015]** Die vorstehende und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen klar werden. Es zeigt/es zeigen:

**Fig. 1** zeigt eine schematische Ansicht eines Gassensorelements und eine vergrößerte Ansicht von dessen Hauptteil gemäß der ersten Ausführungsform;

**Fig. 2** eine schematische Gesamtansicht des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform;

**Fig. 3** eine gesamte Querschnittsansicht eines Gassensors, der den Gassensor gemäß der ersten Ausführungsform aufweist;

**Fig. 4** eine vergrößerte Perspektivansicht, welche die Konfiguration des Hauptteils des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 5** eine schematische Ansicht zum Erläutern des Betriebs und Effekts des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform im Vergleich zu der herkömmlichen Konfiguration;

**Fig. 6** eine Querschnittsansicht, welche die Struktur eines Gaserfassungsteils des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 7** eine schematische Ansicht, die einen Zustand, in welchem die Schutzschicht und ein Wassertropfen miteinander in Kontakt stehen, gemäß einem herkömmlichen Gassensorelement zeigt;

**Fig. 8** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, welche die Konfiguration der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 9** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils zum Erläutern des Betriebs und Effekts der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform;

**Fig. 10** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, die ein anderes Beispiel der Form der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 11** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, die ein anderes Beispiel der Form der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 12** eine Ansicht, welche den Herstellungsprozess des Gassensorelements gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 13** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils des Gassensorelements zum Erläutern des Verfahrens des Wassereinwirkungstests, der bei Testbeispiel 1 durchgeführt wird;

**Fig. 14** eine vergrößerte Ansicht des Hauptteils zum Erläutern der Konfiguration der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß dem Testbeispiel 1;

**Fig. 15** einen Graphen, der die Beziehung zwischen  $L/t$  und der Menge von getropften Wassertropfen bei Testbeispiel 1 zeigt;

**Fig. 16** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, der die Konfiguration der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 17** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, die ein anderes Beispiel der Form der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 18** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, die ein anderes Beispiel der Form der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 19** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, die ein anderes Beispiel der Form der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 20** eine Ansicht, welche den Herstellungsprozess des Gassensorelements gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt; und

**Fig. 21** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils, der die Konfiguration der Schutzschicht des Gassensorelements gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

## Beschreibung der Ausführungsformen

## Erste Ausführungsform

**[0016]** Ausführungsformen gemäß einem Gassensorelement und einem Gassensor werden unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 6** beschrieben werden. Das Gassensorelement **1**, das in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt wird, bildet das Hauptteil des Gassensors **S**, der in **Fig. 3** gezeigt wird, und dies wird derart in einen zylindrischen Isolator **I** eingesetzt, dass dessen äußerer Umfang durch das zylindrische Gehäuse **H** gelagert wird. Der Gassensor **S** kann zum Beispiel auf ein Abgasreinigungssystem für eine Automobilmaschine angewendet werden, und das Gassensorelement **1** erfasst eine spezifische Gaskonzentration in dem Abgas, welches das Gas ist, das gemessen werden soll. Genauer gesagt kann dieser für einen Sauerstoffsensor zum Erfassen einer Sauerstoffkonzentration, für einen Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor zum Erfassen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses (d. h. A/F) auf Grundlage einer Sauerstoffkonzentration und dergleichen verwendet werden.

**[0017]** In den **Fig. 1** und **Fig. 2** beinhaltet das Gassensorelement **1** einen langen plattenartigen Elementkörper **2** und eine poröse Schutzschicht **3**, welche die Oberfläche des Elementkörpers **2** schützt. Der Elementkörper **2** wird innerhalb des Isolators **I** gehalten und dessen Längsrichtung (das heißt, die vertikale Richtung in **Fig. 2**) **X** entspricht der axialen Richtung des Isolators **I**. Dieser umfasst an dessen Ende auf der Seite der distalen Endfläche **21** (vergleiche zum Beispiel **Fig. 1**), welche eine von dessen Endflächen in der Längsrichtung **X** ist, das Gaserfassungsteil **20**. Der Elementkörper **2** kann zum Beispiel eine rechteckige Parallelepipedform mit einem rechteckigen Querschnitt aufweisen, wie in **Fig. 4** gezeigt wird.

**[0018]** Die Schutzschicht **3** ist vorgesehen, um so den äußeren Umfang des Endes des Elementkörpers **2** auf der Seite der distalen Endfläche **21** abzudecken, das ausgehend von dem Isolator **I** hervorragt. In einem Querschnitt, der zwei benachbarte Flächen der distalen Endfläche **21** des Elementkörpers **2** und von dessen Seitenflächen **22** beinhaltet, die mit der distalen Endfläche **21** verbunden sind, weist die Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3**, die der Elementecke **23** zugewandt ist, an welcher sich die zwei Flächen schneiden, eine Form mit einem Eckteil **4** auf. Ein vergrößerter vertikaler Querschnitt, der in **Fig. 1** gezeigt wird, zeigt zum Beispiel eine Elementecke **23**, an welcher die distale Endfläche **21** und eine Seitenfläche **22**, die mit dieser verbunden ist, einander schneiden. Außerhalb dessen ist ein Eckteil **4** mit einer effektiven Länge **L** auf der Außenoberfläche **31** vorgesehen, an welcher sich eine Endfläche **32** und eine Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** schneiden. Vorzugsweise befindet sich jedes Eckteil **4** der Schutzschicht **3** auf einer Erstreckung einer Linie **A**, welche die Elementecke **23** des Elementkörpers **2** halbiert.

**[0019]** Der Gassensor **S** ist zum Beispiel an einem Abgasrohr angebracht und wird in einer Umgebung verwendet, die zu dem Abgas freigelegt bzw. diesem ausgesetzt ist, welches das Gas ist, das gemessen werden soll. Die Schutzschicht **3**, die den Elementkörper **2** des Gassensorelements **1** abdeckt, schützt den Elementkörper **2** vor kondensiertem Wasser bzw. Kondenswasser und Giftstoffen, die in dem Abgas enthalten sind. Indem die Form und Größe der Eckteile **4** der Schutzschicht **3** geeignet eingestellt wird, insbesondere, indem diese derart eingestellt werden, dass das Verhältnis  $D/L$  des angenommenen Durchmessers **D** der Wassertropfen **W** (vergleiche zum Beispiel **Fig. 5**), die in dem Abgas in der Anwendungsumgebung enthalten sind, zu der effektiven Länge **L** der Eckteile **4** größer gleich 1,5 ist, ist es möglich, die Wassertropfen **W**, die in Kontakt stehen, aufzuspalten und den Wasserwiderstand zu verbessern. Hierbei erfüllt die effektive Länge  $L > 0$ .

**[0020]** Genauer gesagt weist jedes Eckteil **4** auf der Oberfläche, die sich außerhalb der Elementecke **23** befindet, eine Wassertropfen-Kontaktfläche **41** auf. Die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** ist eine Oberfläche, die in einem Querschnitt, der zwei benachbarte Flächen des Elementkörpers **2** beinhaltet, eine Schnittlinie **c** zwischen einer Erstreckungslinie der Linie **A**, welche die Elementecke **23** halbiert, und der Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** beinhaltet, und diese spaltet einen Wassertropfen **W** auf, der mit der Nähe der Schnittlinie **c** in Kontakt steht. Die effektive Länge **L** der Eckteile **4** kann den Abstand zwischen beiden Enden der Wassertropfen-Kontaktfläche **41** in einem Querschnitt, der zwei Flächen beinhaltet, betragen.

**[0021]** Die detaillierten Konfigurationen der Schutzschicht **3** und des Eckteils **4**, die bei dem Gassensorelement **1** ausgebildet sind, werden später beschrieben werden.

**[0022]** In **Fig. 3** weist der Gassensor **S** ein zylindrisches Gehäuse **H** auf, dessen axiale Richtung die Längsrichtung **X** des Gassensorelements **1** ist (das heißt, die vertikale Richtung in der Figur), und das Gassensorelement **1** wird eingesetzt und in dem Gehäuse **H** gehalten. Bei dem Gassensor **S** wird eine Endseite des Gassensorelements **1**, die das Gaserfassungsteil **20** aufweist, als die distale Endseite (das heißt, die untere Endseite in der Zeichnung) bezeichnet, und die gegenüberliegende Seite wird als die Basisendseite (das heißt,

die obere Endseite in der Zeichnung) bezeichnet. Eine Elementabdeckung **S1** als ein Abdeckungskörper ist an der distalen Endseite des Gehäuses **H** angebracht und das distale Ende des Gassensorelements **1** ragt ausgehend von dem Gehäuse **H** hervor und ist in der Elementabdeckung **S1** untergebracht. Auf ähnliche Weise ist eine Abdeckung **S2** auf der Seite der Atmosphäre an der Basisendseite des Gehäuses **H** (das heißt, der oberen Endseite in der Zeichnung) angebracht und das Basisende des Gassensorelements **1** ragt ausgehend von dem Gehäuse **H** hervor und ist in der Abdeckung **S2** auf der Seite der Atmosphäre untergebracht.

**[0023]** Die Elementabdeckung **S1** liegt in der Gestaltungsform von inneren und äußeren doppelten und mit einem Boden versehenen Zylindern vor und ist angeordnet, um so den Umfang des distalen Endes des Gassensorelements **1** zu umgeben. Die Innenabdeckung **S11** und die Außenabdeckung **S12** der Elementabdeckung **S1** sind mit Durchgangslöchern **S13** und **S14** vorgesehen, die jeweils als Abgas-Eintritts-/ -Austrittslöcher auf den Seitenflächen und der Bodenfläche dienen. Wenn das Abgas, das durch die Durchgangslöcher **S13** und **S14** durchgetreten ist, die Oberfläche des Gassensorelements **1** erreicht, wird dieses über die Schutzschicht **3** in das Innere eingelassen. Die zylindrische Abdeckung **S2** auf der Seite der Atmosphäre ist mit einem Durchgangsloch **S21** vorgesehen, das sich an der äußeren peripheren Seitenfläche öffnet, um als ein Atmosphärenloch zu dienen, und nimmt atmosphärische Luft auf.

**[0024]** Der äußere Umfang des Zwischenteils des Gassensorelements **1** wird innerhalb des zylindrischen Isolators **I** gehalten, der in dem Gehäuse **H** untergebracht ist, und das Dichtungsglas **11** ist zwischen der Öffnung des Isolators **I** auf der Basisendseite und dem Gassensorelement **1** eingefüllt. Das Zwischenteil mit großem Durchmesser des Isolators **I** wird auf einem gestuften Teil des Gehäuses **H** gelagert, und zwischen der äußeren peripheren Oberfläche des Isolators **I** und der inneren peripheren Oberfläche des Gehäuses **H** wird Talkumpulver **12** eingefüllt. Anschließend wird das verdünnte Teil des Basisendes des Gehäuses **H** gecrimpt, wobei ein zylindrisches isolierendes Bauteil **13** eingeschoben wird, um den Isolator zu fixieren.

**[0025]** Eine Mehrzahl von Anschlussleitungsdrähten **R1** und **R2**, die mit einer (nicht näher dargestellten) externen Maschinensteuereinheit verbunden sind, sind isoliert und werden an der Basisendöffnung der Abdeckung **S2** auf der Seite der Atmosphäre gehalten. Anschlusssteile **R11** und **R12** sind auf der distalen Endseite der Anschlussleitungsdrähte **R1** und **R2** vorgesehen, und sind elektrisch mit den (nicht näher dargestellten) Elektroden-Anschlusssteilen verbunden, die an dem Basisende des Gassensorelements **1** vorgesehen sind. Ferner beinhaltet das Gassensorelement **1** ein Heizvorrichtungsteil **5**, das in dem Elementkörper **2** auf der Seite der distalen Endfläche **21** aufgenommen ist, wie in **Fig. 4** gezeigt wird. Das Heizvorrichtungsteil **5** beinhaltet eine Heizvorrichtungselektrode **51** und ein Anschlussleitungsteil **52** zur Erregung. Es wird durch externe Erregung verursacht, dass die Heizvorrichtungselektrode **51** Wärme erzeugt, sodass der Abschnitt, welcher dem Gaserfassungsteil **20** des Elementkörpers **2** entspricht, bei einer Aktivierungstemperatur aktiviert wird.

**[0026]** In **Fig. 6** umfasst das Gaserfassungsteil **20** des Gassensorelements **1** zum Beispiel einen oxidionenleitfähigen Festelektrolytkörper **11**, eine Elektrode **12** auf der Seite des gemessenen Gases, die auf der Oberfläche des Festelektrolytkörpers **11** auf der Seite des gemessenen Gases vorgesehen ist und in welche das Gas, das gemessen werden soll, über eine poröse Diffusionswiderstandsschicht **14** eingeführt wird, und eine Elektrode **13** auf der Seite des Referenzgases, die auf der Oberfläche des Festelektrolytkörpers **11** auf der Seite des Referenzgases vorgesehen ist, um so einer Referenzgaskammer **10** zugewandt angeordnet zu sein. Die poröse Diffusionswiderstandsschicht **14** beinhaltet eine dichte Abschirmschicht **15**, die auf deren Fläche gegenüber dem Festelektrolytkörper **11** laminiert ist, und es wird ein Gaseinführungsanschluss **16** ausgebildet, der auf der seitlichen Außenoberfläche freigelegt ist.

**[0027]** Eine die Referenzgaskammer ausbildende Schicht **17**, welche die Referenzgaskammer **10** ausbildet, weist ein Heizvorrichtungssubstrat **53** auf, das auf der Fläche gegenüber dem Festelektrolytkörper **11** laminiert ist, und die Heizvorrichtungselektrode **51** ist in dem Heizvorrichtungssubstrat **53** eingebettet, um das Heizvorrichtungsteil **5** zu bilden. Der Elementkörper **2** wird ausgebildet, indem aufeinanderfolgend das Heizvorrichtungssubstrat **53**, die die Referenzgaskammer ausbildende Schicht **17**, der Festelektrolytkörper **11**, die poröse Diffusionswiderstandsschicht **14** und die Abschirmschicht **15** laminiert werden.

**[0028]** Obwohl der Elementkörper **2** bei diesem Beispiel eine rechteckige Querschnittsform aufweist, kann dieser auch eine polygonale bzw. vieleckige Querschnittsform aufweisen. Anstatt die Seitenrandteile auf der Seite des Gaserfassungsteils **20** oder die rechtwinkligen Ecken auf der Seite des Heizvorrichtungsteils **5** herzustellen, wie in der Figur gezeigt wird, können diese zum Beispiel geneigte Flächen aufweisen, die in Hinblick auf die Laminierungsrichtung geneigt angeordnet sind, um so eine Querschnittsform eines Sechsecks oder eines Achtecks und dergleichen auszubilden. In einem derartigen Fall sind die Eckteile **4** der Schutzschicht **3** ausgebildet, die den Elementecken **23** entsprechen.

[0029] Die Schutzschicht **3** ist aus einem porösen Körper hergestellt, bei welchem zwischen den Keramikpartikeln eine große Anzahl an Poren vorliegt, und wird derart angepasst, dass dieser eine gewünschte Porosität aufweist. Die Keramikpartikel sind zum Beispiel aus einer isolierenden Keramik wie beispielsweise Aluminiumoxid hergestellt. Der Festelektrolytkörper **11** ist zum Beispiel aus einem Festelektrolyt auf Zirkoniumdioxid-Basis hergestellt, und das Heizvorrichtungssubstrat **18**, die die Referenzgaskammer ausbildende Schicht **17**, der Festelektrolytkörper **11**, die poröse Diffusionswiderstandsschicht **14** und die Abschirmschicht **15** sind zum Beispiel aus einer isolierenden Keramik wie beispielsweise Aluminiumoxid oder Spinell hergestellt.

[0030] Somit gibt die Sensorausgabe des Gaserfassungsteils **20** eine beschränkende Stromeigenschaften vorweisende Sensorausgabe an, die der Sauerstoffkonzentration entspricht, wenn das Abgas über die poröse Diffusionswiderstandsschicht **14** in die Elektrode **12** auf der Seite des gemessenen Gases eingeführt wird, und zwischen der Elektrode **12** auf der Seite des gemessenen Gases und der Elektrode **13** auf der Seite des Referenzgases auf der Seite der Referenzgaskammer **10**, in welche die atmosphärische Luft eingeführt wird, eine bestimmte Spannung angelegt wird. Indem diese genutzt wird, kann ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Signal, das der Sauerstoffkonzentration in dem Abgas entspricht, erhalten werden.

[0031] Als nächstes wird die detaillierte Struktur der Schutzschicht **3** beschrieben werden.

[0032] In dem linken Diagramm von **Fig. 1** weist die Schutzschicht **3** eine im Wesentlichen einheitliche Dicke auf und deckt den äußeren Umfang des Endteils des Elementkörpers **2** auf dessen Seite der distalen Endfläche **21** ab. Das heißt die Schutzschicht **3** deckt die gesamte distale Endfläche **21** ab und deckt ebenfalls die Endteile der Seitenflächen **22** ab, die damit verbunden sind. Die Eckteile **4** sind an Stellen ausgebildet, an welchen die Endfläche **32**, die distal zu der distalen Endfläche **21** positioniert ist, die Seitenflächen **33** trifft, die neben den Seitenflächen **22** positioniert sind. Die äußere Form der Schutzschicht **3** ähnelt allgemein der äußeren Form des Elementkörpers **2** und die Schutzschicht **3** ist um die eigene Dicke größer als der Elementkörper **2**.

[0033] Genauer gesagt ist in **Fig. 4** bezüglich der Endfläche **32** der Schutzschicht **3**, die der distalen Endfläche **21** des Elementkörpers **2** entspricht, und der Seitenflächen **33**, die mit der Endfläche **32** verbunden sind, ein Eckteil **4** zwischen jeweils zwei benachbarten Flächen ausgewählt aus der Endfläche **32** und den Seitenflächen **33** ausgebildet. Es sind zum Beispiel in der rechteckigen Endfläche **32** der Schutzschicht **3** entlang der Verbindungsteile zwischen den vier Seiten der äußeren peripheren Ränder und den Rändern der vier Seitenflächen **33**, die mit den vier Seiten verbunden sind, Eckteile **4** ausgebildet, die sich in Richtungen, die orthogonal zu der Längsrichtung X verlaufen, linear erstrecken. Auf ähnliche Weise ist in jeder rechteckigen Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** entlang jedes Verbindungsteils zwischen lateralen Rändern von zwei benachbarten Seitenflächen ein Eckteil **4** ausgebildet, das sich in der Längsrichtung X linear erstreckt.

[0034] Wie in dem linken Diagramm von **Fig. 5** schematisch gezeigt wird, kann ein Wassertropfen **W** an dem Eckteil **4** abgespalten werden, indem die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** des Eckteils **4** in Hinblick auf den Wassertropfen **W**, der die Oberfläche des Gassensorelements **1** erreicht, ausreichend reduziert wird. Genauer gesagt kann dieser Effekt erhalten werden, wenn das Verhältnis  $D/L$  zwischen dem angenommenen Durchmesser **D** des Wassertropfens **W** und der effektiven Länge **L** des Eckteils **4** (zum Beispiel der Abstand zwischen den zwei Enden der Wassertropfen-Kontaktfläche **41**) 1,5 oder größer ist. Im Ergebnis bewegen sich die Wassertropfen **W1**, die sich von dem Wassertropfen **W** abspalten, weg von der Wassertropfen-Kontaktfläche **41**, und eine Absorption der ganzen Menge des Wassertropfens **W** an dem Eckteil **4** kann verhindert werden. Entsprechend ist es möglich, die Wassereinwirkungsbelastung erheblich zu reduzieren und die Elementecken **23**, welche gegenüber Wassereinwirkung am schwächsten geschützt sind, zu schützen, wodurch ein Effekt erhalten wird, dass eine Rissbildung am Element verhindert wird.

[0035] Andererseits ist die Außenoberfläche der Schutzschicht **30** bei dem Gassensorelement **1**, das mit der herkömmlichen Schutzschicht **30** vorgesehen ist, gänzlich gekrümmt, wie im Vergleich mit dem rechten Diagramm von **Fig. 5** gezeigt wird. In diesem Fall nimmt die Kontaktfläche mit einem Wassertropfen **W**, der die Außenoberfläche der Schutzschicht **30** erreicht, zu, und die Wassertropfen **W** werden nicht nur in einfacher Weise absorbiert, sondern die Schichtdicke wird zudem an Abschnitten reduziert, die den Elementecken **23** entsprechen. Falls der Durchmesser des Wassertropfens **W**, der an der Schutzschicht **30** anhaftet, klein ist, erreicht dieser daher den Elementkörper **2** nicht, selbst falls die gesamte Menge absorbiert wird, wie in dem linken Diagramm von **Fig. 7** gezeigt wird. Allerdings neigt der absorbierte Wassertropfen **W** dazu, die Elementecken **23** zu erreichen, bei der die Schicht dünn ist, falls der Durchmesser des Wassertropfens **W** zunimmt, wie in dem rechten Diagramm von **Fig. 7** gezeigt wird.

[0036] Wenn der Gassensor **S** in Betrieb ist, wird die Heizvorrichtung **5** des Gassensorelements **1**, die in **Fig. 4** gezeigt wird, erregt, um die Temperatur auf die Aktivierungstemperatur des Gaserfassungsteils **20** zu erhöhen, und die Oberflächentemperatur der Schutzschicht **3** beträgt zum Beispiel 400 °C bis 600 °C. Falls daran ein großer Wassertropfen **W** anhaftet und ausgehend von der Außenoberfläche **31** in das Innere durchtritt, tritt hinsichtlich einer thermischen Ausdehnung in der Schutzschicht **3** ein Unterschied auf, und eine Belastung konzentriert sich auf die Elementecke **23**, was eine Rissbildung am Element verursachen kann.

[0037] Um dieses Problem zu beheben, ist die Außenseite der Elementecken **23** des Gassensorelements **1** mit der Schutzschicht **3** mit den Eckteilen **4** abgedeckt, und die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** jedes Eckteils **4** befindet sich vorzugsweise auf der Erstreckungslinie der Linie **A**, welche die entsprechende Elementecke **23** halbiert, um die Wassertropfen **W** aufzuspalten. Somit reicht die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** aus, falls diese eine Größe aufweist, die den angenommenen Wassertropfen **W** entspricht, und die Elementecken **23** können zuverlässig geschützt werden, indem diese so angeordnet werden, um den Elementecken **23** des Elementkörpers **2** zu entsprechen.

[0038] Eine derartige Schutzschicht **3** kann durch ein Ausformverfahren hergestellt werden, wie später beschrieben werden wird.

[0039] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 8** bis **Fig. 10** werden spezifische Beispiele der Form dieser Eckteile **4** beschrieben werden.

[0040] Wie in **Fig. 8** gezeigt wird, können die Eckteile **4** der Schutzschicht **3** zum Beispiel eine C-Oberflächenform aufweisen. Die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** jedes Eckteils **4** ist eine allgemein flache Oberfläche, die sich auf der Erstreckungslinie der Linie **A** befindet, welche die entsprechende Elementecke **23** halbiert, die sich innerhalb dieser befindet, und die eine Schnittlinie **c** zwischen der Erstreckungslinie der Linie **A** und der Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** beinhaltet. Die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** weist einen Formveränderungspunkt **a** auf, der sich in Hinblick auf den Schnittpunkt **c** in einer Richtung hin zu der Seitenfläche **22** des Elementkörpers **2** biegt, und diese weist zudem einen Formveränderungspunkt **b** auf, der sich in einer Richtung hin zu der Seite der distalen Endfläche **21** biegt.

[0041] Die Formveränderungspunkte **a** und **b** sind die zwei Endpunkte der Wassertropfen-Kontaktfläche **41**, wie in dem vertikalen Querschnitt gezeigt wird, der in **Fig. 8** gezeigt wird, und der lineare Abstand zwischen den Formveränderungspunkten **a** und **b** beträgt die effektive Länge **L**, wenn der Wassertropfen **W** das Eckteil **4** kontaktiert. So wie sich der Formveränderungspunkt **a** oder der Formveränderungspunkt **b** an den Schnittpunkt **c** annähert, nimmt die effektive Länge **L** ab, und somit wird das Eckteil **4** kleiner. Der Schnittpunkt **c** kann mit dem Formveränderungspunkt **a** oder dem Formveränderungspunkt **b** zusammenfallen, oder dieser kann an einer Position vorliegen, die im Wesentlichen mit beiden Formveränderungspunkten **a** und **b** zusammenfällt. In diesem Fall ist die effektive Länge **L** des Eckteils **4** extrem klein.

[0042] Die Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** kann eine Form aufweisen, die ausgehend von der Schnittlinie **c** hin zu der Seite der Endfläche **32** oder der Seite der Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** eine Mehrzahl von Formveränderungspunkten aufweist. In diesem Fall ist die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** ebenfalls durch die Formveränderungspunkte **a** und **b** definiert, die am nächsten zu der Schnittlinie **c** angeordnet sind. Es ist zu beachten, dass Biegen in einer Richtung hin zu der distalen Endfläche **21** oder der Seitenfläche **22** vorzugsweise bedeutet, dass der Biegewinkel an dem Biegeteil, an welchem sich flache Oberflächen treffen, ungefähr 150 ° oder kleiner ist, wie in **Fig. 8** gezeigt wird, und das Biegeteil kann als ein Formveränderungspunkt definiert sein. Ferner muss die Außenoberfläche **31** der Endfläche **32** oder der Seitenflächen **33** der Schutzschicht **3** nicht nur durch eine flache Oberfläche ausgebildet sein.

[0043] **Fig. 8** zeigt einen Querschnitt des Eckteils **4**, an welchem sich die Endfläche **32** und eine Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** schneiden. Allerdings ist eine ähnliche Wassertropfen-Kontaktfläche **41** in den anderen Querschnitten des kontinuierlichen Eckteils **4** ausgebildet. Ferner ist eine Wassertropfen-Kontaktfläche **41**, die eine effektive Länge **L** aufweist, ebenfalls an den Eckteilen **4** ausgebildet, an welchen sich die Endfläche **32** und die anderen Seitenflächen **33** treffen, oder an welcher die Seitenflächen **33** einander treffen. Vorzugsweise ist die effektive Länge **L** der Wassertropfen-Kontaktfläche **41** für jedes Eckteil **4** so eingestellt, dass das Verhältnis  $D/L$  in Hinblick auf den angenommenen Durchmesser **D** der Wassertropfen **W**, von denen erwartet wird, dass diese zusammen mit dem Abgas in der Anwendungsumgebung das Eckteil **4** erreichen, 1,5 oder größer ist. Die effektiven Längen **L** der Eckteile **4** der Schutzschicht **3** können einander allgemein gleichen oder sich voneinander unterscheiden. Obwohl die Querschnittsform und die effektive



Länge **L** eines kontinuierlichen Eckteils **4** vorzugsweise allgemein konstant sind, können diese sich teilweise unterscheiden.

**[0044]** Wie in **Fig. 9** gezeigt wird, kann der Effekt der Aufspaltung des Wassertropfens **W** bzw. Effekt, dass der Wassertropfen **W** aufgespalten wird, erhalten werden, wenn das Verhältnis **D/L** 1,5 oder größer ist, wenn ein Wassertropfen **W** mit einem angenommenen Durchmesser **D** mit der Wassertropfen-Kontaktfläche **41** der Ecke **4** zusammenstößt. Je mehr das Verhältnis **D/L** 1,5 überschreitet, zum Beispiel wenn ein bestimmter angenommener Durchmesser **D** eingestellt wird, desto kleiner ist die effektive Länge **L** des Eckteils **4**, desto kleiner ist die Kontaktfläche mit dem Wassertropfen **W**, und desto höher ist der Effekt der Aufspaltung des Wassertropfens **W**. Zusätzlich wird die Menge eines Wassertropfens, der durch das Eckteil **4** absorbiert wird, reduziert, da die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** verglichen mit der Größe des Wassertropfens **W** kleiner ist, und aufgespaltene Wassertropfen **W1** mit kleineren Durchmessern verlassen die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** des Eckteils **4** rasch. Somit kann die Menge einer Wassereinwirkung stark reduziert werden.

**[0045]** In der Anwendungsumgebung, in welcher der Gassensor **S** platziert ist, ist die Größe der Wassertropfen **W**, die das Gassensorelement **1** erreichen, normalerweise durch die Durchgangslöcher **S13** und **S14** der Elementabdeckung **S1** beschränkt, in welcher das Gassensorelement **1** untergebracht ist. Das heißt, es wird abhängig von der Größe der Lochdurchmesser der Durchgangslöcher **S13** und **S14** der Elementabdeckung **S1** und des Zwischenraums der Innenabdeckung **S11** sowie der Außenabdeckung **S12** der angenommene Durchmesser **D** der Wassertropfen **W**, die das Gassensorelement **1** erreichen, bestimmt, und normalerweise ist dieser größer als der minimale Durchmesser der Durchgangslöcher **S13** und **S14**. Wenn erforderlich ist, dass der Gassensor **S** ein gutes Ansprechverhalten aufweist, neigen die Durchmesser der Durchgangslöcher **S13** und **S14** dazu, zuzunehmen, und der angenommene Durchmesser **D** nimmt ebenfalls zu. Daher ist es vorzuziehen, für jeden Gassensor **S** den angenommenen Durchmesser **D** zum Beispiel auf Grundlage von vorhergesagten Werten und Testwerten des durchschnittlichen Durchmessers oder des maximalen Durchmessers der Wassertropfen **W**, die durch die Elementabdeckung **S1** durchtreten, sowie gemäß der Anwendungsumgebung einzustellen. Ferner kann auf Grundlage des angenommenen Durchmessers **D** die Form der Wassertropfen-Kontaktfläche **41** der Eckteile **4** so eingestellt werden, dass ein gewisses Verhältnis **D/L** erzielt wird.

**[0046]** Das Verhältnis **D/L** ist vorzugsweise 2,0 oder größer, und die effektive Länge **L** des Eckteils **4** ist vorzugsweise geringer als 1,0 mm. Zum Beispiel wäre das Verhältnis **D/L** in dem Fall eines allgemeinen Gassensors **S**, der in einem Abgasreinigungssystem verwendet wird, 2,0 oder größer, falls das Eckteil **4** derart ausgebildet ist, dass dieses eine effektive Länge **L** aufweist, die kleiner als 1,0 mm ist, und die angenommenen Wassertropfen **W** können an der Wassertropfen-Kontaktfläche **41** abgespalten werden. Somit wird ein Eindringen der Wassertropfen **W** in das Innere der Schutzschicht **3** unterbunden, der Effekt, dass die Elementecken **23** geschützt werden, wird gesteigert, und eine Rissbildung am Element kann verhindert werden.

**[0047]** Zusätzlich werden die effektive Länge **L** oder die Schichtdicke **t** der Schutzschicht **3** vorzugsweise derart angepasst, dass das Verhältnis **L/t** zwischen der effektiven Länge **L** des Eckteils **4** und der Schichtdicke **t** der Schutzschicht **3** an dem Eckteil **4** kleiner gleich 6 ist. Die Schichtdicke **t** an dem Eckteil **4** wird durch den kürzesten Abstand zwischen der entsprechenden Elementecke **23** und der Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3**, das heißt, den Abstand zwischen der Schnittnlinie **c**, die erhalten wird, indem sich die Linie **A** erstreckt, welche die Elementecke **23** halbiert, und der Elementecke **23**, dargestellt. Je weiter das Verhältnis **L/t** 6 unterschreitet, desto größer wird die Schichtdicke **t** relativ zu der effektiven Länge **L** des Eckteils **4**, und der Effekt, dass die Wassertropfen **W**, die durch das Eckteil **4** absorbiert werden, welche die Elementecke **23** erreichen, reduziert werden, kann gesteigert werden. Ferner wird der Effekt der Aufspaltung des Wassertropfens **W** an der Ecke **4** gesteigert, da die effektive Länge **L** des Eckteils **4** relativ zu der Schichtdicke **t** kleiner wird.

**[0048]** Wie in **Fig. 10** als ein Modifikationsbeispiel gezeigt wird, können die Eckteile **4** der Schutzschicht **3** zum Beispiel eine R-Oberflächenform aufweisen. In diesem Fall ist die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** jedes Eckteils **4** ebenfalls eine gekrümmte Oberfläche, die sich auf der Erstreckungslinie der Linie **A** befindet, welche die entsprechende Elementecke **23** halbiert, die sich innerhalb dieser befindet, und die eine Schnittnlinie **c** zwischen der Erstreckungslinie der Linie **A** und der Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** beinhaltet. Die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** weist einen Formveränderungspunkt **a** auf, an welchem sich die Form in Hinblick auf den Schnittpunkt **c** in einer Richtung hin zu der Seitenfläche **22** des Elementkörpers **2** abrupt verändert, und diese weist zudem einen Formveränderungspunkt **b** auf, an welchem sich die Form in einer Richtung hin zu der Seite der distalen Endfläche **21** abrupt verändert. Hierbei sind die Formveränderungspunkte **a** und **b** zum Beispiel Verbindungspunkte zwischen der gekrümmten Wassertropfen-Kontaktfläche **41** und der flachen Endfläche **32** oder der flachen Seitenfläche **33** auf der Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3**, wie veranschaulicht wird.

**[0049]** Die Formveränderungspunkte **a** und **b** sind die zwei Endpunkte der Wassertropfen-Kontaktfläche **41**, wie in dem vertikalen Querschnitt gezeigt wird, der in **Fig. 10** gezeigt wird, und der lineare Abstand zwischen den Formveränderungspunkten **a** und **b** beträgt die effektive Länge **L**, wenn der Wassertropfen **W** das Eckteil **4** kontaktiert. Wie bei dem Fall der C-Oberflächenform nimmt die effektive Länge **L** in dem Fall der R-Oberflächenform ab, so wie sich der Formveränderungspunkt **a** oder der Formveränderungspunkt **b** an den Schnittpunkt **c** annähert, und somit wird das Eckteil **4** kleiner. Ferner kann der Schnittpunkt **c** mit dem Formveränderungspunkt **a** oder dem Formveränderungspunkt **b** zusammenfallen, oder dieser kann an einer Position vorliegen, die im Wesentlichen mit beiden Formveränderungspunkten **a** und **b** zusammenfällt. In dem Fall, dass die Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** eine Form aufweist, die zwischen der Schnittlinie **c** und der Seite der Endfläche **32** oder der Seite der Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** eine Mehrzahl von Formveränderungspunkten aufweist, ist die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** auf ähnliche Weise durch die Formveränderungspunkte **a** und **b** definiert, die am nächsten zu der Schnittlinie **c** angeordnet sind.

**[0050]** Wie in **Fig. 11** als ein anderes Modifikationsbeispiel gezeigt wird, kann das Eckteil **4** der Schutzschicht **3** alternativ eine hervorragende Form aufweisen, die ausgehend von der Endfläche **32** oder der Seitenfläche **33** nach außen hervorragt. In diesem Fall liegt das Eckteil **4** ebenfalls auf der Erstreckungslinie der Linie **A** vor, welche die Elementecke **23** halbiert, die sich innerhalb dieser befindet, und kann auf ähnliche Weise definiert werden. Genauer gesagt ist die flache Oberfläche, welche die Schnittlinie **c** zwischen der erstreckten Linie der Linie **A** und der Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** beinhaltet, die Wassertropfen-Kontaktfläche **41**. Die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** weist einen Formveränderungspunkt **a** auf, der sich in Hinblick auf den Schnittpunkt **c** in einer Richtung hin zu der Seitenfläche **22** des Elementkörpers **2** biegt, und diese weist zudem einen Formveränderungspunkt **b** auf, der sich in einer Richtung hin zu der Seite der distalen Endfläche **21** biegt.

**[0051]** Die Formveränderungspunkte **a** und **b** sind die zwei Endpunkte der Wassertropfen-Kontaktfläche **41**, wie in dem vertikalen Querschnitt gezeigt wird, der in **Fig. 11** gezeigt wird, und der lineare Abstand zwischen den Formveränderungspunkten **a** und **b** beträgt die effektive Länge **L**, wenn der Wassertropfen **W** das Eckteil **4** kontaktiert. So wie sich der Formveränderungspunkt **a** oder der Formveränderungspunkt **b** an den Schnittpunkt **c** annähert, nimmt die effektive Länge **L** ab, und somit wird das Eckteil **4** kleiner. Ferner kann der Schnittpunkt **c** mit dem Formveränderungspunkt **a** oder dem Formveränderungspunkt **b** zusammenfallen, oder dieser kann an einer Position vorliegen, die im Wesentlichen mit beiden Formveränderungspunkten **a** und **b** zusammenfällt.

**[0052]** Die Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** kann eine Form aufweisen, die ausgehend von der Schnittlinie **c** hin zu der Seite der Endfläche **32** oder der Seite der Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** eine Mehrzahl von Formveränderungspunkten aufweist. Das Eckteil **4** mit einer hervorragenden Form, wie in der Figur gezeigt wird, weist ferner zum Beispiel einen Formveränderungspunkt **d** auf, der sich in einer Richtung, die ausgehend von dem Formveränderungspunkt **a** hin zu der Seitenfläche **33** führt, nach innen biegt. In diesem Fall ist die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** auf ähnliche Weise ebenfalls durch die Formveränderungspunkte **a** und **b** definiert, die am nächsten zu der Schnittlinie **c** angeordnet sind.

**[0053]** Die Wassertropfen-Kontaktfläche **41** der Eckteile **4**, die in den **Fig. 10** und **Fig. 11** gezeigt werden, sind zudem derart ausgebildet, dass das Verhältnis  $D/L$  zwischen dem angenommenen Durchmesser **D** von Wassertropfen **W** und der effektiven Länge **L** 1,5 oder mehr beträgt. Vorteilhafterweise können die gleichen Effekte erhalten werden, indem die effektive Länge **L** und die Schichtdicke **t** in Hinblick auf den angenommenen Durchmesser **D** eingestellt werden, sodass das Verhältnis  $L/t$  zu der Schichtdicke **t** der Schutzschicht **3** **6** oder geringer ist.

**[0054]** Als nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung des Gassensorelements **1** beschrieben werden.

**[0055]** Wie in **Fig. 12** gezeigt wird, kann ein Ausformen als das Verfahren übernommen werden, bei welchem die Schutzschicht **3** auf der Oberfläche des Elementkörpers **2** vorgesehen wird. Bei dem Schritt, der in (1) gezeigt wird, wird zunächst ein Schlamm **200**, der ein Keramikmaterial enthält, das die Schutzschicht **3** bildet, in eine Gussform **100** in der Gestaltungsform eines Behälters eingespritzt. Die Gussform **100** beinhaltet zum Beispiel zwei Gussformen **101** und **102** mit einer geteilten Struktur, und das hohle Teil **103**, das an den angrenzenden Teilen der zwei Gussformen **101** und **102** ausgebildet ist, weist eine Form auf, die der äußeren Form der Schutzschicht **3** entspricht. Hierbei sind die inneren peripheren Ränder der Böden der zwei Gussformen **101** und **102** derart ausgebildet, dass diese eine C-Oberflächenform ausbilden, sodass diese die Form der Eckteile **104** ausbilden, welche ausgehend von den inneren Seitenflächen hin zu der Bodenfläche nach innen geneigt angeordnet sind.

**[0056]** Der Schlamm **200** ist ein die Schutzschicht ausbildendes Material, das vorbereitet wird, indem ein anorganisches Bindemittel, ein Koagulationsmittel und/oder dergleichen zu dem Keramikmaterial zum Bilden bzw. Aufbau der Schutzschicht **3** hinzugegeben werden. Bei dem Schritt, der in (2) gezeigt wird, wird der Elementkörper **2** ausgehend von der oberen Öffnung des hohlen Teils in die Gussform **100** eingesetzt, in welcher der Schlamm **200** eingespritzt worden ist, und der Schlamm **200** wird vorübergehend ausgehärtet, nachdem der Elementkörper mit einer (nicht näher dargestellten) Einspannvorrichtung oder dergleichen positioniert und gehalten wird. Danach werden bei dem Schritt, der in (3) gezeigt wird, die zwei Gussformen **101** und **102** geöffnet, um den Elementkörper **2** herauszunehmen, der mit dem vorübergehend gehärteten Schlamm **200** abgedeckt ist, und der Elementkörper wird (zum Beispiel bei 1000 °C) gebrannt, um die Schutzschicht **3** auszubilden.

**[0057]** Abgesehen von Wärmetrocknen kann das Aushärten durchgeführt werden, indem ein Aushärtungsmittel wie beispielsweise ein UV-Harz oder ein duroplastisches Harz zu dem Schlamm **200** hinzugegeben wird und eine UV-Bestrahlung oder ein Erwärmen durchgeführt wird. Wie vorstehend beschrieben kann eine Schutzschicht **3**, die Eckteile **4** mit einer gewünschten Form aufweist, mit hoher Genauigkeit ausgebildet sein, wenn Ausformen eingesetzt wird, da die Eckteile **104**, die eine Form aufweisen, die den Eckteilen **4** der Schutzschicht **3** entspricht, im Voraus in der Gussform **100** vorgesehen sein können. Alternativ ist es ebenfalls möglich, eine Gussform **100** einzusetzen, die keine Eckteile **104** mit einer C-Oberflächenform aufweist, und die Eckenteile **4** werden ausgebildet, indem die Schutzschicht **3** geschnitten wird, nachdem diese in eine beliebige gewünschte Form ausgebildet wird.

#### Testbeispiel 1

**[0058]** Proben des Gassensorelements **1**, die durch das vorstehend beschriebene Verfahren hergestellt wurden, wurden getestet, um den Einfluss der Form der Eckteile **4** der Schutzschicht **3** auf den Wasserwiderstand auszuwerten. Proben des Gassensorelements **1** wurden vorbereitet, sodass die Eckteile **4** der Schutzschicht **3** eine C-Oberflächenform aufweisen (vergleiche zum Beispiel Fig. 9), und sodass diese unterschiedliche effektive Längen **L** aufweisen, und es wurde der folgende Wassereinwirkungstest durchgeführt. Das Verhältnis **D/L** zwischen der effektiven Länge **L** des Eckteils **4** und dem angenommenen Durchmesser **D** des Wassertropfens **W** wurde verändert, indem die effektive Länge mit zwei Arten von Wassertropfenmengen, die den angenommenen Durchmessern **D** des Wassertropfens **W** entsprechen, kombiniert werden.

**[0059]** Wie in Fig. 13 gezeigt wird, wurde das Gassensorelement **1** bei dem Wassereinwirkungstest mit einer (nicht näher dargestellten) Einspannvorrichtung fixiert, sodass das Eckteil **4** der Schutzschicht **3** sich an dem oberen Ende befindet, und nachdem dieses auf eine bestimmte gesteuerte Temperatur erwärmt wird, indem das Heizvorrichtungsteil **5** erregt wird, wurde eine vorgegebene Menge an Wassertropfen **W** von oben auf das Eckteil **4** getropft. Die gesteuerte Temperatur, die durch die Heizvorrichtung **5** vorgesehen ist, die Dicke der Schutzschicht **3** des Gassensorelements **1**, die longitudinale Länge der Schutzschicht **3**, die Biegewinkel an den zwei Enden der Wassertropfen-Kontakttoberfläche **41** des Eckteils **4** und die Abmessung des Elementkörpers **2** waren wie folgt.

Schichtdicke einer Schutzschicht 3:	0,15 mm
Longitudinale Länge einer Schutzschicht 3:	10 mm
Biegewinkel von Eckteil 4:	150 °C
Gesteuerte Temperatur:	750 °C
Longitudinale Länge von Elementkörper 2:	ungefähr 50 mm

**[0060]** Die Auswertung wurde durchgeführt, wobei eine Hochgeschwindigkeitskamera (zum Beispiel eine Hochgeschwindigkeitskamera-Einstellung: 10000 fps (engl. frames per second; dt. Bilder pro Sekunde: BpS)) verwendet wird, um visuell zu bestimmen, ob sich der Tropfen **W** aufgespalten hat, wobei die Tropfenmenge des Wassertropfens **W** (das heißt die Tropfenmenge) auf 2 µL oder 3 µL eingestellt wird und die effektive Länge **L** des Eckteils **4** von 0,82 mm bis 1,22 mm variiert wird.

**[0061]** Der Tropfendurchmesser, welcher der Tropfenmenge entspricht, wurde als der angenommene Durchmesser **D** erachtet, um das Verhältnis **D/L** zu berechnen. Die Beziehung des Verhältnisses zu der Aufspaltung des Wassertropfens **W** wurde untersucht, und die Ergebnisse werden in Tabelle 1 gezeigt (d. h. Beispiele 1 bis 3, Vergleichsbeispiele 1 und 2). Wenn der ganze Wassertropfen **W** durch die Schutzschicht **3** absorbiert wurde, wurde beurteilt, dass dieser sich nicht aufgespalten hat, und wenn ein Teil des Wassertropfens **W** nicht durch die Schutzschicht **3** absorbiert wurde, wurde beurteilt, dass dieser sich aufspaltet.

**[0062]** Ferner wurde für jedes der Beispiele 1 bis 3 und der Vergleichsbeispiele **1** und **2** das IL-Veränderungsverhältnis des Gassensorelements **1** zwischen vor und nach dem Wassereinwirkungstest untersucht, und die Ergebnisse werden ebenfalls in Tabelle 1 gezeigt. Das IL-Veränderungsverhältnis wurde erhalten, indem unter Verwendung eines Testgases, das eine bestimmte Gaszusammensetzung aufweist, bei dem Gassensorelement **1**, der Sensorstrom IL gemessen wird, der ausgehend von dem Gaserfassungsteil **20** ausgegeben wird, und das Veränderungsverhältnis des Sensorstroms IL zwischen vor und nach dem Wassereinwirkungstest berechnet wird. Die Auswertung wurde wie folgt definiert.

IL-Veränderungsverhältnis größer 10 %:	Nicht annehmbar
IL-Veränderungsverhältnis größer 5 % und kleiner gleich 10 %:	Annehmbar
IL-Veränderungsverhältnis kleiner gleich 5 %:	Ausgezeichnet

**[0063]** Das IL-Veränderungsverhältnis ist ein Parameter zum Bestimmen des Grads einer Rissbildung am Element aufgrund von Feuchtigkeit. Wenn Rissbildung am Element auftritt, nimmt die Menge an Gas, das in das Gaserfassungsteil **20** strömt, zu, und der Sensorstrom IL nimmt zu. Da berücksichtigt werden kann, dass der Sensorstrom IL eine Messvariation von bis zu ungefähr 10 % aufweist, wurden Fälle, bei welchen das IL-Veränderungsverhältnis 10 % übersteigt, unter Berücksichtigung dessen allerdings als nicht annehmbar erachtet. Ferner wurde angenommen, dass fast keine Zunahme hinsichtlich des Sensorstroms IL vorlag, wenn das IL-Veränderungsverhältnis kleiner gleich 5 % war, und die Probe wurde derart ausgewertet, dass diese ausgezeichnet ist, und wenn die Zunahme innerhalb des Bereichs einer Messvariation lag, wurde die Probe als annehmbar ausgewertet.

Tabelle 1

Beispiel, Vergleichsbeispiel Nr.	Tropfenmenge [ $\mu$ L]	Tropfendurchmesser ( <b>D</b> ) [mm]	<b>L</b> [mm]	<b>D/L</b>	IL-Veränderungsverhältnis	Tropfenaufspaltung
Vergleichsbeispiel 1	2	1,57	1,21	1,30	Annehmbar	Nein
Vergleichsbeispiel 2	3	1,79	1,22	1,47	Nicht annehmbar	Nein
Beispiel 1	3	1,79	1,01	1,77	Annehmbar	Ja
Beispiel 2	3	1,79	0,91	1,97	Ausgezeichnet	Ja
Beispiel 3	3	1,79	0,82	2,18	Ausgezeichnet	Ja

**[0064]** Wie aus Tabelle 1 bezüglich der Vergleichsbeispiele **1** und **2**, welche Verhältnisse **D/L**, die geringer bzw. kleiner als 1,5 sind, sowie effektive Längen **L** des Eckteils **4**, die größer gleich 1,2 mm sind, aufweisen, welche in Hinblick auf den Wassertropfen **W** relativ groß sind, ersichtlich ist, spaltet sich der Wassertropfen **W** nicht auf. Ferner ist das IL-Veränderungsverhältnis bei Vergleichsbeispiel 1, welches eine kleine Tropfenmenge von 2  $\mu$ L aufweist (das heißt, es entspricht **D** = 1,57 mm), annehmbar und liegt innerhalb des zulässigen Bereichs, aber bei Vergleichsbeispiel 2, welches eine größere Tropfenmenge von 3  $\mu$ L aufweist (das heißt, es entspricht **D** = 1,79 mm), ist das IL-Veränderungsverhältnis nicht annehmbar, und es gilt, dass Rissbildung am Element aufgetreten ist. Andererseits ist das Verhältnis **D/L** bei den Beispielen 1 bis 3 größer gleich 1,5, und bei allen von diesen wurde ein Aufspalten des Wassertropfens **W** beobachtet. Das IL-Veränderungsverhältnis von Beispiel 1, welches eine effektive Länge **L** des Eckteils **4** aufweist, die größer gleich 1,0 mm ist, ist annehmbar, und die IL-Veränderungsverhältnisse der Beispiele 2 und 3, welche effektive Längen **L** des Eckteils **4** aufweisen, die kleiner als 1,0 mm sind, sind ausgezeichnet.

**[0065]** Die vorstehenden Ergebnisse geben an, dass der Wassertropfen **W** an dem Eckteil **4** aufgespalten werden kann, falls das Verhältnis **D/L** größer gleich 1,5 ist, und selbst wenn die Tropfenmenge relativ groß ist, kann eine Absorption des Wassertropfens **W** unterbunden werden und eine Rissbildung am Element kann verhindert werden. Ferner kann das Verhältnis **D/L** vorzugsweise auf ungefähr 2,0 oder größer eingestellt sein, indem die effektive Länge **L** des Eckteils **4** kleiner als 1,0 mm hergestellt wird, und dies fördert ein Aufspalten des Wassertropfens **W**, reduziert eine Wassereinwirkungsbelastung und behält ein ausgezeichnetes IL-Veränderungsverhältnis bei.

## Testbeispiel 2

**[0066]** Als nächstes wurden Proben des Gassensorelements **1**, die auf ähnliche Weise wie Testbeispiel **1** hergestellt wurden, getestet, um den Einfluss auf die Rissbildung am Element auszuwerten, wobei das Verhältnis  $L/t$  zwischen der effektiven Länge  $L$  des Eckteils **4** und der Schichtdicke  $t$  der Schutzschicht **3** an dem Eckteil **4** variiert. Wie in **Fig. 14** gezeigt wird, wurden die Proben des Gassensorelements **1** derart ausgebildet, dass diese eine relativ kleine effektive Länge  $L$  des Eckteils **4** (zum Beispiel ungefähr 0,9 mm) aufweisen, und die Schichtdicke  $t$  der Schutzschicht **3** wurde variiert, um das Verhältnis  $L/t$  dieser innerhalb eines Bereichs von kleiner gleich 10 zu variieren.

**[0067]** Der Wassereinwirkungstest wurde auf ähnliche Weise durchgeführt wie bei Testbeispiel **1**, und es wurde anhand des IL-Veränderungsverhältnisses bestimmt, ob eine Rissbildung am Element aufgetreten ist, wobei die Tropfenmenge des Wassertropfens  $W$  bei 3  $\mu\text{L}$  eingestellt war. Ferner wurde die Wassereinwirkung wiederholt durchgeführt, wobei die Tropfenmenge allmählich erhöht wurde, bis eine Rissbildung am Element bestätigt wird, das heißt, bis das IL-Veränderungsverhältnis nicht annehmbar wird, wenn bestimmt wurde, dass keine Rissbildung am Element aufgetreten ist. Die Ergebnisse werden in **Fig. 15** gezeigt.

**[0068]** Wie aus **Fig. 15** ersichtlich ist, zeigt keine der Proben mit einem Verhältnis  $L/t$  von 10 oder geringer eine Rissbildung am Element, wenn die Tropfenmenge 3  $\mu\text{L}$  betrug. Selbst wenn die Tropfenmenge auf 4  $\mu\text{L}$  erhöht wurde, lag in der Region, in welcher das Verhältnis  $L/t$  kleiner gleich 6 ist, keine Rissbildung am Element vor, und es konnte ein ausreichender Wasserwiderstand erhalten werden. Wenn die Tropfenmenge 4  $\mu\text{L}$  übersteigt, je geringer das Verhältnis  $L/t$  ist, desto größer ist die Tropfenmenge, die eine Rissbildung am Element verursacht.

**[0069]** Somit werden die effektive Länge  $L$  des Eckteils **4** sowie die Schichtdicke  $t$  der Schutzschicht **3** an dem Eckteil **4** derart angepasst, dass das Verhältnis  $L/t$  kleiner gleich 6 ist. Je kleiner die effektive Länge  $L$  des Eckteils **4**, desto kleiner die Menge des Wassertropfens  $W$ , der in die Schutzschicht **3** absorbiert wird. Je größer die Schichtdicke  $t$ , desto geringer die Übertragung einer Kälte ausgehend von dem Wassertropfen  $W$ , der mit dem Eckteil **4** in Kontakt steht, auf die Elementecke **23** innerhalb dessen. Daher gilt, je geringer das Verhältnis  $L/t$ , desto geringer ist die Belastung auf der Elementecke **23**, und somit wird eine Rissbildung am Element unterbunden und eine Haltbarkeit verbessert.

## Zweite Ausführungsform

**[0070]** Die zweite Ausführungsform gemäß einem Gassensorelement und einem Gassensor wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 16** bis **Fig. 18** beschrieben werden. Das Gassensorelement **1** gemäß der ersten Ausführungsform weist eine Schutzschicht **3** mit einer äußeren Form eines rechteckigen Parallelepipeds auf, das im Wesentlichen dem rechteckigen Parallelepipet-Element-Hauptkörper **2** ähnelt, aber die zwei gegenüberliegenden Flächen müssen nicht derart angeordnet werden, dass diese parallel sind. Die Schutzschicht **3** kann zum Beispiel derart konfiguriert sein, dass die Endfläche **32** oder die Seitenfläche **33** in Hinblick auf die distale Endfläche **21** und eine Seitenfläche **22** des Elementkörpers **2** geneigt angeordnet ist, und der Winkel, der zwischen der Endfläche **32** und einer Seitenfläche **33** ausgebildet ist, ist kein rechter Winkel.

**[0071]** Die Grundstrukturen des Gassensorelements **1** und des Gassensors **S** dieser Ausführungsform sind die gleichen wie die der ersten Ausführungsform, und deren Beschreibung wird weggelassen werden.

**[0072]** Es ist zu beachten, dass bei den Bezugszeichen, die bei der zweiten sowie folgenden Ausführungsformen verwendet werden, die gleichen Bezugszeichen wie die, welche bei der/den früheren Ausführungsform(en) verwendet werden, Komponenten oder dergleichen bezeichnen, die denen der früheren Ausführungsform(en) ähneln, sofern dies nicht anderweitig angegeben ist.

**[0073]** Wie zum Beispiel in **Fig. 16** gezeigt wird, können sowohl die Endfläche **32** als auch die Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** in Hinblick auf die distale Endfläche **21** und die Seitenfläche **22** des Elementkörpers **2** geneigt angeordnet sein. Hierbei sind die Endfläche **32** und die Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** geneigt angeordnet, um sich so zu verbreitern, so wie diese sich weg von dem Eckteil **4** bewegen, und der Winkel  $\theta$ , der durch die Endfläche **32** und die Seitenfläche **33** ausgebildet wird, ist ein stumpfer Winkel. In diesem Fall können ebenfalls die gleichen Effekte erhalten werden, indem die effektive Länge  $L$  des Eckteils **4** in Hinblick auf den angenommenen Durchmesser  $D$  des Wassertropfens  $W$  geeignet eingestellt wird.

**[0074]** Wie in **Fig. 17** als ein Modifikationsbeispiel gezeigt wird, kann eine ausgewählt aus der Endfläche **32** und der Seitenfläche **33** parallel zu der gegenüberliegenden distalen Endfläche **21** oder der Seitenfläche **22** sein. Hierbei ist die Endfläche **32** der Schutzschicht **3** parallel zu der distalen Endfläche **21** des Elementkörpers **2** vorgesehen und die Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** ist in Hinblick auf die Seitenfläche **22** des Elementkörpers **2** geneigt angeordnet. Vorzugsweise ist die Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** geneigt angeordnet, um sich so zu verbreitern, so wie diese sich an die Endfläche **32** annähert, und der Winkel  $\theta$ , der durch die Endfläche **32** und die Seitenfläche **33** ausgebildet wird, ist ein spitzer Winkel, wie in der Zeichnung gezeigt wird.

**[0075]** Eine derartige Konfiguration erleichtert es, dass sich die Wassertropfen **W1** an dem Eckteil **4** abspalten bzw. aufspalten, wobei sie dieses ausgehend von der Endfläche **32** oder der Seitenfläche **33** verlassen, und reduziert zudem die Wahrscheinlichkeit, dass die abgespaltenen Tropfen erneut die Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** kontaktieren. Zusätzlich ist dies vorteilhaft beim Erhöhen der Schichtdicke  $t$  an dem Eckteil **4** und Reduzieren des Verhältnisses  $L/t$ , da die Schichtdicke der Schutzschicht **3** hin zu der Seite der Endfläche **32** zunimmt. Es ist zudem möglich, sowohl die Endfläche **32** als auch die Seitenfläche **33** derart zu konfigurieren, dass diese sich neigen, um sich so zu verbreitern, so wie diese sich an das Eckteil **4** annähern.

**[0076]** Wie in **Fig. 18** als ein Modifikationsbeispiel gezeigt wird, ist die Form der Endfläche **32** oder der Seitenfläche **33** nicht auf die flache Fläche oder einer geneigte Fläche beschränkt, und kann eine gekrümmte Fläche oder eine Form sein, die erhalten wird, indem diese kombiniert werden. In dem linken Diagramm von **Fig. 18** weist die Schutzschicht **3** zum Beispiel eine gekrümmte konkave Endfläche **32** auf. Die Seitenfläche **33** weist ein Teil auf, bei welchem die Außenoberfläche **31** eine glatte gekrümmte konkave Oberfläche an deren Endteil (das heißt, dem unteren Endteil in der Zeichnung) **331** auf der Seite der Endfläche **32** ist. Da das Eckteil **4** an der Verbindung zwischen der gekrümmten Endfläche **32** und dem Endteil **331** der Seitenfläche **33** ausgebildet ist, und das Eckteil so angeordnet ist, um in Hinblick auf die Endfläche **32** und die Seitenfläche **33** nach außen hervorzuragen, neigen die Wassertropfen **W1**, die sich an dem Eckteil **4** abspalten, dazu, sich weg zu bewegen, und es ist zudem weniger wahrscheinlich, dass diese erneut das Eckteil kontaktieren.

**[0077]** Wie in dem mittleren Diagramm von **Fig. 18** gezeigt wird, kann die Endfläche **32** eine konkave Fläche sein, die eine flache Fläche und geneigte Flächen kombiniert. In diesem Fall sind deren Endteile **321** auf den Seiten der Seitenfläche **33** geneigte Flächen, die sich hin zu der Außenseite ausdehnen, und die Eckteile **4** sind an ihren Verbindungen zu den Seitenflächen **33**, die flache Flächen sind, ausgebildet. Ferner kann die Endfläche **32** eine flache Fläche sein, und die Eckteile **4** können an ihren Verbindungen mit den Endteilen **331** von gekrümmten Seitenflächen **33** ausgebildet sein, wie in dem rechten Diagramm von **Fig. 18** gezeigt wird.

**[0078]** Außerdem kann das Eckteil **4** an der Verbindung der zwei Seitenflächen **33** durch zwei gekrümmte konkave Seitenflächen **33** ausgebildet sein, wie in dem linken Diagramm von **Fig. 19** als ein Modifikationsbeispiel gezeigt wird. Wie in dem rechten Diagramm von **Fig. 19** gezeigt wird, kann jede der zwei Seitenflächen **33** eine konkave Fläche sein, die eine flache Fläche und geneigte Flächen kombiniert. In diesem Fall ist das Eckteil **4** an der Verbindung zwischen den Endteilen **331** der zwei Seitenflächen **33**, die geneigte Flächen sind, ausgebildet. In jedem Fall neigen die Wassertropfen **W1**, die sich an dem Eckteil **4** abspalten, dazu, sich weg zu bewegen, und es ist unwahrscheinlich, dass diese das Eckteil kontaktieren, da das Eckteil **4**, das zwischen zwei Seitenflächen **33** ausgebildet ist, oder das Eckteil **4**, das zwischen zwei Endteilen **331** ausgebildet ist, ausgehend von den zwei Seitenflächen **33** nach außen hervorragt.

**[0079]** Somit weist die Schutzschicht **3** die gleichen Effekte auf, solange die zwei Flächen, die mit dem Eckteil **4** verbunden sind, einen spitzen Winkel ausbilden, selbst falls die gesamte Endfläche **32** oder die Seitenfläche **33** weder eine geneigte Fläche noch eine konkave Fläche ist. Das heißt, es reicht aus, falls ein Teil der Endfläche **32** oder der Seitenfläche **33**, das ein Teil der Außenoberfläche **31** der Schutzschicht **3** bildet, eine geneigte Fläche oder eine gekrümmte Fläche bildet, die sich nach außen ausdehnt, so wie dieses sich an das Eckteil **4** annähert.

**[0080]** Auf ähnliche Weise wie bei der ersten Ausführungsform kann das Gassensorelement **1**, das eine derartige Form aufweist, zum Beispiel auch durch Ausformen hergestellt werden.

**[0081]** Wie bei dem Schritt, der in (1) gezeigt wird, in **Fig. 20** gezeigt wird, beinhaltet die behälterartige Gussform **100** zwei Gussformen **101** und **102** mit einer geteilten Struktur, und das hohle Teil **103**, das an den angrenzenden Teilen der zwei Gussformen **101** und **102** ausgebildet ist, weist eine Form auf, die der äußeren Form der Schutzschicht **3** entspricht. Hierbei sind die inneren Seitenflächen **105** der zwei Gussformen **101** und **102** als geneigte Flächen ausgebildet, die sich ausdehnen, so wie diese sich an die Bodenfläche annähern, und die inneren peripheren Ränder der Böden der Gussformen sind derart ausgebildet, dass diese eine C-

Oberflächenform ausbilden, sodass diese die Form der Eckteile **104** ausbilden, welche ausgehend von den inneren Seitenflächen hin zu der Bodenfläche nach innen geneigt angeordnet sind.

**[0082]** Es wird ein Schlamm **200**, der ein Keramikmaterial zum Bilden der Schutzschicht **3** enthält, in eine derartige Gussform **100** eingespritzt. Anschließend wird bei dem Schritt, der in (2) gezeigt wird, der Elementkörper **2** in die Gussform **100** eingesetzt, in welcher der Schlamm **200** eingespritzt worden ist, und der Schlamm **200** wird vorübergehend ausgehärtet, nachdem der Elementkörper mit einer (nicht näher dargestellten) Einspannvorrichtung oder dergleichen positioniert und gehalten wird. Danach werden bei dem Schritt, der in (3) gezeigt wird, die zwei Gussformen **101** und **102** geöffnet, um den Elementkörper **2** herauszunehmen, der mit dem vorübergehend gehärteten Schlamm **200** abgedeckt ist, und der Elementkörper wird (zum Beispiel bei 1000 °C) gebrannt, um die Schutzschicht **3** auszubilden.

#### Testbeispiel 3

**[0083]** Als nächstes wurden Proben des Gassensorelements **1**, die durch das vorstehend beschriebene Verfahren hergestellt wurden und für den Winkel  $\theta$ , der zwischen der Endfläche **32** und der Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** ausgebildet ist, unterschiedliche Werte aufweisen, getestet, um den Einfluss einer Rissbildung am Element auszuwerten. Die Proben des Gassensorelements **1** waren derart konfiguriert, dass das Eckteil **4** eine effektive Länge **L** von ungefähr 0,9 mm aufweist und der Winkel  $\theta$  ein stumpfer Winkel oder ein spitzer Winkel ist, da eine ausgewählt aus der Endfläche **32** und der Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** oder beide geneigt angeordnet waren (das heißt, Beispiele 4 und 5). Die Schichtdicke **t** der Schutzschicht **3** an dem Eckteil **4** betrug 0,15 mm.

**[0084]** Der Wassereinwirkungstest wurde auf die gleiche Weise wie bei Testbeispiel **2** durchgeführt. Das IL-Veränderungsverhältnis wurde berechnet, so wie die Tropfenmenge des Wassertropfens **W** allmählich von 3  $\mu\text{L}$  erhöht wurde, und die maximale Tropfenmenge, bei welcher beurteilt wird, dass keine Rissbildung am Element auftritt (das heißt, das IL-Veränderungsverhältnis 5 % oder geringer ist), wurde bestimmt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

Beispiel Nr.	L [mm]	Winkel $\theta$ [°]	Tropfenmenge [ $\mu\text{L}$ ]
Beispiel 4	0,918	110	3
Beispiel 5	0,920	85	8

**[0085]** Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, konnte selbst bei Beispiel 4, bei welchem der Winkel  $\theta$ , der durch zwei Flächen der Schutzschicht **3** ausgebildet wird, ein stumpfer Winkel von 110° ist, falls die effektive Länge **L** des Eckteils **4** ungefähr 0,9 mm klein ist, das IL-Veränderungsverhältnis derart unterbunden werden, dass dieses kleiner gleich 5 % ist, selbst wenn die Tropfenmenge 3  $\mu\text{L}$  groß (das heißt, entsprechend einem Wassertropfendurchmesser von 1,79 mm) war. Ferner konnte bei Beispiel 5, bei welchem der Winkel  $\theta$  ein spitzer Winkel von 85° ist, selbst wenn die Tropfenmenge 8  $\mu\text{L}$  betrug, welche größer ist als in dem vorstehenden Fall (das heißt, entsprechend einem Wassertropfendurchmesser von 2,48 mm), das IL-Veränderungsverhältnis derart unterbunden werden, dass dieses kleiner gleich 5 % ist, und es ist ersichtlich, dass der Effekt, dass Wassertropfen **W** abgespalten werden und die Menge einer Absorption reduziert wird, weiter gesteigert werden kann. Wenn die Tropfendurchmesser in den Beispielen 3 und 4 als die angenommenen Durchmesser **D** erachtet werden, betragen die Verhältnisse **D/L** jeweils 1,95 und 2,70.

#### Dritte Ausführungsform

**[0086]** Die dritte Ausführungsform gemäß einem Gassensorelement und einem Gassensor wird unter Bezugnahme auf **Fig. 21** beschrieben werden. Das Gassensorelement **1**, das bei den vorstehenden Ausführungsformen gezeigt wird, kann modifiziert werden, indem auf die Schutzschicht **3** eine wasserabweisende Fähigkeit aufgebracht wird, um den Wasserwiderstand weiter zu verbessern. Um eine wasserabweisende Fähigkeit auf die Schutzschicht **3** aufzubringen bzw. ihr diese zu verleihen, kann die Schutzschicht **3** zum Beispiel eine derartige Konfiguration aufweisen, dass das Leidenfrost-Phänomen bzw. der Leidenfrost-Effekt auftreten kann, oder diese kann mit einem hydrophoben Film auf deren Oberfläche vorgesehen sein, wie in der vorstehend spezifizierten PTL 1 beschrieben wird.

**[0087]** Die Grundstrukturen des Gassensorelements **1** und des Gassensors **S** dieser Ausführungsform sind die gleichen wie die der ersten Ausführungsform, und deren Beschreibung wird weggelassen werden.

**[0088]** Genauer gesagt ähnelt die Konfiguration der Schutzschicht **3**, die in **Fig. 21** gezeigt wird, der der zweiten Ausführungsform, die in **Fig. 16** gezeigt wird. Die Endfläche **32** und die Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** sind geneigt angeordnet, um sich so auszudehnen, so wie diese sich weg von dem Eckteil **4** bewegen, und der Winkel  $\theta$ , der durch die Endfläche **32** und die Seitenfläche **33** ausgebildet wird, ist ein stumpfer Winkel. Bei einer derartigen Konfiguration kann zum Beispiel ein hydrophober Film auf der Oberfläche der Schutzschicht **3** ausgebildet werden, indem ein hitzefestes Fluorharz oder dergleichen angewendet wird, um eine wasserabweisende Schutzschicht **3** auszubilden. Alternativ kann eine wasserabweisende Fähigkeit aufgebracht werden, indem die Wärmeleitfähigkeit der Keramikpartikelschicht, welche die Oberflächenschicht der Schutzschicht **3** bildet, erhöht wird, indem diese Schicht relativ dicht hergestellt wird. Die Wärmeleitfähigkeit liegt vorzugsweise zum Beispiel in dem Bereich von 0,2 bis 5 W/mK. Eine erhöhte Wärmeleitfähigkeit erhöht den Wärmefluss in Hinblick auf die Wassertropfen **W**, und durch thermisches Sieden kann ein Film ausgebildet werden, welcher das Leidenfrost-Phänomen verursacht.

**[0089]** Somit schwächt die Kraft des Anhaftens an der Wassertropfen-Kontaktfläche **41** ab und die Geschwindigkeit des Wassertropfens **W** wird beibehalten, da die Schutzschicht **3** eine wasserabweisende Fähigkeit aufweist, wenn der Wassertropfen **W** mit dem Eckteil **4** zusammenstößt. Dies unterstützt das Wasser beim Verlassen. Da verhindert wird, dass die Wassertropfen **W** innerhalb an den Eckteilen **4** der Schutzschicht **3** absorbiert werden, und es unwahrscheinlich ist, dass die abgespaltenen Wassertropfen **W1** absorbiert werden, selbst wenn diese erneut mit der Außenoberfläche **31** in Kontakt kommen, wird der Wasserwiderstand weiter gesteigert.

#### Testbeispiel 4

**[0090]** Als nächstes wurde eine Probe des Gassensorelements **1** auf ähnliche Weise wie die bei Testbeispiel **3** hergestellt, und es wurde eine wasserabweisende Fähigkeit auf die Schutzschicht **3** aufgebracht, um den Einfluss auf die Rissbildung am Element auszuwerten. Die Probe des Gassensorelements **1** wurde in der gleichen Form ausgebildet wie die von Beispiel 4 bei dem vorstehend beschriebenen Testbeispiel **3**, und die effektive Länge **L** des Eckteils **4** betrug ungefähr 0,9 mm, und der Winkel  $\theta$ , der zwischen der Endfläche **32** und der Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** ausgebildet ist, war ein stumpfer Winkel von 110°. Die Schichtdicke **t** der Schutzschicht **3** an dem Eckteil **4** betrug 0,15 mm und ferner wurde ein hydrophober Film auf der Oberfläche der Schutzschicht **3** ausgebildet, indem ein hitzefestes Fluorharz angewendet wird, und somit wurde Beispiel 6 erhalten.

**[0091]** Der Wassereinwirkungstest wurde auf die gleiche Weise wie bei Testbeispiel **3** durchgeführt. Das IL-Veränderungsverhältnis wurde berechnet, so wie die Tropfenmenge des Wassertropfens **W** allmählich von 3  $\mu\text{L}$  erhöht wurde, und die maximale Tropfenmenge, bei welcher beurteilt wird, dass keine Rissbildung am Element auftritt (das heißt, das IL-Veränderungsverhältnis 5 % oder geringer ist), wurde bestimmt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3 gezeigt.

**[0092]** Die effektive Länge **L** des Eckteils **4** betrug 0,9 mm, und der Winkel  $\theta$ , der zwischen der Endfläche **32** und der Seitenfläche **33** der Schutzschicht **3** ausgebildet ist, war ein stumpfer Winkel von 110°. Die Schichtdicke **t** der Schutzschicht **3** an dem Eckteil **4** betrug 0,15 mm.

Tabelle 3

Beispiel Nr.	<b>L</b> [mm]	Wasserabweisende Fähigkeit	Tropfenmenge [ $\mu\text{L}$ ]
Beispiel 4	0,918	Nein	3
Beispiel 6	0,925	Ja	10

**[0093]** Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, war Beispiel 6, welches erhalten wurde, indem weiter eine wasserabweisende Fähigkeit auf die Schutzschicht **3** von Beispiel 4 aufgebracht wird, dessen Winkel  $\theta$ , der durch die zwei Flächen der Schutzschicht **3** ausgebildet wird, ein stumpfer Winkel ist, dazu in der Lage, das IL-Veränderungsverhältnis, das kleiner gleich 5 % ist, in dem Bereich von einer Tropfenmenge von 3  $\mu\text{L}$  (das heißt, entsprechend einem Tropfendurchmesser von 1,79 mm) zu einer größeren Tropfenmenge von 10  $\mu\text{L}$  (das heißt, entsprechend einem Tropfendurchmesser von 2,68 mm) zu unterbinden. Dies gibt an, dass der Effekt, dass die



Wassertropfen **W** abgespalten werden und die Menge an Absorption reduziert wird, weiter gesteigert werden kann, wenn die Schutzschicht **3** eine wasserabweisende Fähigkeit aufweist. Wenn der Tropfendurchmesser als der angenommene Durchmesser **D** erachtet wird, beträgt das Verhältnis **D/L** 2,90.

**[0094]** Es ist zu beachten, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf nur die Ausführungsformen beschränkt ist, sondern es können auch andere Ausführungsformen umgesetzt werden, ohne von deren Grundgedanken abzuweichen. Ferner sind die Strukturen des Gassensorelements **1** und des Gassensors **S** nicht auf die beschränkt, die bei den vorstehenden Ausführungsformen gezeigt werden, und zum Beispiel die Konfiguration der Elementabdeckung und andere Teile können gemäß der Anmeldung geeignet verändert werden. Außerdem ist das Gas, das gemessen werden soll, nicht auf ein Abgas aus der Automobilmaschine beschränkt, und die spezifische Gaskomponente kann auch eine beliebige Gaskomponente sein.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2017159692 [0001]
- JP 2016029360 A [0006]

**Patentansprüche**

1. Gassensorelement (1) zum Erfassen einer spezifischen Gaskomponente in einem gemessenen Gas, aufweisend:  
einen Elementkörper (2) in der Form einer langen Platte, die an dessen Ende auf einer Seite der Endfläche (21) in einer Längsrichtung (X) ein Gaserfassungsteil (20) aufweist; und eine poröse Schutzschicht (3), die einen äußeren Umfang des Endes auf dieser Seite der Endfläche des Elementkörpers abdeckt, wobei in einem Querschnitt, der zwei benachbarte ausgewählt aus der Endfläche und den Seitenflächen (22) beinhaltet, die mit der Endfläche verbunden sind, eine Außenoberfläche (31) der Schutzschicht, die einer Elementecke (23) zugewandt ist, an welcher sich die zwei Flächen treffen, eine Form mit einem Eckteil (4) aufweist, und das Eckteil derart konfiguriert ist, dass ein Verhältnis ( $D/L$ ) eines angenommenen Durchmessers ( $D$ ) eines Wassertropfens ( $W$ ), der in dem gemessenen Gas in einer Anwendungsumgebung enthalten ist, zu einer effektiven Länge ( $L$ ) des Eckteils in dem Querschnitt, der die zwei Flächen beinhaltet, größer gleich 1,5 ist.
2. Gassensorelement nach Anspruch 1, wobei sich das Eckteil auf einer Erstreckungslinie einer Linie (A) befindet, welche die Elementecke halbiert.
3. Gassensorelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Eckteil eine Wassertropfen-Kontaktfläche (41) aufweist, die eine Schnittlinie (c) zwischen einer Erstreckungslinie einer Linie (A), welche die Elementecke halbiert, und der Außenoberfläche (31) der Schutzschicht beinhaltet, und die effektive Länge des Eckteils einen Abstand zwischen zwei Enden der Wassertropfen-Kontaktfläche in dem Querschnitt, der zwei Flächen beinhaltet, beträgt.
4. Gassensorelement nach Anspruch 3, wobei die Wassertropfen-Kontaktfläche Formveränderungspunkte (a, b) aufweist, die sich jeweils in Richtungen ausgehend von der Schnittlinie hin zu den zwei Flächen befinden, und die zwei Enden der Wassertropfen-Kontaktfläche an den Formveränderungspunkten definiert sind.
5. Gassensorelement nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Wassertropfen-Kontaktfläche flach oder gekrümmt ist.
6. Gassensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die effektive Länge des Eckteils kleiner als 1,0 mm ist.
7. Gassensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ein Verhältnis ( $L/t$ ) der effektiven Länge des Eckteils zu einer Schichtdicke ( $t$ ) der Schutzschicht an dem Eckteil kleiner gleich 6 ist.
8. Gassensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Eckteil ausgehend von zumindest einer der zwei Flächen (32, 33) der Schutzschicht, die diesen zwei Flächen zugewandt ist, nach außen hervorragt.
9. Gassensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei in dem Querschnitt, der diese zwei Flächen beinhaltet, ein Winkel, der durch zwei Flächen (32, 33, 321, 331) der Außenoberfläche, die sich an dem Eckteil treffen, ausgebildet ist, ein spitzer Winkel ist.
10. Gassensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Schutzschicht eine wasserabweisende Fähigkeit aufweist.
11. Gassensor (S), der das Gassensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist, ferner aufweisend ein zylindrisches Gehäuse (H), das einen äußeren Umfang des Gassensorelements lagert, und einen Abdeckungskörper (S1), der an einem Ende des zylindrischen Gehäuses angebracht ist, wobei ein Ende des Gassensorelements, an welchem die Schutzschicht vorgesehen ist, in dem Abdeckungskörper eingehaust ist, und das gemessene Gas durch ein Durchgangsloch (S13, S14), das in dem Abdeckungskörper vorgesehen ist, in den Abdeckungskörper eingeführt ist.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

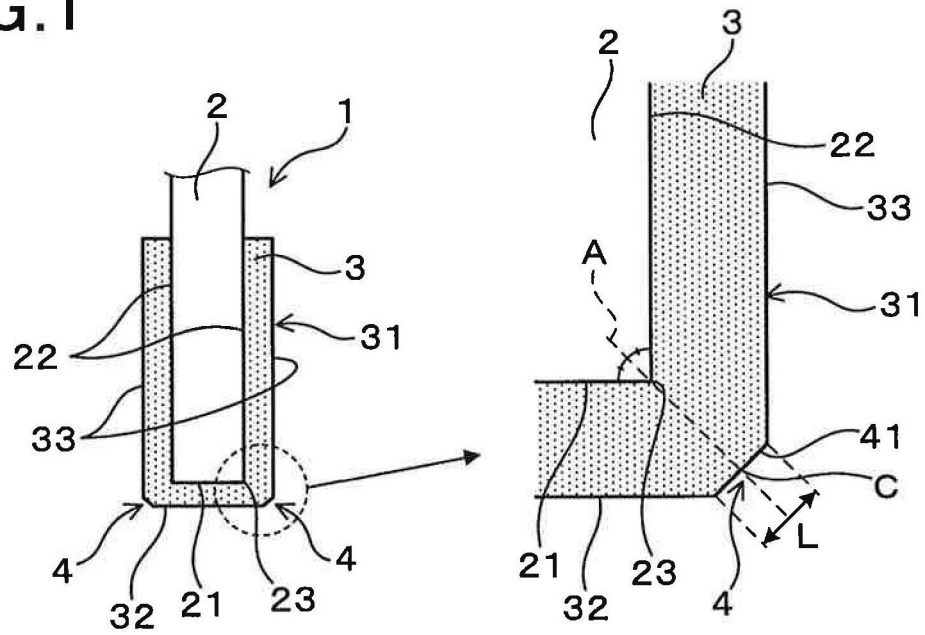


FIG.2

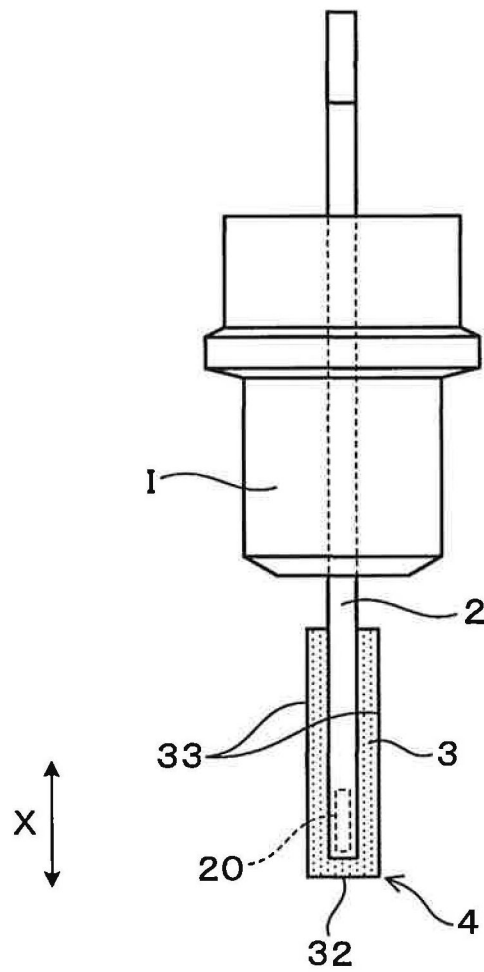


FIG.3

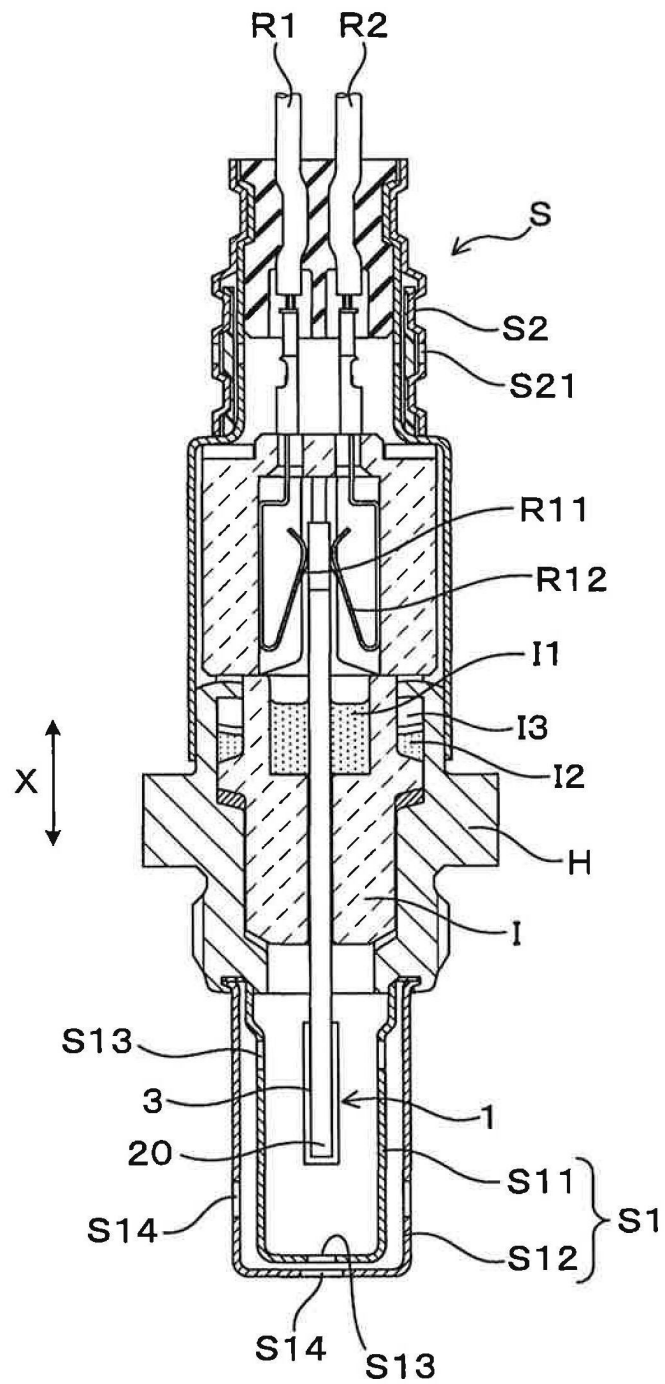


FIG.4

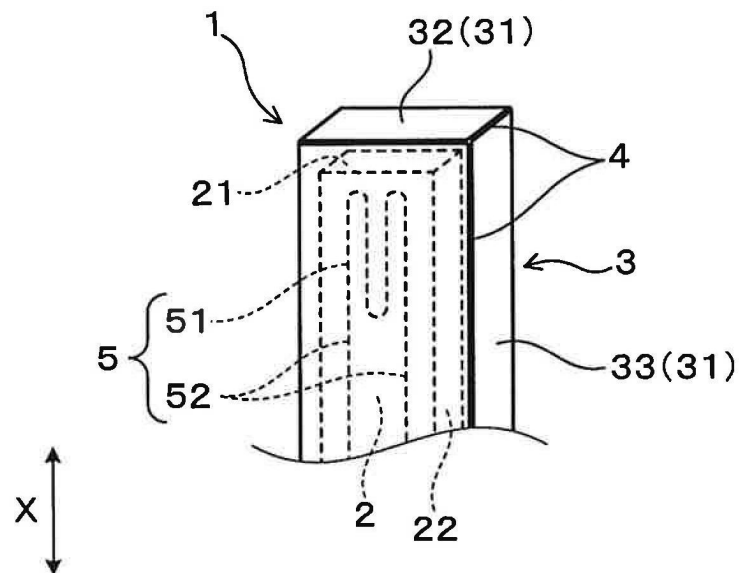


FIG.5

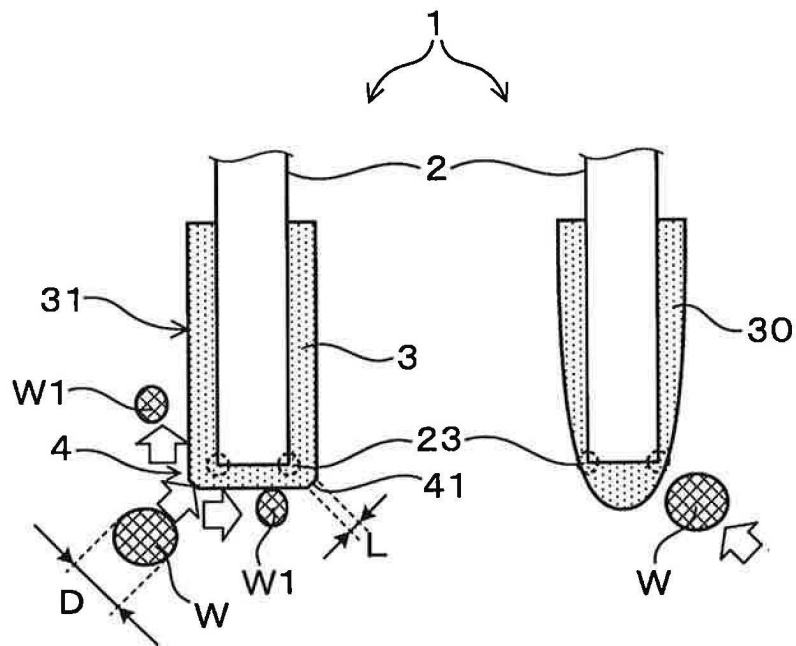


FIG.6

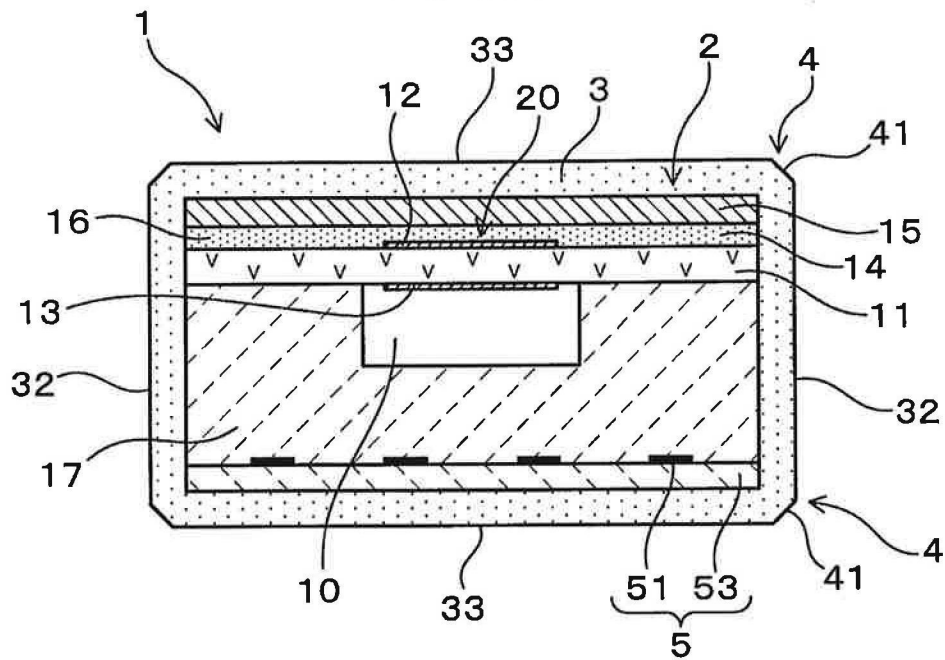


FIG.7

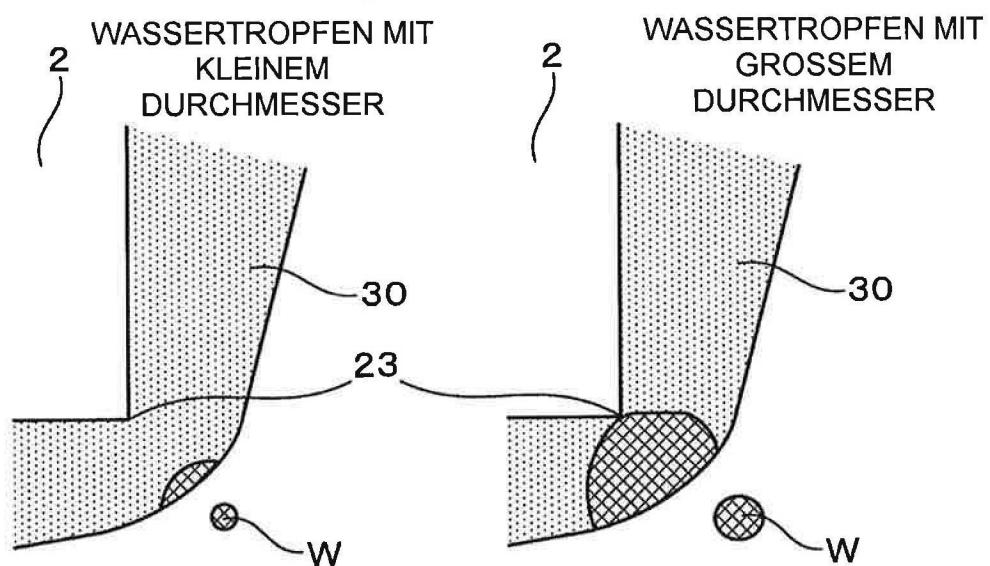


FIG. 8

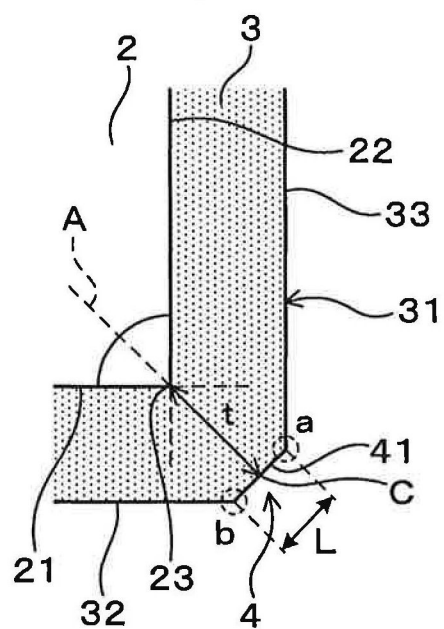


FIG. 9

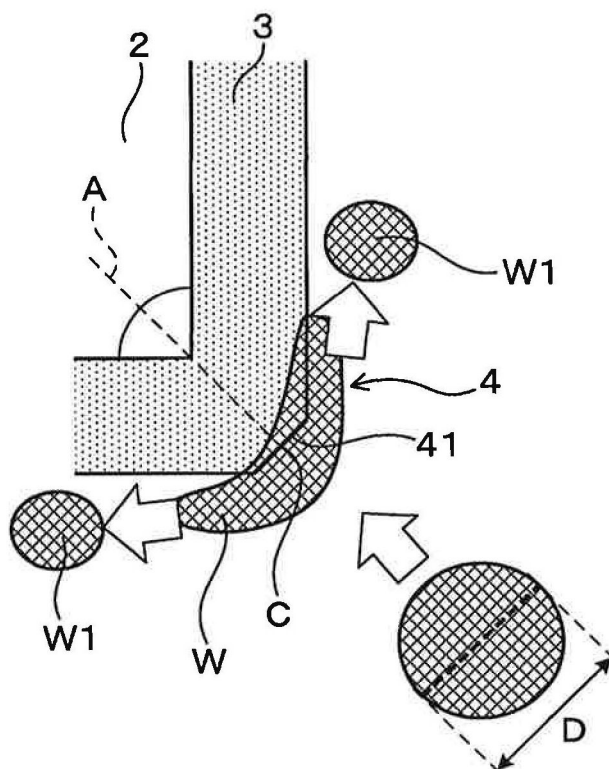




FIG.10

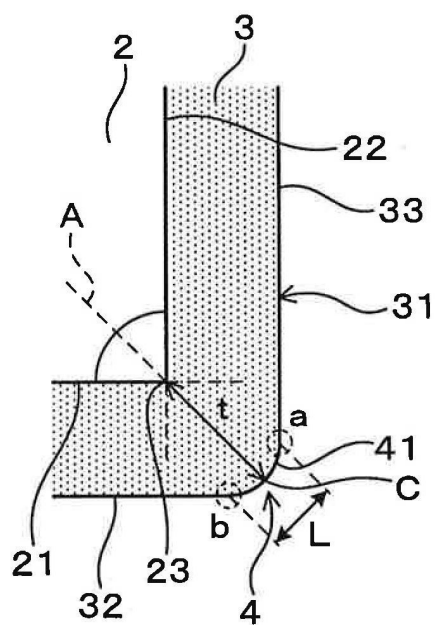
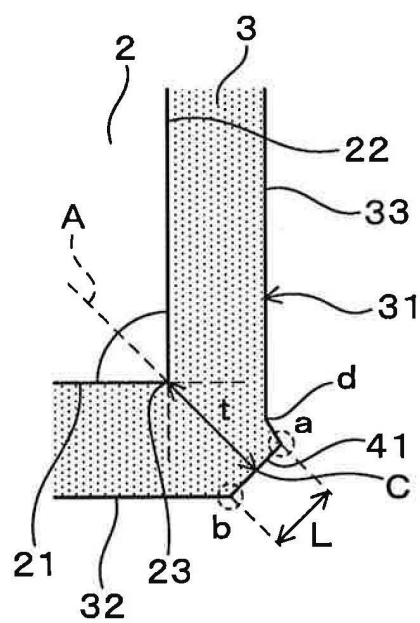


FIG.11



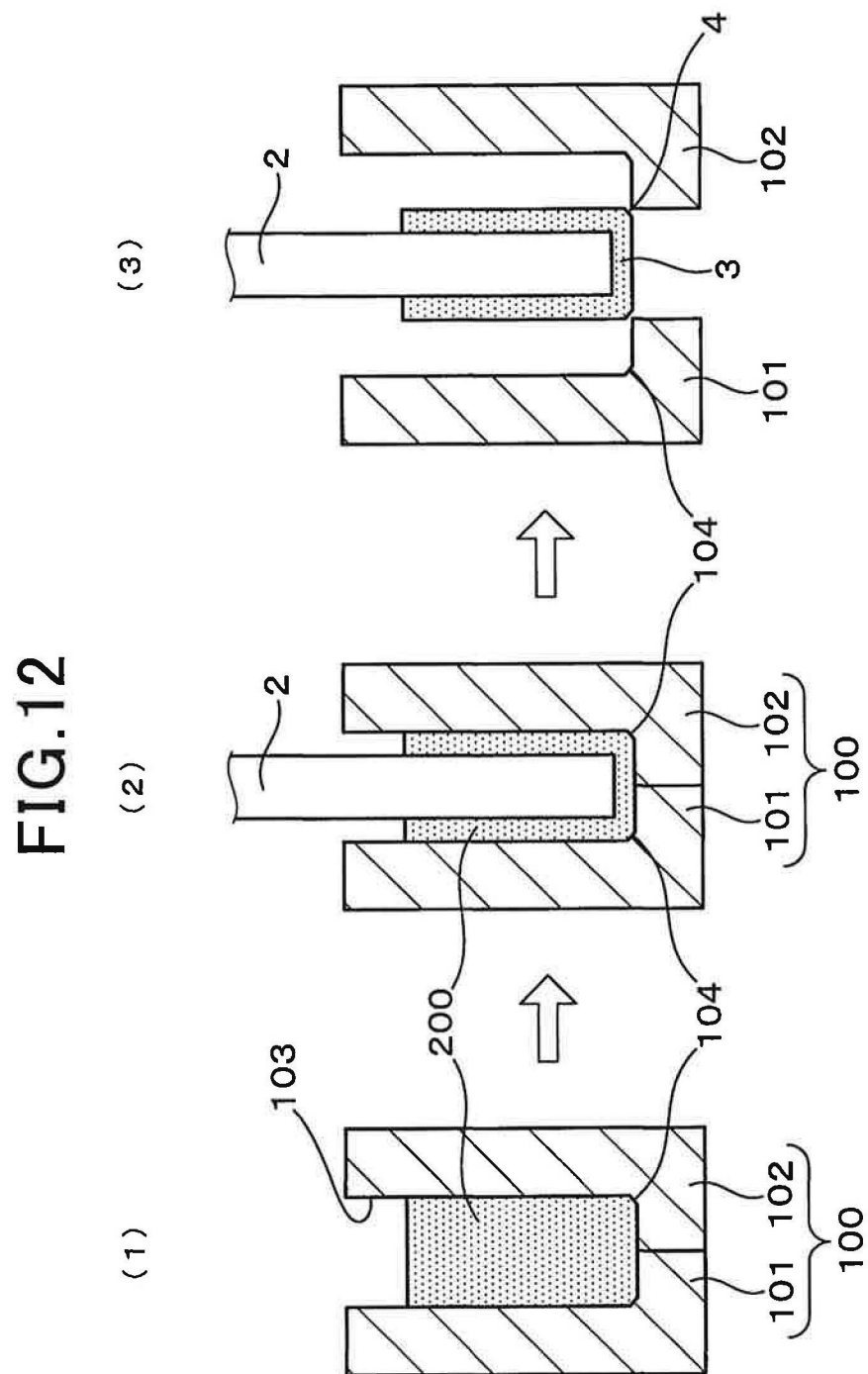




FIG.15

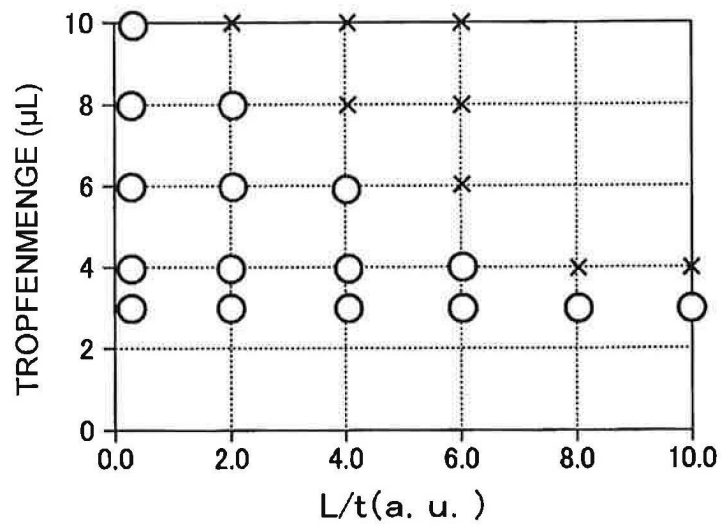


FIG.16

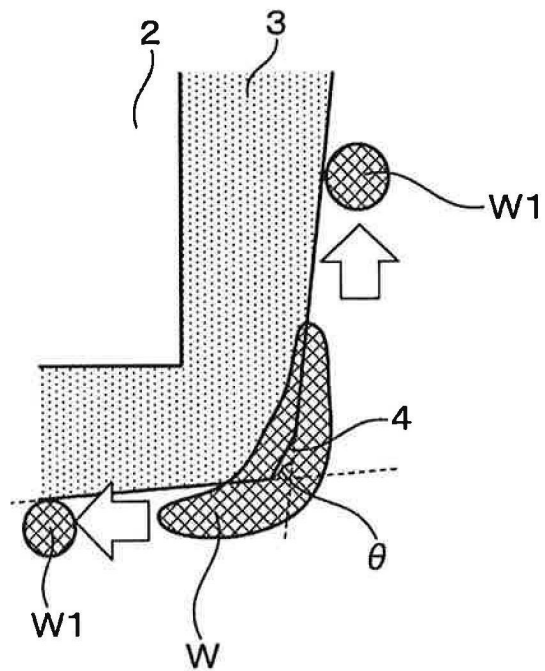


FIG.17

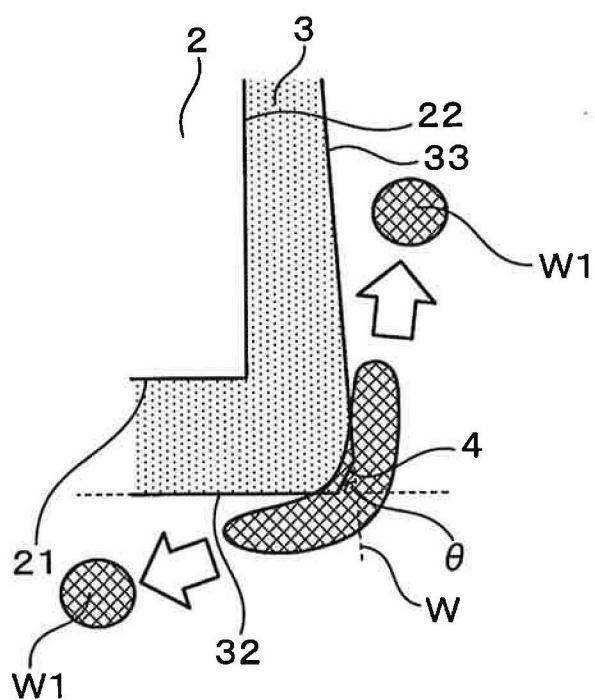


FIG.18

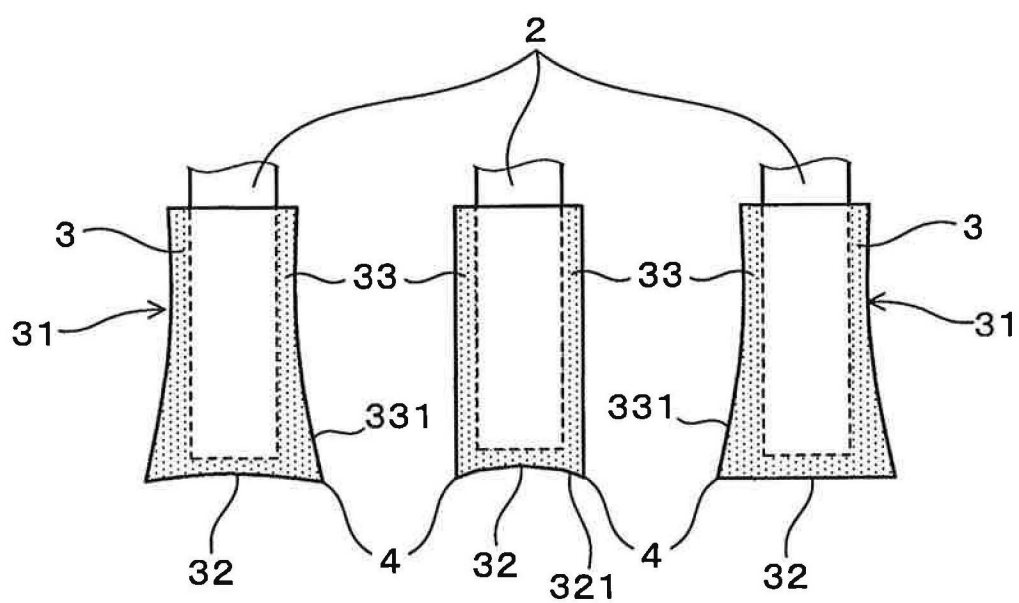


FIG.19

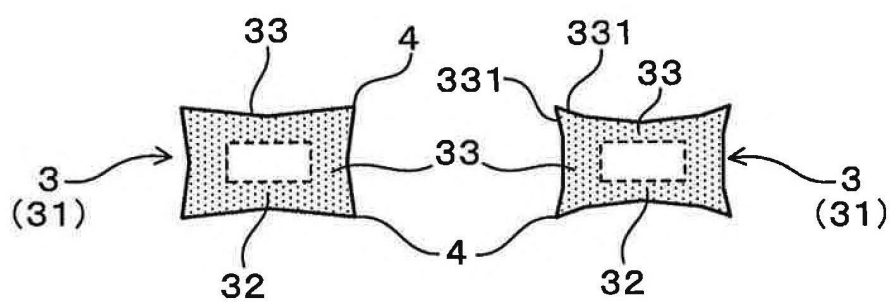


FIG.20

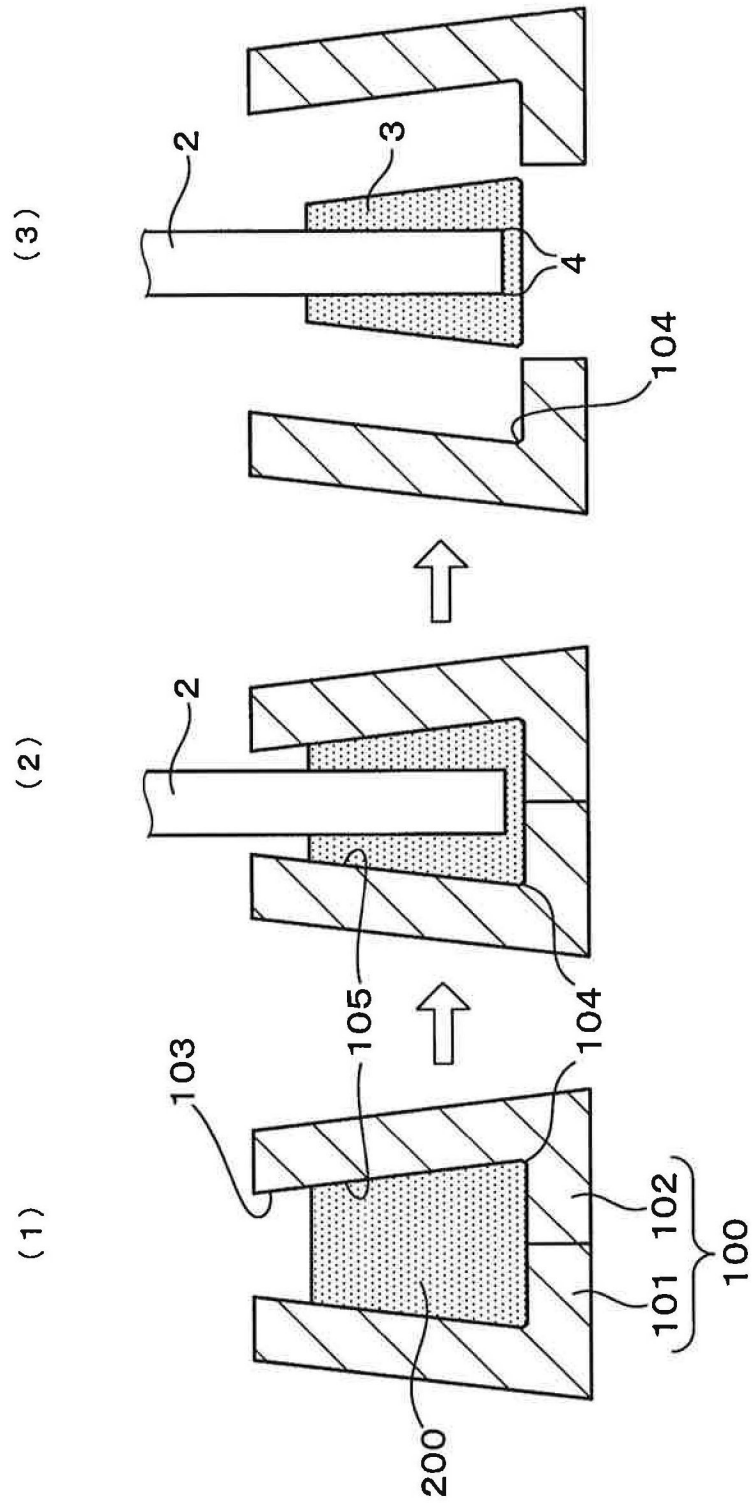


FIG.21

