



(10) **DE 10 2016 003 157 A1** 2016.09.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 003 157.3**

(22) Anmeldetag: **15.03.2016**

(43) Offenlegungstag: **22.09.2016**

(51) Int Cl.: **F01N 3/022 (2006.01)**
B01D 39/20 (2006.01)
B01D 46/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2015-052496

16.03.2015

JP

(72) Erfinder:

Yamada, Toshio, Nagoya-city, Aichi-pref., JP;
Hirakawa, Toshihiro, Nagoya-city, Aichi-pref., JP;
Iida, Tomohiro, Nagoya-city, Aichi pref., JP

(71) Anmelder:

NGK Insulators, Ltd., Nagoya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:

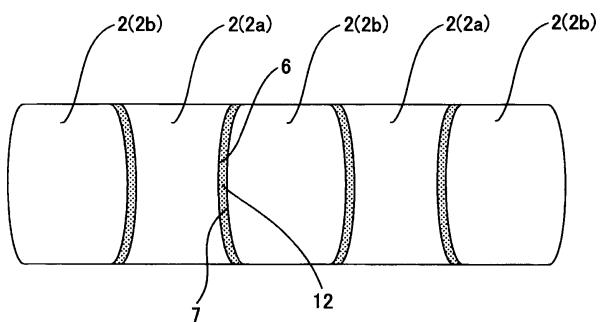
**Lederer & Keller Patentanwälte Partnerschaft
mbB, 80538 München, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wabenstruktur**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Wabenstruktur aus einer Segmentstruktur offenbart, die leicht hergestellt werden kann und die Bewegung der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck während der Verwendung effektiv inhibieren kann. In einem ersten Wabensegment 2a sind die Einlassendfläche und die Auslassendfläche vierseckig und sind zumindest ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, konkave Seitenflächen 6, die in einer Längsrichtung des Wabensegments in einen konkaven Zustand gebogen sind, und in einem zweiten Wabensegment 2b sind die Einlassendfläche und die Auslassendfläche viereckig und sind zumindest ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, konvexe Seitenflächen 7, die in der Längsrichtung des Wabensegments in einen konvexen Zustand gebogen sind, und die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente sind abwechselnd angeordnet, so dass die konkaven Seitenflächen 6 den konvexen Seitenflächen 7 in zumindest einer Richtung vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind.



Beschreibung**WABENSTRUKTUR**

[0001] Die vorliegende Anmeldung ist eine Anmeldung, basierend auf der JP 2015-052496, eingereicht am 16. März 2015 beim japanischen Patentamt, deren gesamter Inhalt hierin durch Verweis aufgenommen ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG**Gebiet der Erfindung**

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Wabenstruktur zur Verwendung in einem Filter zum Auffangen von Feststoffteilchen, die in einem Abgas eines Dieselmotors oder eines Benzinmotors enthalten sind, einen Katalysatorträger, auf den ein Katalysator zum Reinigen des Abgases geladen ist, oder dergleichen.

Beschreibung der verwandten Technik

[0003] Feststoffteilchen (PM) sind im Abgas eines Benzinmotors wie eines Dieselmotors oder eines GDI-Motors (Benzindirekteinspritzung) enthalten. Diese PM umfassen hauptsächlich Kohlenstoff-Feinteilchen aus Ruß und dergleichen, und die PM sind bekanntermaßen karzinogen, so dass verhindert werden muss, dass die PM in die Atmosphäre ausgestoßen werden, und daher sind ihnen strikte Emissionsvorschriften auferlegt worden.

[0004] Um diesen strikten Emissionsvorschriften gerecht zu werden, wurden viele Untersuchungen durchgeführt, um das Ausmaß der auszustoßenden PM zu verringern, die Verringerung des Ausmaßes der auszustoßenden PM durch die Verbesserung der Verbrennungstechnologie ist jedoch begrenzt, und das Einbauen eines Filters in ein Abgassystem ist derzeit nur ein effektives Mittel zur Verringerung des Ausmaßes der auszustoßenden PM.

[0005] Als der Filter zum Auffangen der PM wurde verbreitet ein Wandstromfilter unter Nutzung einer Wabenstruktur verwendet, da eine hohe PM-Auffangeffizienz erreicht werden kann, während der Druckabfall auf einen zulässigen Bereich unterdrückt wird. Die Wabenstruktur zur Verwendung in dem Wandstromfilter hat poröse Trennwände, die mehrere Zellen definieren, die sich von einer Einlassendfläche, welche die Einlassseite des Abgases wird, zu einer Auslassendfläche, welche die Auslassseite des Abgases wird, erstrecken. In dieser Wabenstruktur sind Verschlussabschnitte, die offene Enden vorbestimmter Zellen auf der Seite der Auslassendfläche und offene Enden der verbleibenden Zellen auf der Seite der Einlassendfläche verschließen, angeordnet, und so kann der Filter mit einer hohen PM-Auffangeffizienz erhalten werden.

[0006] Das heißt, die Wabenstruktur, in der die Verschlussabschnitte auf diese Weise angeordnet sind, wird zu einer Struktur, bei der das Abgas, das von der Einlassendfläche in die Zellen strömt, die Trennwände passiert und dann aus der Auslassendfläche zur Außenseite der Zellen strömt und, wenn das Abgas die Trennwände passiert, die Trennwände als eine Filterschicht fungieren, so dass die PM, die in dem Abgas enthalten sind, aufgefangen werden.

[0007] Um einen solchen Filter kontinuierlich für einen langen Zeitraum nutzen zu können, muss der Filter überdies regelmäßig einer Regenerationsbehandlung unterzogen werden. Das heißt, zum Zwecke der Verringerung des Druckabfalls, der sich aufgrund der in dem Filter mit der Zeit abgeschiedenen PM erhöht hat, müssen, um die Filterleistung in den Ausgangszustand zurückzuführen, die in dem Filter abgeschiedenen PM mit einem Hochtemperaturgas verbrannt und entfernt werden. Ferner wird während dieser Regeneration eine hohe Wärmebeanspruchung aufgrund der Verbrennungswärme der PM in dem Filter erzeugt, und daher kann der Filter beschädigt werden.

[0008] Außerdem wird die Wabenstruktur verbreitet auch in einem Katalysatorträger verwendet, auf den ein Katalysator zum Reinigen des Abgases geladen wurde. In diesem Fall wird die hohe Wärmebeanspruchung durch Wärmeschock aufgrund des Hochtemperaturabgases erzeugt, und daher kann der Katalysatorträger beschädigt werden.

[0009] Bisher ist als eine Gegenmaßnahme zur Verhinderung einer solchen Beschädigung des Filters oder des Katalysatorträgers vorgeschlagen worden, dass der gesamte Filter oder Katalysatorträger nicht als eine Wabenstruktur hergestellt wird, sondern mehrere Wabensegmente zur Herstellung der Wabenstruktur für den

Filter oder den Katalysatorträger verbunden werden. Speziell wurde eine Segmentstruktur durch integrales Verbinden der mehreren Wabensegmente mit einem Bindematerial, das ein niedriges Elastizitätsmodul aufweist und leicht zu verformen ist, hergestellt, wodurch die Wärmebeanspruchung, die während der Regeneration auf die Wabenstruktur wirkt, verteilt und abgeschwächt wird, wodurch eine Verbesserung der Wärmeschockbeständigkeit erreicht werden soll.

[0010] Wird eine solche Wabenstruktur der Segmentstruktur verwendet, kann der Filter oder der Katalysatorträger mit hoher Wärmeschockbeständigkeit erhalten werden, wohingegen ein neues, für die Wabenstruktur der Segmentstruktur typisches Problem auftritt. Das heißt, in dem Filter oder dem Katalysatorträger, in dem die Wabenstruktur der Segmentstruktur verwendet wird, gibt es das Problem, dass es leicht zu einer Bewegung (Verschiebung) in den Wabensegmenten, die die Wabenstruktur bilden, durch eine Vibration während der Verwendung oder durch Druck des Abgases (den Auspuffdruck) kommt. Je größer der Querschnitt eines jeden Wabensegments oder der Wabenstruktur vertikal zur Zellenverlaufsrichtung ist, desto größer wird das Problem.

[0011] Als ein Mittel zur Eliminierung dieses Problems ist in Patentdokument 1 vorgeschlagen worden, dass ein Wabensegment verwendet wird, das sich in einer zur Längsrichtung im Wesentlichen vertikalen Richtung verzieht, wodurch sich die Widerstandskraft für den Auspuffdruck erhöht. Außerdem ist in Patentdokument 2 vorgeschlagen worden, dass die maximale Dicke eines Bindematerials an einem Punkt, der um einen vorgebestimmten Abstand von jedem Endabschnitt entfernt ist, so eingestellt wird, dass sie größer als die durchschnittliche Dicke des Bindematerials in einem Bereich, der am Endabschnitt eines Wabensegments in einer zentralen Achsenrichtung positioniert ist, ist. Das in Patentdokument 2 beschriebene Mittel hat nicht den Zweck der Eliminierung des obigen Problems, sondern es wird ein verbeulter Zustand in einer Seitenfläche des Wabensegments gebildet, um die Dicke des Bindematerials zu verändern, und im Ergebnis wird erwartet, dass die Bewegung (Verschiebung) des Wabensegments zu einem gewissen Grad unterdrückt wird. Ferner ist in Patentdokument 3 vorgeschlagen worden, dass ein Wabensegment verwendet wird, bei dem die Fläche der Einlassendfläche kleiner ist als die Fläche der Auslassendfläche, und die Bindungsbreite des Bindematerials in der Einlassendfläche so eingestellt wird, dass sie größer ist als die Bindungsbreite des Bindematerials in der Auslassendfläche, wodurch die Strukturfestigkeit erhöht wird.

[Patentdokument 1] WO 2005/047210

[Patentdokument 2] WO 2006/126507

[Patentdokument 3] WO 2008/096502

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Für die Verstärkung der Bindungskraft zwischen den Wabensegmenten durch die in den Patentdokumenten 1 bis 3 vorgeschlagenen Mittel gibt es jedoch eine Beschränkung, und es kann nur schwer eine Wabenstruktur mit einer stabilen Struktur in einem solchen Ausmaß erhalten werden, dass eine Bewegung (Verschiebung) der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck unter den strengen Anwendungsbedingungen ausreichend inhibiert werden kann. Außerdem muss bei den in den Patentdokumenten 1 bis 3 vorgeschlagenen Mitteln die Dicke (Bindungsbreite) des Bindematerials in einer Längsrichtung der Wabenstruktur verändert werden, und daher gab es das Problem, dass der Zusammenbau der Wabenstruktur schwierig ist. Das heißt, in einem Schritt des Verbindens der Wabensegmente war die Kontrollausübung schwierig, so dass sich die Dicke des Bindematerials in einem Bereich im Vergleich zu einem Fall, wo die Dicke des Bindematerials einheitlich eingestellt wurde, verändert.

[0013] Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf solche Situationen entwickelt, und eine Aufgabe dieser ist die Bereitstellung einer Wabenstruktur mit einer Segmentstruktur, die leicht zusammengebaut (hergestellt) werden und die Bewegung (Verschiebung) der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck während der Verwendung effektiv inhibieren kann.

[0014] Um den obigen Gegenstand zu erreichen, wird gemäß der Erfindung eine nachstehend genannte Wabenstruktur bereitgestellt.

[1] Eine Wabenstruktur, umfassend mehrere Wabensegmente, die jeweils poröse Trennwände, die mehrere Zellen definieren, die von einer Einlassendfläche, welche eine Einlassseite für ein Fluid wird, zu einer Auslassendfläche, welche eine Auslassseite für das Fluid wird, verlaufen, und eine Außenumfangsfläche, welche die Einlassendfläche mit der Auslassendfläche verbindet, aufweisen, wobei die mehreren Wabensegmente integral über ein Bindematerial verbunden sind, wobei die mehreren Wabensegmente mehrere erste Wabensegmente und mehrere zweite Wabensegmente umfassen, und in dem ersten Wabensegment die Einlassendfläche und die Auslassendfläche viereckig sind und zumindest ein Paar von Seitenflächen bei

zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, konkav Seitenflächen sind, die in einer Längsrichtung des ersten Wabensegments in einen konkaven Zustand gebogen sind, und in dem zweiten Wabensegment die Einlassendfläche und die Auslassendfläche vierreckig sind und zumindest ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, konvexe Seitenflächen sind, die in einer Längsrichtung des zweiten Wabensegments in einen konvexen Zustand gebogen sind, und die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd angeordnet sind, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zumindest einer Richtung vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind, und sich die Form der Zellen von zumindest Teilen der mehreren Zellen in einem Querschnitt des Wabensegments, der vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments ist, in der Längsrichtung des Wabensegments verändert.

[2] Die Wabenstruktur nach [1] oben, wobei alle beiden Paare der Seitenflächen der ersten Wabensegmente die konkaven Seitenflächen sind, die in den konkaven Zustand gebogen sind, alle beiden Paare der Seitenflächen der zweiten Wabensegmente die konvexen Seitenflächen sind, die in den konvexen Zustand gebogen sind, und die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd angeordnet sind, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind.

[3] Eine Wabenstruktur, umfassend mehrere Wabensegmente, die jeweils poröse Trennwände, die mehrere Zellen definieren, die von einer Einlassendfläche, welche eine Einlassseite für ein Fluid wird, zu einer Auslassendfläche, welche eine Auslassseite für das Fluid wird, verlaufen, und eine Außenumfangsfläche, welche die Einlassendfläche mit der Auslassendfläche verbindet, aufweisen, wobei die mehreren Wabensegmente integral über ein Bindematerial verbunden sind, wobei die mehreren Wabensegmente mehrere Mischkrümmungs-Wabensegmente umfassen, wobei in jedem davon die Einlassendfläche und die Auslassendfläche vierreckig sind, ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, konkave Seitenflächen sind, die in einer Längsrichtung des Wabensegments in einen konkaven Zustand gebogen sind, und das andere Paar der Seitenflächen konvexe Seitenflächen sind, die in der Längsrichtung des Wabensegments in einen konvexen Zustand gebogen sind, und die mehreren Mischkrümmungs-Wabensegmente so angeordnet sind, dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind, und sich die Form der Zellen von zumindest Teilen der mehreren Zellen in einem Querschnitt des Wabensegments, der vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments ist, in der Längsrichtung des Wabensegments verändert.

[4] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [3] oben, wobei der Krümmungswert sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche 0,2 bis 3,5 mm beträgt.

[5] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [4] oben, wobei die Wabensegmente Verschlussabschnitte aufweisen, die offene Enden der vorbestimmten Zellen auf der Seite der Einlassendfläche und offene Enden der verbleibenden Zellen auf der Seite der Auslassendfläche verschließen.

[6] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [5] oben, wobei eine Katalysatorkomponente auf die Trennwände geladen ist.

[7] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [6] oben, wobei die mehreren Wabensegmente integral über das Bindematerial verbunden sind und dann einer Umfangsschleifbearbeitung zur Bildung einer Umfangsdeckschicht auf der bearbeiteten Oberfläche unterzogen werden.

[8] Die Wabenstruktur nach [2] oben, wobei zumindest ein Teil eines Kantenabschnitts, bei dem sich zwei benachbarte konkave Seitenflächen der ersten Wabensegmente schneiden, und zumindest ein Teil eines Kantenabschnitts, bei dem sich zwei benachbarte konvexe Seitenflächen der zweiten Wabensegmente schneiden, abgeschrägt sind.

[9] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [8] oben, wobei die Dicke des Bindematerials zwischen den Seitenflächen der benachbarten Wabensegmente einheitlich ist.

[10] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [9] oben, wobei die Dicke des Bindematerials das Zweifache oder mehr des Krümmungswertes sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche beträgt.

[11] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [10] oben, wobei der Querschnitt des Wabensegments vertikal zur Zellenverlaufsrichtung eine derartige Größe hat, dass er einen Kreis mit einem Durchmesser von 30 mm enthalten kann.

[12] Die Wabenstruktur nach einem von [1] bis [11] oben, wobei der Querschnitt der Wabenstruktur vertikal zur Zellenverlaufsrichtung eine derartige Größe hat, dass er einen Kreis mit einem Durchmesser von 200 mm enthalten kann.

[0015] Die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung ist so aufgebaut, dass die Form oder Anordnung der Wabensegmente speziellen Bedingungen genügt, und hat daher eine stabile Struktur. Folglich kommt es, selbst

bei Verwendung dieser Wabenstruktur in einem Filter oder einem Katalysatorträger, der in ein Abgassystem eingebaut werden soll, nicht so leicht zu einer Bewegung (Verschiebung) der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck während der Verwendung des Filters oder des Katalysatorträgers. Dieser Effekt ist bemerkenswert, insbesondere wenn der Querschnitt jedes Wabensegments oder der Wabenstruktur vertikal zur Zellenverlaufsrichtung groß ist. Außerdem verändert sich die Form der Zellen von zumindest Teilen der Zellen im Querschnitt des Wabensegments in einer Längsrichtung des Wabensegments in der Längsrichtung des Wabensegments, und daher kann ein Fluid, das die Zellen passiert, leicht mit den porösen Trennwänden, die die Zellen definieren, in Kontakt kommen. Folglich werden, wenn die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung als ein PM-Auffangfilter verwendet wird, die PM in dem Abgas leicht von den Trennwänden, die eine Filterschicht bilden, aufgefangen, und die Auffangeffizienz der PM verbessert sich. Ferner kann, wenn eine Katalysatorkomponente auf die Trennwände geladen ist, das Abgas leicht mit der Katalysatorkomponente in Kontakt kommen, und die Reinigungsleistung des Abgases verbessert sich. Außerdem ist bei der Herstellung der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung kein Schritt erforderlich, bei dem die Dicke des Bindematerials in der Längsrichtung der Wabenstruktur verändert wird, wodurch das Zusammenbauen der Wabenstruktur schwierig würde, und daher kann die Wabenstruktur vergleichsweise einfach hergestellt werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] **Fig.** 1 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die ein Beispiel einer Grundstruktur einer Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0017] **Fig.** 2 zeigt schematische Ansichten eines ersten Wabensegments zur Verwendung in einem Beispiel einer Ausführungsform der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung, (a) ist eine Vorderansicht, (b) ist eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), (c) ist eine Seitenansicht und (d) ist eine Ansicht von unten;

[0018] **Fig.** 3 zeigt schematische Ansichten eines zweiten Wabensegments zur Verwendung in einem Beispiel der Ausführungsform der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung, (a) ist eine Vorderansicht, (b) ist eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), (c) ist eine Seitenansicht und (d) ist eine Ansicht von unten;

[0019] **Fig.** 4 zeigt schematische Ansichten eines ersten Wabensegments zur Verwendung in einem anderen Beispiel der Ausführungsform der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung, (a) ist eine Vorderansicht, (b) ist eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), (c) ist eine Seitenansicht und (d) ist eine Ansicht von unten;

[0020] **Fig.** 5 zeigt schematische Ansichten eines zweiten Wabensegments zur Verwendung in einem anderen Beispiel der Ausführungsform der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung, (a) ist eine Vorderansicht, (b) ist eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), (c) ist eine Seitenansicht und (d) ist eine Ansicht von unten;

[0021] **Fig.** 6 zeigt schematische Ansichten eines Mischkrümmungs-Wabensegments zur Verwendung in noch einem anderen Beispiel der Ausführungsform der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung, (a) ist eine Vorderansicht, (b) ist eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), (c) ist eine Seitenansicht und (d) ist eine Ansicht von unten;

[0022] **Fig.** 7 ist eine schematische Querschnittsansicht, die einen Anordnungszustand der ersten Wabensegmente und der zweiten Wabensegmente zeigt;

[0023] **Fig.** 8 ist eine schematische Querschnittsansicht, die einen Anordnungszustand der Mischkrümmungs-Wabensegmente zeigt;

[0024] **Fig.** 9 ist eine schematische erläuternde Ansicht, die ein Verfahren zum Messen des Krümmungswertes einer konkaven Seitenfläche zeigt;

[0025] **Fig.** 10 ist eine schematische erläuternde Ansicht, die ein Verfahren zum Messen des Krümmungswertes einer konvexen Seitenfläche zeigt;

[0026] **Fig.** 11 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Wabensegments mit der konkaven Seitenfläche;

[0027] **Fig.** 12 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Wabensegments mit der konvexen Seitenfläche;

[0028] **Fig.** 13 ist eine schematische Querschnittsansicht, die einen Zustand zeigt, wo Verschlussabschnitte in dem Wabensegment mit der konkaven Seitenfläche gebildet sind;

[0029] **Fig.** 14 ist eine schematische Querschnittsansicht, die einen Zustand zeigt, wo Verschlussabschnitte in dem Wabensegment mit der konvexen Seitenfläche gebildet sind;

[0030] **Fig.** 15 ist eine schematische erläuternde Ansicht, die ein Verfahren zum Bilden der konkaven Seitenfläche zeigt;

[0031] **Fig.** 16 ist eine schematische erläuternde Ansicht, die ein anderes Verfahren zum Bilden der konkaven Seitenfläche zeigt;

[0032] **Fig.** 17 ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in den Beispielen 1 bis 9 zeigt;

[0033] **Fig.** 18 ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in den Beispielen 10 und 11 zeigt;

[0034] **Fig.** 19 ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in den Beispielen 12 und 13 zeigt;

[0035] **Fig.** 20 ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in den Beispielen 14 bis 27 zeigt; und

[0036] **Fig.** 21 ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in den Beispielen 28 bis 36 zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0037] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung genauer beschrieben, die vorliegende Erfindung ist bei der Auslegung jedoch nicht auf die folgenden Ausführungsformen beschränkt, und es können gestalterische Veränderungen, Verbesserungen und dergleichen entsprechend auf der Basis des gewöhnlichen Wissens eines Fachmanns vorgenommen werden, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

(1) Wabenstruktur:

[0038] Wie in **Fig.** 1 gezeigt, umfasst eine Wabenstruktur **1** gemäß der vorliegenden Erfindung mehrere Wabensegmente **2**, die integral über ein Bindematerial **12** verbunden sind. Jedes der Wabensegmente **2** weist poröse Trennwände **11**, die mehrere Zellen **10** definieren, die von einer Einlassendfläche, welche eine Einlassseite für ein Fluid wird, zu einer Auslassendfläche, welche eine Auslassseite für das Fluid wird, verlaufen, und eine Außenumfangsfläche, welche die Einlassendfläche mit der Auslassendfläche verbindet, auf. Es ist anzumerken, dass in **Fig.** 1 auf das Einzeichnen der Trennwandabschnitte der Wabensegmente verzichtet wurde, abgesehen von Teilen der Wabensegmente.

[0039] In einem Beispiel einer Ausführungsform (nachstehend als „die erste Ausführungsform“ bezeichnet) der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen die mehreren Wabensegmente **2**, die die Wabenstruktur **1** bilden, mehrere erste Wabensegmente **2a** und mehrere zweite Wabensegmente **2b**. **Fig.** 2 und **Fig.** 3 sind schematische Ansichten des ersten Wabensegments **2a** bzw. des zweiten Wabensegments **2b** zur Verwendung in der ersten Ausführungsform. In **Fig.** 2 und **Fig.** 3 ist (a) eine Vorderansicht, ist (b) eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), ist (c) eine Seitenansicht und ist (d) eine Ansicht von unten. Wie in **Fig.** 2 gezeigt, sind in dem ersten Wabensegment **2a** die Einlassendfläche **3** und die Auslassendfläche **4** viereckig, ist ein Paar von Seitenflächen einander zugewandt und wird die Außenumfangsfläche von zwei Paaren von Seitenflächen (vier Seitenflächen **5a** bis **5d** insgesamt) gebildet. Ferner sind in dem ersten Wabensegment **2a** ein Paar von Seitenflächen **5a** und **5b** bei zwei Paaren von Seitenflächen konkave Seitenflächen **6**, die in einer Längsrichtung des ersten Wabensegments **2a** in einen konkaven Zustand gebogen sind. Außerdem sind, wie in **Fig.** 3 gezeigt, auch in dem zweiten Wabensegment **2b**, ähnlich dem ersten Wabensegment **2a**, die Einlassendfläche **3** und die Auslassendfläche **4** viereckig, ist ein Paar von Seitenflächen einander zugewandt und wird die Außenumfangsfläche von zwei Paaren von Seitenflächen (vier Seitenflächen **5a** bis **5d** insgesamt) gebildet. Ferner sind in dem zweiten Wabensegment **2b** ein Paar von Seitenflächen **5a** und **5b** bei zwei Paaren von Seitenflächen konvexe Seitenflächen **7**, die in einer Längsrichtung des zweiten Wabensegments **2b** in

einen konvexen Zustand gebogen sind. Es ist anzumerken, dass in der vorliegenden Erfindung „der konkave Zustand“ ein in Richtung der Innenseite des Wabensegments eingedellter Zustand ist und „der konvexe Zustand“ ein zur Außenseite des Wabensegments vorspringender Zustand ist. Es gibt keinerlei Einschränkung auf eine spezielle gebogene Form der konkaven Seitenfläche und der konvexen Seitenfläche, eine Kreisform, eine elliptische Form, eine Parabelform oder dergleichen ist jedoch bevorzugt, und die Kreisform ist besonders bevorzugt, da das Wabensegment leicht hergestellt werden kann. Außerdem ist die Längsrichtung des Wabensegments eine Richtung, welche beide Endflächen des Wabensegments verbindet. Außerdem ist die Krümmung der konkaven Seitenfläche vorzugsweise dieselbe wie die Krümmung der konvexen Seitenfläche. Außerdem bedeutet, wenn die Seitenfläche „in der Längsrichtung in den konkaven Zustand gebogen ist“, dass die Form eines geschnittenen Abschnitts eine solche Form ist, die in den konkaven Zustand gebogen ist, wenn die Seitenfläche „mit einer geraden Linie parallel zur Längsrichtung, senkrecht zu einer virtuellen Seitenfläche, wenn angenommen wird, dass die Seitenfläche nicht gebogen ist“ geschnitten wird. Außerdem gilt dies auch, wenn die Seitenfläche „in der Längsrichtung in den konvexen Zustand gebogen“ ist.

[0040] Wie in **Fig. 7** gezeigt, sind die ersten Wabensegmente **2a** und die zweiten Wabensegmente **2b** abwechselnd angeordnet, so dass die konkaven Seitenflächen **6** den konvexen Seitenflächen **7** in einer Richtung (einer X-Richtung oder einer Y-Richtung von **Fig. 1**) vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind. Auf diese Weise sind die Wabensegmente so angeordnet, dass die konkave Seitenfläche **6** des ersten Wabensegments **2a** und die konvexe Seitenfläche **7** des zweiten Wabensegments **2b**, d. h., Seitenflächen mit komplementären Formen, einander zugewandt sind, wodurch ein Zustand erhalten wird, bei dem die beiden Seitenflächen genau passend sind. Außerdem sind die Seitenflächen, die zu Verbindungsflächen zwischen den Wabensegmenten werden, gebogen, und daher erhöhte sich die Verbindungsfläche im Vergleich zu einem Fall, wo die Seitenflächen flache Flächen sind. Im Ergebnis steigt die Fixierkraft zwischen dem ersten Wabensegment **2a** und dem zweiten Wabensegment **2b**, die sich nebeneinander befinden, und die Wabenstruktur wird mit einer starken Struktur gebildet. Folglich kommt es, selbst wenn die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung in einem Filter oder einem Katalysatorträger verwendet wird, der in ein Abgassystem eines Dieselmotors oder eines Benzinmotors eingebaut werden soll, kaum zu einer Bewegung (Verschiebung) der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck während der Verwendung des Filters oder des Katalysatorträgers.

[0041] Außerdem kann, wenn die Wabensegmente so angeordnet sind, dass die konkave Seitenfläche **6** des ersten Wabensegments **2a** und die konvexe Seitenfläche **7** des zweiten Wabensegments **2b**, d. h., die Seitenflächen mit den komplementären Formen, einander zugewandt sind, das Bindematerial **12** eine einheitliche Dicke aufweisen. Das heißt, bei der Herstellung der Wabenstruktur ist kein Schritt erforderlich, bei dem die Dicke des Bindematerials in der Längsrichtung der Wabenstruktur verändert wird, wodurch der Zusammenbau der Wabenstruktur schwierig wird, wie bei den Wabenstrukturen, die in den Patentdokumenten 1 bis 3 beschrieben sind, und daher kann die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung vergleichsweise leicht hergestellt werden.

[0042] Als nächstes wird ein anderes Beispiel der Ausführungsform (nachstehend als „die zweite Ausführungsform“ bezeichnet) der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. **Fig. 4** und **Fig. 5** sind schematische Ansichten eines ersten Wabensegments **2a** bzw. eines zweiten Wabensegments **2b** zur Verwendung in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In **Fig. 4** und **Fig. 5** ist (a) eine Vorderansicht, ist (b) eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), ist (c) eine Seitenansicht und ist (d) eine Ansicht von unten. Wie in **Fig. 4** gezeigt, sind in dem ersten Wabensegment **2a** die Einlassendfläche **3** und die Auslassendfläche **4** viereckig und wird die Außenumfangsfläche von zwei Paaren von Seitenflächen (vier Seitenflächen **5a** bis **5d** insgesamt), bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, gebildet. Ferner sind in dem ersten Wabensegment **2a** alle beiden Paare der Seitenflächen **5a** und **5b** und **5c** und **5d** konkave Seitenflächen **6**, die in einer Längsrichtung des ersten Wabensegments **2a** in einen konkaven Zustand gebogen sind. Außerdem sind, wie in **Fig. 5** gezeigt, auch in dem zweiten Wabensegment **2b**, ähnlich dem ersten Wabensegment **2a**, die Einlassendfläche **3** und die Auslassendfläche **4** viereckig und wird die Außenumfangsfläche von zwei Paaren von Seitenflächen (vier Seitenflächen **5a** bis **5d** insgesamt) gebildet, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist. Ferner sind in dem zweiten Wabensegment **2b** alle beiden Paare von Seitenflächen **5a** und **5b** und **5c** und **5d** konvexe Seitenflächen **7**, die in einer Längsrichtung des zweiten Wabensegments **2b** in einen konvexen Zustand gebogen sind.

[0043] Wie in **Fig. 7** gezeigt, sind die ersten Wabensegmente **2a** und die zweiten Wabensegmente **2b** abwechselnd angeordnet, so dass die konkaven Seitenflächen **6** den konvexen Seitenflächen **7** in zwei Richtungen (der X-Richtung und der Y-Richtung von **Fig. 1**) vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind. Auf diese Weise sind die Wabensegmente so angeordnet, dass die konkave Seitenfläche **6** des ersten Wabensegments **2a** und die konvexe Seitenfläche **7** des zweiten Wabensegments **2b**, d. h., Seitenflächen mit

komplementären Formen, einander zugewandt sind, wodurch ein Zustand erhalten wird, bei dem die beiden Seitenflächen genau passend sind. Auch in der zweiten Ausführungsform kann ein Effekt erhalten werden, der grundsätzlich dem der ersten Ausführungsform ähnelt. Außerdem sind in der zweiten Ausführungsform die konkaven Seitenflächen **6** zu den konvexen Seitenflächen **7** in den zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments genau passend, und daher wird die Wabenstruktur mit einer im Vergleich zur ersten Ausführungsform noch stärkeren Struktur gebildet.

[0044] Es ist anzumerken, dass, wenn der Anordnungsraum zwischen dem ersten Wabensegment **2a** und dem zweiten Wabensegment **2b** übermäßig klein ist, die benachbarten ersten Wabensegmente **2a** oder die benachbarten zweiten Wabensegmente **2b** einander in einem Kantenabschnitt in einer diagonalen Richtung einer jeden der Endflächen der Wabensegmente stören können. Im Falle der ersten Wabensegmente **2a** ist der hierin erwähnte „Kantenabschnitt“ ein Bereich, wo zwei konkave Seitenflächen **6**, die nebeneinander liegen (einander jedoch nicht zugewandt sind), einander schneiden (miteinander in Kontakt kommen), und im Falle der zweiten Wabensegmente **2b** ist der Kantenabschnitt ein Bereich, wo zwei konvexe Seitenflächen **7**, die nebeneinander liegen (einander jedoch nicht zugewandt sind), einander schneiden (miteinander in Kontakt kommen). Um solche Interferenzen zu verhindern, sind in der zweiten Ausführungsform der Kantenabschnitt, bei dem sich die zwei benachbarten konkaven Seitenflächen **6** der ersten Wabensegmente **2a** schneiden, und zumindest ein Teil des Kantenabschnitts, bei dem sich die zwei benachbarten konvexen Seitenflächen **7** der zweiten Wabensegmente **2b** schneiden, vorzugsweise abgeschrägt. Das Abschrägen des Kantenabschnitts kann R-Abschrägen oder C-Abschrägen sein.

[0045] Als nächstes wird noch ein anderes Beispiel der Ausführungsform (nachstehend als „die dritte Ausführungsform“ bezeichnet) der Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. In der dritten Ausführungsform umfassen mehrere Wabensegmente **2**, die die Wabenstruktur bilden, mehrere Mischkrümmungs-Wabensegmente **2c**. **Fig. 6** ist eine schematische Ansicht des Mischkrümmungs-Wabensegments **2c** zur Verwendung in der dritten Ausführungsform. In **Fig. 6** ist (a) eine Vorderansicht, ist (b) eine Draufsicht (eine Ansicht von oben), ist (c) eine Seitenansicht und ist (d) eine Ansicht von unten. Wie in **Fig. 6** gezeigt, sind in dem Mischkrümmungs-Wabensegment **2c** die Einlassendfläche **3** und die Auslassendfläche **4** viereckig und wird die Außenumfangsfläche von zwei Paaren von Seitenflächen (vier Seitenflächen **5a** bis **5d** insgesamt) gebildet, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist. Ferner sind in dem Mischkrümmungs-Wabensegment **2c** ein Paar von Seitenflächen **5a** und **5b** bei zwei Paaren von Seitenflächen konkave Seitenflächen **6**, die in einer Längsrichtung des Mischkrümmungs-Wabensegments **2c** in einen konkaven Zustand gebogen sind. Außerdem sind in dem Mischkrümmungs-Wabensegment **2c** das andere Paar von Seitenflächen **5c** und **5d** konvexe Seitenflächen **7**, die in der Längsrichtung des Mischkrümmungs-Wabensegments **2c** in einen konvexen Zustand gebogen sind. Das heißt, das Mischkrümmungs-Wabensegment **2c** zur Verwendung in dieser Ausführungsform weist sowohl die konkave Seitenfläche **6** als auch die konvexe Seitenfläche **7** auf.

[0046] Wie in **Fig. 8** gezeigt, sind die mehreren Mischkrümmungs-Wabensegmente **2c** so angeordnet, dass die konkaven Seitenflächen **6** den konvexen Seitenflächen **7** in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments (der X-Richtung und der Y-Richtung von **Fig. 1**) zugewandt sind. Das heißt, die Wabensegmente sind so angeordnet, dass die konkave Seitenfläche **6** eines Mischkrümmungs-Wabensegments **2c** und die konvexe Seitenfläche **7** des anderen Mischkrümmungs-Wabensegments **2c**, d. h., die Seitenflächen mit den komplementären Formen, einander in einer Beziehung zwischen den benachbarten Mischkrümmungs-Wabensegmenten zugewandt sind. Sind die Wabensegmente auf diese Weise angeordnet, ist die konkave Seitenfläche **6** des einen Mischkrümmungs-Wabensegments **2c** genau passend zu der konvexen Seitenfläche **7** des anderen Mischkrümmungs-Wabensegments **2c**. Auch in dieser dritten Ausführungsform kann ein Effekt erhalten werden, der grundsätzlich dem der ersten Ausführungsform ähnelt. In dieser dritten Ausführungsform sind jedoch, ähnlich der zweiten Ausführungsform, die konkaven Seitenflächen **6** zu den konvexen Seitenflächen **7** in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments genau passend, und daher wird die Wabenstruktur mit einer im Vergleich zur ersten Ausführungsform noch stärkeren Struktur gebildet. Außerdem kann in der dritten Ausführungsform nur durch die Wabensegmente mit derselben Form (die Mischkrümmungs-Wabensegmente) anstelle von Kombinationen der Wabensegmente mit unterschiedlichen Formen (die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente) ein ähnlicher Effekt wie in der ersten und zweiten Ausführungsform erhalten werden.

[0047] Es ist anzumerken, dass in der ersten und zweiten Ausführungsform die mehreren Wabensegmente **2**, die die Wabenstruktur **1** bilden, andere Wabensegmente als die ersten Wabensegmente **2a** und die zweiten Wabensegmente **2b** umfassen können. In ähnlicher Weise können in der dritten Ausführungsform die mehreren Wabensegmente **2**, die die Wabenstruktur **1** bilden, andere Wabensegmente als die Mischkrümmungs-Wabensegmente **2c** umfassen. Beispielsweise können die am äußersten Umfang der bearbeiteten Waben-

struktur positionierten Wabensegmente durch einen später genannten Umfangsschleifbearbeitungsprozess der Wabenstruktur eine Form aufweisen, die sich von der anderen Wabensegmente unterscheidet. In einem solchen Fall unterscheiden sich die am äußersten Umfang positionierten Wabensegmente von dem ersten Wabensegment, dem zweiten Wabensegment und dem Mischkrümmungs-Wabensegment, eine solche Wabensegmente umfassende Wabenstruktur ist von der vorliegenden Erfindung jedoch ebenfalls umfasst. Außerdem können Teile der Wabensegmente **2**, die die Wabenstruktur **1** bilden, gewöhnliche viereckige prismatische säulenförmige Wabensegmente sein, deren Seitenflächen nicht gebogen sind.

[0048] Wird die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung in dem Filter oder dem Katalysatorträger verwendet, der in das Abgassystem eingebaut werden soll, ist der Effekt der Inhibierung der Bewegung (Verschiebung) der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck während der Verwendung bemerkenswert, insbesondere wenn der Querschnitt des Wabensegments oder der Wabenstruktur vertikal zur Zellenverlaufsrichtung groß ist. Folglich hat in jeder der Ausführungsformen der Querschnitt des Wabensegments **2** vertikal zur Verlaufsrichtung der Zellen **10** vorzugsweise eine solche Größe, dass ein Kreis mit einem Durchmesser von 30 mm enthalten sein kann. Außerdem hat der Querschnitt der Wabenstruktur **1** vertikal zur Verlaufsrichtung der Zellen **10** vorzugsweise eine solche Größe, dass ein Kreis mit einem Durchmesser von 200 mm enthalten sein kann.

[0049] Außerdem verändert sich in jeder der Ausführungsformen die Form der Zellen von zumindest Teilen der mehreren Zellen, die von den Trennwänden definiert werden, im Querschnitt des Wabensegments vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments (nachstehend als die „Zellform“ bezeichnet) in der Längsrichtung des Wabensegments. Das heißt, auch bei einem Wabensegment **2** mit konkaven Seitenflächen **6**, wie in **Fig. 11** gezeigt, und einem Wabensegment **2** mit konvexen Seitenflächen **7**, wie in **Fig. 12** gezeigt, sind zumindest Teile der Trennwände **11** gebogen. Folglich ist die Zellform von zumindest den Teilen der Zellen **10** nicht konstant, sondern verändert sich in der Längsrichtung des Wabensegments **2**. Auf diese Weise verändert sich die Zellform von zumindest den Teilen der Zellen **10** in der Längsrichtung des Wabensegments, und daher kann das Fluid, das die Zellen **10** passiert, leicht mit den porösen Trennwänden **11**, die die Zellen **10** definieren, in Kontakt gebracht werden. Folglich werden in einem Fall, wo die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung als ein PM-Auffangfilter verwendet wird, PM in einem Abgas leicht von den Trennwänden, die eine Filterschicht bilden, aufgefangen, und die PM-Auffangeffizienz verbessert sich. Außerdem kann, wie später beschrieben, wenn eine Katalysatorkomponente auf die Trennwände **11** geladen ist, das Abgas leicht mit der Katalysatorkomponente in Kontakt kommen, und die Reinigungsleistung des Abgases wird verbessert.

[0050] Ferner beträgt in jeder der Ausführungsformen der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche **6** und der konvexen Seitenfläche **7** vorzugsweise 0,2 bis 3,5 mm, stärker bevorzugt 0,3 bis 3 mm und besonders bevorzugt 0,5 bis 2 mm. Hier ist „der Krümmungswert“ ein Wert, der, wenn das Wabensegment mit den konkaven Seitenflächen und/oder den konvexen Seitenflächen auf einer ebenen Platte montiert ist, wie folgt gemessen wird. Für den Krümmungswert der konkaven Seitenfläche, wie in **Fig. 9** gezeigt, wird das Wabensegment **2** auf einer ebenen Platte **15** montiert, so dass die konkave Seitenfläche **6** des Wabensegments **2** der Oberfläche der ebenen Platte **15** zugewandt ist, um den maximalen Abstand D zwischen der ebenen Platte **15** und der konkaven Seitenfläche **6** zu messen, und der maximale Abstand wird als der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche **6** definiert. Außerdem wird für den Krümmungswert der konvexen Seitenfläche, wie in **Fig. 10** gezeigt, das Wabensegment **2** auf der ebenen Platte **15** montiert, so dass die konvexe Seitenfläche **7** des Wabensegments **2** der Oberfläche der ebenen Platte **15** zugewandt ist, um den maximalen Abstand D zwischen der ebenen Platte **15** und der konvexen Seitenfläche **7** zu messen, und der maximale Abstand wird als der Krümmungswert der konvexen Seitenfläche **7** definiert. Wird das Wabensegment **2** auf der ebenen Platte **15** montiert, wie in **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigt, muss das Wabensegment so angeordnet werden, dass die Zellenverlaufsrichtung des Wabensegments **2** parallel zur Oberfläche der ebenen Platte **15** ist. Es ist anzumerken, dass in einem Fall, wo der Kantenabschnitt, bei dem sich die zwei benachbarten konvexen Seitenflächen schneiden, R-abgeschrägt oder C-abgeschrägt ist, das Messen in einem Abschnitt durchgeführt wird, der zu einer Grenze zwischen der konvexen Seitenfläche und dem R-abgeschrägten Abschnitt oder dem C-abgeschrägten Abschnitt wird. Ist der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche **6** und der konvexen Seitenfläche **7** kleiner als 0,2 mm, kann die Bewegung der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck manchmal nicht ausreichend inhibiert werden. Außerdem nimmt, wenn der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche **6** und der konvexen Seitenfläche **7** 3,5 mm übersteigt, der Druckabfall der Wabenstruktur **1** zu, und es kann zu einer Verringerung der Motorleistung kommen, wenn die Wabenstruktur als ein PM-Auffangfilter verwendet wird, der in das Abgassystem des Motors eingebaut werden soll.

[0051] Das Material der Wabensegmente **2**, die die Wabenstruktur **1** der vorliegenden Erfindung bilden, umfasst vorzugsweise als eine Hauptkomponente zumindest eines, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus

Cordierit, Siliciumcarbid, Mullit, Aluminiumtitanat, Zeolith, Vanadium und Aluminiumoxid. Hier bedeutet „Hauptkomponente“ eine Komponente, die mehr als 50 Masse-% des gesamten Materials ausmacht.

[0052] Der durchschnittliche Porendurchmesser der Trennwände **11** des Wabensegments **2** beträgt vorzugsweise 5 bis 100 µm und besonders bevorzugt 8 bis 50 µm. Ist der durchschnittliche Porendurchmesser der Trennwände **11** kleiner als 5 µm, steigt der Druckabfall der Wabenstruktur **1**, und es kann zu einer Verringerung der Motorleistung kommen, wenn die Wabenstruktur als der PM-Auffangfilter verwendet wird, der in das Abgassystem des Motors eingebaut werden soll. Außerdem kann, wenn der durchschnittliche Porendurchmesser der Trennwände **11** 100 µm übersteigt, manchmal keine ausreichende Festigkeit erhalten werden. Es versteht sich, dass der hierin erwähnte „durchschnittliche Porendurchmesser“ ein Wert ist, der mit einem Quecksilber-Porosimeter gemessen wird.

[0053] Die Porosität der Trennwände **11** des Wabensegments **2** beträgt vorzugsweise 30 bis 80% und besonders bevorzugt 35 bis 75%. Beträgt die Porosität der Trennwände **11** weniger als 30%, steigt der Druckabfall der Wabenstruktur **1**, und es kann zu einer Verringerung der Motorleistung kommen, wenn die Wabenstruktur als der PM-Auffangfilter verwendet wird, der in das Abgassystem des Motors eingebaut werden soll. Außerdem kann, wenn die Porosität der Trennwände **11** 80% übersteigt, manchmal keine ausreichende Festigkeit erhalten werden. Es versteht sich, dass die hierin erwähnte „Porosität“ ein Wert ist, der mit einem Quecksilber-Porosimeter gemessen wird.

[0054] Die Dicke der Trennwände **11** des Wabensegments **2** beträgt vorzugsweise 40 bis 600 µm und besonders bevorzugt 100 bis 400 µm. Beträgt die Dicke der Trennwände **11** weniger als 40 µm, kann möglicherweise keine ausreichende Festigkeit erhalten werden. Außerdem steigt, wenn die Dicke der Trennwände **11** 600 µm übersteigt, der Druckabfall der Wabenstruktur **1**, und es kann zu einer Verringerung der Motorleistung kommen, wenn die Wabenstruktur als der PM-Auffangfilter verwendet wird, der in das Abgassystem des Motors eingebaut werden soll.

[0055] In der vorliegenden Erfindung beträgt die Dicke des Bindematerials **12**, das die mehreren Wabensegmente **2** integral verbindet, vorzugsweise 0,05 bis 8,0 mm. Außerdem ist die Dicke des Bindematerials **12** zwischen den Seitenflächen der benachbarten Wabensegmente vorzugsweise einheitlich. Ferner beträgt die Dicke des Bindematerials **12** vorzugsweise das Zweifache oder mehr des Krümmungswertes sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche. Auf diese Weise treten, wenn die Dicke des Bindematerials **12** größer als ein bestimmter Grad ist, solche Interferenzen der Wabensegmente miteinander in dem Kantenabschnitt wie oben beschrieben kaum auf. Das Bindematerial **12** ist nicht speziell auf ein Material beschränkt, ein Beispiel für das Material ist jedoch bevorzugt ein Material, in dem Keramikteilchen oder anorganische Fasern aus Siliciumcarbid, Aluminiumoxid, Siliciumnitrid oder dergleichen durch kolloidales Siliciumdioxid oder kolloidales Aluminiumoxid gebunden werden. Das Bindematerial aus einem solchen Material kann thermische Beanspruchung effektiv milder, wenn die thermische Beanspruchung in der Wabenstruktur erzeugt wird.

[0056] Es gibt keine spezielle Einschränkung auf die Form (äußere Form) der Wabenstruktur **1** der vorliegenden Erfindung, und Beispiele für die Form umfassen eine runde Säulenform, eine elliptische Säulenform und eine polygonale prismatische Säulenform. Es versteht sich, dass in der Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung zum Erhalt der gewünschten Form die mehreren Wabensegmente vorzugsweise mit dem Bindematerial verbunden werden und dann der Umfangsschleifbearbeitung unterzogen werden. Durch diese Umfangsschleifbearbeitung haben die Wabensegmente, die am äußersten Umfang der bearbeiteten Wabenstruktur positioniert sind, eine andere Form als die anderen Wabensegmente (nachstehend als die „vollständigen Segmente“ bezeichnet). Das heißt, ein Teil jedes Wabensegments, das am äußersten Umfang der Wabenstruktur positioniert ist, wird durch die Umfangsschleifbearbeitung entfernt, und daher hat das Wabensegment die Form des vollständigen Wabensegments, bei dem der entfernte Teil weggelassen wurde. Die bearbeitete Oberfläche nach der Umfangsschleifbearbeitung (die Außenumfangsfläche der Wabenstruktur) hat einen solchen Zustand, dass die Zellen freiliegen, und daher wird vorzugsweise eine Umfangsdeckschicht **13** auf der bearbeiteten Oberfläche gebildet, wie in **Fig. 1** gezeigt. Als das Formungsmaterial der Umfangsdeckschicht **13** wird vorzugsweise dasselbe Material wie bei dem Formungsmaterial des Bindematerials verwendet.

[0057] In der vorliegenden Erfindung gibt es keine spezielle Einschränkung auf die Zellform des Wabensegments, die Form ist jedoch eine polygonale Form wie eine viereckige Form, eine sechseckige Form oder eine achteckige Form oder irgendeine Kombination dieser Formen, und beispielsweise ist die Kombination der viereckigen Form und der achteckigen Form bevorzugt.

[0058] Wird die Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung in dem PM-Auffangfilter verwendet, wie in **Fig. 13** und **Fig. 14** gezeigt, werden vorzugsweise Verschlussabschnitte **14** gebildet, die offene Enden vorbestimmter Zellen **10a** auf der Seite der Einlassendfläche **3** und offene Enden verbleibender Zellen **10b** auf der Seite der Auslassendfläche **4** verschließen. Auf diese Weise wird das offene Ende jeder Zelle **10** des Wabensegments **2** mit dem Verschlussabschnitt **14** verschlossen, und daher wird die Wabenstruktur ein Wandstromfilter mit einer hohen PM-Auffangeffizienz. Bei diesem Wandstromfilter passiert ein Abgas, das in die Zellen **10** (**10b**) von der Einlassendfläche **3** strömt, die Trennwände **11** und strömt dann aus der Auslassendfläche **4** zur Außenseite der Zellen **10** (**10a**). Ferner fungieren, wenn das Abgas die Trennwände **11** passiert, die Trennwände **11** als eine Filterschicht, und die PM, die in dem Abgas enthalten sind, werden aufgefangen. Es versteht sich, dass die Verschlussabschnitte **14** vorzugsweise in einer solchen Anordnung ausgebildet sind, dass die Einlassendfläche **3** und die Auslassendfläche **4** ein mosaikartiges Muster besitzen, das durch die Zellen **10**, deren offene Enden mit den Verschlussabschnitten **14** verschlossen sind, und die Zellen **10**, deren offene Enden nicht mit den Verschlussabschnitten **14** verschlossen sind, gebildet wird.

[0059] Das Material für die Verschlussabschnitte **14** ist vorzugsweise ein Material, das als ein bevorzugtes Material für die Wabensegmente **2** betrachtet wird. Das Material für die Verschlussabschnitte **14** kann dasselbe oder ein anderes als das Material für die Wabensegmente **2** sein.

[0060] In den Wabensegmenten **2**, die die Wabenstruktur **1** der vorliegenden Erfindung bilden, kann eine Katalysatorkomponente auf die Trennwände **11** geladen sein. Es gibt keine spezielle Einschränkung hinsichtlich der Art der Katalysatorkomponente, wird die Wabenstruktur jedoch in einer Nutzungsanwendung zur Reinigung eines Autoabgases verwendet, wird vorzugsweise ein Edelmetall verwendet. Das Edelmetall ist vorzugsweise Platin, Rhodium oder Palladium oder irgendeine Kombination dieser Metalle.

[0061] Die Katalysatorkomponente des Edelmetalls oder dergleichen wird in einem feinverteilten Zustand auf die Trennwände **11** geladen, und daher wird die Katalysatorkomponente einmal vorab vorzugsweise auf ein wärmebeständiges anorganisches Oxid mit einer großen spezifischen Oberfläche, z. B. Aluminiumoxid, und dann auf die Trennwände **11** der Wabenstruktur **1** geladen. Es versteht sich, dass als das wärmebeständige anorganische Oxid, auf das die Katalysatorkomponente geladen wurde, gemäß der Nutzungsanwendung neben Aluminiumoxid Zeolith oder dergleichen verwendbar ist. Außerdem kann die Katalysatorkomponente des Edelmetalls oder dergleichen auf einem Hilfskatalysator aus Cerdioxid, Zirconiumdioxid oder einem Mischoxid davon immobilisiert und dann auf die Trennwände **11** der Wabenstruktur **1** geladen werden.

(2) Herstellungsverfahren für die Wabenstruktur:

[0062] Es wird ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren für die Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. Zunächst wird zum Zwecke der Herstellung des Wabensegments ein Formungsrohmaterial, enthaltend ein keramisches Rohmaterial, hergestellt. Das in dem Formungsrohmaterial enthaltene keramische Rohmaterial ist vorzugsweise mindestens eines, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus einem Cordierit-bildenden Rohmaterial, Cordierit, Siliciumcarbid, einem Silicium-Siliciumcarbid-basierten Verbundmaterial, Mullit, Aluminiumtitanat, Zeolith und Vanadium. Es versteht sich, dass das Cordierit-bildende Rohmaterial ein keramisches Rohmaterial ist, das in eine chemische Zusammensetzung gemischt wurde, bei der Siliciumdioxid in einen Bereich von 42 bis 56 Masse-% fällt, Aluminiumoxid in einen Bereich von 30 bis 45 Masse-% fällt und Magnesiumoxid in einen Bereich von 12 bis 16 Masse-% fällt. Das Cordierit-bildende Rohmaterial wird gebrannt, damit es zu Cordierit wird.

[0063] Das Formungsrohmaterial wird bevorzugt durch Mischen eines solchen oben genannten keramischen Rohmaterials mit einem Dispergiermedium, einem organischen Bindemittel, einem anorganischen Bindemittel, einem Porenbildner, einem oberflächenaktiven Mittel und dergleichen hergestellt. Es gibt keine spezielle Einschränkung für das Zusammensetzungsvorhältnis von jedem Rohmaterial, und das Zusammensetzungsvorhältnis wird bevorzugt gemäß der Struktur, dem Material und dergleichen der herzustellenden Wabenstruktur eingestellt.

[0064] Als nächstes wird das Formungsrohmaterial unter Bildung eines gekneteten Materials geknetet. Es gibt keine spezielle Einschränkung für ein Verfahren zum Kneten des Formungsrohmaterials zur Bildung des gekneteten Materials. Ein Beispiel für das Verfahren ist bevorzugt ein Verfahren unter Verwendung eines Kneters, eines Vakuumknetwerks oder dergleichen.

[0065] Als nächstes wird das geknetete Material zur Herstellung eines Wabenformkörpers extrudiert. Hier hat der zu extrudierende Wabenformkörper eine viereckige prismatische säulenförmige äußere Form, deren

beide Endflächen übereinstimmend viereckig sind. Anschließend werden vorbestimmte Seitenflächen dieses Wabenformkörpers gebogen. Beispielsweise wird, wenn das erste Wabensegment in der obigen ersten Ausführungsform hergestellt wird, ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, in einen konkaven Zustand gebogen. Wenn das zweite Wabensegment in der ersten Ausführungsform hergestellt wird, wird ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, in einen konvexen Zustand gebogen. Wird das erste Wabensegment in der obigen zweiten Ausführungsform hergestellt, werden alle vier Seitenflächen in den konkaven Zustand gebogen. Wird das zweite Wabensegment in der zweiten Ausführungsform hergestellt, werden alle vier Seitenflächen in den konvexen Zustand gebogen. Wird das Mischkrümmungs-Wabensegment in der obigen dritten Ausführungsform hergestellt, wird ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, in den konkaven Zustand gebogen und wird das andere Paar von Seitenflächen in den konvexen Zustand gebogen.

[0066] Es gibt keine spezielle Einschränkung auf ein Verfahren zum Biegen der vorbestimmten Seitenflächen des Wabenformkörpers. In der vorliegenden Erfindung muss sich jedoch, wie oben beschrieben, die Zellform von zumindest Teilen der mehreren Zellen, die von den Trennwänden definiert werden, in der Längsrichtung des Wabensegments ändern. Folglich muss ein Verfahren verwendet werden, bei dem auch zumindest Teile der Trennwände gebogen werden, wenn die Seitenflächen gebogen sind, und im Ergebnis verändert sich die Zellform zumindest der Teile der Zellen in der Längsrichtung des Wabensegments.

[0067] Ein Beispiel eines Verfahrens zum Biegen der vorbestimmten Seitenfläche des Wabenformkörpers in den konkaven Zustand ist geeigneterweise ein Verfahren des Pressens einer Platte **18** mit einer konvexen Oberfläche **19** auf eine vorbestimmte Seitenfläche **17** eines Wabenformkörpers **16**, so dass die Seitenfläche **17** in den konkaven Zustand verformt wird, wie in **Fig. 15** gezeigt. Es versteht sich, dass zwei Platten mit jeweils einer konvexen Oberfläche hergestellt werden können und die beiden Platten gleichzeitig auf zwei einander zugewandte Seitenflächen des Wabenformkörpers gepresst werden können, so dass diese beiden Seitenflächen gleichzeitig in den konkaven Zustand verformt werden. Außerdem kann, wie in **Fig. 16** gezeigt, die Seitenfläche **17** in den konkaven Zustand durch Bewegen einer Walze **20**, während die Walze auf die vorbestimmte Seitenfläche **17** des Wabenformkörpers **16** gepresst wird, verformt werden. Ein Beispiel eines geeigneten Verfahrens zum Biegen der vorbestimmten Seitenfläche des Wabenformkörpers in den konvexen Zustand oder ein geeignetes Verfahren zum Biegen der vorbestimmten Seitenfläche des Wabenformkörpers in den konkaven Zustand ist ein Verfahren des Ansaugens der vorbestimmten Seitenfläche des Wabenformkörpers. Speziell wird die vorbestimmte Seitenfläche des Wabenformkörpers vorzugsweise mit einer deckelartigen Box mit einer Oberseite in einem konvexen Zustand oder einem konkaven Zustand abgedeckt, und die Luft in der Box (Luft in einem Raum, der zwischen der vorbestimmten Seitenfläche des Wabenformkörpers und der konvexen oder konkaven Oberseite der deckelartigen Box gebildet ist) wird vorzugsweise mit einer Vakuumpumpe oder dergleichen abgesaugt, wodurch sich die Seitenfläche in den konvexen Zustand oder den konkaven Zustand verformt. Außerdem kann eine Harzplatte eng mit der vorbestimmten Seitenfläche des Wabenformkörpers in Kontakt kommen, und die Harzplatte kann mit einer Vakuumpumpe oder dergleichen angesaugt werden, so dass sich ein mittlerer Abschnitt oder jeder Endabschnitt des Wabenformkörpers in dessen Längsrichtung in einer dem Wabenformkörper entgegengesetzten Richtung hebt, wodurch sich die Seitenfläche in den konvexen Zustand oder den konkaven Zustand verformt. Es versteht sich, dass in Fällen, wo das Verfahren des Ansaugens der vorbestimmten Seitenfläche des Wabenformkörpers verwendet wird, gleichzeitig mit dem Ansaugen Luft aus einem Kompressor oder dergleichen in die Zellen des Wabenformkörpers geblasen werden kann. Folglich kann der Wabenformkörper leicht verformt werden. Außerdem können zwei wie oben beschriebene Boxen oder Harzplatten hergestellt werden, und zwei Seitenflächen des Wabenformkörpers, die einander zugewandt sind, können gleichzeitig angesaugt werden, so dass diese beiden Seitenflächen gleichzeitig in den konvexen Zustand oder den konkaven Zustand verformt werden.

[0068] Daher werden die vorbestimmten Seitenflächen in den konkaven Zustand oder den konvexen Zustand gebogen, und dann wird der Wabenformkörper getrocknet. Es gibt keine besondere Einschränkung auf das Trocknungsverfahren. Beispiele eines geeigneten Trocknungsverfahrens umfassen Heißlufttrocknen, Mikrowellentrocknen, Induktionstrocknen, Dekompressionstrocknen, Vakuumtrocknen und Gefriertrocknen. Unter diesen Verfahren wird das Induktionstrocknen, das Mikrowellentrocknen oder das Heißlufttrocknen vorzugsweise allein durchgeführt, oder es wird vorzugsweise irgendeine Kombination dieser Verfahren durchgeführt.

[0069] Als nächstes wird der getrocknet Wabenformkörper (der getrocknete Wabenkörper) zur Herstellung des Wabensegments gebrannt. Es versteht sich, dass vor diesem Brennen (Hauptbrennen) bevorzugt das Kalzieren (Entfetten) zum Entfernen des Bindemittels und dergleichen, das in dem Wabenformkörper enthalten ist, durchgeführt wird. Es gibt keine besondere Einschränkung der Kalzinierungsbedingungen, und die Be-

dingungen können so definiert werden, dass organische Substanzen (das organische Bindemittel, das oberflächenaktive Mittel, der Porenbildner, usw.), die in dem Wabenformkörper enthalten sind, entfernt werden können. Im allgemeinen beträgt die Brenntemperatur des organischen Bindemittels etwa 100 bis 300°C, und die Brenntemperatur des Porenbildners beträgt etwa 200 bis 800°C. Folglich wird als die Kalzinierungsbedingungen vorzugsweise Erhitzen bei etwa 200 bis 1000°C in einer oxidierenden Atmosphäre für etwa 3 bis 100 Stunden durchgeführt. Die Bedingungen (Temperatur, Zeit, Atmosphäre, usw.) für das Brennen des Wabenformkörpers (das Hauptbrennen) variieren mit der Art des Formungsrohmaterials, und daher können geeignete Bedingungen gemäß seiner Art ausgewählt werden. Wird beispielsweise das Cordierit-bildende Rohmaterial verwendet, beträgt die Brenntemperatur vorzugsweise 1.410 bis 1.440°C. Außerdem beträgt die Brennzeit vorzugsweise 4 bis 8 Stunden, als Zeit zum Halten der höchsten Temperatur. Es gibt keine besondere Einschränkung hinsichtlich einer Vorrichtung, die das Kalzinieren oder das Brennen durchführt. Beispiele einer geeigneten Vorrichtung umfassen einen Elektrofen und einen Gasofen.

[0070] Bei der Herstellung der Wabenstruktur, die die Verschlussabschnitte umfasst, werden die Verschlussabschnitte in dem Wabensegment gebildet. Die Verschlussabschnitte werden so gebildet, dass sie offene Enden vorbestimmter Zellen auf einer Endflächenseite (Einlassendfläche) und offene Enden der verbleibenden Zellen auf der anderen Endflächenseite (Auslassendfläche) verschließen. Die Verschlussabschnitte werden unter Verwendung eines bereits bekannten Verfahrens gebildet. Als ein Beispiel eines speziellen Verfahrens wird zunächst eine Folie an der Endfläche des Wabensegments, das mit einem wie oben beschriebenen Verfahren hergestellt wurde, befestigt. Als nächstes werden Löcher an Stellen dieser Folie erzeugt, die den Zellen entsprechen, in denen die Verschlussabschnitte gebildet werden sollen. Als nächstes wird, in einem Zustand, in dem diese Folie noch befestigt war, die Endfläche des Wabensegments in eine Verschlussaufschämmung getaucht, in der das Formungsmaterial der Verschlussabschnitte aufgeschämmmt ist, und die Verschlussaufschämmung wird durch die in der Folie erzeugten Löcher in jedes der offenen Enden der zu verschließenden Zellen eingefüllt. Die so eingefüllte Verschlussaufschämmung wird getrocknet und dann zum Härteln gebrannt, wodurch die Verschlussabschnitte gebildet werden. Bei dem Formungsmaterial der Verschlussabschnitte wird vorzugsweise dasselbe Material wie das Formungsmaterial des Wabensegments verwendet. Es versteht sich, dass die Verschlussabschnitte in jedem Stadium nach dem Trocknen, Kalzinieren oder Brennen (Hauptbrennen) des Wabenformkörpers gebildet werden können.

[0071] Folglich werden die ersten Wabensegmente mit den konkaven Seitenflächen, die zweiten Wabensegmente mit den konvexen Seitenflächen bzw. die Mischkrümmungs-Wabensegmente mit den konkaven Seitenflächen und den konvexen Seitenflächen hergestellt.

[0072] Als nächstes werden die Seitenflächen jedes erhaltenen Wabensegments mit einem aufgeschämmten Bindematerial beschichtet, und die mehreren Wabensegmente werden kombiniert, so dass die Seitenflächen der Wabensegmente mit dem Bindematerial miteinander verbunden werden. Hier werden, wenn die Wabenstruktur der obigen ersten Ausführungsform hergestellt wird, die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in einer Richtung vertikal zur Längsrichtung jedes Wabensegments zugewandt sind. Ferner werden, wenn die Wabenstruktur der obigen zweiten Ausführungsform hergestellt wird, die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind. Außerdem werden, wenn die Wabenstruktur der obigen dritten Ausführungsform hergestellt wird, die Mischkrümmungs-Wabensegmente miteinander so kombiniert, dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind. Die mehreren Wabensegmente werden auf diese Weise kombiniert, und das Bindematerial wird erwärmt und getrocknet, so dass die Wabenstruktur erhalten werden kann, bei der die mehreren Wabensegmente integral über das Bindematerial verbunden sind.

[0073] Als das Bindematerial kann geeigneterweise zum Beispiel ein Material verwendet werden, bei dem Additive wie ein organisches Bindemittel, ein aufschämbares Harz und ein Dispergiermittel und Wasser einem zu knetenden anorganischen Rohmaterial aus anorganischen Fasern, kolloidalem Siliciumdioxid, Ton, Keramikteilchen oder dergleichen zugegeben werden und dieses aufgeschämmmt wird. Es gibt keine spezielle Einschränkung auf ein Verfahren zum Beschichten der Seitenflächen der Wabensegmente mit dem Bindematerial, und es kann ein Bürstenstrichverfahren oder dergleichen verwendet werden.

[0074] Die mehreren Wabensegmente werden mit dem Bindematerial verbunden, und dann wird nach Bedarf ein Umfangsabschnitt der erhaltenen Wabenstruktur geschliffen und bearbeitet, so dass eine gewünschte Form wie eine runde Säulenform erhalten wird. In diesem Fall wird die Umfangsdeckschicht vorzugsweise auf dem geschliffenen und bearbeiteten Umfangsabschnitt (der bearbeiteten Oberfläche) gebildet.

[0075] Die Umfangsdeckschicht wird durch Beschichten der bearbeiteten Oberfläche der geschliffenen und bearbeiteten Wabenstruktur mit dem Umfangsbeschichtungsmaterial gebildet. Als das Umfangsbeschichtungsmaterial wird geeigneterweise ein Material verwendet, bei dem Additive wie ein organisches Bindemittel, ein aufschäumbares Harz und ein Dispergiermittel und Wasser einem zu knetenden anorganischen Rohmaterial aus anorganischen Fasern, kolloidalem Siliciumdioxid, Ton, Keramikteilchen oder dergleichen zugegeben wurden und dieses aufgeschlämmt wurde. Es gibt keine spezielle Einschränkung auf ein Verfahren zum Beschichten der bearbeiteten Oberfläche der Wabenstruktur mit dem Umfangsbeschichtungsmaterial. Ein Beispiel eines geeigneten Verfahrens ist ein Verfahren, bei dem die bearbeitete Oberfläche der geschliffenen und bearbeiteten Wabenstruktur mit dem Umfangsbeschichtungsmaterial mit einem Gummispatel oder dergleichen beschichtet wird, während die Wabenstruktur auf einer Drehbank gedreht wird.

(Beispiele)

[0076] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung auf der Basis von Beispielen ausführlich beschrieben, die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Beispiele beschränkt.

(Beispiel 1)

[0077] 80 Masseteile SiC-Pulver und 20 Masseteile Metall-Si-Pulver wurden unter Erhalt eines keramischen Rohmaterials gemischt. Dem erhaltenen keramischen Rohmaterial wurden ein Porenbildner, ein Bindemittel, ein oberflächenaktives Mittel und Wasser zugegeben, wodurch ein Formungsrohmaterial erzeugt wurde, und das Formungsrohmaterial wurde unter Erhalt eines gekneteten Materials geknetet. Als der Porenbildner wurde Stärke verwendet. Außerdem wurden als das Bindemittel Methylcellulose und Hydroxypropoxymethylcellulose verwendet. Als das oberflächenaktive Mittel wurde Natriumlaurat verwendet. Die Mengen der jeweiligen Rohmaterialien, die 100 Masseteilen des keramischen Rohmaterials zuzugeben waren, betrugen 5 Masseteile Porenbildner, 3 Masseteile Methylcellulose, 3 Masseteile Hydroxypropoxymethylcellulose, 1 Masseteil oberflächenaktives Mittel und 32 Masseteile Wasser.

[0078] Das erhaltene geknetete Material wurde unter Verwendung eines Gesenks für den Wabenkörper extrudiert, wodurch ein Wabenformkörper erhalten wurde, dessen beide Endflächen eine viereckige prismatische säulenförmige äußere Form aufwiesen, die eine übereinstimmende viereckige Form war. In dem auf diese Weise erhaltenen Wabenformkörper wurde ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, durch ein Verfahren, bei dem eine deckelartige Box verwendet wurde, wie oben beschrieben, angesaugt, wodurch sich die Seitenflächen in einen konkaven Zustand verformten, und dieser Formkörper wurde als ein Formkörper für ein erstes Wabensegment definiert. Außerdem wurde in einem anderen auf dieselbe Weise erhaltenen Wabenformkörper ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, durch das oben genannte Verfahren, bei dem die deckelartige Box verwendet wurde, angesaugt, wodurch sich die Seitenflächen in einen konvexen Zustand verformten, und dieser Formkörper wurde als ein Formkörper für ein zweites Wabensegment definiert. Danach wurden diese Formkörper mit Mikrowellen und Heißluft getrocknet, wodurch getrocknete Körper für die ersten Wabensegmente aus den Formkörpern für die ersten Wabensegmente erhalten wurden und getrocknete Körper für die zweiten Wabensegmente aus den Formkörpern für die zweiten Wabensegmente erhalten wurden.

[0079] Als nächste wurde ein Verschlussabschnitt in einem der offenen Enden jeder Zelle eines jeden der getrockneten Körper gebildet. Die Verschlussabschnitte wurden so gebildet, dass beide Endflächen jedes getrockneten Körpers aufgrund von Zellen, in denen die Verschlussabschnitte in den offenen Enden gebildet waren, und Zellen, in denen die Verschlussabschnitte in den offenen Enden nicht gebildet waren, ein mosaikartiges Muster hatten. Als ein Formungsverfahren für den Verschlussabschnitt wurde zunächst eine Folie an der Endfläche des getrockneten Körpers befestigt, und es wurden Löcher an Stellen dieser Folie erzeugt, die den Zellen entsprechen, in denen die Verschlussabschnitte gebildet werden sollen. Anschließend wurde, in einem Zustand, in dem diese Folie noch befestigt war, die Endfläche des getrockneten Körpers in eine Verschlussaufschämmung getaucht, in der das Formungsmaterial der Verschlussabschnitte aufgeschlämmt war, und die Verschlussaufschämmung wurde durch die in der Folie erzeugten Löcher in jedes der offenen Enden der zu verschließenden Zellen eingefüllt. Außerdem wurde bei dem Formungsmaterial der Verschlussabschnitte dasselbe Material wie das obige Formungsrohmaterial verwendet.

[0080] So wurde die in die offenen Enden der Zellen eingefüllte Verschlussaufschämmung getrocknet, und dann wurden diese getrockneten Körper bei etwa 400°C in der Atmosphäre kalziniert (entfettet). Danach wurden die getrockneten Körper bei etwa 1.450°C in einer inerten Ar-Atmosphäre gebrannt, wodurch die ersten

Wabensegmente aus den getrockneten Körpern für die ersten Wabensegmente erhalten wurden und die zweiten Wabensegmente aus den getrockneten Körpern für die zweiten Wabensegmente erhalten wurden. Jedes der auf diese Weise erhaltenen ersten Wabensegmente hatte die in **Fig. 2** gezeigte Form, d. h., ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, waren konkave Seitenflächen, die in einer Längsrichtung des ersten Wabensegments in einen konkaven Zustand gebogen waren, und das andere Paar von Seitenflächen waren ebene Flächen. Außerdem hatte jedes zweite Wabensegment die in **Fig. 3** gezeigte Form, d. h., ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, waren konvexe Seitenflächen, die in einer Längsrichtung des zweiten Wabensegments in einen konvexen Zustand gebogen waren, und das andere Paar von Seitenflächen waren ebene Flächen. In dem ersten Wabensegment hatte der Querschnitt seines mittleren Abschnitts in der Längsrichtung vertikal zur Längsrichtung eine viereckige Form von 45 mm \times 45 mm, betrug die Dicke der Trennwände 200 μm , war die Zellform quadratisch und betrug die Zeldichte 47 Zellen/cm². In dem zweiten Wabensegment hatten beide Endflächen (eine Einlassendfläche und eine Auslassendfläche) eine viereckige Form von 45 mm \times 45 mm, betrug die Dicke der Trennwände 200 μm , war die Zellform quadratisch und betrug die Zeldichte 47 Zellen/cm². Die gebogene Form jeder konkaven Seitenfläche des ersten Wabensegments und die gebogene Form jeder konvexen Seitenfläche des zweiten Wabensegments hatte wechselseitig komplementäre Kreisformen, und die Krümmungen dieser Seitenflächen waren etwa dieselben. Die Kreismittelpunkte der kreisförmigen konkaven Seitenfläche und konvexen Seitenfläche lagen in einer Ebene vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments an einer Mittelposition der Längsrichtung des Wabensegments. Außerdem betrug sowohl der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche des ersten Wabensegments als auch der Krümmungswert der konvexen Seitenfläche des zweiten Wabensegments 1 mm. Ferner waren die Trennwände von Teilen dieser Wabensegmente in der Längsrichtung des Wabensegments gebogen, und die Zellform von Teilen der Zellen veränderte sich in der Längsrichtung des Wabensegments. Die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente hatten eine Länge von 215 mm, und die Porosität der Trennwände betrug 50%. Außerdem betrug die Dicke einer jeden der vier Seitenflächen des Wabensegments 0,5 mm.

[0081] Anschließend wurden einem Aluminiumoxidpulver unter Erhalt eines aufgeschlämmten Bindematerials Siliciumdioxid-Fasern, ein organisches Bindemittel und Wasser zugegeben. Dieses Bindematerial wurde auf die Seitenflächen des ersten Wabensegments und des zweiten Wabensegments unter Erhalt einer Dicke von etwa 1 mm aufgebracht. Als nächstes wurden die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in einer Richtung vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt waren. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt 25 Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente \times 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. **Fig. 17** ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in diesem verbundenen Wabensegmentkörper zeigt. Wie in **Fig. 17** gezeigt, wurden die ersten Wabensegmente mit der in **Fig. 2** gezeigten Form und die zweiten Wabensegmente mit der in **Fig. 3** gezeigten Form abwechselnd in einer X-Richtung angeordnet. Außerdem entsprachen die Positionen der in Y-Richtung benachbarten Wabensegmente denen in der X-Richtung. Es versteht sich, dass die in **Fig. 17** gezeigten Wabensegmente Teile der Wabensegmente sind, die den verbundenen Wabensegmentkörper bilden, die nicht gezeigten verbleibenden Wabensegmente sind jedoch in einem ähnlichen Muster angeordnet.

[0082] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Beispiel 1 erhalten wurde.

(Beispiele 2 bis 9)

[0083] Die Verfahrensweisen von Beispiel 1 wurden wiederholt, außer dass der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche des ersten Wabensegments, der Krümmungswert der konvexen Seitenfläche des zweiten Wabensegments und die Dicke des Bindematerials wie in Tabelle 1 gezeigt verändert wurden, wodurch die Wabenstrukturen der Beispiele 2 bis 9 erhalten wurden.

(Beispiele 10 bis 13)

[0084] Die Verfahrensweisen von Beispiel 1 wurden wiederholt, außer dass der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche des ersten Wabensegments, der Krümmungswert der konvexen Seitenfläche des zweiten Wabensegments, die Dicke des Bindematerials und die Anordnung der Wabensegmente wie in Tabelle 1 gezeigt verändert wurden, wodurch die Wabenstrukturen der Beispiele 10 bis 13 erhalten wurden. In den Beispielen 10 und 11 wurde die Anzahl der Wabensegmente in der X-Richtung jedoch auf 6 erhöht. **Fig. 18** ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in einem verbundenen Wabensegmentkörper von jedem der Beispiele 10 und 11 zeigt. Bei der in **Fig. 18** gezeigten Anordnung der Wabensegmente verschieben sich die Positionen der in der Y-Richtung benachbarten Wabensegmente zu der in **Fig. 17** gezeigten Anordnung der Wabensegmente um 1/2 der Breite des Wabensegments in der X-Richtung. **Fig. 19** ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in einem verbundenen Wabensegmentkörper von jedem der Beispiele 12 und 13 zeigt. Bei der in **Fig. 19** gezeigten Anordnung der Wabensegmente verschieben sich die Positionen der in der Y-Richtung benachbarten Wabensegmente zu der in **Fig. 17** gezeigten Anordnung der Wabensegmente um die Breite eines Wabensegments in der X-Richtung. Es versteht sich, dass die in **Fig. 18** und **Fig. 19** gezeigten Wabensegmente Teile der Wabensegmente sind, die den verbundenen Wabensegmentkörper zeigen, die nicht gezeigten verbleibenden Wabensegmente sind jedoch auch in einem ähnlichen Muster angeordnet.

(Beispiel 14)

[0085] Alle vier Seitenflächen eines Wabenformkörpers, der auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurden mit einem Verfahren, bei dem eine deckelartige Box verwendet wurde, wie oben beschrieben, angesaugt und in einen konkaven Zustand verformt, und dieser Wabenformkörper wurde als ein Formkörper für ein erstes Wabensegment definiert. Außerdem wurden alle vier Seitenflächen eines anderen auf dieselbe Weise erhaltenen Wabenformkörpers mit dem oben genannten Verfahren, bei dem die deckelartige Box verwendet wurde, angesaugt und in einen konvexen Zustand verformt, und dieser Wabenformkörper wurde als ein Formkörper für ein zweites Wabensegment definiert. Danach wurden diese Formkörper mit Mikrowellen und Heißluft getrocknet, wodurch getrocknete Körper für die ersten Wabensegmente aus den Formkörpern für die ersten Wabensegmente erhalten wurden und getrocknete Körper für die zweiten Wabensegmente aus den Formkörpern für die zweiten Wabensegmente erhalten wurden.

[0086] Als nächstes wurde an diesen getrockneten Körpern das Bilden der Verschlussabschnitte, Kalzinieren (Entfetten) und Brennen nacheinander auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 durchgeführt, wodurch die ersten Wabensegmente aus den getrockneten Körpern für die ersten Wabensegmente erhalten wurden und die zweiten Wabensegmente aus den getrockneten Körpern für die zweiten Wabensegmente erhalten wurden. Die ersten auf diese Weise erhaltenen Wabensegmente hatten die in **Fig. 4** gezeigte Form, d. h., alle beiden Paare von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt war, waren konkave Seitenflächen, die in der Längsrichtung jedes ersten Wabensegments in den konkaven Zustand gebogen waren. Außerdem hatten die zweiten Wabensegmente die in **Fig. 5** gezeigt Form, d. h., alle beiden Paare von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt war, waren konvexe Seitenflächen, die in der Längsrichtung jedes zweiten Wabensegments in den konvexen Zustand gebogen waren. In dem ersten Wabensegment hatte der Querschnitt seines mittleren Abschnitts in der Längsrichtung vertikal zur Längsrichtung eine viereckige Form von 45 mm × 45 mm, betrug die Dicke der Trennwände 200 µm, war die Zellform quadratisch und betrug die Zelldichte 47 Zellen/cm². In dem zweiten Wabensegment hatten beide Endflächen (eine Einlassendfläche und eine Auslassendfläche) eine viereckige Form von 45 mm × 45 mm, betrug die Dicke der Trennwände 200 µm, war die Zellform quadratisch und betrug die Zelldichte 47 Zellen/cm². Die gebogene Form jeder konkaven Seitenfläche des ersten Wabensegments und die gebogene Form jeder konvexen Seitenfläche des zweiten Wabensegments hatte wechselseitig komplementäre Kreisformen, und die Krümmungen dieser Seitenflächen waren etwa dieselben. Die Kreismittelpunkte der kreisförmigen konkaven Seitenfläche und konvexen Seitenfläche lagen in einer Ebene vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments an einer Mittelposition der Längsrichtung des Wabensegments. Außerdem betrug sowohl der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche des ersten Wabensegments als auch der Krümmungswert der konvexen Seitenfläche des zweiten Wabensegments 1 mm. Ferner waren die Trennwände dieser Wabensegmente in der Längsrichtung des Wabensegments gebogen, und die Zellform veränderte sich in der Längsrichtung des Wabensegments. Die ersten Wabensegmente und zweiten Wabensegmente hatten eine Länge von 215 mm, und die Trennwände hatten eine Porosität von 50%. Außerdem betrug die Dicke einer jeden der vier Seitenflächen jedes Wabensegments 0,5 mm.

[0087] Anschließend wurde ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, auf die Seitenflächen des ersten Wabensegments und des zweiten Wabensegments aufgebracht, wodurch eine Dicke von etwa 2 mm erhalten wurde. Als nächstes wurden die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt waren. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt 25 Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente \times 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. **Fig. 20** ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in diesem verbundenen Wabensegmentkörper zeigt. Wie in **Fig. 20** gezeigt, wurden die ersten Wabensegmente mit der in **Fig. 4** gezeigten Form und die zweiten Wabensegmente mit der in **Fig. 5** gezeigten Form abwechselnd in der X-Richtung und der Y-Richtung angeordnet. Es versteht sich, dass die in **Fig. 20** gezeigten Wabensegmente Teile der Wabensegmente sind, die den verbundenen Wabensegmentkörper bilden, die nicht gezeigten verbleibenden Wabensegmente sind jedoch in einem ähnlichen Muster angeordnet.

[0088] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdecksschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Beispiel 14 erhalten wurde. Es versteht sich, dass in Beispiel 14 die Dicke des Bindematerials das Zweifache des Krümmungswertes sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche beträgt, so dass die Seitenflächen der benachbarten Wabensegmente einander nicht stören.

(Beispiele 15 bis 22)

[0089] Die Verfahrensweisen von Beispiel 14 wurden wiederholt, außer dass der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche des ersten Wabensegments, der Krümmungswert der konvexen Seitenfläche des zweiten Wabensegments und die Dicke des Bindematerials wie in Tabelle 1 gezeigt verändert wurden, wodurch die Wabenstrukturen der Beispiele 15 bis 22 erhalten wurden. Es versteht sich, dass in den Beispielen 15 bis 22 die Dicke des Bindematerials mehr als das Zweifache des Krümmungswertes sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche beträgt, so dass die Seitenflächen der Wabensegmente einander nicht stören.

(Beispiele 23 bis 27)

[0090] Der Kantenabschnitt, bei dem sich zwei benachbarte konkave Seitenflächen der ersten Wabensegmente, die in jedem der Beispiele 18 bis 22 verwendet wurden, schneiden, und der Kantenabschnitt, bei dem sich zwei benachbarte konvexe Seitenflächen der zweiten Wabensegmente, die in jedem der Beispiele 18 bis 22 verwendet wurden, schneiden, waren abgeschrägt. Speziell war der obige Kantenabschnitt C-abgeschrägt, so dass die ersten Wabensegmente oder die zweiten Wabensegmente, die in einer diagonalen Richtung jeder Endfläche des Wabensegments benachbart waren, einander nicht störten, selbst wenn die Dicke des Bindematerials bei der in **Fig. 20** gezeigten Anordnung der Wabensegmente auf 1 mm festgelegt war. Die C-Absschrägung wurde mittels Schleifen des obigen Kantenabschnitts der Wabensegmente mit einer Schleifscheibe durchgeführt. Die Verfahrensweisen der Beispiele 18 bis 22 wurden wiederholt, außer dass die ersten Wabensegmente und zweiten Wabensegmente, die wie oben beschrieben abgeschrägt waren, verwendet wurden und die Dicke des Bindematerials auf 1 mm festgelegt war, wodurch die Wabenstrukturen der Beispiele 23 bis 27 erhalten wurden. Außerdem wurden durch das obige Abschrägen Teile der Seitenflächen und Zellen der Wabensegmente geschnitten, das Bindematerial wurde jedoch auf diese aufgebracht, und daher wurde kein Nachteil wie Gasaustritt erzeugt.

(Beispiel 28)

[0091] In einem Wabenformkörper, der auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, durch ein Verfahren, bei dem eine deckelartige Box verwendet wurde, wie oben beschrieben, angesaugt und in einen konkaven Zustand verformt. Außerdem wurde das verbleibende Paar von Seitenflächen desselben Wabenformkörpers durch das oben genannte Verfahren, bei dem die deckelartige Box verwendet wurde, angesaugt und in einen konvexen Zustand verformt. Folglich wurde der Wabenformkörper, dessen

Seitenflächen verformt wurden, als ein Formkörper für ein Mischkrümmungs-Wabensegment definiert. Danach wurde dieser Formkörper mit Mikrowellen und Heißluft getrocknet, wodurch ein getrockneter Körper für das Mischkrümmungs-Wabensegment erhalten wurde.

[0092] Als nächstes wurde an diesem getrockneten Körper das Bilden der Verschlussabschnitte, Kalzinieren (Entfetten) und Brennen nacheinander auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 durchgeführt, wodurch das Mischkrümmungs-Wabensegment erhalten wurde. Das auf diese Weise erhaltene Mischkrümmungs-Wabensegment hatte die in **Fig. 6** gezeigte Form, d. h., ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen einander zugewandt ist, waren konkave Seitenflächen, die in der Längsrichtung des Mischkrümmungs-Wabensegments in den konkaven Zustand gebogen waren. Außerdem waren das andere Paar von Seitenflächen konvexe Seitenflächen, die in der Längsrichtung des Mischkrümmungs-Wabensegments in den konvexen Zustand gebogen waren. Der Abstand zwischen den sich zugewandten konkaven Seitenflächen betrug 45 mm in dem engsten Bereich, d. h., einem mittleren Abschnitt des Mischkrümmungs-Wabensegments in der Längsrichtung des Wabensegments. Der Abstand zwischen den einander zugewandten konvexen Seitenflächen betrug 45 mm in dem engsten Bereich, d. h., beiden Endflächen (einer Einlassendfläche und einer Auslassendfläche) des Mischkrümmungs-Wabensegments. Außerdem hatte das Mischkrümmungs-Wabensegment eine Länge von 215 mm. Die gebogene Form jeder konkaven Seitenfläche dieses Mischkrümmungs-Wabensegments und die gebogene Form jeder konvexen Seitenfläche hatte wechselseitig komplementäre Kreisformen, und die Krümmungen dieser Seitenflächen waren etwa dieselben. Die Kreismittelpunkte der kreisförmigen konkaven Seitenfläche und konvexen Seitenfläche lagen in einer Ebene vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments an einer Mittelposition der Längsrichtung des Wabensegments. Außerdem betrug sowohl der Krümmungswert der konkaven Seitenfläche dieses Mischkrümmungs-Wabensegments als auch der Krümmungswert der konvexen Seitenfläche 1 mm. Ferner waren die Trennwände dieses Mischkrümmungs-Wabensegments in der Längsrichtung des Mischkrümmungs-Wabensegments gebogen, und die Zellform veränderte sich in der Längsrichtung des Wabensegments. Die Trennwände des Mischkrümmungs-Wabensegments hatten eine Porosität von 50%, die Dicke der Trennwände betrug 200 µm und die Zelldichte betrug 45 Zellen/cm² in beiden Endflächen (der Einlassendfläche und der Auslassendfläche) und der Mitte des Segments in der Längsrichtung des Segments. Außerdem betrug die Dicke einer jeden der vier Seitenflächen des Mischkrümmungs-Wabensegments 0,5 mm.

[0093] Anschließend wurde ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, auf die Seitenflächen des Mischkrümmungs-Wabensegments aufgebracht, wodurch eine Dicke von etwa 1 mm erhalten wurde. Als nächstes wurden die Mischkrümmungs-Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Mischkrümmungs-Wabensegments zugewandt waren. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt 25 Mischkrümmungs-Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Mischkrümmungs-Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. **Fig. 21** ist eine schematische Draufsicht, die die Anordnung der Wabensegmente in diesem verbundenen Wabensegmentkörper zeigt. Wie in **Fig. 21** gezeigt, wurde die Ausrichtung der Mischkrümmungs-Wabensegmente mit der in **Fig. 6** gezeigten Form abwechselnd um 90° verändert, so dass die Wabensegmente in der X-Richtung und der Y-Richtung angeordnet waren. Es versteht sich, dass die in **Fig. 21** gezeigten Wabensegmente Teile der Wabensegmente sind, die den verbundenen Wabensegmentkörper bilden, die nicht gezeigten verbleibenden Wabensegmente werden jedoch in einem ähnlichen Muster angeordnet.

[0094] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Beispiel 28 erhalten wurde.

(Beispiele 29 bis 36)

[0095] Die Verfahrensweisen von Beispiel 28 wurden wiederholt, außer dass der Krümmungswert sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche des Mischkrümmungs-Wabensegments, die Dicke des Bindematerials und die Zelldichte wie in Tabelle 2 gezeigt verändert wurden, wodurch die Wabenstrukturen der Beispiele 29 bis 36 erhalten wurden.

(Vergleichsbeispiel 1)

[0096] Ein Wabenformkörper, der auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde mit Mikrowellen und Heißluft getrocknet, wodurch ein getrockneter Körper für ein Wabensegment erhalten wurde. Als nächstes wurde an diesem getrockneten Körper das Bilden der Verschlussabschnitte, Kalzinieren (Entfetten) und Brennen nacheinander auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 durchgeführt, wodurch das Wabensegment erhalten wurde, dessen vier Seitenflächen alle eben waren. In diesem Wabensegment hatten beide Endflächen (eine Einlassendfläche und eine Auslassendfläche) eine viereckige Form von 45 mm × 45 mm und hatte das Wabensegment eine Länge von 215 mm. Außerdem verliefen die Trennwände dieses Wabensegments parallel zur Längsrichtung des Wabensegments, und die Zellform war quadratisch und in der Längsrichtung des Wabensegments konstant. Die Trennwände des Wabensegments hatten eine Porosität von 50%, die Dicke der Trennwände betrug 200 µm und die Zeldichte betrug 47 Zellen/cm². Außerdem betrug die Dicke jeder der vier Seitenflächen jedes Wabensegments 0,5 mm.

[0097] Anschließend wurde ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, auf die Seitenflächen der Wabensegmente aufgebracht, wodurch eine Dicke von etwa 1 mm erhalten wurde. Als nächstes wurden die Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die Seitenflächen der Wabensegmente einander zugewandt sind. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt 25 Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde.

[0098] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1 erhalten wurde.

(Vergleichsbeispiel 2)

[0099] Ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde auf die Seitenflächen der ersten Wabensegmente, die in Beispiel 11 verwendet wurden, aufgebracht. Als nächstes wurden die ersten Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen der Wabensegmente einander zugewandt sind. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt nur 25 erste Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. Außerdem wurde die Dicke des Bindematerials am dünnsten Abschnitt mit 1 mm festgelegt.

[0100] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 2 erhalten wurde.

(Vergleichsbeispiel 3)

[0101] Ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde auf die Seitenflächen der zweiten Wabensegmente, die in Beispiel 11 verwendet wurden, aufgebracht. Als nächstes wurden die zweiten Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die konvexen Seitenflächen der Wabensegmente einander zugewandt sind. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt nur 25 zweite Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. Außerdem wurde die Dicke des Bindematerials am dünnsten Abschnitt mit 1 mm festgelegt.

[0102] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 3 erhalten wurde.

(Vergleichsbeispiel 4)

[0103] Ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde auf die konkaven Seitenflächen der ersten Wabensegmente, die in Beispiel 17 verwendet wurden, aufgebracht. Als nächstes wurden die ersten Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen der Wabensegmente einander zugewandt sind. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt nur 25 erste Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. Außerdem wurde die Dicke des Bindematerials am dünnsten Abschnitt mit 1 mm festgelegt.

[0104] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 4 erhalten wurde.

(Vergleichsbeispiel 5)

[0105] Ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde auf die konkaven Seitenflächen der ersten Wabensegmente, die in Beispiel 19 verwendet wurden, aufgebracht. Als nächstes wurden die ersten Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die konkaven Seitenflächen der Wabensegmente einander zugewandt sind. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt nur 25 erste Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. Außerdem wurde die Dicke des Bindematerials am dünnsten Abschnitt mit 1 mm festgelegt.

[0106] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härteln bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 5 erhalten wurde.

(Vergleichsbeispiel 6)

[0107] Ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde auf die konvexen Seitenflächen der zweiten Wabensegmente, die in Beispiel 14 verwendet wurden, aufgebracht. Als nächstes wurden die zweiten Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die konvexen Seitenflächen der Wabensegmente einander zugewandt sind. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt nur 25 zweite Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. Außerdem wurde die Dicke des Bindematerials am dünnsten Abschnitt mit 1 mm festgelegt.

[0108] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschich-

tungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härten bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 6 erhalten wurde.

(Vergleichsbeispiel 7)

[0109] Ein Bindematerial, das auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 erhalten wurde, wurde auf die konvexen Seitenflächen der zweiten Wabensegmente, die in Beispiel 19 verwendet wurden, aufgebracht. Als nächstes wurden die zweiten Wabensegmente miteinander kombiniert, so dass die konvexen Seitenflächen der Wabensegmente einander zugewandt sind. Folglich wurde ein Wabensegmentverbundkörper hergestellt, der insgesamt nur 25 zweite Wabensegmente umfasst, die als 5 Segmente × 5 Segmente befestigt waren. Ferner wurde der Wabensegmentverbundkörper bei 120°C für 2 Stunden unter Erhalt eines verbundenen Wabensegmentkörpers getrocknet, während die Wabensegmente, die den Wabensegmentverbundkörper bilden, aneinander gepresst wurden, indem z. B. in geeigneter Weise Druck von außen darauf ausgeübt wurde. Außerdem wurde die Dicke des Bindematerials am dünnsten Abschnitt mit 1 mm festgelegt.

[0110] Als nächstes wurde der Umfang des verbundenen Wabensegmentkörpers geschliffen und bearbeitet, so dass seine äußere Form eine runde säulenförmige Form mit einem Durchmesser von 220 mm war. Nach der Schleifbearbeitung wurde die bearbeitete Oberfläche des verbundenen Körpers mit einem Umfangsbeschichtungsmaterial derselben Zusammensetzung wie bei dem Bindematerial mit einer Dicke von 1 mm beschichtet und zum Härten bei 700°C für 2 Stunden unter Bildung einer Umfangsdeckschicht getrocknet, wodurch die Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 7 erhalten wurde.

[Tabelle 1]

	erstes Wabensegment			zweites Wabensegment			Anordnung der Wabensegmente	Dicke des Bindematerials (mm)
	Form	Krümmungswert der konkaven Seitenfläche (mm)	Krümmungswert der konvexen Seitenfläche (mm)	Form	Krümmungswert der konkaven Seitenfläche (mm)	Krümmungswert der konvexen Seitenfläche (mm)		
Beispiel 1	Fig. 2	1,0	-	Fig. 3	-	1,0	Fig. 17	1,0
Beispiel 2	Fig. 2	0,2	-	Fig. 3	-	0,2	Fig. 17	0,5
Beispiel 3	Fig. 2	0,3	-	Fig. 3	-	0,3	Fig. 17	0,5
Beispiel 4	Fig. 2	0,5	-	Fig. 3	-	0,5	Fig. 17	0,5
Beispiel 5	Fig. 2	1,5	-	Fig. 3	-	1,5	Fig. 17	1,0
Beispiel 6	Fig. 2	2,0	-	Fig. 3	-	2,0	Fig. 17	1,0
Beispiel 7	Fig. 2	2,5	-	Fig. 3	-	2,5	Fig. 17	1,0
Beispiel 8	Fig. 2	3,0	-	Fig. 3	-	3,0	Fig. 17	1,0
Beispiel 9	Fig. 2	3,5	-	Fig. 3	-	3,5	Fig. 17	1,0
Beispiel 10	Fig. 2	0,2	-	Fig. 3	-	0,2	Fig. 18	0,5
Beispiel 11	Fig. 2	2,0	-	Fig. 3	-	2,0	Fig. 18	1,0
Beispiel 12	Fig. 2	0,5	-	Fig. 3	-	0,5	Fig. 19	0,5
Beispiel 13	Fig. 2	3,5	-	Fig. 3	-	3,5	Fig. 19	1,0
Beispiel 14	Fig. 4	1,0	-	Fig. 5	-	1,0	Fig. 20	2,0
Beispiel 15	Fig. 4	0,2	-	Fig. 5	-	0,2	Fig. 20	0,5
Beispiel 16	Fig. 4	0,3	-	Fig. 5	-	0,3	Fig. 20	0,7
Beispiel 17	Fig. 4	0,5	-	Fig. 5	-	0,5	Fig. 20	1,2

Beispiel 18	Fig. 4	1,5	-	Fig. 5	-	1,5	Fig. 20	3,2
Beispiel 19	Fig. 4	2,0	-	Fig. 5	-	2,0	Fig. 20	4,2
Beispiel 20	Fig. 4	2,5	-	Fig. 5	-	2,5	Fig. 20	5,1
Beispiel 21	Fig. 4	3,0	-	Fig. 5	-	3,0	Fig. 20	6,1
Beispiel 22	Fig. 4	3,5	-	Fig. 5	-	3,5	Fig. 20	7,2
Beispiel 23	Fig. 4	1,5	-	Fig. 5	-	1,5	Fig. 20	1,0
Beispiel 24	Fig. 4	2,0	-	Fig. 5	-	2,0	Fig. 20	1,0
Beispiel 25	Fig. 4	2,5	-	Fig. 5	-	2,5	Fig. 20	1,0
Beispiel 26	Fig. 4	3,0	-	Fig. 5	-	3,0	Fig. 20	1,0
Beispiel 27	Fig. 4	3,5	-	Fig. 5	-	3,5	Fig. 20	1,0

[Tabelle 2]

	Mischkrümmungs-Wabensegment			Anordnung der Wabensegmente	Dicke des Bindematerials (mm)	Zeldichte in beiden Endflächen des Mischkrümmungs-Wabensegments und dessen Mitte in Längsrichtung (Zellen/cm ²)
	Form	Krümmungswert der konkaven Seitenfläche (mm)	Krümmungswert der konvexen Seitenfläche (mm)			
Beispiel 28	Fig. 6	1,0	1,0	Fig. 21	1,0	45
Beispiel 29	Fig. 6	0,2	0,2	Fig. 21	0,5	46,6
Beispiel 30	Fig. 6	0,3	0,3	Fig. 21	0,5	46,4
Beispiel 31	Fig. 6	0,5	0,5	Fig. 21	0,5	46
Beispiel 32	Fig. 6	1,5	1,5	Fig. 21	1,0	44,1
Beispiel 33	Fig. 6	2,0	2,0	Fig. 21	1,0	43,2
Beispiel 34	Fig. 6	2,5	2,5	Fig. 21	1,0	42,3
Beispiel 35	Fig. 6	3,0	3,0	Fig. 21	1,0	41,5
Beispiel 36	Fig. 6	3,5	3,5	Fig. 21	1,0	40,7

[Tabelle 3]

	Wabensegment			Anordnung der Wabensegmente	Dicke des Bindematerials (mm)
	Form	Krümmungswert der konkaven Seitenfläche (mm)	Krümmungswert der konvexen Seitenfläche (mm)		
Vergleichsbeispiel 1	-	0	0	-	1,0
Vergleichsbeispiel 2	Fig. 2	2,0	-	-	1,0 (dünner Abschnitt)
Vergleichsbeispiel 3	Fig. 3	-	2,0	-	1,0 (dünner Abschnitt)
Vergleichsbeispiel 4	Fig. 4	0,5	-	-	1,0 (dünner Abschnitt)
Vergleichsbeispiel 5	Fig. 4	2,0	-	-	1,0 (dünner Abschnitt)

Vergleichsbeispiel 6	Fig. 5	-	1,0	-	1,0 (dünner Abschnitt)
Vergleichsbeispiel 7	Fig. 5	-	2,0	-	1,0 (dünner Abschnitt)

(Bewertung)

[0111] Was die Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 36 und Vergleichsbeispiele 1 bis 7 anbelangt, wurde ein Wärmevibrationstest zur Bewertung der Vibrationsbeständigkeit mittels des nachstehend genannten Verfahrens durchgeführt. Ferner wurden, was die Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 36 und Vergleichsbeispiel 1 anbelangt, eine Elektroofen-Temperaturwechselbeständigkeitsprüfung zur Bewertung der Wärmeschockbeständigkeit, eine Bewertung der PM-Auffangleistung und eine Messung des Druckabfalls zur Bewertung des Einflusses auf die Motorleistung oder dergleichen durch die nachstehend genannten Verfahren durchgeführt.

[Wärmevibrationstest]

[0112] Eine nicht-thermisch ausdehnbare Keramik-Matte wurde um den Umfang jeder Wabenstruktur gewickelt, und die Wabenstruktur wurde in ein Ummantelungselement aus Edelstahl (SUS430) gedrückt und in diesem Ummantelungselement ummantelt. Die auf diese Weise in dem Ummantelungselement ummantelte Wabenstruktur wurde auf einer Vorrichtung für den Wärmevibrationstest platziert, so dass die Längsrichtung der Wabenstruktur eine Aufwärts-abwärts-Richtung war, und der Wärmevibrationstest wurde durchgeführt. Als Testbedingungen wurde die Gasttemperatur in einer Endfläche der Wabenstruktur auf einer stromaufwärtigen Seite auf 950°C eingestellt, die Vibrationsrichtung wurde auf die Aufwärts-abwärts-Richtung eingestellt, die Vibrationsbeschleunigung wurde auf 40 G eingestellt und die Vibrationsfrequenz wurde auf 200 Hz eingestellt, und Vibration wurde an die Wabenstruktur kontinuierlich für 200 Stunden angelegt, während ein Propanbrenngas in die Wabenstruktur bei einer Fließgeschwindigkeit von 12 Nm³/Minute strömte. Die Bewertungskriterien für diesen Test lauten wie folgt.

- A: Nach dem Wärmevibrationstest war, wenn die Wabenstruktur in dem Ummantelungselement ummantelt ist, bei keinem der Wabensegmente eine Bewegung (Verschiebung) von 0,1 mm oder mehr zu erkennen, und es gab keinerlei sich bewegende Wabensegmente, selbst wenn jedes Wabensegment mit einer Kraft von 5 kg in der Längsrichtung der Wabenstruktur gedrückt wurde.
- B: Nach dem Wärmevibrationstest war, wenn die Wabenstruktur in dem Ummantelungselement ummantelt ist, bei keinem der Wabensegmente eine Bewegung (Verschiebung) von 0,1 mm oder mehr zu erkennen, wenn jedoch jedes Wabensegment mit einer Kraft von 5 kg in der Längsrichtung der Wabenstruktur gedrückt wurde, bewegte sich das Wabensegment.
- C: Nach dem Wärmevibrationstest war, wenn die Wabenstruktur in dem Ummantelungselement ummantelt ist, bei zumindest einem Wabensegment eine Bewegung (Verschiebung) von 0,1 mm oder mehr und weniger als 0,5 mm erkennbar.
- D: Nach dem Wärmevibrationstest war, wenn die Wabenstruktur in dem Ummantelungselement ummantelt ist, bei zumindest einem Wabensegment eine Bewegung (Verschiebung) von 0,5 mm oder mehr erkennbar.

[0113] Es versteht sich, dass bei der Bewertung dieses Wärmevibrationstests bei der mit „A“ bewerteten Wabenstruktur die Bewegung der Wabensegmente aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck außergewöhnlich effektiv inhibiert werden kann und die Wabenstruktur bei ihrer üblichen Verwendung als Filter keinerlei Probleme mit sich bringt. Die mit „B“ bewertete Wabenstruktur ist etwas schlechter als die mit „A“ bewertete Wabenstruktur, bringt jedoch bei ihrer üblichen Verwendung als Filter keinerlei Probleme mit sich. Die mit „C“ bewertete Wabenstruktur ist als Filter nur begrenzt einsetzbar. Andererseits kann bei der mit „D“ bewerteten Wabenstruktur die Bewegung des Wabensegments aufgrund von Vibration oder Auspuffdruck nicht ausreichend inhibiert werden, und es besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass bei der üblichen Verwendung der Wabenstruktur als Filter Probleme auftreten.

[0114] Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse dieses Wärmevibrationstests. Das heißt, die Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 36 wurden mit „A“ bis „C“ bewertet, wohingegen jede der Wabenstrukturen der Vergleichsbeispiele 1 bis 7 mit „D“ bewertet wurde.

[Elektroofen-Temperaturwechselbeständigkeitsprüfung]

[0115] Eine Bewertung der Wärmeschockbeständigkeit durch eine Elektroofen-Temperaturwechselbeständigkeitsprüfung wurde auf der Basis eines Verfahrens, festgelegt in den JASO-Standards M505-87 als Automobilstandards, herausgegeben von der Society of Automotive Engineers of Japan, durchgeführt. Speziell wurde die Wabenstruktur bei Raumtemperatur in einem Elektroofen angeordnet, der bei einer Temperatur gehalten wurde, die um eine vorbestimmte Temperatur höher als Raumtemperatur war und für 20 Minuten gehalten wurde, und die Wabenstruktur wurde auf einen feuerfesten Stein herausgenommen, im natürlichen Zustand für 15 Minuten oder mehr stehen gelassen und abgekühlt, bis die Temperatur Raumtemperatur erreichte, und dann wurde überprüft, ob Schäden wie Risse erzeugt worden waren oder nicht. Dieser Vorgang wurde solange wiederholt, bis Schäden wie Risse in der Wabenstruktur erzeugt wurden. Außerdem wurde die Temperatur in dem Elektroofen bei jeder Wiederholung des obigen Vorgangs um je 25°C angehoben. Die Temperatur in dem Elektroofen wurde bei dem Vorgang, der dem Vorgang, in dem bestätigt wurde, dass Schäden wie Risse in der Wabenstruktur erzeugt wurden, vorausging, als eine sichere Temperatur der Wabenstruktur definiert. In einem Fall, wo diese sichere Temperatur im Vergleich zu der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1, die eine Struktur aufweist, die zu der bisher in einem gewöhnlichen PM-Auffangfilter verwendeten Wabenstruktur äquivalent ist, offensichtlich hoch ist, besteht die Möglichkeit, dass die Schäden aufgrund unzureichender Wärmeschockbeständigkeit erzeugt werden, wenn die Wabenstruktur in ein Abgassystem eines Motors eingebaut wird. Der Test wurde in Bezug auf drei Proben in sowohl Vergleichsbeispiel 1 als auch den Beispielen 1 bis 36 durchgeführt.

[0116] Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse dieser Elektroofen-Temperaturwechselbeständigkeitsprüfung. Das heißt, zwischen der sicheren Temperatur der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1 und der sicheren Temperatur der Wabenstruktur der Beispiele 1 bis 36 waren keine signifikanten Unterschiede erkennbar.

[PM-Auffangleistung]

[0117] Die Wabenstruktur wurde an dem Abgassystem eines Fahrzeugs befestigt, an dem ein Vier-Zylinder-Dieselmotor mit einem Hubraum von 2 l montiert war. Ferner wurde, wenn dieses Fahrzeug in einem NEDC-Modus (Neuer Europäischer Fahrzyklus) fuhr, die Anzahl an auszustoßenden PM-Partikeln (Partikel/km) auf der Auslassseite der Wabenstruktur gemessen. In einem Fall, wo diese Anzahl an auszustoßenden PM-Partikeln im Vergleich zu der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1, die eine Struktur aufweist, die zu der bisher in einem gewöhnlichen PM-Auffangfilter verwendeten Wabenstruktur äquivalent ist, offensichtlich hoch ist, besteht die Möglichkeit, dass bei der Verwendung als PM-Auffangfilter ein Problem auftritt. Die Bewertung wurde in Bezug auf drei Proben in sowohl Vergleichsbeispiel 1 als auch den Beispielen 1 bis 36 durchgeführt.

[0118] Tabelle 4 zeigt die Bewertungsergebnisse dieser PM-Auffangleistung. Das heißt, zwischen der Anzahl an aus der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1 auszustoßenden PM-Partikeln und der Anzahl an aus der Wabenstruktur der Beispiele 1 bis 36 auszustoßenden PM-Partikeln waren keine signifikanten Unterschiede erkennbar.

[Druckabfall]

[0119] Wurde Luft bei Raumtemperatur (25°C) durch die Wabenstruktur bei einer Fließgeschwindigkeit von 12 m³/Minute geleitet, wurden die Drücke auf der Einlassseite (einer stromaufwärtigen Seite) und der Auslassseite (einer stromabwärtigen Seite) der Wabenstruktur gemessen, und der Unterschied zwischen den Drücken wurde berechnet, wodurch der Druckabfall erhalten wurde. In einem Fall, wo dieser Druckabfall im Vergleich zu der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1, die eine Struktur aufweist, die zu der bisher in einem gewöhnlichen PM-Auffangfilter verwendeten Wabenstruktur äquivalent ist, offensichtlich hoch ist, besteht die Möglichkeit, dass das Problem der Verringerung der Motorleistung oder dergleichen auftritt, wenn die Wabenstruktur in das Abgassystem des Motors eingebaut wird. Die Bewertungskriterien für diesen Test lauten wie folgt.

- A: Wenn der Druckabfall der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1 als eine Bezugsgröße 100% beträgt, beträgt der Druckabfall der Wabenstruktur eines Bewertungsgegenstandes 102% oder weniger.
- B: Wenn der Druckabfall der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1 als die Bezugsgröße 100% beträgt, beträgt der Druckabfall der Wabenstruktur des Bewertungsgegenstandes mehr als 102% und 105% oder weniger.

- C: Wenn der Druckabfall der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1 als die Bezugsgröße 100% beträgt, beträgt der Druckabfall der Wabenstruktur des Bewertungsgegenstandes mehr als 105% und 110% oder weniger.
- D: Wenn der Druckabfall der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1 als die Bezugsgröße 100% beträgt, beträgt der Druckabfall der Wabenstruktur des Bewertungsgegenstandes mehr als 110%.

[0120] Es versteht sich, dass bei der Bewertung des Druckabfalls im Falle der Bewertung mit „A“ der Einfluss auf die Motorleistung ignoriert werden kann, und es kann davon ausgegangen werden, dass die Wabenstruktur besonders geeignet ist. Im Falle der Bewertung mit „B“ liegt der Einfluss auf die Motorleistung bei einem Niveau, bei dem keine praktischen Probleme auftreten, und es kann davon ausgegangen werden, dass die Wabenstruktur geeignet ist. Im Falle der Bewertung mit „C“ liegt der Einfluss auf die Motorleistung bei einem Niveau, bei dem kein großes praktisches Problem auftritt, und es kann davon ausgegangen werden, dass die Wabenstruktur geeignet ist. Im Falle der Bewertung mit „D“ wird die Motorleistung beeinflusst, und es kann davon ausgegangen werden, dass die Wabenstruktur schadhaft ist.

[0121] Tabelle 4 zeigt die Bewertungsergebnisse des Druckabfalls. Das heißt, die Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 36 wurden mit „A“ bis „C“ bewertet, und es wurden keine Wabenstrukturen mit „D“ bewertet.

[Allgemeine Bewertung]

[0122] Ausgehend von den oben genannten Ergebnissen zu den Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 36 und Vergleichsbeispiele 1 bis 7 wurden allgemeine Bewertungen durchgeführt. Die Kriterien der allgemeinen Bewertung lauten wie folgt.

- A: Selbst bei schwierigen Nutzungsbedingungen gibt es keinerlei Probleme in Bezug auf die Leistung, und die Wabenstruktur ist gut geeignet.
- B: Die Wabenstruktur weist keinerlei praktische Probleme auf und hat eine geeignete Leistung.
- C: Es gab keine großen praktischen Probleme, und bei der üblichen Verwendung treten keinerlei Probleme auf.
- D: Es gibt Probleme in Bezug auf die Leistung.

[0123] Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der allgemeinen Bewertung. Das heißt, die Wabenstrukturen der Beispiele 1 bis 36 wurden mit „A“ bis „C“ bewertet, und alle Wabenstrukturen zeigten Leistungen, bei denen es keinerlei praktische Probleme gab. Außerdem wurde in den Wabenstrukturen der Beispiele 18 und 19 die Dicke des Bindematerials erhöht, so dass der Kantenabschnitt des Wabensegments nicht störte, der Kantenabschnitt des Wabensegments wurde daher C-abgeschrägt, um das Stören des Kantenabschnitts des Wabensegments zu eliminieren, und der Druckabfall war leicht erhöht, hatte jedoch ein Niveau, bei dem keinerlei praktische Probleme auftraten, im Vergleich zu den Wabenstrukturen der Beispiele 23 und 24, bei denen die Dicke jedes Bindungsabschnitts 1 mm betrug. In der Wabenstruktur von Vergleichsbeispiel 1, bei der die Wabensegmente angeordnet waren, die jeweils vier Seitenflächen aufweisen, die alle planar waren, und den Wabenstrukturen der Vergleichsbeispiele 2 bis 7, bei denen die Wabensegmente so angeordnet waren, dass die konkaven Seitenflächen oder die konvexen Seitenflächen einander zugewandt sind, wurden in dem Wärmevibrationstest keine guten Ergebnisse erhalten, weshalb angenommen wurde, dass die Verwendung dieser Wabenstrukturen schwierig war, und die allgemeine Bewertung war „D“.

[Tabelle 4]

	Wärmevi- brations- test	Elektroofen-Temperatur- wechselbeständigkeits- prüfung	PM-Auffangleistung	Druckab- fall	Allgemeine Bewertung
Beispiel 1	A	kein signifikanter Unter- schied zu Vergleichsbei- spiel 1	kein signifikanter Unter- schied zu Vergleichsbei- spiel 1	A	A
Beispiel 2	C	kein signifikanter Unter- schied zu Vergleichsbei- spiel 1	kein signifikanter Unter- schied zu Vergleichsbei- spiel 1	A	C

Beispiel 3	B	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	B
Beispiel 4	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	A
Beispiel 5	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	A
Beispiel 6	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	A
Beispiel 7	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	B	B
Beispiel 8	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	B	B
Beispiel 9	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	C	C
Beispiel 10	C	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	C
Beispiel 11	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	A
Beispiel 12	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	A
Beispiel 13	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	C	C
Beispiel 14	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	A
Beispiel 15	C	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	C
Beispiel 16	B	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	B
Beispiel 17	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	A	A
Beispiel 18	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	B	B
Beispiel 19	A	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	kein signifikanter Unterschied zu Vergleichsbeispiel 1	B	B

Ver-gleichsbei-spiel 1	D	-	-	-	D
Ver-gleichsbei-spiel 2	D	nicht bewertet	nicht bewertet	nicht be-wertet	D
Ver-gleichsbei-spiel 3	D	nicht bewertet	nicht bewertet	nicht be-wertet	D
Ver-gleichsbei-spiel 4	D	nicht bewertet	nicht bewertet	nicht be-wertet	D
Ver-gleichsbei-spiel 5	D	nicht bewertet	nicht bewertet	nicht be-wertet	D
Ver-gleichsbei-spiel 6	D	nicht bewertet	nicht bewertet	nicht be-wertet	D
Ver-gleichsbei-spiel 7	D	nicht bewertet	nicht bewertet	nicht be-wertet	D

[0124] Die vorliegende Erfindung kann geeigneterweise in einem Filter zum Auffangen von Feststoffteilchen, die im Abgas eines Dieselmotors oder eines Benzinmotors enthalten sind, einem Katalysatorträger, auf den ein Katalysator zum Reinigen des Abgases geladen ist, oder dergleichen verwendet werden.

Beschreibung der Bezugszeichen

1: Wabenstruktur, 2: Wabensegment, 2a: erstes Wabensegment, 2b: zweites Wabensegment, 2c: Mischkrümmungs-Wabensegment, 3: Einlassendfläche, 4: Auslassendfläche, 5a bis 5d: Seitenfläche, 6: konkave Seitenfläche, 7: konvexe Seitenfläche, 10: Zelle, 10a: vorbestimmte Zelle, 10b: verbleibende Zelle, 11: Trennwand, 12: Bindematerial, 13: Umfangsdeckschicht, 14: Verschlussabschnitt, 15: ebene Platte, 16: Wabenformkörper, 17: Seitenfläche, 18: Platte, 19: konvexe Oberfläche und 20: Walze.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2015-052496 [0001]
- WO 2005/047210 [0011]
- WO 2006/126507 [0011]
- WO 2008/096502 [0011]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- JASO-Standards M505-87 als Automobilstandards, herausgegeben von der Society of Automotive Engineers of Japan [0115]

Patentansprüche

1. Wabenstruktur, umfassend mehrere Wabensegmente, die jeweils poröse Trennwände, die mehrere Zellen definieren, die von einer Einlassendfläche, welche eine Einlassseite für ein Fluid wird, zu einer Auslassendfläche, welche eine Auslassseite für das Fluid wird, verlaufen, und eine Außenumfangsfläche, welche die Einlassendfläche mit der Auslassendfläche verbindet, aufweisen, wobei die mehreren Wabensegmente integral über ein Bindematerial verbunden sind,

wobei die mehreren Wabensegmente mehrere erste Wabensegmente und mehrere zweite Wabensegmente umfassen,

in dem ersten Wabensegment die Einlassendfläche und die Auslassendfläche viereckig sind und zumindest ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen der Außenumfangsfläche einander zugewandt ist, konkave Seitenflächen sind, die in einer Längsrichtung des ersten Wabensegments in einen konkaven Zustand gebogen sind,

in dem zweiten Wabensegment die Einlassendfläche und die Auslassendfläche viereckig sind und zumindest ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen der Außenumfangsfläche einander zugewandt ist, konvexe Seitenflächen sind, die in einer Längsrichtung des zweiten Wabensegments in einen konvexen Zustand gebogen sind,

die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd angeordnet sind, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zumindest einer Richtung vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind, und

sich die Form der Zellen von zumindest Teilen der mehreren Zellen in einem Querschnitt des Wabensegments, der vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments ist, in der Längsrichtung des Wabensegments verändert.

2. Wabenstruktur nach Anspruch 1, wobei alle beiden Paare der Seitenflächen der ersten Wabensegmente die konkaven Seitenflächen sind, die in den konkaven Zustand gebogen sind, alle beiden Paare der Seitenflächen der zweiten Wabensegmente die konvexen Seitenflächen sind, die in den konvexen Zustand gebogen sind, und die ersten Wabensegmente und die zweiten Wabensegmente abwechselnd angeordnet sind, so dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind.

3. Wabenstruktur, umfassend mehrere Wabensegmente, die jeweils poröse Trennwände, die mehrere Zellen definieren, die von einer Einlassendfläche, welche eine Einlassseite für ein Fluid wird, zu einer Auslassendfläche, welche eine Auslassseite für das Fluid wird, verlaufen, und eine Außenumfangsfläche, welche die Einlassendfläche mit der Auslassendfläche verbindet, aufweisen, wobei die mehreren Wabensegmente integral über ein Bindematerial verbunden sind,

wobei die mehreren Wabensegmente mehrere Mischkrümmungs-Wabensegmente umfassen,

wobei in jedem davon die Einlassendfläche und die Auslassendfläche viereckig sind, ein Paar von Seitenflächen bei zwei Paaren von Seitenflächen, bei denen jedes Paar von Seitenflächen der Außenumfangsfläche einander zugewandt ist, konkave Seitenflächen sind, die in einer Längsrichtung des Wabensegments in einen konkaven Zustand gebogen sind, und das andere Paar der Seitenflächen konvexe Seitenflächen sind, die in der Längsrichtung des Wabensegments in einen konvexen Zustand gebogen sind,

die mehreren Mischkrümmungs-Wabensegmente so angeordnet sind, dass die konkaven Seitenflächen den konvexen Seitenflächen in zwei Richtungen vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments zugewandt sind, und

sich die Form der Zellen von zumindest Teilen der mehreren Zellen in einem Querschnitt des Wabensegments, der vertikal zur Längsrichtung des Wabensegments ist, in der Längsrichtung des Wabensegments verändert.

4. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Krümmungswert sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche 0,2 bis 3,5 mm beträgt.

5. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Wabensegmente Verschlussabschnitte aufweisen, die offene Enden der vorbestimmten Zellen auf der Seite der Einlassendfläche und offene Enden der verbleibenden Zellen auf der Seite der Auslassendfläche verschließen.

6. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei eine Katalysatorkomponente auf die Trennwände geladen ist.

7. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die mehreren Wabensegmente integral über das Bindematerial verbunden sind und dann einer Umfangsschleifbearbeitung zur Bildung einer Umfangsdeckschicht auf der bearbeiteten Oberfläche unterzogen werden.

8. Wabenstruktur nach Anspruch 2, wobei zumindest ein Teil eines Kantenabschnitts, bei dem sich zwei benachbarte konkave Seitenflächen der ersten Wabensegmente schneiden, und zumindest ein Teil eines Kantenabschnitts, bei dem sich zwei benachbarte konvexe Seitenflächen der zweiten Wabensegmente schneiden, abgeschrägt sind.

9. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Dicke des Bindematerials zwischen den Seitenflächen der benachbarten Wabensegmente einheitlich ist.

10. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Dicke des Bindematerials das Zweifache oder mehr des Krümmungswertes sowohl der konkaven Seitenfläche als auch der konvexen Seitenfläche beträgt.

11. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Querschnitt des Wabensegments vertikal zur Zellenverlaufsrichtung eine derartige Größe hat, dass er einen Kreis mit einem Durchmesser von 30 mm enthalten kann.

12. Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Querschnitt der Wabenstruktur vertikal zur Zellenverlaufsrichtung eine derartige Größe hat, dass er einen Kreis mit einem Durchmesser von 200 mm enthalten kann.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

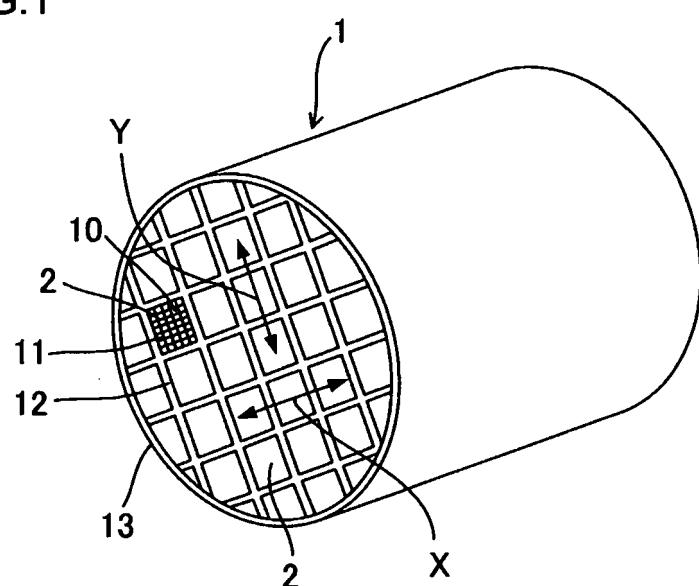
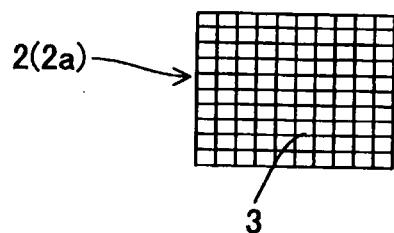
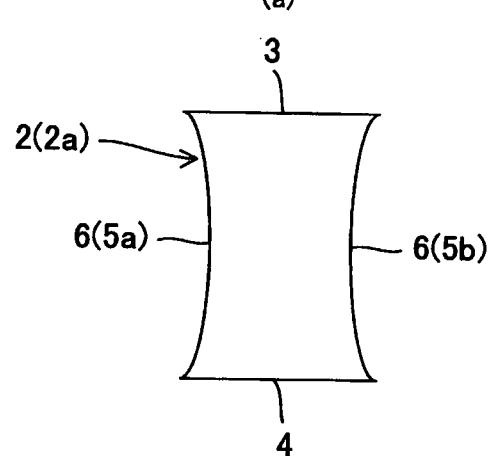


FIG.2

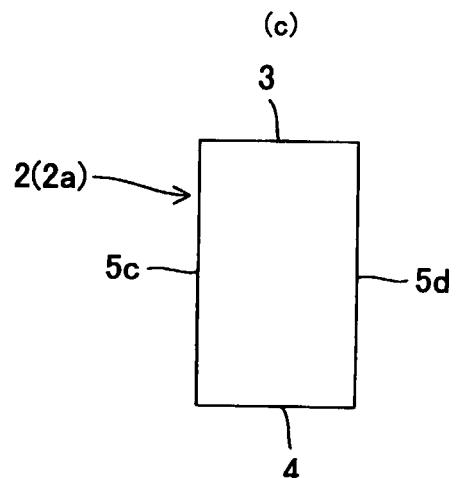
(b)



(a)



(c)



(d)

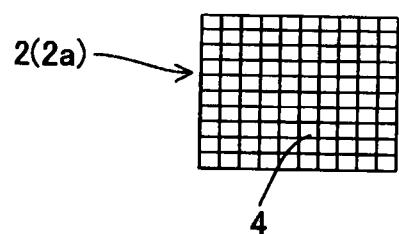


FIG.3

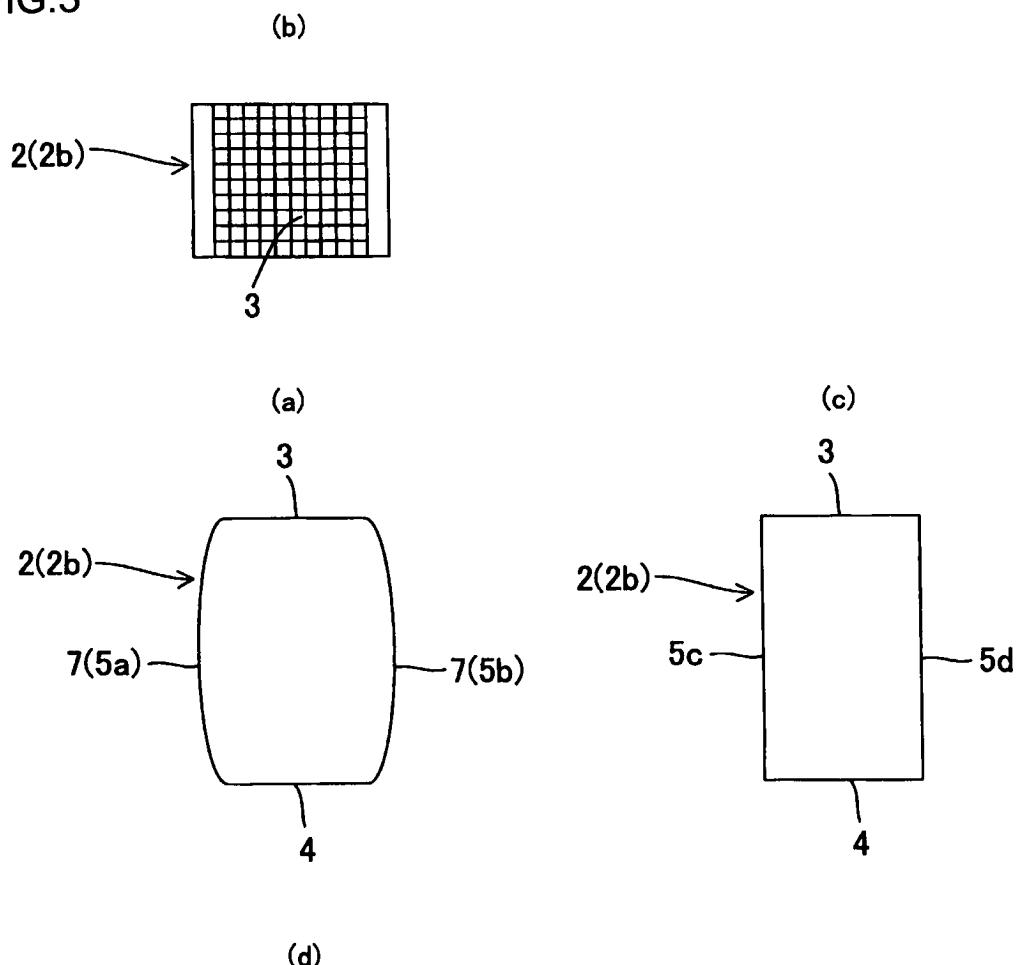


FIG.4

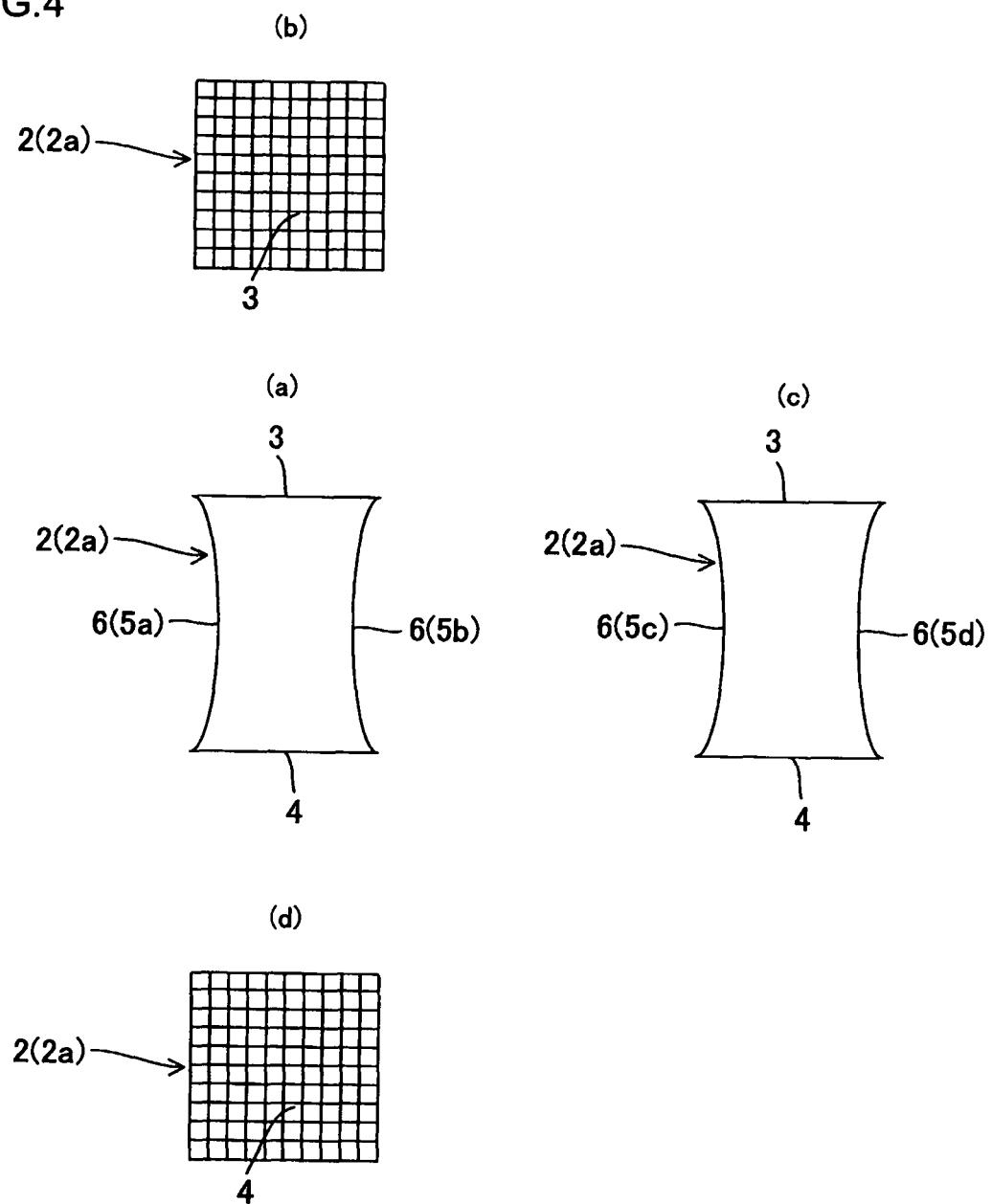
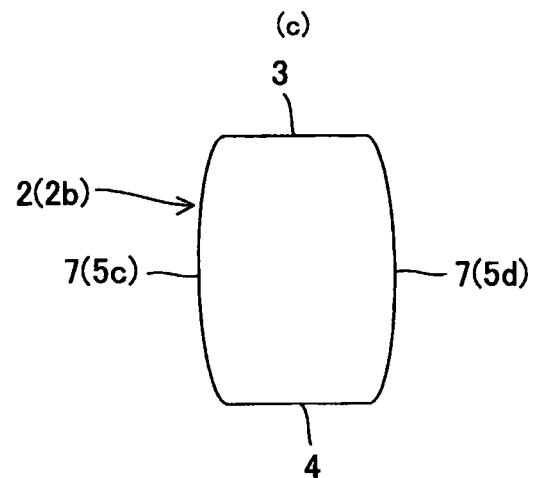
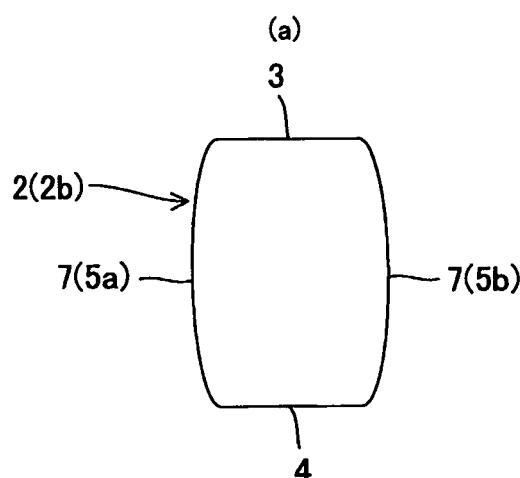
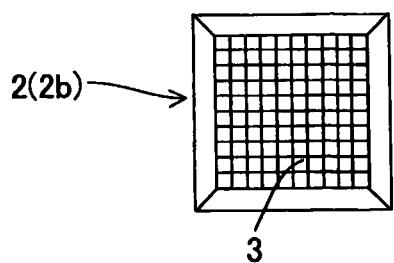


FIG.5

(b)



(d)

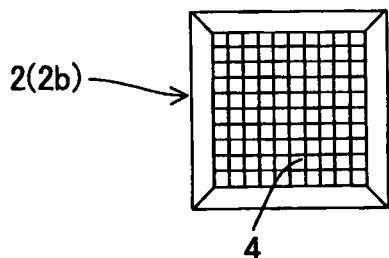


FIG.6

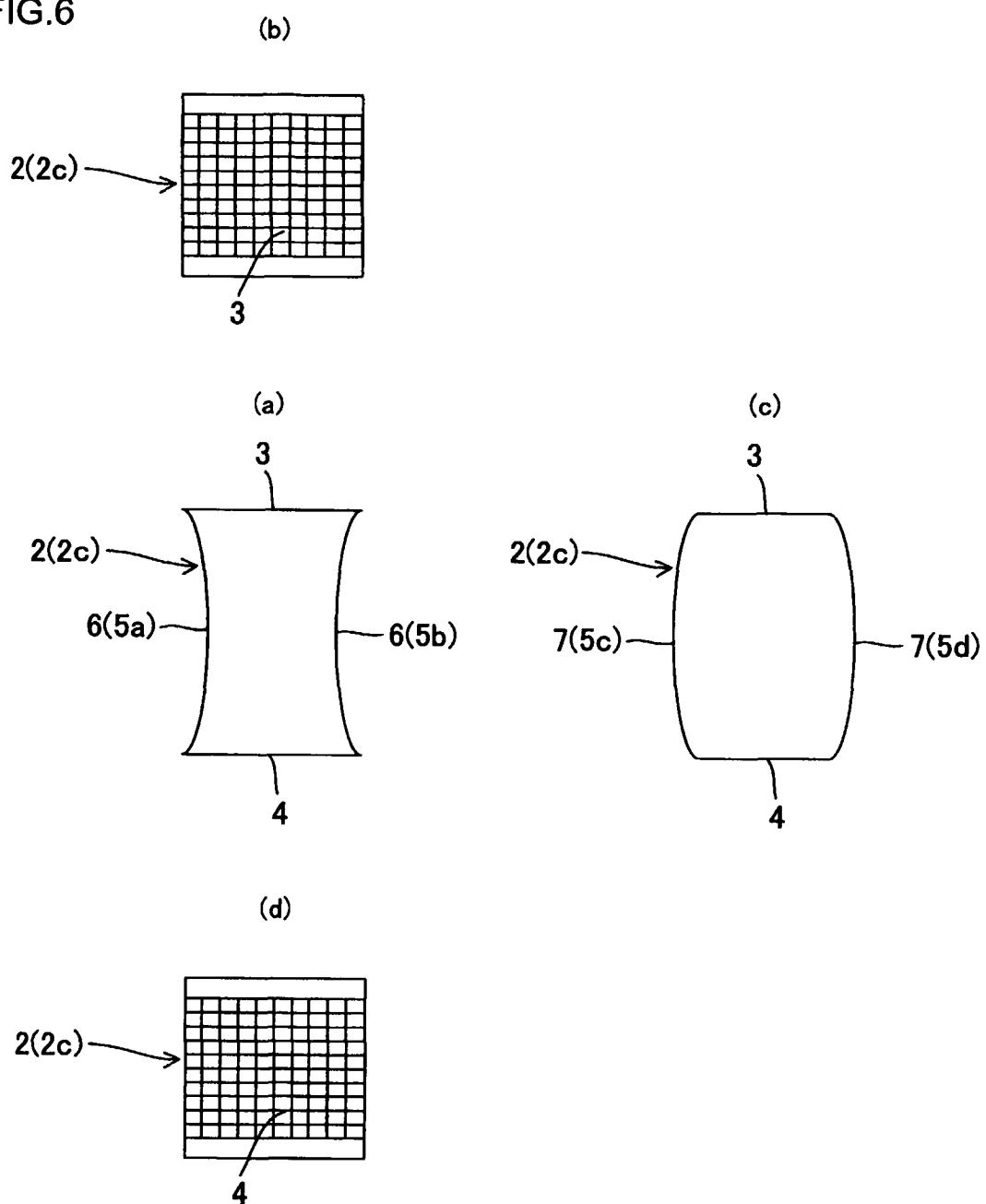


FIG.7

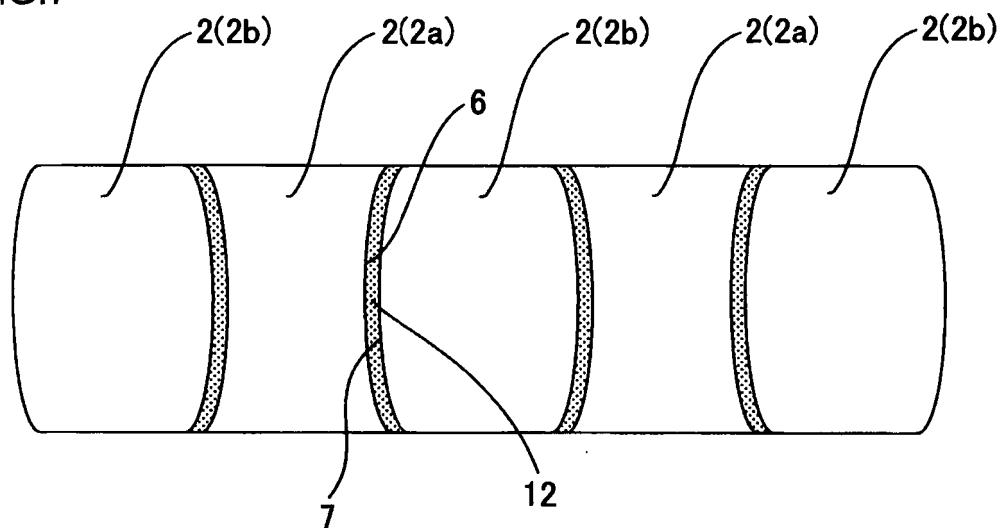


FIG.8

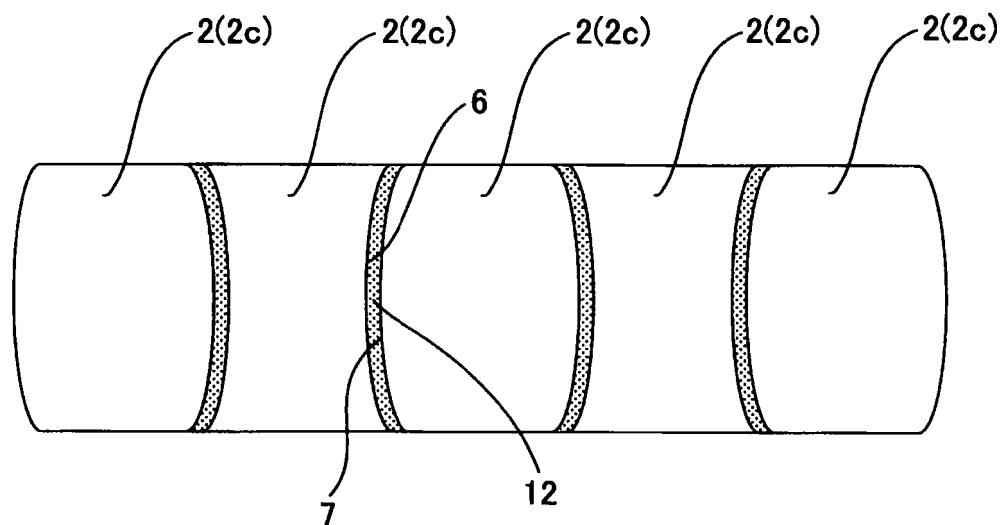


FIG.9

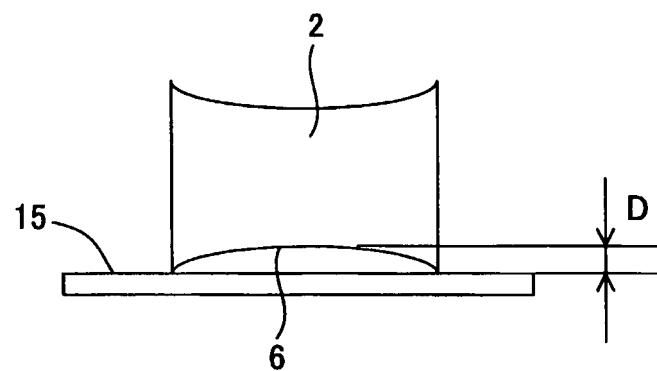


FIG.10

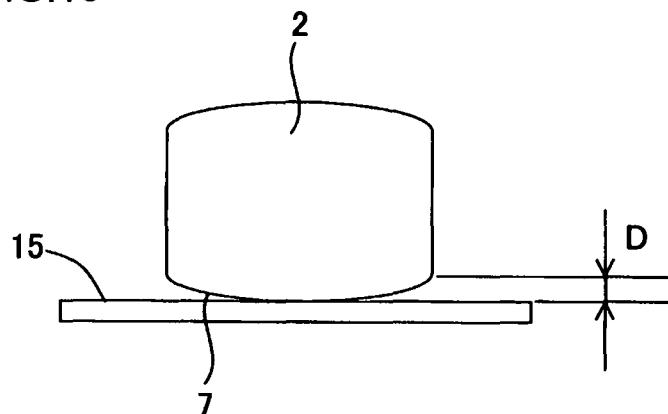


FIG.11

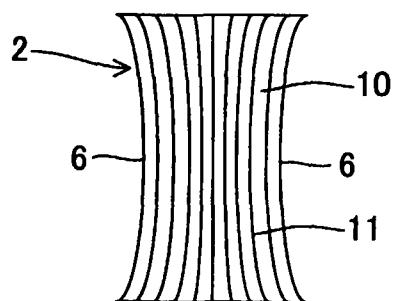


FIG.12

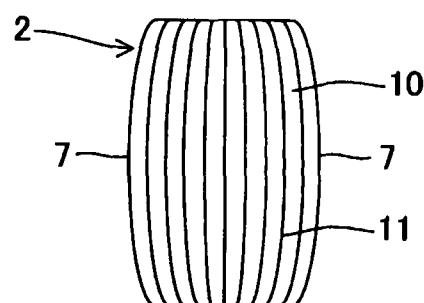


FIG.13

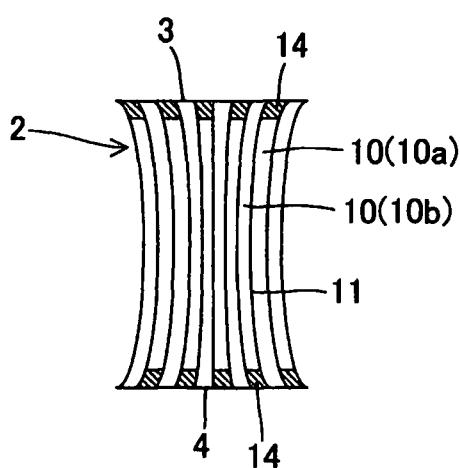


FIG.14

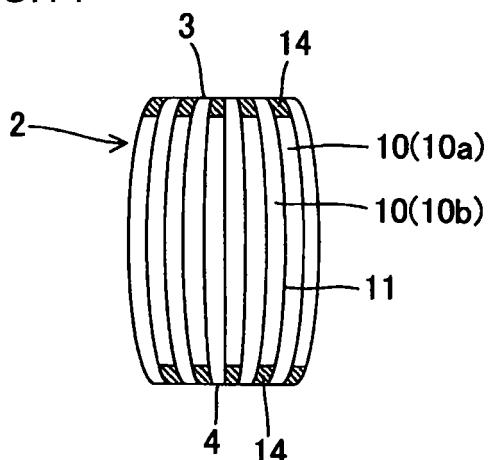


FIG.15

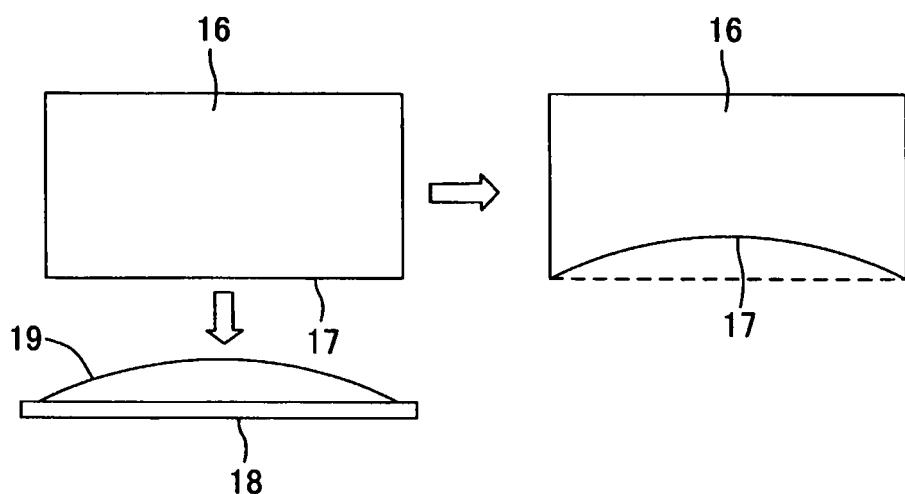


FIG.16

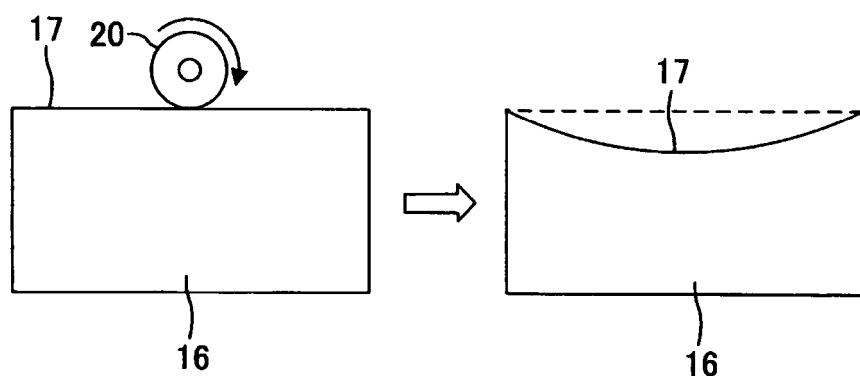


FIG.17

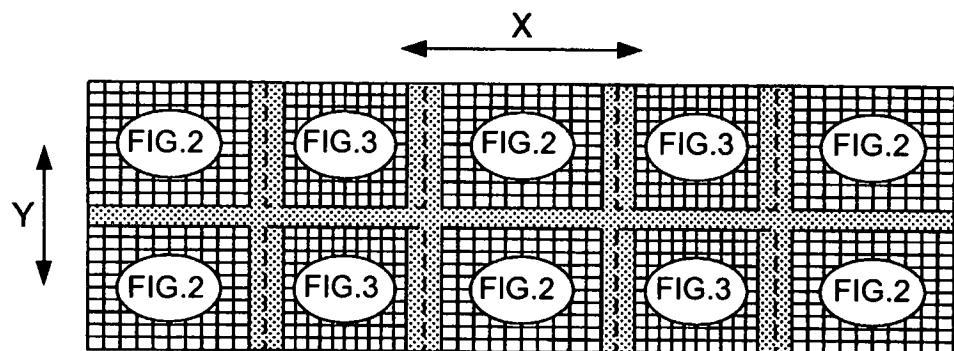


FIG.18

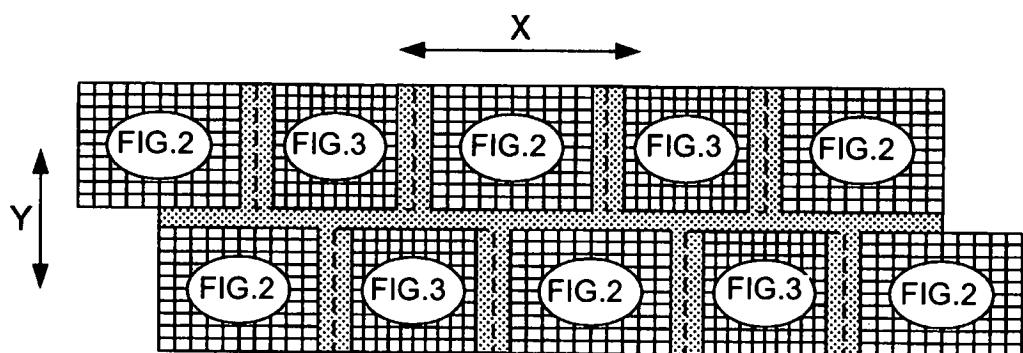


FIG.19

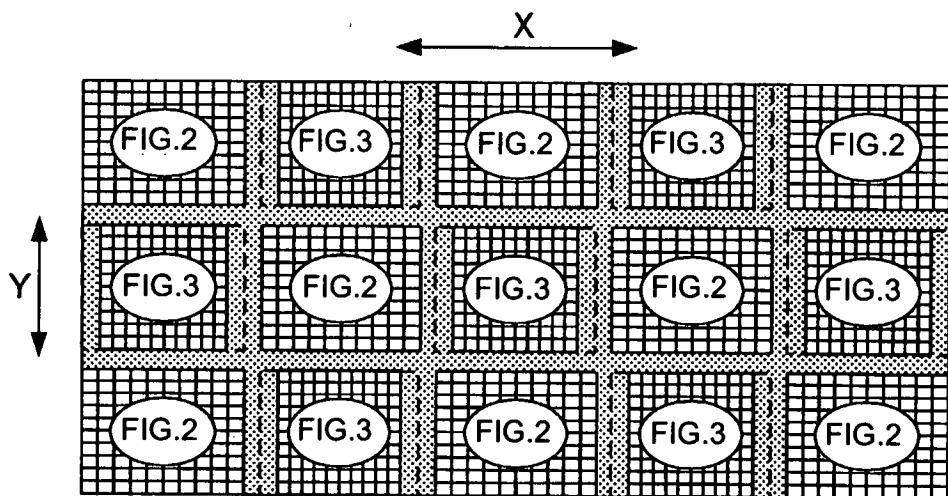


FIG.20

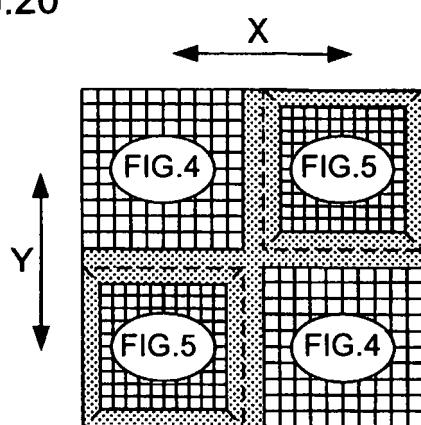


FIG.21

