



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 18 937 T2** 2009.01.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 489 274 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 18 937.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP03/02519**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 707 200.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/074848**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.03.2003**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **12.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.12.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **30.01.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.01.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F01N 3/02** (2006.01)

**B01D 53/94** (2006.01)

**F01N 3/022** (2006.01)

**F01N 3/027** (2006.01)

**F01N 3/28** (2006.01)

**B01J 35/04** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**2002057887 04.03.2002 JP**

(73) Patentinhaber:

**Ibiden Co.,Ltd., Ogaki, Gifu, JP**

(74) Vertreter:

**Vossius & Partner, 81675 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

**TAOKA, Noriyuki, Ibi-gun, Gifu 501-0695, JP;  
OSHIMI, Yukio, Ibi-gun, Gifu 501-0695, JP**

(54) Bezeichnung: **WABENFILTER ZUR ABGASREINIGUNG UND ABGASREINIGUNGSVORRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****RÜCKVERWEISUNG AUF VERWANDTE ANMELDUNG**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht Priorität gegenüber der JP-A-2002-57887, eingereicht am 4. März 2002, deren Inhalt hierin durch Verweis eingefügt ist.

**TECHNISCHES GEBIET**

**[0002]** Die Erfindung betrifft ein Wabenfilter zur Abgasreinigung, das als Filter zum Entfernen von Partikeln u. ä. verwendet wird, die in Abgasen enthalten sind, die von einem Verbrennungsmotor abgegeben werden, z. B. einem Dieselmotor o. ä., sowie eine Abgasreinigungsvorrichtung, die das Wabenfilter zur Abgasreinigung verwendet.

**HINTERGRUND DER TECHNIK**

**[0003]** In den letzten Jahren haben Feststoffteilchen (Rußpartikel, im folgenden Partikel genannt), die in Abgasen enthalten sind, die von Verbrennungsmotoren solcher Fahrzeuge wie Busse, Lastkraftwagen o. ä. sowie Baumaschinen u. ä. abgegeben werden, starke Probleme verursacht, da diese Partikel für die Umwelt und den menschlichen Körper schädlich sind.

**[0004]** Vorgeschlagen wurden verschiedene Keramikfilter, die ermöglichen, daß Abgase poröse Keramikwerkstoffe durchströmen, und Partikel in den Abgasen auffangen, um die Abgase zu reinigen.

**[0005]** Herkömmlich wurden für Keramikfilter dieser Art Wabenfilter vorgeschlagen, die eine Struktur haben, bei der eine Anzahl von Durchgangslöchern parallel zueinander in einer Richtung plaziert ist und Wandabschnitte, die die Durchgangslöcher voneinander trennen, als Filter fungieren können. Anders gesagt ist jedes der im Keramikfilter gebildeten Durchgangslöcher mit einem Stopfen an seinem abgaseinlaßseitigen oder -auslaßseitigen Ende abgedichtet, so daß Abgase, die in ein Durchgangslot eingetreten sind, aus einem weiteren Durchgangslot abgegeben werden, nachdem sie stets jeden Wandabschnitt durchlaufen haben, der die Durchgangslöcher trennt.

**[0006]** Eine Abgasreinigungsvorrichtung hat eine Struktur, bei der das Wabenfilter mit dieser Anordnung in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors vorgesehen ist, und werden Partikel in Abgasen, die vom Verbrennungsmotor abgegeben werden, veranlaßt, das Wabenfilter zu durchlaufen, werden die Partikel durch den Wandabschnitt abgefangen, so daß die Abgase gereinigt werden.

**[0007]** Schreitet ein solcher Reinigungsvorgang für Abgase fort, werden Partikel allmählich auf der Trennwand angesammelt, die die Durchgangslöcher des Keramikfilters trennt, was Verstopfung und die anschließende Unterbrechung der Gasdurchlässigkeit verursacht. Aus diesem Grund muß das o. g. Keramikfilter einem Regenerationsvorgang regelmäßig unterzogen werden, indem man durch eine Heizeinrichtung, z. B. eine Heizung o. ä., erwärmte Gase das Durchgangslot durchströmen läßt, um so die Partikel zu verbrennen und zu entfernen, durch die es zum Verstopfen kommt.

**[0008]** In einem solchen Regenerationsvorgang des herkömmlichen Wabenfilters ist es aber schwierig, auf der Trennwand angesammelte Partikel vollständig zu verbrennen und zu entfernen, und der Regenerationsvorgang des Wabenfilters verursacht Ascherückstandskomponenten (Asche), die von Metallkomponenten der Partikel auf der Trennwand herrühren. Normalerweise bleibt diese Asche über nahezu der gesamten Fläche des Wandabschnitts in einem gleichmäßigen Zustand, und das herkömmliche Wabenfilter erschwert es, die Asche vom Wandabschnitt zu trennen und kann die Asche innerhalb des Durchgangslotchs kaum mit Hilfe von Gasen bewegen, die in das Durchgangslot im Regenerationsvorgang des Wabenfilters eintreten (siehe **Fig. 9(a)** bis **9(c)**).

**[0009]** Hierbei ist **Fig. 9(a)** eine Querschnittaufnahme, die einen Querschnitt eines solchen Wabenfilters parallel zur Längsrichtung zeigt, **Fig. 9(b)** zeigt teilweise vergrößerte Querschnittaufnahmen, die Querschnitte des Wabenfilters von **Fig. 9(a)** in der Umgebung der Abgaseinlaßseite, des Mittelabschnitts und der Abgasauslaßseite darstellen, und **Fig. 9(c)** zeigt teilweise vergrößerte Querschnittaufnahmen senkrecht zur Längsrichtung in der Umgebung der Abgaseinlaßseite, des Mittelabschnitts und der Abgasauslaßseite des Wabenfilters. Bei diesem Wabenfilter verbleibt nachweislich Weißasche nahezu über der gesamten Fläche der Trennwand.

**[0010]** Da aus diesem Grund bei Durchführung des Vorgangs zum Einfangen der Partikel durch Verwendung der Abgasreinigungsvorrichtung mit Hilfe des herkömmlichen Wabenfilters der Regenerationswirkungsgrad im Regenerationsvorgang des Wabenfilters niedrig ist, steigt der Druckverlust schnell, was häufige Regenerationsvorgänge des Wabenfilters nötig macht.

**[0011]** Bei wiederholter Durchführung des Einfangvorgangs und Regenerationsvorgangs von Partikeln steigt die in gleichmäßigem Zustand über nahezu der gesamten Fläche der Trennwand des Wabenfilters verbleibende Aschemenge schnell an, was Verstopfung in der Trennwand infolge der Asche verursacht. Da in diesem Fall der Anfangsdruckverlust nach dem Regenerationsvorgang des Wabenfilters infolge der Ascherückstände hoch wird, müssen Waschvorgänge zum Entfernen der Asche häufig durchgeführt werden.

**[0012]** In den Waschvorgängen zur Ascheentfernung muß das o. g. Wabenfilter normalerweise von der im Abgaskanal im Verbrennungsmotor vorgesehenen Abgasreinigungsvorrichtung gelöst und einem Waschvorgang mit Wasser, einer Chemikalienbehandlung u. ä. unterzogen werden; daher ist es nicht möglich, die herkömmliche Abgasreinigungsvorrichtung lange Zeit kontinuierlich zu verwenden.

**[0013]** Die EP-A-990777 offenbart ein Regenerationssystem für eine Abgasreinigungsvorrichtung mit einer Heizeinrichtung und einem schachbrettartigen SiC-Wabenfilter.

**[0014]** Die JP-A-8-028248 offenbart eine Abgasreinigungsvorrichtung mit Filtereinheiten, die in einem Stück miteinander verbunden sind, indem ein Dichtungsmaterial dazwischen eingefügt ist.

**[0015]** Die JP-A-2001-286725 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abgasbehandlung mit Hilfe eines Zeolithkatalysators, der in eine Reaktionssäule gefüllt ist.

**[0016]** Die JP-A-2-146212 offenbart eine Vorrichtung zum Einfangen von Partikeln und offenbart einen minimalen Innenzellendurchmesser (über 1,5 mm) sowie das Verhältnis der Durchgangslänge jeder Zelle zum minimalen Innendurchmesser (unter 60).

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0017]** Die Erfindung kam zustande, um diese Probleme zu lösen, und ihre Aufgabe besteht darin, folgendes bereitzustellen: ein Wabenfilter zur Abgasreinigung, das Partikel, die sich auf dem Wandabschnitt in einem Wabenfilter-Regenerationsvorgang ansammeln, nahezu vollständig verbrennen und entfernen kann und ermöglicht, daß sich Ascherückstände auf dem Wandabschnitt innerhalb des Durchgangslochs nach dem Regenerationsvorgang leicht bewegen, da die Asche vom Wandabschnitt leicht getrennt werden kann, sowie eine Abgasreinigungsvorrichtung, in der das Wabenfilter auch nach wiederholten Regenerationsvorgängen des Wabenfilters weniger anfällig für einen hohen Anfangsdruckverlust ist und lange Zeit kontinuierlich verwendet werden kann.

**[0018]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung hat ein Wabenfilter zur Abgasreinigung eine Struktur, bei der: ein aus poröser Keramik hergestellter Säulenkörper eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einem dazwischen eingefügten Wandabschnitt plziert sind; jedes der Durchgangslöcher mit einem Stopfen an einem abgaseinlaßseitigen Ende oder einem abgasauslaßseitigen Ende abgedichtet ist; und ein Teil oder der gesamte Wandabschnitt, der die Durchgangslöcher trennt, als Filter zum Auffangen von Partikeln fungiert, wobei eine Länge  $l$  (mm) der längsten Seite in einem Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und eine Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Säulenkörpers die Beziehung  $60 \leq L/l \leq 500$  erfüllen und eine Oberflächenrauhtiefe  $Ra$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs die Beziehung  $Ra \leq 100 \mu m$  erfüllt.

**[0019]** Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung hat ein Wabenfilter zur Abgasreinigung eine Struktur, bei der: ein aus poröser Keramik hergestellter Säulenkörper eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einem dazwischen eingefügten Wandabschnitt plziert sind; jedes der Durchgangslöcher mit einem Stopfen an einem Ende einer Abgaseinlaßseite oder einer Abgasauslaßseite abgedichtet ist; und ein Teil oder der gesamte Wandabschnitt, der die Durchgangslöcher trennt, als Filter zum Auffangen von Partikeln fungiert, wobei eine Fläche  $S$  (mm<sup>2</sup>) des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Säulenkörpers die Beziehung  $20 \leq L/S \leq 400$  erfüllen und eine Oberflächenrauhtiefe  $Ra$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs die Beziehung  $Ra \leq 100 \mu m$  erfüllt.

**[0020]** Weiterhin weist eine erfindungsgemäße Abgasreinigungsvorrichtung auf: ein Gehäuse, das mit einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors verbunden ist; und das erfindungsgemäße Wabenfilter zur Abgasreinigung sowie eine Erwärmungseinrichtung, die innerhalb des Gehäuses vorgesehen sind. Bei Durchführung eines Regenerationsvorgangs für das erfindungsgemäße Wabenfilter zur Abgasreinigung werden durch die Erwärmungseinrichtung erwärmte Gase in das Wabenfilter zur Abgasreinigung unter solchen Bedingungen strömen gelassen, daß eine Einströmgeschwindigkeit mindestens 0,3 m/s beträgt und eine Sauerstoffkonzentration mindestens 6% beträgt.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0021]** **Fig. 1(a)** ist eine Perspektivansicht, die ein Beispiel für ein Wabenfilter der Erfindung zur Abgasreinigung schematisch zeigt, und **Fig. 1(b)** ist eine Querschnittansicht an der Linie A-A von **Fig. 1(a)**.

**[0022]** **Fig. 2** ist eine Perspektivansicht, die ein weiteres Beispiel für das Wabenfilter der Erfindung schematisch darstellt.

**[0023]** **Fig. 3(a)** ist eine Perspektivansicht, die ein poröses Keramikteil schematisch zeigt, das im Wabenfilter der Erfindung gemäß **Fig. 2** verwendet wird, und **Fig. 3(b)** ist eine Querschnittansicht an der Linie B-B von **Fig. 3(a)**.

**[0024]** **Fig. 4** ist eine Querschnittansicht, die ein Beispiel für eine Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung schematisch zeigt.

**[0025]** **Fig. 5** ist eine Draufsicht, die ein Beispiel für ein Haltedichtungsteil schematisch zeigt, das in der Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung verwendet wird.

**[0026]** **Fig. 6(a)** ist eine Perspektivansicht, die ein Beispiel für ein Gehäuse schematisch darstellt, das in der Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung verwendet wird, und **Fig. 6(b)** ist eine Perspektivansicht, die ein Beispiel für ein weiteres Gehäuse schematisch zeigt.

**[0027]** **Fig. 7** ist eine Querschnittansicht, die einen Zustand schematisch darstellt, in dem das Wabenfilter gemäß **Fig. 3** hergestellt wird.

**[0028]** **Fig. 8(a)** ist eine Querschnittaufnahme, die durch Aufschneiden eines porösen Keramikteils eines Wabenfilters in Verbindung mit Beispiel 1 in Parallelrichtung zu seiner Längsrichtung aufgenommen wurde, und **Fig. 8(b)** zeigt teilweise vergrößerte Aufnahmen auf der Abgaseinlaßseite, im Mittelabschnitt und auf der Abgasauslaßseite der Querschnittaufnahmen, die durch Aufschneiden eines porösen Keramikteils eines Wabenfilters in Verbindung mit Beispiel 1 in senkrechter Richtung zur Längsrichtung des porösen Keramikteils aufgenommen wurden.

**[0029]** **Fig. 9(a)** ist eine Querschnittaufnahme, die durch Aufschneiden eines porösen Keramikteils eines Wabenfilters in Verbindung mit Vergleichsbeispiel 1 in Parallelrichtung zu seiner Längsrichtung aufgenommen wurde, **Fig. 9(b)** zeigt teilweise vergrößerte Aufnahmen auf der Abgaseinlaßseite, im Mittelabschnitt und auf der Abgasauslaßseite der Querschnittaufnahmen gemäß **Fig. 9(a)**, und **Fig. 9(c)** zeigt Querschnittaufnahmen auf der Abgaseinlaßseite, im Mittelabschnitt und auf der Abgasauslaßseite, die durch Aufschneiden eines porösen Keramikteils eines Wabenfilters in Verbindung mit Vergleichsbeispiel 1 in senkrechter Richtung zu seiner Längsrichtung aufgenommen wurden.

**[0030]** **Fig. 10** ist ein Diagramm einer Beziehung zwischen der Anzahl von Regenerationsvorgängen und dem Anfangsdruckverlust eines Wabenfilters jeweils in Verbindung mit Beispiel 17 und Vergleichsbeispiel 12.

#### NÄHERE OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0031]** Anhand der Zeichnungen erläutert die nachfolgende Beschreibung Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt der Erfindung sowie eine Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung.

**[0032]** Zunächst werden Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt der Erfindung beschrieben.

**[0033]** Das Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung hat eine Struktur, bei

der:

ein aus poröser Keramik hergestellter Säulenkörper eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einem dazwischen eingefügten Wandabschnitt plaziert sind; jedes der Durchgangslöcher mit einem Stopfen an einem abgaseinlaßseitigen Ende oder einem abgasauslaßseitigen Ende abgedichtet ist; und

ein Teil oder der gesamte Wandabschnitt, der die Durchgangslöcher trennt, als Filter zum Auffangen von Partikeln fungiert,

wobei

eine Länge  $l$  (mm) der längsten Seite in einem Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und eine Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Säulenkörpers die Beziehung  $60 \leq L/l \leq 500$  erfüllen

und

eine Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs die Beziehung  $R_a \leq 100 \mu\text{m}$  erfüllt.

**[0034]** Das Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung hat eine Struktur, bei der:

ein aus poröser Keramik hergestellter Säulenkörper eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einem dazwischen eingefügten Wandabschnitt plaziert sind;

jedes der Durchgangslöcher mit einem Stopfen an einem Ende einer Abgaseinlaßseite oder einer Abgasauslaßseite abgedichtet ist; und

ein Teil oder der gesamte Wandabschnitt, der die Durchgangslöcher trennt, als Filter zum Auffangen von Partikeln fungiert,

wobei

eine Fläche  $S$  ( $\text{mm}^2$ ) des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Säulenkörpers die Beziehung  $20 \leq L/S \leq 400$  erfüllen und

eine Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs die Beziehung  $R_a \leq 100 \mu\text{m}$  erfüllt.

**[0035]** Anders gesagt hat das Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung die gleiche Struktur wie das Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung mit der Ausnahme, daß es statt Erfüllung des Vergleichsausdrucks  $60 \leq L/l \leq 500$  den Vergleichsausdruck  $20 \leq L/S \leq 400$  erfüllt. In Abhängigkeit von der Form des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs ist das Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung mit dem Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung identisch.

**[0036]** Daher erläutert die folgende Beschreibung gleichzeitig das Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung zusammen mit dem Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung als Wabenfilter zur Abgasreinigung der Erfindung, wobei unterschiedliche Abschnitte jeweils erläutert werden.

**[0037]** **Fig. 1(a)** ist eine Perspektivansicht, die ein Beispiel für ein erfindungsgemäßes Wabenfilter zur Abgasreinigung (im folgenden einfach Wabenfilter der Erfindung genannt) schematisch zeigt, und **Fig. 1(b)** ist eine Querschnittansicht an der Linie A-A des Wabenfilters gemäß **Fig. 1(a)**.

**[0038]** Wie **Fig. 1(a)** zeigt, hat ein Wabenfilter **10** der Erfindung zur Abgasreinigung eine Struktur, bei der ein aus poröser Keramik hergestellter Säulenkörper eine Anzahl von Durchgangslöchern **11** aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einem dazwischen eingefügten Wandabschnitt **13** plaziert sind; und ein Teil oder der gesamte Wandabschnitt **13**, der die Durchgangslöcher trennt, funktioniert als Filter zum Auffangen von Partikeln.

**[0039]** Anders gesagt ist gemäß **Fig. 1(b)** bei jedem der im porösen Keramikteil **10** gebildeten Durchgangslöcher **11** eines seiner Enden auf der Einlaßseite oder Auslaßseite von Abgasen mit einem Stopfen **12** abgedichtet; somit sind Abgase, die in eines der Durchgangslöcher **11** eingetreten sind, dazu bestimmt, aus einem weiteren Durchgangsloch **11** auszuströmen, nachdem sie stets den Wandabschnitt **13** durchlaufen haben, der die entsprechenden Durchgangslöcher **11** trennt.

**[0040]** Folglich werden Partikel, die in den Abgasen enthalten sind, die in das Wabenfilter **10** eingetreten sind, durch den Wandabschnitt **13**, beim Durchlaufen des Wandabschnitts **13** eingefangen, so daß die Abgase gereinigt werden.

**[0041]** Das Wabenfilter **10** der Erfindung ist so gestaltet, daß eine Länge  $l$  (mm) der längsten Seite in einem Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** und eine Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Wabenfilters **10** (Säulenkörpers) die Beziehung  $60 \leq L/l \leq 500$  erfüllen, oder es ist alternativ so gestaltet, daß eine Fläche  $S$  (mm<sup>2</sup>) des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Wabenfilters **10** (Säulenkörpers) die Beziehung  $20 \leq L/S \leq 400$  erfüllen.

**[0042]** Im Wabenfilter **10** der Erfindung erfüllen vorzugsweise alle Durchgangslöcher **11** den Vergleichsausdruck  $60 \leq L/l \leq 500$  oder den Vergleichsausdruck  $20 \leq L/S \leq 400$ ; unterscheidet sich aber der Wert von  $L/l$  oder der Wert von  $L/S$  für jedes der Durchgangslöcher, kann ihr Mittelwert den Vergleichsausdruck  $60 \leq L/l \leq 500$  oder den Vergleichsausdruck  $20 \leq L/S \leq 400$  erfüllen.

**[0043]** Insbesondere ist erwünscht, daß diese Beziehung auf der Abgaseinlaßseite erfüllt ist.

**[0044]** Durch Festlegen des Werts  $L/l$  oder  $L/S$  in einem solchen Bereich im Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10** strömen Gase, die durch eine Erwärmungseinrichtung (nicht gezeigt) auf hohe Temperaturen erwärmt wurden, zum Ende auf der Abgasauslaßseite als Laminarströmung innerhalb des Durchgangslochs **11**; da die auf dem Wandabschnitt **13** abgeschiedenen Partikel von der Abgaseinlaßseite fortschreitend verbrannt werden, können daher die Partikel nahezu vollständig verbrannt und entfernt werden.

**[0045]** Liegt der Wert  $L/l$  unter 60 oder liegt der Wert  $L/S$  unter 20, wird die Länge ( $l$ ) der längsten Seite im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** zu lang, oder die Fläche ( $S$ ) im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** wird zu groß, oder die Länge ( $L$ ) in Längsrichtung des Wabenfilters **10** wird zu kurz. Wird die Länge ( $l$ ) der längsten Seite im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** zu lang oder wird die Fläche ( $S$ ) im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** zu groß, so wird das Durchgangsloch **11** im Wabenfilter **10** groß und formt innerhalb des Durchgangslochs **11** strömende Gase nicht zu einer Laminarströmung im Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10**. Folglich ist es im Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10** unmöglich, die auf dem Wandabschnitt **13** abgeschiedenen Partikel von der Abgaseinlaßseite nacheinander zu verbrennen; dadurch verbleibt in der Tendenz Asche im Weg, oder Partikel werden nicht vollständig entfernt, was zu Beeinträchtigung des Regenerationswirkungsgrads im Wabenfilter und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit häufiger Regenerationsvorgänge des Wabenfilters **10** führt. Wird ferner die Länge ( $L$ ) in Längsrichtung des Wabenfilters **10** zu kurz, kommt es aufgrund der Tatsache, daß Gase mit dem abgedichteten Abschnitt (Stopfen) am anderen Ende des Wabenfilters **10** leicht kollidieren, zur Erzeugung einer turbulenten Strömung im Durchgangsloch. Da folglich der Verbrennungsvorgang nicht vom Einlaßabschnitt des Wabenfilters **10**, sondern von allen Abschnitten in seinem Inneren gleichzeitig beginnt, wird die resultierende Asche im Durchgangsloch insgesamt gleichmäßig abgeschieden und kann sich nicht zur Abgasauslaßseite bewegen. Da hierbei die Länge des Wandabschnitts **13** in Längsrichtung natürlich verkürzt ist (d. h. die Filterfläche kleiner wird), tritt Verstopfung infolge der Partikel schnell auf, was häufige Regenerationsvorgänge des Wabenfilters **10** notwendig macht und somit die Kraftstoffkosten steigert.

**[0046]** Übersteigt dagegen der Wert  $L/l$  500 oder übersteigt der Wert  $L/S$  400, wird die Länge ( $l$ ) der längsten Seite im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** zu kurz, oder die Fläche ( $S$ ) im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** wird zu klein, oder die Länge ( $L$ ) in Längsrichtung des Wabenfilters **10** wird zu lang. Wird die Länge ( $l$ ) der längsten Seite im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** zu kurz oder wird die Fläche ( $S$ ) im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs **11** zu klein, so wird es für die Abgase schwierig, das Durchgangsloch **11** zu durchströmen, wodurch Partikel nicht gleichmäßig eingefangen werden; folglich werden die Partikel auf dem Abschnitt der Abgaseinlaßseite des Wabenfilters **10** abgeschieden, wodurch es zu Brückenbildung kommt. In einem solchen Fall ist anzunehmen, daß im Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10** die Verbrennung von Partikeln nur auf der Abgaseinlaßseite auftritt, was es der Asche unmöglich macht, sich zur Abgasauslaßseite zu bewegen, sowie Risse infolge einer Wärmebelastung verursacht, der das Wabenfilter **10** ausgesetzt ist.

**[0047]** Wird ferner die Länge ( $L$ ) in Längsrichtung des Wabenfilters **10** zu lang, so wird es im Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10** aufgrund der Tatsache, daß die Abgase Schwierigkeiten haben ist, das Durchgangsloch **11** zu durchströmen, schwierig, Partikel gleichmäßig einzufangen; folglich werden die Partikel auf dem Abschnitt der Abgaseinlaßseite des Wabenfilters **10** abgeschieden, wodurch es zu Brückenbildung kommt. Weiterhin ist es unmöglich, die Abgasauslaßseite des Wabenfilters **10** auf eine hohe Temperatur zu erwärmen, wodurch die auf dem Wandabschnitt **13** in der Umgebung der Abgasauslaßseite abgeschiedenen Partikel nicht verbrannt und entfernt werden. Folglich tritt im Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10** eine Verbrennung der Partikel von der Abgaseinlaßseite bis zum Mittelabschnitt auf, was zu Rissen infolge einer

Wärmebelastung im Wabenfilter **10** führt.

**[0048]** Erwünscht ist hierbei, daß der Wert  $L/I$  in einem Bereich von  $100 \leq L/I \leq 300$  festgelegt ist. Dieser Bereich ermöglicht, auf dem Wandabschnitt **13** abgeschiedene Partikel wirksamer zu verbrennen und zu entfernen.

**[0049]** Weiterhin ist im Wabenfilter **10** der Erfindung die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs **11** auf  $R_a \leq 100 \mu\text{m}$  festgelegt. Dadurch können Ascherückstände auf dem Wandabschnitt **13** durch den Regenerationsvorgang vom Wandabschnitt **13** leicht getrennt werden. Daher wird es in diesem Regenerationsvorgang möglich, auf dem Wandabschnitt **13** abgeschiedene Asche mit Hilfe von Hochtemperaturgasen leicht zu bewegen, die als Laminarströmung strömen, und somit Asche daran zu hindern, auf der gesamten Oberfläche des Wandabschnitts **13** in gleichmäßigem Zustand zu verbleiben.

**[0050]** Wie zuvor beschrieben, besteht eines der herkömmlichen Probleme darin, daß es schwierig ist, die Ascherückstände auf dem Wandabschnitt abzutrennen, und der Grund dafür ist noch nicht geklärt; allerdings wurde durch Untersuchungen im Rahmen der Erfindung festgestellt, daß durch Festlegen der Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs auf  $R_a \leq 100 \mu\text{m}$  die Ascherückstände auf dem Wandabschnitt leicht abgelöst werden können.

**[0051]** Bei über  $100 \mu\text{m}$  Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs **11** wird es schwierig, die auf dem Wandabschnitt **13** abgeschiedene Asche nach dem Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10** vom Wandabschnitt **13** zu trennen; dadurch bewegt dieser Regenerationsvorgang die Asche nicht zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs **11** mit Hilfe von Hochtemperaturgasen, die in das Innere des Durchgangslochs **11** eintreten. Aus diesem Grund ist diese Asche über dem gesamten Wandabschnitt **13** vorhanden; bei wiederholter Durchführung des Regenerationsvorgangs des Wabenfilters **10** wird dadurch der Anfangsdruckverlust des Wabenfilters **10** schnell höher, was es unmöglich macht, das Filter lange Zeit kontinuierlich zu verwenden.

**[0052]** Erwünscht ist, daß die Obergrenze für die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs **11** auf  $50 \mu\text{m}$  festgelegt ist, stärker erwünscht auf  $10 \mu\text{m}$ . Dadurch wird es im Regenerationsvorgang des Wabenfilters **10** möglich, die auf dem Durchgangsloch **11** abgeschiedene Asche vom Wandabschnitt **13** mit Hilfe der Gase als Laminarströmung wirksamer zu trennen, die in das Durchgangsloch **11** strömt, und somit die Asche durch das Durchgangsloch **11** zu bewegen.

**[0053]** Erwünscht ist, daß die Untergrenze für die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs **11** auf  $1,0 \mu\text{m}$  festgelegt ist. Ist die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs **11** kleiner als  $1,0 \mu\text{m}$ , werden Partikel so abgeschieden, daß sie die Lücken zwischen Teilchen aus einem porösen Keramikmaterial füllen, das die Innenwände des Durchgangslochs **11** bildet; dadurch kommt es in der Tendenz zu Verstopfung in den Innenwänden des Durchgangslochs **11**. Da folglich Asche zwischen den Teilchen nach dem Regenerationsvorgang leicht angesammelt wird, wird es schwierig, die Asche zu lösen. Zudem werden die Partikel, die so eingefangen wurden, daß sie die Lücken zwischen den Teilchen füllen, die die Innenwände des Durchgangslochs **11** bilden, aggregiert und können kaum reagieren, so daß der Regenerationsvorgang schwierig wird. Beträgt die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs **11** mindestens  $1,0 \mu\text{m}$ , werden die Abgase veranlaßt, verschiedene Strömungen zu bilden, so daß die Partikel eingefangen werden können, während Verstopfung in den Innenwänden des Durchgangslochs **11** verhindert wird; dadurch läßt sich eine Beeinträchtigung des Reaktionsvermögens im Regenerationsvorgang vermeiden. Indem die Abgase verschiedene Arten von Strömungen bilden können, wird zudem bewirkt, daß die Abgase heftiger ein- und ausströmen, so daß es möglich wird, die Asche von den Innenwänden des Durchgangslochs **11** leichter zu lösen.

**[0054]** Das Wabenfilter **10** der Erfindung ist aus einem porösen Keramikmaterial hergestellt. Zu Beispielen für das Keramikmaterial, das nicht speziell eingeschränkt ist, zählen: solche Oxidkeramikwerkstoffe wie Cordierit, Aluminiumoxid, Siliciumoxid, Mullit u. ä.; solche Carbidkeramikwerkstoffe wie Siliciumcarbid, Zirkoniumcarbid, Titancarbid, Tantalcarbid, Wolframcarbid u. ä.; sowie solche Nitridkeramikwerkstoffe wie Aluminiumnitrid, Siliciumnitrid, Bornitrid, Titanitrid u. ä. Genutzt werden normalerweise solche Oxidkeramikwerkstoffe wie Cordierit u. ä. Diese Materialien ermöglichen, das Herstellungsverfahren mit geringen Kosten durchzuführen, haben einen vergleichsweise kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten und sind im Gebrauch weniger oxidationsanfällig. Ferner können siliciumhaltige Keramikwerkstoffe, die durch Einmischen von metallischem Silicium in die o. g. Keramikwerkstoffe hergestellt sind, und durch Silicium und Silicatverbindungen gebundene Keramikwerkstoffe verwendet werden.

[0055] Obwohl sie nicht speziell eingeschränkt ist, ist erwünscht, daß die Porosität des Wabenfilters **10** der Erfindung in einem Bereich von 40 bis 80% festgelegt ist. Liegt die Porosität unter 40% ist das Wabenfilter **10** verstopfungsanfälliger, während bei einer Porosität über 80% die Festigkeit des Wabenfilters **10** beeinträchtigt wird; dadurch kann es leicht zerbrechen.

[0056] Hierbei läßt sich diese Porosität durch bekannte Verfahren messen, z. B. ein Quecksilberereinpreßverfahren, Archimedesverfahren, ein Meßverfahren mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops (REM) u. ä.

[0057] Erwünscht ist, daß der mittlere Porendurchmesser des Wabenfilters **10** in einem Bereich von 5 bis 100 µm festgelegt ist. Unter 5 µm verursacht der mittlere Porendurchmesser in der Tendenz leicht Verstopfen von Partikeln. Übersteigt dagegen der mittlere Porendurchmesser 100 µm, werden Partikel in der Tendenz veranlaßt, die Poren zu durchlaufen; somit können die Partikel nicht eingefangen werden, wodurch die Teile nicht als Filter fungieren können.

[0058] Weiterhin ist gemäß **Fig. 1(b)** im Wabenfilter **10** eine Anzahl von Durchgangslöchern **11** zum Durchströmenlassen von Abgasen parallel zueinander in Längsrichtung mit dem dazwischen eingefügten Wandabschnitt **13** plaziert, und bei jedem der Durchgangslöcher **11** ist eines seiner Enden auf der Einlaßseite oder Auslaßseite mit einem Stopfen **12** abgedichtet.

[0059] Für das Material, das zur Bildung des Stopfens **12** zu verwenden ist, wird ohne spezielle Einschränkung beispielsweise das zuvor erwähnte Keramikmaterial vorgeschlagen. Erwünscht ist, daß insbesondere das gleiche Material wie das Keramikmaterial verwendet wird, aus dem das Wabenfilter **10** gebildet ist. Dadurch wird es möglich, für den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu sorgen und somit Rißbildung infolge von Temperaturänderungen im Gebrauch und bei Regenerationsvorgängen zu verhindern.

[0060] Die Größe des Wabenfilters **10** ist nicht speziell eingeschränkt und wird unter Berücksichtigung der Größe eines Abgaskanals des zu verwendenden Verbrennungsmotors u. ä. geeignet bestimmt.

[0061] Zudem ist seine Form nicht speziell eingeschränkt, solange sie eine Säulenform ist, z. B. kann jede gewünschte Form wie eine Zylinderform, elliptische Säulenform, rechtwinklige Säulenform u. ä. verwendet werden. Allgemein werden gemäß **Fig. 1** solche mit einer Zylinderform oft gebraucht.

[0062] Weiterhin ist im Wabenfilter der Erfindung erwünscht, daß ein Säulenkörper gebildet ist, indem mehrere rechtwinklige säulenförmige poröse Keramikteile durch Klebeschichten kombiniert sind, wobei jedes dieser säulenförmigen porösen Keramikteile eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit dazwischen eingefügten Trennwänden plaziert sind. Da mit dieser Anordnung der Säulenkörper in mehrere poröse Keramikteile aufgeteilt ist, läßt sich eine auf die porösen Keramikteile im Gebrauch ausgeübte Wärmebeanspruchung reduzieren und folglich dem Wabenfilter der Erfindung ausgezeichnete Wärmebeständigkeit verleihen. Zudem ist es durch Erhöhen oder Verringern der Anzahl poröser Keramikteile möglich, seine Größe frei einzustellen.

[0063] **Fig. 2** ist eine Perspektivansicht, die ein weiteres Beispiel für das Wabenfilter der Erfindung schematisch darstellt, **Fig. 3(a)** ist eine Perspektivansicht, die ein Beispiel für poröse Keramikteile schematisch zeigt, die das Wabenfilter gemäß **Fig. 2** bilden, und **Fig. 3(b)** ist eine Querschnittansicht an der Linie B-B von **Fig. 3(a)**.

[0064] Gemäß **Fig. 2** sind in einem Wabenfilter **20** der Erfindung mehrere poröse Keramikteile **30** über Klebeschichten **24** zu einem Keramikblock **25** miteinander kombiniert, und eine Dichtungsmaterialschicht **26** ist auf dem Umfang des Keramikblocks **25** gebildet. Weiterhin hat gemäß **Fig. 3** jedes der porösen Keramikteile **30** eine Struktur, bei der eine Anzahl von Durchgangslöchern **31** parallel zueinander in Längsrichtung plaziert ist, so daß Trennwände **33**, die die Durchgangslöcher **31** voneinander trennen, als Filter fungieren können.

[0065] Anders gesagt ist gemäß **Fig. 3(b)** bei jedem der im porösen Keramikteil **30** gebildeten Durchgangslöcher **31** eines seiner Enden auf der Einlaßseite oder Auslaßseite von Abgasen mit einem Stopfen **32** abgedichtet; dadurch strömen Abgase, die in eines der Durchgangslöcher **31** eingetreten sind, durch ein anderes Durchgangsloch **31** aus, nachdem sie stets den Wandabschnitt **33** durchlaufen haben, der die entsprechenden Durchgangslöcher **31** trennt.

[0066] Weiterhin ist die Dichtungsmaterialschicht **26** so plaziert, daß sie Abgase daran hindert, den Umfang jedes Keramikblocks **25** zu durchdringen, wenn das Wabenfilter **20** in einem Abgaskanal eines Verbrennungs-

motors vorgesehen ist.

[0067] Hierbei geben in **Fig. 3(b)** Pfeile die Strömungen von Abgasen an.

[0068] Das Wabenfilter **20** mit dieser Struktur ist im Abgaskanal in einem Verbrennungsmotor so platziert, daß Partikel in den vom Verbrennungsmotor abgegebenen Abgasen durch die Trennwand **33** beim Durchströmen des Wabenfilters **20** eingefangen werden; dadurch werden die Abgase gereinigt.

[0069] Da das Wabenfilter **20** dieser Art ausgezeichnete Wärmebeständigkeit hat und für leichte Regenerationsvorgänge u. ä. sorgt, wurde es auf verschiedene Großfahrzeuge und Fahrzeuge mit Dieselmotoren angewendet.

[0070] Im Wabenfilter **20** der Erfindung mit dieser Struktur entspricht die Länge der längsten Seite des Durchgangslochs **31** des porösen Keramikteils **30** im Wabenfilter **10**, die Fläche des Durchgangslochs **31** des porösen Keramikteils **30** entspricht S im Wabenfilter **10**, und die Länge in Längsrichtung des porösen Keramikteils **30** entspricht L im Wabenfilter **10**. Auch im Wabenfilter **20** der Erfindung erfüllen l und L die Beziehung  $60 \leq L/l \leq 500$ , oder S und L erfüllen die Beziehung  $20 \leq L/S \leq 400$ , und die Oberflächenrauhtiefe Ra (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs **31** erfüllt die Beziehung  $Ra \leq 100 \mu\text{m}$ .

[0071] Für das Material des porösen Keramikteils **30**, das nicht speziell eingeschränkt ist, können die gleichen Materialien wie die zuvor genannten Keramikmaterialien verwendet werden. Erwünscht ist insbesondere, Siliciumcarbid zu verwenden, das große Wärmebeständigkeit, ausgezeichnete mechanische Eigenschaften und hohe Wärmeleitfähigkeit hat.

[0072] Für die Porosität und den mittleren Porendurchmesser des porösen Keramikteils **30** können die gleiche Porosität und der gleiche mittlere Porendurchmesser wie im anhand von [Fig. 1](#) erläuterten Wabenfilter **10** der Erfindung verwendet werden.

[0073] Für die Teilchengröße von Keramikteilchen, die bei Herstellung der porösen Keramikteile **30** zu verwenden sind, gelten zwar keine speziellen Einschränkungen, aber erwünscht ist, solche zu verwenden, die im anschließenden Sinterverfahren weniger schrumpfanfällig sind, und erwünscht ist, solche Teilchen zu verwenden, die durch Kombinieren von 100 Gewichtsteilen Teilchen mit einer mittleren Teilchengröße von 0,3 bis 50  $\mu\text{m}$  mit 5 bis 65 Gewichtsteilen Teilchen mit einer mittleren Teilchengröße von 0,1 bis 1,0  $\mu\text{m}$  hergestellt sind. Durch Mischen von Keramikpulvern mit diesen jeweiligen Teilchengrößen und diesem Mischungsverhältnis läßt sich ein poröses Keramikteil **30** bereitstellen.

[0074] Für das die Klebeschicht **24** bildende Material gilt keine besondere Einschränkung, und es kann z. B. ein Material verwendet werden, das sich aus einem anorganischen Bindemittel, einem organischen Bindemittel, anorganischen Fasern und anorganischen Teilchen zusammensetzt.

[0075] Für das anorganische Bindemittel können z. B. Kieselsol, Tonerdesol u. ä. verwendet werden. Jedes davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten von ihnen können in Kombination zum Einsatz kommen. Unter den anorganischen Bindemitteln wird Kieselsol stärker erwünscht verwendet.

[0076] Zu Beispielen für das organische Bindemittel zählen Polyvinylalkohol, Methylcellulose, Ethylcellulose, Carboxymethylcellulose u. ä. Jedes von diesen kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten von diesen können in Kombination zum Einsatz kommen. Unter den organischen Bindemitteln wird Carboxymethylcellulose stärker erwünscht verwendet.

[0077] Zu Beispielen für die anorganischen Fasern zählen Keramikfasern, z. B. Siliciumoxid-Aluminiumoxid (Aluminiumsilikat), Mullit, Aluminiumoxid, Siliciumoxid u. ä. Jede davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten von ihnen können in Kombination zum Einsatz kommen. Unter den anorganischen Fasern werden Aluminiumoxid-Siliciumoxid-Fasern stärker erwünscht verwendet.

[0078] Zu Beispielen für die anorganischen Teilchen zählen Carbide, Nitride u. ä., und zu spezifischen Beispielen gehören anorganisches Pulver oder Whisker, die aus Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Bornitrid u. ä. hergestellt sind. Jedes davon kann allein verwendet werden, oder zwei oder mehr Arten von ihnen können in Kombination zum Einsatz kommen. Unter den anorganischen feinen Teilchen wird Siliciumcarbid mit ausgezeichneter Wärmeleitfähigkeit stärker erwünscht verwendet.

**[0079]** Im Wabenfilter **20** gemäß [Fig. 2](#) ist der Keramikblock **25** in eine Zylinderform geformt; aber ohne Einschränkung auf die Zylinderform kann der Keramikblock des Wabenfilters der Erfindung jede gewünschte Form haben, z. B. eine elliptische Säulenform, eine rechteckige Säulenform u. ä.

**[0080]** Weiterhin ist die Dichtungsmaterialschicht **26** auf dem Umfang des Keramikblocks **25** gebildet, um Abgase daran zu hindern, den Umfang jedes Keramikblocks **25** zu durchdringen. Für das Material der Dichtungsmaterialschicht, das nicht speziell eingeschränkt ist, kann z. B. das gleiche Material wie für die o. g. Klebeschicht **24** verwendet werden.

**[0081]** Ohne spezielle Einschränkung ist erwünscht, daß die Dicke der Dichtungsmaterialschicht in einem Bereich von 0,3 bis 1,0 mm festgelegt ist. Unter 0,3 mm Dicke kommt es in der Tendenz zum Austritt von Abgasen aus dem Umfang des Keramikblocks **25**, wogegen es bei über 1,0 mm Dicke in der Tendenz zu beeinträchtigter Wirtschaftlichkeit kommt, wenngleich der Austritt von Abgasen ausreichend verhindert werden kann.

**[0082]** Weiterhin kann das Wabenfilter der Erfindung einen Katalysator haben, der  $\text{CO}_3$  HO,  $\text{NO}_x$  u. ä. in den Abgasen entfernen kann.

**[0083]** Trägt es einen solchen Katalysator, kann das Wabenfilter der Erfindung als Filter fungieren, das Partikel in Abgasen einzufangen vermag, und auch als Katalysatorträgerteil zum Entfernen von  $\text{CO}_3$  HO,  $\text{NO}_x$  u. ä. fungieren, die in Abgasen enthalten sind.

**[0084]** Ferner ist es im Wabenfilter der Erfindung durch Beschichten der Innenwände des Durchgangslochs mit einem Katalysator möglich, Asche leicht abzulösen. Normalerweise reagieren solche Verbindungen wie Sulfide und Phosphite, die in Abgasen aus Kraftstoff o. ä. enthalten sind, mit der Katalysatordeckschicht und dem Filter zu Asche und bleiben daran haften. Angenommen wird aber, daß die Haftung von Metall, z. B. dem Katalysator, ermöglicht, die Asche an der Reaktion mit der Katalysatordeckschicht und dem Filter zu hindern.

**[0085]** Zu Beispielen für den Katalysator, der nicht speziell eingeschränkt ist, solange er  $\text{CO}_3$  HO,  $\text{NO}_x$  u. ä. in Abgasen entfernen kann, zählen solche Edelmetalle wie Platin, Palladium, Rhodium u. ä. Zusätzlich zu den Edelmetallen kann ein solches 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) oder ein Übergangsmetall zugegeben sein.

**[0086]** Beim Auftragen des Katalysators auf das Wabenfilter der Erfindung ist außerdem bevorzugt, den Katalysator aufzutragen, nachdem die Oberfläche mit einem solchen Trägereil wie Aluminiumoxid o. ä. vorbeschichtet wurde. Dadurch wird es möglich, die spezifische Oberfläche zu vergrößern, den Dispersionsgrad des Katalysators zu erhöhen und folglich den reaktionsfähigen Anteil des Katalysators zu steigern. Da zudem das Trägereil Sintern des Katalysatormetalls verhindert, läßt sich die Wärmebeständigkeit des Katalysators verbessern. Zusätzlich wird auch der Druckverlust gesenkt.

**[0087]** Das Wabenfilter der Erfindung, auf dem dieser Katalysator aufgebracht ist, kann als Gasreinigungsvorrichtung auf die gleiche Weise wie die herkömmlich bekannten DPF (Dieselpartikelfilter) mit Katalysator funktionieren. Daher entfällt in der nachfolgenden Beschreibung die nähere Darstellung des Falls, in dem das Wabenfilter der Erfindung auch als Katalysatorträgerteil dient.

**[0088]** Wie zuvor beschrieben, erfüllen im Wabenfilter der Erfindung mit Bezug auf einen Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs die Länge  $l$  (mm) der längsten Seite und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Wabenfilters (Säulenkörpers) die Beziehung  $60 \leq L/l \leq 500$ , oder die Fläche  $S$  ( $\text{mm}^2$ ) des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Wabenfilters (Säulenkörpers) erfüllen die Beziehung  $20 \leq L/S \leq 400$ , und die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs ist auf höchstens 100  $\mu\text{m}$  festgelegt.

**[0089]** Daher durchströmen im Wabenfilter der Erfindung während des Regenerationsvorgangs Gase, die durch die Erwärmungseinrichtung auf hohe Temperaturen erwärmt wurden, das Innere des Durchgangslochs als Laminarströmung; da somit die auf den Innenwänden des Durchgangslochs abgeschiedenen Partikel von der Abgaseinlaßseite nacheinander verbrannt werden, können die Partikel nahezu vollständig verbrannt und entfernt werden.

**[0090]** Zudem ist im Wabenfilter der Erfindung die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  auf höchstens 100  $\mu\text{m}$  festgelegt; dadurch können Ascherückstände, die nach dem Regenerationsvorgang des Wabenfilters auf dem

Wandabschnitt verbleiben, vom Wandabschnitt leicht getrennt werden. Daher wird es in diesem Regenerationsvorgang möglich, die Asche innerhalb des Durchgangslochs mit Hilfe von Hochtemperaturgasen leicht zu bewegen, die durch das Innere des Durchgangslochs als Laminarströmung fließen, und folglich Asche daran zu hindern, auf der gesamten Oberfläche des Wandabschnitts in gleichmäßigem Zustand zu verbleiben.

**[0091]** In der folgenden Beschreibung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung erläutert.

**[0092]** Die Abgasreinigungsvorrichtung weist auf:

ein Gehäuse, das mit einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors verbunden ist; und  
das Wabenfilter der Erfindung zur Abgasreinigung sowie eine Erwärmungseinrichtung; die innerhalb des Gehäuses eingebaut sind;

wobei

bei Durchführung eines Regenerationsvorgangs für das Wabenfilter zur Abgasreinigung durch die Erwärmungseinrichtung erwärmte Gase in das Wabenfilter zur Abgasreinigung unter Bedingungen strömen gelassen werden, daß eine Einströmgeschwindigkeit mindestens 0,3 m/s und eine Sauerstoffkonzentration mindestens 6% beträgt.

**[0093]** [Fig. 4](#) ist eine Querschnittansicht, die ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Abgasreinigungsvorrichtung schematisch darstellt.

**[0094]** Gemäß [Fig. 4](#) ist die Abgasreinigungsvorrichtung **100** der Erfindung hauptsächlich gebildet durch das o. g. Wabenfilter **20** der Erfindung, ein Gehäuse **130**, das den Umfang des Wabenfilters **20** abdeckt, ein Haltedichtungsmaterial **120**, das zwischen dem Wabenfilter **20** und dem Gehäuse **130** plaziert ist, sowie eine Erwärmungseinrichtung **110**, die auf der Abgaseinlaßseite des Wabenfilters **20** vorgesehen ist, und ein Einleitungsrohr **140**, das mit einem solchen Motor wie einem Verbrennungsmotor gekoppelt ist, ist mit einem Ende des Gehäuses **130** auf der Seite verbunden, an der Abgase eingeleitet werden, und ein Abgaberohr **150**, das nach außen führt, ist mit dem anderen Ende des Gehäuses **130** verbunden. Hierbei bezeichnen Pfeile in [Fig. 4](#) Strömungen der Abgase.

**[0095]** In [Fig. 4](#) wird hier das Wabenfilter **20** gemäß [Fig. 2](#) verwendet; gleichwohl kann das Wabenfilter, das in der Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung zu verwenden ist, als Wabenfilter **10** gemäß [Fig. 1](#) hergestellt sein.

**[0096]** In der Abgasreinigungsvorrichtung **100** der Erfindung mit dieser Anordnung werden von einem solchen Motor wie einem Verbrennungsmotor o. ä. abgegebene Abgase durch das Einleitungsrohr **140** in das Gehäuse **130** eingeleitet und können die Trennwand **33** aus dem Durchgangsloch **31** des Wabenfilters **20** durchlaufen, so daß nach Einfangen von Partikeln durch die Trennwand **33** die resultierenden gereinigten Abgase durch das Abgaberohr **150** nach außen abgegeben werden.

**[0097]** Hat sich in der Abgasreinigungsvorrichtung **100**, die diesen Abgasreinigungsbetrieb durchführt, eine große Partikelmenge auf der Trennwand **33** des Wabenfilters **20** angesammelt, um einen hohen Druckverlust zu verursachen, wird ein Regenerationsvorgang am Wabenfilter **20** durchgeführt.

**[0098]** In diesem Regenerationsvorgang werden durch die Erwärmungseinrichtung **110** erwärmte Abgase in die Durchgangslöcher **31** des Wabenfilters **20** strömen gelassen, so daß das Wabenfilter **20** erwärmt wird und die auf dem Wandabschnitt **13** angesammelten Partikel vollständig verbrannt und entfernt werden.

**[0099]** Für die durch die Erwärmungseinrichtung **110** zu erwärmenden Gase seien z. B. von einem solchen Motor wie einem Verbrennungsmotor o. ä. abgegebene Abgase und Luft aufgeführt.

**[0100]** In der Abgasreinigungsvorrichtung **100** der Erfindung strömen bei Durchführung dieses Regenerationsvorgangs durch die Erwärmungseinrichtung **110** erwärmte Gase in das Wabenfilter **20** unter solchen Bedingungen, daß eine Einströmgeschwindigkeit mindestens 0,3 m/s beträgt und eine Sauerstoffkonzentration mindestens 6% beträgt.

**[0101]** Wie zuvor beschrieben, ermöglicht das Wabenfilter **20** der Erfindung, auf der Trennwand **33** angesammelte Partikel durch seinen Regenerationsvorgang nahezu vollständig zu verbrennen und zu entfernen, und es ermöglicht, daß sich Ascherückstände auf der Trennwand **33** nach dem Regenerationsvorgang leicht ablösen. Da in der Abgasreinigungsvorrichtung **100**, die das Wabenfilter **20** dieser Art verwendet, die durch die Erwärmungseinrichtung **110** unter diesen Bedingungen erwärmten Hochtemperaturgase in das Wabenfilter **20**

unter den vorstehenden Bedingungen strömen, können sich Ascherückstände, die auf nahezu der gesamten Oberfläche der Trennwand **33** des Wabenfilters **20** abgeschieden sind, zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs **31** bewegen und in diesem Abschnitt ansammeln.

**[0102]** Als Ergebnis ist kaum Asche auf Abschnitten der Trennwand **33** mit Ausnahme dieser Abschnitte auf der Abgasauslaßseite vorhanden, so daß es möglich ist, die Filterfläche der Trennwand **33** als große Fläche lange Zeit beizubehalten und somit das Wabenfilter **20** weniger anfällig gegenüber einem hohen Anfangsdruckverlust zu machen, auch wenn der Einfangvorgang von Partikeln und Regenerationsvorgang im Wabenfilter **20** wiederholt durchgeführt werden; dadurch wird es möglich, das Wabenfilter **20** lange Zeit kontinuierlich zu verwenden.

**[0103]** Damit die o. g. Gase in das Wabenfilter **20** unter den Bedingungen strömen können, daß eine Einströmgeschwindigkeit mindestens 0,3 m/s beträgt und eine Sauerstoffkonzentration mindestens 6% beträgt, ist in dem Fall, in dem Abgase als diese Gase verwendet werden, z. B. eine zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit der Abgase und der Sauerstoffkonzentration fähige Vorrichtung am Mittelabschnitt des Einleitungsrohrs **140** oder in der Umgebung der Endfläche auf der Abgaseinlaßseite des Gehäuses **130** angebracht, so daß die Abgase, die durch diese Vorrichtung auf die Bedingungen eingestellt sind, daß eine Einströmgeschwindigkeit mindestens 0,3 m/s beträgt und eine Sauerstoffkonzentration mindestens 6% beträgt, in das Wabenfilter **20** strömen.

**[0104]** Wird Luft als das o. g. Gas verwendet, ist ferner z. B. eine Pumpe o. ä. am Mittelabschnitt des Einleitungsrohrs **140** oder in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlaßseite des Gehäuses **130** angebracht, so daß Luft, die durch die Pumpe auf die Bedingungen eingestellt ist, daß eine Einströmgeschwindigkeit mindestens 0,3 m/s beträgt und eine Sauerstoffkonzentration mindestens 6% beträgt, in das Wabenfilter **20** strömt.

**[0105]** Unter 0,3 m/s Gaseinströmgeschwindigkeit werden die auf der Trennwand **33** abgeschiedenen Ascherückstände nicht durch das Regenerationsverfahren zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs **31** bewegt, und die auf der Trennwand **33** auf der Abgasauslaßseite im Regenerationsvorgang angesammelten Partikel werden auch nicht verbrannt, was zu einem unzureichenden Regenerationsbetrieb u. ä. führt. Unter 6% Sauerstoffkonzentration im Gas kommt es zudem zu Schwierigkeiten beim Verbrennen der auf der Trennwand **33** angesammelten Partikel.

**[0106]** Die Erwärmungseinrichtung **110** ist zum Erwärmen des in das Durchgangsloch **31** strömenden Gases vorgesehen, um die auf der Trennwand **33** abgeschiedenen Partikel im zuvor beschriebenen Regenerationsvorgang des Wabenfilters **20** zu verbrennen und zu entfernen, und für die Erwärmungseinrichtung, die nicht speziell eingeschränkt ist, kann z. B. eine solche Vorrichtung wie eine Elektroheizung, ein Brenner o. ä. verwendet werden.

**[0107]** Weiterhin kann gemäß [Fig. 4](#) die Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung ein System haben, in dem das Wabenfilter **20** durch die auf der Abgaseinlaßseite des Wabenfilters **20** vorgesehene Erwärmungseinrichtung **110** erwärmt wird, oder ein System, in dem ein Oxidkatalysator auf das Wabenfilter aufgetragen ist, wobei Kohlenwasserstoff in das Wabenfilter als Träger des Oxidkatalysators strömt, so daß das Wabenfilter erwärmt wird, oder ein System, in dem ein Oxidkatalysator auf der Abgaseinlaßseite des Wabenfilters plaziert ist, damit das Wabenfilter erwärmt wird, indem der Oxidkatalysator dadurch Wärme erzeugen kann, daß Kohlenwasserstoff der Abgaseinlaßseite des Oxidkatalysators zugeführt wird.

**[0108]** Da die Reaktion zwischen dem Oxidkatalysator und Kohlenwasserstoff eine wärmeerzeugende Reaktion ist, kann das Wabenfilter parallel zum Abgasreinigungsvorgang regeneriert werden, indem eine während der Reaktion erzeugte große Wärmemenge genutzt wird. Auch in diesem Fall müssen hierbei die in das Wabenfilter strömenden Gase die Bedingungen einer Einströmgeschwindigkeit von mindestens 0,3 m/s und einer Sauerstoffkonzentration von mindestens 6% erfüllen.

**[0109]** Zu Beispielen für das Material des Haltedichtungsmaterials **120** zählen ohne besondere Einschränkung anorganische Fasern, z. B. kristalline Aluminiumoxidfasern, Aluminiumoxid-Siliciumoxid-Fasern, Siliciumoxidfasern u. ä., sowie Fasern, die eine oder mehrere Arten dieser anorganischen Fasern enthalten, u. ä.

**[0110]** Erwünscht ist ferner, daß das Haltedichtungsmaterial **120** Aluminiumoxid und/oder Siliciumoxid enthält. Durch diese Struktur kann für ausgezeichnete Wärmebeständigkeit und Dauerfestigkeit im Haltedichtungsmaterial **120** gesorgt sein. Insbesondere ist erwünscht, daß das Haltedichtungsmaterial **120** mindestens 50 Gew.-% Aluminiumoxid enthält. Diese Struktur ermöglicht, für verbesserte Elastizität auch bei hohen Tem-

peraturen in einem Bereich von 900 bis 950°C zu sorgen und damit die Haltefestigkeit für das Wabenfilter **10** zu erhöhen.

[0111] Weiterhin ist erwünscht, das Haltedichtungsmaterial **120** einem Vernadelungsverfahren zu unterziehen. Dadurch können sich die das Haltedichtungsmaterial **120** bildenden Fasern verwirren, um die Elastizität zu verbessern und die Haltefestigkeit für das Wabenfilter **20** zu erhöhen.

[0112] Für die Form des Haltedichtungsmaterials **120**, die nicht speziell eingeschränkt ist, solange es auf den Umfang des Wabenfilters **20** aufgebracht werden kann, läßt sich jede gewünschte Form nutzen; und erwünscht ist, eine Form gemäß [Fig. 5](#) zu verwenden.

[0113] [Fig. 5](#) ist eine Draufsicht, die ein Beispiel für das Haltedichtungsmaterial schematisch zeigt.

[0114] Gemäß [Fig. 5](#) ist das Haltedichtungsmaterial **120** gebildet durch einen Basisabschnitt **121** mit einer rechtwinkligen Form in der Draufsicht, einen konvexen Abschnitt **122**, der auf einer der kurzen Seiten des Basisabschnitts **121** gebildet ist, und einen konkaven Abschnitt **123**, der in der anderen kurzen Seite des Basisabschnitts **121** gebildet ist.

[0115] Hinsichtlich der Größe des Haltedichtungsmaterials **120**, die nicht speziell eingeschränkt ist, ist sie in Übereinstimmung mit der Größe des Wabenfilters **20** geeignet eingestellt, und erwünscht ist, daß die Länge der langen Seite des Basisabschnitts **121** genauso wie die Umfangslänge des Wabenfilters **20** festgelegt ist. Dadurch bildet sich kein Spalt zwischen dem Umfang des Wabenfilters **20** und dem Haltedichtungsmaterial **120**, das seinen Umfang abdeckt.

[0116] Weiterhin ist erwünscht, daß die Länge der kurzen Seite des Basisabschnitts **121** nahezu auf die gleiche Länge wie die Gesamtlänge des Wabenfilters **20** eingestellt ist. Dadurch kann das Wabenfilter **20** ausgezeichnete Haltestabilität haben.

[0117] Ferner ist erwünscht, die Größen und Positionen des konvexen Abschnitts **122** und des konkaven Abschnitts **123** so anzuordnen, daß diese genau zusammenpassen, wenn das Haltedichtungsmaterial **120** auf den Umfang des Wabenfilters **20** aufgebracht ist.

[0118] Indem das Haltedichtungsmaterial **120** in diese Form gebracht ist, lassen sich die Außendurchmesser-toleranz des Wabenfilters **20** und die durch Wickelvorgänge des Haltedichtungsmaterials **120** verursachte Differenz richtig einstellen, und es ist auch möglich, Abweichungen im Haltedichtungsmaterial **120** zu verhindern, das auf dem Umfang des Wabenfilters **20** plaziert ist.

[0119] Hierbei kann für die Form des Haltedichtungsmaterials in der Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung, die nicht speziell auf die Form des Haltedichtungsmaterials **120** gemäß [Fig. 5](#) eingeschränkt ist, beispielsweise jede gewünschte Form verwendet werden, z. B. eine Plattenform in Draufsicht und eine Form, bei der mehrere konvexe Abschnitte und mehrere konkave Abschnitte an den beiden Enden des Basisabschnitts mit einer Rechteckform in Draufsicht gebildet sind.

[0120] Für das Material des Gehäuses **130** kann ohne spezielle Einschränkung z. B. rostfreies Material u. ä. verwendet werden.

[0121] Weiterhin kann für die Form des Gehäuses, die nicht speziell eingeschränkt ist, eine Zylinderform gemäß einem Gehäuse **41** von [Fig. 6\(a\)](#) verwendet werden, oder es kann eine zweigeteilte Mantelform zum Einsatz kommen, bei der ein Zylinder in seiner Axialrichtung in zwei Abschnitte unterteilt ist, was durch ein Gehäuse **42** von [Fig. 6\(b\)](#) veranschaulicht ist.

[0122] Die Größe des Gehäuses **130** ist geeignet eingestellt, so daß das Wabenfilter **10** über das Haltedichtungsmaterial **120** darin plaziert ist. Gemäß [Fig. 4](#) ist das zur Abgaseinleitung verwendete Einleitungsrohr **140** mit einem Ende der Endflächen des Gehäuses **130** verbunden, und das Abgaberohr **150** zur Abgasabgabe ist mit der anderen Endfläche verbunden.

[0123] Wie zuvor beschrieben, wird in der Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung das Wabenfilter der Erfindung verwendet, und während des Regenerationsvorgangs für das Wabenfilter strömen durch die Erwärmungseinrichtung erwärmte Gase in das Wabenfilter zur Abgasreinigung unter Bedingungen einer Einstromgeschwindigkeit von mindestens 0,3 m/s und einer Sauerstoffkonzentration von mindestens 6%.

**[0124]** Aus diesem Grund können sich bei Durchführung des Regenerationsvorgangs für das Wabenfilter mit Hilfe der Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung Ascherückstände, die auf nahezu der gesamten Oberfläche des Wandabschnitts des Wabenfilters abgeschieden sind, zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs bewegen und in diesem Abschnitt ansammeln.

**[0125]** Dadurch ist kaum Asche auf Abschnitten des Wandabschnitts mit Ausnahme dieser Abschnitte auf der Abgasauslaßseite vorhanden, so daß es möglich ist, die Filterfläche des Wandabschnitts als große Fläche lange Zeit beizubehalten und somit das Wabenfilter weniger anfällig gegenüber einem hohen Anfangsdruckverlust zu machen, auch wenn Einfang- und Regenerationsvorgänge von Partikeln im Wabenfilter wiederholt durchgeführt werden; dadurch wird es möglich, das Wabenfilter lange Zeit kontinuierlich zu verwenden.

**[0126]** In der folgenden Beschreibung werden Beispiele für ein Herstellungsverfahren für das Wabenfilter der Erfindung und ein Herstellungsverfahren für die Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung erläutert.

**[0127]** Zuerst wird das Herstellungsverfahren für das Wabenfilter der Erfindung beschrieben.

**[0128]** Hat das Wabenfilter der Erfindung eine Struktur, die insgesamt durch einen einzelnen Sinterkörper gemäß [Fig. 1](#) gebildet ist, wird zunächst ein Extrusionsvorgang durchgeführt, indem eine Materialpaste verwendet wird, die sich hauptsächlich aus den zuvor beschriebenen Keramikwerkstoffen zusammensetzt, so daß ein Keramikformkörper gebildet wird, der eine dem Wabenfilter **10** gemäß [Fig. 1](#) entsprechende Form hat.

**[0129]** In diesem Extrusionsvorgang wird die Materialpaste durch ein Metallwerkzeug kontinuierlich extrudiert, das an der Spitze der Extrusionsmaschine angebracht und mit einer Anzahl darin gebildeter dünner Poren versehen ist, und auf eine vorbestimmte Länge geschnitten, so daß der o. g. Keramikformkörper hergestellt wird, und zur Herstellung des Wabenfilters der Erfindung ist die Wandfläche der im Werkzeug gebildeten dünnen Poren einem Poliervorgang u. ä. unterzogen, so daß die Oberflächenrauhtiefe Ra auf höchstens 100 µm eingestellt ist.

**[0130]** Die Wandfläche der dünnen Poren des o. g. Werkzeugs ist ein Abschnitt, der die Materialpaste im Extrusionsvorgang direkt kontaktiert, und hat die Wandfläche eine große Oberflächenrauhtiefe, wird die Oberflächenrauhtiefe der Innenwand der Öffnung, die das Durchgangsloch eines herzustellenden Keramikformkörpers bildet, größer; dadurch übersteigt die Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs des Wabenfilters der Erfindung, das durch anschließende Vorgänge herzustellen ist, 100 µm.

**[0131]** Hierbei sind alternativ die Viskosität der Materialpaste und die Teilchengrößen und Mischungsverhältnisse der jeweiligen Materialien so richtig eingestellt, daß die Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs des herzustellenden Wabenfilters auf höchstens 100 µm eingestellt werden kann.

**[0132]** Außerdem wird die Länge ( $L'$  (mm)) in Längsrichtung des Keramikformkörpers in Übereinstimmung mit der Länge ( $l'$  (mm)) der längsten Seite (Innendurchmesser, von dem die Wand ausgeschlossen ist) der Öffnung bestimmt, die das Durchgangsloch des Keramikformkörpers bildet, oder die Fläche ( $S'$  (mm<sup>2</sup>)) der Öffnung und insbesondere  $L'$  wird so eingestellt, daß die Werte  $L'$  und  $l'$   $60 \leq L'/l' \leq 500$  erfüllen, oder so, daß die Werte  $L'$  und  $S'$   $20 \leq L'/S' \leq 400$  erfüllen.

**[0133]** Auf diese Weise läßt sich durch richtiges Einstellen der Länge  $L'$  in Längsrichtung des Keramikformkörpers folgendes herstellen: das Wabenfilter gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, bei dem die Länge ( $l$  (mm)) der längsten Seite (Innendurchmesser, von dem die Wand ausgeschlossen ist) des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Wabenfilters (Säulenkörpers) die Beziehung  $60 \leq L/l \leq 500$  erfüllen, oder das Wabenfilter gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung, bei dem die Fläche ( $S$  (mm<sup>2</sup>)) des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Wabenfilters (Säulenkörpers) die Beziehung  $20 \leq L/S \leq 400$  erfüllen.

**[0134]** Als nächstes wird dieser Keramikformkörper Entfettungs- und Sintervorgängen unter vorbestimmten Bedingungen unterzogen, so daß ein Wabenfilter hergestellt wird, das durch poröse Keramikwerkstoffe geformt und insgesamt durch einen einzelnen Sinterkörper gebildet ist.

**[0135]** Für die Zusammensetzung der Materialpaste und die Bedingungen der Entfettungs- und Sintervorgänge des Keramikformkörpers u. ä. können die herkömmlich verwendeten Bedingungen zum Einsatz kommen, die auf das aus porösen Keramikwerkstoffen hergestellte Wabenfilter Anwendung finden.

**[0136]** Bei Entfettungs- und Sintervorgängen des Keramikformkörpers kann zusätzlich durch Einstellen der Einströmgeschwindigkeit von Gasen, die das Durchgangsloch des Keramikformkörpers durchströmen sollen, die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwand des Durchgangslochs des Wabenfilters der Erfindung eingestellt werden, und durch Erhöhen der Einströmgeschwindigkeit der Gase läßt sich die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwand des Durchgangslochs des Wabenfilters der Erfindung erhöhen.

**[0137]** Trägt das Wabenfilter der Erfindung einen Katalysator, ist bevorzugt, einen Sintervorgang für den Keramikformkörper durchzuführen, während ein Reduktionsvorgang mit Hilfe von Wasserstoffgas erfolgt. Annahmen zufolge wird es dadurch möglich, die Oberfläche des Keramikinterkörpers zu modifizieren, um die Benetzbarkeit zu ändern und folglich den Katalysator leicht auftragen zu lassen.

**[0138]** Trägt das Wabenfilter der Erfindung einen Katalysator, ist bevorzugt, den Keramikinterkörper in Fluorwasserstoffsäure einzutauchen. Annahmen zufolge wird es dadurch möglich, die Beschaffenheit der Keramik abzuwandeln, um die Benetzbarkeit zu ändern und folglich den Katalysator leicht auftragen zu lassen.

**[0139]** Trägt das Wabenfilter der Erfindung einen Katalysator, ist ferner erwünscht, daß ein Aluminiumoxidfilm auf der Oberfläche des Keramikformkörpers gebildet ist, der gesintert wurde, und der Katalysator auf den Aluminiumoxidfilm aufgetragen wird.

**[0140]** Insbesondere werden durch Durchführung der folgenden Vorgänge (A), (B) und (C) in dieser Reihenfolge der Aluminiumoxidfilm, ein Promotor und ein Katalysator aufgetragen.

(A) Beschichtungsverfahren mit Aluminiumoxid

(A-1) Lösungsimprägniervorgang

**[0141]** Durchgeführt wird dieser Lösungsimprägniervorgang zum Auftragen des Aluminiumoxidfilms durch Imprägnieren der Oberfläche des Keramikformkörpers, der dem Sintervorgang unterzogen wurde, mit einer Lösung einer aluminiumhaltigen Metallverbindung durch ein Sol-Gel-Verfahren.

**[0142]** Eine anorganische Metallverbindung und eine organische Metallverbindung können für die Ausgangsmetallverbindung in der Lösung der aluminiumhaltigen Metallverbindung verwendet werden.

**[0143]** Zu Beispielen für die anorganische Metallverbindung gehören:  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{AlOCl}$ ,  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  und Al. Von diesen ist erwünscht, daß insbesondere  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  und  $\text{AlCl}_3$  verwendet werden, die in einem solchen Lösungsmittel wie Alkohol, Wasser o. ä. leicht zu lösen und leicht zu handhaben sind.

**[0144]** Zu Beispielen für die organische Metallverbindung zählen: metallisches Alkoxid-, metallisches Acetylacetonat- und metallisches Carboxylat-Al. Zu spezifischen Beispielen gehören  $\text{Al}(\text{OCH}_3)_3$ ,  $\text{Al}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$  und  $\text{Al}(\text{iso-OC}_3\text{H}_7)_3$ .

**[0145]** Für das Lösungsmittel für die aluminiumhaltige Metallverbindungslösung werden ein oder mehrere Materialien, die unter Berücksichtigung der Lösbarkeit der Metallverbindung aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Wasser, Alkohol, Diol, Polyol, Ethylenglycol, Ethylenoxid, Triethanolamin und Xylol besteht, gemischt und darin verwendet.

**[0146]** Außerdem kann bei Herstellung der Lösung Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Essigsäure, Fluorwasserstoffsäure o. ä. als Lösungsmittel zugegeben werden.

**[0147]** Hier wird  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  als erwünschtes Beispiel für die Metallverbindung vorgeschlagen, und diese wird in einem Lösungsmittel bei vergleichsweise niedriger Temperatur gelöst, so daß sich die Materiallösung leicht herstellen läßt. Für das erwünschte Lösungsmittel wird hier 1,3-Butandiol vorgeschlagen. Der erste Grund für die Verwendung dieses Materials ist, daß es eine geeignete Viskosität hat und ermöglicht, einen Gelfilm mit einer geeigneten Dicke in einem Gelzustand aufzutragen. Der zweite Grund für die Verwendung dieses Materials ist, daß das Lösungsmittel Metallalkoxid in der Lösung bildet, so daß sich ein Metalloxidpolymer, das durch Bindungen von Sauerstoff-Metall-Sauerstoff hergestellt ist, d. h. ein Vorläufer eines Metalloxidgels, leicht bilden läßt.

**[0148]** Erwünscht ist, daß die Menge von  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  in einem Bereich von 10 bis 50 Gew.-% festgelegt ist. Bei

einer Menge unter 10 Gew.-% wird keine Aluminiumoxidmenge mit ausreichender Oberflächengröße unterstützt, die die langfristige Aktivität des Katalysators beibehalten kann; dagegen bewirkt eine Menge über 50 Gew.-% eine große Wärmeerzeugungsmenge beim Lösen, wodurch die Lösung leicht geliert.

**[0149]** Für die Temperatur bei Herstellung der Imprägnierlösung der Metallverbindung ist erwünscht, sie in einem Bereich von 50 bis 130°C festzulegen. Unter 50°C bewirkt die Temperatur eine geringe Löslichkeit im Gelösen, während eine Temperatur über 130°C einen abrupten Fortschritt der Reaktion zur Gelbildung verursacht, was den Gebrauch als Beschichtungslösung unmöglich macht.

**[0150]** Bei Herstellung der Imprägnierlösung der Metallverbindung ist erwünscht, die Rührzeit in einem Bereich von 1 bis 9 Stunden festzulegen. Durch diesen Bereich kann die Viskosität der Lösung stabilisiert werden.

**[0151]** Im Lösungsimprägniervorgang ist erwünscht, daß der Keramikformkörper, der gesintert wurde, mit der wie zuvor beschrieben eingestellten Lösung der Metallverbindung teilimprägniert wird, so daß die Metallverbindung darauf fixiert wird, und daß z. B. durch Imprägnierenlassen des gesinterten Keramikformkörpers bis zu einem Zielabschnitt zum Tragen des Katalysators der Trägerabschnitt und der Nichtträgerabschnitt gebildet werden. Danach geht die Abfolge zum nächsten Trockenvorgang über.

#### (A-2) Trockenvorgang

**[0152]** Im Trockenverfahren werden solche flüchtigen Komponenten wie  $\text{NO}_2$  u. ä. verdampft und entfernt, so daß die Lösung der Gelierung unterzogen wird, um auf der Keramikteilchenoberfläche fixiert zu werden, wobei die überschüssige Lösung gleichzeitig entfernt wird; somit wird der Erwärmungsvorgang etwa 2 Stunden in einem Temperaturbereich von 120 bis 170°C durchgeführt. Liegt die Erwärmungstemperatur unter 120°C, wird es schwierig, die flüchtigen Komponenten zu verdampfen, während bei über 170°C Erwärmungstemperatur die Dicke des gelierten Films ungleichmäßig wird.

#### (A-3) Vorsintervorgang

**[0153]** Dieser Vorsintervorgang ist ein Verfahren zum Durchführen eines Vorsinterbetriebs, um Restkomponenten zu entfernen und einen amorphen Aluminiumoxidfilm zu bilden, und bevorzugt ist, den Formkörper bei einer Temperatur in einem Bereich von 300°C bis 500°C zu erwärmen. Liegt die Temperatur beim Vorsintern unter 300°C, wird es schwierig, die organischen Reststoffe zu entfernen; übersteigt dagegen die Temperatur 500°C, wird  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kristallisiert, so daß kein kleinfaseriger hervortretender Böhmit in der anschließenden hydrothermalen Behandlung gebildet werden kann.

#### (A-4) Hydrothermale Behandlung

**[0154]** Bei einer hydrothermalen Behandlung wird der vorgesinterte Keramikformkörper in Warmwasser eingetaucht, um einen Aluminiumoxidfilm zu bilden, der aus kleinfaserigem hervortretendem Böhmit hergestellt ist. Bei Durchführung einer solchen hydrothermalen Behandlung werden Teilchen auf der Oberfläche des amorphen Aluminiumoxidfilms einer Peptisierungswirkung unmittelbar nach der Behandlung unterzogen und in die Lösung in einem Solzustand freigesetzt, und durch Hydratisierung erzeugte Böhmitteilchen werden zu kleinfaserigen Vorsprüngen ausgebildet und kondensiert, so daß ein stabiler Zustand gegen Peptisierung zustande kommt.

**[0155]** Anders gesagt ermöglicht diese hydrothermale Behandlung, daß Aluminiumoxidteilchen, die einzeln an der Oberfläche jedes Keramikteilchens haften, kleine Fasern (nadelförmige Teilchen) bilden, die nebeneinander nach außen stehen, um eine sogenannte Haartransplantationsstruktur aufzuweisen, was zu einer aufgerauten Oberfläche führt. Folglich wird es möglich, einen Aluminiumoxidfilm mit einer großen spezifischen Oberfläche zu bilden.

**[0156]** Erwünscht ist, die Temperatur dieser hydrothermalen Behandlung in einem Bereich von 50 bis 100°C festzulegen. Liegt die Temperatur unter 50°C, schreitet die Hydratisierung nicht im amorphen Aluminiumoxidfilm fort, wodurch kein kleinfaseriger hervortretender Böhmit gebildet wird. Übersteigt dagegen die Temperatur 100°C, wird Wasser verdampft, was es erschwert, den Vorgang lange Zeit aufrecht zu erhalten. Erwünscht ist, die Behandlungszeit auf mindestens 1 Stunde festzulegen. Unter einer Stunde Behandlungszeit wird die Hydratisierung von amorphem Aluminiumoxid unzureichend.

## (A-5) Hauptsintervorgang

**[0157]** In diesem Verfahren wird der durch die Hydratisierung erzeugte Böhmit dehydriert, um Aluminiumoxidkristall zu bilden. Erwünscht ist, den Hauptsintervorgang 5 bis 20 Stunden bei einer Temperatur in einem Bereich von 500 bis 1000°C durchzuführen. Liegt die Temperatur beim Hauptsintern unter 500°C, schreitet die Kristallisation nicht ausreichend fort; übersteigt dagegen die Temperatur dabei 1000°C, schreitet die Kristallisation übermäßig stark fort, was zu einer Verkleinerung der Oberfläche führt.

**[0158]** Hierbei können die Vorgänge (A-3) und (A-4) entfallen. Für ein weiteres Aufbringungsverfahren für das Trägermaterial kann das im folgenden dargelegte Verfahren vorgeschlagen werden.

**[0159]** Zunächst wird für ein Herstellungsverfahren für die Lösung Pulver des Trägermaterials mit Hilfe einer Mühle o. ä. fein zermahlen und mit einem Lösungsmittel unter Rühren zu einer Lösung gemischt.

**[0160]** Insbesondere wird Pulver eines Oxids, z. B. Aluminiumoxid, Titanoxid, Zirkoniumoxid o. ä., mit Hilfe eines Sol-Gel-Verfahrens o. ä. gebildet. In diesem Fall ist erwünscht, ein solches Material mit einer möglichst großen spezifischen Oberfläche zu verwenden, um eine Deckschicht aus einem Katalysator zu bilden; und erwünscht ist, das Material mit einem hohen spezifischen Oberflächenwert von mindestens 250 m<sup>2</sup>/g auszuwählen. Hierbei ist erwünscht,  $\gamma$ -Aluminiumoxid auszuwählen, das eine große spezifische Oberfläche hat. Um zudem die Zersetzungsreaktion von Schwefel zu beschleunigen, ist ebenfalls erwünscht, Titanoxid zuzugeben.

**[0161]** Diesen Pulvern werden ein anorganisches Bindemittel, z. B. Aluminiumoxidhydrat, Tonerdesol, Kiesel-sol o. ä., und etwa 5 bis 20 Gew.-% eines Lösungsmittels zugegeben, z. B. Reinwasser, Wasser, Alkohol, Diol, Polyol, Ethylenglycol, Ethylenoxid, Triethanolamin, Xylol o. ä., und die resultierende Mischung wird zermahlen und gerührt. Hierbei wird der Mahlvorgang durchgeführt, bis die Größe des als Trägermaterial zu verwendenden Oxids einen Wert von höchstens 500 nm erreicht hat. Durch diesen Feinmahlvorgang kann ein Aluminiumoxidfilm auf jedem Teilchen gleichmäßig gebildet werden.

**[0162]** Der Sinterkörper wird mit einer Lösung teilimprägniert, die das o. g. Pulver aus Metalloxid enthält, das zuvor beschrieben wurde.

**[0163]** Nach Trocknen durch einen etwa 2-stündigen Erwärmungsvorgang bei 110 bis 200°C wird er einem Hauptsintervorgang unterzogen. Erwünscht ist, die Temperatur des Hauptsintervorgangs auf eine Temperatur in einem Bereich von 500 bis 1000°C festzulegen, und das Verfahren wird 1 bis 20 Stunden durchgeführt. Liegt die Temperatur des Hauptsintervorgangs unter 500°C, schreitet die Kristallisation nicht ausreichend fort; übersteigt dagegen die Temperatur 1000°C, schreitet die Kristallisation übermäßig stark fort, was zu einer Verkleinerung der Oberflächengröße führt. Außerdem ist es durch Gewichtsmessung vor und nach diesen Vorgängen möglich, die aufgebrachte Menge zu berechnen.

(B) Verfahren zum Aufbringen von Promotor und NO<sub>x</sub>-Katalysator

## (B-1) Lösungsimprägnierungsvorgang

**[0164]** Dieser Lösungsimprägnierungsvorgang wird durchgeführt, um die Oberfläche des gesinterten Keramikformkörpers mit einem solchen Film wie einem Seltenerdoxidfilm o. ä. zu beschichten, d. h. einem Film, der Alkalimetall, Erdalkalimetall, ein Seltenerdelement und ein Übergangsmetallelement enthält, indem seine Oberfläche mit einer Lösung einer Metallverbindung, die ein Seltenerdelement u. ä. enthält, durch ein Sol-Gel-Verfahren imprägniert wird.

**[0165]** Für die cerhaltige Verbindungslösung unter den Metallverbindungs-lösungen, die ein Seltenerdelement u. ä. enthalten, können z. B. Ce(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, CeCl<sub>3</sub>, Ce<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, Ce(OH)<sub>3</sub> und Ce<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> verwendet werden.

**[0166]** Für das Lösungsmittel der Mischlösung werden mindestens ein oder mehrere Materialien, die unter Berücksichtigung der Lösbarkeit der Metallverbindung aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Wasser, Alkohol, Diol, Polyol, Ethylenglycol, Ethylenoxid, Triethanolamin und Xylol besteht, gemischt und darin verwendet.

**[0167]** Außerdem kann für den bei Herstellung der Lösung verwendeten Katalysator Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Essigsäure, Fluorwasserstoffsäure o. ä. zugegeben werden.

**[0168]** Um ferner die Wärmebeständigkeit des Aluminiumoxidfilms zu verbessern, können zusätzlich zum

Seltenerdoxid eine solche Einzelsubstanz wie Li, K, Ca, Sr, Ba, La, Pr, Nd, Si, Zr u. ä. sowie eine Verbindung davon dem Ausgangsmaterial zugegeben werden.

**[0169]** Hierbei wird  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  als erwünschtes Beispiel für die Metallverbindung vorgeschlagen, und sie wird bei einer vergleichsweise niedrigen Temperatur in einem Lösungsmittel gemischt, so daß sich die Materiallösung leicht herstellen läßt. Für das erwünschte Lösungsmittel wird Ethylenglycol vorgeschlagen. Der Grund für den Gebrauch dieses Materials ist, daß es eine geeignete Viskosität hat und ermöglicht, einen Gelfilm mit einer geeigneten Dicke auf dem Keramikteilchen zu bilden.

**[0170]** Erwünscht ist, die Menge von  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  in einem Bereich von 1 bis 30 Gew.-% festzulegen. Unter 1 Gew.-% Menge wird die Rußoxidation nicht gefördert; dagegen verursachen mehr als 30 Gew.-% Menge Teilchenwachstum von  $\text{CeO}_2$  nach dem Sintervorgang.

**[0171]** Erwünscht ist, das Mischungsverhältnis zwischen  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  und  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  auf 10:2 festzulegen. Grund für dieses Verhältnis ist, daß der Dispersionsgrad von  $\text{CeO}_2$ -Teilchen nach dem Sintervorgang durch einen größeren Anteil von  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  verbessert ist.

**[0172]** Erwünscht ist, daß die Temperatur bei Herstellung der Imprägnierlösung der Metallverbindung in einem Bereich von 50 bis 130°C festgelegt ist. Bei unter 50°C Temperatur kommt es zu geringer Löslichkeit im Gelösten, während über 130°C Temperatur einen abrupten Fortschritt der Reaktion verursachen, was eine ungleichmäßige Lösung bildet und den Gebrauch der Lösung unmöglich macht.

**[0173]** Bei Herstellung der Imprägnierlösung der Metallverbindung ist erwünscht, die Rührzeit in einem Bereich von 1 bis 9 Stunden festzulegen. Durch diesen Bereich kann die Viskosität der Lösung stabilisiert werden.

**[0174]** Für die cerhaltige Metallverbindung  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  kann zusätzlich zum vorgenannten Beispiel das nachfolgende Verfahren vorzugsweise verwendet werden, um das o. g. Verbundoxid zu erhalten: Beispielsweise werden  $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2$  und  $\text{ZrO}_2$  als Zirkoniumquellen verwendet, um ein Verbundoxid oder eine feste Lösung mit Zirkonium herzustellen, und durch Lösen dieser Materialien in Wasser und Ethylenglycol zu einer Mischlösung sowie nach Imprägnieren des gesinterten Keramikformkörpers mit dieser Mischlösung wird das Resultat getrocknet und gesintert, um die cerhaltige Metallverbindung darauf zu bilden.

**[0175]** Im Lösungsimprägniervorgang ist erwünscht, daß der Keramikformkörper, der gesintert wurde, mit der wie zuvor beschrieben eingestellten Lösung der Metallverbindung teilimprägniert wird, so daß die Lösung darauf fixiert wird, und daß z. B. durch Imprägnierenlassen des gesinterten Keramikformkörpers bis zu einem Zielabschnitt zum Tragen des Katalysators der Trägerabschnitt und der Nichtträgerabschnitt gebildet werden. Danach geht die Abfolge zum nächsten Trockenvorgang über.

#### (B-2) Trockenvorgang

**[0176]** Im Trockenvorgang werden solche flüchtigen Komponenten wie  $\text{NO}_2$  u. ä. verdampft und entfernt, so daß die Lösung dispergiert wird, um auf der Keramikteilchenoberfläche fixiert zu werden, wobei die überschüssige Lösung gleichzeitig entfernt wird; somit wird der Erwärmungsvorgang etwa 2 Stunden in einem Temperaturbereich von 120 bis 170°C durchgeführt. Liegt die Erwärmungstemperatur unter 120°C, wird es schwierig, die flüchtigen Komponenten zu verdampfen, während bei über 170°C Erwärmungstemperatur die Dispersion ungleichmäßig wird.

#### (B-3) Sintervorgang

**[0177]** Dieser Sintervorgang ist ein Vorgang zum Durchführen eines Sinterbetriebs, um Restkomponenten zu entfernen und  $\text{CeO}_2$  auf dem Aluminiumoxidfilm abzuscheiden, und vorzugsweise wird der Formkörper 1 bis 2 Stunden bei einer Temperatur in einem Bereich von 500°C bis 800°C erwärmt. Liegt die Temperatur beim Vorsintern unter 500°C, wird es schwierig, die organischen Reststoffe zu entfernen; übersteigt dagegen die Temperatur 800°C, kommt es in der Tendenz zu Teilchenwachstum.

#### (C) Verfahren zum Aufbringen von Katalysator (aktive Komponente)

**[0178]** Die Oberfläche des gesinterten Keramikformkörpers wird z. B. mit einem Aluminiumoxidfilm beschichtet, der ein Seltenerdoxid enthält, und eine solche aktive Komponente wie Platin o. ä. wird auf den Aluminiumoxidfilm aufgebracht. Die Menge der darauf aufgetragenen aktiven Komponente wird so bestimmt, daß der Trä-

gerkörper in die Platin o. ä. enthaltende wäßrige Lösung eingetaucht wird, um sie durch seine Wasserabsorptionsmenge zu absorbieren, so daß seine Oberfläche beginnt, etwas naß zu werden.

**[0179]** Hierbei wird die Wasserabsorptionsmenge, die durch den gesinterten Keramikformkörper festgehalten wird, wie folgt bestimmt: Nimmt man an, daß der gemessene Wasserabsorptionswert eines getrockneten gesinterten Keramikformkörpers 22,46 Gew.-%, das Gewicht des gesinterten Keramikformkörpers 110 g und seine Kapazität 0,1631 beträgt, kann dieser gesinterte Keramikformkörper 24,7 g/l Wasser absorbieren.

**[0180]** Hierbei wird für die Platin-Ausgangssubstanz beispielsweise eine Salpetersäurelösung von Dinitrodiamminplatin ( $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2]\text{HNO}_3$ ), Platinkonzentration: 4,53 Gew.-%) verwendet. Um z. B. 1,7 g/l Platin auf dem gesamten gesinterten Keramikformkörper abzuscheiden, werden  $1,7 \text{ (g/l)} \times 0,163 \text{ (l)} = 0,272 \text{ g}$  Platin auf dem gesinterten Keramikformkörper abgeschieden; daher wird die Salpetersäurelösung von Dinitrodiamminplatin (Platinkonzentration: 4,53 Gew.-%) durch destilliertes Wasser verdünnt. Anders gesagt wird das Gewichtsverhältnis X (%) der Salpetersäurelösung von Dinitrodiamminplatin (Platinkonzentration: 4,53 Gew.-%)/destilliertes Wasser durch den Ausdruck  $X = 0,272 \text{ (Platinmenge in g)} / 24,7 \text{ (Wassergehalt in g)} / 4,63 \text{ (Platinkonzentration in Gew.-%)}$  berechnet und mit 24,8 Gew.-% ermittelt.

#### (C-1) Lösungsimprägnierverfahren

**[0181]** Für die wäßrige Lösung von Salpetersäurelösung von Dinitrodiamminplatin, die wie zuvor beschrieben hergestellt ist, wird eine gewünschte Menge, die auf einem gesinterten Keramikformkörper als Ziel abzuschneiden ist, in ein Gefäß gegossen.

**[0182]** Danach wird im Fall der o. g. Bedingungen die Konzentration auf 24,8 Gew.-% eingestellt, und die Lösung wird eine vorbestimmte Zeit in diesem Zustand gehalten, bis die Lösung vollständig absorbiert wurde. Dadurch wird Platin dispergiert und auf der Oberfläche des Aluminiumoxidträgerfilms gleichmäßig fixiert, der den gesinterten Keramikformkörper bedeckt.

#### (C-2) Trocken- und Sintervorgänge

**[0183]** Der gesinterte Keramikformkörper, der mit der wäßrigen Lösung imprägniert wurde, wird durch ein etwa 2-stündiges Erwärmungsverfahren bei 110°C getrocknet, so daß er nach Feuchtigkeitsentfernung einem einstündigen Sintervorgang bei etwa 500°C in einer Stickstoffatmosphäre unterzogen wird, damit Platin in Metall überführt wird.

**[0184]** Hierbei kommt in dieser Ausführungsform für das Verfahren zum Aufbringen der aktiven Komponente, z. B. Platin o. ä., ein Verfahren zum Einsatz, bei dem Platin durch den Wasserabsorptionsvorgang abgeschieden werden kann; allerdings kann auch ein anderes Verfahren verwendet werden, z. B. ein Imprägnierverfahren, bei dem der gesinterte Keramikformkörper in einer vorbestimmten Position in der Lösung zum Imprägnieren für eine vorbestimmte Zeitspanne fixiert wird, um das Abscheiden bis zur Sollposition durchzuführen, ein Verfahren mit Eindampfung zur Trocknung, ein Absorptionsgleichgewichtsverfahren, ein Anfangsnässeverfahren oder ein Spritzverfahren.

**[0185]** Nach den o. g. Vorgängen sind das Trägermaterial, der Promotor, der NOx-Absorptionskatalysator und der Katalysator auf der Oberfläche des gesinterten Keramikformkörpers aufgebracht.

**[0186]** In diesem Fall ist für die Höhe jedes der Materialien (Länge in Abgasströmungsrichtung im Wabenfilter), die zwar nicht speziell eingeschränkt ist, erwünscht, daß die Höhen aller der anderen Materialien auf die Höhe eingestellt werden, in der der Katalysator aufgebracht ist. Stimmen alle Höhen des Trägereils, Promotors, NOx-Absorptionskatalysators und Katalysators miteinander überein, sind die Regenerationseffekte aufgrund von Synergiewirkungen verbessert, und werden einige von diesen an unnötigen Abschnitten weggelassen, wird es möglich, den Druckverlust zu reduzieren und auch unnötigen Materialverbrauch zu vermeiden, um Kosten zu sparen.

**[0187]** Hat ferner das Wabenfilter der Erfindung eine solche Struktur, daß gemäß [Fig. 2](#) mehrere poröse Keramikteile über Klebeschichten miteinander kombiniert sind, wird zunächst ein Extrusionsvorgang mit Hilfe einer Materialpaste durchgeführt, die sich hauptsächlich aus den o. g. Keramikwerkstoffen zusammensetzt, so daß ein Keramikformkörper gebildet wird, der eine Form in Entsprechung zum porösen Keramikteil [30](#) gemäß [Fig. 3](#) hat.

**[0188]** Hierbei wird das Extrusionsverfahren unter den gleichen Bedingungen wie die im Extrusionsverfahren des Wabenfilters durchgeführt, das aus einem einzelnen Sinterkörper hergestellt ist. Allerdings unterscheidet sich das bei Herstellung des Rohformkörpers zu verwendende Werkzeug von dem Werkzeug, das bei Bildung des aus einem einzelnen Sinterkörper hergestellten Wabenfilters zu verwenden ist, in seiner Form und den Positionen der dünnen Poren.

**[0189]** Als nächstes wird dieser Keramikformkörper Entfettungs- und Sintervorgängen unter vorbestimmten Bedingungen unterzogen, so daß ein poröses Keramikteil mit einer Struktur hergestellt wird, bei der mehrere Durchgangslöcher parallel zueinander in Längsrichtung mit dazwischen eingefügten Trennwänden platziert sind.

**[0190]** Bei Entfettungs- und Sintervorgängen des Keramikformkörpers kann zusätzlich durch Einstellen der Einströmgeschwindigkeit von Gasen, die das Durchgangsloch des Keramikformkörpers durchströmen sollen, die Oberflächenrautiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs des Wabenfilters der Erfindung eingestellt werden, und durch Erhöhen der Einströmgeschwindigkeit der Gase läßt sich die Oberflächenrautiefe  $R_a$  der Innenwand des Durchgangslochs des Wabenfilters der Erfindung erhöhen.

**[0191]** Trägt das Wabenfilter der Erfindung einen Katalysator, ist bevorzugt, einen Sintervorgang für den Keramikformkörper durchzuführen, während ein Reduktionsvorgang mit Hilfe von Wasserstoffgas erfolgt. Dadurch wird es Annahmen zufolge möglich, die Oberfläche des Keramiksinterkörpers zu modifizieren, um die Benetzbarkeit zu ändern und folglich den Katalysator leicht auftragen zu können.

**[0192]** Trägt das Wabenfilter der Erfindung einen Katalysator, ist bevorzugt, den Keramiksinterkörper in Fluorwasserstoffsäure einzutauchen. Annahmen zufolge wird es dadurch möglich, die Beschaffenheit des Keramiksinterkörpers abzuwandeln, um die Benetzbarkeit zu ändern und folglich den Katalysator leicht auftragen zu können.

**[0193]** Trägt das Wabenfilter der Erfindung einen Katalysator, ist ferner erwünscht, daß ein Aluminiumoxidfilm auf der Oberfläche des Keramikformkörpers gebildet ist, der gesintert wurde, und der Katalysator auf die gleiche Weise wie in den o. g. Herstellungsverfahren des aus einem einzelnen Sinterkörper hergestellten Wabenfilters auf den Aluminiumoxidfilm aufgetragen wird.

**[0194]** Als nächstes werden gemäß [Fig. 7](#) poröse Keramikteile **30** auf einer Basis **80** platziert, deren oberer Abschnitt so gestaltet ist, daß er eine V-Form in seinem Querschnitt hat, damit die porösen Keramikteile **30** darauf gekippt gestapelt werden können, wonach Klebepaste zur Bildung einer Klebeschicht **24** auf zwei nach oben weisende Seitenflächen **30a** und **30b** in gleichmäßiger Dicke aufgetragen wird, um eine Verbindungsschicht **81** zu bilden; anschließend wird ein Laminiervorgang zur Bildung eines weiteren porösen Keramikteils **30** auf dieser Verbindungsschicht **81** nacheinander wiederholt, so daß ein rechtwinkliger laminierter Keramiksäulenkörper **30** mit einer vorbestimmten Größe hergestellt wird. Hierbei wird für die porösen Keramikteile **30**, die vier Ecken des laminierten Keramikkörpers entsprechen, ein dreieckiges poröses Keramiksäulenteil **30c**, das durch Zerschneiden eines viereckigen porösen Keramiksäulenteils in zwei Teile gebildet ist, mit einem Harzteil **82** mit der gleichen Form wie das dreieckige poröse Keramiksäulenteil **30c** verbunden, indem ein beidseitiges Band mit leichter Abziehbarkeit verwendet wird, um ein Eckteil herzustellen, und diese Eckteile werden für die vier Ecken des laminierten Keramikkörpers verwendet, und nach den Laminiervorgängen der porösen Keramikteile **30** werden alle die vier Ecken des laminierten Keramikkörpers bildenden Harzteile **82** entfernt; dadurch kann ein laminierter Keramikkörper mit einer polygonalen Säulenform in seinem Querschnitt hergestellt werden. Dadurch ist es möglich, die Abfallmenge zu verringern, die porösen Keramikteilen entspricht, die nach Bildung des Keramikblocks durch Beschneiden des Umfangsabschnitts des laminierten Keramikkörpers zu beseitigen sind.

**[0195]** Für das Verfahren zur Herstellung des laminierten Keramikkörpers mit einer polygonalen Säulenform in seinem Querschnitt können außer dem Verfahren gemäß [Fig. 7](#) z. B. ein Verfahren verwendet werden, bei dem die an vier Ecken anzuordnenden porösen Keramikteile entfallen, sowie ein Verfahren, bei dem poröse Keramikteile mit einer Dreieckform in Übereinstimmung mit der Form des herzustellenden Wabenfilters miteinander kombiniert werden. Hierbei kann natürlich ein viereckiges Keramiksäulenteil hergestellt werden.

**[0196]** Danach wird der laminierte Körper dieses porösen Keramikteils **30** erwärmt, so daß die Verbindungsschicht **81** trocknet und erstarrt, um eine Klebeschicht **24** zu bilden, und der Umfangsabschnitt davon wird dann in eine Form gemäß [Fig. 2](#) geschnitten, indem z. B. ein Diamantschleifer verwendet wird, so daß ein Keramikblock **25** hergestellt wird.

**[0197]** Anschließend wird eine Dichtungsmaterialschicht **26** auf dem Umfang des Keramikblocks **25** gebildet, so daß ein Wabenfilter mit einer Struktur hergestellt wird, bei der mehrere poröse Keramikteile über Klebeschichten miteinander kombiniert sind.

**[0198]** Hierbei können für die o. g. Materialpaste, die Zusammensetzungen des Klebers und der Dichtungsmaterialpaste, die Bedingungen für Entfettungs- und Sintervorgänge des Formkörpers die gleichen Bedingungen u. ä. zum Einsatz kommen, die bei Herstellung eines herkömmlichen Wabenfilters mit einer Struktur verwendet werden, bei der mehrere poröse Keramikteile über Klebeschichten miteinander kombiniert sind.

**[0199]** Jedes der gemäß der vorstehenden Beschreibung hergestellten Wabenfilter hat eine Säulenform und eine Struktur, bei der eine Anzahl von Durchgangslöchern parallel zueinander mit einer dazwischen eingefügten Trennwand angeordnet sind.

**[0200]** Hat das Wabenfilter eine Struktur, die insgesamt durch einen einzelnen Sinterkörper gemäß [Fig. 1](#) gebildet ist, kann die eine Anzahl von Durchgangslöchern trennende Trennwand insgesamt als Filter zum Einfangen von Partikeln fungieren; hat dagegen das Wabenfilter eine Struktur, bei der mehrere poröse Keramikteile über Klebeschichten gemäß [Fig. 2](#) miteinander kombiniert sind, kann aufgrund der Tatsache, daß jeder der die zahlreichen Durchgangslöcher trennenden Wandabschnitte durch eine das poröse Keramikteil bildende Trennwand und eine zum Kombinieren der porösen Keramikteile verwendete Klebeschicht gebildet ist, ein Abschnitt davon, d. h. der Trennwandabschnitt, der nicht in Kontakt mit der Klebeschicht des porösen Keramikteils steht, als Filter zum Einfangen von Partikeln fungieren.

**[0201]** In der nachfolgenden Beschreibung wird ein Herstellungsverfahren für die Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung erläutert.

**[0202]** Bei Herstellung der Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung wird zunächst ein Haltedichtungsmaterial hergestellt, mit dem der Umfang des Wabenfilters der Erfindung beschichtet wird.

**[0203]** Zur Bildung des Haltedichtungsmaterials wird zuerst ein anorganischer mattenförmiger Stoff (Bahn) mit Hilfe anorganischer Fasern gebildet, z. B. kristalline Aluminiumoxidfasern, Aluminiumoxid-Siliciumoxid-Fasern, Siliciumoxidfasern u. ä. sowie Fasern u. ä., die eine oder mehrere Arten dieser anorganischen Fasern enthalten.

**[0204]** Hierbei wird für das Verfahren zur Bildung dieses anorganischen mattenförmigen Stoffs ohne Einschränkung z. B. ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem die o. g. Fasern u. ä. in einer kleberhaltigen Lösung dispergiert werden, so daß durch Nutzung einer Papiermaschine u. ä. zur Papierherstellung ein anorganischer mattenförmiger Stoff hergestellt wird.

**[0205]** Außerdem ist erwünscht, daß dieser anorganische mattenförmige Stoff einem Vernadelungsvorgang unterzogen wird. Durch diesen Vernadelungsvorgang können die Fasern miteinander verwirren, so daß es möglich ist, ein Haltedichtungsmaterial herzustellen, das hohe Elastizität hat und das Wabenfilter ausgezeichnet hält.

**[0206]** Danach wird dieser anorganische mattenförmige Stoff einem Schneidvorgang unterzogen, so daß ein Haltedichtungsmaterial mit einer Form z. B. gemäß [Fig. 5](#) gebildet wird.

**[0207]** Als nächstes wird der Umfang des Wabenfilters der Erfindung mit diesem Haltedichtungsmaterial beschichtet, so daß das Haltedichtungsmaterial darauf befestigt wird.

**[0208]** Für die Einrichtung zum Befestigen dieses Haltedichtungsmaterials kann ohne besondere Einschränkung z. B. eine Einrichtung zum Verbinden des Haltedichtungsmaterials durch einen Kleber oder eine Einrichtung zu seinem Anbinden mit Hilfe eines schnurförmigen Teils verwendet werden. Außerdem kann die Abfolge zum nächsten Vorgang übergehen, wobei das Wabenfilter mit dem Haltedichtungsmaterial beschichtet ist, ohne es mit Hilfe einer spezifischen Einrichtung zu befestigen. Hierbei kann das o. g. schnurförmige Teil aus einem durch Wärme zu zersetzenden Material hergestellt sein. Auch wenn das schnurförmige Teil nach Platzierung des Wabenfilters innerhalb des Gehäuses durch Wärme zersetzt wird, löst sich das Haltedichtungsmaterial nicht ab, da das Wabenfilter schon im Gehäuse plziert wurde.

**[0209]** Als nächstes wird das diesen Vorgängen unterzogene Wabenfilter im Gehäuse plziert.

**[0210]** Da das Material, die Form, die Struktur u. ä. dieses Gehäuses zuvor beschrieben wurden, wird hier auf ihre Beschreibung verzichtet.

**[0211]** Für das Verfahren zum Einbauen des Wabenfilters im Gehäuse wird für den Fall, daß das Gehäuse als zylinderförmiges Gehäuse **41** (**Fig. 6(a)**) hergestellt ist, z. B. das folgende Verfahren vorgeschlagen: Ein mit dem Haltedichtungsmaterial beschichtetes Wabenfilter wird in eine seiner Endflächen geschoben, und nach Platzierung an einer vorbestimmten Position werden Endflächen, die mit einem Einleitungsrohr, Rohrleitungen, einem Abgaberohr u. ä. zu verbinden sind, an den beiden Enden des Gehäuses **41** gebildet. Hierbei kann das Gehäuse **41** eine Zylinderform mit einer Unterseite haben.

**[0212]** Um bei dieser Struktur zu verhindern, daß sich das befestigte Wabenfilter leicht bewegt, müssen solche Faktoren wie die Dicke des Haltedichtungsmaterials, die Größe des Wabenfilters, die Größe des Wabenfilters und die Größe des Gehäuses **41** auf einen Grad eingestellt sein, daß sich der Einschiebevorgang unter Ausübung einer recht hohen Druckkraft durchführen läßt.

**[0213]** Ist ferner das Gehäuse als zweigeteiltes mantelförmiges Gehäuse **42** (**Fig. 6(b)**) hergestellt, wird z. B. das folgende Verfahren vorgeschlagen: Nach Platzierung eines Wabenfilters in einer vorbestimmten Position innerhalb eines halbzyylinderförmigen unteren Mantels **42b** wird ein halbzyylinderförmiger oberer Mantel **42a** auf dem unteren Mantel **42b** platziert, so daß Durchgangslöcher **43a**, die in einem oberen Befestigungsabschnitt **53** gebildet sind, und Durchgangslöcher **44a**, die in einem unteren Befestigungsabschnitt **44** gebildet sind, deckungsgleich sind. Ferner wird eine Schraube **45** durch jedes der Durchgangslöcher **43a** und **44a** eingesetzt und mit einer Mutter o. ä. befestigt, so daß der obere Mantel **42a** und der untere Mantel **42b** aneinander befestigt werden. Danach werden Endflächen, die Öffnungen haben, die mit einem Einleitungsrohr, Rohrleitungen, einem Abgaberohr u. ä. zu verbinden sind, an zwei Enden des Gehäuses **42** gebildet. Um auch in diesem Fall das befestigte Wabenfilter an Bewegung zu hindern, müssen solche Faktoren wie die Dicke des Haltedichtungsmaterials, die Größe des Wabenfilters, die Größe des Wabenfilters und die Größe des Gehäuses **42** eingestellt sein.

**[0214]** Durch dieses zweigeteilte mantelförmige Gehäuse **42** können Austauschvorgänge für das darin platzierte Wabenfilter im Vergleich zum zylinderförmigen Gehäuse **41** leichter durchgeführt werden.

**[0215]** Als nächstes wird eine Erwärmungseinrichtung darin eingebaut, die zum Erwärmen von Gasen verwendet wird, die in die Durchgangslöcher des Wabenfilters bei Durchführung eines Regenerationsvorgangs für das Wabenfilter strömen.

**[0216]** Für die Erwärmungseinrichtung kann ohne besondere Einschränkung z. B. eine Elektroheizung, ein Brenner o. ä. genutzt werden.

**[0217]** Normalerweise wird diese Erwärmungseinrichtung in der Umgebung der Endfläche auf der Abgaseinlaßseite des im Gehäuse platzierten Wabenfilters angeordnet.

**[0218]** Danach wird das Gehäuse, in dem das Wabenfilter der Erfindung und die Erwärmungseinrichtung eingebaut sind, mit einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors verbunden.

**[0219]** Insbesondere wird die Endfläche des Gehäuses auf der Seite, an der die Erwärmungseinrichtung angebracht ist, mit dem Einleitungsrohr verbunden, das mit einem solchen Motor wie dem Verbrennungsmotor gekoppelt ist, wobei die andere Endfläche mit dem nach außen führenden Abgaberohr verbunden wird.

**[0220]** Zudem wird eine Pumpe o. ä., durch die für den Regenerationsvorgang des Wabenfilters zu verwendende Gase in das Wabenfilter strömen können, im Mittelabschnitt des Einleitungsrohrs oder in der Umgebung der Abgaseinlaßseite des Gehäuses platziert.

**[0221]** Bei Durchführung des Regenerationsvorgangs des Wabenfilters können durch die so eingebaute Pumpe o. ä. durch die Erwärmungseinrichtung erwärmte Gase in das Wabenfilter unter Bedingungen einer Einstromgeschwindigkeit von mindestens 0,3 m/s und einer Sauerstoffkonzentration von mindestens 6% strömen.

**[0222]** Statt die Pumpe o. ä. einzubauen, kann weiterhin eine Vorrichtung o. ä., die die Einstromgeschwindigkeit und Sauerstoffkonzentration der Abgase einstellen kann, die von einem solchen Motor wie einem Verbrennungsmotor abgegeben werden, im Mittelabschnitt des Einleitungsrohrs oder in der Umgebung der Endfläche

des Gehäuses auf der Abgaseinlaßseite eingebaut werden.

**[0223]** Indem diese Vorgänge durchgeführt werden, lassen sich das Wabenfilter und die Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung effektiv herstellen.

#### BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

**[0224]** In der folgenden Beschreibung wird die Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert; gleichwohl soll die Erfindung nicht durch diese Beispiele eingeschränkt sein.

##### Beispiele 1 und 2 und Vergleichsbeispiel 1

(1)  $\alpha$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 5  $\mu\text{m}$  (60 Gew.-%) und  $\beta$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 0,5  $\mu\text{m}$  (40 Gew.-%) wurden naßgemischt, und zu 100 Gewichtsteilen der resultierenden Mischung wurden 5 Gewichtsteile eines organischen Bindemittels (Methylcellulose) und 10 Gewichtsteile Wasser zugegeben und verknetet, um eine Materialpaste zu erhalten. Nachdem als nächstes eine geringe Menge eines Weichmachers und eines Gleitmittels der Materialpaste zugegeben und diese weiter geknetet wurde, wurde die resultierende Materialpaste mit Hilfe von Werkzeugen extrudiert, die unterschiedliche Werte, d. h. 100  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$  und 120  $\mu\text{m}$ , der Oberflächenrauhtiefe Ra von Wandflächen dünner Poren hatten, die mit der Materialpaste direkt in Kontakt kommen, so daß drei Arten von Rohformkörpern hergestellt wurden, die unterschiedliche Werte der Oberflächenrauhtiefe der Innenwände der Öffnungen haben, die parallel zueinander in Längsrichtung gebildet sind. Danach wurden diese Rohformkörper mit Hilfe eines Mikrowellentrockners getrocknet, wonach vorbestimmte Durchgangslöcher mit einer Paste mit der gleichen Zusammensetzung wie der Rohformkörper gefüllt wurden, und nachdem diese wiederum mit Hilfe eines Trockners getrocknet wurden, wurden sie bei 400°C entfettet und bei 2200°C in einer Argonatmosphäre unter Normaldruck 3 Stunden gesintert, um poröse Keramikteile gemäß [Fig. 3](#) herzustellen, von denen jedes aus einem Siliciumcarbid-Sinterkörper hergestellt war und eine Größe von 34,4 mm  $\times$  34,4 mm  $\times$  300 mm, 144 Durchgangslöcher, eine Länge l der längsten Seite von 2,39 mm, eine Länge L in Längsrichtung von 300 mm und eine Dicke des Wandabschnitts von 0,44 mm hatte.

(2) Anschließend wurde eine Anzahl der porösen Keramikteile miteinander kombiniert, indem ein wärmebeständiger Kleber verwendet wurde, der solche anorganischen Fasern wie Keramikfasern u. ä. und solche anorganischen Teilchen wie Siliciumcarbid u. ä. enthielt, und dann mit einem Diamantschleifer geschnitten; dadurch wurde ein zylinderförmiger Keramikblock mit einem Durchmesser von 165 mm und einer Länge von 300 mm gemäß [Fig. 2](#) erhalten.

**[0225]** Im Anschluß daran wurde eine Dichtungsmaterialschicht auf dem Umfang des Keramikblocks mit Hilfe des wärmebeständigen Klebers gebildet, so daß ein zylinderförmiges Wabenfilter gemäß [Fig. 2](#) hergestellt wurde.

**[0226]** Nach JIS B 0601 betrugen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs der so hergestellten Wabenfilter 100  $\mu\text{m}$  (Beispiel 1), 50  $\mu\text{m}$  (Beispiel 2) bzw. 120  $\mu\text{m}$  (Vergleichsbeispiel 1), wobei L/l auf 125,5 festgelegt war.

##### Beispiele 3 und 4 und Vergleichsbeispiel 2

(1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 1 und 2 und im Vergleichsbeispiel 1 wurden mit der Ausnahme durchgeführt, daß in (1) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 die Länge L in Längsrichtung des porösen Keramikteils auf 500 mm festgelegt wurde, um ein poröses Keramikteil zu erhalten.

(2) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwände des Durchgangslochs 100  $\mu\text{m}$  (Beispiel 3), 50  $\mu\text{m}$  (Beispiel 4) bzw. 120  $\mu\text{m}$  (Vergleichsbeispiel 2) betrugen, wobei L/l auf 209,2 festgelegt war.

##### Vergleichsbeispiele 3 bis 5

(1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 1 und 2 und im Vergleichsbeispiel 1 wurden in (1) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 mit der Ausnahme durchgeführt, daß die Länge L in Längsrichtung des porösen Keramikteils auf 100 mm festgelegt war, um ein poröses Keramikteil zu erhalten.

(2) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwände

des Durchgangslochs 100 µm (Vergleichsbeispiel 3), 50 µm (Vergleichsbeispiel 4) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 5) betrugen, wobei L/I auf 41,8 festgelegt war.

Beispiele 5 und 6 und Vergleichsbeispiel 6

- (1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 1 und 2 und im Vergleichsbeispiel 1 wurden in (1) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 mit der Ausnahme durchgeführt, daß das poröse Keramikteil eine Größe von 34,42 mm × 34,42 mm × 100 mm, 324 Durchgangslöcher, eine Länge l der längsten Seite von 1,49 und eine Länge L in Längsrichtung von 100 mm hatte, um ein poröses Keramikteil herzustellen.
- (2) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 1 und 2 und im Vergleichsbeispiel 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs 100 µm (Beispiel 5), 50 µm (Beispiel 6) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 6) betrugen, wobei L/I auf 67,1 festgelegt war.

Beispiele 7 und 8 und Vergleichsbeispiel 7

- (1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 5 und 6 und im Vergleichsbeispiel 7 wurden in (1) der Beispiele 5 und 6 und des Vergleichsbeispiels 6 mit der Ausnahme durchgeführt, daß die Länge L in Längsrichtung des porösen Keramikteils auf 300 mm festgelegt war, um ein poröses Keramikteil herzustellen.
- (2) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs 100 µm (Beispiel 7), 50 µm (Beispiel 8) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 7) betrugen, wobei L/I auf 201,3 festgelegt war.

Beispiele 9 und 10 und Vergleichsbeispiel 8

- (1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 5 und 6 und im Vergleichsbeispiel 7 wurden in (1) der Beispiele 5 und 6 und des Vergleichsbeispiels 6 mit der Ausnahme durchgeführt, daß die Länge L in Längsrichtung des porösen Keramikteils auf 500 mm festgelegt war, um ein poröses Keramikteil herzustellen.
- (2) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs 100 µm (Beispiel 9), 50 µm (Beispiel 10) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 8) betrugen, wobei L/I auf 335,6 festgelegt war.

Beispiele 11 und 12 und Vergleichsbeispiel 9

- (1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 1 und 2 und im Vergleichsbeispiel 1 wurden in (1) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 mit der Ausnahme durchgeführt, daß das poröse Keramikteil eine Größe von 34,43 mm × 34,43 mm × 100 mm, 484 Durchgangslöcher, eine Länge l der längsten Seite des Durchgangslochs von 1,22 mm und eine Länge L in Längsrichtung von 100 mm hatte, um ein poröses Keramikteil herzustellen.
- (2) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs 100 µm (Beispiel 11), 50 µm (Beispiel 12) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 9) betrugen, wobei L/I auf 82,0 festgelegt war.

Beispiele 13 und 14 und Vergleichsbeispiel 10

- (1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 11 und 12 und im Vergleichsbeispiel 9 wurden in (1) der Beispiele 11 und 12 und des Vergleichsbeispiels 9 mit der Ausnahme durchgeführt, daß die Länge L in Längsrichtung des porösen Keramikteils auf 300 mm festgelegt war, um ein poröses Keramikteil herzustellen.
- (2) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs 100 µm (Beispiel 13), 50 µm (Beispiel 14) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 10) betrugen, wobei L/I auf 245,9 festgelegt war.

Beispiele 15 und 16 und Vergleichsbeispiel 11

- (1) Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 11 und 12 und im Vergleichsbeispiel 9 wurden in (1) der

Beispiele 11 und 12 und des Vergleichsbeispiels 9 mit der Ausnahme durchgeführt, daß die Länge L in Längsrichtung des porösen Keramikteils auf 500 mm festgelegt war, um ein poröses Keramikteil herzustellen.

(2) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß Wabenfilter hergestellt wurden, bei denen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs 100 µm (Beispiel 15), 50 µm (Beispiel 16) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 11) betrugen, wobei L/l auf 409,8 festgelegt war.

**[0227]** Jedes der in den Beispielen 1 bis 16 und Vergleichsbeispielen 1 bis 11 hergestellten Wabenfilter wurde im Gehäuse der Abgasreinigungsvorrichtung gemäß [Fig. 4](#) eingebaut und Bewertungsversuchen unterzogen, bei denen Einfangvorgänge von Partikeln und Regenerationsvorgänge 100 mal wiederholt durchgeführt wurden, wonach jedes der resultierenden Wabenfilter entnommen und aufgeschnitten wurde. Für die Schnittfläche jedes der Wabenfilter wurde der Regenerationszustand von Partikeln visuell beobachtet, und das angesammelte Aschemengenverhältnis (B/A) zwischen der angesammelten Aschemenge (A) in der Umgebung des Endes auf der Abgasauslaßseite (1/3-Punkt von der Auslaßseite in der Mitte des Filters) und der angesammelten Aschemenge (B) in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlaßseite (1/3-Punkt von der Einlaßseite in der Mitte des Filters) wurde gemessen. Hierbei wurde die angesammelte Menge durch Messen der Aschedicke gemessen. Sofern Restpartikel verblieben, wurde die Messung durchgeführt, nachdem diese Restpartikel in einem Elektroofen verbrannt waren.

**[0228]** Hierbei strömt im o. g. Regenerationsvorgang durch Verwendung der Pumpe, die in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlaßseite des Gehäuses plaziert ist, Luft (Sauerstoffkonzentration: 21%) durch das Wabenfilter mit einer Einströmgeschwindigkeit von 0,8 m/s.

**[0229]** In der folgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse gezeigt.

Tabelle 1

|                       | l (mm) | L (mm) | L/l   | S (mm <sup>2</sup> ) | L/S (mm <sup>-1</sup> ) | Ra (µm) | Katalysator vorhanden | Partikel vorhanden | Angesammeltes Aschengehaltungsverhältnis |
|-----------------------|--------|--------|-------|----------------------|-------------------------|---------|-----------------------|--------------------|------------------------------------------|
| Beispiel 1            | 2.39   | 300    | 125.5 | 5.71                 | 52.52                   | 100     | Nein                  | Nein               | 0.04                                     |
| Beispiel 2            | 2.39   | 300    | 125.5 | 5.71                 | 52.52                   | 50      | Nein                  | Nein               | 0.05                                     |
| Beispiel 3            | 2.39   | 500    | 209.2 | 5.71                 | 87.53                   | 100     | Nein                  | Nein               | 0.06                                     |
| Beispiel 4            | 2.39   | 500    | 209.2 | 5.71                 | 87.53                   | 50      | Nein                  | Nein               | 0.08                                     |
| Beispiel 5            | 1.49   | 100    | 67.1  | 2.22                 | 45.04                   | 100     | Nein                  | Nein               | 0.03                                     |
| Beispiel 6            | 1.49   | 100    | 67.1  | 2.22                 | 45.04                   | 50      | Nein                  | Nein               | 0.04                                     |
| Beispiel 7            | 1.49   | 300    | 201.3 | 2.22                 | 135.13                  | 100     | Nein                  | Nein               | 0.06                                     |
| Beispiel 8            | 1.49   | 300    | 201.3 | 2.22                 | 135.13                  | 50      | Nein                  | Nein               | 0.08                                     |
| Beispiel 9            | 1.49   | 500    | 335.6 | 2.22                 | 225.22                  | 100     | Nein                  | Nein               | 0.07                                     |
| Beispiel 10           | 1.49   | 500    | 335.6 | 2.22                 | 225.22                  | 50      | Nein                  | Nein               | 0.08                                     |
| Beispiel 11           | 1.22   | 100    | 82.0  | 1.49                 | 67.19                   | 100     | Nein                  | Nein               | 0.06                                     |
| Beispiel 12           | 1.22   | 100    | 82.0  | 1.49                 | 67.19                   | 50      | Nein                  | Nein               | 0.12                                     |
| Beispiel 13           | 1.22   | 300    | 245.9 | 1.49                 | 201.56                  | 100     | Nein                  | Nein               | 0.06                                     |
| Beispiel 14           | 1.22   | 300    | 245.9 | 1.49                 | 201.56                  | 50      | Nein                  | Nein               | 0.07                                     |
| Beispiel 15           | 1.22   | 500    | 409.8 | 1.49                 | 335.93                  | 100     | Nein                  | Nein               | 0.08                                     |
| Beispiel 16           | 1.22   | 500    | 409.8 | 1.49                 | 335.93                  | 50      | Nein                  | Nein               | 0.09                                     |
| Vergleichsbeispiel 1  | 2.39   | 300    | 125.5 | 5.71                 | 52.52                   | 120     | Nein                  | Nein               | 0.85                                     |
| Vergleichsbeispiel 2  | 2.39   | 500    | 209.2 | 5.71                 | 87.53                   | 120     | Nein                  | Nein               | 0.89                                     |
| Vergleichsbeispiel 3  | 2.39   | 100    | 41.8  | 5.71                 | 17.51                   | 100     | Nein                  | Ja                 | 0.22                                     |
| Vergleichsbeispiel 4  | 2.39   | 100    | 41.8  | 5.71                 | 17.51                   | 50      | Nein                  | Ja                 | 0.26                                     |
| Vergleichsbeispiel 5  | 2.39   | 100    | 41.8  | 5.71                 | 17.51                   | 120     | Nein                  | Ja                 | 0.81                                     |
| Vergleichsbeispiel 6  | 1.49   | 100    | 67.1  | 2.22                 | 45.04                   | 120     | Nein                  | Nein               | 0.88                                     |
| Vergleichsbeispiel 7  | 1.49   | 300    | 201.3 | 2.22                 | 135.13                  | 120     | Nein                  | Nein               | 0.89                                     |
| Vergleichsbeispiel 8  | 1.49   | 500    | 335.6 | 2.22                 | 225.22                  | 120     | Nein                  | Nein               | 0.94                                     |
| Vergleichsbeispiel 9  | 1.22   | 100    | 82.0  | 1.49                 | 67.19                   | 120     | Nein                  | Nein               | 0.90                                     |
| Vergleichsbeispiel 10 | 1.22   | 300    | 245.9 | 1.49                 | 201.56                  | 120     | Nein                  | Nein               | 0.92                                     |
| Vergleichsbeispiel 11 | 1.22   | 500    | 409.8 | 1.49                 | 335.93                  | 120     | Nein                  | Nein               | 0.94                                     |

**[0230]** Gemäß Tabelle 1 waren in den Wabenfiltern der Beispiele 1 bis 16 kaum Partikel auf der Trennwand

angesammelt, und im Hinblick auf die Asche war sie fast insgesamt von der Trennwand gelöst und zur Abgasauslaßseite bewegt.

**[0231]** Fig. 8(a) ist hierbei eine Querschnittaufnahme durch Aufschneiden eines Wabenfilters von Beispiel 1, das dem Bewertungsversuch unterzogen wurde, in Parallelrichtung zur Längsrichtung des porösen Keramikteils; und Fig. 8(b) zeigt teilweise vergrößerte Aufnahmen auf der Abgaseinlaßseite, im Mittelabschnitt und auf der Abgasauslaßseite der Querschnittaufnahmen, die durch Aufschneiden eines porösen Keramikteils eines Wabenfilters von Beispiel 1 in senkrechter Richtung zur Längsrichtung des porösen Keramikteils aufgenommen wurden.

**[0232]** Gemäß Fig. 8(a) und 8(b) wurde im Wabenfilter von Beispiel 1 visuell nachgewiesen, daß Partikel kaum auf der Trennwand angesammelt waren, während Asche auf der Abgasauslaßseite des Durchgangslochs angesammelt war.

**[0233]** Auch in den Wabenfiltern der Beispiele 2 bis 16 wurde nahezu der gleiche Zustand nachgewiesen.

**[0234]** Obwohl dagegen in den Wabenfiltern der Vergleichsbeispiele 1 und 2 und der Vergleichsbeispiele 6 bis 11 Partikel kaum auf der Trennwand angesammelt waren, verblieb Asche in nahezu gleichmäßigem Zustand auf der Trennwand. Außerdem blieben in den Wabenfiltern der Vergleichsbeispiele 3 und 4 viele Partikel auf der Trennwand, ohne vollständig verbrannt worden zu sein; allerdings war nach nachgewiesener Verbrennung der Partikel die meiste Asche von der Trennwand gelöst und zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs bewegt. Weiterhin blieben beim Wabenfilter des Vergleichsbeispiels 5 viele Partikel auf der Trennwand ohne Verbrennung, und die Asche blieb in nahezu gleichmäßigem Zustand auf der Trennwand.

**[0235]** Hierbei ist Fig. 9(a) eine Querschnittaufnahme, die einen Querschnitt des Wabenfilters des Vergleichsbeispiels 1 parallel zur Längsrichtung des porösen Keramikteils zeigt,

**[0236]** Fig. 9(b) zeigt teilweise vergrößerte Querschnittaufnahmen, die Querschnitte des Wabenfilters von Fig. 9(a) auf der Abgaseinlaßseite, im Mittelabschnitt und auf der Abgasauslaßseite darstellen, und Fig. 9(c) zeigt teilweise vergrößerte Querschnittaufnahmen senkrecht zur Längsrichtung des porösen Keramikteils, die Querschnitte des Wabenfilters des Vergleichsbeispiels 1 auf der Abgaseinlaßseite, im Mittelabschnitt und auf der Abgasauslaßseite zeigen.

**[0237]** Gemäß Fig. 9(a) bis 9(c) wurde im Wabenfilter des Vergleichsbeispiels 1 visuell nachgewiesen, daß zwar kaum Partikel auf der Trennwand angesammelt waren, aber Asche auf der gesamten Fläche der Trennwand in nahezu gleichmäßigem Zustand angesammelt war.

**[0238]** Auch in den Wabenfiltern der Vergleichsbeispiele 2 und 6 bis 11 wurde nahezu der gleiche Zustand nachgewiesen.

**[0239]** Wie die Ergebnisse von Tabelle 1 verdeutlichen, ist es in dem Fall, in dem die Länge  $l$  der längsten Seite des Durchgangslochs des Wabenfilters und die Länge  $L$  des porösen Keramikteils in einem Bereich von  $60 \leq l/L \leq 500$  liegen, während die Fläche  $S$  des Durchgangslochs des Wabenfilters und die Länge  $L$  des porösen Keramikteils in einem Bereich von  $20 \leq L/S \leq 400$  liegen, möglich, auf der Trennwand angesammelte Partikel nahezu vollständig zu verbrennen und zu entfernen, und in dem Fall, in dem die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  der Innenwände des Durchgangslochs  $R_a \leq 100 \mu\text{m}$  erfüllt, wird es möglich, die Ascherückstände auf der Trennwand leicht abzulösen und somit die Asche innerhalb des Durchgangslochs unter Nutzung von Gasen zu bewegen, die das Durchgangsloch im Regenerationsvorgang des Wabenfilters durchströmen.

#### Beispiele 17 und 18 und Vergleichsbeispiel 12

**[0240]** Das Wabenfilter von Beispiel 1 wurde im Gehäuse der Abgasreinigungsvorrichtung gemäß Fig. 4 mit Hilfe des in der näheren Beschreibung der Erfindung erläuterten Verfahrens plaziert, so daß eine Abgasreinigungsvorrichtung hergestellt wurde. In der Umgebung des Endes des Gehäuses auf der Abgaseinlaßseite der Abgasreinigungsvorrichtung wurden eine Pumpe, durch die Luft (Sauerstoffkonzentration: 21%) in das Wabenfilter mit einer gewünschten Einströmgeschwindigkeit im Regenerationsvorgang des Wabenfilters strömen kann, und ein Gegendrucksensor eingebaut, der einen Druckverlust im Wabenfilter mißt.

**[0241]** Hierbei waren im Regenerationsvorgang des Wabenfilters Werte der Einströmgeschwindigkeit von Luft, die in das Wabenfilter strömt, auf 0,3 m/s (Beispiel 17), 1,0 m/s (Beispiel 18) und 0,2 m/s (Vergleichsbei-

spiel 12) festgelegt.

#### Beispiele 19 und 20 und Vergleichsbeispiel 13

**[0242]** Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 17 und 18 und im Vergleichsbeispiel 12 wurden mit der Ausnahme durchgeführt, daß das Wabenfilter von Beispiel 2 verwendet wurde, so daß eine Abgasreinigungsvorrichtung hergestellt wurde.

**[0243]** Hierbei waren im Regenerationsvorgang des Wabenfilters Werte der Einströmgeschwindigkeit von Luft, die in das Wabenfilter strömt, auf 0,3 m/s (Beispiel 19), 1,0 m/s (Beispiel 20) und 0,2 m/s (Vergleichsbeispiel 13) festgelegt.

#### Vergleichsbeispiele 14 und 15

**[0244]** Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 17 und 18 und im Vergleichsbeispiel 12 wurden mit der Ausnahme durchgeführt, daß das Wabenfilter von Vergleichsbeispiel 1 verwendet wurde, so daß eine Abgasreinigungsvorrichtung hergestellt wurde.

**[0245]** Hierbei waren im Regenerationsvorgang des Wabenfilters Werte der Einströmgeschwindigkeit von Luft, die in das Wabenfilter strömt, auf 0,3 m/s (Vergleichsbeispiel 14) bzw. 1,0 m/s (Vergleichsbeispiel 15) festgelegt.

#### Vergleichsbeispiele 16 und 17

**[0246]** Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 17 und 18 und im Vergleichsbeispiel 12 wurden mit der Ausnahme durchgeführt, daß das Wabenfilter von Vergleichsbeispiel 3 verwendet wurde, so daß eine Abgasreinigungsvorrichtung hergestellt wurde.

**[0247]** Hierbei waren im Regenerationsvorgang des Wabenfilters Werte der Einströmgeschwindigkeit von Luft, die in das Wabenfilter strömt, auf 0,3 m/s (Vergleichsbeispiel 16) bzw. 1,0 m/s (Vergleichsbeispiel 17) festgelegt.

#### Beispiele 21 bis 24

**[0248]** Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 17 bis 20 wurden mit der Ausnahme durchgeführt, daß im Regenerationsvorgang des Wabenfilters das Gas, das in das Wabenfilter strömen soll, auf ein Sauerstoff-Stickstoff-Mischgas mit einer Sauerstoffkonzentration von 6% umgestellt wurde.

#### Vergleichsbeispiele 18 bis 21

**[0249]** Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 17 bis 20 wurden mit der Ausnahme durchgeführt, daß im Regenerationsvorgang des Wabenfilters das Gas, das in das Wabenfilter strömen soll, auf ein Sauerstoff-Stickstoff-Mischgas mit einer Sauerstoffkonzentration von 4% umgestellt wurde.

**[0250]** Jede der in den Beispielen 17 bis 24 und Vergleichsbeispielen 12 bis 21 hergestellten Abgasreinigungsvorrichtungen wurde in einem Abgaskanal eines Motors eingebaut und Bewertungsversuchen unterzogen, bei denen Einfangvorgänge von Partikeln und Regenerationsvorgänge des Wabenfilters 100 mal wiederholt durchgeführt wurden, so daß der Druckverlust im Anfangsstadium (im folgenden Anfangsdruckverlust genannt) jedes Wabenfilters nach jedem der Regenerationsvorgänge gemessen wurde. Außerdem wurde nach den Bewertungsversuchen jedes der Wabenfilter, das in jeder der Abgasreinigungsvorrichtungen verwendet wurde, entnommen und aufgeschnitten; dadurch wurde das angesammelte Aschemengenverhältnis (B/A) zwischen der angesammelten Aschemenge (A) in der Umgebung des Endes auf der Abgasaußseite und der angesammelten Aschemenge (B) in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlaßseite gemessen. Hierbei wurde die angesammelte Menge durch Messen der Aschedicke gemessen.

**[0251]** Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 2 und in [Fig. 10](#) dargestellt.

Tabelle 2

|                            | Filter                    | Sauerstoffkonzentration<br>des Einströmgesetzes (%) | Einströmgeschwindigkeit<br>(m/s) | Angesammeltes<br>Aschemengenverhältnis |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|
| Beispiel 17                | Beispiel 1                | 21                                                  | 0.3                              | 0.08                                   |
| Beispiel 18                | Beispiel 1                | 21                                                  | 1.0                              | 0.03                                   |
| Beispiel 19                | Beispiel 2                | 21                                                  | 0.3                              | 0.09                                   |
| Beispiel 20                | Beispiel 2                | 21                                                  | 1.0                              | 0.04                                   |
| Beispiel 21                | Beispiel 1                | 6                                                   | 0.3                              | 0.12                                   |
| Beispiel 22                | Beispiel 1                | 6                                                   | 1.0                              | 0.10                                   |
| Beispiel 23                | Beispiel 2                | 6                                                   | 0.3                              | 0.15                                   |
| Beispiel 24                | Beispiel 2                | 6                                                   | 1.0                              | 0.13                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 12 | Beispiel 1                | 21                                                  | 0.2                              | 0.79                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 13 | Beispiel 2                | 21                                                  | 0.2                              | 0.75                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 14 | Vergleichs-<br>beispiel 1 | 21                                                  | 0.3                              | 0.85                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 15 | Vergleichs-<br>beispiel 1 | 21                                                  | 1.0                              | 0.75                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 16 | Vergleichs-<br>beispiel 3 | 21                                                  | 0.3                              | 0.55                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 17 | Vergleichs-<br>beispiel 3 | 21                                                  | 1.0                              | 0.45                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 18 | Beispiel 1                | 4                                                   | 0,3                              | 0.32                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 19 | Beispiel 1                | 4                                                   | 1.0                              | 0.41                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 20 | Beispiel 2                | 4                                                   | 0.3                              | 0.45                                   |
| Vergleichs-<br>beispiel 21 | Beispiel 2                | 4                                                   | 1.0                              | 0.51                                   |

**[0252]** Gemäß Tabelle 2 war in den Wabenfiltern der Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 17 bis 24 Asche auf der Abgasauslaßseite des Durchgangslochs angesammelt, wobei kaum Asche auf der Trennwand auf der Abgaseinlaßseite und im Mittelabschnitt des Durchgangslochs verblieb.

**[0253]** Dagegen verblieb in den Wabenfiltern der Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 12 bis 15 Asche in nahezu gleichmäßigem Zustand auf der Trennwand.

**[0254]** Weiterhin zeigt [Fig. 10](#) ein Diagramm der Beziehung zwischen der Anzahl von Regenerationsvorgängen jedes der Wabenfilter von Beispiel 17 und Vergleichsbeispiel 12; sowie dem Anfangsdruckverlust in jedem der Wabenfilter nach den Regenerationsvorgängen.

**[0255]** Gemäß [Fig. 10](#) beträgt beim Wabenfilter von Beispiel 17 der Anfangsdruckverlust nach dem ersten Regenerationsvorgang 4 kPa, und der Anfangsdruckverlust steigt allmählich in der Kurve zweiten Grades; so beträgt der Anfangsdruckverlust nach dem 100. Regenerationsvorgang 9 kPa, wodurch es möglich ist, einen niedrigen Wert des Anfangsdruckverlusts lange Zeit beizubehalten.

**[0256]** Hierbei wurde für die Beziehung zwischen der Anzahl von Regenerationsvorgängen und dem Anfangsdruckverlust jedes der Wabenfilter der Beispiele 18 bis 24 nahezu die gleiche Beziehung wie die von Beispiel 17 erhalten.

**[0257]** Daher ist es in den Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 17 bis 24 möglich, eine große filterfähige Fläche im Wabenfilter auch nach den o. g. Bewertungsversuchen zu behalten; dadurch wird es möglich, den Anfangsdruckverlust des Wabenfilters daran zu hindern, nach den Regenerationsvorgängen zu hoch zu werden, und somit das Filter auch nach den diesen Bewertungsversuchen kontinuierlich zu verwenden.

**[0258]** Obwohl im Gegensatz dazu beim Wabenfilter von Vergleichsbeispiel 12 der Anfangsdruckverlust nach dem ersten Regenerationsvorgang 4 kPa beträgt, steigt der Anfangsdruckverlust linear vergleichsweise steil an; somit beträgt der Anfangsdruckverlust nach dem 100. Regenerationsvorgang 16 kPa; folglich wird der Anfangsdruckverlust leicht höher.

**[0259]** Hierbei wurde für die Beziehung zwischen der Anzahl von Regenerationsvorgängen und dem Anfangsdruckverlust jedes der Wabenfilter der Vergleichsbeispiele 13 bis 15 nahezu die gleiche Beziehung wie die von Vergleichsbeispiel 12 erhalten.

**[0260]** Daher tritt bei den Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 12 bis 15 Verstopfung in der Trennwand des Wabenfilters infolge von Asche nach den Bewertungsversuchen auf, was einen hohen Anfangsdruckverlust im Wabenfilter verursacht; folglich muß das Wabenfilter durch Waschen mit Wasser o. ä. nach den Bewertungsversuchen gewaschen werden, was den kontinuierlichen Filtergebrauch unmöglich macht.

**[0261]** Obwohl zudem beim Wabenfilter jeder der Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 16 und 17 ein Teil der Asche auf der Abgasauslaßseite des Durchgangslochs angesammelt ist, verbleibt Asche auf der Trennwand auf der Abgaseinlaßseite und im Mittelabschnitt des Durchgangslochs zusammen mit vielen Partikeln, was den Anfangsdruckverlust nach dem Regenerationsvorgang leicht höher werden läßt; dadurch muß der Partikelregenerationsvorgang verglichen mit den Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 17 bis 20 häufiger durchgeführt werden. Obwohl ferner die Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 16 und 17 keinen Waschvorgang des Wabenfilters durch Waschen mit Wasser o. ä. unmittelbar nach dem Bewertungsversuch erfordern, benötigen diese Vorrichtungen den Waschvorgang in einer kürzeren Zeitspanne verglichen mit den Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 17 bis 24.

**[0262]** Außerdem werden im Wabenfilter jeder der Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 18 bis 21 die Partikel unzureichend verbrannt und bleiben zurück, was zu einer höheren angesammelten Aschemenge führt.

**[0263]** Wie die Ergebnisse gemäß Tabelle 2 deutlich machen, wird es im Regenerationsvorgang des Wabenfilters in der Abgasreinigungsvorrichtung unter Verwendung des Wabenfilters der Erfindung durch Festlegen der Einströmgeschwindigkeit von Gasen in das Wabenfilter auf mindestens 0,3 m/s möglich, Ascherückstände auf der Trennwand zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs zu bewegen, um eine große filterfähige Fläche in der Trennwand zu wahren und somit das Wabenfilter lange Zeit kontinuierlich zu verwenden.

**[0264]** Ist z. B. die Einströmgeschwindigkeit von Gasen in das Wabenfilter auf mindestens 0,3 m/s im Regenerationsvorgang des Wabenfilters festgelegt, so ist es ohne Verwendung des Wabenfilters der Erfindung unmöglich, Ascherückstände auf der Trennwand zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs zu bewegen; somit läßt sich das Filter nicht lange gebrauchen.

**[0265]** Ist zudem die Sauerstoffkonzentration von Gasen niedrig, die in das Wabenfilter strömen sollen, werden die Partikel nicht ausreichend verbrannt und verbleiben darauf; dadurch wird die angesammelte Aschemenge höher.

#### Beispiele 25 und 26 und Referenzbeispiel 1

(1)  $\alpha$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 5  $\mu\text{m}$  (60 Gew.-%) und  $\beta$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 0,5  $\mu\text{m}$  (40 Gew.-%) wurden naßgemischt, und zu 100 Gewichtsteilen der resultierenden Mischung wurden 5 Gewichtsteile eines organischen Bindemittels (Methylcellulose) und 10 Gewichtsteile Wasser zugegeben und verknetet, um eine Materialpaste zu erhalten. Nachdem als nächstes eine geringe Menge eines Weichmachers und eines Gleitmittels der Materialpaste zugegeben wurden und diese weiter geknetet wurde, wurde die resultierende Materialpaste mit Hilfe eines Werkzeugs extrudiert, das 0,1  $\mu\text{m}$  Oberflächenrauhtiefe Ra von Wandflächen dünner Poren hat, die mit der Materialpaste direkt in Kontakt kommen, so daß ein Rohformkörper hergestellt wurde, in dem mehrere Durchgangslöcher parallel zueinander in Längsrichtung mit einer dazwischen eingefügten Trennwand angeordnet waren.

**[0266]** Nachdem dieser Rohformkörper mit einem Mikrowellentrockner getrocknet war, wurden anschließend vorbestimmte Durchgangslöcher mit einer Paste mit der gleichen Zusammensetzung wie der Rohformkörper gefüllt, und diese wurde wieder mit Hilfe eines Trockners getrocknet.

**[0267]** Als nächstes wurde der Rohformkörper einem Entfettungsvorgang bei 400°C unterzogen und 3 Stunden bei 2200°C gesintert, wobei Argongas alle Durchgangslöcher des Rohformkörpers mit einer Einströmgeschwindigkeit von 15 m/s (Beispiel 25), 12 m/s (Beispiel 26) bzw. 5 m/s (Referenzbeispiel 1) durchströmte. Hergestellt wurden dadurch gemäß [Fig. 3](#) poröse Keramikteile, von denen jedes aus einem Siliciumcarbid-Sinterkörper hergestellt war und eine Größe von 34,4 mm  $\times$  34,4 mm  $\times$  300 mm, 144 Durchgangslöcher, eine Länge l der längsten Seite von 2,39, eine Fläche S des Durchgangslochs im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung von 5,71 mm<sup>2</sup>, eine Länge L in Längsrichtung von 300 mm und eine Dicke des Wandabschnitts von 0,44 mm hatte.

(2) Anschließend wurde eine Anzahl der porösen Keramikteile miteinander kombiniert, indem ein wärmebeständiger Kleber verwendet wurde, der solche anorganischen Fasern wie Keramikfasern u. ä. und solche anorganischen Teilchen wie Siliciumcarbid u. ä. enthielt, und dann mit einem Diamantschleifer geschnitten; dadurch wurde ein zylinderförmiger Keramikblock mit einem Durchmesser von 165 mm und einer Länge von 300 mm gemäß [Fig. 2](#) erhalten.

**[0268]** Im Anschluß daran wurde eine Dichtungsmaterialschicht auf dem Umfang des Keramikblocks mit Hilfe des wärmebeständigen Klebers gebildet, so daß ein zylinderförmiges Wabenfilter gemäß [Fig. 2](#) hergestellt wurde.

**[0269]** Nach JIS B 0601 betrugen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs der so hergestellten Wabenfilter 10  $\mu\text{m}$  (Beispiel 25), 1  $\mu\text{m}$  (Beispiel 26) bzw. 0,5  $\mu\text{m}$  (Referenzbeispiel 1), wobei L/l und L/S auf 125,5 bzw. 21,97 festgelegt waren.

#### Beispiele 27 und 28 und Vergleichsbeispiel 22

(1)  $\alpha$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 5  $\mu\text{m}$  (60 Gew.-%) und  $\beta$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 0,5  $\mu\text{m}$  (40 Gew.-%) wurden naßgemischt, und zu 100 Gewichtsteilen der resultierenden Mischung wurden 5 Gewichtsteile eines organischen Bindemittels (Methylcellulose) und 10 Gewichtsteile Wasser zugegeben und verknetet, um eine Materialpaste zu erhalten. Nachdem als nächstes eine geringe Menge eines Weichmachers und eines Gleitmittels der Materialpaste zugegeben wurden und diese weiter geknetet wurde, wurde die resultierende Materialpaste mit Hilfe von Werkzeugen extrudiert, die unterschiedliche Werte, d. h. 100  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$  und 120  $\mu\text{m}$ , der Oberflächenrauhtiefe Ra von Wandflächen dünner Poren hatten, die mit der Materialpaste direkt in Kontakt kommen, so daß drei Arten von Rohformkörpern hergestellt wurden, die unterschiedliche Werte der Oberflächenrauhtiefe der Innenwände der Öffnungen haben, die parallel zueinander in Längsrichtung gebildet sind.

**[0270]** Danach wurden diese Rohformkörper mit Hilfe eines Mikrowellentrockners getrocknet, wonach vorbestimmte Durchgangslöcher mit einer Paste mit der gleichen Zusammensetzung wie der Rohformkörper gefüllt wurden, und nachdem diese wiederum mit Hilfe eines Trockners getrocknet wurden, wurden sie bei 400°C entfettet und bei 2200°C in einer Argonatmosphäre unter Normaldruck 3 Stunden gesintert, um poröse Keramik-

teile gemäß [Fig. 3](#) herzustellen, von denen jedes aus einem Siliciumcarbid-Sinterkörper hergestellt war und eine Größe von 34,4 mm × 34,4 mm × 300 mm, 144 Durchgangslöcher, eine Länge l der längsten Seite von 2,39, eine Länge L in Längsrichtung von 300 mm und eine Dicke der Trennwand von 0,44 mm hatte.

**[0271]** Ferner wurde jedes der porösen Keramikteile 5 Minuten in Fluorwasserstoffsäure (Konzentration: 0,1%) eingetaucht, so daß seine Oberfläche modifiziert wurde.

(2)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  wurde 1,3-Butandiol zugegeben, und diese Mischung wurde 5 Stunden bei 60°C gerührt, so daß eine 1,3-Butandiollösung hergestellt wurde, die 30 Gew.-%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  enthielt. Nach Eintauchen des porösen Keramikteils in diese 1,3-Butandiollösung wurde das resultierende poröse Keramikteil 2 Stunden bei 150°C erwärmt und dann ferner 2 Stunden bei 400°C erwärmt, und nach weiterem 2-stündigen Eintauchen in Wasser bei 80°C wurde es 8 Stunden bei 700°C erwärmt, so daß eine Aluminiumoxidschicht auf der Oberfläche des porösen Keramikteils gebildet wurde.

**[0272]**  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  wurde Ethylenglycol zugegeben, und diese Mischung wurde 5 Stunden bei 90°C gerührt, so daß eine Ethylenglycollösung hergestellt wurde, die 6 Gew.-%  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  enthielt. Nach Eintauchen des porösen Keramikteils in diese Ethylenglycollösung wurde das resultierende poröse Keramikteil 2 Stunden bei 150°C erwärmt und dann auch 2 Stunden bei 650°C in einer Stickstoffatmosphäre erwärmt, so daß eine ein Seltenerdoxid enthaltende Aluminiumoxidschicht, die zum Aufbringen eines Katalysators verwendet wurde, auf der Oberfläche des porösen Keramikteils gebildet wurde.

**[0273]** Eine Salpetersäurelösung von Dinitrodiamminplatin ( $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2]\text{HNO}_3$ ), die 4,53 Gew.-% Platin enthielt, wurde mit destilliertem Wasser verdünnt, und das poröse Keramikteil mit einer Wasserabsorptionsmenge von 28,0 g/l wurde in diese Lösung eingetaucht, so daß es 2 g/l Pt enthielt, wonach das resultierende poröse Keramikteil 2 Stunden bei 110°C erwärmt und ferner 1 Stunden bei 500°C in einer Stickstoffatmosphäre erwärmt wurde, so daß ein Platinkatalysator auf die Oberfläche des porösen Keramikteils aufgebracht wurde.

(3) Als nächstes wurde eine Anzahl der porösen Keramikteile miteinander kombiniert, indem ein wärmebeständiger Kleber verwendet wurde, der anorganische Fasern, z. B. Keramikfasern u. ä., und anorganische Teilchen, z. B. Siliciumcarbid u. ä., enthielt, und anschließend wurden sie mit Hilfe eines Diamantschleifers geschnitten, so daß ein zylinderförmiger Keramikblock gemäß [Fig. 2](#) mit einem Durchmesser von 165 mm und einer Länge von 300 mm gebildet wurde.

**[0274]** Danach wurde eine Dichtungsmaterialschicht auf dem Umfang des Keramikblocks mit Hilfe des wärmebeständigen Klebers gebildet, so daß ein zylinderförmiges Wabenfilter gemäß [Fig. 2](#) hergestellt wurde.

**[0275]** Nach JIS B 0601 betrugen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs der so hergestellten Wabenfilter 100 µm (Beispiel 27), 50 µm (Beispiel 28) bzw. 120 µm (Vergleichsbeispiel 22), wobei L/l auf 125,5 festgelegt war.

#### Beispiele 29 und 30 und Referenzbeispiel 2

(1)  $\alpha$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 5 µm (60 Gew.-%) und  $\beta$ -Siliciumcarbidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 0,5 µm (40 Gew.-%) wurden naßgemischt, und zu 100 Gewichtsteilen der resultierenden Mischung wurden 5 Gewichtsteile eines organischen Bindemittels (Methylcellulose) und 10 Gewichtsteile Wasser zugegeben und verknetet, um eine Materialpaste zu erhalten. Nachdem als nächstes eine geringe Menge eines Weichmachers und eines Gleitmittels der Materialpaste zugegeben wurden und diese weiter geknetet wurde, wurde die resultierende Materialpaste mit Hilfe eines Werkzeugs extrudiert, das 0,1 µm Oberflächenrauhtiefe Ra von Wandflächen dünner Poren hatte, die mit der Materialpaste direkt in Kontakt kommen, so daß ein Rohformkörper hergestellt wurde, in dem mehrere Durchgangslöcher parallel zueinander in Längsrichtung mit einer dazwischen eingefügten Trennwand angeordnet waren.

**[0276]** Nachdem dieser Rohformkörper mit einem Mikrowellentrockner getrocknet war, wurden anschließend vorbestimmte Durchgangslöcher mit einer Paste mit der gleichen Zusammensetzung wie der Rohformkörper gefüllt, und diese wurde wieder mit Hilfe eines Trockners getrocknet.

**[0277]** Als nächstes wurde der Rohformkörper einem Entfettungsvorgang bei 400°C so unterzogen, daß Argongas alle Durchgangslöcher des Rohformkörpers mit einer Einströmgeschwindigkeit von 15 m/s (Beispiel 29), 12 m/s (Beispiel 30) oder 5 m/s (Referenzbeispiel 2) durchströmen konnte.

**[0278]** Anschließend wurde der Rohformkörper einem 3-stündigen Sintervorgang bei 2200°C so unterzogen,

daß Wasserstoffgas alle Durchgangslöcher des Rohformkörpers mit einer Einströmgeschwindigkeit von 15 m/s (Beispiel 29), 12 m/s (Beispiel 30) oder 5 m/s (Referenzbeispiel 2) durchströmen konnte.

**[0279]** Hergestellt wurden dadurch gemäß [Fig. 3](#) poröse Keramikteile, von denen jedes aus einem Siliciumcarbid-Sinterkörper hergestellt war und eine Größe von 34,4 mm × 34,4 mm × 300 mm, 144 Durchgangslöcher, eine Länge l der längsten Seite von 2,39, eine Fläche S des Durchgangslochs im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung von 5,71 mm<sup>2</sup>, eine Länge L in Längsrichtung von 300 mm und eine Dicke des Wandabschnitts von 0,44 mm hatte.

**[0280]** Ferner wurde jedes der porösen Keramikteile 5 Minuten in Fluorwasserstoffsäure (Konzentration: 0,1%) eingetaucht, so daß die Beschaffenheit seiner Oberfläche modifiziert wurde.

(2)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  wurde 1,3-Butandiol zugegeben, und diese Mischung wurde 5 Stunden bei 60°C gerührt, so daß eine 1,3-Butandiollösung hergestellt wurde, die 30 Gew.-%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  enthielt. Nach Eintauchen des porösen Keramikteils in diese 1,3-Butandiollösung wurde das resultierende poröse Keramikteil 2 Stunden bei 150°C erwärmt und dann ferner 2 Stunden bei 400°C erwärmt, und nach weiterem 2-stündigen Eintauchen in Wasser bei 80°C wurde es 8 Stunden bei 700°C erwärmt, so daß eine Aluminiumoxidschicht auf der Oberfläche des porösen Keramikteils gebildet wurde.

**[0281]**  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  wurde Ethylenglycol zugegeben, und diese Mischung wurde 5 Stunden bei 90°C gerührt, so daß eine Ethylenglycollösung hergestellt wurde, die 6 Gew.-%  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  enthielt. Nach Eintauchen des porösen Keramikteils in diese Ethylenglycollösung wurde das resultierende poröse Keramikteil 2 Stunden bei 150°C erwärmt und dann auch 2 Stunden bei 650°C in einer Stickstoffatmosphäre erwärmt, so daß eine ein Seltenerdoxid enthaltende Aluminiumoxidschicht, die zum Aufbringen eines Katalysators verwendet wurde, auf der Oberfläche des porösen Keramikteils gebildet wurde.

**[0282]** Eine Salpetersäurelösung von Dinitrodiamminplatin ( $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2]\text{HNO}_3$ ), die 4,53 Gew.-% Platin enthielt, wurde mit destilliertem Wasser verdünnt, und das poröse Keramikteil mit einer Wasserabsorptionsmenge von 28,0 g/l wurde in diese Lösung eingetaucht, so daß es 2 g/l Pt enthielt, wonach das resultierende poröse Keramikteil 2 Stunden bei 110°C erwärmt und ferner 1 Stunden bei 500°C in einer Stickstoffatmosphäre erwärmt wurde, so daß ein Platinkatalysator auf die Oberfläche des porösen Keramikteils aufgebracht wurde.

(3) Die gleichen Verfahren wie in (2) der Beispiele 25 und 26 und des Referenzbeispiels 1 wurden durchgeführt, so daß ein zylinderförmiges Wabenfilter hergestellt wurde.

**[0283]** Nach JIS B 0601 betrugen Werte der Oberflächenrauhtiefe Ra der Innenwand des Durchgangslochs der so hergestellten Wabenfilter 10 µm (Beispiel 29), 1 µm (Beispiel 30) bzw. 0,5 µm (Referenzbeispiel 2), wobei L/l und L/S auf 125,5 bzw. 21,97 festgelegt waren.

Beispiele 31 bis 72, Referenzbeispiele 3 bis 16 und Vergleichsbeispiele 23 bis 50

**[0284]** Die gleichen Verfahren wie in den Beispielen 1, 2 und 25 bis 30, im Vergleichsbeispiel 1 und in den Referenzbeispielen 1 und 2 wurden mit der Ausnahme durchgeführt, daß bei der Herstellung des porösen Keramikteils die längste Seite l des Durchgangslochs und die Fläche S des Durchgangslochs am Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung eingestellt wurden, während die Länge L in Längsrichtung eingestellt wurde, indem die Anzahl der Durchgangslöcher und die Größe jedes Durchgangslochs gemäß den Tabellen 3 bis 6 eingestellt wurden, so daß Wabenfilter mit einer Zylinderform hergestellt wurden.

**[0285]** Jedes der in den Beispielen 25 bis 72, Referenzbeispielen 1 bis 16 und Vergleichsbeispielen 22 bis 50 hergestellten Wabenfilter wurde in einem Gehäuse einer Abgasreinigungsvorrichtung gemäß [Fig. 4](#) platziert, und nach Bewertungsversuchen, bei denen Partikeleinfang- und Regenerationsvorgänge 100 mal wiederholt wurden, wurde jedes der Wabenfilter entnommen und aufgeschnitten. Für die Schnittfläche jedes der Wabenfilter wurde der Regenerationszustand von Partikeln visuell beobachtet, und das angesammelte Aschemengenverhältnis (B/A) zwischen der angesammelten Aschemenge (A) in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlassseite und der angesammelten Aschemenge (B) in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlassseite wurde gemessen. Hierbei wurde die angesammelte Menge durch Messen der Aschedicke gemessen.

**[0286]** Hierbei strömt im o. g. Regenerationsvorgang durch Verwendung der Pumpe, die in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlassseite des Gehäuses platziert ist, Luft (Sauerstoffkonzentration: 21%) durch das Wabenfilter mit einer Einströmgeschwindigkeit von 0,8 m/s.

**[0287]** Die Ergebnisse der Versuche sind in den Tabellen 3 bis 6 dargestellt.

Tabelle 3

|             | $l$<br>(mm) | L<br>(mm) | L/l   | S<br>(mm <sup>2</sup> ) | L/S<br>(mm <sup>-1</sup> ) | Ra<br>(µm) | Katalysator<br>vorhanden | Partikel<br>vorhanden | Angesammeltes<br>Aschemengenver-<br>hältnis |
|-------------|-------------|-----------|-------|-------------------------|----------------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| Beispiel 25 | 2.39        | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 26 | 2.39        | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.12                                        |
| Beispiel 27 | 2.39        | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.04                                        |
| Beispiel 28 | 2.39        | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.04                                        |
| Beispiel 29 | 2.39        | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.04                                        |
| Beispiel 30 | 2.39        | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.10                                        |
| Beispiel 31 | 2.39        | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.06                                        |
| Beispiel 32 | 2.39        | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.10                                        |
| Beispiel 33 | 2.39        | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 34 | 2.39        | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.07                                        |
| Beispiel 35 | 2.39        | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 36 | 2.39        | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.09                                        |
| Beispiel 37 | 1.49        | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.07                                        |
| Beispiel 38 | 1.49        | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.15                                        |
| Beispiel 39 | 1.49        | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.02                                        |
| Beispiel 40 | 1.49        | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.03                                        |
| Beispiel 41 | 1.49        | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.06                                        |
| Beispiel 42 | 1.49        | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.13                                        |
| Beispiel 43 | 1.49        | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.06                                        |
| Beispiel 44 | 1.49        | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.10                                        |
| Beispiel 45 | 1.49        | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 46 | 1.49        | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.07                                        |
| Beispiel 47 | 1.49        | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 48 | 1.49        | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.09                                        |

Tabelle 4

|             | l<br>(mm) | L<br>(mm) | L/l   | S<br>(mm <sup>2</sup> ) | L/S<br>(mm <sup>-1</sup> ) | Ra<br>(µm) | Katalysator<br>vorhanden | Partikel<br>vorhanden | Angesammeltes<br>Aschemengenver-<br>hältnis |
|-------------|-----------|-----------|-------|-------------------------|----------------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| Beispiel 49 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2.22                    | 225.22                     | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.07                                        |
| Beispiel 50 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2.22                    | 225.22                     | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.11                                        |
| Beispiel 51 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2.22                    | 225.22                     | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 52 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2.22                    | 225.22                     | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.07                                        |
| Beispiel 53 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2.22                    | 225.22                     | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 54 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2.22                    | 225.22                     | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.10                                        |
| Beispiel 55 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.12                                        |
| Beispiel 56 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.24                                        |
| Beispiel 57 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 58 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.10                                        |
| Beispiel 59 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.11                                        |
| Beispiel 60 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.22                                        |
| Beispiel 61 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.07                                        |
| Beispiel 62 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.09                                        |
| Beispiel 63 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 64 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.05                                        |
| Beispiel 65 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.06                                        |
| Beispiel 66 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.08                                        |
| Beispiel 67 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 10         | Nein                     | Nein                  | 0.09                                        |
| Beispiel 68 | 1.22      | 500       | 409.3 | 1.49                    | 335.93                     | 1          | Nein                     | Nein                  | 0.13                                        |
| Beispiel 69 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 100        | Ja                       | Nein                  | 0.06                                        |
| Beispiel 70 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 50         | Ja                       | Nein                  | 0.08                                        |
| Beispiel 71 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 10         | Ja                       | Nein                  | 0.08                                        |
| Beispiel 72 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 1          | Ja                       | Nein                  | 0.10                                        |

Tabelle 5

|                          | l<br>(mm) | L<br>(mm) | L/l   | S<br>(mm <sup>2</sup> ) | L/S<br>(mm <sup>-1</sup> ) | Ra<br>(µm) | Katalysator<br>vorhanden | Partikel<br>vorhanden | Angesammeltes<br>Aschemengenver-<br>hältnis |
|--------------------------|-----------|-----------|-------|-------------------------|----------------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| Referenz-<br>beispiel 1  | 2.39      | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0.20                                        |
| Referenz-<br>beispiel 2  | 2.39      | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.18                                        |
| Referenz-<br>beispiel 3  | 2.39      | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0.15                                        |
| Referenz-<br>beispiel 4  | 2.39      | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.12                                        |
| Referenz-<br>beispiel 5  | 1.49      | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0.25                                        |
| Referenz-<br>beispiel 6  | 1.49      | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.23                                        |
| Referenz-<br>beispiel 7  | 1.49      | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0.15                                        |
| Referenz-<br>beispiel 8  | 1.49      | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.12                                        |
| Referenz-<br>beispiel 9  | 1.49      | 500       | 335.6 | 2,22                    | 225,22                     | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0.17                                        |
| Referenz-<br>beispiel 10 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2,22                    | 225.22                     | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.15                                        |
| Referenz-<br>beispiel 11 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0.28                                        |
| Referenz-<br>beispiel 12 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.26                                        |
| Referenz-<br>beispiel 13 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0,15                                        |
| Referenz-<br>beispiel 14 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.14                                        |
| Referenz-<br>beispiel 15 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 0.5        | Nein                     | Nein                  | 0.20                                        |
| Referenz-<br>beispiel 16 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 0.5        | Ja                       | Nein                  | 0.17                                        |

Tabelle 6

|                       | l<br>(mm) | L<br>(mm) | L/l   | S<br>(mm <sup>2</sup> ) | L/S<br>(mm <sup>-1</sup> ) | Ra<br>(µm) | Katalysator<br>vorhanden | Partikel<br>vorhanden | Angesammeltes<br>Aschemengenver-<br>hältnis |
|-----------------------|-----------|-----------|-------|-------------------------|----------------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| Vergleichsbeispiel 22 | 2.39      | 300       | 125.5 | 5.71                    | 52.52                      | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.82                                        |
| Vergleichsbeispiel 23 | 2.39      | 500       | 209.2 | 5.71                    | 87.53                      | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.85                                        |
| Vergleichsbeispiel 24 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 10         | Nein                     | Ja                    | 0.25                                        |
| Vergleichsbeispiel 25 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 1          | Nein                     | Ja                    | 0.30                                        |
| Vergleichsbeispiel 26 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 0.5        | Nein                     | Ja                    | 0.34                                        |
| Vergleichsbeispiel 27 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 120        | Ja                       | Ja                    | 0.75                                        |
| Vergleichsbeispiel 28 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 100        | Ja                       | Ja                    | 0.20                                        |
| Vergleichsbeispiel 29 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 50         | Ja                       | Ja                    | 0.24                                        |
| Vergleichsbeispiel 30 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 10         | Ja                       | Ja                    | 0.23                                        |
| Vergleichsbeispiel 31 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 1          | Ja                       | Ja                    | 0.28                                        |
| Vergleichsbeispiel 32 | 2.39      | 100       | 41.8  | 5.71                    | 17.51                      | 0.5        | Ja                       | Ja                    | 0.30                                        |
| Vergleichsbeispiel 33 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 120        | Nein                     | Ja                    | 0.96                                        |
| Vergleichsbeispiel 34 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 100        | Nein                     | Ja                    | 0.42                                        |
| Vergleichsbeispiel 35 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 50         | Nein                     | Ja                    | 0.43                                        |
| Vergleichsbeispiel 36 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 10         | Nein                     | Ja                    | 0.48                                        |
| Vergleichsbeispiel 37 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 1          | Nein                     | Ja                    | 0.49                                        |
| Vergleichsbeispiel 38 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 0.5        | Nein                     | Ja                    | 0.52                                        |
| Vergleichsbeispiel 39 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 120        | Ja                       | Ja                    | 0.93                                        |
| Vergleichsbeispiel 40 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 100        | Ja                       | Ja                    | 0.40                                        |
| Vergleichsbeispiel 41 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 50         | Ja                       | Ja                    | 0.41                                        |
| Vergleichsbeispiel 42 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 10         | Ja                       | Ja                    | 0.45                                        |
| Vergleichsbeispiel 43 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 1          | Ja                       | Ja                    | 0.46                                        |
| Vergleichsbeispiel 44 | 2.39      | 1200      | 502.1 | 5.71                    | 210.8                      | 0.5        | Ja                       | Ja                    | 0.50                                        |
| Vergleichsbeispiel 45 | 1.49      | 100       | 67.1  | 2.22                    | 45.04                      | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.85                                        |
| Vergleichsbeispiel 46 | 1.49      | 300       | 201.3 | 2.22                    | 135.13                     | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.85                                        |
| Vergleichsbeispiel 47 | 1.49      | 500       | 335.6 | 2.22                    | 225.22                     | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.89                                        |
| Vergleichsbeispiel 48 | 1.22      | 100       | 82.0  | 1.49                    | 67.19                      | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.87                                        |
| Vergleichsbeispiel 49 | 1.22      | 300       | 245.9 | 1.49                    | 201.56                     | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.90                                        |
| Vergleichsbeispiel 50 | 1.22      | 500       | 409.8 | 1.49                    | 335.93                     | 120        | Ja                       | Nein                  | 0.85                                        |

**[0288]** Gemäß den Tabellen 3 und 4 waren in den Wabenfiltern der Beispiele 25 bis 72 kaum Partikel auf der Trennwand angesammelt, und hinsichtlich der Asche war diese zumeist vollständig von der Trennwand gelöst und zur Abgasauslaßseite bewegt.

**[0289]** Obwohl dagegen gemäß Tabelle 5 in den Wabenfiltern der Referenzbeispiele 1 bis 16 kaum Partikel auf der Trennwand angesammelt waren, verblieb Asche auf der Trennwand auf der Abgaseinlaßseite des Durchgangslochs.

**[0290]** Weiterhin verblieben gemäß Tabelle 6 in den Wabenfiltern der Vergleichsbeispiele 24 bis 44 viele Partikel auf der Trennwand, ohne vollständig verbrannt worden zu sein, und Asche verblieb auf der Trennwand auf der Abgaseinlaßseite des Durchgangslochs.

**[0291]** Wie die Ergebnisse der Tabellen 3 bis 6 verdeutlichen, ist es in dem Fall, in dem die längste Seite  $l$  des Durchgangslochs des Wabenfilters und die Länge  $L$  des porösen Keramikteils in einem Bereich von  $60 \leq L/l \leq 500$  festgelegt sind, wobei die Fläche  $S$  des Durchgangslochs des Wabenfilters und die Länge  $L$  des porösen Keramikteils in einem Bereich von  $20 \leq L/S \leq 400$  festgelegt sind, möglich, die auf der Trennwand angesammelten Partikel durch den Regenerationsvorgang des Wabenfilters nahezu vollständig zu verbrennen und zu entfernen, und ist auch die Oberflächenrauhtiefe  $R_a$  auf der Innenwand des Durchgangslochs in einem Bereich von 1 bis 10  $\mu\text{m}$  festgelegt, können sich auf der Trennwand angesammelte Ascherückstände leicht ablösen, und im Regenerationsvorgang wird es möglich, Asche durch das Durchgangsloch mit Hilfe von Gasen zu bewegen, die in das Durchgangsloch strömen.

Beispiele 73 bis 88, Referenzbeispiele 17 bis 20, Vergleichsbeispiele 51 bis 66

**[0292]** Jedes der Wabenfilter der Beispiele 25, 26, 29, 30, Referenzbeispiele 1 und 2 und Vergleichsbeispiele 25 und 31 wurde im Gehäuse der Abgasreinigungsvorrichtung gemäß [Fig. 4](#) mit Hilfe des in der näheren Beschreibung der Erfindung erläuterten Verfahrens plaziert, so daß eine Abgasreinigungsvorrichtung hergestellt wurde. In der Umgebung des Endes des Gehäuses auf der Abgaseinlaßseite der Abgasreinigungsvorrichtung wurden eine Pumpe, durch die Luft (Sauerstoffkonzentration: 21%), ein Sauerstoff-Stickstoff-Mischgas mit einer Sauerstoffkonzentration von 6% oder ein Sauerstoff-Stickstoff-Mischgas mit einer Sauerstoffkonzentration von 4% in das Wabenfilter mit einer gewünschten Einströmgeschwindigkeit im Regenerationsvorgang des Wabenfilters strömen kann, und ein Gegendrucksensor eingebaut, der einen Druckverlust im Wabenfilter mißt.

**[0293]** Hierbei strömte gemäß Tabelle 7 im Regenerationsvorgang des Wabenfilters Luft (Sauerstoffkonzentration: 21%), ein Sauerstoff-Stickstoff-Mischgas mit einer Sauerstoffkonzentration von 6% oder ein Sauerstoff-Stickstoff-Mischgas mit einer Sauerstoffkonzentration von 4% in das Wabenfilter, und ihre Einströmgeschwindigkeiten waren auf 0,3 m/s, 1,0 m/s bzw. 0,2 m/s festgelegt.

**[0294]** Jede der in den Beispielen 73 bis 88, Referenzbeispielen 17 bis 20 und Vergleichsbeispielen 51 bis 66 hergestellten Abgasreinigungsvorrichtungen wurde in einem Abgaskanal eines Motors eingebaut und Bewertungsversuchen unterzogen, bei denen Einfangvorgänge von Partikeln und Regenerationsvorgänge von Wabenfiltern 100 mal wiederholt durchgeführt wurden, so daß der Druckverlust im Anfangsstadium jedes Wabenfilters nach jedem der Regenerationsvorgänge gemessen wurde. Außerdem wurde nach den Bewertungsversuchen jedes der Wabenfilter, das in jeder der Abgasreinigungsvorrichtungen verwendet wurde, entnommen und aufgeschnitten; dadurch wurde das angesammelte Aschemengenverhältnis ( $B/A$ ) zwischen der angesammelten Aschemenge ( $A$ ) in der Umgebung des Endes auf der Abgasauslaßseite und der angesammelten Aschemenge ( $B$ ) in der Umgebung des Endes auf der Abgaseinlaßseite gemessen. Hierbei wurde die angesammelte Menge durch Messen der Aschedicke gemessen.

**[0295]** Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7

|                       | Filter                | Sauerstoffkonzentration von Einströmgas (%) | Einströmgeschwindigkeit (m/s) | Angesammeltes Aschemengenverhältnis |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Beispiel 73           | Beispiel 25           | 21                                          | 0.3                           | 0.10                                |
| Beispiel 74           | Beispiel 25           | 21                                          | 1.0                           | 0.04                                |
| Beispiel 75           | Beispiel 26           | 21                                          | 0.3                           | 0.18                                |
| Beispiel 76           | Beispiel 26           | 21                                          | 1.0                           | 0.10                                |
| Beispiel 77           | Beispiel 29           | 21                                          | 0.3                           | 0.09                                |
| Beispiel 78           | Beispiel 29           | 21                                          | 1.0                           | 0.03                                |
| Beispiel 79           | Beispiel 30           | 21                                          | 0.3                           | 0.15                                |
| Beispiel 80           | Beispiel 30           | 21                                          | 1.0                           | 0.09                                |
| Beispiel 81           | Beispiel 25           | 6                                           | 0.3                           | 0.13                                |
| Beispiel 82           | Beispiel 25           | 6                                           | 1.0                           | 0.08                                |
| Beispiel 83           | Beispiel 26           | 6                                           | 0.3                           | 0.23                                |
| Beispiel 84           | Beispiel 26           | 6                                           | 1.0                           | 0.18                                |
| Beispiel 85           | Beispiel 29           | 6                                           | 0.3                           | 0.13                                |
| Beispiel 86           | Beispiel 29           | 6                                           | 1.0                           | 0.06                                |
| Beispiel 87           | Beispiel 30           | 6                                           | 0.3                           | 0.20                                |
| Beispiel 88           | Beispiel 30           | 6                                           | 1.0                           | 0.18                                |
| Referenzbeispiel 17   | Referenzbeispiel 1    | 21                                          | 0.3                           | 0.28                                |
| Referenzbeispiel 18   | Referenzbeispiel 1    | 21                                          | 1.0                           | 0.19                                |
| Referenzbeispiel 19   | Referenzbeispiel 2    | 21                                          | 0.3                           | 0.25                                |
| Referenzbeispiel 20   | Referenzbeispiel 2    | 21                                          | 1.0                           | 0.18                                |
| Vergleichsbeispiel 51 | Beispiel 25           | 21                                          | 0.2                           | 0.77                                |
| Vergleichsbeispiel 52 | Beispiel 26           | 21                                          | 0.2                           | 0.79                                |
| Vergleichsbeispiel 53 | Beispiel 29           | 21                                          | 0.2                           | 0.74                                |
| Vergleichsbeispiel 54 | Beispiel 30           | 21                                          | 0.2                           | 0.76                                |
| Vergleichsbeispiel 55 | Vergleichsbeispiel 25 | 21                                          | 0.3                           | 0.3S                                |
| Vergleichsbeispiel 56 | Vergleichsbeispiel 25 | 21                                          | 1.0                           | 0.28                                |
| Vergleichsbeispiel 57 | Vergleichsbeispiel 31 | 21                                          | 0.3                           | 0.33                                |
| Vergleichsbeispiel 58 | Vergleichsbeispiel 31 | 21                                          | 1.0                           | 0.27                                |
| Vergleichsbeispiel 59 | Beispiel 25           | 4                                           | 0.3                           | 0.38                                |
| Vergleichsbeispiel 60 | Beispiel 25           | 4                                           | 1.0                           | 0.42                                |
| Vergleichsbeispiel 61 | Beispiel 26           | 4                                           | 0.3                           | 0.48                                |
| Vergleichsbeispiel 62 | Beispiel 26           | 4                                           | 1.0                           | 0.52                                |
| Vergleichsbeispiel 63 | Beispiel 29           | 4                                           | 0.3                           | 0.35                                |
| Vergleichsbeispiel 64 | Beispiel 29           | 4                                           | 1.0                           | 0.40                                |
| Vergleichsbeispiel 65 | Beispiel 30           | 4                                           | 0.3                           | 0.45                                |
| Vergleichsbeispiel 66 | Beispiel 30           | 4                                           | 1.0                           | 0.50                                |

**[0296]** Gemäß Tabelle 7 war in den Wabenfiltern der Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 73 bis 88 kaum Asche auf der Trennwand auf der Abgaseinlaßseite und im Mittelabschnitt des Durchgangslochs angesammelt, während etwas Asche auf der Abgasauslaßseite des Durchgangslochs angesammelt war. Außerdem

war in den Wabenfiltern der Beispiele 73 bis 88 die Beziehung zwischen der Anzahl von Regenerationsvorgängen des Wabenfilters und dem Anfangsdruckverlust nahezu die gleiche wie im Beispiel 17, und gemäß [Fig. 10](#) steigt der Anfangsdruckverlust allmählich in der Kurve zweiten Grades mit jeder Wiederholung des Regenerationsvorgangs, so daß ein niedriger Wert für den Anfangsdruckverlust lange Zeit gewahrt bleiben kann.

**[0297]** Daher ist es in den Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 73 bis 88 möglich, eine große filterfähige Fläche im Wabenfilter auch nach diesen Bewertungsversuchen zu behalten; dadurch wird es möglich, den Anfangsdruckverlust des Wabenfilters daran zu hindern, nach den Regenerationsvorgängen zu hoch zu werden, und somit das Filter auch nach den o. g. Bewertungsversuchen kontinuierlich zu verwenden.

**[0298]** Dagegen verblieb bei den Wabenfiltern der Beispiele 17 bis 20 die Asche auf der Trennwand auf der Abgaseinlaßseite des Durchgangslochs. Außerdem wurde für die Beziehung zwischen der Anzahl von Regenerationsvorgängen und dem Anfangsdruckverlust jedes der Wabenfilter der Beispiele 17 bis 20 nahezu die gleiche Beziehung wie im Vergleichsbeispiel 12 erhalten, und gemäß [Fig. 10](#) steigt der Anfangsdruckverlust mit jeder Wiederholung des Regenerationsvorgangs linear vergleichsweise abrupt; somit wird der Anfangsdruckverlust schnell höher.

**[0299]** Daher tritt bei den Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 17 bis 20 Verstopfung in der Trennwand des Wabenfilters infolge von Asche nach den Bewertungsversuchen auf, die einen hohen Anfangsdruckverlust im Wabenfilter verursacht; folglich muß das Wabenfilter durch Waschen mit Wasser o. ä. nach den Bewertungsversuchen gewaschen werden, was den kontinuierlichen Filtergebrauch unmöglich macht.

**[0300]** Obwohl beim Wabenfilter jeder der Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 51 bis 66 ein Teil der Asche auf der Abgasauslaßseite des Durchgangslochs angesammelt war, verblieb Asche auf der Trennwand auf der Abgaseinlaßseite und im Mittelabschnitt des Durchgangslochs zusammen mit vielen Partikeln, was den Anfangsdruckverlust nach dem Regenerationsvorgang leicht höher werden läßt; dadurch muß der Partikelregenerationsvorgang verglichen mit den Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 73 bis 88 häufiger durchgeführt werden. Obwohl ferner die Abgasreinigungsvorrichtungen der Vergleichsbeispiele 51 bis 66 keinen Waschvorgang des Wabenfilters durch Waschen mit Wasser o. ä. unmittelbar nach dem Bewertungsversuch erfordern, benötigen diese Vorrichtungen den Waschvorgang in einer kürzeren Zeitspanne verglichen mit den Abgasreinigungsvorrichtungen der Beispiele 73 bis 88.

**[0301]** Wie die Ergebnisse gemäß Tabelle 7 deutlich machen, wird es im Regenerationsvorgang des Wabenfilters in der Abgasreinigungsvorrichtung unter Verwendung des Wabenfilters der Erfindung durch Festlegen der Einströmgeschwindigkeit von Gasen in das Wabenfilter auf mindestens 0,3 m/s möglich, Ascherückstände auf der Trennwand zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs zu bewegen, um eine große filterfähige Fläche in der Trennwand zu wahren und somit das Wabenfilter lange Zeit kontinuierlich zu verwenden.

**[0302]** Ist weiterhin z. B. die Einströmgeschwindigkeit von Gasen in das Wabenfilter auf mindestens 0,3 m/s im Regenerationsvorgang des Wabenfilters festgelegt, so ist es unmöglich, Ascherückstände auf der Trennwand zur Abgasauslaßseite des Durchgangslochs zu bewegen, ohne das Wabenfilter der Erfindung zu verwenden; folglich läßt sich das Filter nicht langfristig gebrauchen.

**[0303]** Ist zudem die Sauerstoffkonzentration von Gasen niedrig, die in das Wabenfilter einströmen sollen, werden die Partikel nicht ausreichend verbrannt und verbleiben darauf; dadurch wird die angesammelte Aschemenge höher.

#### GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

**[0304]** Die Wabenfilter zur Abgasreinigung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt der Erfindung entsprechen der vorstehenden Beschreibung; daher ist es in einem Wabenfilter-Regenerationsvorgang möglich, auf dem Wandabschnitt angesammelte Partikel so gut wie vollständig zu verbrennen und zu entfernen und außerdem Ascherückständen auf dem Wandabschnitt zu ermöglichen, sich innerhalb des Durchgangslochs problemlos zu bewegen, da die Asche vom Wandabschnitt leicht getrennt werden kann.

**[0305]** Weiterhin entspricht die Abgasreinigungsvorrichtung der Erfindung der vorstehenden Beschreibung, was ermöglicht, eine große filterfähige Fläche im Wandabschnitt auch nach kontinuierlichen Partikelauffang- und Regenerationsvorgängen des Wabenfilters zu wahren; dadurch wird es möglich, den Anfangsdruckverlust des Wabenfilters daran zu hindern, nach den Regenerationsvorgängen zu hoch zu werden, und folglich das Wabenfilter lange Zeit kontinuierlich zu verwenden.

## Bezugszeichenliste

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| <b>10, 20</b> | Wabenfilter zur Abgasreinigung |
| <b>11, 31</b> | Durchgangsloch                 |
| <b>12, 32</b> | Stopfen                        |
| <b>13</b>     | Wandabschnitt                  |
| <b>24</b>     | Klebeschicht                   |
| <b>25</b>     | Keramikblock                   |
| <b>26</b>     | Dichtungsmaterialschicht       |
| <b>30</b>     | poröses Keramikteil            |
| <b>33</b>     | Trennwand                      |

## Patentansprüche

1. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen, das eine Struktur hat, bei der:  
 ein aus poröser Keramik hergestellter Säulenkörper eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einem dazwischen eingefügten Wandabschnitt plaziert sind;  
 jedes der Durchgangslöcher mit einem Stopfen an einem abgaseinlaßseitigen Ende oder einem abgasauslaßseitigen Ende abgedichtet ist; und  
 ein Teil oder der gesamte Wandabschnitt, der die Durchgangslöcher trennt, als Filter zum Auffangen von Partikeln funktioniert,  
 wobei  
 eine Länge  $l$  (mm) der längsten Seite in einem Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und eine Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Säulenkörpers die folgende Beziehung erfüllen:  $60 \leq l/L \leq 500$ ,  
 und  
 eine Oberflächenrauhentiefe  $R_a$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs die folgende Beziehung erfüllt:  $R_a \leq 100 \mu\text{m}$ .

2. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen, das eine Struktur hat, bei der:  
 ein aus poröser Keramik hergestellter Säulenkörper eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einem dazwischen eingefügten Wandabschnitt plaziert sind;  
 jedes der Durchgangslöcher mit einem Stopfen an einem Ende einer Abgaseinlaßseite oder einer Abgasauslaßseite abgedichtet ist; und  
 ein Teil oder der gesamte Wandabschnitt, der die Durchgangslöcher trennt, als Filter zum Auffangen von Partikeln funktioniert,  
 wobei  
 eine Fläche  $S$  ( $\text{mm}^2$ ) des Querschnitts senkrecht zur Längsrichtung des Durchgangslochs und die Länge  $L$  (mm) in Längsrichtung des Säulenkörpers die folgende Beziehung erfüllen:  $20 \leq L/S \leq 400$  und  
 eine Oberflächenrauhentiefe  $R_a$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs die folgende Beziehung erfüllt:  $R_a \leq 100 \mu\text{m}$ .

3. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Oberflächenrauhentiefe  $R_a$  (nach JIS B 0601) der Innenwand des Durchgangslochs die folgende Beziehung erfüllt:  $1,0 \mu\text{m} \leq R_a \leq 100 \mu\text{m}$ .

4. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der Säulenkörper durch Kombinieren mehrerer rechtwinkliger säulenförmiger poröser Keramikteile über eine Klebeschicht gebildet ist, wobei jedes der säulenförmigen porösen Keramikteile eine Anzahl von Durchgangslöchern aufweist, die parallel zueinander in Längsrichtung mit einer dazwischen eingefügten Trennwand plaziert sind.

5. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der Säulenkörper durch ein einteiliges säulenförmiges poröses Keramikteil gebildet ist.

6. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, wobei ein Katalysator darauf abgestützt ist.

7. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 6, wobei der Katalysator aufweist:  
 (A) eine Aluminiumoxid-Deckschicht;  
 (B) ein Seltenerdoxid, das in der Aluminiumoxid-Deckschicht enthalten ist; und  
 (C) einen Edelmetallkatalysator, der in der Aluminiumoxid-Deckschicht enthalten ist.

8. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 7, das durch ein Verfahren mit den folgenden Schritten erhaltbar ist:

- (a) Auftragen einer Komponente (A) in einem Lösungsmittel auf einen aus poröser Keramik hergestellten gesinterten Säulenkörper, gefolgt von Trocknen und Sintern;
- (b) Auftragen einer Komponente (B) in einem Lösungsmittel auf einen aus poröser Keramik hergestellten gesinterten Säulenkörper, auf den eine Aluminiumoxid-Deckschicht aufgebracht wurde, die im Schritt (a) erhalten wurde, gefolgt von Trocknen und Sintern;
- (c) Auftragen einer Komponente (C) in einem Lösungsmittel auf einen aus poröser Keramik hergestellten gesinterten Säulenkörper, der eine Aluminiumoxid-Deckschicht enthält, die ein Seltenerdoxid enthält, das im Schritt (b) erhalten wurde, gefolgt von Trocknen und Sintern.

9. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 8, wobei ein oder mehrere Sinterschritte durch ein Reduktionsverfahren in einer wasserstoffgashaltigen Atmosphäre durchgeführt werden.

10. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 8 oder 9, wobei der aus poröser Keramik hergestellte gesinterte Säulenkörper vor dem Auftragen eines Katalysators in Flußsäure getaucht wird.

11. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Schritt (a) die Zugabe einer Lösung von  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  aufweist und der Schritt (b) die Zugabe einer Lösung von  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  aufweist.

12. Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei das Seltenerdoxid (B) auf der Oberfläche des aus poröser Keramik hergestellten gesinterten Säulenkörpers ein Ceroxid ist und das Edelmetall des Edelmetallkatalysators (C) auf der Oberfläche des aus poröser Keramik hergestellten gesinterten Säulenkörpers Platin ist.

13. Abgasreinigungsvorrichtung mit:  
einem Gehäuse, das mit einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors verbunden ist; und  
dem Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 oder 12 sowie einer Erwärmungseinrichtung, die innerhalb des Gehäuses eingebaut sind.

14. Verfahren zur Durchführung einer Regenerierung des Wabenfilters zur Reinigung von Abgasen, das in der Abgasreinigungsvorrichtung nach Anspruch 13 eingebaut ist, wobei durch die Erwärmungseinrichtung erwärmte Gase veranlaßt werden, in das Wabenfilter zur Reinigung von Abgasen unter solchen Bedingungen zu strömen, daß eine Einströmgeschwindigkeit mindestens 0,3 m/s beträgt und eine Sauerstoffkonzentration mindestens 6% beträgt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

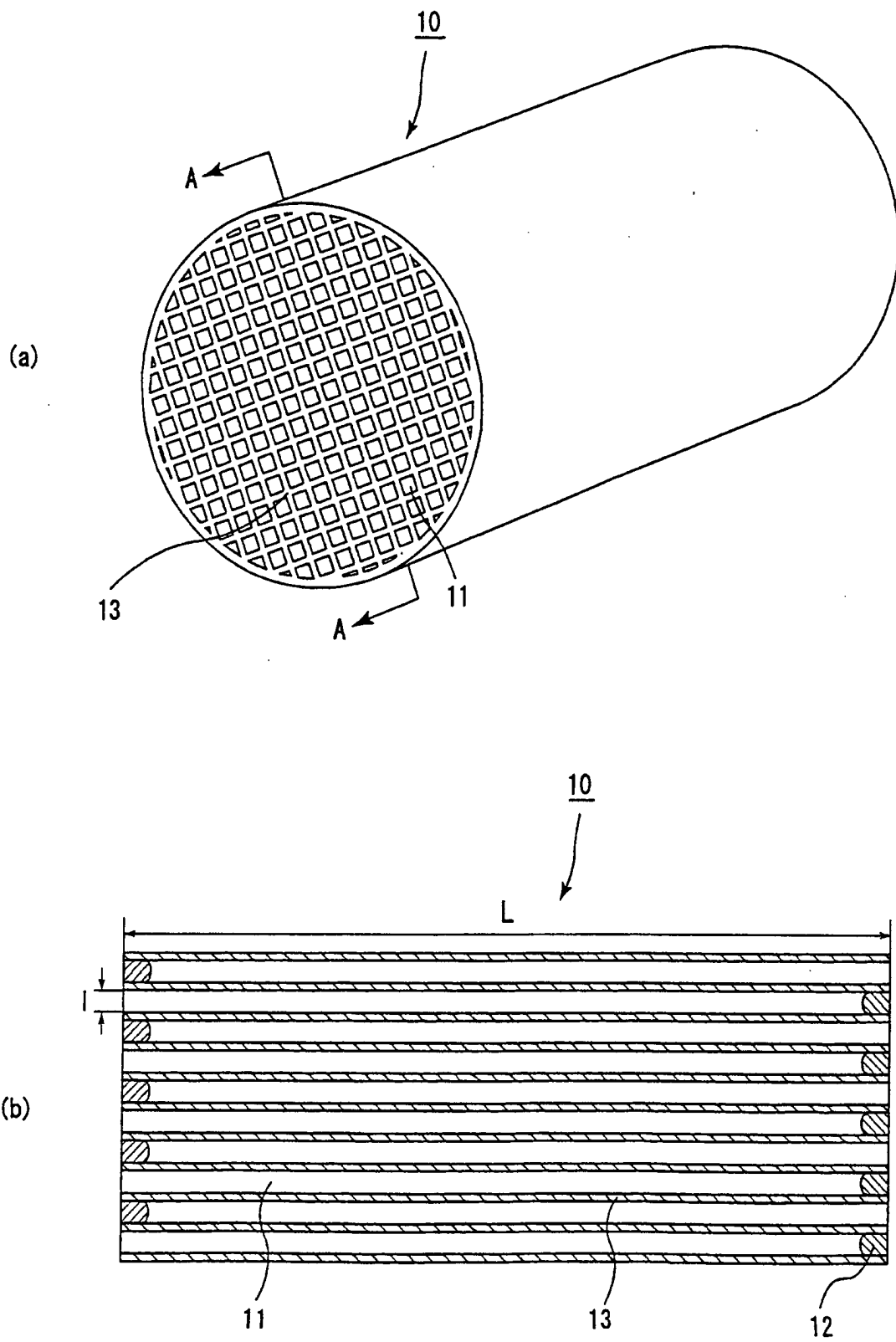


Fig. 2

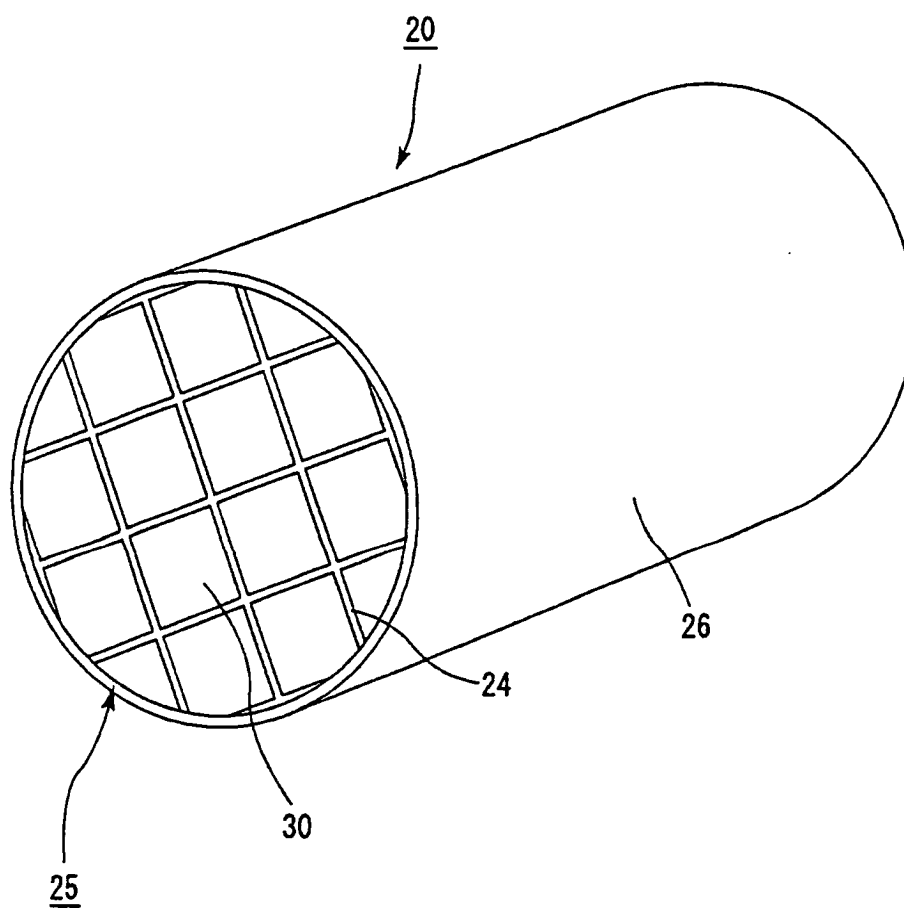
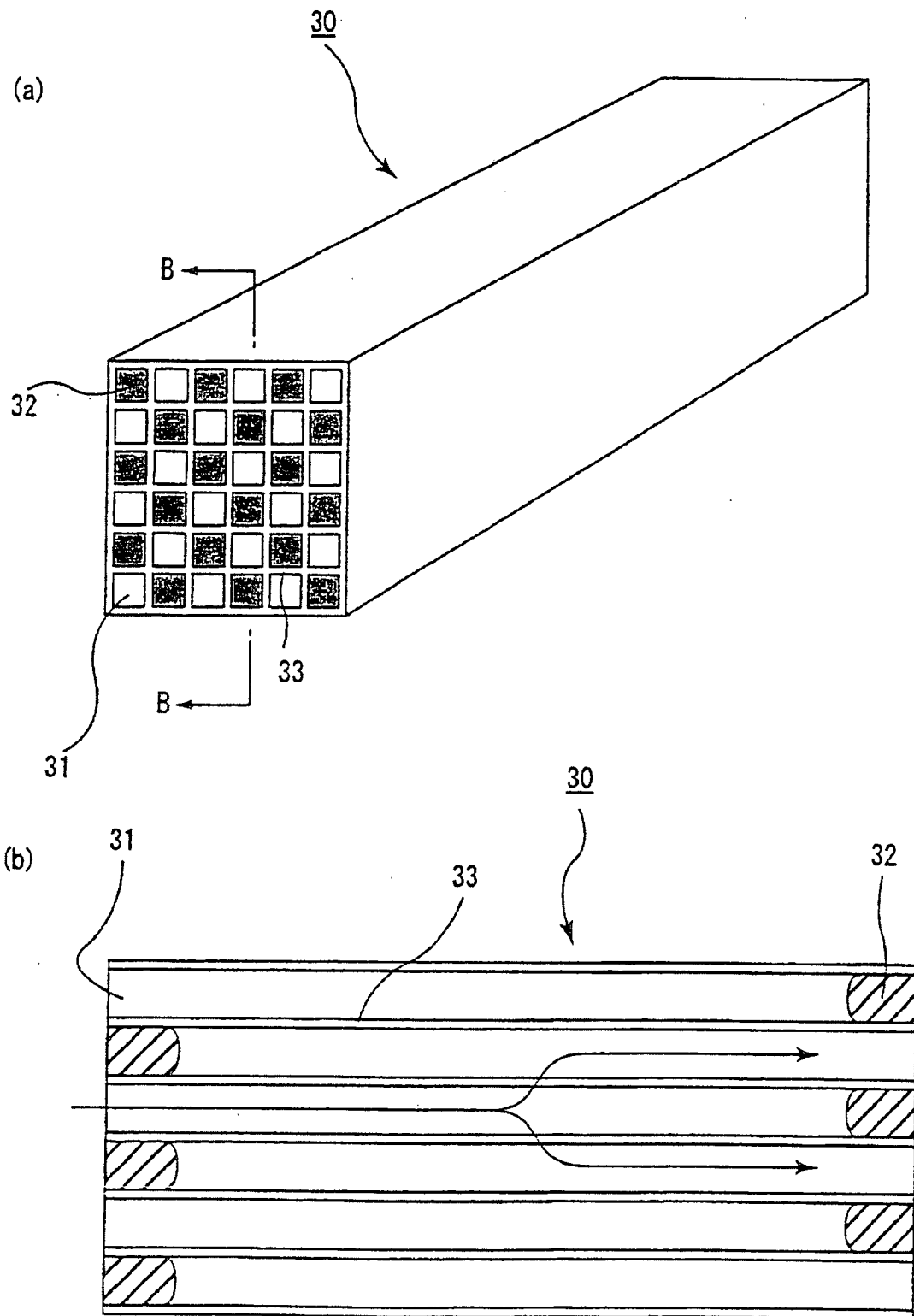


Fig. 3



Querschnittansicht an der Linie B-B

Fig. 4

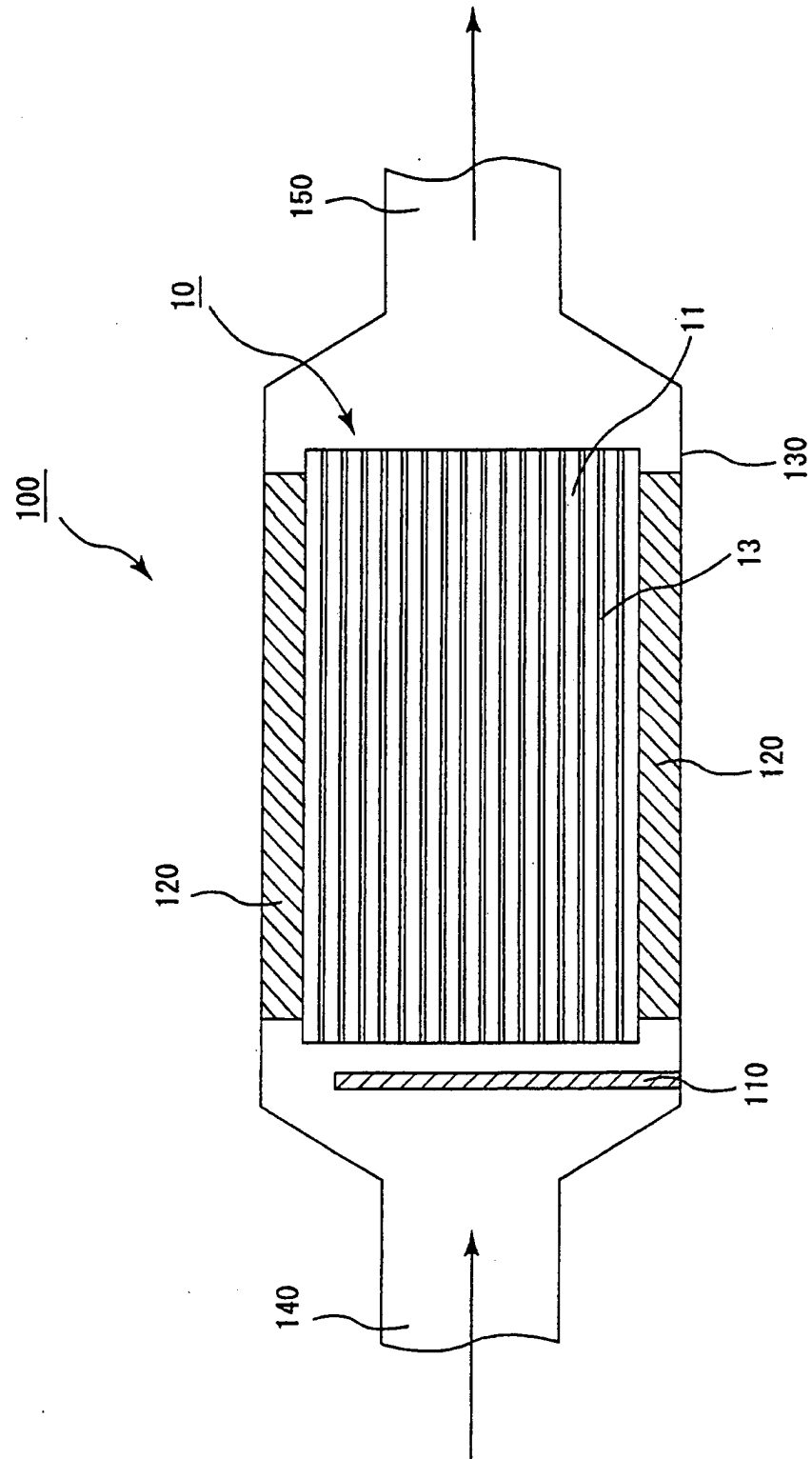


Fig. 5

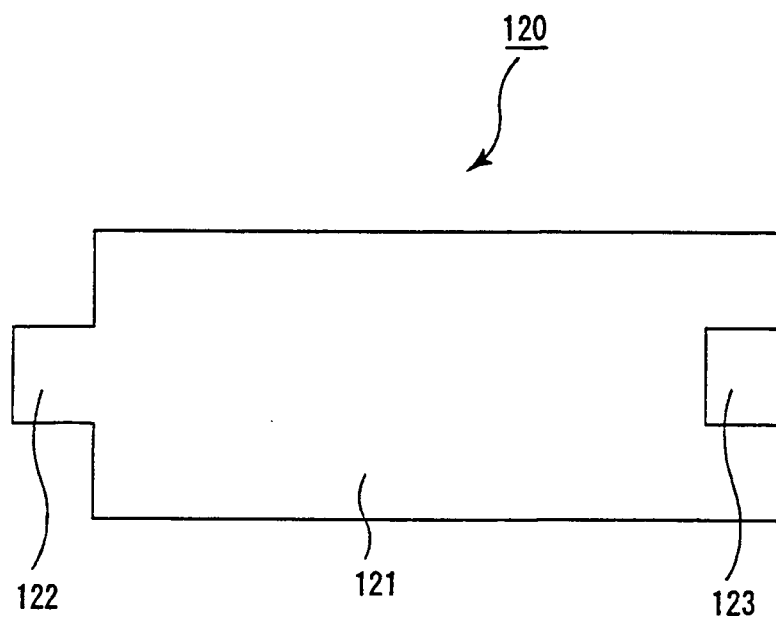


Fig. 6

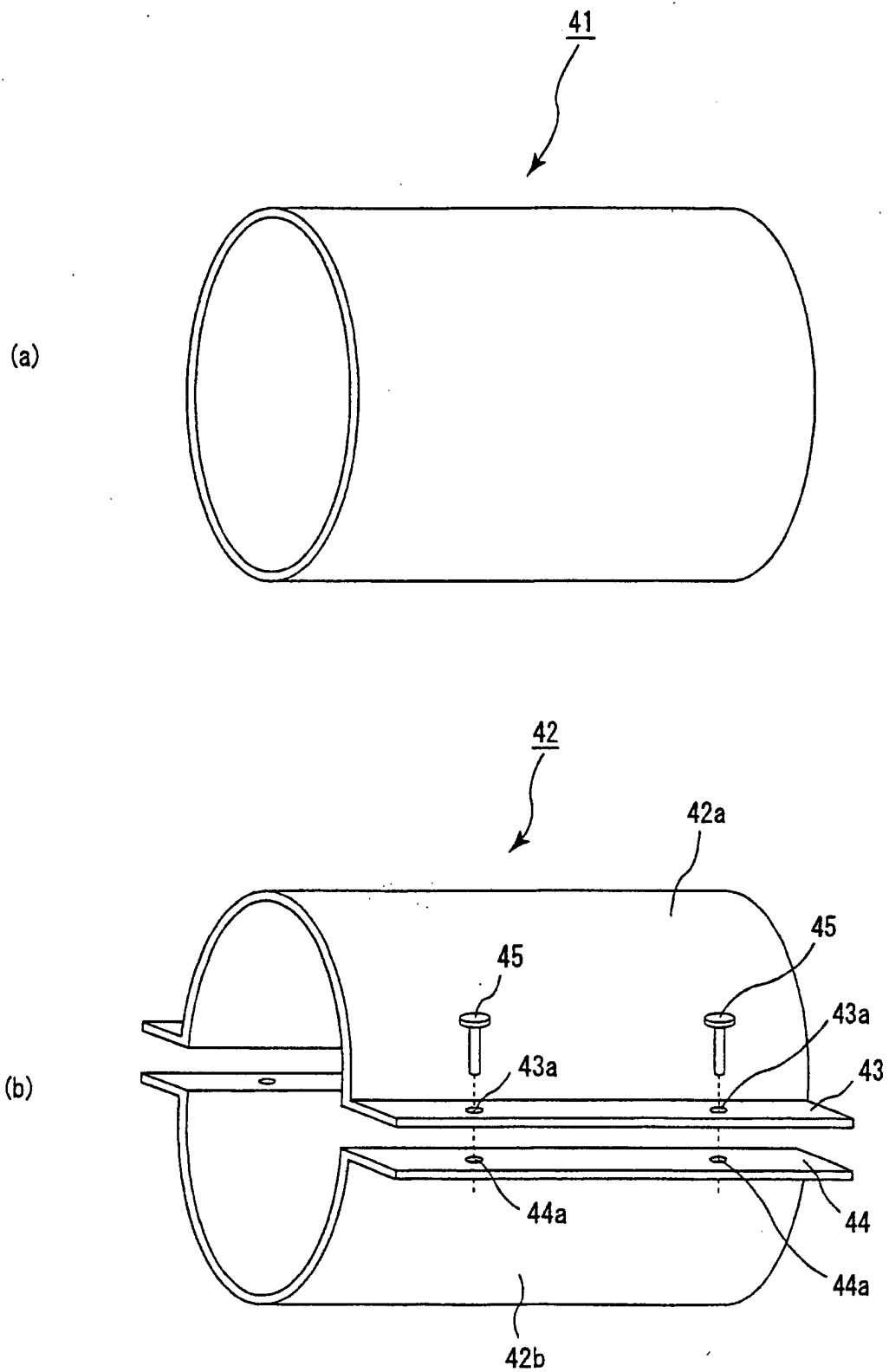


Fig. 7

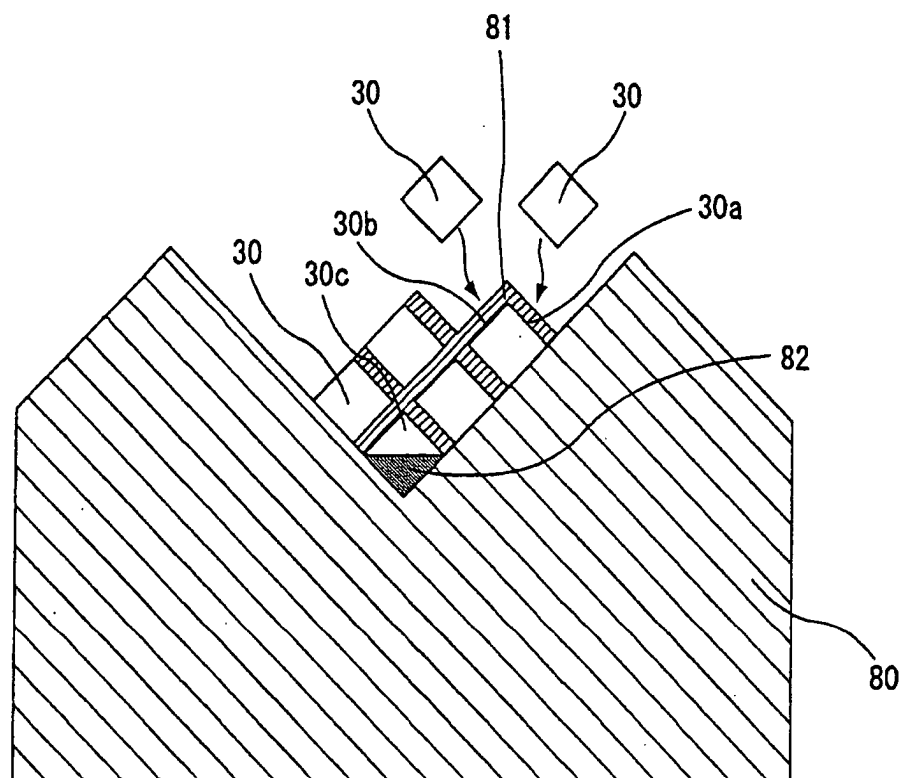
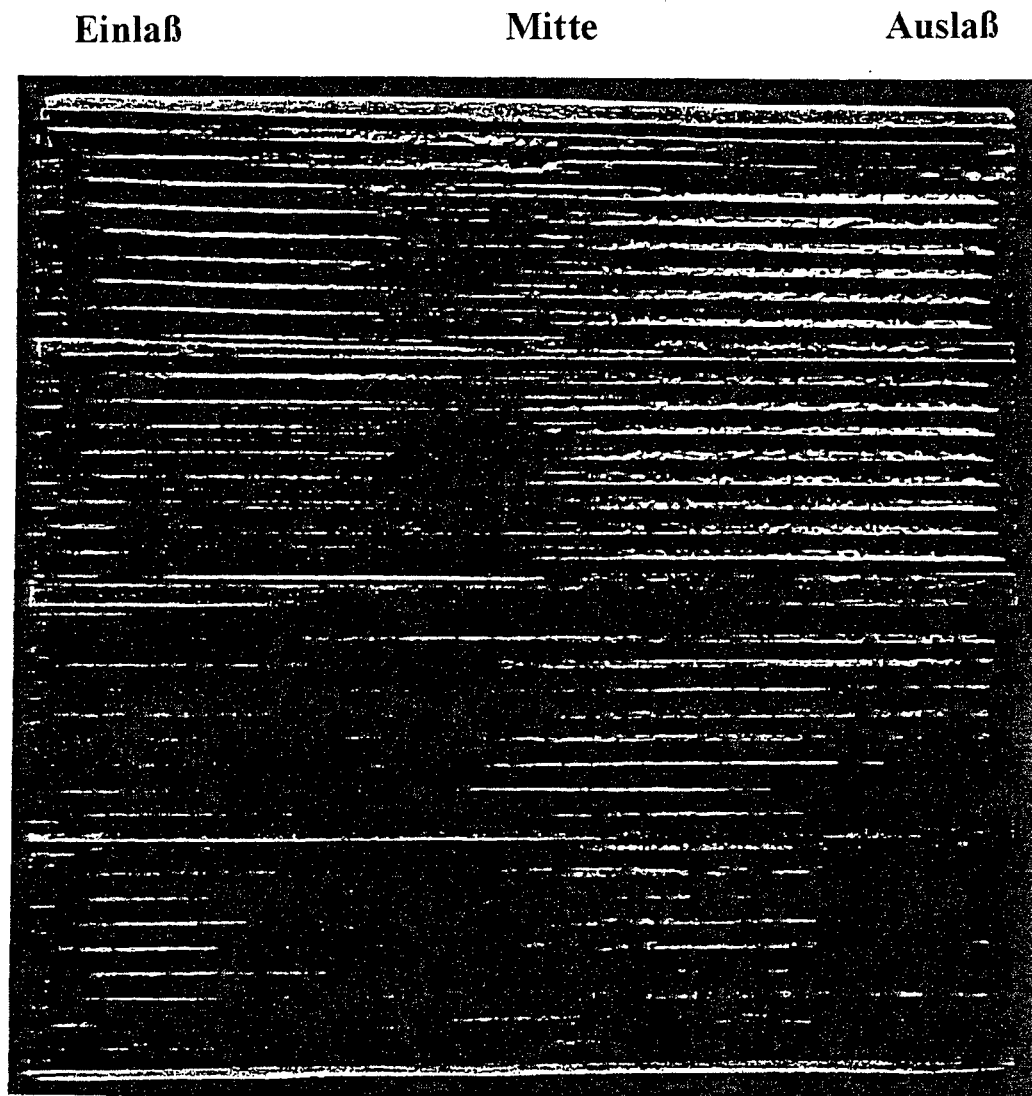


Fig. 8

(a)



(b)

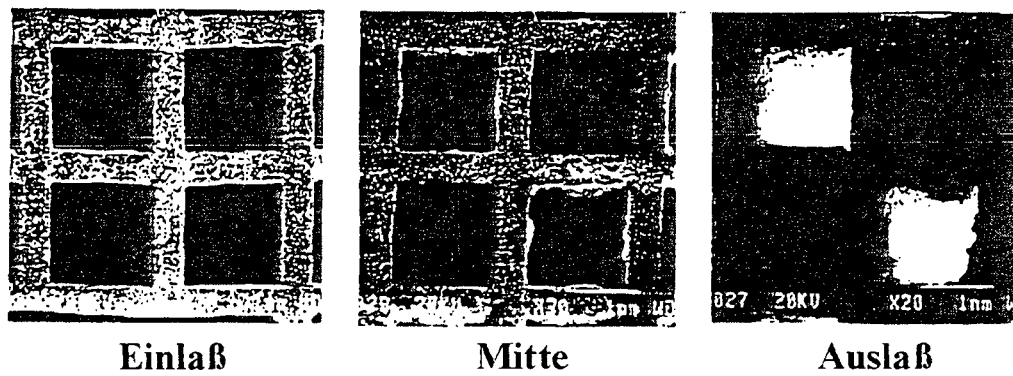


Fig. 9

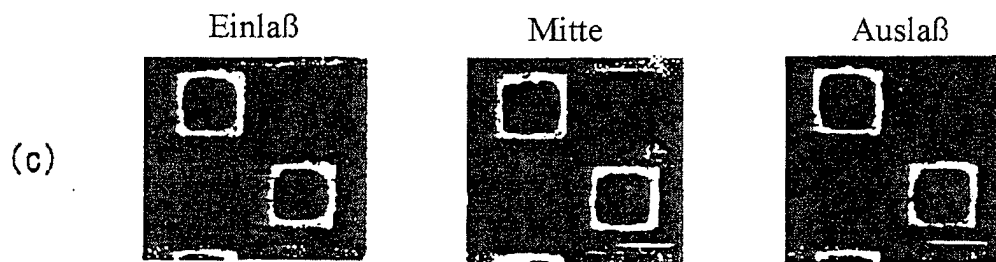
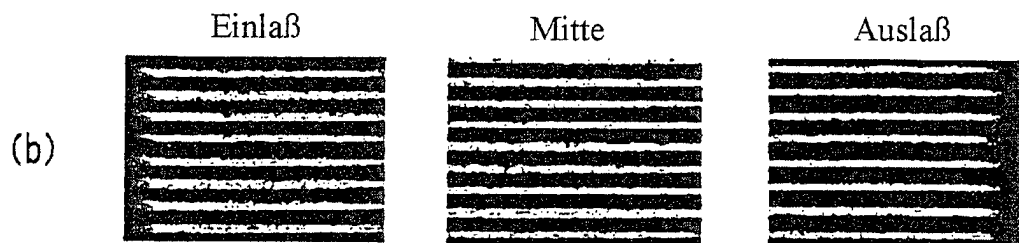
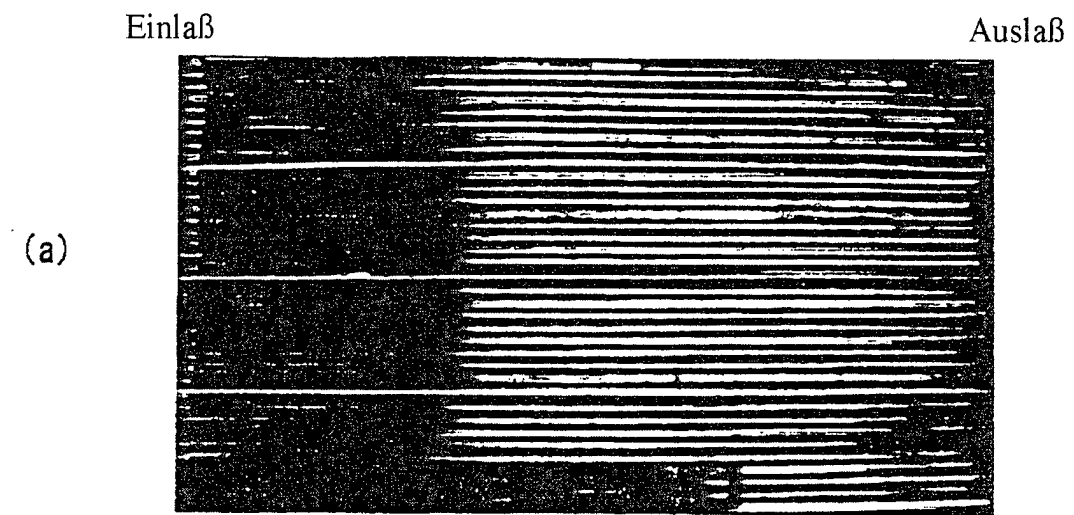


FIG. 10

