



(10) **DE 60 2004 011 378 T3** 2021.04.22

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 676 622 B2**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 011 378.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2004/015808**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 79 2936.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/039738**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.10.2004**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **06.05.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.07.2006**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **16.01.2008**

(97) Veröffentlichungstag
des geänderten Patents beim EPA: **22.04.2020**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.04.2021**

(51) Int Cl.: **B01D 39/20** (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

B01J 32/00 (2006.01)

B01J 35/04 (2006.01)

Das Patent wurde im Einspruchsverfahren geändert.

(30) Unionspriorität:

2003363783 **23.10.2003** **JP**

(73) Patentinhaber:

Ibiden Co., Ltd., Ogaki-shi, Gifu-ken, JP

(74) Vertreter:

**Hoefer & Partner Patentanwälte mbB, 81543
München, DE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR**

(72) Erfinder:

**OHNO, Kazushige, Ibi-gun, Gifu 5010695, JP;
OSHIMI, Yukio, Ibi-gun, Gifu 5010695, JP**

(54) Bezeichnung: **Wabenstrukturkörper**

Beschreibung

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. 2003-363783, eingereicht am 23. Oktober 2003.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wabenstrukturkörper, der als Filter zum Beseitigen disperser Teilchen und dergleichen verwendet wird, die in Abgasen enthalten sind, die aus einem Verbrennungssystem wie einem Dieselmotor, einem Katalysatortragelement und dergleichen abgegeben werden.

[0003] In den letzten Jahren haben disperse Teilchen wie Ruß, die in Abgasen enthalten sind, die aus Verbrennungskraftmaschinen von Fahrzeugen wie Bussen und Lastwagen und von Baumaschinen abgegeben werden, zu ernststen Problemen geführt, da diese dispersen Teilchen für die Umwelt und den menschlichen Körper schädlich sind.

[0004] Es wurden verschiedene Wabenstrukturkörper aus poröser Keramik vorgeschlagen, die als Filter dienen, die disperse Teilchen in Abgasen sammeln können, um die Abgase zu reinigen.

[0005] Konventionell wurde, was den Wabenstrukturkörper dieser Art betrifft, ein Filter mit der folgenden Struktur vorgeschlagen, bei dem: zwei Arten von Durchgangsöffnungen, d. h. eine Gruppe von Durchgangsöffnungen mit einer verhältnismäßig großen Kapazität (die im folgenden als Durchgangsöffnungen großer Kapazität bezeichnet werden können) und eine Gruppe von Durchgangsöffnungen mit einer verhältnismäßig kleinen Kapazität (die im folgenden als Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität bezeichnet werden können) hergestellt werden und das Ende auf der Abgasauslaßseite jeder Durchgangsöffnung, die zu der Gruppe der Durchgangsöffnungen großer Kapazität gehört, mit einem Stopfen verschlossen ist, wobei das Ende auf der Abgaseinlaßseite jeder Durchgangsöffnung, die zu der Gruppe der Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität gehört, mit einem Stopfen verschlossen ist, so daß der Oberflächenbereich der Durchgangsöffnungen mit der geöffneten Einlaßseite (die im folgenden als einlaßseitige Durchgangsöffnungen bezeichnet werden können) gegenüber dem Oberflächenbereich der Durchgangsöffnungen mit der geöffneten Auslaßseite (die im folgenden als auslaßseitige Durchgangsöffnungen bezeichnet werden können), verhältnismäßig vergrößert ist; mithin läßt sich eine Zunahme des Druckverlusts beim Sammeln disperser Teilchen ausschalten (siehe beispielsweise Patentdokument 1, Patentdokument 2 und Patentdokument 3). Zu dem Filter dieser Art wurden Filter vorgeschlagen, bei denen die Gestalten der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen jeweils zu einer achteckigen Gestalt und einer viereckigen Gestalt geformt sind (siehe beispielsweise Patentdokument 4 und Patentdokument 5).

[0006] Weiterhin wurde ein anderer Filter vorgeschlagen, bei dem: die Anzahl der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen gegenüber der Anzahl der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen vergrößert ist, so daß der Oberflächenbereich der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen gegenüber dem Oberflächenbereich der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen verhältnismäßig vergrößert ist (siehe beispielsweise Patentdokument 6 und **Fig. 3** von Patentdokument 7).

[0007] Bei den Wabenstrukturkörpern, die als in den Patentdokumenten 1 bis 7 offenbarte AbgasreinigungsfILTER verwendet werden sollen, ist im Vergleich zu einem Wabenstrukturkörper, bei dem der Gesamtbetrag des Oberflächenbereichs der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und der Gesamtbetrag des Oberflächenbereichs der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen die gleichen sind, der Gesamtbetrag des Oberflächenbereichs der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen verhältnismäßig vergrößert; mithin wird die Abscheidungsschicht von gesammelten Teilchen dünner, wodurch eine Zunahme eines Druckverlusts zum Zeitpunkt des Sammelns disperser Teilchen ausgeschaltet werden und auch der Sammelgrenzwert für die dispersen Teilchen erhöht werden kann.

[0008] Weiterhin wird dann, wenn sich ein vorgegebener Betrag disperser Teilchen angesammelt hat, ein Motorsteuerungsvorgang ausgeführt, um die Abgastemperatur oder die Temperatur einer Heizvorrichtung zu erhöhen, die auf der stromauf gelegenen Seite der Abgase aus dem Wabenstrukturkörper angeordnet ist, so daß ein Regenerierungsvorgang ausgeführt wird, mit dem die dispersen Teilchen in Kontakt mit Hochtemperaturgasen gebracht werden, um die dispersen Teilchen zu verbrennen; dabei läßt sich die Verbrennungsrate der dispersen Teilchen erhöhen, indem die Dicke der Abscheideschicht der dispersen Teilchen verringert wird.

[0009] Unter den Wabenstrukturkörpern, bei denen der Oberflächenbereich der Gruppe von einlaßseitigen Durchlaßöffnungen gegenüber dem Oberflächenbereich der Gruppe von auslaßseitigen Durchlaßöffnungen verhältnismäßig vergrößert ist, können bei dem Wabenstrukturkörper mit einer größeren Durchlaßrate eine nied-

rige Dichte und eine niedrige thermische Kapazität erzielt werden, da die Kapazitätsrate der Durchlaßöffnungen zunimmt, die den Wabenstrukturkörper einnehmen; deshalb wird es möglich, einen schnellen Temperaturerhöhungsvorgang bereitzustellen und folglich die Reaktionseigenschaft zu verbessern, die bei Aufheizen von Abgasen ausgeübt wird.

[0010] Die Filter mit einer größeren Durchlaßrate auf der Einlaßseite weisen jedoch das Problem auf, daß in den Stopfen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und deren Nachbarschaft abdichten (und im folgenden als auslaßseitige Abdichtabschnitte bezeichnet werden können), wahrscheinlich zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs Risse auftreten.

[0011] Herkömmlicherweise ist in bezug auf die Dicke der Stopfen in dem Wabenstrukturkörper beispielsweise in Patentdokument 8 beschrieben, daß die Dicke vorzugsweise in einem Bereich von 2 bis 5 mm eingestellt ist.

- Patentdokument 1: JP-A 56-124417 (1981)
- Patentdokument 2: JP-A 62-96717 (1987)
- Patentdokument 3: US-Patent Nr. 4364761
- Patentdokument 4: WO 02/10562 A1 Druckschrift
- Patentdokument 5: Patent Nr. FR 2789327
- Patentdokument 6: JP-A 58-196820 (1983)
- Patentdokument 7: US-Patent Nr. 4417908
- Patentdokument 8: US 2003/0041730 A1

[0012] Um die obengenannten Probleme zu lösen, haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung intensiv studiert und festgestellt, daß der Grund für die Risse, die zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs in den auslaßseitigen Abdichtabschnitten auftreten, darin liegt, daß dann, wenn die Durchlaßrate X auf der Einlaßseite zunimmt, die dispersen Teile dazu neigen, in tieferen Abschnitten (Auslaßseite) der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen festgehalten zu werden und sich die thermische Kapazität des Wabenstrukturkörpers verkleinert, um insbesondere zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs in den auslaßseitigen Abdichtabschnitten einen plötzlichen Temperaturanstieg und die anschließende hohe Temperatur in lokalen Abschnitten zu bewirken.

[0013] Auf der Basis der obengenannten Ergebnisse haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung festgestellt, daß durch Erhöhung der thermischen Kapazität der auslaßseitigen Abdichtabschnitte bis zu einem bestimmten Grad verhindert werden kann, daß die auslaßseitigen Abdichtabschnitte zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs örtlich eine hohe Temperatur aufweisen und folglich das Auftreten von Rissen in den auslaßseitigen Abdichtabschnitten verhindert werden kann; mithin wird die vorliegende Erfindung vollendet.

[0014] Dabei ist in dem oben genannten Patentdokument 8 und anderen Dokumenten die Beziehung zwischen der Durchlaßrate X auf der Einlaßseite und der Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten, die die Gruppen von einlaßseitigen Durchlaßlöchern abdichten, weder beschrieben noch einbezogen.

[0015] Gemäß einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein säulenförmiger Wabenstrukturkörper geschaffen, der ein säulenförmiger, hauptsächlich aus poröser Keramik bestehender Wabenstrukturkörper ist, in welchem eine Vielzahl von Durchgangsöffnungen parallel zueinander in der Längsrichtung mit einer zwischen ihnen angeordneten Trennwand angeordnet ist, wobei die Vielzahl der Durchgangsöffnungen umfaßt:

eine Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen mit großer Kapazität, deren Enden durch Stopfen an der Auslaßseite derart verschlossen sind, daß die Gesamtsumme der Flächen an Querschnitten rechtwinklig zur Längsrichtung relativ vergrößert wird, und

eine Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen mit geringer Kapazität, deren Enden durch Stopfen an der Einlaßseite derart verschlossen sind, daß die Gesamtsumme der Flächen an Querschnitten davon relativ verkleinert ist,

wobei die einlassseitigen Durchgangslöcher eine achteckige Querschnittsform und die auslasseitigen Durchgangslöcher eine quadratische Form haben, die abwechselnd angeordnet sind, wobei die Anzahl der Durchgangslöcher der beiden Typen gleich ist, wobei unter der Annahme, daß die Durchlaßrate an der Einlaßseite X (%) ist, und daß die Gesamtsumme der thermischen Kapazitäten der Stopfen, welche

die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite verschließen, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, dargestellt wird durch Y (J/K),

wobei eine durch die folgenden Ungleichungen (1) und (2) angegebene Beziehung erfüllt ist:

$$0,0157X - 0,0678 < Y < 1,15X - 5 \quad (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad (2)$$

[0016] Gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist unter der Annahme, daß die Gesamtsumme der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 25°C pro 11,8 cm² an der Endoberfläche der Auslaßseite verschließen, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, dargestellt wird durch Z (J/K), eine durch die folgende Ungleichung (3) angegebene Beziehung erfüllt ist:

$$0,013X - 0,09 < Z < 0,7X - 2,5 \quad (3)$$

[0017] Weiterhin erfüllt gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung der Wabenstrukturkörper vorzugsweise die folgende Ungleichung (4):

$$0,05X - 0,55 < Y < 0,574X - 2 \quad (4)$$

[0018] Weiterhin erfüllt gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung der Wabenstrukturkörper vorzugsweise die folgende Ungleichung (5):

$$0,05X - 0,55 < Z < 0,354X - 1 \quad (5)$$

[0019] Gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die poröse Keramik vorzugsweise als poröses Siliziumkarbid hergestellt.

[0020] Gemäß einer zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist ein Wabenstrukturkörper eine Struktur auf, bei der eine dichtende Materialschicht auf einer Umfangsfläche eines Wabenstrukturkörpers vorgesehen ist, der durch Kombinieren einer Vielzahl von Wabenstrukturkörpern mittels einer dichtenden Materialschicht geformt ist.

[0021] Hierbei kann der Wabenstrukturkörper gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung als einzelne Einheit als Filter verwendet werden, nur daß er auch als Bestandteil des Wabenstrukturkörpers gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

[0022] In der folgenden Beschreibung wird ein Wabenstrukturkörper mit einer Struktur als einstückige Einheit als ganzes, d. h. der Wabenstrukturkörper gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung, auch als einstückiger Wabenstrukturkörper bezeichnet, und ein Wabenstrukturkörper mit einer Struktur, bei der eine Vielzahl von Keramikelementen durch eine dichtende Materialschicht miteinander kombiniert ist, d. h. der Wabenstrukturkörper gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung, wird auch als aggregierter Wabenstrukturkörper bezeichnet. Hierbei wird dann, wenn keine Unterscheidung zwischen dem einstückiger Wabenstrukturkörper und dem aggregierten Wabenstrukturkörper erforderlich ist, der entsprechende Strukturkörper als Wabenstrukturkörper bezeichnet.

[0023] Gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der Wabenstrukturkörper in einer solchen Weise konstruiert, daß in bezug auf die Durchlaßrate X (%) an der Einlaßseite und die Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite verschließen, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, die durch die oben genannten Ungleichungen (1) und (2) angegebene Beziehung erfüllt ist; deshalb kann nun verhindert werden, daß die auslaßseitigen Verschlußabschnitte zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs örtlich eine hohe Temperatur aufweisen, und es kann die Wärmespannung, die auf die auslaßseitigen Verschlußabschnitte einwirkt, gelindert werden, um das Auftreten von Rissen darin zu vermeiden. Außerdem sind in bezug auf das Verhältnis zwischen der Durchlaßrate X an der Einlaßseite, der

Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite verschließen, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, und/der die Gesamtsumme Z der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen verschließen, die oben genannten Ungleichungen (3) bis (5) erfüllt, so daß eine Wärmespannung, die auf die auslaßseitigen Verschlußabschnitte einwirkt, effizienter gelindert werden und folglich das Auftreten von Rissen vermieden werden kann.

[0024] Bei dem Wabenstrukturkörper gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann dann, wenn poröses Siliciumcarbid als poröses Keramikmaterial verwendet wird, für eine bessere thermische Leitfähigkeit und Wärmebeständigkeit, bessere mechanische Eigenschaften, bessere chemische Beständigkeit und dergleichen gesorgt werden.

[0025] Bei dem Wabenstrukturkörper gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird eine Vielzahl von Wabenstrukturkörpern gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung durch eine dichtende Materialschicht miteinander kombiniert; deshalb kann durch Verwendung der dichtenden Materialschicht eine Wärmespannung vermindert werden, um die Wärmebeständigkeit zu verbessern, und durch Vergrößerung oder Verkleinerung der Anzahl der Wabenstrukturkörper gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann auch die Größe frei eingestellt werden. Natürlich kann der Wabenstrukturkörper gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung die gleichen Wirkungen wie der Wabenstrukturkörper gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ausüben.

[0026] Ein Wabenstrukturkörper gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist ein hauptsächlich aus poröser Keramik bestehender, säulenförmiger Wabenstrukturkörper, in welchem eine Vielzahl von Durchgangsöffnungen parallel zueinander in der Längsrichtung mit einer zwischen ihnen angeordneten Trennwand angeordnet ist, wobei die Vielzahl der Durchgangsöffnungen umfaßt:

eine Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen mit großer Kapazität, deren Enden durch Stopfen an der Auslaßseite derart verschlossen sind, daß die Gesamtsumme der Flächen an Querschnitten rechtwinklig zur Längsrichtung relativ vergrößert wird, und

eine Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen mit geringer Kapazität, deren Enden durch Stopfen an der Einlaßseite derart verschlossen sind, daß die Gesamtsumme der Flächen an Querschnitten davon relativ verkleinert ist,

wobei die einlassseitigen Durchgangslöcher eine achteckige Querschnittsform und die auslasseitigen Durchgangslöcher eine quadratische Form haben, die abwechselnd angeordnet sind, wobei die Anzahl der Durchgangslöcher der beiden Typen gleich ist,

wobei unter der Annahme, daß die Durchlaßrate an der Einlaßseite X (%) ist, und daß die Gesamtsumme der thermischen Kapazitäten der Stopfen, welche die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite verschließen, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, dargestellt wird durch Y (J/K),

die durch die folgenden Ungleichungen (1) und (2) angegebene Beziehung erfüllt ist.

$$0,0157X - 0,0678 < Y < 1,15X - 5 \quad (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad (2)$$

[0027] Dabei bezeichnet die Durchlaßrate X an der Einlaßseite ein Verhältnis der Gesamtsumme der Flächen der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen zu der Gesamtfläche der Endoberfläche an der Einlaßseite des Wabenstrukturkörpers. Hierbei entspricht die Gesamtfläche der Endoberfläche an der Einlaßseite des Wabenstrukturkörpers der Gesamtsumme der Flächen von Abschnitten, die von den Durchgangsöffnungen und der Trennwand gebildet werden, und ist so definiert, daß sie nicht den Abschnitt einschließt, der von der dichtenden Materialschicht in der Gesamtfläche der Endoberfläche an der Einlaßseite des Wabenstrukturkörpers eingenommen wird.

[0028] Fig. 1(a) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Beispiel für einen einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, und Fig. 1(b) ist eine entlang der Linie A-A des in Fig. 1(a) gezeigten, einstückigen Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung geführte Querschnittsansicht.

[0029] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, weist der einstückige Wabenstrukturkörper **20** mit einer annähernd quadratischen Säulenform eine Struktur auf, bei der eine Anzahl von Durchgangsöffnungen **21** parallel zueinander in der Längsrichtung mit einer zwischen ihnen angeordneten Trennwand **23** angeordnet ist. Die Durchgangsöffnungen **21** umfassen zwei Arten von Durchgangsöffnungen, d. h. eine Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a**, deren Enden durch Stopfen **22** an der Auslaßseite des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** verschlossen sind, und eine Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen **21b**, deren Enden durch Stopfen **22** an der Einlaßseite des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** verschlossen sind, wobei die Gesamtsumme der Flächen an dem Querschnitt rechtwinklig zur Längsrichtung der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** im Vergleich zu derjenigen der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen **21b** relativ vergrößert ist, so daß die Trennwand **23**, die diese Durchgangsöffnungen **21** trennt, als Filter dienen kann. Mit anderen Worten, in die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** eingetretene Abgase können stets nach dem Hindurchtreten durch die Trennwand **23** aus der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** ausströmen.

[0030] Bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung ist unter der Annahme, daß die Durchlaßrate an der Einlaßseite X (%) ist, und daß die Gesamtsumme der thermischen Kapazitäten der Stopfen, welche die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C pro $11,8\text{ cm}^2$ der Endoberfläche an der Auslaßseite, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, durch Y (J/K) dargestellt wird, die durch die folgenden Ungleichungen (1) und (2) angegebene Beziehung erfüllt:

$$0,0157X - 0,0678 < Y < 1,15X - 5 \quad (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad (2)$$

[0031] Hierbei bezeichnet die Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen, welche die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** bei 500°C pro $11,8\text{ cm}^2$ der Endoberfläche an der Auslaßseite, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, eine Gesamtsumme von thermischen Kapazitäten, die man durch Messung der thermischen Kapazitäten bei 500°C erhält, in bezug auf eine Vielzahl von Stopfen **22**, deren Enden pro Fläche von $11,8\text{ cm}^2$ der Endoberfläche an der Auslaßseite des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** enthalten sind, wobei die Endoberfläche an der Auslaßseite von der Trennwand **23** und von Stopfen **22** gebildet ist, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** und die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen **21b** abdichten.

[0032] Da bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung der Abgasreinigungsfilter zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs auf eine hohe Temperatur von etwa 500°C aufgeheizt wird, erfüllt die Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen, welche die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** bei 500°C pro $11,8\text{ cm}^2$ der Endoberfläche an der Auslaßseite abdichten, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, das von der oben genannten Ungleichung (1) angegebene Verhältnis in bezug auf die Durchlaßrate X an der Einlaßseite.

[0033] Die Untergrenze der Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** bei 500°C pro $11,8\text{ cm}^2$ der Endoberfläche an der Auslaßseite abdichten, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, ist auf $0,0157X - 0,0678$ eingestellt, und die Obergrenze der Gesamtsumme Y derselben ist auf $1,15X - 5$ eingestellt. Wenn $0,0157X - 0,0678 \geq Y$, wird die Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22**, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** abdichten, zu klein in Zuordnung zu der Durchlaßrate X an der Einlaßseite; mithin erfahren die auslaßseitigen Abdichtabschnitte zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs einen plötzlichen Temperaturanstieg auf Grund der Wärmeerzeugung, die durch das Verbrennen von dispersen Stoffen bewirkt wird, die sich in tiefen Abschnitten der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** angesammelt haben, um auf Grund der Wärmespannung zu Rissen zu führen. Dagegen wird dann, wenn $Y \geq 1,15X - 5$, die die Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22**, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** abdichtet, zu groß in Zuordnung zu der Durchlaßrate X an der Einlaßseite; mithin erfährt zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs die Trennwand **23**, die in Kontakt mit den Stopfen steht, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** abdichten, einen plötzlichen Temperaturanstieg auf Grund der Wärmeerzeugung, die durch das Verbrennen von dispersen Stoffen bewirkt wird, die sich in tiefen Abschnitten der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** angesammelt haben, während die Stopfen **22**, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** abdichten, einen kleinen Temperaturanstieg erfahren; mithin treten auf Grund der Wärmespannung in der Nähe der Grenzfläche zwischen den Stopfen **22** und der Trennwand **23** wahrscheinlich Risse auf.

[0034] Die Untergrenze der Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22**, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite abdichten, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, ist vorzugsweise auf 0,05X - 0,55 eingestellt, und Obergrenze der Gesamtsumme Y ist vorzugsweise auf 0,574X - 2 eingestellt. Mit anderen Worten, der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung erfüllt außerdem die folgende Ungleichung (4).

$$0,05X - 0,55 < Y < 0,574X - 2 \quad (4)$$

[0035] Weiterhin wird der Abgasreinigungsfilter von der normalen Temperatur (etwa 25°C) auf etwa 500°C zum Zeitpunkt des Regenerierungsvorgangs aufgeheizt; deshalb kann bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung die Gesamtsumme Z (J/K) der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22**, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite abdichten, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, vorzugsweise eine Beziehung, die durch die folgende Ungleichung (3) angegeben ist, und außerdem eine Beziehung, die durch die folgende Ungleichung (5) angegeben ist, in bezug auf die Durchlaßrate X an der Einlaßseite erfüllen.

$$0,013X - 0,09 < Z < 0,7X - 2,5 \quad (3)$$

$$0,05X - 0,55 < Z < 0,354X - 1 \quad (5)$$

[0036] Die Untergrenze der Durchlaßrate X an der Einlaßseite beträgt 35%, und die Obergrenze derselben beträgt 60%.

[0037] Falls die Durchlaßrate X an der Einlaßseite weniger als 35% beträgt oder die Durchlaßrate X an der Einlaßseite mehr als 60% beträgt, wird die Tendenz, daß sich disperse Teilchen leicht in tiefen Abschnitten der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** ansammeln, nicht mehr ausgeübt; deshalb ist es unnötig, die Durchlaßrate X an der Einlaßseite und die Gesamtsumme X der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22**, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen abdichten, speziell einzustellen. Die Untergrenze der Durchlaßrate X an der Einlaßseite wird vorzugsweise auf 40% eingestellt, und der Obergrenze derselben wird vorzugsweise auf 55% eingestellt.

[0038] Bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung werden die von den oben genannten Ungleichungen (1) und (2) angegebenen Beziehungen in bezug auf die Durchlaßrate X an der Einlaßseite und die Gesamtsumme X der thermischen Kapazitäten der Stopfen befriedigt, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite abdichten, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, so daß es möglich wird, die Erzeugung einer Wärmespannung in den auslaßseitigen Abdichtabschnitten zu lindern und folglich die Entstehung von Rissen auszuschalten. Weiterhin werden in bezug auf das Verhältnis unter/zwischen der Durchlaßrate X (%) an der Einlaßseite; und der Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite abdichten, die die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen enthält, und/oder der Gesamtsumme Z der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 25°C abdichten, die oben genannten Ungleichungen (3) bis (5) erfüllt, so daß eine Wärmespannung, die auf Grund eines plötzlichen Temperaturanstiegs auf die auslaßseitigen Verschußabschnitte ausgeübt wird, effizienter gelindert werden und folglich das Auftreten von Rissen ausgeschaltet werden kann.

[0039] Hierbei werden die Gesamtsumme Y der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22**, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** abdichten, und die Gesamtsumme Z der thermischen Kapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bei 500°C abdichten, beispielsweise durch geeignete Wahl des Materials für die Stopfen **22** und der Dicke der Stopfen **22** (der Einspritzmenge in die Gruppe der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a**) bestimmt, so daß die Beziehungen der oben genannten Ungleichungen (1) bis (5) erfüllt werden.

[0040] Der einstückige Wabenstrukturkörper **20** besteht hauptsächlich aus einem porösen Keramikmaterial, und Beispiele für das Material sind: Nitridkeramik wie Aluminiumnitrid, Siliciumnitrid, Bornitrid, Titannitrid und dergleichen; Carbidkeramik wie Siliciumcarbid, Zirkoniumcarbid, Tltancarbid, Tantalcarbid, Wolframcarbid und dergleichen; und Oxidkeramik wie Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid, Cordierit, Mullit, Siliciumdioxid und derglei-

chen. Weiterhin kann der einstückige Wabenstrukturkörper **20** aus einem Verbundmaterial aus Silicium und Siliciumcarbid und dergleichen bestehen oder kann aus zwei oder mehr Arten von Materialien wie Aluminiumtitanat bestehen.

[0041] Was die Teilchengröße des Keramikmaterials betrifft, das bei der Herstellung des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** verwendet werden soll, so werden, wenn auch nicht speziell darauf begrenzt, vorzugsweise solche Materialien, die in dem nachfolgenden Sintervorgang weniger wahrscheinlich schrumpfen, und beispielsweise solche Materialien verwendet, die durch Mischen von 100 Gewichtsteilen Pulver mit einer durchschnittlichen Teilchengröße im Bereich von 0,3 bis 50 µm und 5 bis 65 Gewichtsteilen Pulver mit einer durchschnittlichen Teilchengröße im Bereich von 0,3 bis 50 µm hergestellt werden. Durch Mischen von Keramikpulvern mit den oben genannten Teilchengrößen in den oben genannten Mischungsverhältnissen wird ein einstückiger Wabenstrukturkörper aus poröser Keramik hergestellt.

[0042] Hierbei bestehen die Stopfen **22** und die Trennwand **23**, die den einstückigen Wabenstrukturkörper **20** ausmachen, vorzugsweise aus dem gleichen porösen Keramikmaterial. Durch diese Anordnung kann die Binefestigkeit zwischen den zwei Elementen erhöht werden, und durch Einstellen der Porosität der Stopfen **22** in der gleichen Weise wie derjenigen bei der Trennwand **23** kann die Übereinstimmung des Wärmeausdehnungskoeffizienten der Trennwand **23** und des Wärmeausdehnungskoeffizienten der Stopfen **22** hergestellt werden; mithin kann das Auftreten eines Zwischenraums zwischen den Stopfen **22** und der Trennwand **23** und das Auftreten eines Risses in den Stopfen **22** oder in der Trennwand **23**, die infolge einer Wärmespannung entstehen, die bei der Herstellung sowie bei Gebrauch ausgeübt wird, an einem Abschnitt verhindert werden, mit dem der Stopfen **22** in Kontakt kommt.

[0043] Die Stopfen **22** können neben den obengenannten Keramik Metall und dergleichen enthalten, um die thermischen Kapazitäten derselben einzustellen.

[0044] Was das Metall betrifft, so gehören zu Beispielen für dieses, wenn auch nicht speziell darauf begrenzt, Eisen, Aluminium, metallisches Silicium (Si) und dergleichen. Jedes dieser Materialien kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten derselben können in Kombination verwendet werden.

[0045] Was die Dicke der Stopfen **22** betrifft, so ist diese zwar nicht speziell beschränkt, wird jedoch dann, wenn die Stopfen **22** aus porösem Siliciumcarbid bestehen, und da die spezifische Wärmekapazität des Siliciumcarbids bei 25°C 690 J/K·kg beträgt und die spezifische Wärmekapazität bei 500°C 1120 J/K·kg beträgt, vorzugsweise in einem Bereich von 1 bis 40 mm eingestellt, um das durch die obengenannten Ungleichungen (1) und (2) angegebene Verhältnis zu erfüllen, und bevorzugter in einem Bereich von 3 bis 20 mm eingestellt, um das durch die obengenannten Ungleichungen (3) und (4) angegebene Verhältnis zu erfüllen.

[0046] Zwar ist die Untergrenze der Dicke der Trennwand **23** nicht speziell beschränkt, jedoch ist sie vorzugsweise auf 0,1 mm eingestellt, und die Obergrenze der Dicke ist vorzugsweise auf 1,2 mm eingestellt. Durch eine Dicke von weniger als 0,1 mm wird wahrscheinlich eine ungenügende Festigkeit in dem einstückigen Wabenstrukturkörper **20** bewirkt. Durch eine Dicke von mehr als 1,2 mm wird es für die Trennwand **23** an Abschnitten schwer, an denen diese in Kontakt mit den Stopfen **22** hergestellt werden, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** abdichten, um einen Temperaturanstieg zu erfahren, der manchmal zu Rissen führt, die der Wärmespannung in der Nähe der Grenzfläche zwischen den Stopfen **22** und der Trennwand geschuldet sind.

[0047] Zwar ist die Untergrenze der Porosität des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** nicht speziell beschränkt, jedoch ist sie vorzugsweise auf 20% eingestellt, und die Obergrenze derselben ist vorzugsweise auf 80% eingestellt. Wenn die Porosität weniger als 20% beträgt, wird der Wabenstrukturkörper **20** wahrscheinlicher eine Verstopfung erzeugen, während eine Porosität, die höher als 80% ist, zu einer Verschlechterung der Festigkeit des Wabenstrukturkörpers **20** führt; mithin könnte dieser leicht brechen.

[0048] Hierbei kann die obengenannte Porosität durch bekannte Verfahren, beispielsweise das Quecksilber-einspritzverfahren, das Archimedes-Verfahren und ein Meßverfahren gemessen werden, bei dem ein Rasterelektronenmikroskop (REM) verwendet wird.

[0049] Die Untergrenze des durchschnittlichen Porendurchmessers des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** ist vorzugsweise auf 1 µm eingestellt, und die Obergrenze desselben ist vorzugsweise auf 100 µm eingestellt. Ein durchschnittlicher Porendurchmesser von weniger als 1 µm führt wahrscheinlich leicht zur Verstopfung der dispersen Teilchen. Dagegen führt ein durchschnittlicher Porendurchmesser von mehr als 100 µm

dazu, daß die dispersen Teilchen durch die Poren hindurchtreten; mithin lassen sich die dispersen Teilchen nicht sammeln und können nicht als Filter fungieren.

[0050] Der in **Fig. 1** gezeigte einstückige Wabenstrukturkörper **20** weist annähernd eine quadratische Säulenform auf; jedoch ist die Form des einstückigen Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung nicht speziell beschränkt, solange dieser eine Säulenform aufweist, und es können beispielsweise Säulenformen mit einer Gestalt wie einer vieleckigen Gestalt, einer kreisförmigen Gestalt, einer elliptischen Gestalt und einer bogenförmigen Gestalt im Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung verwendet werden.

[0051] Weiterhin werden die Durchgangsöffnungen bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung von zwei Arten von Durchgangsöffnungen gebildet, d. h. von einer Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen, deren Enden durch Stopfen an der Auslaßseite derart abgedichtet sind, daß die Gesamtsumme der Flächen an Querschnitten rechtwinklig zu der Längsrichtung relativ vergrößert ist, und einer Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen, deren Enden durch Stopfen an der Einlaßseite derart abgedichtet sind, daß die Gesamtsumme der Flächen an den Querschnitten derselben relativ verkleinert ist.

[0052] Was Kombinationen zwischen der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen betrifft, so wird die folgende Kombination vorgeschlagen: bezüglich einzelner Durchgangsöffnungen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, und einzelner Durchgangsöffnungen, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, ist die Fläche der Querschnitte der Durchgangsöffnungen größer, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, wobei die Anzahl der Durchgangsöffnungen der zwei Arten die gleiche ist.

[0053] Weiterhin können bezüglich der Durchgangsöffnungen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, und/oder der Durchgangsöffnungen, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen betrifft, die einlassseitigen Durchgangslöcher eine achteckige Querschnittsform und die auslassseitigen Durchgangslöcher eine quadratische Form haben.

[0054] Weiterhin wiederholt sich bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung die Form, die als Grundeinheit dient, und auf Grund der Grundeinheit unterscheiden sich die Verhältnisse der Flächen der Querschnitte zwischen der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen voneinander. Bei näher an dem Umfang liegenden Abschnitten ist ein Abschnitt vorhanden, der sich von der Grundeinheit unterscheidet, und dieser Abschnitt entspricht nicht der obengenannten Regel für die Grundeinheit. Eben weil Messungen strikt bis zu einer oder zwei Zellen am Umfang ausgeführt werden, kann deshalb der Wabenstrukturkörper in der vorliegenden Erfindung enthalten sein. In einem solchen Fall müssen die Berechnungen durch Ausschluß der einen oder der zwei Zellen vorgenommen werden, oder die Berechnungen müssen mit Ausnahme der Abschnitte vorgenommen werden, die keine Wiederholungen der Grundeinheiten sind, und dann wird bestimmt, ob die Struktur in der vorliegenden Erfindung enthalten ist oder nicht. Insbesondere wurde beispielsweise in der in **Fig. 9** gezeigten Weise festgestellt, daß ein Wabenstrukturkörper mit einer Struktur, bei der sämtliche Formen von Querschnitten rechtwinklig zu der Längsrichtung der Durchgangsöffnungen mit Ausnahme derjenigen in der Nähe des Umfangs die gleichen sind und eines der Enden in bezug auf die Durchgangsöffnungen mit der gleichen Querschnittsform abgedichtet ist und die abgedichteten Abschnitte und die geöffneten Abschnitte jedes der Enden in einem versetzten Muster als ganzes angeordnet sind, nicht in dem Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt ist.

[0055] Bei dem Abgasreinigungsfiler enthalten dann, wenn ein Abgasreinigungsfiler regeneriert wird, der eine Zunahme des Druckverlusts bewirkende disperse Teilchen gesammelt hat, die dispersen Teilchen verbrannt werden und zusätzlich zu verbranntem Kohlenstoff und dergleichen beseitigt werden, die dispersen Teilchen Metall und dergleichen, die verbrannt werden und Oxide bilden; mithin bleiben die Oxide und dergleichen in dem Abgasreinigungsfiler als Asche zurück. Da die Asche normalerweise an Abschnitten zurückbleibt, die näher an dem Auslaß des Abgasreinigungsfilters liegen, füllen sich die Durchgangsöffnungen, die als Abgasreinigungsfiler dienen, beginnend von einem näher an dem Auslaß des Abgasreinigungsfilters liegenden Abschnitt mit Asche, und das Volumen des mit der Asche gefüllten Abschnitts wird größer, während die Kapazität (Fläche) eines Abschnitts, der als Abgasreinigungsfiler fungieren kann, allmählich abnimmt. Wenn der Betrag der angesammelten Asche zu groß geworden ist, wirken die Durchgangsöffnungen nicht mehr als Filter; deshalb werden die so entstandenen Filter aus dem Abgasrohr herausgenommen und einem Rückspülvorgang unterworfen, um die Asche aus den Abgasreinigungsfilern zu entfernen, oder als gebrauchte Abgasreinigungsfiler entsorgt.

[0056] Im Vergleich zu einem anderen einstückigen Wabenstrukturkörper, bei dem die Kapazität der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und die Kapazität der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen die gleichen sind, weist der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung selbst dann, wenn sich die Asche angesammelt hat, ein kleines Verringerungsverhältnis in der Kapazität (Fläche) des als Abgasreinigungsfiler fungierenden Abschnitts auf, so daß der von der Asche verursachte Druckverlust verkleinert wird. Deshalb wird es möglich, den Zeitraum bis zur Notwendigkeit des Rückspülens und dergleichen zu verlängern und folglich für eine längere Nutzungsdauer als Abgasreinigungsfiler zu sorgen. Mithin können die Wartungskosten gesenkt werden, die zum Rückspülen, Auswechseln von Elementen und dergleichen erforderlich sind.

[0057] Bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung sammeln sich die dispersen Teilchen nicht nur gleichmäßig an einer Trennwand an, die gewöhnlich eine Durchgangsöffnung, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, und eine Durchgangsöffnung besitzt, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, die angrenzend aneinander liegen, sondern auch an einer Trennwand, die gewöhnlich zueinander benachbart liegende Durchgangsöffnungen besitzt, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet. Der Grund dafür erklärt sich folgendermaßen: Da unmittelbar nach dem Beginn des Sammelns von dispersen Teilchen Gase aus den Durchgangsöffnungen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, in Richtung zu den Durchgangsöffnungen strömen, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, sammeln sich die dispersen Teilchen an einer Trennwand an, die gewöhnlich eine Durchgangsöffnung, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, und eine Durchgangsöffnung besitzt, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, die angrenzend aneinander liegen; wenn jedoch der Sammelvorgang für die dispersen Teilchen weitergeht, so daß eine Kuchenschicht entsteht, wird es für die Gase schwer, durch die Trennwand hindurchzutreten, die gewöhnlich eine Durchgangsöffnung, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, und eine Durchgangsöffnung besitzt, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet; mithin treten die Gasströme allmählich auch in der Trennwand auf, die gewöhnlich aneinander angrenzend liegende Durchgangsöffnungen besitzt, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet. Nachdem sich die dispersen Teilchen über einen bestimmten Zeitraum angesammelt haben, können sich die dispersen Teilchen folglich gleichmäßig an der Trennwand der Durchgangsöffnungen abscheiden, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet.

[0058] Im Vergleich zu einem Filter ohne eine Trennwand, die gewöhnlich Durchgangsöffnungen besitzt, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, wobei die Durchlaßrate ein konstanter Wert ist, ermöglicht es deshalb der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung, der einen größeren Oberflächenbereich der zum Filtern verwendeten Trennwand aufweist, die Dicke der an jeder Trennwand angesammelten dispersen Teilchen zu vermindern, wenn sich der gleiche Betrag von dispersen Teilchen daran angesammelt hat. Aus diesem Grund kann mit dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung eine Zunahmerate des Druckverlusts vermindert werden, die im Laufe der Zeit vom Beginn der Verwendung an größer wird, und folglich der Druckverlust auf Grund der gesamten Nutzungsdauer als Filter vermindert werden.

[0059] Bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper **20** ist die Untergrenze des Verhältnisse der Durchlaßraten (Durchlaßrate X an der Einlaßseite/Durchlaßrate an der Auslaßseite) vorzugsweise auf 1,5 eingestellt, und die Obergrenze derselben ist vorzugsweise auf 8,0 eingestellt. Wenn das Verhältnis der Durchlaßraten weniger als 1,5 beträgt, vergrößert sich der Betrag der angesammelten Asche, um eine Zunahme des Druckverlusts zu bewirken, und um den Druckverlust zu vermindern, muß die Trennwand dünner gestaltet werden; mithin wird der einstückige Wabenstrukturkörper **20** wahrscheinlich in der Festigkeit ungenügend. Wenn dagegen das Verhältnis der Durchlaßraten größer als 8,0 ist, wird die Durchlaßrate an der Auslaßseite zu klein; mithin neigt ein durch Reibung verursachter Druckverlust dann, wenn Gas durch die Gruppe der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen **21b** läuft, zum Anstieg über das notwendige Maß hinaus.

[0060] Bei dem einstückigen Wabenstrukturkörper **20** ist zwar die Anzahl der Durchgangsöffnungen, die die einlaßseitigen Durchgangsöffnungen **21a** bilden, und die Anzahl der Durchgangsöffnungen, die die auslaßseitigen Durchgangsöffnungen **21b** bilden, nicht speziell beschränkt, ist jedoch auf die gleiche Anzahl eingestellt. Mit dieser Anordnung läßt sich die Anzahl der Durchgangsöffnungen, die kaum zur Filterung der Abgase beitragen, minimieren und folglich verhindern, daß der Druckverlust, der durch Reibung beim Hindurchlaufen der Gase durch die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und/oder durch Reibung beim Hindurchlaufen der Gase durch die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen verursacht wird, über den notwendigen Grad ansteigt. Beispielsweise kann im Vergleich zu einem einstückigen Wabenstrukturkörper 100, bei dem die Anzahl der Durchgangsöffnungen zwischen der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen 101

und der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen 102 in der in **Fig. 2** gezeigten Weise auf annähernd 1:2 (diese Ausgestaltung fällt nicht unter den Schutz der vorliegenden Erfindung) eingestellt ist, die Struktur, bei welcher die Anzahl der Durchgangsöffnungen auf die gleiche Anzahl eingestellt ist, der durch Reibung beim Hindurchlaufen der Gase durch die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen hervorgerufene Druckverlust vermindert und folglich der Druckverlust in bezug auf den Wabenstrukturkörper als ganzes vermindert werden.

[0061] In der folgenden Beschreibung werden spezielle Beispiele für Strukturen in dem Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung des Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung der Durchgangsöffnungen, die die Durchgangsöffnungen großer Kapazität bilden, und der Durchgangsöffnungen erläutert, die die Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität bilden.

[0062] **Fig. 3(a)** bis **Fig. 3(d)** und **Fig. 4(a)** bis **Fig. 4(f)** sind Querschnittsansichten, von denen jede schematisch einen Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung in dem Wabenstrukturkörper, wobei die Ausgestaltungen der **Fig. 3(a)** bis **Fig. 3(d)** unter den Schutz der vorliegenden Erfindung fallen, zeigt, und **Fig. 3(e)** ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung in einem herkömmlichen Wabenstrukturkörper zeigt.

[0063] Bei dem in **Fig. 3(a)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörper 110 ist das Verhältnis der Durchlaßraten auf etwa 1,55 eingestellt; bei dem in **Fig. 3(b)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörper 120 ist das Verhältnis auf etwa 2,54 eingestellt; bei dem in **Fig. 3(c)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörper 130 ist das Verhältnis auf etwa 4,45 eingestellt; und bei dem in **Fig. 3(d)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörper 140 ist das Verhältnis auf etwa 9,86 eingestellt. Weiterhin sind in **Fig. 4(a)**, **Fig. 4(c)** und **Fig. 4(e)** sämtliche Verhältnisse der Durchlaßraten auf annähernd 4,45 eingestellt, und in **Fig. 4(b)**, **Fig. 4(d)** und **Fig. 4(f)** sind sämtliche Verhältnisse der Durchlaßraten auf annähernd 6,00 eingestellt.

[0064] Hierbei wird dann, wenn das Verhältnis der Durchlaßraten in der durch den einstückigen Wabenstrukturkörper 140 gemäß **Fig. 3(d)** angezeigten Weise groß ist, die Kapazität der Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität 141b, die die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, zu klein; mithin wird der anfängliche Druckverlust wahrscheinlich zu hoch.

[0065] In **Fig. 3(a)** bis **Fig. 3(d)** ist die Querschnittsform jeder der Durchgangsöffnungen großer Kapazität 111a, 121a, 131a und 141a, die alle Gruppen von Durchgangsöffnungen großer Kapazität bilden, auf eine achteckige Form eingestellt, und die Querschnittsform jeder der Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität 111b, 121b, 131b und 141b, die alle Gruppen von Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität bilden, ist auf eine vierwinkelige (quadratische) Form eingestellt, und diese sind jeweils wechselweise angeordnet, so daß durch Änderung der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität und auch durch leichte Änderung der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnungen großer Kapazität das Verhältnis der Durchlaßraten in gewünschter Weise einfach variiert werden kann. Auf die gleiche Weise kann in bezug auf den in **Fig. 4** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörper das Verhältnis der Durchlaßraten in gewünschter Weise einfach variiert werden

[0066] Hierbei sind bei einem in **Fig. 3(e)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörper 150 beide Querschnittsformen der einlaßseitigen Durchgangsöffnungen 152a und der auslaßseitigen Durchgangsöffnungen 152b quadratische Formen und jeweils wechselweise angeordnet.

[0067] Bei den in **Fig. 4(a)** und **Fig. 4(b)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörpern 160 und 260 sind die Querschnittsformen der Durchgangsöffnungen großer Kapazität 161a und 261a, die die Gruppen von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, auf eine fünfeckige Form eingestellt, und bei dieser Form sind drei Winkel derselben auf annähernd rechte Winkel eingestellt, und die Querschnittsformen der Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität 161b und 261b, die die Gruppen von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, sind auf eine viereckige Form eingestellt, so daß diese jeweils Abschnitte mit einer größeren viereckigen Form einnehmen können, die diagonal zueinander weisen. Bei den in **Fig. 4(c)** und **Fig. 4(d)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörpern 170 und 270, die modifizierte Formen der in **Fig. 3(a)** bis **Fig. 3(d)** gezeigten Querschnitte aufweisen, ist eine Trennwand, die gewöhnlich jede der Durchgangsöffnungen großer Kapazität 171a, 271a besitzen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, und jede der Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität 171b, 271b, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, in Richtung zu der Seite der Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität mit einer bestimmten Krümmung erweitert. Diese Krümmung ist vorzugsweise eingestellt, und die gekrümmte Linie, die die Trennwand bildet, kann beispielsweise 1/4 des Kreises entsprechen. Dabei beträgt das obengenannte Verhältnis der Durchlaßraten 3,66. Deshalb ist bei

den in **Fig. 4(c)** bis **Fig. 4(d)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörpern 170 und 270 die Querschnittsfläche jeder von den Durchgangsöffnungen großer Kapazität 171b und 271b weiter verkleinert als diejenige des Querschnitts, in dem die gekrümmte Linie, die die Trennwand bildet, 1/4 des Kreises entspricht. Bei jedem der in **Fig. 4(e)** bis **Fig. 4(f)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörpern 180 und 280 sind eine Durchgangsöffnung großer Kapazität 181a, 281a, die zu der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangslöchern gehört, und eine Durchgangsöffnung kleiner Kapazität 281a, 281b, die zu der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangslöchern gehört, von denen jede eine viereckige Form (rechteckige Form) aufweist, aneinander angrenzend in Längsrichtung angeordnet, so daß sie eine rechteckige Bestandteileinheit bilden, und diese Bestandteileinheiten sind kontinuierlich in Längsrichtung angeordnet und auch in Seitenrichtung in versetzter Weise ausgerichtet.

[0068] Bei einem anderen speziellen Beispiel für die Strukturen der Durchgangsöffnungen, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangslöchern und die Gruppe von auslaßseitigen Durchgangslöchern in der Querschnittsfläche rechtwinklig zu der Längsrichtung des einstückigen Wabenstrukturkörpers, welcher nicht unter den Schutz der vorliegenden Erfindung fällt, bilden, ist beispielsweise ein einstückiger Wabenstrukturkörper 190 vorgeschlagen, der in **Fig. 5** gezeigt ist und Durchgangsöffnungen großer Kapazität 191a, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bildet, sowie Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität 191b aufweist, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangslöchern bilden, und ebenso sind andere, in **Fig. 6(a)** bis **Fig. 6(d)** gezeigte einstückige Wabenstrukturkörper 200, 210, 220, 230 vorgeschlagen, von denen jeder Durchgangsöffnungen großer Kapazität 201a, 211a, 221a, 231a, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, und Durchgangsöffnungen großer Kapazität 201a, 211a, 221a, 231a aufweist, die die Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden.

[0069] Weiterhin kann der einstückige Wabenstrukturkörper **20** einen Katalysator aufweisen, der CO, HC, NO_x und dergleichen in den darin abgeschiedenen Abgasen reinigen kann.

[0070] Wenn ein solcher Katalysator darin getragen wird, kann der einstückige Wabenstrukturkörper **20** als Filter wirken, der disperse Teilchen in Abgasen sammeln kann, und auch als Abgaskatalysator zum Reinigen von CO, HC, NO_x und dergleichen fungieren, die in Abgasen enthalten sind.

[0071] Bei dem in dem einstückigen Wabenstrukturkörper **20** zu tragenden Katalysator, der nicht speziell beschränkt ist, solange er CO, HC, NO_x und dergleichen reinigen kann, die in Abgasen enthalten sind, sind Beispiele für denselben Edelmetalle wie Platin, Palladium, Rhodium und dergleichen. Unter diesen wird vorzugsweise ein sogenannter Dreiwegekatalysator verwendet, der aus Platin, Palladium und Rhodium besteht. Weiterhin kann zusätzlich zu dem Edelmetall ein Element wie ein Alkalimetall (Gruppe 1 im Periodensystem der Elemente), ein Erdalkalimetall (Gruppe 2 im Periodensystem der Elemente), ein Seltenerdmetall (Gruppe 3 im Periodensystem der Elemente) und ein Übergangsmetallelement als Mitkatalysator darin eingebracht werden.

[0072] Der obengenannte Katalysator kann auf der Oberfläche von jeder der Poren in dem einstückigen Wabenstrukturkörper **20** getragen werden oder kann auf der Oberfläche von jeder der Trennwände **23** mit einer bestimmten Dicke getragen werden. Weiterhin kann der obengenannte Katalysator auf der Oberfläche von jeder von der Trennwand **23** und/oder der Oberfläche von jeder der Poren gleichmäßig getragen werden oder kann diagonal Weise an einer bestimmten, festgelegten Stelle derselben getragen werden. Unter diesen Stellen wird der Katalysator in mehr erwünschter Weise auf der Oberfläche von jeder von der Trennwand **23** oder der Oberfläche von jeder der Poren in der Nähe der Oberfläche im Innern der Durchgangsöffnungen **21**, die eine Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen bilden, getragen werden, und der Katalysator wird in am meisten erwünschter Weise an beiden dieser Stellen getragen. Durch diese Anordnung werden der Katalysator und die dispersen Teilchen auf einfache Weise miteinander in Kontakt gebracht und ermöglichen dadurch, daß der Brennvorgang der dispersen Teilchen effizient ausgeführt wird.

[0073] Weiterhin ist es beim Aufbringen des Katalysators auf den einstückigen Wabenstrukturkörper **20** erwünscht, den Katalysator erst dann aufzubringen, wenn die Oberfläche des einstückigen Wabenstrukturkörpers mit einem Auflageelement wie Aluminiumoxid beschichtet ist. Mit dieser Anordnung wird der spezielle Oberflächenbereich vergrößert, so daß sich der Grad der Dispergierung des Katalysators verbessert und die Reaktionsstellen des Katalysators vergrößert werden. Da durch das Auflageelement ein Sintern des Katalysators verhindert werden kann, verbessert sich auch die Wärmebeständigkeit des Katalysators. Des weiteren läßt sich der Druckverlust vermindern.

[0074] Der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung, der mit dem obengenannten Katalysator versehen ist, kann in der gleichen Weise wie in herkömmlicher Weise bekannte DPFs (Dieselparti-

kelfilter) als Gasreinigungsvorrichtung mit einem Katalysator wirken. Deshalb wird in dem Fall, daß der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung auch als Katalysatorauflageelement fungiert, auf eine ausführliche Beschreibung desselben verzichtet.

[0075] Ein einstückiger Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung kann als einstückiger Filter als einzelner Körper verwendet werden, jedoch kann in mehr erwünschter Weise eine Mehrzahl derselben durch eine dichtende Materialschicht miteinander kombiniert und als Filteraggregat verwendet werden. Durch das Filteraggregat kann mit der dichtenden Materialschicht eine Wärmespannung vermindert werden, um die Wärmebeständigkeit des Filters zu verbessern, und da sich die Anzahl der einstückigen Wabenstrukturkörper vergrößern oder verkleinern läßt, können Größe und dergleichen der Vorrichtung frei eingestellt werden.

[0076] Hierbei weist der einstückige Filter wie auch das Filteraggregat die gleichen Funktionen auf.

[0077] Bei dem von dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung gebildeten einstückigen Filter wird normalerweise ein Oxidkeramikmaterial wie Cordierit als Material für denselben verwendet. Das ist so, weil sich mit diesem Material die Herstellungskosten senken lassen, und da dieses Material einen vergleichsweise kleinen Wärmedehnungskoeffizienten aufweist, wird der Wabenstrukturkörper weniger wahrscheinlich auf Grund einer Wärmespannung beschädigt, die bei der Herstellung sowie beim Gebrauch ausgeübt wird.

[0078] Bei dem mit dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung gebildeten einstückigen Filter ist, obwohl in **Fig. 1** nicht gezeigt, eine dichtende Materialschicht aus einem Material, das Gase im Vergleich zu dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung kaum weiterleitet, vorzugsweise an der Umfangsfläche desselben ausgebildet. Wenn die dichtende Materialschicht an der Umfangsfläche ausgebildet ist, wird der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung durch die dichtende Materialschicht zusammengedrückt, so daß sich die Festigkeit erhöhen läßt und auch eine Isolierung der Keramikteilchen, die auf das Auftreten von Rissen zurückzuführen ist, verhindert wird.

[0079] Der aggregierte Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung wird durch Ausbilden einer dichtenden Materialschicht an der Umfangsfläche eines Wabenblocks hergestellt, in dem mehrere einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung durch eine dichtende Materialschicht miteinander kombiniert sind, und fungiert als Aggregatfilter.

[0080] **Fig. 7** ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Beispiel für einen aggregierten Wabenstrukturkörper zeigt. In dem in **Fig. 7** gezeigten aggregierten Wabenstrukturkörper ist eine Anzahl von Durchgangsöffnungen von einer Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen gebildet, wobei jedes der Enden an der Auslaßseite derart mit einem Stopfen abgedichtet ist, daß die Gesamtfläche der Querschnitte rechtwinklig zu der Längsrichtung relativ vergrößert ist, und von einer Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen, wobei jedes der Enden an der Einlaßseite derart mit einem Stopfen abgedichtet ist, daß die Gesamtfläche der obengenannten Querschnitte relativ verkleinert ist.

[0081] Wie in **Fig. 7** gezeigt, weist der aggregierte Wabenstrukturkörper **10**, der als Abgasreinigungsfiler verwendet wird, eine Struktur auf, in der eine Vielzahl der einstückigen Wabenstrukturelemente **20** durch die dichtende Materialschicht **14** miteinander kombiniert sind, um einen Wabenblock **15** zu bilden, wobei am Umfang des Wabenblocks **15** eine dichtende Materialschicht **13** ausgebildet ist, um eine Leckage von Abgasen zu verhindern.

[0082] Hierbei wird in dem aggregierten Wabenstrukturkörper **10** Siliciumcarbid, das in Wärmeleitfähigkeit, Wärmebeständigkeit, mechanischen Eigenschaften und chemischer Beständigkeit besser ist, vorzugsweise als Material zum Ausbilden des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** verwendet.

[0083] In dem aggregierten Wabenstrukturkörper **10** ist die dichtende Materialschicht **14** zwischen den einstückigen Wabenstrukturkörpern **20** ausgebildet und dient als Bindemittel, das die einstückigen Wabenstrukturkörper **20** aneinander bindet, und dagegen dient die dichtende Materialschicht **13**, die an der Umfangsfläche des Wabenblocks **15** ausgebildet ist, als Dichtmaterial, durch das Abgase, die durch die Durchgangsöffnungen strömen, daran gehindert werden, aus der Umfangsfläche des Wabenblocks **15** auszutreten, wenn der aggregierte Wabenstrukturkörper **10** in einen Abgaskanal in einer Verbrennungskraftmaschine eingebracht ist.

[0084] Hierbei können in dem aggregierten Wabenstrukturkörper **10** die Dichtende Materialschicht **13** und die dichtende Materialschicht **14** aus dem gleichen Material bestehen oder aus verschiedenen Materialien beste-

hen. Wenn die dichtende Materialschicht **13** und die dichtende Materialschicht **14** aus dem gleichen Material bestehen, kann das Mischverhältnis der Materialien das gleiche sein oder sich voneinander unterscheiden.

[0085] Die dichtende Materialschicht **14** kann aus einem dichten Material oder aus einem porösen Material bestehen, so daß Abgase darin strömen können; jedoch besteht die dichtende Materialschicht **13** vorzugsweise aus einem dichten Material. Das ist so, weil die dichtende Materialschicht **13** derart ausgebildet ist, daß sie das Austreten von Abgasen aus der Umfangsfläche des Wabenblocks **15** verhindert, wenn der aggregierte Wabenstrukturkörper **10** in einen Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine eingebracht ist.

[0086] Was das Material zum Ausbilden der dichtenden Materialschicht **13** und der dichtenden Materialschicht **14** betrifft, so ist dieses nicht speziell begrenzt, jedoch gehören zu Beispielen dafür ein anorganischer Binder, ein organischer Binder und ein Material aus anorganischen Fasern und/oder anorganischen Teilchen.

[0087] Für den anorganischen Binder können beispielsweise Kieselsäuresol, Tonerdesol und dergleichen verwendet werden. Jedes davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten derselben können in Kombination verwendet werden. Unter den anorganischen Bindern wird bevorzugter Kieselsäuresol verwendet.

[0088] Bei dem organischen Binder gehören zu Beispielen dafür Polyvinylalkohol, Methylcellulose, Ethylcellulose, Carboxymethylcellulose und dergleichen. Jedes davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten derselben können in Kombination verwendet werden. Unter den organischen Bindern wird bevorzugter Carboxymethylcellulose verwendet.

[0089] Bei den anorganischen Fasern gehören zu Beispielen dafür Keramikfasern wie Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, Mullit, Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und dergleichen. Jedes davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten derselben können in Kombination verwendet werden. Unter den anorganischen Fasern werden bevorzugter Siliciumdioxid-Aluminiumoxid verwendet.

[0090] Bei den anorganischen Teilchen gehören zu Beispielen dafür Carbide, Nitride und dergleichen, und spezielle Beispiele sind anorganisches Pulver oder Faserkristalle aus Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Bornitrid und dergleichen. Jedes davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten derselben können in Kombination verwendet werden. Unter den anorganischen Feinteilchen wird vorzugsweise Siliciumcarbid verwendet, das eine bessere Wärmeleitfähigkeit aufweist.

[0091] Wenn der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung, so wie er ist, in der oben beschriebenen Weise als Abgasreinigungsfilter verwendet wird, kann die dichtende Materialschicht, die die gleiche wie die bei dem aggregierten Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung ist, an der Umfangsfläche des einstückigen Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet werden.

[0092] Der in **Fig. 7** gezeigte aggregierte Wabenstrukturkörper **10** weist eine Zylinderform auf; jedoch ist die Form des aggregierten Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung nicht speziell beschränkt, solange dieser ein säulenförmiger Körper ist und beispielsweise zu einer Säulenform gebildet werden kann, die eine Querschnittsform rechtwinklig zu der Längsrichtung wie eine vieleckige Form, eine elliptische Form und dergleichen aufweist.

[0093] Der aggregierte Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung kann mit Verfahren, bei denen nach der Kombinierung einer Vielzahl von einstückigen Wabenstrukturkörpern gemäß der vorliegenden Erfindung miteinander der Umfangsabschnitt derselben so bearbeitet wird, daß der Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung in eine Form wie eine vieleckige Form, eine Kreisform oder eine elliptische Form gebracht wird, oder mit Verfahren hergestellt werden, bei denen nach der Vorbearbeitung der Querschnitte der einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung die entstandenen Strukturkörper unter Verwendung eines Dichtmaterials miteinander kombiniert werden, so daß der Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung in eine Form wie eine vieleckige Form, eine Kreisform oder eine elliptische Form gebracht wird; d. h. es können beispielsweise vier säulenförmige, einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung, die jeweils in ihrem Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung eine Bogenform aufweisen, die eine von vier gleich geteilten Abschnitten eines Kreises ist, zur Herstellung eines säulenförmigen, aggregierten Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung miteinander kombiniert werden.

[0094] Als nächstes wird in der folgenden Beschreibung ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren für den obengenannten Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0095] Wenn der Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung ein einstückiger Filter ist, bei dem die gesamte Struktur aus einem einzigen Sinterkörper besteht, wird als erstes ein Strangpreßvorgang unter Verwendung der Materialpaste ausgeführt, die sich hauptsächlich aus den obengenannten Keramik zusammensetzt, so daß ein Formkörper aus Keramik mit annähernd der gleichen Form wie der einstückige Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wird. Dabei werden Metallformen, die zum Strangpressen zweier Arten von Durchgangsöffnungen, d. h. beispielsweise von Durchgangsöffnungen großer Kapazität und Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität, verwendet werden, gemäß den Dichten der Durchgangsöffnungen hergestellt.

[0096] Was die Materialpaste betrifft, die nicht speziell beschränkt ist, so läßt sich jede Materialpaste verwenden, solange die Porosität des einstückigen Wabenstrukturkörpers nach dem Herstellungsvorgang in einem Bereich von 20 bis 80% eingestellt ist, und beispielsweise eine Materialpaste verwenden, die durch Zusetzen eines Binders und einer Dispersionsmittellösung zu dem aus den obengenannten Keramik bestehenden Pulver hergestellt ist.

[0097] Was den obengenannten Binder betrifft, der nicht speziell beschränkt ist, so gehören zu Beispielen für diesen Methylcellulose, Carboxymethylcellulose, Hydroxyethylcellulose, Polyethylenglycol, Phenolharze, Epoxidharze und dergleichen.

[0098] Normalerweise ist das Mischverhältnis des obengenannten Binders vorzugsweise auf 1 bis 10 Gewichtsteile zu 100 Gewichtsteilen des Keramikpulvers eingestellt.

[0099] Was die obengenannte Dispersionsmittellösung betrifft, die nicht speziell beschränkt ist, so kann beispielsweise ein organisches Lösungsmittel wie Benzol, Alkohol wie Methanol, Wasser und dergleichen verwendet werden.

[0100] Es wird eine geeignete Menge der obengenannten Dispersionsmittellösung eingemischt, so daß die Viskosität der Materialpaste in einem vorgegebenen Bereich eingestellt wird.

[0101] Das Keramikpulver, der Binder und die Dispersionsmittellösung werden mit einem Attritor oder dergleichen gemischt und mit einem Knetwerk oder dergleichen hinreichend geknetet und dann stranggepreßt.

[0102] Weiterhin kann bei Bedarf in die obengenannte Paste ein Strangpreßhilfsmittel eingebracht werden.

[0103] Was das Strangpreßhilfsmittel betrifft, das nicht speziell beschränkt ist, so zählen zu Beispielen dafür: Ethylenglycol, Dextrin, Fettsäureseife, Polyalkohol und dergleichen.

[0104] Weiterhin kann bei Bedarf in die obengenannte Paste ein Porenbildungsmittel wie Ballons eingebracht werden, die feine Hohlkugelchen sind, bestehend aus Keramik auf Oxidbasis, kugeligen Acrylteilchen und Graphit.

[0105] Was die obengenannten Ballons betrifft, die nicht speziell beschränkt sind, so können beispielsweise Aluminiumoxidballons, Glasmikroballons, Shirasu-Ballons, Flugascheballons (FA-Ballons), Mullitballons und dergleichen verwendet werden. Unter diesen werden bevorzugter Flugascheballons verwendet.

[0106] Als nächstes wird der obengenannte stranggepreßte Formkörper unter Verwendung eines Trockners wie eine Mikrowellentrockners, eines Heißlufttrockners, eines dielektrischen Trockners, eines Dekompressions-trockners, eines Vakuumtrockners, eines Gefrier-trockners und dergleichen getrocknet, um einen getrockneten Keramikkörper zu bilden. Als nächstes wird eine vorgegebene Menge einer Dichtmaterialpaste (eines Stopfens), die Stopfen bildet, in die Enden an der Auslaßseite der Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen und in die Enden an der Einlaßseite der Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen in einer solchen Weise eingespritzt, daß die obengenannte Gleichung (1) erfüllt ist; mithin werden die Durchgangsöffnungen abgedichtet.

[0107] Was die obengenannte Dichtmaterialpaste (den Stopfen) betrifft, die nicht speziell beschränkt ist, solange die Porosität eines durch nachfolgende Vorgänge hergestellten Stopfens in einem Bereich von 20 bis 80% eingestellt ist, so kann beispielsweise die gleiche Materialpaste verwendet werden, wie sie oben beschrieben ist; jedoch werden vorzugsweise solche Pasten verwendet, die durch Einbringen von Keramikfasern, aus dem obengenannten Metall bestehendem Pulver, einem Gleitmittel, einem Lösungsmittel, einem Dispersionsmittel und einem Binder für das als obengenannte Dichtmaterialpaste verwendete Keramikpulver hergestellt

werden. Mit dieser Anordnung kann die thermische Kapazität des durch die nachfolgenden Vorgänge hergestellten Stopfens eingestellt werden und auch verhindert werden, daß sich Keramikteilchen in der Dichtmaterialpaste (dem Stopfen) in der Mitte des Dichtvorgangs absetzen.

[0108] Was die Keramikfasern betrifft, die nicht speziell beschränkt sind, so zählen zu Beispielen dafür Fasern aus Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, Mullit, Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und dergleichen. Jede davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten derselben können in Kombination verwendet werden.

[0109] Als nächstes wird der getrocknete Keramikkörper, der mit der Dichtmaterialpaste (dem Stopfen) gefüllt ist, unter vorgegebenen Bedingungen Entfettungs- und Sintervorgängen unterworfen, um einen einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung herzustellen, der aus poröser Keramik besteht und als einzelner Sinterkörper als ganzes ausgebildet ist.

[0110] Hierbei können, was die Entfettungs- und Sinterbedingungen und dergleichen für den getrockneten Keramikkörper betrifft, Bedingungen angewandt werden, die in konventioneller Weise zur Herstellung eines Filters aus poröser Keramik angewandt werden.

[0111] Wenn ein Katalysator auf dem einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung getragen wird, ist es erwünscht, daß auf der Oberfläche des durch den Sintervorgang entstandenen gesinterten Keramikkörpers ein Aluminiumoxidfilm mit einem hohen speziellen Oberflächenbereich ausgebildet ist und ein Mitkatalysator und ein Katalysator wie Platin auf die Oberfläche dieses Aluminiumoxidfilm aufgebracht sind.

[0112] Was das Verfahren zur Ausbildung des Aluminiumoxidfilms auf der Oberfläche des gesinterten Keramikkörpers betrifft, so werden ein Verfahren, bei dem der gesinterte Keramikkörper mit einer Lösung einer Metallverbindung getränkt wird, die Aluminium wie $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ enthält, und dann aufgeheizt wird, und ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem der gesinterte Keramikkörper mit einer Lösung getränkt wird, die Aluminiumoxid enthält, und dann aufgeheizt wird.

[0113] Was das Verfahren zum Aufbringen eines Mitkatalysators auf den Aluminiumoxidfilm betrifft, so wird beispielsweise ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem der gesinterte Keramikkörper mit einer Lösung einer Metallverbindung getränkt wird, die ein Seltenerdelement wie $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ enthält, und dann aufgeheizt wird.

[0114] Was das Verfahren zum Aufbringen eines Katalysators auf den Aluminiumoxidfilm betrifft, so wird beispielsweise ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem der gesinterte Keramikkörper mit einer Lösung von Diamindinitroplatinsalpetersäure ($[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2]\text{HNO}_3$ mit einer Platinkonzentration von 4,53 Gew.-%) getränkt und dann aufgeheizt wird.

[0115] Wenn weiterhin dann, wenn der Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung als aggregierter Wabenstrukturkörper **10** hergestellt wird, der aus einer Vielzahl von einstückigen Wabenstrukturkörpern **20** besteht, die in der in **Fig. 7** gezeigten Weise durch die dichtende Materialschicht **14** miteinander kombiniert sind, wird eine dichtende Materialpasteschicht **81** gebildet, indem eine dichtende Materialpaste zur Ausbildung einer dichtenden Materialschicht **14** mit gleichmäßiger Dicke auf eine Seitenfläche des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** aufgetragen wird, und es werden Vorgänge zum Kaschieren eines anderen einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** nacheinander wiederholt, um einen Laminatkörper aus einem quadratsäulenförmigen, einstückigen Wabenstrukturkörper **20** mit einer vorgegebenen Größe auf dieser dichtenden Materialpasteschicht **81** auszubilden. Hierbei wird bei dem Material zur Ausbildung der dichtenden Materialpaste auf die Beschreibung desselben verzichtet, da die Beschreibung bereits gegeben wurde.

[0116] Als nächstes wird der Laminatkörper aus dem einstückigen Wabenstrukturkörper **20** aufgeheizt, so daß die dichtende Materialpasteschicht **81** trocknet und fest wird, um die dichtende Materialschicht **14** zu bilden, und dann wird der Umfangsabschnitt derselben zur Herstellung eines Wabenblocks **15** in die in **Fig. 7** gezeigte Gestalt zerschnitten.

[0117] Dann wird an dem Umfangsabschnitt des Wabenblocks **15** eine dichtende Materialschicht **13** ausgebildet, wobei die dichtende Materialpaste zur Herstellung des Filteraggregats **10** gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, das eine Struktur aufweist, bei der eine Vielzahl von einstückigen Wabenstrukturkörpern **20** durch die dichtende Materialschicht **14** miteinander kombiniert werden.

[0118] Zwar ist der Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung nicht speziell beschränkt, wird jedoch vorzugsweise an einer Abgasreinigungsvorrichtung zur Verwendung in Fahrzeugen verwendet.

[0119] Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch ein Beispiel für eine Abgasreinigungsverrichtung eines Fahrzeugs zeigt, bei der der Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt ist.

[0120] Wie in Fig. 8 gezeigt ist, besteht eine Abgasreinigungsverrichtung 600 hauptsächlich aus einem Wabenstrukturkörper 60 gemäß der vorliegenden Erfindung, einem Gehäuse 630, das den Außenabschnitt des Wabenstrukturkörpers 60 bedeckt, einem haltenden Abdichtmaterial 620, das zwischen dem Wabenstrukturkörper 60 und dem Gehäuse 630 angeordnet ist, und einem Heizmittel 610, das an der Abgaseinlaßseite des Wabenstrukturkörpers 60 angebracht ist, und wobei ein Einführungsrohr 640, das mit einem Verbrennungskraftsystem wie einem Motor verbunden ist, mit dem einen Ende des Gehäuses 630 auf der Abgaseinlaßseite verbunden ist, und ein außen verbundenes Abgasrohr 650 mit dem anderen Ende des Gehäuses 630 verbunden ist. In Fig. 8 sind die Abgasströme durch Pfeile gezeigt.

[0121] Weiterhin kann in Fig. 8 der Wabenstrukturkörper 60 als der in Fig. 1 gezeigte, einstückige Wabenstrukturkörper 20 oder als der in Fig. 7 gezeigte, aggregierte Wabenstrukturkörper 10 hergestellt sein.

[0122] Bei der Abgasreinigungsverrichtung 600 mit der obengenannten Anordnung werden Abgase, die aus dem Verbrennungskraftsystem wie einem Motor abgeführt werden, über das Einführungsrohr 640 in das Gehäuse 630 eingeleitet und können über eine Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen 21a in den Wabenstrukturkörper 60 strömen und durch die Trennwand 23 hindurchtreten; mithin werden die Abgase gereinigt, wobei disperse Teilchen derselben in der Trennwand 23 gesammelt werden, und dann über eine Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen 21a aus dem Wabenstrukturkörper 60 heraus abgeführt und durch das Abgasrohr 650 nach außen abgegeben.

[0123] Bei der Abgasreinigungsverrichtung 600 wird der Wabenstrukturkörper 60 einem Regenerierungsvorgang unterworfen, nachdem sich eine große Menge disperser Teilchen an der Trennwand des Wabenstrukturkörpers 60 angesammelt und eine Zunahme an Druckverlust verursacht hat.

[0124] Bei dem Regenerierungsvorgang können Gase, die mit Hilfe eines Heizmittels 610 aufgeheizt wurden, in die Durchgangsöffnungen des Wabenstrukturkörpers 60 strömen, so daß der Wabenstrukturkörper 60 aufgeheizt wird, um die an der Trennwand gesammelten dispersen Teilchen zu verbrennen und zu beseitigen. Neben dem obengenannten Verfahren können die dispersen Teilchen mit Hilfe einer Nacheinblassystems verbrannt und beseitigt werden.

BEISPIELE

[0125] Anhand von Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 4 wird in der folgenden Beschreibung die vorliegende Erfindung ausführlich mittels Beispielen erläutert; jedoch soll die vorliegende Erfindung nicht durch diese Beispiele eingeschränkt werden.

(Beispiel 1)

[0126] Es wurden ein Pulver eines Siliciumcarbids des Typs α mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von 10 μm (60 Gew.-%) und ein Pulver eines Siliciumcarbids des Typs β mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von 0,5 μm (40 Gew.-%) naß gemischt, und in 100 Gewichtsteile der entstandenen Mischung wurden 5 Gewichtsteile eines organischen Binders (Methylcellulose) und 10 Gewichtsteile Wasser eingegeben und eingeknetet, um eine Mischzusammensetzung zuzubereiten. Als nächstes wurde die entstandene Mischung nach dem Einbringen und Einkneten einer kleinen Menge eines Weichmachers und eines Gleitmittels stranggepreßt, so daß ein rohgeformtes Produkt mit einer Querschnittsform, die annähernd die gleiche, in Fig. 3(a) gezeigte Querschnittsform war, mit einer Durchlaßrate von 37,97% an der Einlaßseite und einem Durchlaßratenverhältnis von 1,52 hergestellt wurde.

[0127] Als nächstes wurden nach dem Trocknen des obengenannten rohgeformten Produkts mit Hilfe eines Mikrowellentrockners oder dergleichen zur Ausbildung eines getrockneten Keramikkörpers vorgegebene Durchgangsöffnungen mit einer Dichtmaterialpaste (einem Stopfen) mit der gleichen Zusammensetzung wie das rohgeformte Produkt gefüllt, so daß eine Schicht mit einer Dicke von 1,0 mm nach dem Trocknen entstand.

[0128] Nach dem erneuten Trocknen mit Hilfe eines Trockners wurde das entstandene Produkt bei 400°C entfettet und bei 2200°C in einer Argonatmosphäre von normalem Druck 3 Stunden lang gesintert, um einen einstückigen Wabenstrukturkörper 20 herzustellen, der ein Siliciumcarbid-Sinterkörper war und eine Porosität von 42%, einen durchschnittlichen Porendurchmesser von 9 μm , eine Größe von 34,3 mm x 34,3 mm x 150

mm, eine Anzahl von Durchgangsöffnungen **21** von 28 Stück/ cm² (Durchgangsöffnungen großer Kapazität **21a** : 14 Stück/ cm², Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität **21b** : 14 Stück/ cm²) und eine Dicke von annähernd der gesamten Trennwand **23** von 0,40 mm aufwies.

[0129] Hierbei waren in dem einstückigen Wabenstrukturkörper **20** nur die Durchgangsöffnungen großer Kapazität **21a** mit Stopfen an der Endoberfläche an der Auslaßseite abgedichtet, und nur die Durchgangsöffnungen kleiner Kapazität **21b** waren mit den Stopfen an der Endoberfläche an der Einlaßseite abgedichtet. Weiterhin betrug die Gesamtsumme der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22** an der Auslaßseite bei Messung bei 25°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite, die durch den Gehalt an der Gruppe der Durchgangsöffnungen an der Auslaßseite gebildet wurden, 0,56 J/K, und die Gesamtsumme der thermischen Kapazitäten der Stopfen **22** an der Auslaßseite bei Messung bei 500°C pro 11,8 cm² der Endoberfläche an der Auslaßseite, die durch den Gehalt an der Gruppe der Durchgangsöffnungen an der Auslaßseite gebildet wurde, betrug 0,91 J/K.

[0130] Mit Hilfe einer wärmebeständigen Dichtmaterialpaste, die 30 Gew.-% Aluminiumoxidfasern mit einer Faserlänge von 0,2 mm, 21 Gew.-% Siliciumcarbidteilchen mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von 0,6 µm, 15 Gew.-% Kieselsäuresol, 5,6 Gew.-% Carboxymethylcellulose und 28,4 Gew.-% Wasser enthielten, wurde eine große Anzahl der einstückigen Wabenstrukturkörper **20** durch Anwendung des anhand von **Fig. 8** beschriebenen Verfahrens miteinander kombiniert, und diese wurde dann mit Hilfe einer Diamantschneidvorrichtung zerschnitten, um einen zylindrischen Keramikblock **15** zu bilden.

[0131] Dabei wurde die Dicke der zum Kombinieren der einstückigen Wabenstrukturkörper **20** verwendeten dichtenden Materialschicht auf 1,0 mm eingestellt.

[0132] Als nächstes wurden Keramikfasern aus Aluminiumoxidsilicat (Schußgehalt: 3%, Faserlänge: 0,01 bis 100 mm) (23,3 Gew.-%), die als anorganische Fasern dienen, Siliciumcarbidpulver mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von 0,3 µm (30,2 Gew.-%), die als anorganische Teilchen dienen, Kieselsäuresol (SiO₂-Gehalt im Sol: 30 Gew.-%) (7 Gew.-%), das als anorganischer Binder diente, Carboxymethylcellulose (0,5 Gew.-%), die als organischer Binder diente, und Wasser (39 Gew.-%) gemischt und verknetet, um eine Dichtmaterialpaste zuzubereiten.

[0133] Als nächstes wurde eine dichtende Materialpasteschicht mit einer Dicke von 0,2 mm mit Hilfe der oben genannten dichtenden Materialpaste auf dem Umfangsabschnitt des Keramikblocks **15** ausgebildet. Außerdem wurde diese dichtende Materialpasteschicht bei 120°C getrocknet, so daß ein zylindrischer Wabenstrukturkörper **10** mit einem Durchmesser von 143,8 mm und einer Länge von 150 mm hergestellt wurde.

(Beispiele 2 bis 24, Vergleichsbeispiele 1 bis 8)

[0134] Es wurden die gleichen Vorgänge wie die von Beispiel 1 ausgeführt, nur daß die Querschnittsform (die einlaßseitige Durchlaßrate, das Verhältnis der Durchlaßraten) rechtwinklig zu der Längsrichtung des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** und die Dicke der Stopfen **22** in der in Tabelle 1 angegebenen Weise verändert wurden, um einen einstückigen Wabenstrukturkörper **10** herzustellen.

[0135] Hierbei wurde die Querschnittsform in der Längsrichtung des einstückigen Wabenstrukturkörpers **20** durch Änderung der Form eines zum Strangpressen der Gemischzusammensetzung verwendeten Werkzeugs eingestellt. Weiterhin wurde die Dicke der Stopfen **22** durch Änderung der Füllmenge der Dichtmaterialpaste (des Stopfens) an den Durchgangsöffnungen **21** eingestellt.

(Auswertung)

[0136] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, wurde jeder der aggregierten Wabenstrukturkörper in den Beispielen und den Vergleichsbeispielen in einen Abgaskanal eines Motors eingebracht, um eine Abgasreinigungsvorrichtung zu bilden, und der Motor wurde mit einer Umdrehungszahl von 3000 min⁻¹ und einem Drehmoment von 50 Nm über einen vorgegebenen Zeitraum angetrieben, und dann wurde der entstandene Wabenstrukturkörper einem Regenerierungsvorgang unterworfen; und diese Vorgänge wurden kontinuierlich ausgeführt, während die Antriebszeit verändert wurde und der Sammlungsbetrag variiert wurde, so daß untersucht wurde, ob in dem aggregierten Wabenstrukturkörper Risse auftreten oder nicht. Dann wurde nach Maßgabe der Beträge disperser Teilchen, die sich beim Auftreten von Rissen angesammelt hatten, und die sich ohne Auftreten von Rissen angesammelt hatten, der Maximalwert des Betrags der dispersen Teilchen, die sich angesammelt hatten, ohne Risse hervorzurufen, als Regenerierungsgrenzwert definiert.

[0137] Insbesondere wurde jeder der Filter, die mit den aggregierten Wabenstrukturkörpern gemäß den Beispielen und den Vergleichsbeispielen hergestellt worden waren, in einen Abgaskanal eines 2 L-Direkteinspritzmotors eingebracht, und angrenzend daran wurde ein Oxidkatalysator aus Cordierit von 144×76 mm (6,66 x 3 Zoll), Anzahl der Zellen 62 cpsc (400 cpsi), Wanddicke 0,2 mm (8 mils), Pt-Betrag 3,18 g/l (90 g/ft³) angeordnet, so daß eine Abgasreinigungsvorrichtung hergestellt wurde, und die Kraftmaschine wurde mit einer Umdrehungszahl von 3000 min^{-1} und einem Drehmoment von 50 Nm über einen vorgegebenen Zeitraum angetrieben, so daß sich eine vorgegebene Menge disperser Teilchen ansammelte. Danach wurde der Motor mit einer Umdrehungszahl von 4000 min^{-1} und einem Drehmoment von 200 Nm angetrieben, und als die Filtertemperatur in der Nähe von 700°C konstant geworden war, wurde der Motor auf einer Umdrehungszahl von 1050 min^{-1} und einem Drehmoment von 30 Nm gehalten, so daß die gesammelten Teilchen zwangsweise verbrannt wurden. Dieses Experiment eines Regenerierungsvorgangs wurde in der gleichen Weise an mehreren Filtern ausgeführt, wobei die Sammelmenge der dispersen Teilchen verändert wurde, um damit zu untersuchen, ob irgendwelche Risse auftreten oder nicht.

[0138] Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1

	Querschnittsform des Wabenstrukturkörpers	Einlaßseitige Durchlaßrate X (%)	Durchlaßratenverhältnis	Trennwanddicke (mm)	Stopfendicke (mm)	0,0157x bis 0,0678 bis 1,15X-2	0,05X bis 0,574X-2	Gesamte thermische Kapazität des auslaßseitigen Stopfens (J/K bei 500°C)	0,013X-0,09 bis 0,7X-2,5	0,05X-0,55 bis 0,354x-1	Gesamte thermische Kapazität des auslaßseitigen Stopfens (J/K bei 25°C)	Regenerierungsgrenzwert g/l)	
Vergleichsbeispiel 1				0,5				0,44			0,27	6,9	
Beispiel 1				1,0				0,91			0,56	7,8	
Beispiel 2				3,0				2,83			1,74	8,4	
Beispiel 3				6,0				5,64			3,47	8,6	
Beispiel 4	Fig. 3(a)	37,97	1,52	0,40	10,0	1,90 bis 19,79	0,40 bis 24,08	9,42	1,35 bis 12,44	11,62	5,80	8,6	8,6
20,0					18,86								
40,0					37,69								
60,0					56,52								
Vergleichsbeispiel 2				0,5				0,56			0,34	6,9	
Vergleichsbeispiel 3				1,0				1,11			0,68	8	
Beispiel 7				3,0				3,39			2,09	8,9	
Beispiel 8	Fig. 3(b)	44,79	2,33	0,40	6,0	2,24 bis 23,71	0,49 bis 28,85	6,75	1,69 bis 14,86	4,18	6,96	9,4	
10,0					11,30								
20,0					22,59								
40,0					45,18								
Beispiel 9				6,0				6,75			4,18	9,5	
Beispiel 10				10,0				11,30			6,96	9,4	
Beispiel 11				20,0				22,59			13,92	9,2	
Beispiel 12				40,0				45,18			27,83	7,9	
Vergleichsbeispiel 4				60,0				67,76			41,74	6,6	

	Quer- schnitts- form des Waben- struktur- körpers	Einlaß- seitige Durch- laßrate X (%)	Durch- laß- raten- ver- hältnis	Trenn- wand- dicke (mm)	Stop- fen- dicke (mm)	0,0157x 0,0678 bis 1,15X-2	0,05X bis 0,574X- 2	Gesamte thermische Kapazität Y des auslaß- seitigen Stopfens (J/K bei 500°C)	0,013X- 0,09 bis 0,7X-2,5	0,05X- 0,55 bis 0,354x- 1	Gesamte thermische Kapazität Z des auslaßseitigen Stopfens (J/K bei 25°C)	Regene- rierungs- grenz- wert (g/l)
Vergleichs- beispiel 5					0,5			0,69			0,42	6,7
Beispiel 13					1,0			1,31			0,81	7,6
Beispiel 14					3,0			3,99			2,46	8,3
Beispiel 15					6,0			7,99			4,92	8,7
Beispiel 16	Fig. 3(c)	51,77	3,88	0,40	10,0	0,74 bis 54,54	2,59 bis 27,72	13,24	0,58 bis 33,74	2,04 bis 17,33	8,16	8,6
Beispiel 17					20,0			26,80			16,39	8,3
Beispiel 18					40,0			53,14			32,74	7,7
Vergleichs- beispiel 6					60,0			79,68			49,09	6,7
Vergleichs- beispiel 7	Fig. 3(d)				0,5			0,73			0,45	6,3
Beispiel 19					1,0			1,53			0,94	7,3
Beispiel 20					3,0			4,64			2,86	8,1
Beispiel 21					6,0			9,26			5,72	8,5
Beispiel 22		59,04	7,89	0,40	10,0	0,86 bis 62,90	2,95 bis 31,89	15,44	0,68 bis 38,83	2,40 bis 19,90	9,51	8,4
Beispiel 23					20,0			30,95			19,07	8,2
Beispiel 24					40,0			61,86			38,11	7,8
Vergleichs- beispiel 8					60,0			92,87			57,22	6,9

[0139] Wie in Tabelle 1 gezeigt ist, wiesen die aggregierten Wabenstrukturkörper gemäß den Beispielen, die die obengenannten Ungleichungen (1) und (2) erfüllten, hohe Regenerierungsgrenzwerte auf. Dagegen

war es wahrscheinlicher, daß die aggregierten Wabenstrukturkörper gemäß den Vergleichsbeispielen, die die obengenannten Ungleichungen (1) und (2) nicht erfüllen konnten, während des Regenerierungsvorgangs Risse in den auslaßseitigen Abdichtabschnitten erzeugten, und wiesen niedrige Regenerierungsgrenzwerte auf.

Figurenliste

Fig. 1(a) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Beispiel für einen einstückigen Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, und **Fig. 1(b)** ist eine entlang der Linie A-A des in **Fig. 1 (a)** gezeigten einstückigen Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung geführte Querschnittsansicht.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung eines Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, bei dem das Verhältnis der Anzahlen der Durchgangsöffnungen zwischen einer Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen 101 und einer Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen 102 auf annähernd 1:2 festgelegt ist.

Fig. 3(a) bis **Fig. 3(d)** sind Querschnittsansichten, von denen jede schematisch einen Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung eines einstückigen Wabenstrukturkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt; und **Fig. 3(e)** ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung eines herkömmlichen Wabenstrukturkörpers zeigt.

Fig. 4(a) bis **Fig. 4(f)** sind Querschnittsansichten, von denen jede schematisch einen Abschnitt eines Querschnitts rechtwinklig zu der Längsrichtung eines einstückigen Wabenstrukturkörpers, welcher nicht unter den Schutz der vorliegenden Erfindung fällt, zeigt.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch ein Beispiel für einen Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung eines einstückigen Wabenstrukturkörpers, welcher nicht unter den Schutz der vorliegenden Erfindung fällt, zeigt.

Fig. 6(a) bis **Fig. 6(d)** sind Querschnittsansichten, von denen jede schematisch ein Beispiel für einen Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung eines einstückigen Wabenstrukturkörpers, welcher nicht unter den Schutz der vorliegenden Erfindung fällt, zeigt.

Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch ein Beispiel für einen aggregierten Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch ein Beispiel für eine Abgasreinigungsvorrichtung für ein Fahrzeug zeigt, in das der Wabenstrukturkörper gemäß der vorliegenden Erfindung eingebaut ist.

Fig. 9 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch ein Beispiel für einen herkömmlichen Wabenstrukturkörper zeigt.

ÜBERSETZUNG DES TEXTES IN DEN ZEICHNUNGEN

Fig. 1

Bezugszeichenliste

10	Einstückiger Wabenstrukturkörper
13	Dichtende Materialschicht
14	Dichtende Materialschicht
15	Wabenblock
20	Einstückiger Wabenstrukturkörper
21	Durchgangsöffnung
21a	Gruppe von einlaßseitigen Durchgangsöffnungen
21b	Gruppe von auslaßseitigen Durchgangsöffnungen
22	Stopfen
23	Trennwand

Patentansprüche

1. Säulenförmiger Wabenstrukturkörper (20), der hauptsächlich aus poröser Keramik gemacht ist, in dem eine Vielzahl von Durchgangslöchern (21) in Längsrichtung parallel zueinander angeordnet sind, wobei eine Trennwand (23) dazwischen angeordnet ist,

wobei

die Vielzahl von Durchgangslöchern (21) umfasst:

eine Gruppe von einlassseitigen Durchgangslöchern (21a) mit großer Kapazität, deren Enden an der Auslassseite durch Stopfen (22) so abgedichtet sind, dass die Gesamtsumme der Flächen an Querschnitten senkrecht zur Längsrichtung relativ größer gemacht wird; und

eine Gruppe von auslassseitigen Durchgangslöchern (21b) mit geringer Kapazität, deren Enden an der Einlassseite durch Stopfen (22) so abgedichtet sind, dass die Gesamtsumme der Flächen an ihren Querschnitten relativ kleiner gemacht wird, wobei die einlassseitigen Durchgangslöcher (21a) eine achteckige Querschnittsform und die auslassseitigen Durchgangslöchern (21b) eine quadratische Form haben, die abwechselnd angeordnet sind, wobei die Anzahl der Durchgangslöcher der beiden Typen gleich ist;

angenommen, dass die Öffnungsrate auf der Einlassseite X (%) beträgt und die Gesamtsumme der Wärmekapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlassseitigen Durchgangslöchern bei 500 °C pro 11,8 cm² der Endfläche auf der Auslassseite, die die Gruppe von auslassseitigen Durchgangslöchern enthält, abdichten, durch Y (J/K) dargestellt wird,

die durch die folgenden Ungleichungen (1) und (2) angegebene Beziehung erfüllt ist.

$$0,0157X - 0,0678 < Y < 1,15X - 5 \quad (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad (2)$$

2. Wabenstrukturkörper nach Anspruch 1,

wobei

angenommen, dass die Gesamtsumme der Wärmekapazitäten der Stopfen, die die Gruppe von einlassseitigen Durchgangslöchern bei 25 °C pro 11,8 cm² der Endfläche auf der Auslassseite, die die Gruppe von auslassseitigen Durchgangslöchern enthält, abdichten, durch Z (J/K) dargestellt wird, eine Beziehung erfüllt ist, die durch die folgende Ungleichung (3) angegeben ist.

$$0,013X - 0,09 < Z < 0,7X - 2,5 \quad (3)$$

3. Wabenstrukturkörper nach Anspruch 1 oder 2,

wobei

eine Beziehung, die durch die folgende Ungleichung (4) angegeben ist, weiter erfüllt ist.

$$0,05X - 0,55 < Y < 0,574X - 2 \quad (4)$$

4. Wabenstrukturkörper nach Anspruch 3,

wobei

eine Beziehung, die durch die folgende Ungleichung (5) angegeben ist, weiter erfüllt ist.

$$0,05X - 0,55 < Z < 0,354X - 1 \quad (5)$$

5. Wabenstrukturkörper (10),

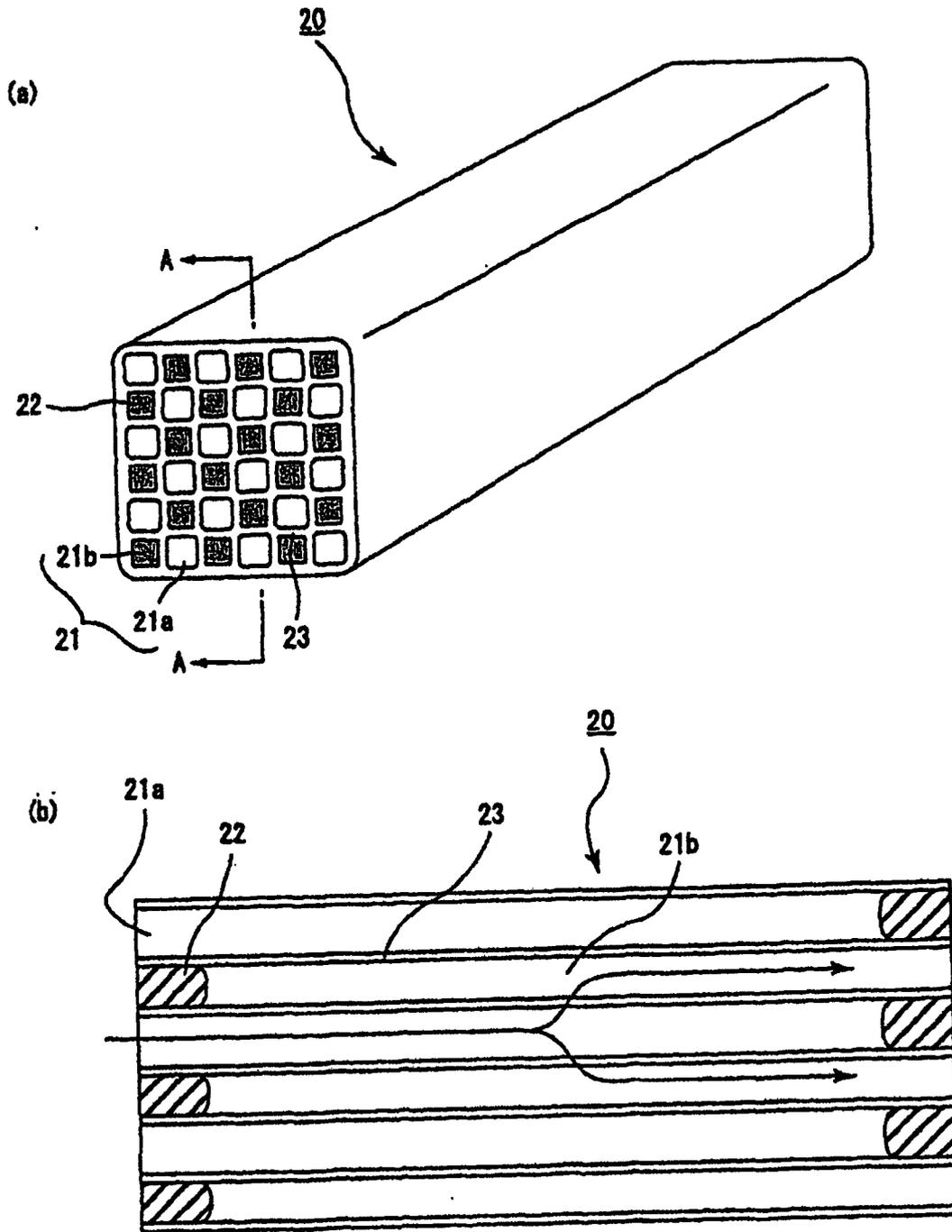
wobei

eine Dichtungsmaterialschicht (13) auf einer Umfangsfläche eines Wabenblocks gebildet ist, der durch Kombinieren einer Vielzahl von Wabenstrukturkörpern (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 durch eine Dichtungsmaterialschicht (14) miteinander gebildet ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1



A-A Linie Querschnittsansicht

Fig. 2

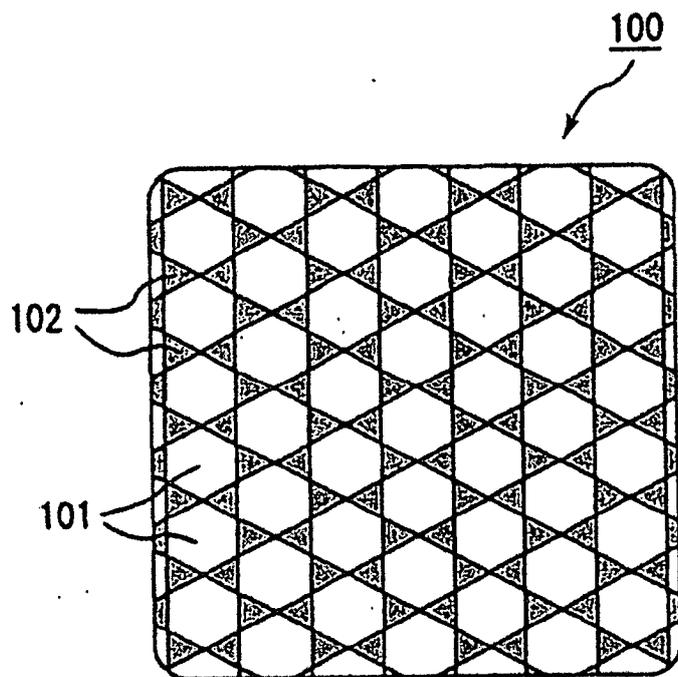


Fig. 3

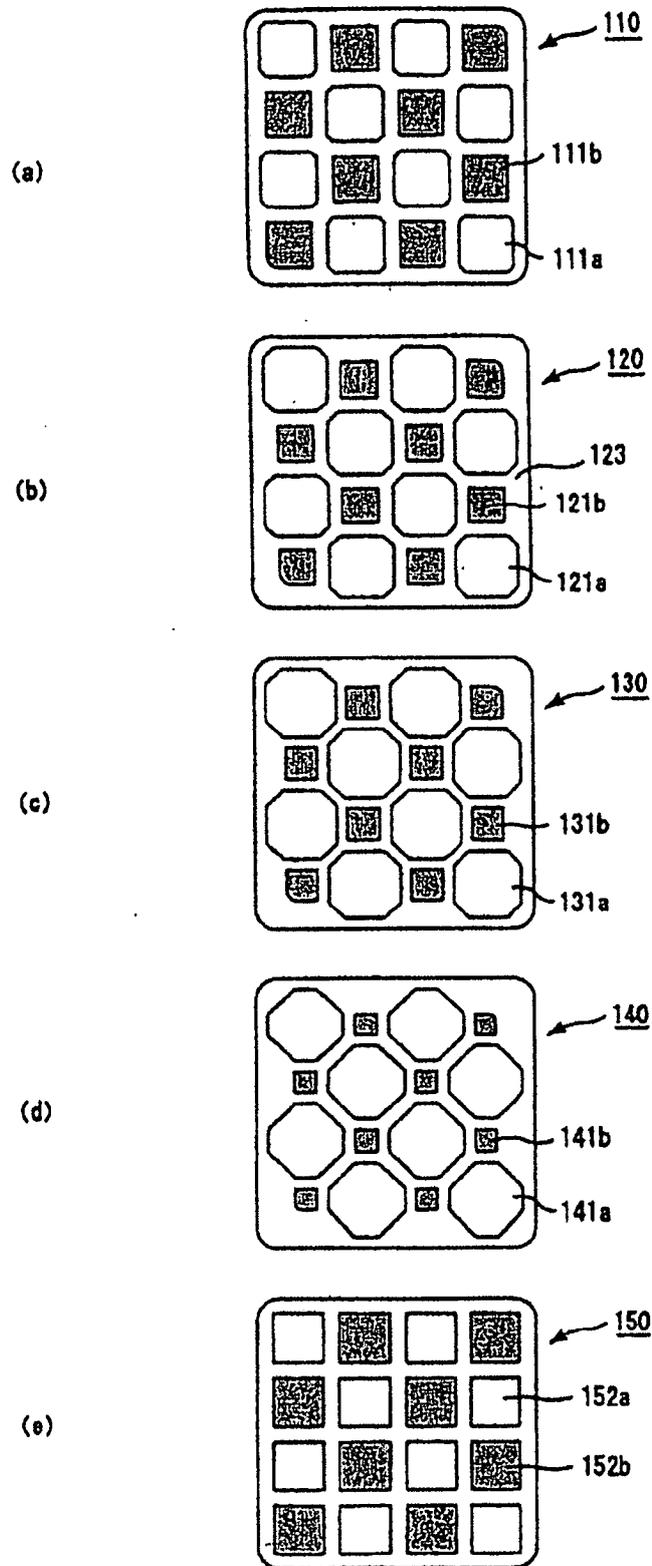


Fig. 4

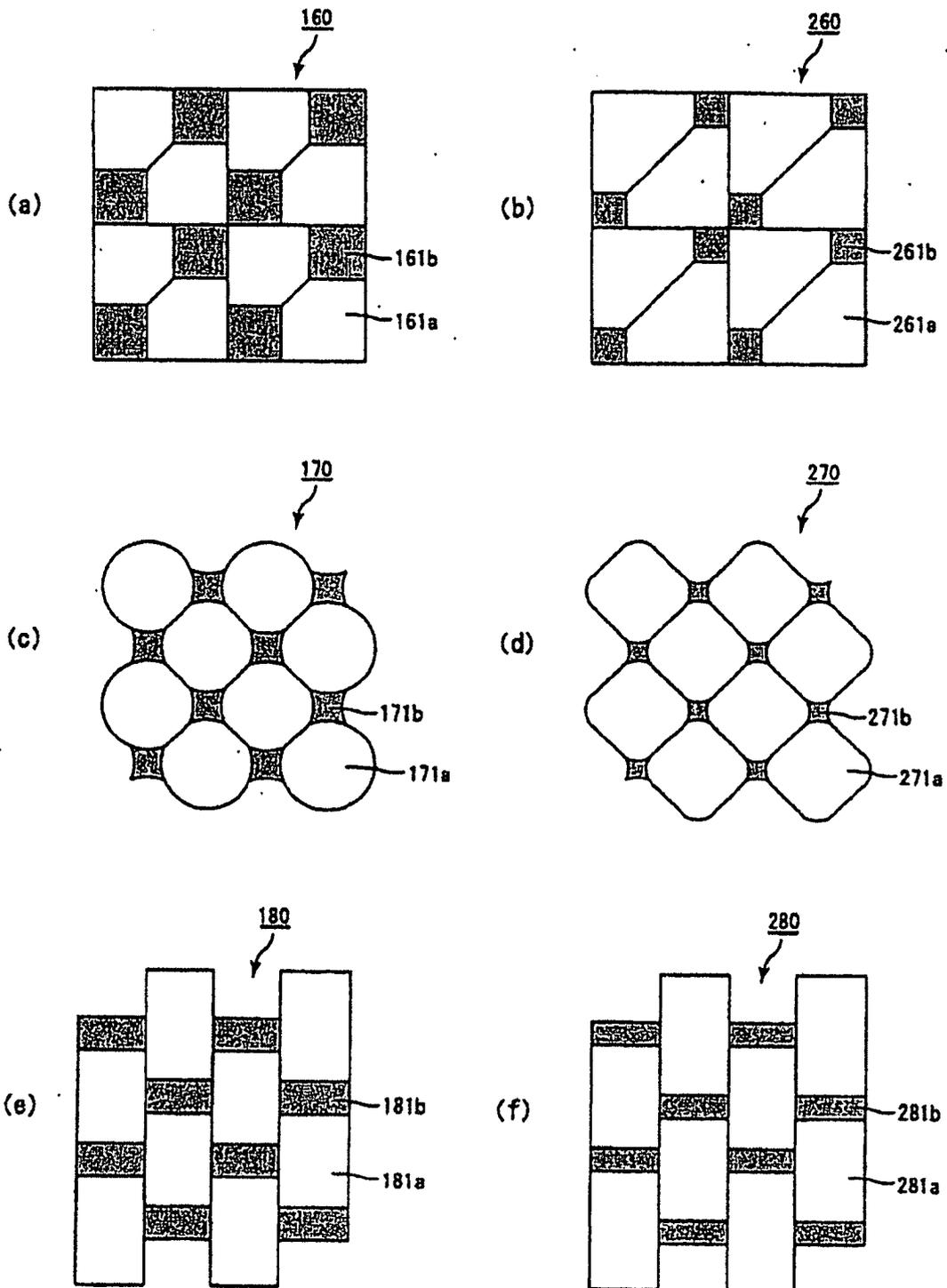


Fig. 5

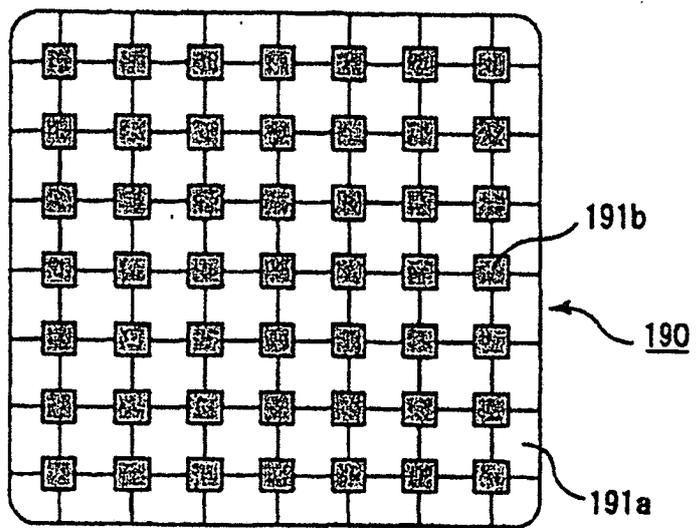


Fig. 6

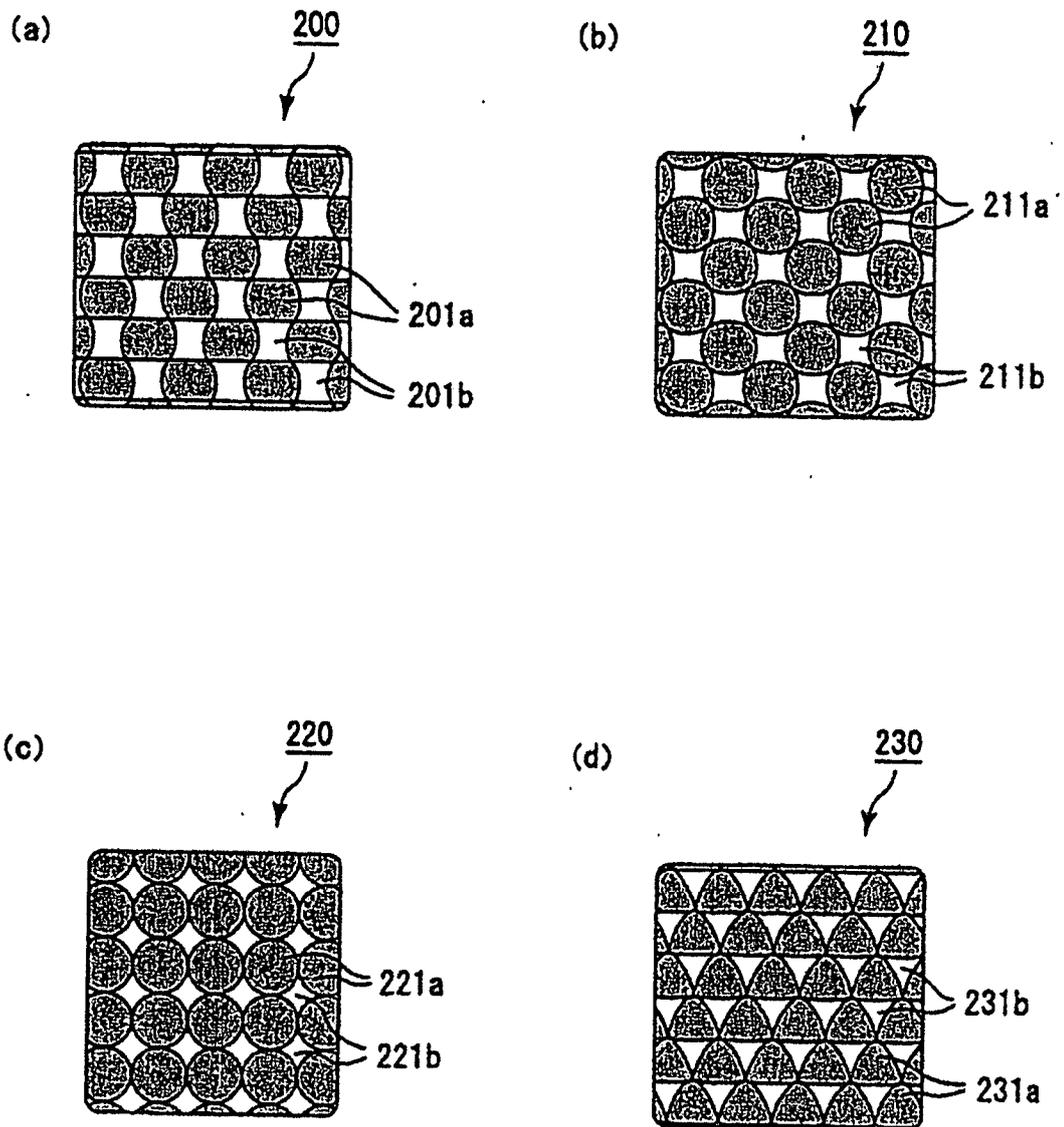


Fig. 7

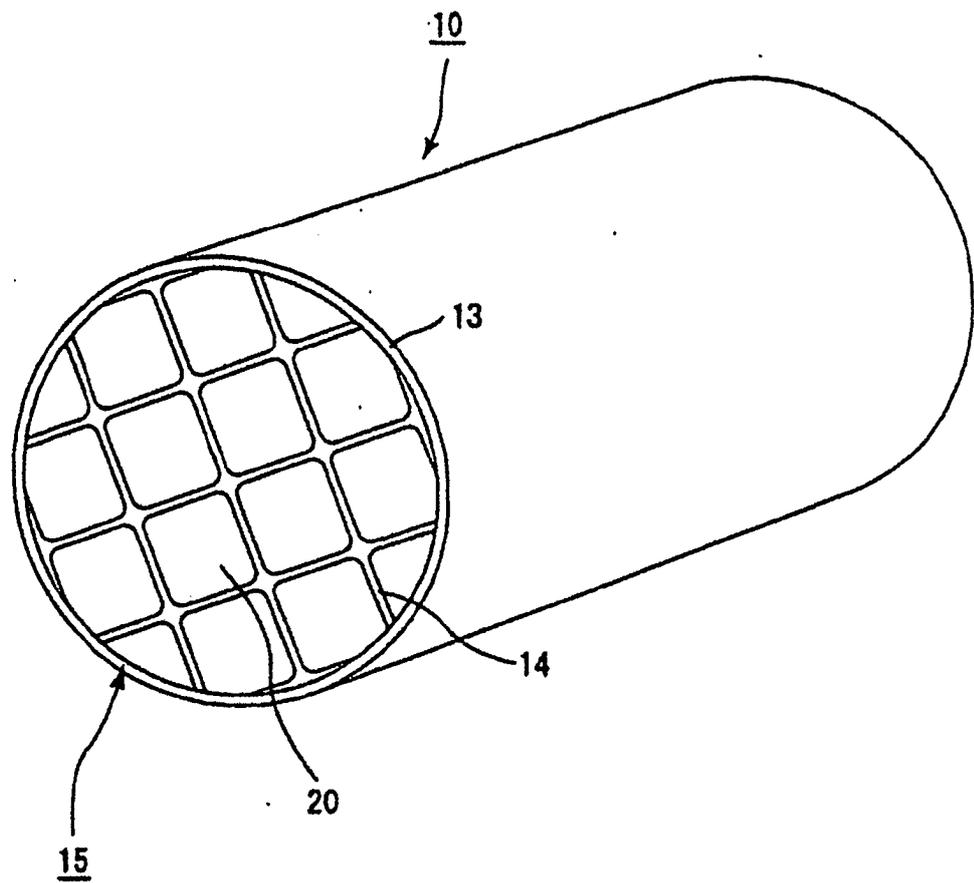


Fig. 8

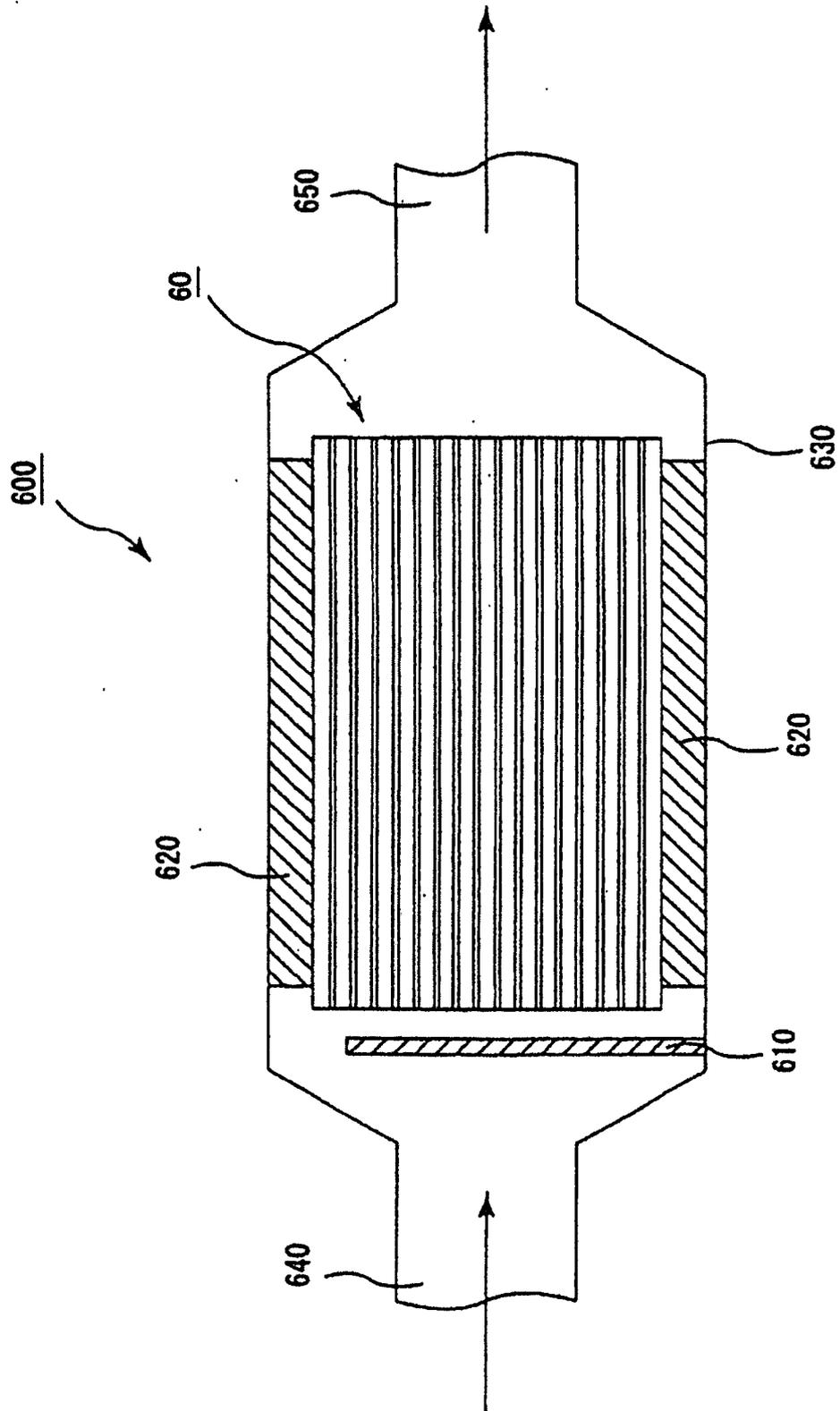


Fig. 9

