



(10) **DE 10 2018 203 794 B4** 2020.08.20

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 203 794.9**
(22) Anmeldetag: **13.03.2018**
(43) Offenlegungstag: **20.09.2018**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.08.2020**

(51) Int Cl.: **B01D 46/00** (2006.01)
B01J 35/04 (2006.01)
F01N 3/28 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2017-048704 14.03.2017 JP
(73) Patentinhaber:
NGK Insulators, Ltd., Nagoya-shi, Aichi, JP

(74) Vertreter:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE
(72) Erfinder:
Yuki, Kazuya, Nagoya-shi, Aichi, JP

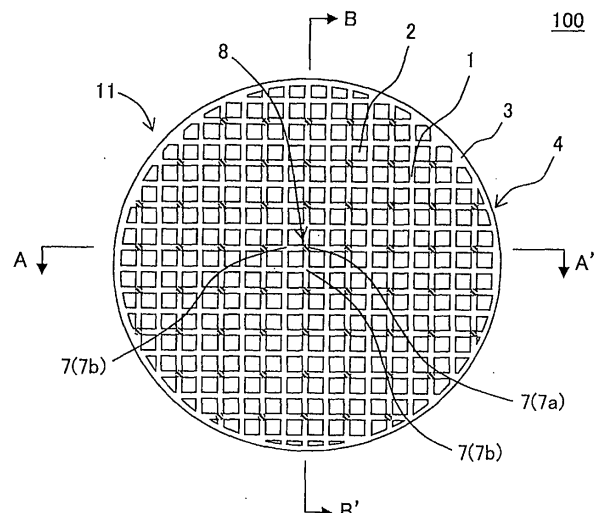
(54) Bezeichnung: **Wabenstruktur**

(57) Hauptanspruch: Wabenstruktur, enthaltend einen säulenförmigen Wabenstrukturkörper mit porösen Trennwänden, wobei

die Trennwände so angeordnet sind, dass sie eine Vielzahl sich von einer Einström-Stirnseite des Wabenstrukturkörpers zu einer Ausström-Stirnseite desselben erstreckender Waben umgeben,

Kreuzungspunkte, an welchen sich die auf eine gitterartige Weise an der Einström-Stirnseite angeordneten Trennwände kreuzen, einen ersten Kreuzungspunkt, welcher ein Kreuzungspunkt ist, und eine Vielzahl zweiter Kreuzungspunkte, von welchen einer der andere Kreuzungspunkt in der den ersten Kreuzungspunkt enthaltenden Trennwand ist und welche dem ersten Kreuzungspunkt benachbart sind, enthalten und

die Einström-Stirnseite konkave/konvexe Teile aufweist, welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt als einen unteren Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als obere Teile enthalten oder welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt als einen oberen Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als untere Teile enthalten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Anmeldung beruht auf JP 2017-048704, eingereicht am 14. März 2017 beim japanischen Patentamt, deren gesamter Inhalt durch Verweis herein einbezogen wird.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG**Gebiet der Erfindung**

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wabenstruktur und betrifft insbesondere eine Wabenstruktur, welche fähig ist, das Zusetzen von Waben auf einer Seite der Einström-Stirnseite wegen in einem Abgas enthaltenen Feinstaub wirkungsvoll zu verhindern und einen Anstieg des Druckverlust zu unterbinden, wenn die Wabenstruktur als ein Katalysatorträger, welcher mit einem Abgasreinigungskatalysator zu imprägnieren ist, verwendet wird.

Beschreibung des Stands der Technik

[0003] Bisher wurden Abgasreinigungsvorrichtungen verwendet, in welchen Wabenstrukturen für Reinigungsbehandlungen in emittierten Abgasen aus Motoren von Kraftfahrzeugen und dergleichen enthaltener giftiger Stoffe wie HC, CO und NO_x verwendet werden. Ein Beispiel der Abgasreinigungsvorrichtung für einen Dieselmotor ist eine einen in einem Abgaskanal angeordneten Diesel-Oxidationskatalysator (im Folgenden auch als „DOC“ bezeichnet) und einen auf einer stromabwärts des DOC liegenden Seite angeordneten Diesel-Partikelfilter (im Folgenden auch als „DPF“ bezeichnet) enthaltende Abgasreinigungsvorrichtung. Wie oben beschrieben, ist „DOC“ eine Abkürzung für den „Diesel-Oxidationskatalysator“ und ist „DPF“ eine Abkürzung für den „Diesel-Partikelfilter“.

[0004] Als der DOC zur Verwendung in einer solchen Abgasreinigungsvorrichtung wie oben beschrieben wurde zum Beispiel eine Wabenstruktur als ein Katalysatorträger, welcher mit einem Oxidationskatalysator zum Oxidieren von HC, CO oder NO_x imprägniert ist, vorgeschlagen (siehe z.B. Patentedokument 1).

[0005] Ferner wird der DOC nicht nur zur Reinigungsbehandlung der giftigen Stoffe wie HC, CO und NO_x, sondern auch zum Erhöhen einer Temperatur des in den DPF strömenden Abgases während einer Zwangsregeneration des DPF verwendet. Hier ist die Zwangsregeneration des DPF ein Vorgang des Verbrennens und Entfernens in dem DPF aufgefangenen und abgelagerten Feinstaubs, um eine Filterfunktion des DPF zu regenerieren. Zum Beispiel wird während der Zwangsregeneration des DPF eine Nacheinspritzung zum Einspritzen eines Kraftstoffs nach einem Hauptverbrennungs-Einspritzzeitraum des Motors durchgeführt, um den unverbrannten Kraftstoff in die Abgasreinigungsvorrichtung zuzuführen. Dann wird dieser unverbrannte Kraftstoff durch den auf einer stromaufwärts des DPF liegenden Seite angeordneten DOC oxidiert, um Wärme zu erzeugen, wodurch die Temperatur des Abgases zwangsweise erhöht wird, um die Zwangsregeneration des DPF durchzuführen.

[0006] Der DOC ist näher an einer stromaufwärts eines Abgassystems liegenden Seite als der DPF mit der Filterfunktion angeordnet, und deshalb wird der Feinstaub auf der Seite einer Einström-Stirnseite des DOC abgelagert und könnten sich Waben auf der Seite der Einström-Stirnseite des DOC zusetzen. Als eine Methode zum Unterbinden der Erzeugung einer Grenzschicht auf der Seite einer Einström-Stirnseite der Wabenstruktur zur Verwendung als Katalysatorträger wurde zum Beispiel eine Methode zum Formen der Wabenstruktur dergestalt, dass ihre Einström-Stirnseite eine einen anderen Winkel als einen rechten Winkel zu einer Gaseinströmrichtung aufweisende Oberfläche ist, vorgeschlagen (siehe z.B. Patentedokument 2).

Patentedokument 1 JP 2003-33664 A

Patentedokument 2 JP H09-75750 A

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0007] Bisher wurde als ein Verfahren zum Verhindern des Zusetzens von Waben auf der Seite einer Einström-Stirnseite einer Wabenstruktur zur Verwendung als Katalysatorträger zum Beispiel ein Verfahren des Anpassens einer Trennwanddicke oder einer Wabendichte und des Vergrößerns einer Öffnungsfläche von Waben auf der Seite der Einström-Stirnseite untersucht. Jedoch hat ein solches Verfahren das Problem, dass ein Anpassungsbereich in Anbetracht der Kompatibilität mit einer Reinigungsleistung beschränkt ist und dass es schwierig ist, das Zusetzen der Waben hinreichend zu unterbinden. Ferner unterliegt die Wabenstruktur bei

diesem Verfahren weitreichenden strukturellen Beschränkungen und könnte es deshalb schwierig sein, eine an die Einsatzbedingungen angepasste Struktur zu realisieren.

[0008] Ferner kann in einer solchen Wabenstruktur wie in Patentdokument 2 beschrieben die Erzeugung einer Grenzschicht auf einer Molekulardiffusionsebene eines Abgases unterbunden werden, aber besteht das Problem, dass es schwierig ist, das Zusetzen von Waben infolge einer Ablagerung feste Partikel enthaltenden Feinstaubes hinreichend zu unterbinden. Zum Beispiel ist in der in Patentdokument 2 beschriebenen Wabenstruktur eine Einström-Stirnseite der Wabenstruktur so ausgebildet, dass sie in einer Richtung gewellt ist. Infolgedessen ist eine Wirkung des Unterbindens des Zusetzens der Waben in einer Verlaufsrichtung der oben erwähnten Wellung erzielbar, aber ist es schwierig, das Zusetzen der Waben in einer zu der Wellungsverlaufsrichtung senkrechten Richtung zu unterbinden.

[0009] Die vorliegende Erfindung wurde in Anbetracht der Probleme solcher herkömmlicher Methoden wie oben beschrieben entwickelt, und eine Aufgabe derselben ist, eine Wabenstruktur bereitzustellen, welche fähig ist, das Zusetzen von Waben auf einer Seite der Einström-Stirnseite wegen in einem Abgas enthaltenen Feinstaubes wirkungsvoll zu verhindern und einen Anstieg des Druckverlusts zu unterbinden, wenn die Wabenstruktur als ein Katalysatorträger, welcher mit einem Abgasreinigungskatalysator zu imprägnieren ist, verwendet wird.

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Wabenstruktur wie folgt bereitgestellt.

[0011] [1] Eine einen säulenförmigen Wabenstrukturkörper mit porösen Trennwänden enthaltende Wabenstruktur, wobei die Trennwände so angeordnet sind, dass sie eine Vielzahl sich von einer Einström-Stirnseite des Wabenstrukturkörpers zu einer Ausström-Stirnseite desselben erstreckender Waben umgeben,

[0012] Kreuzungspunkte, an welchen sich die auf eine gitterartige Weise an der Einström-Stirnseite angeordneten Trennwände kreuzen, einen ersten Kreuzungspunkt, welcher ein Kreuzungspunkt ist, und eine Vielzahl zweiter Kreuzungspunkte, von welchen einer der andere Kreuzungspunkt in der den ersten Kreuzungspunkt enthaltenden Trennwand ist und welche dem ersten Kreuzungspunkt benachbart sind, enthalten und die Einström-Stirnseite konkave/konvexe Teile aufweist, welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt als einen unteren Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als obere Teile enthalten oder welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt als einen oberen Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als untere Teile enthalten.

[0013] [2] Die Wabenstruktur gemäß dem obigen Punkt [1], wobei ein Höhenunterschied in dem konkaven/konvexen Teil in einer Ausdehnungsrichtung der Waben zwischen 0,3 und 1,2 mm beträgt.

[0014] [3] Die Wabenstruktur gemäß dem obigen Punkt [1] oder [2], wobei in der den ersten Kreuzungspunkt mit dem zweiten Kreuzungspunkt verbindenden Trennwand ein Ende auf der Seite der Einström-Stirnseite eine geneigte Oberfläche, welche entlang einer Form des konkaven/konvexen Teils in einer Ausdehnungsrichtung der Waben geneigt ist, aufweist.

[0015] [4] Die Wabenstruktur gemäß einem der obigen Punkte [1] bis [3], wobei die Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände kreuzen, eine Vielzahl dritter Kreuzungspunkte enthalten, von welchen einer ein anderer Kreuzungspunkt als der erste Kreuzungspunkt in der die zweiten Kreuzungspunkte enthaltenden Trennwand ist und welche den zweiten Kreuzungspunkten benachbart sind, und an der Einström-Stirnseite der erste Kreuzungspunkt und mindestens ein dritter Kreuzungspunkt an der gleichen Position in einer Ausdehnungsrichtung der Waben vorliegen.

[0016] [5] Die Wabenstruktur gemäß einem der obigen Punkte [1] bis [3], wobei eine Form der Waben an der Einström-Stirnseite viereckig ist und ein Prozentsatz eines Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte sind, zu einer Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände an der Einström-Stirnseite kreuzen, 12 bis 25% beträgt.

[0017] [6] Die Wabenstruktur gemäß einem der obigen Punkte [1] bis [3], wobei eine Form der Waben an der Einström-Stirnseite sechseckig ist und

ein Prozentsatz eines Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte sind, zu einer Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände an der Einström-Stirnseite kreuzen, 25 bis 50% beträgt.

[0018] [7] Die Wabenstruktur gemäß einem der obigen Punkte [1] bis [6], wobei an der Ausström-Stirnseite die jeweiligen Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände kreuzen, an der gleichen Position in einer Ausdehnungsrichtung der Waben vorliegen.

[0019] Eine Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung weist an ihrer Einström-Stirnseite konkave/konvexe Teile auf, welche jeweils einen ersten Kreuzungspunkt als einen unteren Teil und periphere zweite Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als obere Teile enthalten oder jeweils den ersten Kreuzungspunkt als einen oberen Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als untere Teile enthalten. Infolgedessen ist es, wenn die Wabenstruktur als ein Katalysatorträger, welcher mit einem Abgasreinigungskatalysator zu imprägnieren ist, verwendet wird, möglich, das Zusetzen von Waben auf einer Seite der Einström-Stirnseite wegen in einem Abgas enthaltenen Feinstaubes wirkungsvoll zu verhindern und einen Anstieg des Druckverlust zu unterbinden.

[0020] Speziell ist in der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung deren Einström-Stirnseite als eine „Schüsselform, bei welcher der erste Kreuzungspunkt weiter nach innen als die peripheren Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts eingebuchtet ist“, oder eine „Vorsprungform, bei welcher der erste Kreuzungspunkt weiter nach außen als die peripheren Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts ausgebuchtet ist“, ausgebildet. Deshalb sind, wenn die Wabe auf der Seite der Einström-Stirnseite von den den ersten Kreuzungspunkt enthaltenden Trennwänden umgeben ist, Enden der die Wabe umgebenden Trennwände abgestuft. Infolgedessen kann ein Abstand zwischen den Trennwänden, welche die Wabe umgeben, vergrößert werden, ohne eine Öffnungsfläche oder dergleichen der Wabe zu vergrößern. Deshalb können sich Feinstaubbrücken in offenen Enden der Waben auf der Seite der Einström-Stirnseite der Wabenstruktur nur schwer bilden kann das Zusetzen der Waben wirkungsvoll verhindert werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht, welche eine Ausführungsform einer Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt;

Fig. 2 ist eine Draufsicht, welche eine Einström-Stirnseite der in **Fig. 1** gezeigten Wabenstruktur schematisch zeigt;

Fig. 3 ist eine Schnittansicht, welche einen Schnitt entlang der Linie A-A' in **Fig. 2** schematisch zeigt;

Fig. 4 ist eine Schnittansicht, welche einen Querschnitt entlang der Linie B-B' in **Fig. 2** schematisch zeigt;

Fig. 5 ist eine vergrößerte Draufsicht, welche einen vergrößerten Teil der Einström-Stirnseite der in **Fig. 1** gezeigten Wabenstruktur zeigt;

Fig. 6 ist eine Schnittansicht, welche einen Querschnitt entlang der Linie C-C' in **Fig. 5** schematisch zeigt;

Fig. 7 ist eine Schnittansicht, welche ein weiteres Beispiel des Schnitts entlang der Linie C-C' in **Fig. 5** schematisch zeigt;

Fig. 8 ist eine Draufsicht, welche eine Einström-Stirnseite einer weiteren Ausführungsform der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt, und eine vergrößerte Draufsicht, welche einen vergrößerten Teil der Einström-Stirnseite zeigt; und

Fig. 9 ist eine Draufsicht, welche eine Einström-Stirnseite noch einer weiteren Ausführungsform der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt, und eine vergrößerte Draufsicht, welche einen vergrößerten Teil der Einström-Stirnseite zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0021] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf die folgenden Ausführungsformen beschränkt. Deshalb versteht es sich von selbst, dass auf der Grundlage durchschnittlicher Kenntnisse einer Fachperson Änderungen, Verbesserungen und dergleichen an den folgenden Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne vom Kern der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0022] (1) Wabenstruktur:

Wie in **Fig. 1** bis **Fig. 6** gezeigt, ist eine Ausführungsform einer Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung eine einen säulenförmigen Wabenstrukturkörper **4** mit porösen Trennwänden **1** enthaltende Wabenstruktur **100**. Die Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform ist geeigneterweise als Katalysatorträger, welcher mit einem Abgasreinigungskatalysator zu imprägnieren ist, verwendbar. Der Wabenstrukturkörper **4** kann ferner in seinem Umfangsteil eine so, dass sie die Trennwände **1** umgibt, angeordnete Umfangswand **3** aufweisen.

[0023] Hier ist **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht, welche eine Ausführungsform der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt. **Fig. 2** ist eine Draufsicht, welche eine Einstrom-Stirnseite der in **Fig. 1** gezeigten Wabenstruktur schematisch zeigt. **Fig. 3** ist eine Schnittansicht, welche einen Schnitt entlang der Linie A-A' in **Fig. 2** schematisch zeigt. **Fig. 4** ist eine Schnittansicht, welche einen Querschnitt entlang der Linie B-B' in **Fig. 2** schematisch zeigt. **Fig. 5** ist eine vergrößerte Draufsicht, welche einen vergrößerten Teil der Einstrom-Stirnseite der in **Fig. 1** gezeigten Wabenstruktur zeigt. **Fig. 6** ist eine Schnittansicht, welche einen Querschnitt entlang der Linie C-C' in **Fig. 5** schematisch zeigt.

[0024] In der Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform sind die den Wabenstrukturkörper **4** bildenden Trennwände **1** so angeordnet, dass sie eine Vielzahl sich von einer Einstrom-Stirnseite **11** des Wabenstrukturkörpers **4** zu einer Ausstrom-Stirnseite **12** desselben erstreckender Waben **2** umgeben. Deshalb ist der Wabenstrukturkörper **4** als eine Säulenform, welche die Einstrom-Stirnseite **11** und die Ausstrom-Stirnseite **12** als beide Stirnseiten aufweist, ausgebildet und hat er eine Wabenstruktur, in welcher die oben erwähnte Vielzahl von Waben **2** durch die Trennwände **1** definiert ist.

[0025] An der Einstrom-Stirnseite **11** des Wabenstrukturkörpers **4** enthalten Kreuzungspunkte **7**, an welchen sich die auf eine gitterartige Weise angeordneten Trennwände **1** kreuzen, erste Kreuzungspunkte **7a** und zweite Kreuzungspunkte **7b** wie folgt. Jeder der ersten Kreuzungspunkte **7a** ist ein optionaler Kreuzungspunkt **7a** inmitten der Vielzahl von Kreuzungspunkten **7**. Die zweiten Kreuzungspunkte **7b** sind eine Vielzahl von zweiten Kreuzungspunkten **7b**, von welchen jeder der andere Kreuzungspunkt **7** in der Trennwand **1**, welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt **7a** enthält, ist und welche dem ersten Kreuzungspunkt **7a** benachbart sind. Es ist zu beachten, dass die „den ersten Kreuzungspunkt **7a** enthaltende Trennwand **1**“ die Trennwand **1**, welche zwei Kreuzungspunkte **7** auf beiden Seiten dieser Trennwand **1** enthält und in welcher der Kreuzungspunkt **7** auf einer Seite der erste Kreuzungspunkt **7a** ist, bezeichnet. Deshalb bezeichnet der „andere Kreuzungspunkt **7b** in der den ersten Kreuzungspunkt **7a** enthaltenden Trennwand **1**“ den anderen Kreuzungspunkt **7** als den ersten Kreuzungspunkt **7a** an zwei Kreuzungspunkten **7** auf beiden Seiten der Trennwand **1**. Die „Vielzahl von Kreuzungspunkten **7b**, welche dem ersten Kreuzungspunkt **7a** benachbart sind“, sind die anderen Kreuzungspunkte der jeweiligen sich an dem ersten Kreuzungspunkt **7a** an der Einstrom-Stirnseite **11** kreuzenden Trennwände **1** und sind die Kreuzungspunkte **7** der Trennwände **1**, von welchen jeder an einer dem ersten Kreuzungspunkt **7a** an der Einstrom-Stirnseite **11** nächstgelegenen Position vorliegt.

[0026] Die Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform hat insbesondere die Haupteigenschaft, dass die Einstrom-Stirnseite **11** konkave/konvexe Teile **8** aufweist, welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt **7a** als einen unteren Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte **7b** des ersten Kreuzungspunkts **7a** als obere Teile enthalten. Speziell ist in der Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform die Einstrom-Stirnseite **11** als eine „Schüsselform, bei welcher der erste Kreuzungspunkt **7a** weiter nach innen als die peripheren Kreuzungspunkte **7** des ersten Kreuzungspunkts **7a** eingebuchtet ist“, ausgebildet. Infolgedessen ist die Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform fähig, das Zusetzen der Waben **2** auf einer Seite der Einstrom-Stirnseite **11** wegen in dem Abgas enthaltenen Feinstaub wirkungsvoll zu verhindern und einen Anstieg des Druckverlusts zu unterbinden.

[0027] Speziell ist die Einstrom-Stirnseite als die „Schüsselform, bei welcher der erste Kreuzungspunkt **7a** weiter nach innen als die peripheren Kreuzungspunkte **7** des ersten Kreuzungspunkts **7a** eingebuchtet ist“, ausgebildet, wodurch auf der Seite der Einstrom-Stirnseite **11** in der von den den ersten Kreuzungspunkt **7a** enthaltenden Trennwänden **1** umgebenen Wabe **2** Enden der die Wabe **2** umgebenden Trennwände **1** abgestuft sind. Infolgedessen kann ein Abstand zwischen den Trennwänden **1**, welche die Wabe **2** umgeben, vergrößert werden, ohne eine Öffnungsfläche oder dergleichen der Waben **2** zu vergrößern. Deshalb können sich Feinstaubbrücken in offenen Enden der Waben **2** auf der Seite der Einstrom-Stirnseite **11** der Wabenstruktur **100** nur schwer bilden und kann das Zusetzen der Waben **2** wirkungsvoll verhindert werden.

[0028] Es ist zu beachten, dass in **Fig. 2** und **Fig. 5** jedes Gebiet, in welchem der weiter nach innen als die peripheren Kreuzungspunkte **7** eingebuchtete Kreuzungspunkt **7** (der erste Kreuzungspunkt **7a** in **Fig. 5**)

unter den Kreuzungspunkten **7**, an welchen sich die Trennwände **1** kreuzen, vorliegt, durch eine Schraffur aus nach rechts unten verlaufenden durchgezogenen Linien (d.h., durchgezogene Schraffur) dargestellt ist. Ferner ist in **Fig. 5** ein Gebiet, in welchem der weiter nach außen als der erste Kreuzungspunkt **7a** ausgebuchtete Kreuzungspunkt **7** (der zweite Kreuzungspunkt **7b** in **Fig. 5**) unter den Kreuzungspunkten **7**, an welchen sich die Trennwände **1** kreuzen, vorliegt, durch eine Schraffur aus nach rechts oben verlaufenden gestrichelten Linien (d.h., gestrichelte Schraffur) dargestellt ist.

[0029] Außerdem kann gemäß der vorliegenden Erfindung in der Wabenstruktur deren Einström-Stirnseite als eine „Vorsprungform, bei welcher der erste Kreuzungspunkt weiter nach außen als die peripheren Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts ausgebuchtet ist“, ausgebildet sein. Speziell kann die Einström-Stirnseite **11** des Wabenstrukturkörpers **4**, wie in **Fig. 8** gezeigt, konkave/konvexe Teile **8** aufweisen, welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt **7a** als einen oberen Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte **7b** des ersten Kreuzungspunkts **7a** als untere Teile enthalten. Hier ist **Fig. 8** eine Draufsicht, welche eine Einström-Stirnseite einer weiteren Ausführungsform der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt, und eine vergrößerte Draufsicht, welche einen vergrößerten Teil der Einström-Stirnseite zeigt. Es ist vorzuziehen, dass eine in **Fig. 8** gezeigte Wabenstruktur **200** ähnlich wie die in **Fig. 1** bis **Fig. 6** gezeigte Wabenstruktur **100** ausgebildet ist, abgesehen davon, dass ein konkaver/konvexer Teil **8** anders ausgebildet ist.

[0030] Es ist zu beachten, dass in **Fig. 8** jedes Gebiet, in welchem der weiter nach außen als die peripheren Kreuzungspunkte **7** ausgebuchtete Kreuzungspunkt **7** (der erste Kreuzungspunkt **7a** in **Fig. 8**) unter den Kreuzungspunkten **7**, an welchen sich die Trennwände **1** kreuzen, vorliegt, durch eine Schraffur aus nach rechts oben verlaufenden gestrichelten Linien (d.h., gestrichelte Schraffur) dargestellt ist. Ferner ist in **Fig. 8** jedes Gebiet, in welchem der weiter nach innen als der erste Kreuzungspunkt **7a** eingebuchtete Kreuzungspunkt **7** (der zweite Kreuzungspunkt **7b** in **Fig. 8**) unter den Kreuzungspunkten **7**, an welchen sich die Trennwände **1** kreuzen, vorliegt, durch eine Schraffur aus nach rechts unten verlaufenden durchgezogenen Linien (d.h., durchgezogene Schraffur) dargestellt.

[0031] In der in **Fig. 8** gezeigten Wabenstruktur **200** haben jeweilige obere Teile und untere Teile konkaver/konvexer Teile **8** bildende Kreuzungspunkte **7** eine gegenüber derjenigen in der in **Fig. 1** bis **Fig. 6** gezeigten Wabenstruktur **100** umgekehrte Positionsbeziehung. Außerdem ist es vorzuziehen, dass die in **Fig. 8** gezeigte Wabenstruktur **200** ähnlich wie die in **Fig. 5** gezeigte Wabenstruktur **100** ausgebildet ist, abgesehen davon, dass die jeweiligen die oberen Teile und die unteren Teile der konkaven/konvexen Teile **8** bildenden Kreuzungspunkte **7** die umgekehrte Positionsbeziehung aufweisen wie oben beschrieben. Im Folgenden wird die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung ausführlicher beschrieben, wobei die in **Fig. 1** bis **Fig. 6** gezeigte Wabenstruktur **100** als Beispiel dient.

[0032] Wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt, beträgt ein Höhenunterschied **T** zwischen dem ersten Kreuzungspunkt und dem zweiten Kreuzungspunkt in dem konkaven/konvexen Teil **8** in einer Ausdehnungsrichtung der Waben **2** bevorzugt 0,3 bis 1,2 mm, bevorzugter 0,5 bis 1,0 mm und besonders bevorzugt 0,7 bis 1,0 mm. Wenn der Höhenunterschied **T** kleiner als 0,3 mm ist, könnten sich offene Enden der Waben **2** an der Einström-Stirnseite **11** leicht mit dem in dem Abgas enthaltenen Feinstaub zusetzen. Wenn der Höhenunterschied **T** größer als 1, 2 mm ist, verschlechtert sich die Festigkeit der Wabenstruktur **100** und könnten zum Beispiel die Trennwände **1** auf der Seite der Einström-Stirnseite **11** leicht Absplittungen erleiden.

[0033] Wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt, ist es vorzuziehen, dass an der den ersten Kreuzungspunkt **7a** mit dem zweiten Kreuzungspunkt **7b** verbindenden Trennwand **1** deren Ende auf der Seite der Einström-Stirnseite **11** eine geneigte Oberfläche, welche entlang einer Form des konkaven/konvexen Teils **8** in der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** geneigt ist, aufweist. Entsprechend dieser Beschaffenheit fällt es dem Feinstaub auf der Seite der Einström-Stirnseite **11** des Wabenstrukturkörpers **4** schwer, sich auf Stirnseiten der Trennwände **1** abzulagern, und fällt es ihm schwerer, in den offenen Enden der Waben **2** Feinstaubbrücken zu bilden.

[0034] Wie in **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigt, ist es, wenn die Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände kreuzen, eine Vielzahl dritter Kreuzungspunkte **7c** enthalten, von welchen jeder ein anderer Kreuzungspunkt als der erste Kreuzungspunkt **7a** in der die zweiten Kreuzungspunkte **7b** enthaltenden Trennwand **1** ist und welche den zweiten Kreuzungspunkten **7b** benachbart sind, vorzuziehen, dass die dritten Kreuzungspunkte **7c** wie folgt beschaffen sind. Das heißt, an der Einström-Stirnseite **11** des Wabenstrukturkörpers **4** liegen der erste Kreuzungspunkt **7a** und mindestens ein dritter Kreuzungspunkt **7c** an der gleichen Position in der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** vor. Ferner ist es eher vorzuziehen, dass der dritte Kreuzungspunkt **7c** als der untere Teil der Schüsselform, welcher weiter nach innen als die peripheren Kreuzungspunkte **7** eingebuchtet ist, oder als der obere Teil der Vorsprungform, welcher weiter nach außen als die peripheren Kreuzungspunkte

7 ausgebuchtet ist, vorliegt. In dieser Konfiguration kann der dritte Kreuzungspunkt **7c** als der „andere erste Kreuzungspunkt 7a“ in der Wabenstruktur **100** angesehen werden.

[0035] Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 6** gezeigt, der Kreuzungspunkt **7**, an welchem sich die Trennwände **1** kreuzen, eine zu der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** an der Einström-Stirnseite **11** senkrechte Stirnseite haben. Jedoch kann, wie in **Fig. 7** gezeigt, der Kreuzungspunkt **7**, an welchem sich die Trennwände **1** kreuzen, auch eine geneigte Oberfläche, welche zu der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** an der Einström-Stirnseite **11** geneigt ist, aufweisen. Wie in **Fig. 7** gezeigt, fällt es dem Feinstaub, wenn die Kreuzungspunkte **7**, an welchen sich die Trennwände **1** kreuzen, geneigte Oberflächen aufweisen, schwer, sich an den Kreuzungspunkten **7**, an welchen sich die Trennwände **1** kreuzen, abzulagern, und fällt es ihm schwerer, in den offenen Enden der Waben **2** Feinstaubbrücken zu bilden. Hier ist **Fig. 7** eine Schnittansicht, welche ein weiteres Beispiel des Querschnitts entlang der Linie C-C' in **Fig. 5** schematisch zeigt.

[0036] An der Einström-Stirnseite **11** bestehen, wenn der Kreuzungspunkt **7**, an welchem sich die Trennwände **1** kreuzen, die geneigte Oberfläche aufweist, keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich deren Neigungswinkels. Zum Beispiel beträgt ein solcher „Neigungswinkel θ_1 der geneigten Oberfläche des Kreuzungspunkts 7“ wie in **Fig. 7** gezeigt bevorzugt 0 bis 60° und bevorzugter 45 bis 60°. Entsprechend dieser Beschaffenheit ist es möglich, eine Ablagerung des Feinstaubs an den Kreuzungspunkten **7** wirkungsvoller zu unterbinden. Es ist zu beachten, dass der „Neigungswinkel θ_1 der geneigten Oberfläche des Kreuzungspunkts 7“ der Neigungswinkel θ_1 der geneigten Oberfläche ist, wenn ein Winkel einer zu einer zu der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** senkrechten Oberfläche parallelen Oberfläche gleich 0° ist.

[0037] Es bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich einer Dicke der Trennwände **1**. Zum Beispiel beträgt die Dicke der Trennwände **1** bevorzugt 0,05 bis 0,3 mm, bevorzugter 0,06 bis 0,25 mm und besonders bevorzugt 0,09 bis 0,17 mm. Zum Beispiel verschlechtert sich, wenn die Dicke der Trennwände **1** kleiner als 0,05 mm ist, die Festigkeit der Wabenstruktur **100** und zum Beispiel könnten die Trennwände **1** auf der Seite der Einström-Stirnseite **11** leicht Absplitterungen erleiden. Wenn die Trennwände **1** dicker als 0,3 mm sind, könnte der Druckverlust der Wabenstruktur **100** zunehmen.

[0038] Es bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich einer Wabendichte des Wabenstrukturkörpers **4**. Zum Beispiel beträgt die Wabendichte bevorzugt 31 bis 140 Waben/cm², bevorzugter 39 bis 93 Waben/cm² und besonders bevorzugt 46 bis 62 Waben/cm². Zum Beispiel könnte, wenn die Wabendichte kleiner als 31 Waben/cm² ist, die Festigkeit der Wabenstruktur **100** sich verschlechtern. Wenn die Wabendichte größer als 140 Waben/cm² ist, könnte der Druckverlust der Wabenstruktur **100** zunehmen.

[0039] Es ist vorzuziehen, dass die Trennwände **1** des Wabenstrukturkörpers **4** aus einem Keramik enthaltenden Werkstoff bestehen. Ferner ist es vorzuziehen, dass der die Trennwände **1** bildende Werkstoff mindestens eine aus einer unten genannten „Werkstoffgruppe“ ausgewählte Keramikart enthält. Die „Werkstoffgruppe“ ist eine aus Siliciumcarbid, einem Silicium-Siliciumcarbid-Verbundwerkstoff, Cordierit, Mullit, Aluminiumoxid, Spinell, einem Siliciumcarbid-Cordierit-Verbundwerkstoff, Spodumen und Aluminiumtitanat bestehende Gruppe.

[0040] In der Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich einer Form der Waben **2** in einem Querschnitt senkrecht zu der Ausdehnungsrichtung der Waben **2**. In der vorliegenden Erfindung ist mit der Wabe **2** ein von den Trennwänden **1** umgebener Raum gemeint. Im Folgenden ist, wenn einfach die „Form der Waben 2“ erwähnt wird, die Form der Waben **2** in dem Querschnitt senkrecht zu der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** gemeint.

[0041] Zu Beispielen der Form der Waben **2** zählen vieleckige Formen wie eine dreieckige Form, eine viereckige Form, eine fünfeckige Form, eine sechseckige Form, eine siebeneckige Form und eine achteckige Form. Ferner ist auch jede beliebige Kombination dieser Formen eine bevorzugte Konfiguration. Außerdem ist bei der viereckigen Form ein Quadrat oder ein Rechteck zu bevorzugen. Darüber hinaus kann, wenn die Form der Waben **2** vieleckig ist, mindestens eine Ecke der vieleckigen Form gebogen sein oder kann mindestens eine Ecke davon geradlinig abgeschrägt sein.

[0042] Wenn die Form der Waben **2** an der Einström-Stirnseite **11** viereckig ist, ist es vorzuziehen, dass ein Prozentsatz eines Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte **7a** sind, zu einer Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte **7**, an welchen die Trennwände **1** sich an der Einström-Stirnseite **11** kreuzen, zwischen 12 und 25% liegt. Entsprechend einer solchen Beschaffenheit ist es möglich, die Zunahme des Druckverlusts wirkungsvoller zu unterbinden. Wenn die Form der Waben **2** viereckig ist und der Prozentsatz des Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte **7a**

sind, 25% beträgt, enthält die Einström-Stirnseite **11** des Wabenstrukturkörpers **4** in ihrem gesamten Gebiet die aus den ersten Kreuzungspunkten **7a** und den zweiten Kreuzungspunkten **7b** bestehenden konkaven/konvexen Teile **8**. Im Folgenden wird der „Prozentsatz des Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte **7a** sind, zu der Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte **7**, an welchen die Trennwände **1** sich an der Einström-Stirnseite **11** kreuzen“, gelegentlich einfach als das „Verhältnis der ersten Kreuzungspunkte“ bezeichnet. Wenn die Form der Waben **2** viereckig ist, liegt das Verhältnis der ersten Kreuzungspunkte bevorzugter zwischen 20 und 25%.

[0043] Wie in **Fig. 9** gezeigt, ist es, wenn die Waben **2** an der Einström-Stirnseite **11** sechseckig sind, zu bevorzugen, dass ein Prozentsatz eines Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte **7a** sind, zu einer Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte **7**, an welchen die Trennwände **1** sich an der Einström-Stirnseite **11** kreuzen, zwischen 25 und 50% liegt. Entsprechend dieser Beschaffenheit ist es möglich, den Anstieg des Druckverlusts wirkungsvoll zu unterbinden. Hier ist **Fig. 9** eine Draufsicht, welche eine Einström-Stirnseite noch einer weiteren Ausführungsform der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt, und eine vergrößerte Draufsicht, welche einen vergrößerten Teil der Einström-Stirnseite zeigt. Wenn die Waben **2** sechseckig sind und der Prozentsatz des Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte **7a** sind, 50% beträgt, enthält die Einström-Stirnseite **11** des Wabenstrukturkörpers **4** in ihrem gesamten Gebiet die aus den ersten Kreuzungspunkten **7a** und den zweiten Kreuzungspunkten **7b** bestehenden konkaven/konvexen Teile **8**. Wenn die Waben **2** sechseckig sind, beträgt das Verhältnis der ersten Kreuzungspunkte bevorzugter 40 bis 50%.

[0044] In einer in **Fig. 9** gezeigten Wabenstruktur **300** ist eine von Trennwänden **1** umgebene Wabe **2** sechseckig, und deshalb hat ein Kreuzungspunkt **7** der Trennwände **1** eine Y-Form, bei welcher sich drei Trennwände **1** kreuzen. Infolgedessen besteht ein konkaver/konvexer Teil **8** aus einem ersten Kreuzungspunkt **7a** und drei peripheren zweiten Kreuzungspunkten **7b**.

[0045] Andererseits ist in der in **Fig. 5** gezeigten Wabenstruktur **100** die von den Trennwänden **1** umgebene Wabe **2** viereckig und hat deshalb der Kreuzungspunkt **7** der Trennwände **1** eine Kreuzform, bei welcher sich vier Trennwände **1** kreuzen. Infolgedessen besteht ein konkaver/konvexer Teil **8** aus einem ersten Kreuzungspunkt **7a** und vier peripheren zweiten Kreuzungspunkten **7b**. Jedoch ist es, wenn die Waben **2** wie in der Wabenstruktur **100** viereckig sind, eher vorzuziehen, dass ein konkaver/konvexer Teil **8** aus einem ersten Kreuzungspunkt **7a** und acht so, dass sie den ersten Kreuzungspunkt **7a** umgeben, angeordneten zweiten Kreuzungspunkten **7b** besteht.

[0046] In der in **Fig. 1** bis **Fig. 6** gezeigten Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform liegen an der Ausström-Stirnseite **12** die jeweiligen Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände **1** kreuzen, an der gleichen Position in der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** vor. Speziell ist es in der Wabenstruktur **100** vorzuziehen, dass die Ausström-Stirnseite **12** keine vordefinierte Kreuzungspunkte der Trennwände **1** als untere Teile oder obere Teile enthaltenden konkaven/konvexen Teile **8** aufweist. Entsprechend dieser Beschaffenheit wird ein Aufbau der Ausström-Stirnseite **12** weiter vereinfacht und kann zum Beispiel die Produktivität der Wabenstruktur **100** zunehmen.

[0047] Es bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich einer äußeren Form der Wabenstruktur **100** (d.h., einer Gesamtform der Wabenstruktur **100**). Zu Beispielen der äußeren Form der Wabenstruktur **100** zählen eine runde Säulenform, eine elliptische Säulenform, eine prismatische Säulenform und eine „Säulenform, deren Grundfläche eine unbestimmte Form hat“. Ferner bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich einer Größe der Wabenstruktur **100**, aber ist es vorzuziehen, dass ihre Länge in der Ausdehnungsrichtung der Waben **2** zwischen 45 und 254 mm beträgt. Außerdem ist es, wenn die äußere Form der Wabenstruktur **100** die Rundsäulenform ist, vorzuziehen, dass ein Durchmesser ihrer Unterseite zwischen 55 und 355 mm liegt.

[0048] Die Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform ist geeigneterweise als Abgasreinigungskatalysatorträger für einen Verbrennungsmotor verwendbar. Der Katalysatorträger ist eine poröse Struktur, welche Partikel eines Katalysators trägt. Deshalb ist es vorzuziehen, dass in den jeweiligen in dem Wabenstrukturkörper **4** gebildeten Waben **2** deren Enden auf der Seite der Einström-Stirnseite **11** und der Seite der Ausström-Stirnseite **12** nicht mit Verschlussteilen und dergleichen verschlossen sind.

[0049] In der Wabenstruktur **100** der vorliegenden Ausführungsform können mindestens eine der Oberflächen jeder Trennwand **1** des Wabenstrukturkörpers **4** und jede Pore der Trennwand **1** desselben mit dem Abgasreinigungskatalysator (nicht gezeigt) imprägniert sein. Ein Beispiel des Katalysators ist ein bisher bekannter

Katalysator für ein Kraftfahrzeugabgas. Insbesondere ist ein Oxidationskatalysator ein geeignetes Beispiel des Katalysators.

[0050] (2) Herstellungsverfahren der Wabenstruktur:

Nun wird ein Herstellungsverfahren der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0051] Wenn die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung hergestellt wird, wird zuerst ein Form-Rohmaterial zum Bilden eines Wabenformkörpers hergestellt. Es ist vorzuziehen, dass das Form-Rohmaterial ein Keramik-Rohmaterial enthält.

[0052] Es ist vorzuziehen, dass ein Beispiel des in dem Form-Rohmaterial enthaltenen Keramik-Rohmaterials mindestens eine aus einer unten genannten „Rohmaterial-Gruppe“ ausgewählte Keramikart ist. Die „Rohmaterial-Gruppe“ ist eine aus Siliciumcarbid, einem Silicium-Siliciumcarbid-Verbundwerkstoff, einem Cordierit-Form-Rohmaterial, Cordierit, Mullit, Aluminiumoxid, Spinell, einem Siliciumcarbid-Cordierit-Verbundwerkstoff, Spodumen und Aluminiumtitanat bestehende Gruppe. Durch Verwendung dieser Rohmaterialien ist eine hinsichtlich Festigkeit und Wärmebeständigkeit hervorragende Wabenstruktur erzielbar. Es ist zu beachten, dass das Cordierit-Form-Rohmaterial ein zum Erzielen einer chemischen Zusammensetzung, bei welcher Siliciumdioxid in einen Bereich von 42 bis 56 Massen-% fällt, Aluminiumoxid in einen Bereich von 30 bis 45 Massen-% fällt und Magnesiumoxid in einen Bereich von 12 bis 16 Massen-% fällt, gemischtes Keramik-Rohmaterial ist. Dann wird das Cordierit-Form-Rohmaterial gebrannt, um Cordierit zu bilden.

[0053] Es ist vorzuziehen, dass das Form-Rohmaterial durch Mischen des obigen Keramik-Rohmaterials mit einem Porenbildner, einem Bindemittel, einem Dispergiermittel, einem Netzmittel, einem Dispergiermedium und dergleichen hergestellt wird.

[0054] Wenn der Wabenformkörper unter Verwendung des Form-Rohmaterials gebildet wird, ist es vorzuziehen, dass das Form-Rohmaterial zuerst geknetet wird, um ein Knetmaterial zu erhalten, und dass das erhaltene Knetmaterial zu einer Wabenform geformt wird.

[0055] Es bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich eines Verfahrens zum Durchkneten des Form-Rohmaterials, um den Knetwerkstoff zu erhalten, und ein Beispiel des Verfahrens ist ein Kneten, eine Vakuum-Knetmaschine oder dergleichen verwendendes Verfahren.

[0056] Es bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich eines Verfahrens zum Formen des Knetmaterials zu dem Wabenformkörper, und ein Formverfahren wie ein Strangpressverfahren, ein Spritzgussverfahren oder ein Pressformverfahren ist verwendbar. Es ist vorzuziehen, das Strangpressverfahren zu verwenden, weil damit kontinuierliches Formen leicht realisierbar ist und zum Beispiel Cordieritkristalle orientiert werden können. Das Strangpressverfahren kann unter Verwendung der Vakuum-Knetmaschine, eine Kolbenstrangpresse, eine kontinuierlich arbeitende Zwei-Achsen-Schneckenstrangpresse oder dergleichen durchgeführt werden. Ferner ist es zu bevorzugen, das Strangpressen durch Anbringen einer Matrize zum Formen des Wabenformkörpers mit einer erwünschten Trennwanddicke, einem erwünschten Wabenabstand, einer erwünschten Wabenform oder dergleichen an einer Vorrichtung zur Verwendung beim Strangpressen durchzuführen.

[0057] Dann können die konkaven/konvexen Teile mittels des folgenden Verfahrens an einer Stirnseite des Wabenformkörpers gebildet werden. Zuerst wird ein einem Zwischenraum von Kreuzungspunkten von Trennwänden (d.h., einem Abstand der Kreuzungspunkte der Trennwände) entsprechendes konkaves/konvexes Element hergestellt. Dann wird das hergestellte konkave/konvexe Element auf die eine Stirnseite des Wabenformkörpers gepresst. Auf diese Weise wird die eine Stirnseite des Wabenformkörpers so verformt, dass sie eine umgekehrte Form des konkaven/konvexen Elements hat, wodurch die konkaven/konvexen Teile an der einen Stirnseite gebildet werden. Es ist zu beachten, dass die Bildung der konkaven/konvexen Teile nicht auf ein solches Verfahren wie oben beschrieben beschränkt ist. Zum Beispiel werden die konkaven/konvexen Teile nicht in dem Wabenformkörper gebildet, sondern können die konkaven/konvexen Teile auch nach dem Trocknen des Wabenformkörpers oder dem Brennen des Wabenformkörpers gebildet werden.

[0058] Es ist vorzuziehen, den erhaltenen Wabenformkörper zu trocknen, nachdem der Wabenformkörper gebildet wurde. Es bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich eines Trocknungsverfahrens, und zu Beispielen des Verfahrens zählen Heißlufttrocknung, Mikrowellentrocknung, Induktionstrocknung, Unterdrucktrocknung, Vakuumtrocknung und Gefriertrocknung. Es ist zu bevorzugen, von diesen Verfahren eines oder eine Kombination mehrerer der Induktionstrocknung, der Mikrowellentrocknung und der Heißlufttrocknung

durchzuführen, weil der gesamte Wabenformkörper unmittelbar und gleichmäßig getrocknet werden kann. Ferner können die Trocknungsbedingungen entsprechend dem Trocknungsverfahren angemessen festgelegt werden.

[0059] Dann wird der Wabenformkörper dem Hauptbrand unterzogen, um die Wabenstruktur herzustellen. Der „Hauptbrand“ ist ein Vorgang des Sinterns und Verdichtens des den Wabenformkörper bildenden Form-Rohmaterials, um eine vordefinierte Festigkeit zu erzielen.

[0060] Dann können die konkaven/konvexen Teile an einer Stirnseite der Wabenstruktur, welche mittels des folgenden Verfahrens gebrannt und hergestellt wird, gebildet werden. Ein Beispiel eines Verfahrens zum Bilden der konkaven/konvexen Teile ist ein Verfahren des Polierens einer Stirnseite der Wabenstruktur unter Verwendung einer Poliermaschine mit einer konkaven und konvexen Polierfläche, wodurch die konkaven/konvexen Teile in der einen Stirnseite der Wabenstruktur gebildet werden. Es ist zu beachten, dass eine Stirnseite des Wabenformkörpers vor dem Brennen (d.h., des getrockneten Wabenformkörpers) mit der obigen Poliermaschine poliert werden kann, um die konkaven/konvexen Teile zu bilden.

[0061] Es ist vorzuziehen, den Wabenformkörper zu kalzinieren, bevor der Wabenformkörper dem Hauptbrand unterzogen wird. Das Kalzinieren erfolgt zur Entfettung, und es bestehen keine besonderen Beschränkungen hinsichtlich eines Kalziniervorgangs, solange ein organisches Material wie das Bindemittel, das Dispergiermittel oder der Porenbildner in dem Wabenformkörper entfernt werden kann. In der Regel beträgt eine Brenntemperatur des organischen Bindemittels ungefähr 100 bis 300 °C. Eine Brenntemperatur des Porenbildners hängt von dessen Art ab, beträgt aber ungefähr 200 bis 1000 °C. Deshalb ist es hinsichtlich der Kalzinierungsbedingungen zu bevorzugen, eine Erwärmung bei ungefähr 200 bis 1000 °C in einer Oxidationsatmosphäre ungefähr 3 bis 100 Stunden lang durchzuführen.

[0062] Die Brennbedingungen beim Hauptbrand hängen von der Art des Form-Rohmaterials ab, und deshalb, können angemessene Bedingungen je nach der Art ausgewählt werden. Hier zählen zu den Brennbedingungen eine Brenntemperatur, eine Brenndauer, eine Brenn-atmosphäre und dergleichen beim Durchführen des Brennens. Zum Beispiel beträgt bei Verwendung des Cordierit-Form-Rohmaterials die höchste Brenntemperatur bevorzugt 1410 bis 1440 °C. Ferner beträgt eine Haltedauer der höchsten Temperatur während des Brennens bevorzugt 3 bis 15 Stunden.

Beispiele

[0063] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung auf der Grundlage von Beispielen weiter speziell beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Beispiele beschränkt.

Beispiel 1

[0064] Talkum, Kaolin, Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Aluminiumhydroxid wurden hergestellt und gemischt, um ein Cordierit-Form-Rohmaterial zu erhalten. Das Cordierit-Form-Rohmaterial erhielt man durch Mischen von Talkum, Kaolin, Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Aluminiumhydroxid in einem vordefinierten Verhältnis, um eine chemische Zusammensetzung zu erhalten, bei welcher SiO₂ in einen Bereich von 42 bis 56 Massen-% fiel, Al₂O₃ in einen Bereich von 30 bis 45 Massen-% fiel und MgO in einen Bereich von 12 bis 16 Massen-% fiel.

[0065] Dann wurden ein Porenbildner, Methylcellulose als Bindemittel und Wasser als Dispergiermedium dem erhaltenen Cordierit-Form-Rohmaterial zugesetzt und gemischt, um ein Form-Rohmaterial zu erhalten. 5 Massenteile Porenbildner wurden 100 Massenteilen Cordierit-Form-Rohmaterial zugesetzt. 5 Massenteile Bindemittel wurden 100 Massenteilen Cordierit-Form-Rohmaterial zugesetzt. 37 Massenteile Dispergiermedium wurden 100 Massenteilen Cordierit-Form-Rohmaterial zugesetzt.

[0066] Dann wurde das erhaltene Form-Rohmaterial geknetet, wodurch man ein Knetmaterial zum Formen eines Wabenformkörpers erhielt.

[0067] Dann wurde das Knetmaterial unter Verwendung einer vordefinierten Matrize stranggepresst, wodurch man den so, dass sie eine Vielzahl von Waben umgaben, angeordnete Trennwände enthaltenden Wabenformkörper erhielt. In dem Wabenformkörper war die Form der Waben quadratisch, und seine Gesamtform war eine Rundsäulenform.

[0068] Dann wurde der erhaltene Wabenformkörper mit Heißluft bei 120 °C getrocknet und dann 10 Stunden lang bei 1400 bis 1430 °C gebrannt, wodurch ein gebrannter Wabenkörper hergestellt wurde. Dann wurde eine Stirnseite des gebrannten Wabenkörpers unter Verwendung einer Poliermaschine mit einer konkaven und konvexen Polierfläche poliert, wodurch konkave/konvexe Teile in einer Stirnseite des gebrannten Wabenkörpers gebildet wurden. Auf diese Weise wurde eine Wabenstruktur des Beispiels 1 hergestellt. Die erhaltene Wabenstruktur hatte eine Rundsäulenform, bei welcher ein Durchmesser einer zu einer Wabenausdehnungsrichtung senkrechten Fläche 144 mm betrug und eine Länge in der Wabenausdehnungsrichtung 155 mm betrug. In der Wabenstruktur betrug eine Trennwanddicke 0,165 mm und betrug eine Wabendichte 62 Waben/cm². Bezüglich der Wabenstruktur zeigt Tabelle 1 eine „Trennwanddicke“ und eine „Wabendichte“ des Beispiels 1.

[0069] In der Wabenstruktur betrug eine Porosität der Trennwände 35%. Die Porosität der Trennwände wurde unter Verwendung des von der Micromeritics Instrument Corp. hergestellten Autopore 9500 (Handelsname) gemessen.

[0070] Die Wabenstruktur des Beispiels 1 wies an einer Stirnseite schüsselförmige konkave/konvexe Teile auf, welche jeweils einen Kreuzungspunkt, an welchem sich die Trennwände kreuzten, als einen unteren Teil und die anderen peripheren Kreuzungspunkte als obere Teile enthielten. Tabelle 1 zeigt eine Beschaffenheit der konkaven/konvexen Teile in der Wabenstruktur des Beispiels 1 in den Spalten „Vorliegen der konkaven/konvexen Teile“ und „Form der konkaven/konvexen Teile“. Außerdem war in der Wabenstruktur des Beispiels 1 eine die konkaven/konvexen Teile aufweisende Stirnseite eine Einström-Stirnseite, in welche ein Fluid wie ein Abgas strömte.

[0071] An der einen Stirnseite der Wabenstruktur waren die konkaven/konvexen Teile in dem gesamten Gebiet der einen Stirnseite vorhanden. Wenn ein den unteren Teil des konkaven/konvexen Teils bildender Kreuzungspunkt ein erster Kreuzungspunkt war und die anderen, die oberen Teile des konkaven/konvexen Teils bildenden Kreuzungspunkte zweite Kreuzungspunkte waren, betrug ein Prozentsatz eines Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte waren, zu einer Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte 25%. Tabelle 1 zeigt einen Wert des oben erwähnten Prozentsatzes des Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte sind, in einer Spalte „Verhältnis (%) der ersten Kreuzungspunkte“. Ferner betrug ein Höhenunterschied zwischen dem ersten Kreuzungspunkt und dem zweiten Kreuzungspunkt in dem konkaven/konvexen Teil 1,0 mm. Tabelle 1 zeigt das Ergebnis.

[Tabelle 1]

	Wabenform	Trennwanddicke (mm)	Wabendichte (Waben/cm ²)	Vorliegen der konkaven/konvexen Teile	Form der konkaven/konvexen Teile	Höhenunterschied in dem konkaven/konvexen Teil (mm)	Verhältnis (%) der ersten Kreuzungspunkte	Druckverlust-Untersuchung	
								Bewertung	Druckverlustanstiegsverhältnis (%)
Beispiel 1	viereckig	0,165	62	Ja	Schüsselform	1,0	25	A	95
Beispiel 2	viereckig	0,165	62	Ja	Schüsselform	0,3	25	B	120
Beispiel 3	viereckig	0,165	62	Ja	Schüsselform	1,0	12	A	115
Vergleichsbeispiel 1	viereckig	0,165	62	Nein	-	-	-	-	145
Beispiel 4	viereckig	0,132	46	Ja	Schüsselform	1,0	25	A	75
Beispiel 5	viereckig	0,132	46	Ja	Schüsselform	0,3	25	B	105

	Wabenform	Trennwanddicke (mm)	Wabendichte (Waben/cm ²)	Vorliegen der konkaven/konvexen Teile	Form der konkaven/konvexen Teile	Höhenunterschied in dem konkaven/konvexen Teil (mm)	Verhältnis (%) der ersten Kreuzungspunkte	Druckverlust-Untersuchung	
								Bewertung	Druckverlustanstiegsverhältnis (%)
Vergleichsbeispiel 2	viereckig	0,132	46	Nein	-	-	-	-	120
Beispiel 6	sechseckig	0,109	62	Ja	Schüsselform	1,0	50	A	100
Beispiel 7	sechseckig	0,109	62	Ja	Schüsselform	0,3	50	B	125
Beispiel 8	sechseckig	0,109	62	Ja	Schüsselform	1,0	25	A	118
Vergleichsbeispiel 3	sechseckig	0,109	62	Nein	-	-	-	-	150
Beispiel 9	viereckig	0,165	62	Ja	Vorsprungsform	1,0	25	A	95
Beispiel 10	viereckig	0,165	62	Ja	Vorsprungsform	0,3	25	B	120
Beispiel 11	viereckig	0,132	46	Ja	Vorsprungsform	1,0	25	A	75
Beispiel 12	viereckig	0,132	46	Ja	Vorsprungsform	0,3	25	B	105
Beispiel 13	sechseckig	0,109	62	Ja	Vorsprungsform	1,0	50	A	100
Beispiel 14	sechseckig	0,109	62	Ja	Vorsprungsform	0,3	50	B	125
Vergleichsbeispiel 4	viereckig	0,165	62	Stirnseite ist gewellt	-	1,0	-	C	140

[0072] Die Wabenstruktur des Beispiels 1 wurde mit einem Oxidationskatalysator imprägniert und eine „Druckverlust-Untersuchung“ wurde mittels des folgenden Verfahrens an der mit dem Oxidationskatalysator imprägnierten Wabenstruktur vorgenommen. Tabelle 1 zeigt das Ergebnis.

Druckverlust-Untersuchung

[0073] Ein Ruß enthaltendes Verbrennungsgas wurde mittels eines Brenners, in welchem Leichtöl als Brennstoff diente, erzeugt. Das erzeugte Verbrennungsgas wurde mit einer vordefinierten Menge Luft gemischt, um ein Mischgas herzustellen, so dass eine Durchflussmenge des gesamten Gases 1,5 Nm³/min betrug. Dann wurde das auf diese Weise hergestellte Mischgas in die Wabenstruktur eingeleitet. Eine Temperatur des Misch-

gases betrug 200 °C. Bei Beginn des Einleitens des Mischgases wurden Drücke auf einer Seite der Einström-Stirnseite und einer Seite der Ausström-Stirnseite der Wabenstruktur gemessen. Man erhielt eine Druckdifferenz zwischen dem gemessenen Druck auf der Seite der Einström-Stirnseite und dem gemessenen Druck auf der Seite der Ausström-Stirnseite, und die erhaltene Druckdifferenz war der „Anfangs-Druckverlust A“ der Wabenstruktur. Dann wurde das Mischgas 6 Stunden lang weiter in die Wabenstruktur strömen gelassen und wurden die Drücke auf der Seite der Einström-Stirnseite und der Seite der Ausström-Stirnseite der Wabenstruktur gemessen. Man erhielt eine Druckdifferenz zwischen dem gemessenen Druck auf der Seite der Einström-Stirnseite und dem gemessenen Druck auf der Seite der Ausström-Stirnseite, und die erhaltene Druckdifferenz war der gemessene „Druckverlust B“ der Wabenstruktur. Dann erhielt man aus Werten des Anfangs-Druckverlusts A und des Druckverlusts B auf der Grundlage der nachfolgend genannten Gleichung (1) ein „Druckverlustanstiegsverhältnis (%)“.

$$\text{Druckverlustanstiegsverhältnis(\%)} = (\text{Druckverlust B} - \text{Anfangs-Druckverlust A}) / \text{Anfangs-Druckverlust A} \times 100\%$$

Gleichung (1):

[0074] Ferner wurde bei der Druckverlust-Untersuchung der Wert des „Druckverlustanstiegsverhältnisses (%)“ der Wabenstruktur eines Untersuchungsobjekts mit einem Wert des „Druckverlustanstiegsverhältnisses (%)“ einer Wabenstruktur, welche ein Standard war, verglichen und wurde eine Auswertung bezüglich des Druckverlustanstiegsverhältnisses durchgeführt. Speziell erhielt man durch Dividieren des Werts des „Druckverlustanstiegsverhältnisses (%)“ der Wabenstruktur des Untersuchungsobjekts durch den Wert des „Druckverlustanstiegsverhältnisses (%)“ der Wabenstruktur des Standards ein „Auswertungsverhältnis“, und dieses „Auswertungsverhältnis“ wurde auf der Grundlage der folgenden Bewertungskriterien bewertet. Außerdem war in den Beispielen 1 bis 3, 9 und 10 und in Vergleichsbeispiel 4 das Vergleichsbeispiel 1 der Standard. In den Beispielen 4, 5, 11 und 12 war das Vergleichsbeispiel 2 der Standard. In den Beispielen 6 bis 8, 13 und 14 war das Vergleichsbeispiel 3 der Standard.

[0075] Bewertung A: Bei einem Auswertungsverhältnis kleiner als 0,8 lautet das Ergebnis „hervorragend“ und erhält man Bewertung A.

[0076] Bewertung B: Bei einem Auswertungsverhältnis größer als oder gleich 0,8 und kleiner als 0,95 lautet das Ergebnis „gut“ und erhält man Bewertung B.

[0077] Bewertung C: Bei einem Auswertungsverhältnis größer als oder gleich 0,95 lautet das Ergebnis „durchgefallen“ und erhält man Bewertung C.

Beispiele 2 bis 8

[0078] Das Vorgehen des Beispiels 1 wurde wiederholt, um Wabenstrukturen der Beispiele 2 bis 8 herzustellen, abgesehen davon, dass eine Wabenform, eine Trennwanddicke, eine Wabendichte und eine Beschaffenheit eines konkaven/konvexen Teils geändert wurden wie in Tabelle 1 gezeigt.

Beispiele 9 bis 14

[0079] In jedem der Beispiele 9 bis 14 wurde eine Wabenstruktur hergestellt, welche an einer Stirnseite einen vorsprungförmigen konkaven/konvexen Teil aufwies, welcher einen Kreuzungspunkt, an welchem sich Trennwände kreuzten, als einen oberen Teil und die anderen, peripheren Kreuzungspunkte als untere Teile enthielt. Tabelle 1 zeigt speziell eine Wabenform, eine Trennwanddicke, eine Wabendichte und eine Beschaffenheit des konkaven/konvexen Teils.

Vergleichsbeispiele 1 bis 3

[0080] In jedem der Vergleichsbeispiele 1 bis 3 wurde eine Wabenstruktur hergestellt, ohne konkave/konvexe Teile an einer Stirnseite der Wabenstruktur zu bilden. Speziell war die Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 1 eine so, dass jede einer Einström-Stirnseite und einer Ausström-Stirnseite eben war, ausgebildete Wabenstruktur. Tabelle 1 zeigt speziell eine Wabenform, eine Trennwanddicke, eine Wabendichte und eine Beschaffenheit des konkaven/konvexen Teils.

Vergleichsbeispiel 4

[0081] In Vergleichsbeispiel 4 wurde eine Stirnseite einer Wabenstruktur so verarbeitet, dass Enden von Trennwänden jeder zweiten Reihe aus die auf eine gitterartige Weise angeordneten Trennwände enthaltenden und sich in einer Richtung erstreckenden Reihen abgestuft waren. Speziell wurde als die Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 4 die Wabenstruktur mit einer gewellten Stirnseite hergestellt, so dass an einer Stirnseite eine Reihe sich in einer Richtung erstreckender Trennwände ein „Tal“ darstellte und zwei der einen Reihe benachbarte Reihen „Berge“ darstellten. An der gewellten Stirnseite wie oben beschrieben bildeten eine Reihe und zwei benachbarte Reihen eine gewellte Form von einer Periode. In der Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 4 war die eine, in der gewellten Form wie oben beschrieben verarbeitete Stirnseite eine Einström-Stirnseite, in welche ein Fluid wie ein Abgas strömte.

[0082] Was die Wabenstrukturen der Beispiele 2 bis 14 und der Vergleichsbeispiele 1 bis 4 anbelangt, wurden sie mittels eines demjenigen in Beispiel 1 gleichenden Verfahrens mit einem Oxidationskatalysator imprägniert und wurde mittels des oben erwähnten Verfahrens eine „Druckverlust-Untersuchung“ durchgeführt. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse.

Ergebnis

[0083] Die Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 3, 9 und 10 hatten ein kleineres Druckverlustanstiegsverhältnis als dasjenige der Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 1. Die Wabenstrukturen der Beispiele 4, 5, 11 und 12 hatten ein kleineres Druckverlustanstiegsverhältnis als dasjenige der Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 2. Die Wabenstrukturen der Beispiele 6 bis 8, 13 und 14 hatten ein kleineres Druckverlustanstiegsverhältnis als dasjenige der Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 3. Deshalb erhielten bei der Druckverlust-Untersuchung alle Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 14 die Bewertung A oder B. Andererseits war in der Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 4 ein Rückgang des Druckverlustanstiegsverhältnisses auffallend klein im Vergleich mit der Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 1, welche der Standard war. Infolgedessen erhielt die Wabenstruktur des Vergleichsbeispiels 4 bei der Druckverlust-Untersuchung die Bewertung C.

[0084] Eine Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung ist als Katalysatorträger verwendbar, welcher mit einem Katalysator zum Reinigen eines aus einem Ottomotor, einem Dieselmotor oder dergleichen emittierten Abgases zu imprägnieren ist.

Bezugszeichenliste

1	Trennwand
2	Wabe
3	Umfangswand
4	Wabenstrukturkörper
7	Kreuzungspunkt (der Kreuzungspunkt, an welchem sich die auf eine gitterartige Weise angeordneten Trennwände kreuzen)
7a	Kreuzungspunkt (ein erster Kreuzungspunkt)
7b	Kreuzungspunkt (ein zweiter Kreuzungspunkt)
7c	Kreuzungspunkt (ein dritter Kreuzungspunkt)
8	konkaver/konvexer Teil
8a	schüsselförmiger konkaver/konvexer Teil
8b	vorsprungförmiger konkaver/konvexer Teil
11	Einström-Stirnseite
12	Ausström-Stirnseite
100, 200 und 300	Wabenstruktur

Patentansprüche

1. Wabenstruktur, enthaltend einen säulenförmigen Wabenstrukturkörper mit porösen Trennwänden, wobei

die Trennwände so angeordnet sind, dass sie eine Vielzahl sich von einer Einström-Stirnseite des Wabenstrukturkörpers zu einer Ausström-Stirnseite desselben erstreckender Waben umgeben, Kreuzungspunkte, an welchen sich die auf eine gitterartige Weise an der Einström-Stirnseite angeordneten Trennwände kreuzen, einen ersten Kreuzungspunkt, welcher ein Kreuzungspunkt ist, und eine Vielzahl zweiter Kreuzungspunkte, von welchen einer der andere Kreuzungspunkt in der den ersten Kreuzungspunkt enthaltenden Trennwand ist und welche dem ersten Kreuzungspunkt benachbart sind, enthalten und die Einström-Stirnseite konkave/konvexe Teile aufweist, welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt als einen unteren Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als obere Teile enthalten oder welche jeweils den ersten Kreuzungspunkt als einen oberen Teil und die peripheren zweiten Kreuzungspunkte des ersten Kreuzungspunkts als untere Teile enthalten.

2. Wabenstruktur nach Anspruch 1, wobei ein Höhenunterschied in dem konkaven/konvexen Teil in einer Ausdehnungsrichtung der Waben zwischen 0,3 und 1,2 mm beträgt.

3. Wabenstruktur nach Anspruch 1 oder 2, wobei in der den ersten Kreuzungspunkt mit dem zweiten Kreuzungspunkt verbindenden Trennwand ein Ende auf der Seite der Einström-Stirnseite eine geneigte Oberfläche, welche entlang einer Form des konkaven/konvexen Teils in einer Ausdehnungsrichtung der Waben geneigt ist, aufweist.

4. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände kreuzen, eine Vielzahl dritter Kreuzungspunkte enthalten, von welchen einer ein anderer Kreuzungspunkt als der erste Kreuzungspunkt in der die zweiten Kreuzungspunkte enthaltenden Trennwand ist und welche den zweiten Kreuzungspunkten benachbart sind, und an der Einström-Stirnseite der erste Kreuzungspunkt und mindestens ein dritter Kreuzungspunkt an der gleichen Position in einer Ausdehnungsrichtung der Waben vorliegen.

5. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Form der Waben an der Einström-Stirnseite viereckig ist und ein Prozentsatz eines Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte sind, zu einer Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände an der Einström-Stirnseite kreuzen, 12 bis 25% beträgt.

6. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Form der Waben an der Einström-Stirnseite sechseckig ist und ein Prozentsatz eines Verhältnisses der Anzahl der Kreuzungspunkte, welche die ersten Kreuzungspunkte sind, zu einer Gesamtanzahl der Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände an der Einström-Stirnseite kreuzen, 25 bis 50% beträgt.

7. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei an der Ausström-Stirnseite die jeweiligen Kreuzungspunkte, an welchen sich die Trennwände kreuzen, an der gleichen Position in einer Ausdehnungsrichtung der Waben vorliegen.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

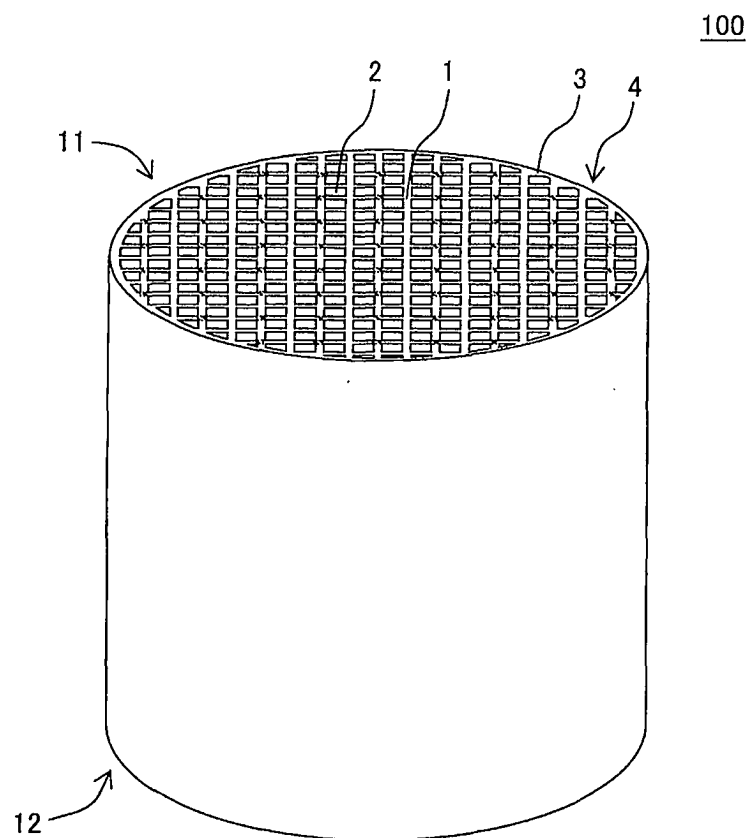


FIG.2

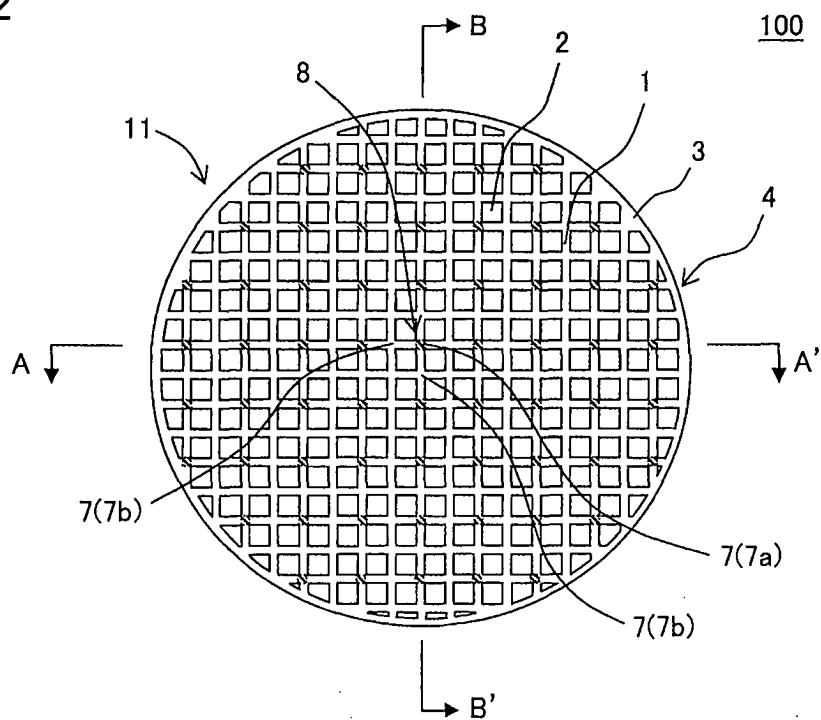


FIG.3

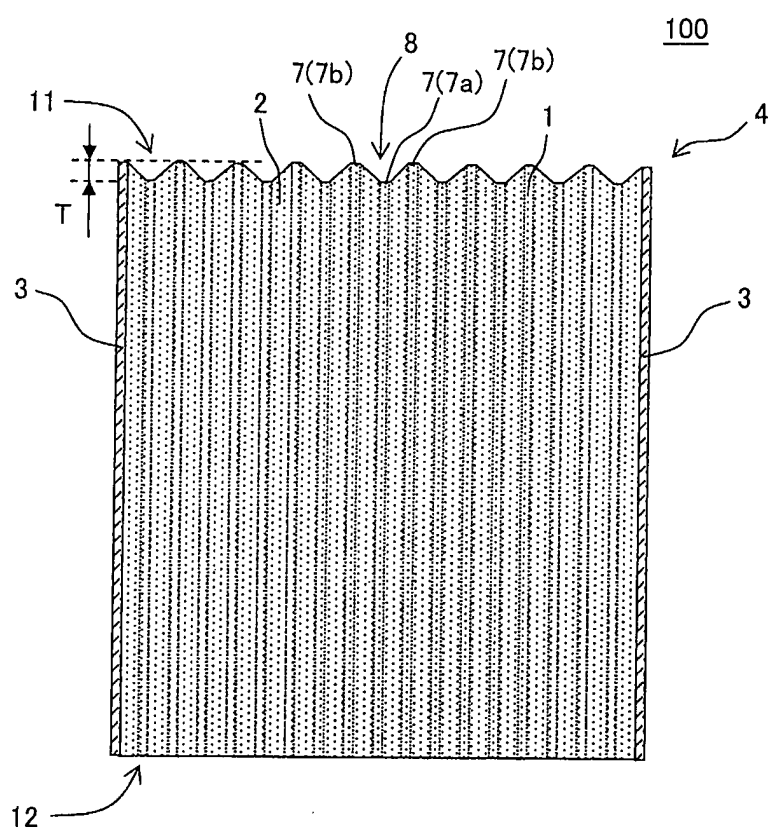


FIG.4

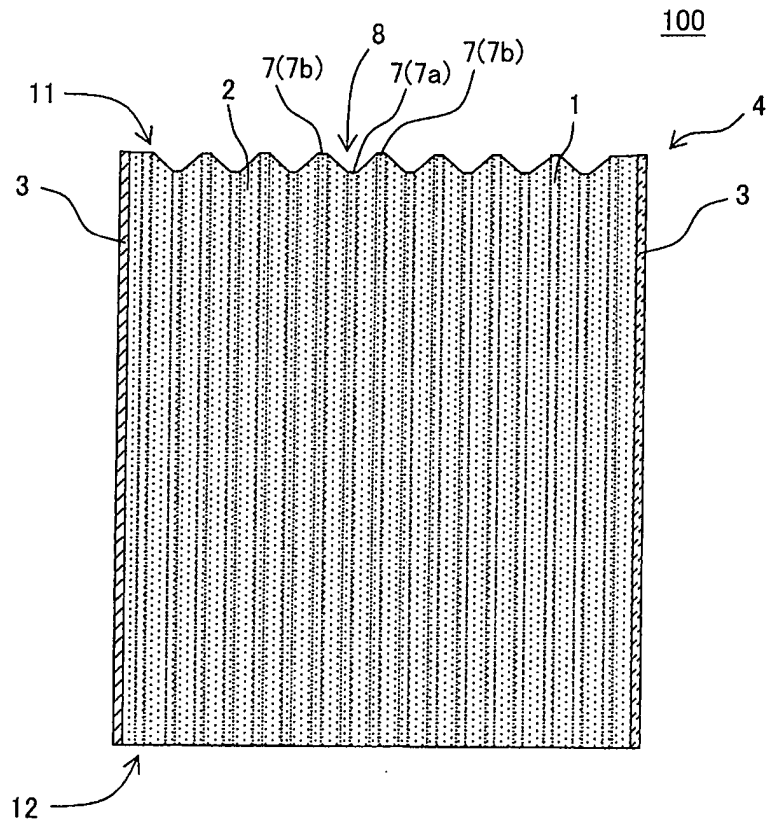


FIG.5

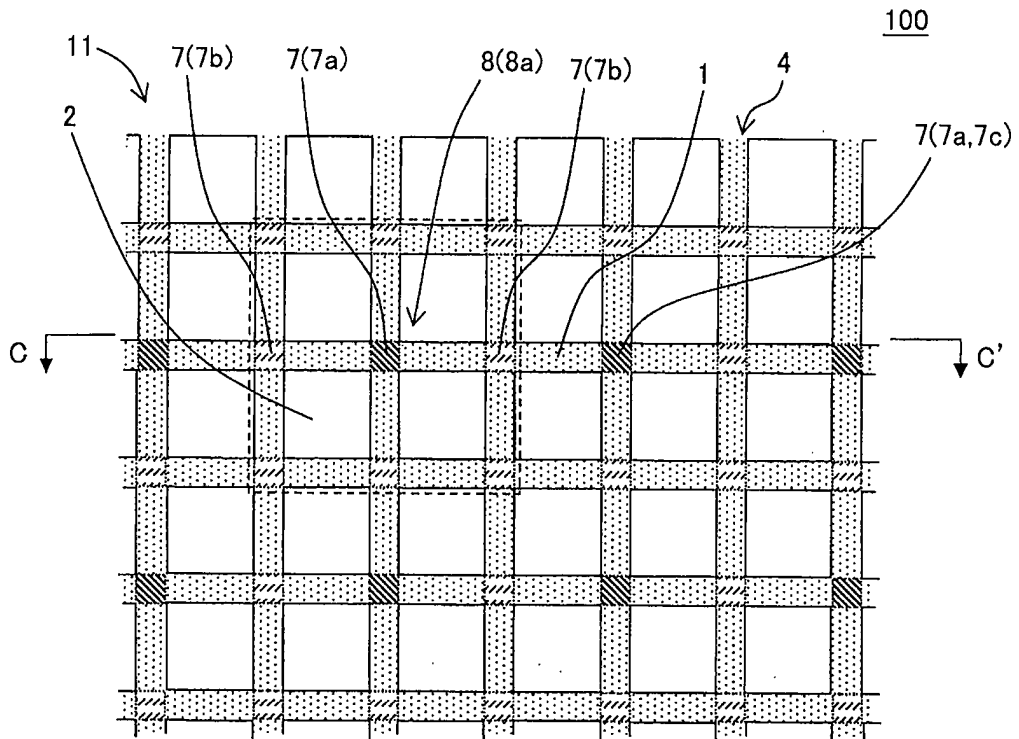


FIG.6

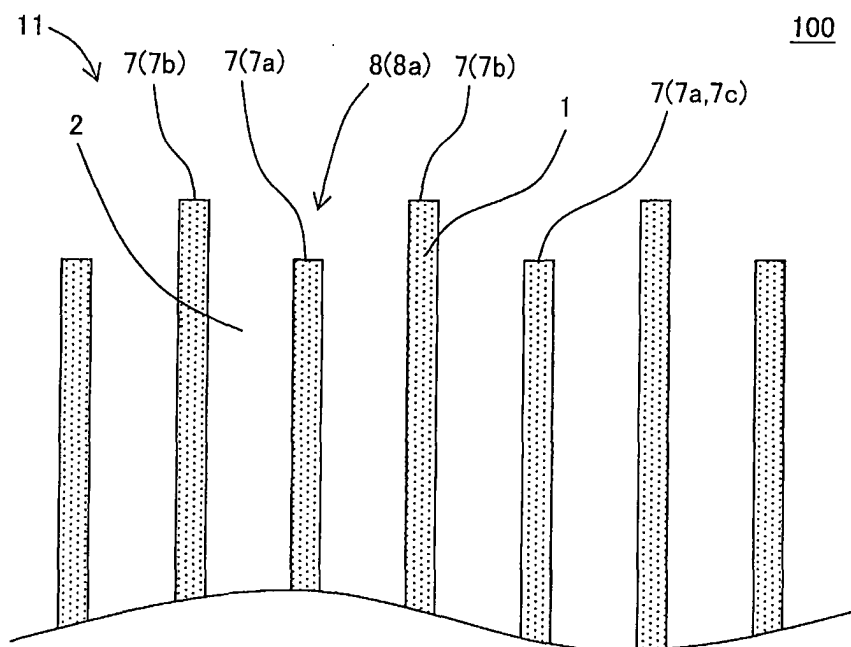


FIG.7

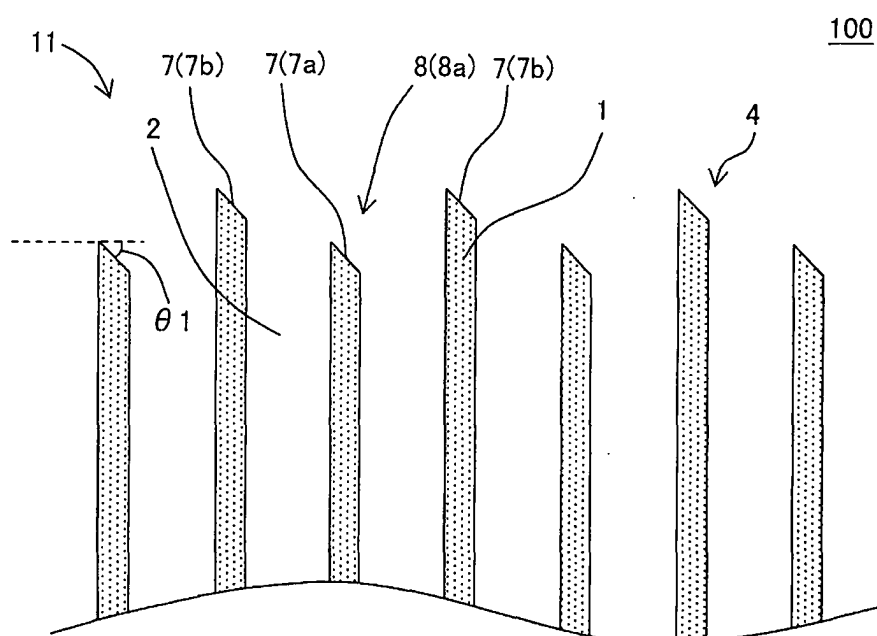


FIG.8

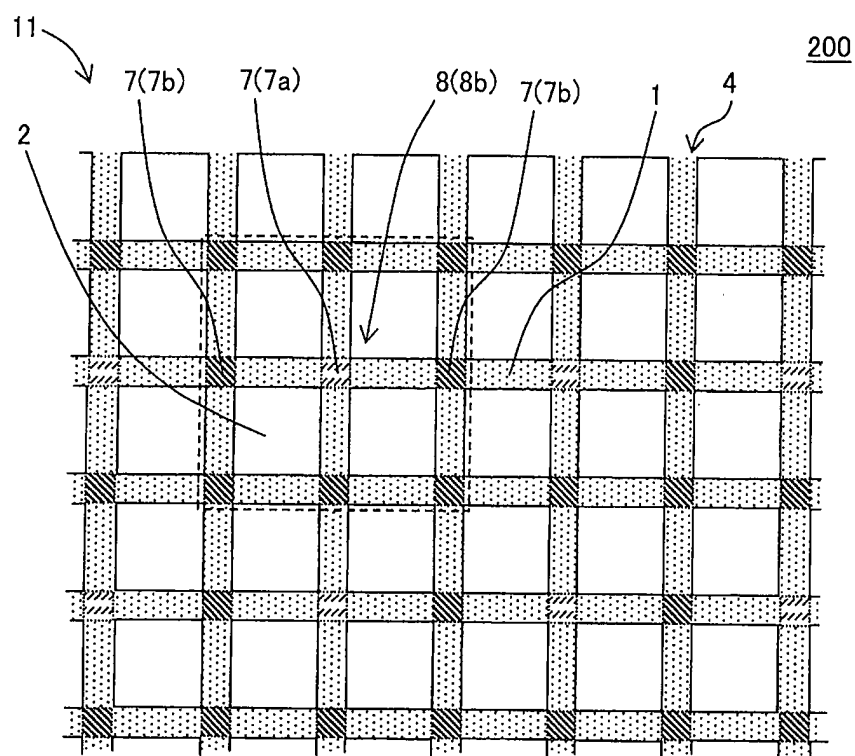


FIG.9

