



(10) **DE 11 2013 005 545 T5** 2015.07.30

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/080859**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 005 545.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/081017**  
(86) PCT-Anmeldetag: **18.11.2013**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.05.2014**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **30.07.2015**

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

(30) Unionspriorität:  
**JP2012254228**      **20.11.2012**      **JP**  
**JP2013198541**      **25.09.2013**      **JP**

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

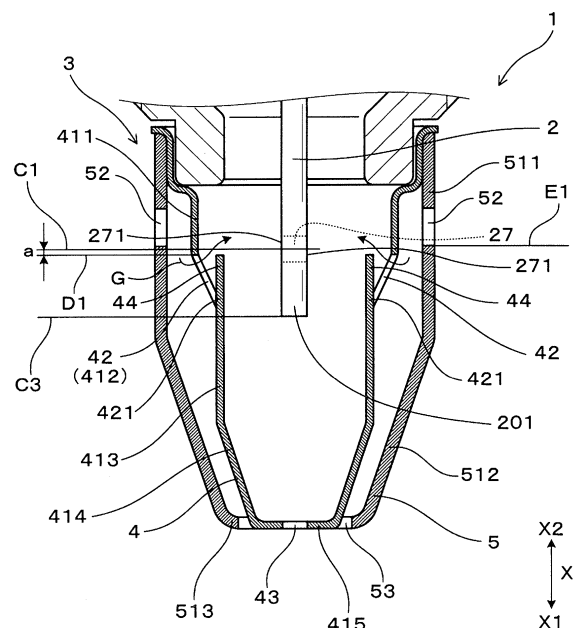
(74) Vertreter:  
**TBK, 80336 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Endo, Yuusuke, Kariya-city, Aichi, JP; Araki,  
Takashi, Kariya-city, Aichi, JP**

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

(54) Bezeichnung: **Gassensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Gassensor 1 hat ein Sensorelement 2, ein Gehäuse 13 und eine Elementabdeckung 3. Das Sensorelement 2 ist mit einem Gaseinbringteil 271 zum Einbringen eines Messgases dorthinein an dessen distalem Endabschnitt 201 versehen. Die Elementabdeckung 3 hat eine innere Abdeckung 4, die so angeordnet ist, dass sie den distalen Endabschnitt 201 des Sensorelements 2 bedeckt, und hat eine äußere Abdeckung, die außerhalb der inneren Abdeckung 4 angeordnet ist. Die äußere Abdeckung 5 ist mit äußeren Einlassöffnungen 52 versehen, um das Messgas in die äußere Abdeckung 5 einzubringen. Die innere Abdeckung 4 ist mit inneren Einlassöffnungen 42 versehen, um das Messgas in die innere Abdeckung 4 einzubringen. Die in Achsrichtung zwischenliegende Position C1 des Gaseinbringteils 271 des Sensorelements 2 liegt näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Axialrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnung 42 der inneren Abdeckung 4.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Gassensor zum Erfassen einer Konzentration eines in einem Messgas enthaltenen spezifischen Gases.

## HINTERGRUNDTECHNOLOGIE

**[0002]** Herkömmlicherweise sind Gassensoren bekannt, die an ein Abgasrohr einer Brennkraftmaschine oder dergleichen eines Fahrzeugs zu montieren sind, um eine Konzentration eines spezifischen Gases zu erfassen, das in einem Abgas als ein Messgas enthalten ist. Die Gassensoren beinhalten solche, die ein Sensorelement, das eine Konzentration eines in einem Messgas enthaltenen spezifischen Gases erfasst, ein das darin eingesetzte Sensorelement haltendes Gehäuse und eine an der distalen Endseite des Gehäuses angeordnete Elementabdeckung beinhaltet.

**[0003]** Beispielsweise offenbart Patentdruckschrift 1 einen Gassensor, der mit einer Doppelstrukturelementabdeckung zum Verhindern des Flutens usw. eines Sensorelements versehen ist, wobei die Doppelstrukturabdeckung eine innere Abdeckung zum Abdecken eines distalen Endabschnitts des mit einem Gaseinlassteil versehenen Sensorabschnitts und eine äußere Abdeckung beinhaltet, die außerhalb der inneren Abdeckung angeordnet ist. Die äußere Abdeckung dieses Gassensors ist mit äußeren Einlassöffnungen zum Einbringen eines Messgases in die äußere Abdeckung versehen.

## DRUCKSCHRIFTENLISTE

## PATENTDRUCKSCHRIFT

**[0004]**

PTL1: Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2009-25076

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

## TECHNISCHES PROBLEM

**[0005]** In einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine tritt zwischen deren Zylindern eine Zylinder-zu-Zylinder-Luft-/Kraftstoff-Verhältnisvariation (Zwischenzylinderungleichgewicht) auf. In den letzten Jahren war es erforderlich, das Zwischenzylinderungleichgewicht mit einem Gassensor präzise zu erfassen, um eine Luft-/Kraftstoffverhältnissteuerung für die jeweiligen Zylinder einer Brennkraftmaschine wegen weiterer Abgasvorschriften und Kraftstoffwirtschaftlichkeitsvorschriften durchzuführen. Dementsprechend ist es erforderlich, das Ansprechverhalten des Gas-

sensors auf die Änderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses für die jeweiligen Zylinder zu verbessern, um eine Änderung des Abgabewerts (Luft-/Kraftstoffverhältnis: A/F) des Gassensors als einen Index des Zwischenzylinderungleichgewichts präziser zu erfassen. Anders als das Verbessern des Ansprechverhaltens des Gassensors auf die A/F-Änderung ist es genauer gesagt zwingend, dass insbesondere in der Elementabdeckung zum Schützen des Sensorelements ein Messgas dazu gebracht wird, den Gaserfassungsteil (einen Teil zum Erfassen des Messgases) des Sensorelements so schnell wie möglich über eine kurze Strecke zu erreichen, und dass es den Messgasen mit unterschiedlichen A/Fs, die von den jeweiligen Zylindern aufeinanderfolgend abgegeben werden, erschwert wird, sich miteinander zu vermischen.

**[0006]** Da jedoch der in der obigen Patentdruckschrift 1 beschriebene Gassensor den Schwerpunkt auf das Verhindern des Flutens des Sensorelements legt, ist dessen Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts nicht ausreichend für das präzise Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine. Es wird angenommen, dass der Grund dafür darin liegt, dass die Strecke, die das von den inneren Einlassöffnungen in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas zurücklegt, um den Gaseinbringteil des Sensorelements zu erreichen, groß ist. Wenn diese Strecke groß ist, dann ist es wahrscheinlich, dass sich die Messgase, die hintereinander abgegeben werden und den Gaserfassungsteil des Sensorelements hintereinander erreichen, miteinander mischen. Falls sich die Messgase miteinander mischen, führt dies dazu, dass dann, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des von einem der Zylinder abgegebenen Messgases auf die fette Seite verschoben wurde, und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des von einem Anderen der Zylinder abgegebenen Messgases auf die magere Seite verschoben wurde, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis eines Gemischs dieser Gase erfasst wird. In diesem Fall gibt es Bedenken, dass die Genauigkeit des Erfassens des Zwischenzylinderungleichgewichts verringert wird, wodurch eine Verringerung des Ansprechverhaltens des Gassensors hervorgerufen wird.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf einen solchen Hintergrund getätigt, wobei es eine Aufgabe ist, einen Gassensor bereitzustellen, der in der Lage ist, die Genauigkeit beim Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine zu erhöhen, und dessen Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts hervorragend ist.

## LÖSUNG DES PROBLEMS

**[0008]** Ein Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung betrifft einen Gassensor, der Folgendes aufweist:

ein Sensorelement zum Erfassen einer Konzentration eines spezifischen Gases, das in einem Messgas enthalten ist;

ein Gehäuse, das das darin eingesetzte Sensorelement hält; und

eine Elementabdeckung, die an einer in Achsrichtung distalen Endseite des Gehäuses angeordnet ist, wobei

das Sensorelement mit einem Gaseinbringteil zum Einbringen des Messgases dorthinein an dessen distalem Endabschnitt versehen ist;

die Elementabdeckung eine innere Abdeckung, die so angeordnet ist, dass sie den distalen Endabschnitt des Sensorelements bedeckt, und eine äußere Abdeckung beinhaltet, die außerhalb der inneren Abdeckung angeordnet ist,

die äußere Abdeckung mit einer äußeren Einlassöffnung zum Einbringen des Messgases in die äußere Abdeckung versehen ist,

die innere Abdeckung mit einer inneren Einlassöffnung zum Einbringen des Messgases in die innere Abdeckung versehen ist, und

eine in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils des Sensorelements näher an einer in Achsrichtung proximalen Endseite als eine in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung liegt.

## VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

**[0009]** In dem obigen Gassensor ist der distale Endabschnitt des Sensorelements mit dem Gaseinbringteil zum Einbringen des Messgases dorthinein versehen. Die innere Abdeckung, die den distalen Endabschnitt des Sensorelements bedeckt, ist mit der inneren Einlassöffnung zum Einbringen des Messgases in die innere Abdeckung versehen. Die in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils des Sensorelements liegt näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung.

**[0010]** Das heißt, dass in die äußere Abdeckung (zwischen die äußere Abdeckung und die innere Abdeckung) von der äußeren Einlassöffnung eingebrachte Messgas wird von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebracht und erreicht den Gaseinbringteil des Sensorelements. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben herausgefunden, dass in einem solchen Strom des Messgases die Strecke, die das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas zurücklegt, um den Gaseinbringteil des Sensorelements zu erreichen, zu der Genauigkeit des Er-

fassens des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und dem Ansprechverhalten des Erfassens des Zwischenzylinderungleichgewichts einen großen Beitrag leistet.

**[0011]** Zudem haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung herausgefunden, dass es zum Verkürzen der Strecke, die das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas zurücklegt, um den Gaseinbringteil des Sensorelements zu erreichen, sehr von Vorteil ist, die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung, von der das Messgas in die innere Abdeckung eingebracht wird, näher an die in Achsrichtung proximalen Endseite als die in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils, von der das Messgas in das Innere des Sensorelements eingebracht wird, zu bringen.

**[0012]** Dementsprechend kann das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil des Sensorelements durch eine Strecke, die so kurz wie möglich ist, schnell zu erreichen. Außerdem kann das Messgas dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil des Sensorelements zu erreichen, ohne dass es sich mit dem von einer anderen inneren Einlassöffnung eingebrachten Messgas mischt. Außerdem können die Messgase der jeweiligen Zylinder einer Brennkraftmaschine dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil des Sensorelements aufeinanderfolgend zu erreichen, um das miteinander Mischen der Messgase der jeweiligen Zylinder zu unterdrücken, bevor sie den Gaseinbringteil des Sensorelements erreichen.

**[0013]** Als ein Ergebnis kann das Ansprechverhalten des Gassensors verbessert werden, um dadurch den Abgabewert (beispielsweise das Luft-Kraftstoff-Verhältnis A/F usw.) präzise zu erfassen, welches einen Index des Zwischenzylinderungleichgewichts der Brennkraftmaschine bereitstellt. Somit kann die Genauigkeit des Erfassens des Zwischenzylinderungleichgewichts der Brennkraftmaschine verbessert werden.

**[0014]** Auf diese Weise kann die Genauigkeit des Erfassens des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine verbessert werden und ein Gassensor, dessen Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts hervorragend ist, kann bereitgestellt werden.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0015]** Fig. 1 ist eine Erläuterungsschnittansicht, die einen Gesamtaufbau eines Gassensors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt.

**[0016]** Fig. 2 ist eine Erläuterungsschnittansicht, die einen Aufbau einer Elementabdeckung des Gassensors gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt.

**[0017]** Fig. 3 ist eine Erläuterungsschnittansicht, die eine innere Einlassöffnung und ein Leitteil einer inneren Abdeckung des ersten Ausführungsbeispiels zeigt.

**[0018]** Fig. 4 ist eine Erläuterungsschnittansicht, die einen Aufbau eines distalen Endabschnitts des Sensorelements des ersten Ausführungsbeispiels zeigt.

**[0019]** Fig. 5 ist eine Erläuterungsansicht, die ein Leitteil in einem Zustand zeigt, in dem es auf die gleiche Ebene wie die innere Einlassöffnung in dem ersten Ausführungsbeispiel projiziert ist.

**[0020]** Fig. 6 ist eine Erläuterungsansicht, die das Leitteil zeigt, das auf die gleiche Ebene wie die innere Einlassöffnung in dem ersten Ausführungsbeispiel projiziert ist.

**[0021]** Fig. 7 ist eine Erläuterungsansicht, die einen Strom eines Messgases zeigt, das von der inneren Einlassöffnung durch das Leitteil in die innere Abdeckung in dem ersten Ausführungsbeispiel strömt.

**[0022]** Fig. 8 ist eine Erläuterungsansicht, die einen Strom eines Messgases in einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine des ersten Ausführungsbeispiels zeigt.

**[0023]** Fig. 9 ist ein Graph, der eine zeitliche Änderung einer Gaskonzentration eines bestimmten Gases zeigt, wobei die Horizontalachse die Zeit wiedergibt und die Vertikalachse die Gaskonzentration wiedergibt.

**[0024]** Fig. 10 ist eine Erläuterungsansicht, die eine Modifikation des Leitteils zeigt, das auf die gleiche Ebene wie die innere Einlassöffnung projiziert ist.

**[0025]** Fig. 11 ist eine Erläuterungsansicht, die eine Strömung des Messgases zeigt, das von der inneren Einlassöffnung durch die Modifikation des Leitteils in dem ersten Ausführungsbeispiel in die innere Abdeckung strömt.

**[0026]** Fig. 12 ist eine erläuternde Schnittansicht, die einen Aufbau einer Elementabdeckung eines Gassensors gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt.

**[0027]** Fig. 13 ist eine Erläuterungsansicht, die ein Abgasrohr einer Brennkraftmaschine zeigt, an welcher ein Gassensor gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung montiert ist.

**[0028]** Fig. 14 ist ein Graph, der zeitliche Änderungen eines Kurbelwinkels und von A/F in dem dritten Ausführungsbeispiel zeigt.

**[0029]** Fig. 15 ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen dem Ungleichgewichtsansprechwert und der axialen Strecke  $a$  zwischen der in Achsrichtung proximalen Endposition der inneren Einlassöffnung und der in Achsrichtung zwischenliegenden Position des Gaseinbringteils in dem dritten Ausführungsbeispiel zeigt.

## BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

**[0030]** Bei dem Gassensor bedeutet der Ausdruck "in Achsrichtung distale Endseite" eine axiale Endseite des Gassensors oder die Seite, an der der Gassensor dem Messgas ausgesetzt ist. Der Ausdruck "in Achsrichtung proximale Endseite" bedeutet die dazu entgegengesetzte Seite.

**[0031]** Es ist möglich, als das Sensorelement ein gestapeltes Sensorelement zu verwenden, das beispielsweise durch Stapeln eines sauerstoffionenleitfähigen Festelektrolytkörpers, der mit einer messgasseitigen Elektrode und einer referenzgasseitigen Elektrode versehen ist, einer Diffusionswiderstandsschicht, die es dem Messgas erlaubt, dort hindurch übertragen zu werden, um mit der messgasseitigen Elektrode in Kontakt zu gelangen, usw. ausgebildet ist. Bei dieser Konfiguration liegt ein Teil der Diffusionswiderstandsschicht an der äußeren Fläche des Sensorelements frei, wobei der freiliegende Teil den Gaseinbringteil bildet.

**[0032]** Der Gaseinbringteil kann an einer Vielzahl von Positionen in dem distalen Endabschnitt des Sensorelements vorgesehen sein. Eine Schutzschicht oder dergleichen kann an der äußeren Fläche des Sensorelements vorgesehen sein, um zumindest den freiliegenden Teil (den Gaseinbringteil) der Diffusionswiderstandsschicht zu bedecken, um giftige Komponenten in dem Messgas zu fangen.

**[0033]** In der äußeren Abdeckung kann die äußere Einlassöffnung mehrfach Seite an Seite in der Umfangsrichtung vorgesehen sein. In der inneren Abdeckung kann die innere Einlassöffnung mehrfach Seite an Seite in der Umfangsrichtung vorgesehen sein. In einem Fall, dass die innere Einlassöffnung mehrfach vorgesehen ist, ist es vorzuziehen, dass die in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils des Sensorelements näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als die in Achsrichtung proximalen Endpositionen aller inneren Einlassöffnungen liegt.

**[0034]** In dem Fall, dass die innere Einlassöffnung mehrfach vorgesehen ist, ist es vorzuziehen, dass

die axialen Positionen aller inneren Einlassöffnungen gleich sind. Es ist zudem vorzuziehen, dass die radialen Abstände von den inneren Einlassöffnungen zu dem Gaseinbringteil gleich sind. In diesem Fall können Variationen unter den Abständen von den inneren Einlassöffnungen zu dem Gaseinbringteil des Sensorelements unterdrückt werden, um die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts zu verbessern.

**[0035]** Wenn der axiale Abstand von der in Achsrichtung proximalen Endposition der inneren Einlassöffnung zu der in Achsrichtung zwischenliegenden Position des Gaseinbringteils des Sensorelements den Wert  $a$  hat, dann ist vorzugsweise  $0 \text{ mm} < a \leq 3,0 \text{ mm}$  und weiter vorzugsweise  $0,7 \text{ mm} \leq a \leq 3,0 \text{ mm}$ . In diesem Fall ist es möglich, das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas dazu zu bringen, den Gaseinbringteil des Sensorelements durch eine noch kürzere Strecke schnell zu erreichen. Als ein Ergebnis können die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts weiter verbessert werden.

**[0036]** Wenn der axiale Abstand  $a$  zwischen der in Achsrichtung zwischenliegenden Position des Gaseinbringteils des Sensorelements und der in Achsrichtung proximalen Endposition der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung kleiner als oder gleich wie  $0 \text{ mm}$  oder größer als  $3 \text{ mm}$  ist, dann bestehen Bedenken, dass die Strecke, die das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas zurücklegt, um den Gaseinbringteil des Sensorelements zu erreichen, lang wird, was dazu führt, dass sich das Ansprechverhalten des Gassensors auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts verschlechtert.

**[0037]** Die in Achsrichtung distale Endposition des Gaseinbringteils des Sensorelements kann näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung liegen. In diesem Fall kann das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil des Sensorelements durch eine noch kürzere Strecke schnell zu erreichen. Dementsprechend können die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts weiter verbessert werden. Wenn die innere Einlassöffnung mehrfach vorgesehen ist, ist es vorzuziehen, dass die in Achsrichtung distale Endposition des Gaseinbringteils des Sensorelements näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als

die in Achsrichtung proximalen Endpositionen aller innerer Einlassöffnungen liegt.

**[0038]** Die in Achsrichtung distale Endposition des Sensorelements kann näher an der in Achsrichtung distalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung liegen. In diesem Fall kann das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil des Sensorelements durch eine noch kürzere Strecke schnell zu erreichen. Dementsprechend können die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts weiter verbessert werden. Wenn die innere Einlassöffnung mehrfach vorgesehen ist, ist es vorzuziehen, dass die in Achsrichtung distale Endposition des Gaseinbringteils des Sensorelements näher an der in Achsrichtung distalen Endseite als die in Achsrichtung proximalen Endpositionen aller innerer Einlassöffnungen liegt.

**[0039]** Die innere Abdeckung kann mit einem Leitteil im Inneren der inneren Einlassöffnung versehen sein, um den Strom des Messgases zu blockieren und das Messgas dazu zu bringen, in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite zu strömen. In diesem Fall kann der größte Anteil des Messgases dazu gebracht werden, von der inneren Einlassöffnung durch das Leitteil innerhalb der inneren Abdeckung in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite zu strömen. Als ein Ergebnis kann die Strecke, die das von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachte Messgas zurücklegt, auf geeignetere Weise verringert werden.

**[0040]** Das Leitteil kann von dem Endabschnitt der in Achsrichtung distalen Endseite der inneren Einlassöffnung einwärts bzgl. der inneren Abdeckung gebogen sein und kann so ausgebildet sein, dass es sich zu der in Achsrichtung proximalen Endseite erstreckt. In diesem Fall kann das Leitteil einfach ausgebildet werden, indem es von der inneren Abdeckung aufgeschnitten wird. Im Übrigen beinhalten die Zustände, in denen das Leitteil so ausgebildet ist, dass es sich in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite erstreckt, einen Zustand, in dem sich das Leitteil parallel zu der Achsrichtung von dem Endabschnitt an der in Achsrichtung distalen Endseite der inneren Einlassöffnung in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite erstreckt, und einen Zustand, in dem sich das Leitteil von dem Endabschnitt an der in Achsrichtung distalen Endseite der inneren Einlassöffnung bezüglich der Achsrichtung geneigt in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite erstreckt.

**[0041]** Der Leitöffnungsgrad oder die kürzeste Strecke zwischen einem Abschnitt der inneren Abde-

ckung, der näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als die innere Einlassöffnung der inneren Abdeckung liegt, und dem Leitteil kann kleiner als oder gleich wie 2,0 mm sein. In diesem Fall kann der Durchfluss des von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachten Messgases durch das Leitteil auf geeignete Weise gesteuert werden, und das Ansprechverhalten des Gassensors auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts kann weiter verbessert werden. Wenn der Leitöffnungsgrad 2,0 mm überschreitet, gibt es Bedenken, dass der Durchfluss des von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung eingebrachten Messgases durch das Leitteil nicht auf geeignete Weise gesteuert werden kann.

**[0042]** Die in Achsrichtung distale Endposition der äußeren Einlassöffnung der äußeren Abdeckung kann näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung liegen. In diesem Fall strömt das von der äußeren Einlassöffnung (zwischen der äußeren Abdeckung und der inneren Abdeckung) in die äußere Abdeckung eingebrachte Messgas in Richtung der in Achsrichtung distalen Endseite, ändert seine Richtung auf seinem Weg und strömt von der inneren Einlassöffnung in die innere Abdeckung. Da zu diesem Zeitpunkt die Massen von Wassertropfen, die zusammen mit dem Messgas strömen, größer als die des Messgases sind, strömen die Wassertropfen infolge ihres eigenen Gewichts direkt zu der in Achsrichtung distalen Endseite. Da das Messgas und die Wassertropfen dementsprechend einfach getrennt werden können, kann die Wirkung, dass das Betreten der Wassertropfen der inneren Abdeckung verhindert wird, weiter verbessert werden. Als ein Ergebnis kann das Fluten des Sensorelements und das daraus resultierende Reißen des Sensorelements weiter verhindert werden. Außerdem ist es möglich, die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts zufriedenstellend sicherzustellen, während der Widerstand gegen das Fluten erhöht wird. Im Übrigen kann die in Achsrichtung distale Endposition der äußeren Einlassöffnung der äußeren Abdeckung näher an der in Achsrichtung distalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung liegen.

#### [Erstes Ausführungsbeispiel]

**[0043]** Unter Bezug auf die Zeichnungen wird ein Ausführungsbeispiel des Gassensors erläutert. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist, hat der Gassensor **1** dieses Ausführungsbeispiels ein Sensorelement **2** zum Erfassen einer Konzentration eines bestimmten Gases in einem Messgas G, ein Gehäuse **13**, das

das darin eingesetzte Sensorelement **2** hält, und eine Elementabdeckung **3**, die an der in Achsrichtung distalen Endseite X1 des Gehäuses **13** angeordnet ist. Das Sensorelement **3** ist mit einem Gaseinbringteil **271** an dessen distalem Endabschnitt **201** versehen, um das Messgas G dorthinein einzubringen.

**[0044]** Wie in dieser Zeichnung gezeigt ist, hat die Elementabdeckung **3** eine innere Abdeckung **4**, die so angeordnet ist, dass sie den distalen Endabschnitt **201** des Sensorelements **2** abdeckt, und eine äußere Abdeckung **5**, die außerhalb der inneren Abdeckung **4** angeordnet ist. Die äußere Abdeckung **5** ist mit äußeren Einlassöffnungen **52** zum Einbringen des Messgases G in die äußere Abdeckung **5** versehen. Die innere Abdeckung **4** ist mit inneren Einlassöffnungen **42** zum Einbringen des Messgases G in die innere Abdeckung **4** versehen. Die in Achsrichtung zwischenliegende Position C1 des Gaseinbringteils **271** des Sensorelements **2** liegt näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximalen Endpositionen D1 der inneren Einlassöffnungen **42** der inneren Abdeckung **4**. Im Folgenden wird der Gassensor **1** dieses Ausführungsbeispiels ausführlicher erläutert.

**[0045]** Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, bedeutet in diesem Ausführungsbeispiel der Ausdruck "in Achsrichtung distale Endseite X1" eine Seite der axialen Richtung X des Gassensors **1** oder die Seite, an der der Gassensor **1** dem Messgas G ausgesetzt ist. Der Ausdruck "in Achsrichtung proximale Endseite X2" bedeutet die dazu entgegengesetzte Seite. Wie in dieser Zeichnung gezeigt ist, ist in dem Gassensor **1** das plattenartige Sensorelement **2** eingesetzt und im Inneren eines ersten Isolators **11** gehalten. Der erste Isolator **11** ist im Inneren des Gehäuses **13** gehalten.

**[0046]** Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ist das Sensorelement **2** ein A/F-Sensorelement, das ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis (A/F) eines einer Brennkraftmaschine zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemischs auf Grundlage eines zwischen Elektroden (später beschriebenen messgasseitigen Elektrode **22** und einer referenzgasseitigen Elektrode **23**) strömenden Grenzstroms in Abhängigkeit der Konzentration des bestimmten Gases (Sauerstoffkonzentration) in dem Messgas G (Abgas) erfasst. Im Übrigen ist **Fig. 4** eine Zeichnung, die den Querschnitt senkrecht zu der Achsrichtung S in dem distalen Endabschnitt **201** des Sensorelements **2** zeigt.

**[0047]** Wie in dieser Zeichnung gezeigt ist, hat das Sensorelement **2** einen sauerstoffionenleitfähigen Festelektrolytkörper **21**, der aus Zirkonium gefertigt ist. Die messgasseitige Elektrode **22**, die mit dem Messgas G in Kontakt gebracht werden sollte, ist an einer Fläche des plattenartigen Festelektrolytkörpers **21** vorgesehen und ist an der anderen Fläche mit der referenzgasseitigen Elektrode **23**, die mit dem Re-

ferenzgas (Umgebungsluft) in Kontakt gebracht werden sollte, versehen.

**[0048]** Wie in dieser Zeichnung gezeigt ist, ist eine aus Aluminiumoxid gefertigte referenzgaskammerbildende Schicht **24** an der Seite der referenzgasseitigen Elektrode **23** auf den Festelektrolytkörper **21** gestapelt. Die referenzgaskammerbildende Schicht **24** ist mit einem Nutabschnitt **241** versehen, um eine Referenzgaskammer **249** auszubilden. Die Referenzgaskammer **249** ist so konfiguriert, dass sie in der Lage ist, das Referenzgas dorthinein einzubringen.

**[0049]** Eine Heizplatte **25** ist auf die Fläche der referenzgaskammerbildenden Schicht **24** an der dem Festelektrolytkörper **21** entgegengesetzten Seite gestapelt. Die Heizplatte **25** ist mit einem Heizkörper (Heizeinrichtung) **251** versehen, die durch Energiebeaufschlagung Wärme erzeugt, sodass sie der referenzgaskammerbildenden Schicht **24** gegenüberliegt. Der Wärmeerzeugungskörper **251** ist so konfiguriert, dass er das Sensorelement **2** auf eine Aktivierungstemperatur aufheizt, indem er durch Energiezufuhr dazu gebracht wird, Wärme zu erzeugen.

**[0050]** Wie in dieser Zeichnung gezeigt ist, ist eine aus Aluminiumoxid gefertigte Isolierschicht **26** an der Seite der messgasseitigen Elektrode **22** auf den Festelektrolytkörper **21** gestapelt. Die Isolierschicht **26** hat eine Öffnung **261**. Eine poröse Diffusionswiderstandsschicht **27**, die aus einem porösen Aluminiumoxidmaterial gefertigt ist, welches es dem Messgas G ermöglicht, dieses zu durchdringen, ist auf die Fläche gestapelt, die dem Festelektrolytkörper **21** der Isolierschicht **26** entgegengesetzt ist. Ein Teil der Diffusionswiderstandsschicht **27** ist zu der Außenfläche des Sensorelements **2** freiliegend. Der Gaseinbringteil **271** ist an einer Vielzahl von Positionen in dem freiliegenden Teil ausgebildet.

**[0051]** Eine Messgaskammer **269** ist an einer von dem Festelektrolytkörper **21**, der isolierenden Schicht **26** und der Diffusionswiderstandsschicht **27** umgebenden Stelle ausgebildet. Die Messgaskammer **269** ist so konfiguriert, dass sie dem Messgas G, das durch die Diffusionswiderstandsschicht **27** hindurchgedrungen ist, erlaubt, dorthinein eingebracht zu werden. Eine aus Aluminiumoxid gefertigte Abschirmschicht ist auf die Fläche der Diffusionswiderstandsschicht **27** an der der Isolierschicht **26** entgegengesetzten Seite gestapelt. Auch wenn dies von der Darstellung ausgelassen ist, kann eine Schutzschicht oder dergleichen zum Fangen giftiger Komponenten in dem Abgas G an der äußeren Fläche des Sensorelements **2** so ausgebildet sein, dass sie den freiliegenden Abschnitt (den Gaseinbringteil **271**) der Diffusionswiderstandsschicht **27** des Sensorelements **2** bedeckt.

**[0052]** Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, ist eine erste proximalendseitige Abdeckung **14** an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 des Gehäuses **13** so befestigt, dass sie einen proximalen Endabschnitt **202** des Sensorelements **2** bedeckt, und eine zweite proximalendseitige Abdeckung **15** ist an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 der ersten proximalendseitigen Abdeckung **14** befestigt. Die zweite proximalendseitige Abdeckung **15** ist mit Belüftungslöchern **151** zum Einbringen der Umgebungsluft versehen. Die proximalendseitige Öffnung der zweiten proximalendseitigen Abdeckung **15** ist durch ein aus einer Gummibuchse gefertigtes Dichtungselement **16** geschlossen. Mit der Außenseite zu verbindenden Leitungselemente **17** sind so vorgesehen, dass sie das Dichtungselement **16** durchdringen.

**[0053]** Ein zweiter Isolator **12**, der den proximalen Endabschnitt **202** des Sensorelements **2** bedeckt, ist an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 des ersten Isolators **11** in der ersten proximalendseitigen Abdeckung **14** angeordnet. Mit den Leitungselementen **17a** verbundene Metallanschlüsse **18** sind in dem zweiten Isolator **12** angeordnet. Die Metallanschlüsse **18** sind mit den Elektrodenanschlüssen des Sensorelements **2** in Kontakt, um eine elektrische Leitung bereitzustellen.

**[0054]** Wie in dieser Figur gezeigt ist, ist die Elementabdeckung **3** zum Schützen des Sensorelements **2** an der distalen Endseite des Gehäuses angeordnet. Die Elementabdeckung **3** hat die mit Boden versehene und zylindrische innere Abdeckung **4**, die so angeordnet ist, dass sie den distalen Endabschnitt **201** des Sensorelements **2** bedeckt, und hat die mit Boden versehene und zylindrische äußere Abdeckung **5**, die außerhalb der inneren Abdeckung **4** angeordnet ist. Die innere Abdeckung **4** ist an dem distalen Endabschnitt des Gehäuses **13** befestigt. Die äußere Abdeckung **5** ist an dem proximalen Endabschnitt der inneren Abdeckung **4** befestigt.

**[0055]** Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, hat die äußere Abdeckung **5** in der Reihenfolge von der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 einen Außenseitenflächenabschnitt **511**, dessen Durchmesser im Wesentlichen in der Achsrichtung X konstant ist, einen äußeren Abschnitt **512** mit verringertem Durchmesser, der eine konische Form hat, deren Durchmesser in Richtung der in Achsrichtung distalen Endseite X1 verringert ist, und einen äußeren Bodenflächenabschnitt **513**, der die in Achsrichtung distale Endseite X1 schließt. Die äußeren Einlassöffnungen **52** sind in dem äußeren Seitenflächenabschnitt **511** bei einem vorbestimmten Intervall entlang der Umfangsrichtung vorgesehen. Die in Achsrichtung distale Endposition E1 der äußeren Einlassöffnungen **51** liegt näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnungen **42** der inneren Abdeckung **4**. Der äu-

ßere Bodenflächenabschnitt **513** ist mit einer äußeren Abgabeöffnung **53** versehen.

**[0056]** Wie in dieser Figur gezeigt ist, hat die innere Abdeckung **4** in der Reihenfolge von der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 einen ersten inneren Seitenflächenabschnitt **411**, dessen Durchmesser in der Achsrichtung X im Wesentlichen konstant ist, einen ersten inneren Abschnitt **412** mit verringertem Durchmesser, der eine konische Form hat, deren Durchmesser in Richtung der in Achsrichtung distalen Endseite X1 verringert ist, einen zweiten inneren Seitenflächenabschnitt **413**, dessen Durchmesser in der Achsrichtung X im Wesentlichen konstant ist, einen zweiten inneren Abschnitt **414** mit verringertem Durchmesser, der eine konische Form hat, deren Durchmesser in Richtung der in Achsrichtung distalen Endseite X1 verringert ist, und einen inneren Bodenflächenabschnitt **415**, der die in Achsrichtung distale Endseite X1 schließt. Der innere Bodenflächenabschnitt **415** ist im Wesentlichen an der gleichen Ebene wie der äußere Bodenflächenabschnitt **513** der äußeren Abdeckung **5** innerhalb der äußeren Abgabeöffnung **53** angeordnet.

**[0057]** Der erste innere Abschnitt **412** mit verringertem Durchmesser ist mit den inneren Einlassöffnungen **42** bei einem vorbestimmten Intervall entlang der Umfangsrichtung vorgesehen. Die inneren Einlassöffnungen **42** sind an einer senkrecht zu der Achsrichtung X verlaufenden Ebene konzentrisch zu der Mittelachse des Gassensors **1** angeordnet. Das heißt, alle inneren Einlassöffnungen **42** haben in Achsrichtung die gleichen Positionen. Die in Achsrichtung proximalen Endpositionen D1 aller inneren Einlassöffnungen **42** liegen näher an der in Achsrichtung distalen Endseite X1 als die in Achsrichtung distale Endposition E1 der äußeren Einlassöffnungen **52** der äußeren Abdeckung **5**. Alle inneren Einlassöffnungen **42** sind in einer Leitform ausgebildet. Das heißt, der erste innere Abschnitt **412** mit verringertem Durchmesser ist mit einem Leitteil **44** versehen, der einen Strom des Messgases G in den jeweiligen inneren Positionen, an denen die inneren Einlassöffnungen **42** vorgesehen sind, blockiert, um das Messgas G dazu zu bringen, in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 zu strömen. Der innere Bodenflächenabschnitt **415** ist mit einer inneren Abgabeöffnung **43** versehen.

**[0058]** Wie in dieser Zeichnung gezeigt ist, liegt die in Achsrichtung zwischenliegende Position C1 des Gaseinbringteils **271** des Sensorelements **2** näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnung **42** der inneren Abdeckung **4**. In diesem Ausführungsbeispiel liegt sie näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximalen Endpositionen D1 aller inneren Einlassöffnungen **42**. Die in Achsrichtung dis-

tale Endposition C3 des Sensorelements **3** liegt näher an der in Achsrichtung distalen Endseite X1 als die innere Einlassöffnung **42** der inneren Abdeckung **4**. In diesem Ausführungsbeispiel liegt sie näher an der in Achsrichtung distalen Endseite X1 als die in Achsrichtung proximalen Endpositionen D1 aller inneren Einlassöffnungen **42**.

**[0059]** Der Abstand von der in Achsrichtung proximalen Endposition D1 der inneren Einlassöffnung **42** der inneren Abdeckung **4** zu der in Achsrichtung zwischenliegenden Position C1 des Gaseinbringteils **271** des Sensorelements **2** a ist  $0 \text{ mm} < a \leq 3,0 \text{ mm}$ . Vorzugsweise ist die Achsrichtung a  $0 \text{ mm} < a \leq 3,0 \text{ mm}$  und weiter vorzugsweise  $0,7 \text{ mm} < a \leq 3,0 \text{ mm}$ .

**[0060]** Wie in Fig. 3 gezeigt ist, ist das Leitteil **44** von einem Endabschnitt **241** an der in Achsrichtung distalen Endseite X1 der inneren Einlassöffnung **42** zu der inneren Abdeckung **4** einwärts gebogen und so ausgebildet, dass es sich in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 erstreckt. Das Leitteil **44** ist in einer im Wesentlichen viereckigen Form ausgebildet. Das Leitteil **44** ist durch Extrudieren eines Teils der inneren Abdeckung **44** mittels einer Form oder dergleichen ausgebildet. Der Leitöffnungsgrad A oder der kürzeste Abstand zwischen einem Abschnitt (dem ersten Innenseitenflächenabschnitt **411** dieses Ausführungsbeispiels) der inneren Abdeckung **4**, die näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die innere Einlassöffnung **42** liegt, ist kleiner als oder gleich wie 2,0 mm festgelegt.

**[0061]** Wie in Fig. 5 und Fig. 6 gezeigt ist, hat das Leitteil **44** dann, wenn das Leitteil **44** auf die gleiche Ebene (Ebene H) wie die innere Einlassöffnung **42** projiziert ist, eine distale Endseitenkante **441a**, eine Basisseitenkante **442a** und ein Paar Seitenendkanten **443a** und **444a**. Das Paar Seitenendkanten **443a** und **444a** ist im Wesentlichen linear ausgebildet und verläuft im Wesentlichen parallel zu der Leitausbildungsrichtung V, die sich von der Basisseite zur der distalen Endseite des Leitteils **44** erstreckt. Die Winkel B1 und B2 zwischen der Basisseitenkante **442a** und dem Paar Seitenendkanten **443a** und **444a** des Leitteils **44** betragen 90 Grad. Fig. 5 und Fig. 6 zeigen das Leitteil **44** von der inneren Abdeckung **4** herausgenommen.

**[0062]** Wie in Fig. 2 gezeigt ist, liegt der Endabschnitt an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 des Leitteils **44** in etwa an der gleichen Position in der Achsrichtung X wie der Endabschnitt der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 der inneren Einlassöffnung **42**. Das Messgas G, das von dem Raum zwischen der äußeren Abdeckung **5** und der inneren Abdeckung **4** durch die innere Einlassöffnung **42** in die innere Abdeckung **4** strömen wird, wird durch das Leitteil **44** blockiert und strömt dementsprechend nicht in Richtung der in Achsrichtung distalen Endsei-



te X1. Obwohl ein Teil dieses Messgases G von dem Paar Seitenendkanten **443a** und **444a** in die innere Abdeckung **44** strömen wird, strömt das Meiste des Messgases G entlang des Leitteils **44** zu der in Achsrichtung proximalen Endseite X2.

**[0063]** Als Nächstes werden vorteilhafte Wirkungen des Gassensors **1** dieses Ausführungsbeispiels erläutert. In dem Gassensor **1** dieses Ausführungsbeispiels ist das Sensorelement **2** mit dem Gaseinbringteil **271** zum Einbringen des Messgases G dorthin ein an dessen distalem Endabschnitt **201** versehen. Die innere Abdeckung **4**, die den distalen Endabschnitt **201** des Sensorelements **2** bedeckt, ist mit den inneren Einlassöffnungen **42** zum Einbringen des Messgases in die innere Abdeckung **4** versehen. Die in Achsrichtung zwischenliegende Position C1 des Messgaseinbringteils **271** des Sensorelements **2** liegt näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnungen **42** der inneren Abdeckung **4**. Das Leitteil **44** ist an der inneren Position der inneren Einlassöffnungen **42** in der inneren Abdeckung **4** vorgesehen, sodass das von den inneren Einlassöffnungen **42** in die innere Abdeckung **4** strömende Messgas G zu der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 strömt.

**[0064]** Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, kann als ein Ergebnis das Meiste des Messgases G, das von der inneren Einlassöffnung **42** in die innere Abdeckung **4** strömen wird, durch das Leitteil **44** dazu gebracht werden, zu der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 zu strömen. Da die in Achsrichtung zwischenliegende Position C1 des Gaseinbringteils **271** näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximale Endposition D der inneren Einlassöffnungen **42** liegt, kann das von den inneren Einlassöffnungen **42** in die innere Abdeckung **4** eingebrachte Messgas G dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** entlang einer Strecke, die so kurz wie möglich ist, schnell zu erreichen. Außerdem kann das Messgas G dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** zu erreichen, ohne sich mit dem Messgas G zu vermischen, das von einer anderen inneren Einlassöffnung **42** geströmt ist. Außerdem können die Messgase G der jeweiligen Zylinder der Brennkraftmaschine dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** aufeinanderfolgend zu erreichen, sodass sich die Messgase G von den jeweiligen Zylindern nicht miteinander vermischen, bevor sie den Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** erreichen.

**[0065]** Da das Ansprechverhalten des Gassensors **1** verbessert werden kann, kann als ein Ergebnis die Ausgabe (Luft-/Kraftstoffverhältnis: A/F) des Gassensors **1** als ein Index für das Zwischenzylinderungleichgewicht der Brennkraftmaschine mit höhe-

rer Genauigkeit erfasst werden. Somit kann die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine des Gassensors erhöht werden.

**[0066]** In **Fig. 8** ist ein Strom des Messgases G (Abgases) in einem Abgasrohr **82** gezeigt, wenn das Luft-/Kraftstoffverhältnis eines Zylinders **71a** an der fetten Seite liegt, und das Luft-/Kraftstoffverhältnis eines anderen Zylinders **71b** in einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine an der mageren Seite liegt. Wie in dieser Figur gezeigt ist, werden Ausstöße von den Zylindern **71a** und **71b** aufeinanderfolgend durchgeführt und das Messgas G1 an der fetten Seite und das Messgas G2 an der mageren Seite erreichen den Gassensor **1** innerhalb des Abgasrohrs **82** nacheinander. **Fig. 9** zeigt zeitliche Variationen der Gaskonzentration der Messgase G, die durch den Gassensor **1** gemessen werden. Wie in dieser Zeichnung gezeigt ist, werden in dem Gassensor **1** das Messgas G1 an der fetten Seite und das Messgas G2 an der mageren Seite abwechselnd gemessen.

**[0067]** Da die Messgase G, die zeitlich nacheinander in die innere Abdeckung **4** strömen, in einem Zustand vorliegen, in dem es schwierig ist, dass sie sich miteinander vermischen, kann es erschwert werden, dass das Messgas G1 an der fetten Seite und das Messgas G2 an der mageren Seite, die mit einem vorbestimmten Zeitintervall ankommen, sich miteinander vermischen. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Strecke, über die das entlang des Leitteils **44** zu der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 strömende Messgas G den Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** erreicht, kurz gemacht. Dementsprechend kann die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts in dem Gassensor verbessert werden, indem das Vermischen der zeitlich nacheinander abgegebenen Messgase G unterdrückt wird.

**[0068]** In diesem Ausführungsbeispiel liegt die in Achsrichtung distale Endposition C3 des Sensorelements **2** näher an der in Achsrichtung distalen Endseite X1 als die in Achsrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnungen **42** der inneren Abdeckung **4**. Daher kann das von den inneren Einlassöffnungen **42** in die innere Abdeckung **4** eingebrachte Messgas G dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** durch eine noch kürzere Strecke schnell zu erreichen. Dementsprechend können die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts weiter verbessert werden.

**[0069]** Wenn das Leitteil **44** auf die gleiche Ebene (Ebene H) wie die innere Einlassöffnung **42** projiziert wird, dann sind das Paar Seitenendkanten **443a** und

**444a** im Wesentlichen linear und im Wesentlichen parallel zu der Leitbildungsrichtung V ausgebildet, die sich von der Basisseite zu der distalen Endseite des Leitteils **44** erstreckt. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, strömt das Messgas G dementsprechend leicht von der Basisseite zu der distalen Endseite des Leitteils **44** entlang der Oberfläche des Leitteils **44**. Es ist möglich, einen Teil des Messgases G daran zu hindern, von den Seitenendabschnitten **443** und **444** des Leitteils **44** zu beiden Seiten zu entweichen und in die innere Abdeckung **4** zu strömen. Das heißt, es ist möglich, den Prozentanteil des Stroms des durch den distalen Endabschnitt **441** des Leitteils **44** einströmenden Messgases G zu erhöhen.

**[0070]** Der Leitöffnungsgrad A oder der kürzeste Abstand zwischen dem Abschnitt (des ersten Innenseitenflächenabschnitts **411**), der näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die innere Einlassöffnung **42** liegt, und dem Leitteil **44** in der inneren Abdeckung **4** ist kleiner als oder gleich wie 2,0 mm festgelegt. Dementsprechend ist es möglich, den Durchfluss des von der inneren Einlassöffnung **42** in die innere Abdeckung **4** eingebrachten Messgases durch das Leitteil auf geeignete Weise zu steuern, und das Ansprechverhalten des Gassensors kann weiter verbessert werden.

**[0071]** Die in Achsrichtung distale Endposition E2 der äußeren Einlassöffnung **52** der äußeren Abdeckung **5** liegt näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnung **42** der inneren Abdeckung **4**. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, strömt dementsprechend das in die äußere Abdeckung **5** (zwischen die äußere Abdeckung **5** und die innere Abdeckung **4**) eingebrachte Messgas **5** in Richtung der in Achsrichtung distalen Endseite X1, ändert auf diesem Weg seine Richtung und strömt von der inneren Einlassöffnung **42** in die innere Abdeckung **4**. Da zu diesem Zeitpunkt die Massen der Wassertropfen W, die zusammen mit dem Messgas G strömen, größer als die des Messgases G sind, strömen sie infolge ihres eigenen Gewichts direkt zu der in Achsrichtung distalen Endseite X1.

**[0072]** Da das Messgas G und die Wassertropfen W leicht getrennt werden können, kann dementsprechend die Wirkung weiter verbessert werden, dass verhindert wird, dass die Wassertropfen W die innere Abdeckung **4** betreten. Als ein Ergebnis kann das Fluten des Sensorelements **2** und das daraus resultierende Reißen des Sensorelements **2** verhindert werden. Außerdem ist es möglich, das Ansprechverhalten des Gassensors **1** und die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine ausreichend sicherzustellen während der Widerstand gegen das Fluten erhöht wird. Im Übrigen werden die abgeschiedenen Wassertropfen W

von der äußeren Abgabeöffnung **53** der äußeren Abdeckung **5** nach außen abgegeben.

**[0073]** Wie zuvor beschrieben ist, ist es gemäß diesem Ausführungsbeispiel möglich, den Gassensor **1** bereitzustellen, dessen Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und dessen Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts hervorragend sind.

**[0074]** Wenn in diesem Ausführungsbeispiel, wie in **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigt ist, das Leitteil **44** auf die gleiche Ebene (Ebene H) wie die innere Einlassöffnung **42** projiziert wird, dann ist das Paar Seitenendkanten **443a** und **444a** im Wesentlichen linear und im Wesentlichen parallel zu der Leitausbildungsrichtung V ausgebildet. Anders als dies können, wie in **Fig. 10** gezeigt ist, das Paar Seitenendkanten **443a** und **444a** des Leitteils **44** im Wesentlichen linear und zu der Leitbildungsrichtung V auswärts geneigt ausgebildet sein. Das heißt, die Winkel B1 und B2 zwischen der Basisseitenkante **442a** und dem Paar Seitenendkanten **443a** und **444a** des Leitteils **44** können 90 Grad überschreiten (beispielsweise größer als 90 Grad und kleiner als 95 Grad sein).

**[0075]** In dem Fall der obigen Konfiguration strömt das Messgas G, wie in **Fig. 11** gezeigt ist, leichter von der Basisseite zu der distalen Endseite des Leitteils **44** entlang der Oberfläche des Leitteils **44**. Es ist möglich, zu verhindern, dass ein Teil des Messgases G von den Seitenendabschnitten **443** und **444** des Leitteils **44** zu beiden Seiten entweicht und in die innere Abdeckung **4** strömt. Das heißt, es ist möglich, den Prozentanteil der Strömung des Messgases G, das durch den distalen Endabschnitt **441** des Leitteils **44** einströmt, zu erhöhen. Als ein Ergebnis können die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts weiter verbessert werden.

#### [Zweites Ausführungsbeispiel]

**[0076]** Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, ist dieses Ausführungsbeispiel ein Beispiel, bei dem die Positionsbeziehung zwischen dem Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** und den inneren Einlassöffnungen **42** der inneren Abdeckung **4** geändert ist. Wie in dieser Figur gezeigt ist, liegt die in Achsrichtung distale Endposition C2 des Gaseinbringteils **271** des Sensorelements **2** näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnung **42** der inneren Abdeckung **4**. In diesem Ausführungsbeispiel liegt die in Achsrichtung distale Endposition C2 des Gaseinbringteils **271** näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 als die in Achsrichtung proximalen Endpositionen D1 aller inneren Einlassöffnungen

gen **42**. Der weitere grundlegende Aufbau ist gleich wie in dem ersten Ausführungsbeispiel. Der Aufbau, der gleich wie jener des ersten Ausführungsbeispiels ist, ist von den gleichen Bezugszeichen gefolgt und dessen Erläuterung wird ausgelassen.

**[0077]** Das Leitteil **44** ist an der inneren Position der inneren Einlassöffnung **42** der inneren Abdeckung **4** dieses Ausführungsbeispiels vorgesehen, um das von der inneren Einlassöffnung **42** in die innere Abdeckung **4** strömende Messgas G dazu zu bringen, wie in dem ersten Ausführungsbeispiel zu der in Achsrichtung proximalen Endseite X2 zu strömen. Das Meiste des von der inneren Einlassöffnung **42** in die innere Abdeckung **4** strömenden Messgases G strömt zu der in Achsrichtung proximalen Endseite X2. Dementsprechend kann das von der inneren Einlassöffnung **42** durch das Leitteil **4** in die innere Abdeckung **4** eingebrachte Messgas G dazu gebracht werden, den Gaseinbringteil **271** des Sensorelements **2** durch eine noch kürzere Strecke schnell zu erreichen, indem die in Achsrichtung distale Endposition C2 des Gaseinbringteils **271** näher an die in Achsrichtung proximale Endseite X2 als die in Achsrichtung proximale Endposition D1 der inneren Einlassöffnung **42** gebracht wird. Als ein Ergebnis können die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine und das Ansprechverhalten auf das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts weiter verbessert werden. Die anderen grundlegenden vorteilhaften Wirkungen sind die gleichen wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

#### [Drittes Ausführungsbeispiel]

**[0078]** Dieses Ausführungsbeispiel wertet die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine für die Gassensoren aus. Für dieses Ausführungsbeispiel wurde eine Vielzahl der Gassensoren vorbereitet, die sich voneinander in dem axialen Abstand a von den in Achsrichtung proximalen Endpositionen der inneren Einlassöffnungen der inneren Abdeckung zu der in Achsrichtung zwischenliegenden Position des Gaseinbringteils des Sensorelements unterscheiden (siehe **Fig. 2**). Der weitere grundlegende Aufbau der vorbereiteten Gassensoren ist gleich wie bei dem Gassensor des ersten Ausführungsbeispiels (siehe **Fig. 1** bis **Fig. 4** usw.).

**[0079]** Als Nächstes wird ein Verfahren zum Auswerten der Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine erläutert. In diesem Ausführungsbeispiel wurde eine vierzylindrige Brennkraftmaschine der Reihenbauart mit vier Zylindern (einem ersten Zylinder **811**, einem zweiten Zylinder **812**, einem dritten Zylinder **813** und einem vierten Zylinder **814**) vorbereitet, wie in **Fig. 3** gezeigt ist. Die jeweiligen Zylinder **811** bis **814** der Brennkraftmaschine **81** sind jeweils mit Abgas-

abzweigungsteilen **821** eines Abgasrohrs **82** in Verbindung. Die vier Abgasabzweigungsteile **821** sind an der stromabwärtigen Seite zusammengefügt, so dass sie mit einem gemeinsamen Abgasteil **822** des Abgasrohrs **82** in Verbindung sind. Der Gassensor **1** wurde an dem gemeinsamen Abgasteil **822** dieses Abgasrohrs **82** montiert.

**[0080]** Als Nächstes wurde die Brennkraftmaschine unter einer vorbestimmten Bedingung betrieben. In diesem Ausführungsbeispiel war die Drehzahl auf 1600 upm festgelegt und es wurde eine solche Einstellung gemacht, dass der Gasdurchfluss pro Einheitsquerschnittsfläche innerhalb des Abgasrohrs zu 20 g/sek wird. Für den zweiten Zylinder aus den vier Zylindern der Brennkraftmaschine wurde die Kraftstoffeinspritzmenge verglichen mit den anderen Zylindern übermäßig erhöht. In diesem Ausführungsbeispiel wurde eine solche Einstellung gemacht, dass das Luft-/Kraftstoffverhältnis des zweiten Zylinders in einem Zustand ist, in dem es von dem theoretischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis um 40 % auf die fette Seite versetzt ist (in einem Zustand, in dem die Kraftstoffeinspritzmenge um 40 % erhöht ist).

**[0081]** Wie in **Fig. 14** gezeigt ist, wurde der Ausgabewert (Luft-/Kraftstoffverhältnis: A/F) des Gassensors über die Zeit ermittelt. Dabei ändert sich die Wellenform des Abgabewerts des Gassensors über einen Verbrennungszyklus der Brennkraftmaschine, der deren einer Zyklus ist. Ein Verbrennungszyklus der Brennkraftmaschine startet zu dem Zeitpunkt, zu dem der Kurbelwinkel 0 Grad beträgt, und endet zu dem Zeitpunkt, zu dem der Kurbelwinkel 720 Grad beträgt. Während eines Verbrennungszyklus wird die Verbrennung in der Reihenfolge des ersten Zylinders, des dritten Zylinders, des vierten Zylinders und des zweiten Zylinders durchgeführt. Da die Abgabe nach der Verbrennung in jedem der Zylinder durchgeführt wird, wird die Abgabe in der Reihenfolge des zweiten Zylinders, des ersten Zylinders, des dritten Zylinders und des vierten Zylinders während eines Verbrennungszyklus durchgeführt. Dementsprechend erreichen die von den jeweiligen Zylindern abgegebenen Abgase idealerweise den Gaseinbringteil des Sensorelements des Gassensors in der Reihenfolge des zweiten Zylinders, des ersten Zylinders, des dritten Zylinders und des vierten Zylinders.

**[0082]** Als Nächstes wird ein Verfahren zum Auswerten der Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine erläutert. Wie in **Fig. 14** gezeigt ist, wurde die Größe P (Differenz zwischen dem Maximalwert und dem Minimalwert) einer Wellenform während eines Verbrennungszyklus aus einer Wellenform der ermittelten Ausgabewerte (Luft-/Kraftstoffverhältnis: A/F) des Gassensors als ein Ungleichgewichtsansprechwert ermittelt. In diesem Ausführungsbeispiel wurde der Ungleichgewichtsansprechwert für jeden der Gassen-

soren ermittelt, die sich in dem axialen Abstand a voneinander unterscheiden. Der Ungleichgewichtsansprechwert des Gassensors, dessen axialer Abstand a den Wert  $-1,5$  mm hat (der Gassensor eines herkömmlichen Merkmals) wurde als Standard (= 100%) verwendet, und die Ungleichgewichtsansprechwertverhältnisse (%) der anderen Gassensoren wurden ermittelt. Wenn der Ungleichgewichtsansprechwert höher ist, zeigt dies, dass die Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts einer Brennkraftmaschine höher ist.

**[0083]** Fig. 15 zeigt Ergebnisse der Auswertung der Erfassungsgenauigkeit des Zwischenzylinderungleichgewichts der Brennkraftmaschine. In dieser Zeichnung gibt die Horizontalachse den axialen Abstand a (mm) an und die vertikale Achse gibt den Ungleichgewichtsansprechwert (%) an. Wenn der axiale Abstand a den Wert 0 mm hat, dann bedeutet dies, dass die in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils des Sensorelements und die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnungen der inneren Abdeckung gleich sind. Wenn der axiale Abstand a kleiner als 0 mm ist, dann bedeutet dies, dass die in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils des Sensorelements näher an der in Achsrichtung distalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endseite der inneren Einlassöffnungen der inneren Abdeckung liegt.

**[0084]** Aus dieser Zeichnung wurde herausgefunden, dass dann, wenn der axiale Abstand a den Wert 0 mm überschreitet, das heißt wenn die in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils des Sensorelements näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endseite der inneren Einlassöffnung der inneren Abdeckung liegt, der Ungleichgewichtsansprechwert zunimmt. Außerdem wurde herausgefunden, dass dann, wenn der axiale Abstand a den Wert 0,7 mm überschreitet, der Ungleichgewichtsansprechwert weiter ansteigt und der Ungleichgewichtsansprechwert stabil wird.

**[0085]** Andererseits wurde herausgefunden, dass dann, wenn der axiale Abstand a den Wert 3,0 mm überschreitet, der Ungleichgewichtsansprechwert abnimmt.

**[0086]** Aus den obigen Ergebnissen wurde herausgefunden, dass das Ansprechverhalten des Gassensors erhöht werden kann und die Genauigkeit des Gassensors für das Erfassen des Zwischenzylinderungleichgewichts der Brennkraftmaschine verbessert werden kann, indem die in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils des Sensorelements näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite als die in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnungen der inneren Abdeckung liegt. Es wurde zudem heraus-

gefunden, dass es zum zufriedenstellenden Erhalten solcher vorteilhaften Wirkungen vorzuziehen ist, dass der axiale Abstand a von der in Achsrichtung zwischenliegenden Position des Gaseinbringteils des Sensorelements zu der in Achsrichtung proximalen Endposition der inneren Einlassöffnungen der inneren Abdeckung größer als oder gleich wie 0,7 mm und kleiner als oder gleich wie 3,0 mm ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Gassensor
<b>13</b>	Gehäuse
<b>2</b>	Sensorelement
<b>201</b>	distaler Endabschnitt (distaler Endabschnitt des Sensorelements)
<b>271</b>	Gaseinbringabschnitt
<b>3</b>	Elementabdeckung
<b>4</b>	innere Abdeckung
<b>42</b>	innere Einlassöffnung
<b>5</b>	äußere Abdeckung
<b>52</b>	äußere Einlassöffnung
<b>C1</b>	in Achsrichtung zwischenliegende Position (in Achsrichtung zwischenliegende Position des Gaseinbringteils)
<b>D1</b>	in Achsrichtung proximale Endposition (in Achsrichtung proximale Endposition der inneren Einlassöffnung)
<b>X1</b>	in Achsrichtung distale Endseite
<b>X2</b>	in Achsrichtung proximale Endseite

#### Patentansprüche

1. Gassensor (1) mit:  
 einem Sensorelement (2) zum Erfassen einer Konzentration eines bestimmten Gases, das in einem Messgas enthalten ist;  
 einem Gehäuse (13), das das darin eingesetzte Sensorelement (2) hält; und  
 einer Elementabdeckung (3), die an einer in Achsrichtung distalen Endseite (X1) des Gehäuses (13) angeordnet ist, wobei  
 das Sensorelement (2) mit einem Gaseinbringteil (271) zum Einbringen des Messgases dorthinein an dessen distalem Endabschnitt (201) versehen ist;  
 die Elementabdeckung (3) eine innere Abdeckung (4), die so angeordnet ist, dass sie den distalen Endabschnitt (201) des Sensorelements (2) abdeckt, und eine äußere Abdeckung (5) aufweist, die außerhalb der inneren Abdeckung (4) angeordnet ist,  
 die äußere Abdeckung (5) mit einer äußeren Einlassöffnung (52) zum Einbringen des Messgases in die äußere Abdeckung (5) versehen ist,  
 die innere Abdeckung (4) mit einer inneren Einlassöffnung (42) zum Einbringen des Messgases in die innere Abdeckung (4) versehen ist, und  
 eine in Achsrichtung zwischenliegende Position (C1) des Gaseinbringteils (271) des Sensorelements (2) näher an einer in Achsrichtung proximalen Endseite (X2) als eine in Achsrichtung proximale Endposition

(D1) der inneren Einlassöffnung (42) der inneren Abdeckung (4) liegt.

2. Gassensor (1) gemäß Anspruch 1, wobei eine in Achsrichtung distale Endposition (C2) des Gaseinbringteils (271) des Sensorelements (2) näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite (X2) als die in Achsrichtung proximale Endposition (D1) der inneren Einlassöffnung (42) der inneren Abdeckung (4) liegt.

3. Gassensor (1) gemäß Anspruch 1, wobei ein in Achsrichtung distaler Endabschnitt (C3) des Sensorelements (2) näher an der in Achsrichtung distalen Endseite (X1) als die in Achsrichtung proximale Endposition (D1) der inneren Einlassöffnung (42) der inneren Abdeckung (4) liegt.

4. Gassensor (1) gemäß Anspruch 1, wobei die innere Abdeckung (4) mit einem Leitteil (44) zum Blockieren eines Stroms des Messgases versehen ist, um das Messgas dazu zu bringen, innerhalb der inneren Einlassöffnung (42) zu der in Achsrichtung proximalen Endseite (X2) zu strömen.

5. Gassensor (1) gemäß Anspruch 4, wobei das Leitteil (44) von einem Endabschnitt (421) an der in Achsrichtung distalen Endseite (X1) der inneren Einlassöffnung (42) zu der Innenseite der inneren Abdeckung (4) gebogen ist und so ausgebildet ist, dass es sich in Richtung der in Achsrichtung proximalen Endseite (X2) erstreckt.

6. Gassensor (1) gemäß Anspruch 1, wobei eine in Achsrichtung distale Endposition (E1) der äußeren Einlassöffnung (52) der äußeren Abdeckung (5) näher an der in Achsrichtung proximalen Endseite (X2) als die in Achsrichtung proximale Endposition (D1) der inneren Einlassöffnung (42) der inneren Abdeckung (4) liegt.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen



FIG.2

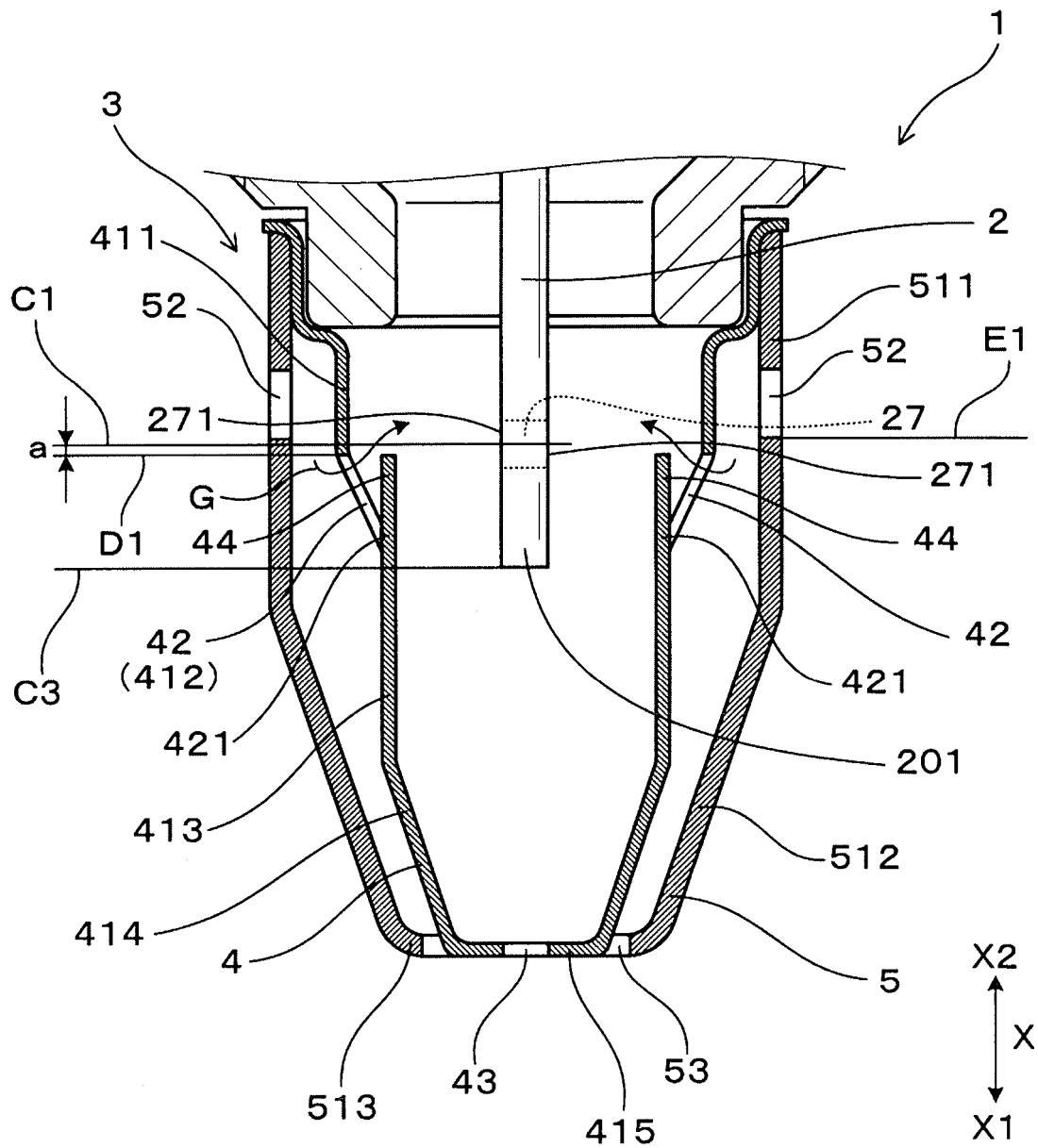


FIG.3

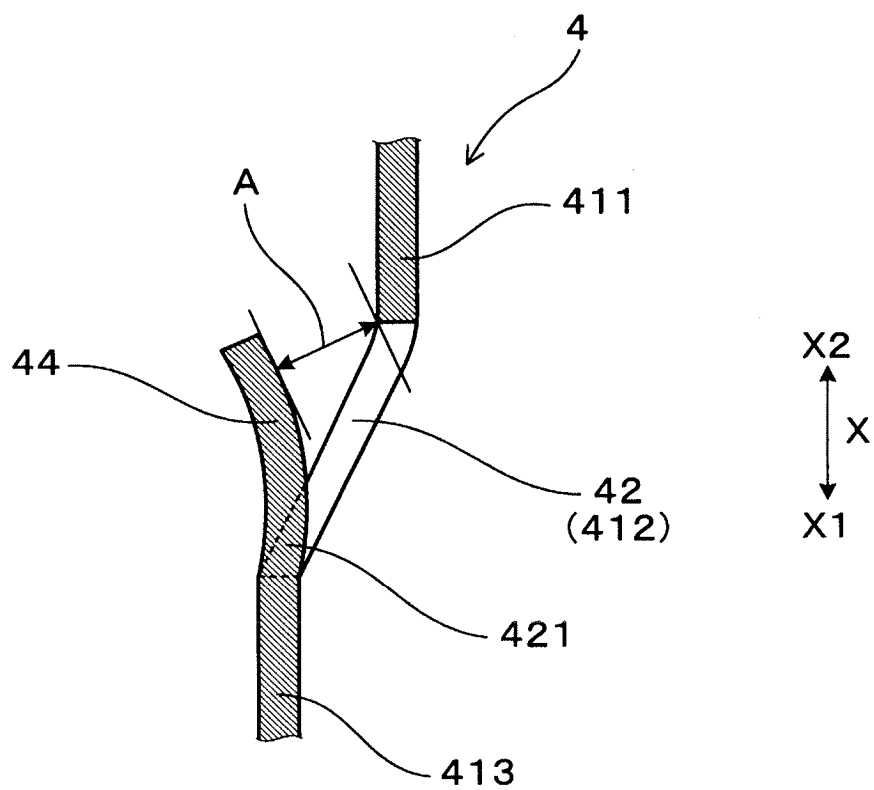




FIG.4

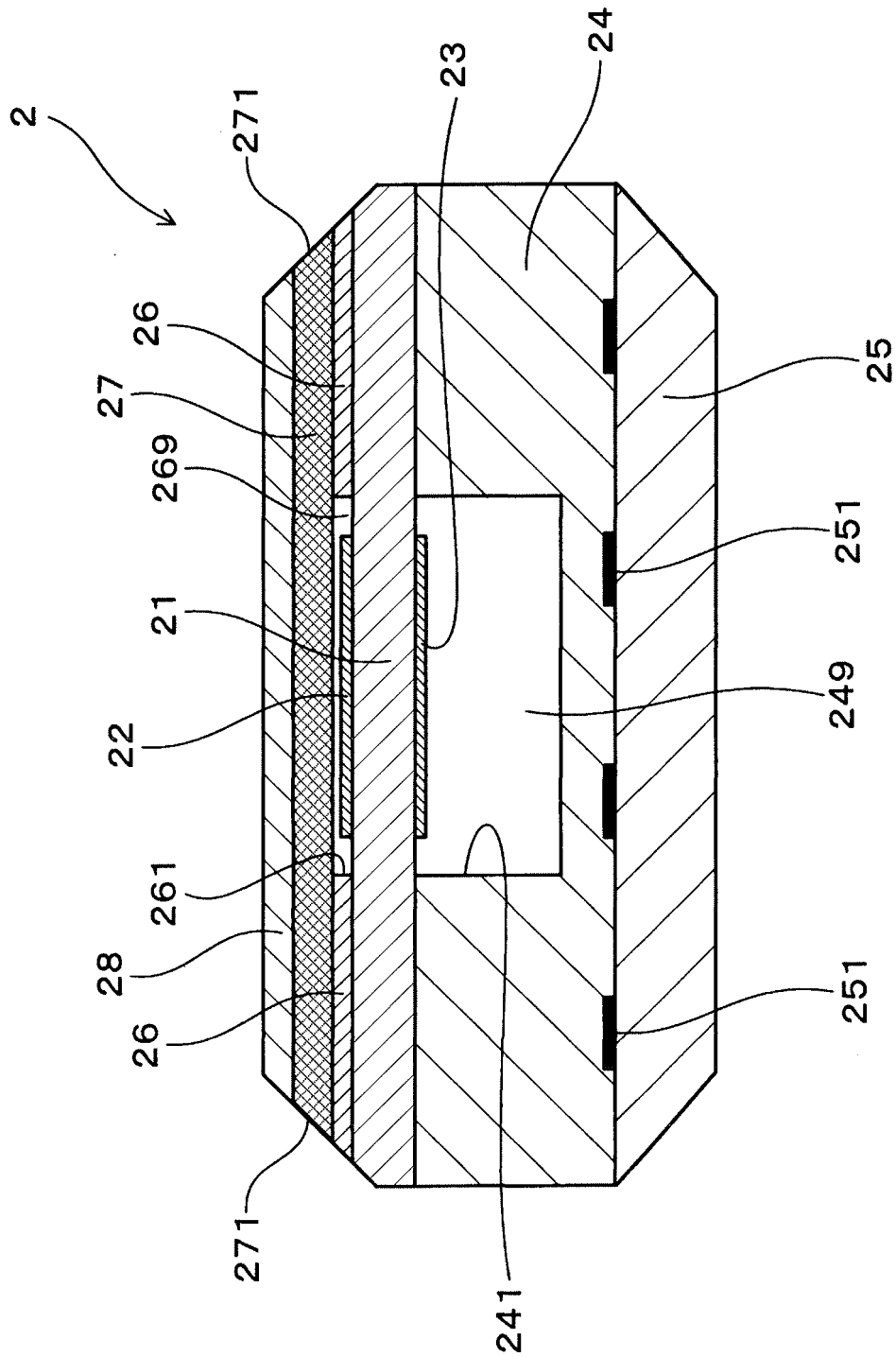


FIG.5

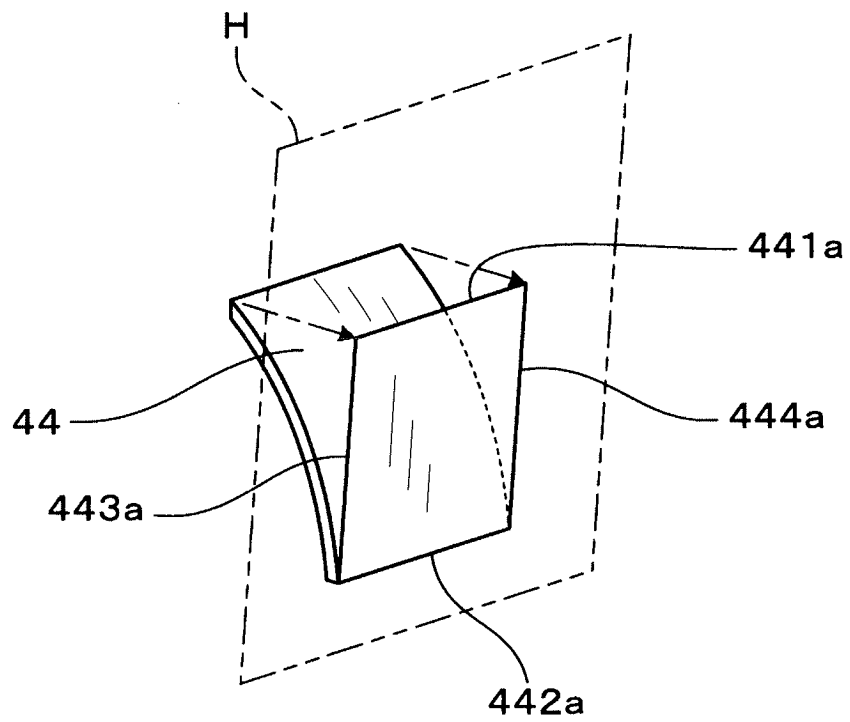


FIG.6

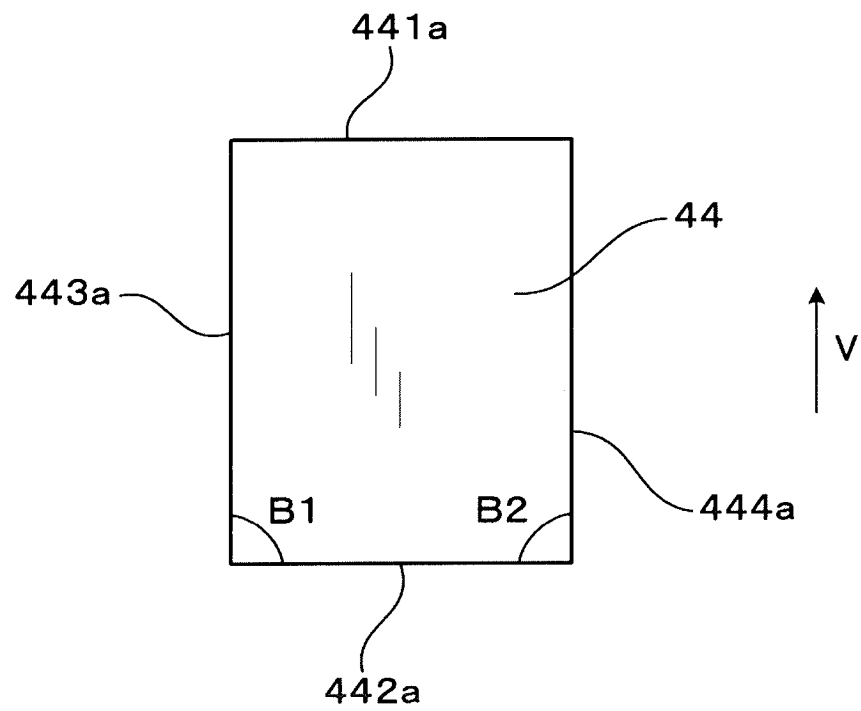


FIG.7

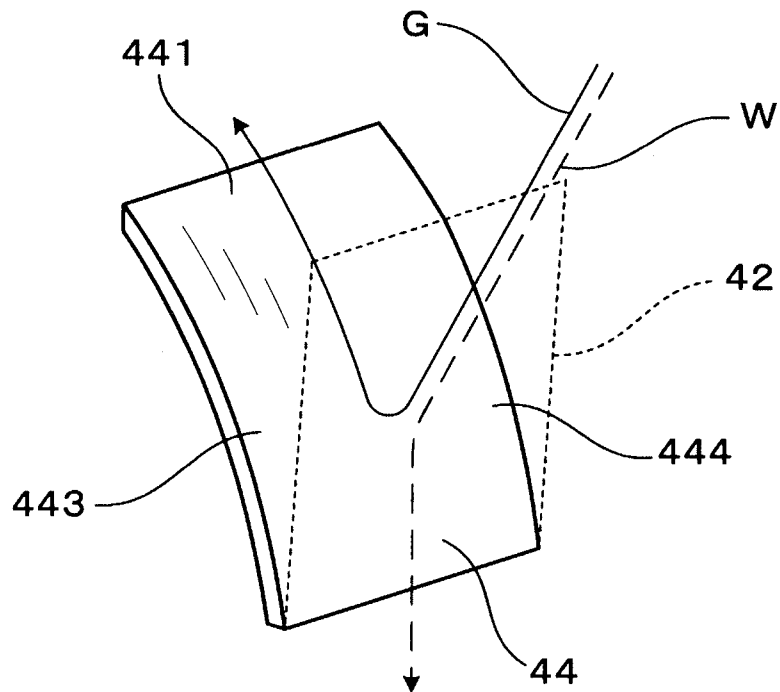


FIG.8

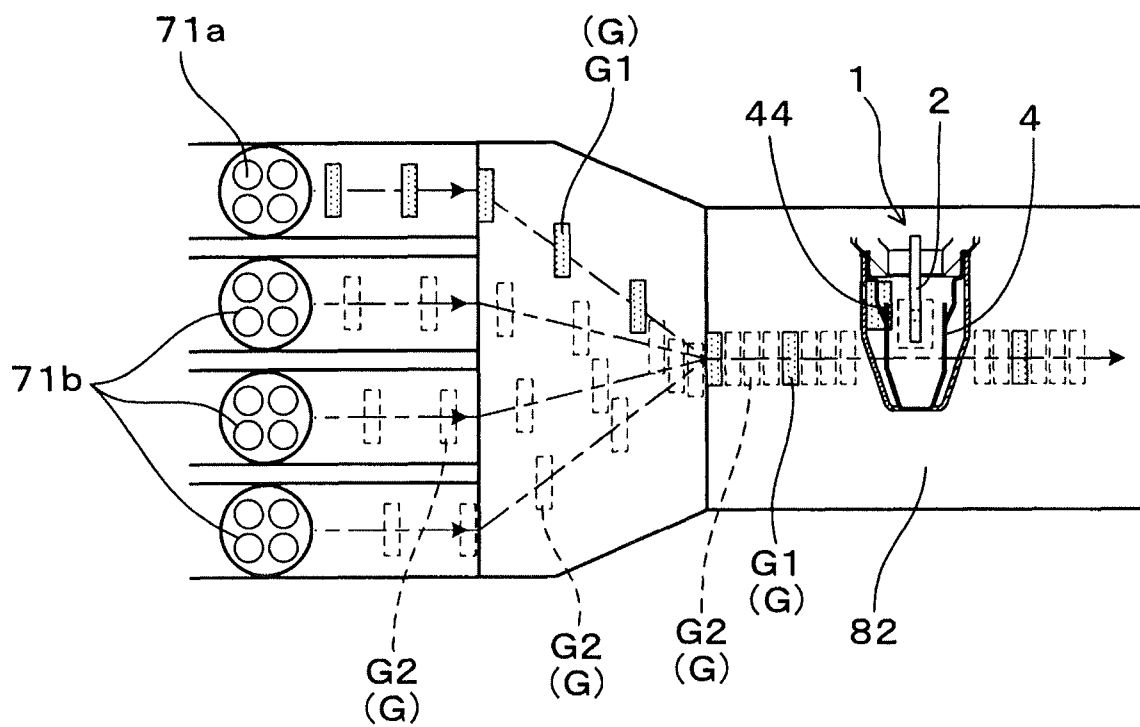


FIG.9

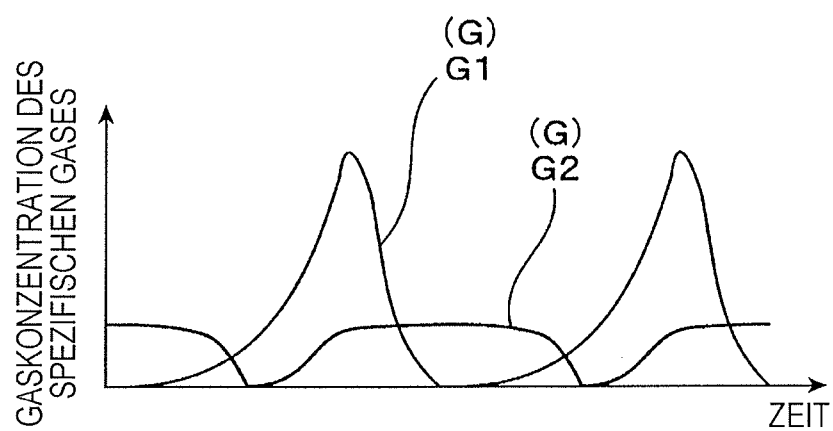


FIG.10

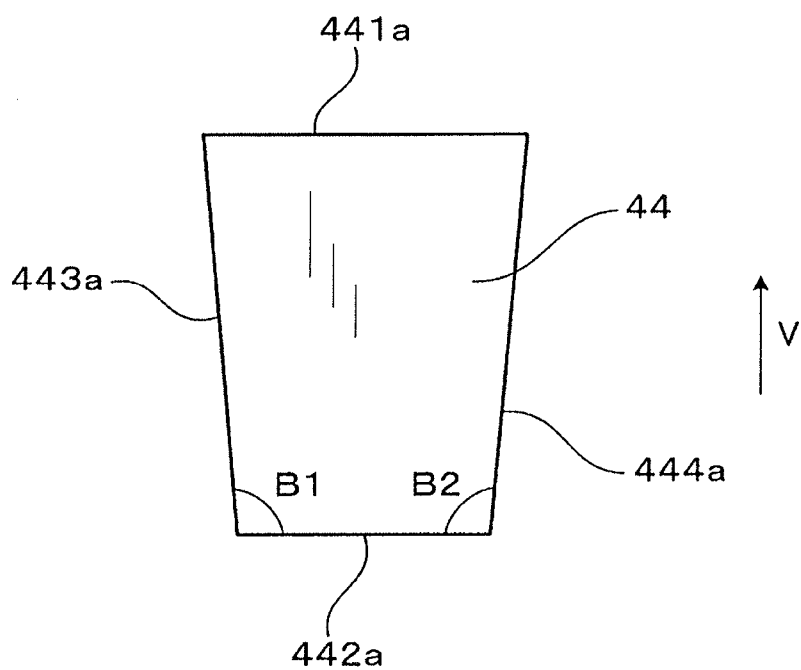


FIG.11

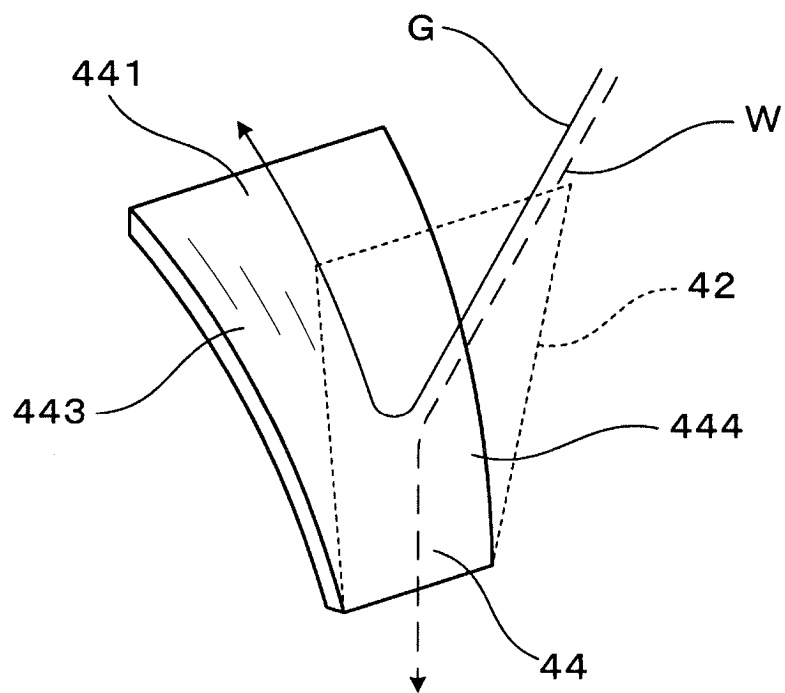


FIG.12

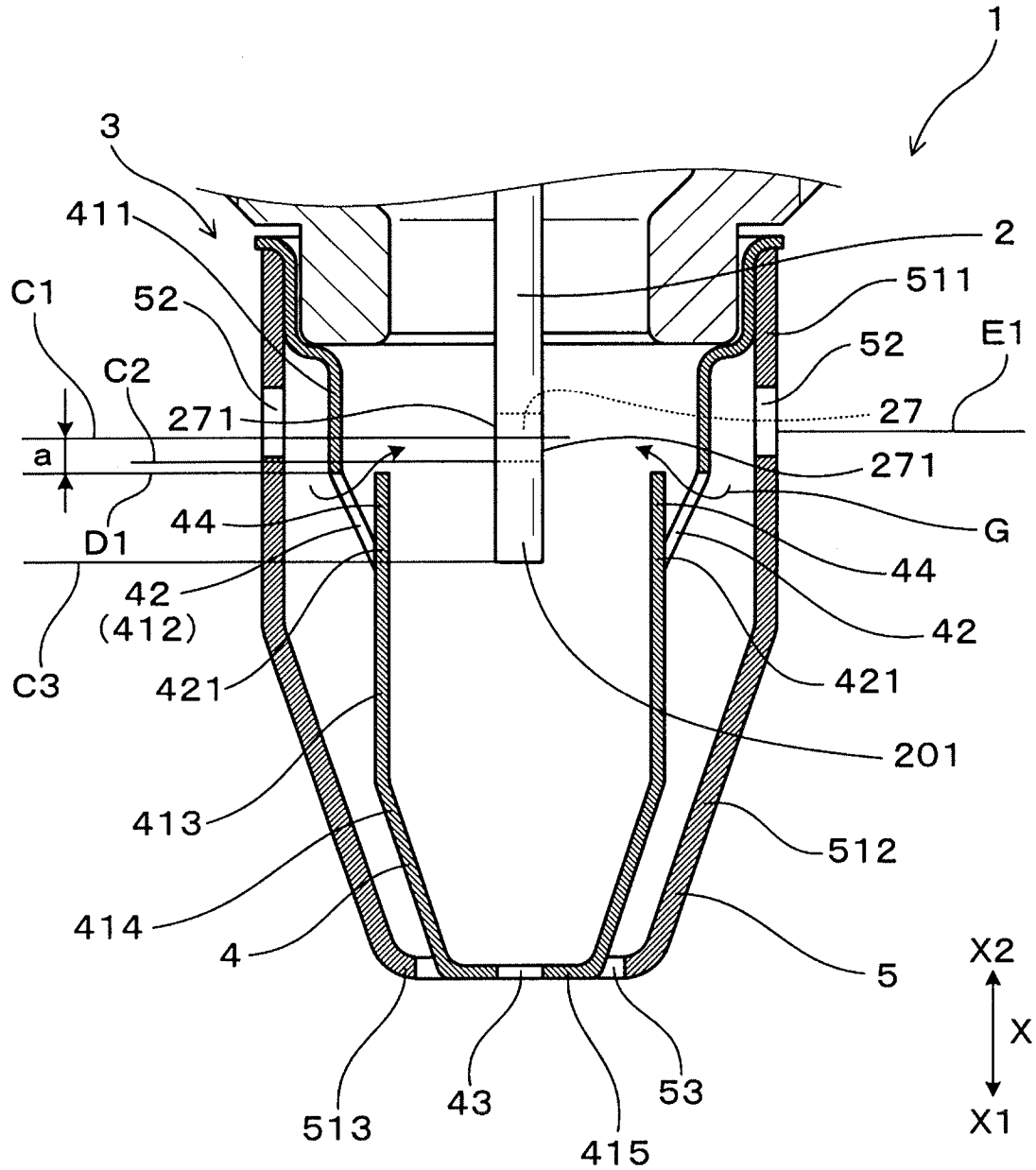


FIG.13

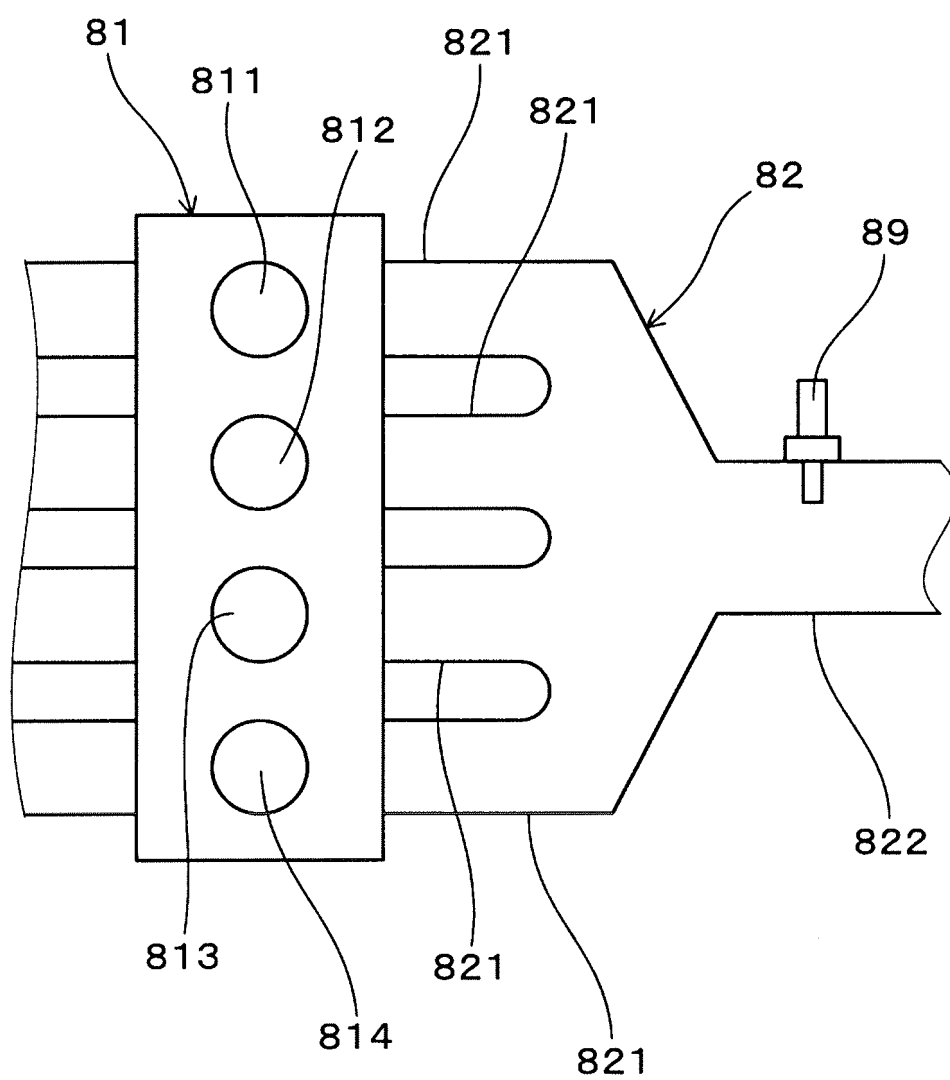


FIG.14

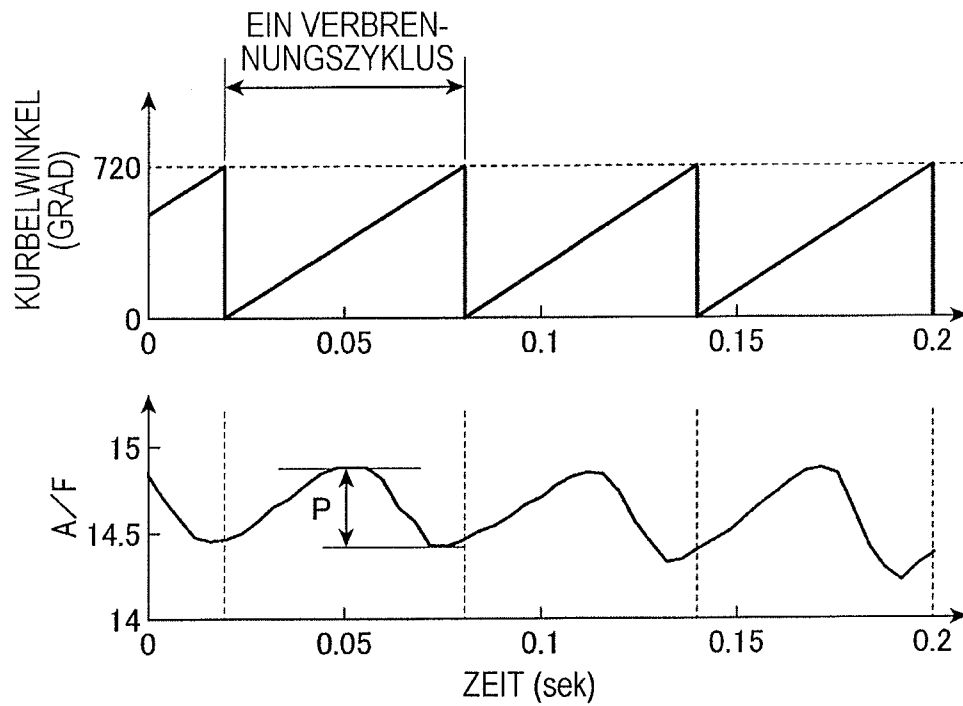


FIG.15

