



(10) **DE 11 2005 000 172 B4** 2013.07.25

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2005 000 172.5**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2005/000112**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/068396**  
(86) PCT-Anmeldetag: **07.01.2005**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.07.2005**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **04.01.2007**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **25.07.2013**

(51) Int Cl.: **C04B 35/64 (2006.01)**

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

(30) Unionspriorität:  
**2004-005596**                      **13.01.2004**    **JP**

(73) Patentinhaber:  
**NGK INSULATORS, LTD., Aichi, JP**

(74) Vertreter:  
**Lederer & Keller, 80538, München, DE**

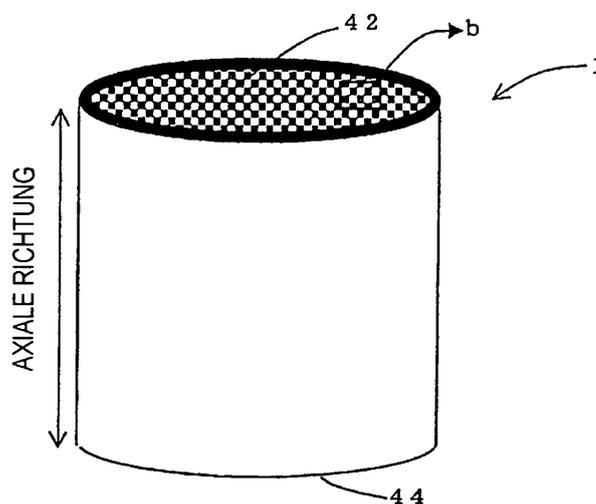
(72) Erfinder:  
**Suenobu, Hiroyuki, Aichi, JP; Noguchi, Yasushi,  
Aichi, JP; Nakamura, Tomoo, Aichi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE**        **691 06 866**    **T2**  
**DE**        **692 06 743**    **T2**

(54) Bezeichnung: **Wabenstruktur und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung einer Cordierit-Wabenstruktur, welches den Schritt des Brennens eines geformten Wabenkörpers umfasst, wobei der Schritt die Steuerung einer Temperatur-Anstiegsrate von 1200°C bis 1250°C auf 40°C/h oder mehr, von 1250°C bis 1300°C auf 2°C/h bis niedriger als 40°C/h und von 1300°C bis 1400°C/ha auf 40°C/h oder mehr einschließt.



**Beschreibung**

## Technischer Bereich

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Wabenstruktur und ein Verfahren zur Herstellung der Wabenstruktur. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Wabenstruktur, die dazu fähig ist, besonders als Filter oder Katalysatorträger verwendet zu werden. Zudem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur geeigneten Herstellung dieser Wabenstruktur.

## Verwandter Stand der Technik

**[0002]** In jüngster Zeit wurde eine Wabenstruktur als Filter zum Einfangen partikulärer Materie (DPF) verwendet, die aus einem Dieselmotor ausgestoßen wurde, um Maßnahmen gegen Automobilabgas-Regulierungen zu treffen, welche jedes Jahr strenger werden.

**[0003]** Es wurde ebenso eine Wabenstruktur mit einem darauf getragenen Katalysator verwendet, um Stickstoffoxide, Schwefeloxide, Chlorwasserstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlenmonoxid und dergleichen zu entfernen, die in Automobilabgas enthalten sind.

**[0004]** Von einer solchen Wabenstruktur wird gefordert, einen vergrößerten Porendurchmesser und eine gesteigerte Porosität zum Zweck der Verringerung eines Druckverlustes oder dergleichen aufzuweisen. Eine größere Wabenstruktur wird ebenso zum Reinigen von Abgasen von schweren Fahrzeugen erfordert.

**[0005]** Wird jedoch ein mittlerer Porendurchmesser einer Wabenstruktur in einem herkömmlichen Verfahren zur Herstellung einer Wabenstruktur angehoben, gibt es ein Problem der Beeinträchtigung der Einfangeffizienz, zum Beispiel wenn die Wabenstruktur als DPF verwendet wird.

**[0006]** Dieses Problem neigt dazu, schlimmer zu werden, wenn ein Versuch zum Anheben ihrer Porosität oder zum Vergrößern der Abmessung unternommen wird. Zusätzlich gibt es ein Problem der Beeinträchtigung der isostatischen Festigkeit und der Thermoschockbeständigkeit, die mit einem Anstieg der Porosität oder der Vergrößerung der Abmessungen einher geht.

**[0007]** Es wurde eine Steuerung einer Temperatur-Anstiegsrate von 400°C bis 1200°C in einem vorbestimmten Bereich in einem Brennschritt in einem herkömmlichen Verfahren zur Herstellung einer Wabenstruktur für den Zweck des Verbesserns ihrer isostatischen Festigkeit und die Verringerung eines Druckverlustes offenbart (siehe zum Beispiel Patentdokument 1). Zusätzlich wurde eine Steuerung einer Temperatur-Anstiegsrate von 1100°C bis 1200°C auf 60°C/h oder weniger und von 1200°C bis 1300°C auf 80°C/h oder mehr zum Zweck des Erhaltens einer Wabenstruktur mit einem hohen Prozentsatz an Wasserabsorption und niedrigem thermischen Ausdehnungskoeffizienten offenbart (siehe zum Beispiel Patentdokument 2).

**[0008]** Ferner wurde einer Steuerung einer Temperaturanregungsrate bei unter 1100°C auf 250°C/h und bei 1100°C oder mehr auf 30°C/h bis 300°C/h unter Verwendung eines Rohmaterials mit einem vorbestimmten Teilchendurchmesser offenbart (siehe zum Beispiel Patentdokument 3).

**[0009]** Die Druckschrift DE 691 06 866 T2 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Cordierit-Wabenkörpers, bei dem der Temperaturanstieg zwischen 1200°C und 1450°C mit einer Geschwindigkeit von nicht größer als 50°C/Stunde erfolgt.

**[0010]** Die Druckschrift DE 692 06 743 T2 offenbart ein Brennverfahren für Keramikkörper mit Honigwabenstruktur, wobei die Heizrate im Temperaturbereich von 1100°C bis 1200°C auf nicht weniger als 20°C/h, aber nicht mehr als 60°C/h eingestellt wird und im Temperaturbereich von 1200°C bis 1300°C auf nicht weniger als 80°C/h und nicht mehr als 130°C/h festgelegt wird.

**[0011]** In solchen herkömmlichen Verfahren ist es jedoch schwierig, die Erniedrigung der Einfangeffizienz in Übereinstimmung mit der Vergrößerung eines mittleren Porendurchmessers einer Wabenstruktur in dem Fall zu unterbinden, dass die Wabenstruktur als Filter für ein DPF oder dergleichen hergestellt wird.

Patentdokument 1:  
japanische Patentanmeldung Nr. JP 2003-277162 A

Patentdokument 2:  
japanisches Patent Nr. JP 2 981 034 B2

Patentdokument 3:  
japanische Patentveröffentlichung Nr. JP 57-28390 B4

**[0012]** Die vorliegende Erfindung ist durch Bereitstellen eines Verfahrens zur Herstellung einer Wabenstruktur gekennzeichnet, wobei das Verfahren dazu fähig ist, den mittleren Porendurchmesser als Ganzes anzuheben und die Varianz des Porendurchmessers abhängig von einem Teil zu verringern und eine Wabenstruktur mit großem Porendurchmesser und verringerter Varianz im Porendurchmesser abhängig von einem Teil bereitzustellen.

**[0013]** Die gegenwärtigen Erfinder haben den Grund der Erniedrigung der Einfangeffizienz einer Cordierit-Wabenstruktur, die für einen DPF verwendet wurde, untersucht. Als Ergebnis haben sie herausgefunden, dass ein Porendurchmesser in einem mittleren Abschnitt der Wabenstruktur größer ist als der Porendurchmesser in einem äußeren Umfangsabschnitt, und dass eine Leckage von Ruß oder dergleichen aus dem mittleren Abschnitt hervorgerufen wird, so dass die Einfangeffizienz erniedrigt wird.

**[0014]** Ferner haben sie als Ergebnis einer detaillierten Untersuchung über den Grund der Varianz des Porendurchmessers, ein Phänomen des plötzlichen Anstiegs einer Temperatur-Anstiegsrate in dem mittleren Abschnitt der Wabenstruktur aufgrund einer großen exothermen Reaktion gefunden, die in einem den Cordierit bildenden Schritt bei 1250°C bis 1300°C während des Temperaturanstiegs in einem Brennschritt hervorgerufen wird, und dass Unterschiede im Porendurchmesser, dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und der Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung aufgrund des Unterschiedes in einer Temperatur-Anstiegsrate zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt hervorgerufen werden.

**[0015]** Weitere Untersuchungen wurden bezüglich der Verhinderung eines solchen Phänomens unternommen, und es wurde gefunden, dass die exotherme Reaktion leicht durch Steuern einer Temperatur-Anstiegsrate von 1250°C bis 1300°C auf niedriger als 40°C/h fortschreiten kann, was den Unterschied des Porendurchmessers zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt verringert. Es wurde ferner gefunden, dass der mittlere Porendurchmesser der gesamten Poren unter Aufrechterhalten des kleinen Unterschiedes des Porendurchmessers zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt durch Steuern einer Temperatur-Anstiegsrate von 1200°C bis 1250°C und von 1300°C bis 1400°C auf 40°C/h oder mehr angehoben werden kann. Demzufolge waren sie erfolgreich beim Erhalten einer Wabenstruktur mit einer kleinen Varianz des Porendurchmessers abhängig von einem Teil, mit einem kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt, und mit hoher isostatischer Festigkeit.

**[0016]** Das heißt, die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung einer Cordierit-Wabenstruktur zur Verfügung, welches den Schritt des Brennens eines geformten Wabenkörpers umfasst, wobei der Schritt die Steuerung einer Temperatur-Anstiegsrate von 1200°C bis 1250°C auf 40°C/h oder mehr, von 1250°C bis 1300°C auf 2°C/h bis niedriger als 40°C/h und von 1300°C bis 1400°C auf 40°C/h oder mehr aufweist.

**[0017]** In der vorliegenden Erfindung ist es bevorzugt, eine Wabenstruktur mit einer Porosität von 50% bis 70%, einem mittleren Porendurchmesser von 15 µm bis 30 µm und einem Unterschied im mittleren Porendurchmesser zwischen einem mittleren Abschnitt und einem äußeren Umfangsabschnitt von 5 µm oder weniger herzustellen. Zusätzlich ist es bevorzugt, eine Wabenstruktur mit einem Durchmesser von 100 mm oder mehr und einer Länge von 100 mm oder mehr herzustellen. Es ist ferner bevorzugt, eine Wabenstruktur mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $1,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oder weniger sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt herzustellen, und eine Wabenstruktur mit einer Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung von 1,5 MPa oder mehr sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt. Es ist insbesondere bevorzugt, eine Wabenstruktur mit einer isostatischen Festigkeit von 1,0 MPa oder mehr herzustellen.

**[0018]** Es ist ferner bevorzugt, dass das Brennen durchgeführt wird, nachdem ein Schlicker zum Verschließen in den ungebrannten geformten Körper unter Druck eingesetzt wurde.

**[0019]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ferner eine Wabenstruktur aus Cordierit zur Verfügung gestellt, welche eine Porosität von 50% bis 70%, einen mittleren Porendurchmesser von 15 µm bis 30 µm und einen Unterschied in mittleren Porendurchmessern von 5 µm oder weniger zwischen dem mittleren Abschnitt und

dem äußeren Umfangsabschnitt aufweist, einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oder weniger sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt und eine Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung von 1,5 MPa oder mehr sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt. Es ist ferner bevorzugt, dass die Wabenstruktur eine isostatische Festigkeit von 1,0 MPa oder mehr aufweist.

**[0020]** Durch Steuern einer Temperatur-Anstiegsrate wie vorstehend beschrieben, kann der mittlere Porendurchmesser der Wabenstruktur angehoben und ein Unterschied im Porendurchmesser zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt verringert werden. Selbst wenn zusätzlich ein Versuch unternommen wird, die Porosität anzuheben oder die Abmessungen der Wabenstruktur zu vergrößern, kann die Varianz im Porendurchmesser verhindert werden. Ferner kann die Wabenstruktur einen kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten in allen ihren Teilen aufweisen und eine verbesserte Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung und eine verbesserte isostatische Festigkeit haben.

**[0021]** Zusätzlich kann durch Steuern sowohl der Porosität als auch des mittleren Porendurchmessers, als auch des Unterschieds im mittleren Porendurchmesser zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt, als auch des thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt, als auch einer Druckfestigkeit in der A-Achsenrichtung und bevorzugt einer isostatischen Festigkeit der Wabenstruktur in einem vorbestimmten Bereich, kann die Wabenstruktur zum Beispiel einen kleinen Druckverlust, eine hohe Einfangeffizienz und verbesserte Beständigkeit gegen Wärme und Druck in dem Fall der Verwendung der Wabenstruktur als DPF zeigen.

**[0022]** Fig. 1A ist eine perspektivische Ansicht, welche ein Beispiel einer Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0023]** Fig. 1B ist eine teilweise vergrößerte, ebene Ansicht, in welcher der Abschnitt B aus Fig. 1A vergrößert ist.

**[0024]** Fig. 1C ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, welche schematisch einen Teil eines Querschnitts parallel mit einer axialen Richtung der Wabenstruktur zeigt, die in Fig. 1A gezeigt wird.

**[0025]** Fig. 2 ist eine schematische Querschnittsansicht parallel mit einer axialen Richtung, welche ein anderes Beispiel einer Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung zeigt.

#### Liste der Bezugszeichen

**1:** Wabenstruktur, **2:** Scheidewand, **2a:** Scheidewand in dem mittleren Abschnitt, **2b:** Scheidewand in dem äußeren Umfangsabschnitt, **3:** Zelle, **4:** verschlossener Abschnitt, **5:** Schwerpunktlage, **42:** Endfläche, **44:** Endfläche

**[0026]** Die vorliegende Erfindung wird hiernach auf der Grundlage von Ausführungsformen beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch in keiner Weise auf diese Ausführungsformen begrenzt. Eigentlich, obwohl die vorliegende Erfindung mit einer Wabenstruktur für einen DPF als Beispiel beschrieben wird, ist die vorliegende Erfindung darin gekennzeichnet, dass ein mittlerer Porendurchmesser angehoben wird, dass die Varianz im Porendurchmesser abhängig von einem Teil verhindert wird, dass ein thermischer Ausdehnungskoeffizient in allen Teilen der Wabenstruktur erniedrigt werden kann, dass eine Materialfestigkeit, welche durch eine Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung dargestellt wird, verbessert werden kann, und dass ein isostatische Festigkeit verbessert werden kann, und dass in einer solchen Wabenstruktur bereit gestellt wird, und solche Eigenschaften geeignet nicht nur auf eine Wabenstruktur für einen DPF, sondern auch auf eine allgemeine poröse Cordierit-Wabenstruktur wie einen Katalysatorträger angewendet werden können.

**[0027]** Fig. 1a ist eine schematische perspektivische Ansicht, welche ein Beispiel einer Cordierit-Wabenstruktur für einen DPF zeigt. Fig. 1b ist eine teilweise vergrößerte, ebene Ansicht, in der Abschnitt B aus Fig. 1a vergrößert ist. Fig. 1c ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, welche schematisch einen Teil eines Querschnitts parallel mit einer axialen Richtung der Wabenstruktur zeigt, die in Fig. 1a gezeigt wird. Die Wabenstruktur **1**, die in den Fig. 1a bis Fig. 1c gezeigt wird, ist mit Scheidewänden **2** versehen, die so angeordnet sind, dass sie eine Vielzahl von Zellen **3** bilden, die sich in einer axialen Richtung von einer Endfläche **42** zu der anderen Endfläche **44** erstrecken. Die Wabenstruktur **1** ist ebenso mit verschlossenen Abschnitten **4** versehen, die so angeordnet sind, dass sie die Zellen **3** in einer der Endflächen verschließen. Durch diese Konstitution führt Abgas, das von einer Endfläche **42** in die Zellen **3** fließt, durch die porösen Scheidewände **2** und wird

von der anderen Endfläche **44** über die benachbarten Zellen **3** ausgestoßen. Zu diesem Zeitpunkt dienen die Scheidewände **2** als Filter und fangen partikuläre Materie wie Ruß ein. Eigentlich, wenn eine Wabenstruktur als Katalysatorträger oder dergleichen verwendet wird, werden die verschlossenen Abschnitte nicht benötigt. Die vorliegende Erfindung ist sowohl für eine Wabenstruktur mit verschlossenen Abschnitten als auch für eine Wabenstruktur ohne verschlossene Abschnitte gedacht. Zusätzlich bedeutet eine Cordierit-Wabenstruktur eine Wabenstruktur, in der 50 Masse-% oder mehr der Substanzen, welche die Scheidewände aufbauen, Cordierit ist, bevorzugt 70 Masse-% oder mehr und insbesondere bevorzugt 90 Masse-% oder mehr.

**[0028]** Eine solche Cordierit-Wabenstruktur kann durch Brennen eines geformten Wabenkörpers hergestellt werden, der ein Cordierit bildendes Rohmaterial als zu brennendes Rohmaterial enthält. Ein „Cordierit bildendes Rohmaterial“ bedeutet ein Rohmaterial, welches durch Brennen zu Cordierit wird, und ein keramisches Rohmaterial mit einer chemischen Zusammensetzung mit 42 bis 56 Masse-%  $\text{SiO}_2$ , 30 bis 45 Masse-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und 12 bis 16 Masse-%  $\text{MgO}$ . Spezieller handelt es sich um ein Rohmaterial, das eine Vielzahl von anorganischen Rohmaterialien enthält, die aus der Gruppe ausgewählt wurden, die aus Talk, Kaolin, kalziniertem Kaolin, Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid und Siliciumoxid in einem Verhältnis der vorstehenden chemischen Zusammensetzung ausgewählt wurden.

**[0029]** Der geformte Wabenkörper enthält im Allgemeinen ein Bearbeitungshilfsmittel und ein Dispersionsmittel neben dem cordieritbildenden Rohmaterial. Beispiel des Bearbeitungshilfsmittels schließen ein: Binder wie Hydroxypropylmethylzellulose, Methylzellulose, Hydroxyethylzellulose, Carboxymethylzellulose, Polyvinylalkohol, Polyethylenterephthalat, Polyethylen und Glycerol; Dispersionsmittel wie Ethylenglycol, Dextrin, Fettsäureseife und Polyalkohol; und Poren bildende Mittel wie Graphit, Weizenmehl, Stärke, Phenolharz, Polymethylmethacrylat, Polyethylenterephthalat, ungeschäumtes Schaumharz, geschäumtes Schaumharz und Wasser absorbierendes Polymer. Es ist bevorzugt, dass eines oder eine Kombination dieser Substanzen gemäß des Zwecks enthalten sein können. Als Dispersionsmedium wird im Allgemeinen Wasser verwendet.

**[0030]** Ein solcher geformter Körper wird bevorzugt vor dem Brennen getrocknet. Das Trocknen wird durchgeführt, um Wasser und das in dem geformten Körper enthaltene Dispersionsmedium zu entfernen. Es gibt keine besondere Begrenzung für ein Trockenverfahren, und Heißlufttrocknen, Mikrowellentrocknen, dielektrisches Trocknen, Trocknen unter verringertem Druck oder Vakuumtrocknen werden im Allgemeinen angewendet. Unter diesen ist es jedoch bevorzugt, das Trocknen in einem Trocknungsschritt durchzuführen, in dem eine Kombination von Mikrowellentrocknen und dielektrischem Trocknen angewendet wird, so dass der gesamte Körper schnell und gleichmäßig getrocknet werden kann. Die Trockentemperatur des Heißlufttrocknes liegt bevorzugt in dem Bereich von 80°C bis 150°C, so dass schnell getrocknet werden kann. Das Brennen kann durch Einsetzen der Wabenstruktur in einen Brennofen, Anheben der atmosphärischen Temperatur auf eine vorbestimmte Temperatur und Aufrechterhalten der Temperatur für eine vorbestimmte Zeit durchgeführt werden. Da der Einfluss einer Temperatur-Anstiegsrate auf den Porendurchmesser mit dem Temperaturbereich von der anfänglichen Temperatur bis 1200°C klein ist, gibt es keine besondere Begrenzung für die Temperatur-Anstiegsrate, solange keine Brennrisse bei der Temperatur-Anstiegsrate hervorgerufen werden. Eine solche Temperatur-Anstiegsrate hängt von einer Form oder dergleichen des geformten Körpers ab, und ein Fachmann kann die Rate geeignet auswählen. Was die Temperatur-Anstiegsrate betrifft, ist es zum Beispiel bevorzugt, 500°C/h oder weniger insbesondere bevorzugt 300°C/h oder weniger und am besten 200°C/h oder weniger zu verwenden. Andererseits ist es vom Standpunkt der Produktivität bevorzugt, 2°C/h oder mehr, insbesondere bevorzugt 5°C/h oder mehr und am besten 10°C/h oder mehr zu verwenden.

**[0031]** Die Temperatur wird bei einer Temperatur-Anstiegsrate von 40°C/h oder mehr in dem Temperaturbereich von 1200°C bis 1250°C, mit 2°C/h bis niedriger als 40°C/h in dem Temperaturbereich von 1250°C bis 1300°C und mit 40°C/h oder mehr in dem Temperaturbereich von 1300°C bis 1400°C angehoben.

**[0032]** Wie vorstehend beschrieben wurde, kann durch Steuern einer Temperatur-Anstiegsrate in dem Temperaturbereich von 1250°C bis 1300°C auf niedriger als 40°C ein Unterschied im Porendurchmesser zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt verringert werden. Um den Unterschied des Porendurchmessers zu verringern, wird die Temperatur-Anstiegsrate bevorzugt auf 30°C/h oder weniger und am besten 20°C/h oder weniger festgesetzt. Andererseits ist eine Temperatur-Anstiegsrate notwendigerweise 2°C/h oder mehr, bevorzugt 3°C/h oder mehr und am besten 5°C/h oder mehr.

**[0033]** Andererseits kann ein Porendurchmesser durch Anheben der Temperatur-Anstiegsrate in dem Temperaturbereich von 1200°C bis 1400°C angehoben werden. Folglich kann durch Steuern einer Temperatur-Anstiegsrate in den Temperaturbereichen von 1200°C bis 1250°C und von 1300°C bis 1400°C auf 40°C/h oder mehr der Porendurchmesser als Ganzes angehoben werden. Da zusätzlich eine Temperatur-Anstiegs-

rate in dem Temperaturbereich von 1250°C bis 1300°C auf 40°C/h oder weniger wie vorstehend beschrieben gesteuert wird, weist eine Wabenstruktur eine kleine Varianz im Porendurchmesser abhängig von einem Teil auf. Folglich kann in dem Fall, dass eine solche Wabenstruktur als DPF verwendet wird, ein Versuch zum Verringern eines Druckverlustes und zum Anheben der Einfangeffizienz gemacht werden. Die Temperatur-Anstiegsrate in den Temperaturbereichen von 1200°C bis 1250°C und von 1300°C bis 1400°C ist vom Standpunkt der weiteren Anhebung des gesamten Porendurchmessers bevorzugt 45°C/h oder mehr, insbesondere bevorzugt 50°C/h oder mehr.

**[0034]** Ferner kann durch ein Steuern der Temperatur auf diese Weise die Wabenstruktur einen kleineren thermischen Ausdehnungskoeffizienten in allen ihren Teilen und eine verbesserte Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung und eine verbesserte isostatische Festigkeit aufweisen. Der Grund hierfür wird darin angenommen, weil die Bildung von Poren mit ungleichen Durchmessern und die Erzeugung von ungleichmäßigen Cordierit-Kristallen durch Verhindern eines schnellen Temperaturanstiegs aufgrund der exothermen Reaktion und einem Cordierit bildenden Verfahren unterbunden werden kann. Folglich wird für ein Cordierit mit Poren mit einheitlicheren Durchmessern und exzellenten Kristallbedingungen angenommen, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient in allen seinen Teilen verringert werden kann, dass die Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung verbessert werden kann und dass die isostatische Festigkeit verbessert werden kann.

**[0035]** Die höchste Temperatur des Brennens ist bevorzugt etwa 1400°C bis 1440°C und die Temperatur wird bevorzugt für 2 bis 20 Stunden gehalten. Es gibt keine besondere Begrenzung auf die Temperatur-Anstiegsrate in dem Temperaturbereich von 1400°C zu der höchsten Brenntemperatur. Wenn jedoch die Temperatur-Anstiegsrate zu hoch ist, kann die Wabenstruktur durch Schmelzen aufgrund von Überschießen der Temperatur beschädigt werden. Folglich ist die Rate bevorzugt 50°C/h oder weniger. Eigentlich bedeutet eine Temperatur-Anstiegsrate eine mittlere Temperatur-Anstiegsrate in jedem Temperaturbereich.

**[0036]** Wenn eine Wabenstruktur mit relativ hoher Porosität hergestellt wird, neigt die Varianz im Porendurchmesser abhängig von einem Teil dazu, groß zu sein. In einem solchen Brennschritt jedoch gibt es eine Wabenstruktur mit einem großen mittleren Porendurchmesser und einem kleinen Unterschied im mittleren Porendurchmesser zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt. Es ist bevorzugt, dass eine Wabenstruktur, die in der vorliegenden Erfindung hergestellt wird, eine Porosität von 50% bis 70%, einen mittleren Porendurchmesser von 15 µm bis 30 µm und einen Unterschied im mittleren Porendurchmesser in dem mittleren Abschnitt und in den äußeren Umfangsabschnitt von 5 µm oder weniger beträgt. Dieser Bereich ist bevorzugt, weil sowohl ein niedriger Druckverlust als auch eine hohe Einfangeffizienz in dem Bereich insbesondere in dem Falle einer Wabenstruktur für einen DPF erreicht werden können. Zusätzlich kann eine Wabenstruktur mit den Eigenschaften in solchen Bereichen einen kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $1,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oder weniger und eine Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung von 1,5 MPa oder mehr sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt und eine isostatische Festigkeit von 1, 0 MPa oder mehr aufweisen. Es ist bevorzugt, eine solche Wabenstruktur herzustellen.

**[0037]** Hier bedeuten ein mittlerer Porendurchmesser und eine Porosität einer Wabenstruktur jeweils den mittleren Porendurchmesser und die Porosität der gesamten in [Fig. 1\(c\)](#) gezeigten Scheidewände. Zusätzlich bedeuten ein mittlerer Porendurchmesser, eine Porosität, ein thermischer Ausdehnungskoeffizient und eine Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung in dem mittleren Abschnitt den mittleren Porendurchmesser jeweils die Porosität, den thermischen Ausdehnungskoeffizienten und die Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung des mittleren Abschnitts, welcher im Inneren eine ähnlichen Figur S ist, welche 1/64 des Volumens der Wabenstruktur **1** mit dem Mittelpunkt **5** des Volumens der Wabenstruktur **1** als Mittelpunkt wie in [Fig. 2](#) gezeigt beträgt. Ein mittlerer Porendurchmesser, eine Porosität, ein thermischer Ausdehnungskoeffizient und eine Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung in dem äußeren Umfangsabschnitt bedeuten jeweils den mittleren Porendurchmesser, die Porosität, den thermischen Ausdehnungskoeffizienten und eine Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung des äußeren Umfangsabschnitts, welcher auf der Außenseite einer ähnlichen Figur S' lokalisiert ist, welche 27/64 des Volumens der Wabenstruktur **1** mit dem Mittelpunkt **5** des Volumens der Wabenstruktur **1** als Mitte wie in [Fig. 2](#) gezeigt beträgt. Eigentlich ist [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Querschnitt parallel mit einer axialen Richtung einer Wabenstruktur zeigt.

**[0038]** Die Porosität und der Porendurchmesser wurden mit Quecksilberporosimeter und der thermische Ausdehnungskoeffizient in dem Bereich von 40°C bis 800°C gemäß JIS R1618 gemessen. Die Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung wurde mit einem Druckprüfer nach JIS 7733 gemäß des JASO-Standards M505-87, herausgegeben durch die Gesellschaft für Automobilingenieure von Japan, gemessen. Die isostatische Festigkeit wird durch einen Wert des Druckes gezeigt, der aufgebracht wird, wenn die Wabenstruktur gemäß des JASO-Standards M505-87 gebrochen wird.

**[0039]** Als andere Ausführungsform kann die vorliegende Erfindung auf eine großformatige Wabenstruktur angewendet werden. Da eine großformatige Wabenstruktur dazu neigt, große Unterschiede in der Porosität, dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und der Materialfestigkeit, welche durch die Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung dargestellt wird, zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt aufzuweisen, ist es bevorzugt, die Unterschiede durch das zuvor genannte Verfahren zu verringern. Ein bevorzugtes Beispiel, auf welches das Verfahren angewandt wird, ist in diesem Fall eine Wabenstruktur mit einem Durchmesser von 100 mm oder mehr und einer Länge von 100 mm oder mehr, insbesondere bevorzugt einem Durchmesser von 140 mm oder mehr und einer Länge von 150 mm oder mehr und am besten einem Durchmesser von 140 mm bis 350 mm und einer Länge von 150 mm bis 400 mm.

**[0040]** Es gibt in der vorliegenden Erfindung keine besondere Begrenzung auf ein Verfahren zum Bilden eines geformten Wabenkörpers. Ein geformter Wabenkörper kann in dem folgenden Verfahren zum Beispiel gebildet werden. Ein Cordierit bildendes Rohmaterial, ein Bearbeitungshilfsmittel und ein Dispersionsmedium, welche vorstehend beschrieben wurden, werden miteinander vermischt und geknetet um einen Ton zu erhalten, welcher dann zu einer Wabenform geformt wird. Das Mischen kann mit einem herkömmlich verwendeten Mischer durchgeführt werden. Das Kneten kann mit einem Knetter wie in einem herkömmlich verwendeten Knetter, einem Druckknetter, einem einachsigen kontinuierlichen Extruder, einem zweiachsigen kontinuierlichen Knetextruder und einem Vakuumknetter durchgeführt werden. So kann das Formen durch jedes bekannte Verfahren wie Extrusionsformen, Injektionsformen und Druckformen durchgeführt werden, wobei Extrusionsformen beim Formen einer Wabenstruktur bevorzugt ist. Es ist ebenso bevorzugt, einen Tonherstellungsschritt und einen Formschritt kontinuierlich mit einem Extruder wie einem zweiachsigen kontinuierlichen Knetextruder durchzuführen.

**[0041]** In dem Fall der Herstellung einer Wabenstruktur für einen Filter wie einen DPF, werden verschlossene Abschnitte gebildet. Die verschlossenen Abschnitte können wie folgt gebildet werden. Ein keramisches Pulver wird hergestellt und ein Binder, ein Dispergator und ein Dispersionsmedium wie Wasser und Glycerin werden zu dem keramischen Pulver gegeben, um ein geschlickertes Material zu ergeben, welches in einem Behälter mit einer offenen Oberseite gegeben wird. An einer Endfläche eines geformten Wabenkörpers werden die Öffnungen von vorbestimmten Zellen mit einem Film oder dergleichen maskiert. Die maskierte Endfläche des geformten Körpers wird abwärts orientiert und in dem Schlicker in dem Behälter eingetaucht. Ferner können die Zellen ohne Maskierung durch Pressen des geformten Wabenkörpers von oben mit dem Schlicker in einer vorbestimmten Tiefe verschlossen werden.

**[0042]** Die gleichen Schritte können an die andere Endfläche angewendet werden. Es ist bevorzugt, dass die verschlossenen Abschnitte alternierend an den beiden Endflächen angeordnet sind, so dass die verschlossenen Zellen und die unverschlossenen Zellen in jeder Endfläche ein Schachbrettmuster bilden. So gibt es keine insbesondere Begrenzung für die Keramiken zum Aufbauen der verschlossenen Abschnitte, aber ein Cordierit bildendes Rohmaterial ist angesichts der Anhaftung mit den Scheidewänden in dem Umfangsabschnitt davon bevorzugt. Das Durchführen dieser Schritte mit einem geformten Körper ist besser als für eine Wabenstruktur nach dem Brennen. In dem Fall des Durchführens dieses Schritts für einen geformten Körper werden die verschlossenen Abschnitte in dem folgenden Brennschritt gebildet. In dem Fall des Durchführens dieses Schritts für eine Wabenstruktur nach dem Brennen kann der verschlossene Abschnitt nicht gebildet werden, bis die Wabenstruktur erneut gebrannt wurde. Auf diese Weise wird die Anzahl der Mannstunden in diesem Fall angehoben, verglichen mit dem Fall des Durchführens des Verschließens für einen geformten Körper. Zusätzlich wird in dem Fall des Durchführens des Verschließens für einen geformten Körper das Brennen in dem Zustand durchgeführt, indem die Endflächenabschnitte verstärkt sind. Folglich kann die Erzeugung von Rissen in dem Brennschritt verhindert werden. Da ferner die Wabenstruktur und die verschlossenen Abschnitte aufgrund einer Cordierit bildenden Reaktion sich fester miteinander verbinden, werden die verschlossenen Abschnitte daran gehindert, aus der Wabenstruktur aufgrund des Drucks durch ein Motorabgas oder einen Druck beim Auswaschen verhindert.

**[0043]** Als Wabenstruktur, die durch das vorgenannte Verfahren geeignet hergestellt wurde, gibt es eine Wabenstruktur mit einer Porosität von 50% bis 70% bei einem mittleren Porendurchmesser von 15  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , einem Unterschied in den mittleren Porendurchmesser zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt von 5  $\mu\text{m}$  oder weniger und einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch dem äußeren Umfangsabschnitt von  $1,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oder weniger, bevorzugt  $0,9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oder weniger, und am besten  $0,8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oder weniger. Eine solche Wabenstruktur zeigt eine gute Thermoschockbeständigkeit wie auch einen niedrigen Druckverlust und eine hohe Einfangeffizienz. Zusätzlich weist die Wabenstruktur bevorzugt eine Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung von 1,5 MPa oder mehr sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt, insbesondere bevorzugt 1,7 MPa oder

mehr und am besten 2,0 MPa oder mehr auf. Da eine solche Wabenstruktur kein Teil mit einer insbesondere niedrigen Festigkeit in der Struktur aufweist, zeigt es eine hohe isostatische Festigkeit. Die isostatische Festigkeit ist bevorzugt 1,0 MPa oder mehr, insbesondere bevorzugt 1,2 MPa oder mehr und am besten 1,5 MPa oder mehr. Eine solche Wabenstruktur zeigt eine gute Beständigkeit, wobei ein Bruch während des Einhausens und der praktischen Verwendung verhindert wird.

**[0044]** Es gibt keine besondere Begrenzung für die Form einer Wabenstruktur der vorliegenden Erfindung. Zum Beispiel kann die Wabenstruktur jede Form wie einen Kreis, ein Oval, eine Rennbahnform und ein Hexagon in einem Abschnitt im rechten Winkel zu der axialen Richtung aufweisen. Es gibt keine besondere Begrenzung für eine Zellenform und jegliche Querschnittsform zum Beispiel ein Polygon wie ein Triangel, ein Rechteck und ein Hexagon, ein Kreis oder ein Oval können angewendet werden. Es gibt keine spezielle Begrenzung für die Zelldichte, und die Zelldichte ist zum Beispiel 50 bis 600 Zellen/inch<sup>2</sup> (7,8 bis 93 Zellen/cm<sup>2</sup>), bevorzugt etwa 100 bis 500 Zellen/inch<sup>2</sup> (15,5 bis 77,5 Zellen/cm<sup>2</sup>). Es gibt keine besondere Begrenzung für die Dicke der Scheidewände, und die Dicke ist zum Beispiel 50 µm bis 650 µm, bevorzugt 75 µm bis 500 µm und insbesondere bevorzugt 100 µm bis 450 µm.

**[0045]** Ferner kann ein Katalysator auf den porösen Scheidewänden der Wabenstruktur getragen werden. Beispiele des Katalysators schließen Edelmetalle wie Platin, Paladium und Rhodium sowie Nichtmetalle wie ein Katalysator von Perowskittyp ein. Mindestens einer von diesen kann auf der Wabenstruktur getragen werden. Der Katalysator kann durch ein herkömmlich bekanntes Verfahren wie Waschbeschichtung aufgetragen werden.

#### Beispiel

**[0046]** Die vorliegende Erfindung wird hiernach im größeren Teil auf der Grundlage von Beispielen beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch in keiner Weise auf diese Beispiele begrenzt.

#### Verfahren der Auswertung

**[0047]** Mittlerer Porendurchmesser: Der mittlere Porendurchmesser wurde mit einem Quecksilberporosimeter, hergestellt von Micromeritics Co, Ltd., gemessen.

**[0048]** Porosität: Das Volumen der gesamten Poren wurde mit einem Quecksilberporosimeter, hergestellt von Micromeritics Co., Ltd., gemessen und die Porosität aus dem Volumen der gesamten Pore mit der wahren spezifischen Dichte von Cordierit von 2,52 g/cm<sup>3</sup> berechnet.

**[0049]** Thermischer Ausdehnungskoeffizient: Proben, die aus den Abschnitten **2a** und **2b** von **Fig. 2** ausgeschnitten wurden, wurden gemäß JIS R1618 in einem Temperaturbereich von 400°C bis 800°C gemessen.

**[0050]** Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung: Proben für die Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung wurden aus den Bereichen **2a** und **2b** aus **Fig. 2** ausgeschnitten, gemäß des JASO-Standards M505-87 eine Bruchlast mit einem Druckprüfer nach JIS B7783 erhalten und die Bruchlast durch die Fläche unter Druck dividiert.

**[0051]** Isostatische Festigkeit: die Isostatische Festigkeit wurde durch das folgende Verfahren gemäß des JASO-Standard M505-87 gemessen. Beide Endflächen der Wabenstruktur wurden mit einer metallischen Platte mit dem gleichen Durchmesser wie die Endflächen der Wabenstruktur bedeckt. Nachdem die Metallplatte durch Bedecken der äußeren Umfangsoberfläche der Wabenstruktur mit einem Kautschukschlauch mit dem gleichen Durchmesser fixiert worden war, wurde ein Kautschukband auf dem Kautschukschlauch angebracht, und in seiner Umgebung dicht daran sollte kein Wasser die Wabenstruktur erreichen. Die Wabenstruktur wurde in diesem Zustand in Wasser gesetzt und ein Wasserdruck wurde angehoben, bis die Wabenstruktur brach. Die isostatische Festigkeit wurde aus dem Wasserdruck erhalten, der die Wabenstruktur gebrochen hatte.

**[0052]** Einfangeffizienz für Ruß: Ruß enthaltendes Abgas, das durch einen Rußerzeuger erzeugt worden war, wurde durch die Wabenstrukturen geleitet, die in den Beispielen und Vergleichsbeispielen erhalten wurden, bis 1 g/l Ruß akkumuliert war. Der in dem Abgas enthaltenen Ruß, welches durch die Wabenstrukturen geleitet wurde, wurde mit einem Filter gefangen und das Gewicht ( $W^1$ ) des Rußes wurde gemessen. In der Zwischenzeit wurde Ruß, der durch einen Rußerzeuger für die gleiche Zeitspanne erzeugt worden war, ohne Durchleiten des Abgases, welches den Ruß enthielt, durch die Wabenstruktur eingefangen und das Gewicht ( $W^2$ ) des Rußes wurde gemessen. Als nächstes wurde sowohl das Gewicht ( $W^1$ ) als auch das Gewicht ( $W^2$ ) für  $W^1$  und  $W^2$  in die Formel (1) eingesetzt, um die Einfangeffizienz zu erhalten.

$$(W^2 - W^1)/(W^2) \times 100$$

Formel 1:

**[0053]** Druckverlust beim Rußeinfang: ein Ring mit einem Innendurchmesser von 130 mm wurde mit Druck auf jede der Endflächen jeder der in den Beispielen und den Vergleichsbeispielen erhaltenen Wabenstrukturen angebracht. Ruß, welcher durch einen Rußerzeuger erzeugt worden war, wurde in dem Bereich eines Durchmessers von 130 mm der Wabenstruktur eingeschlossen und der Ruß in einer Menge von 1 g/l eingefangen. Nachfolgend wurde in dem Zustand, in dem der Ruß in der Wabenstruktur gefangen worden war, Luft mit 2, 27 Nm<sup>3</sup>/min durchgeschickt und ein Unterschied im Druck zwischen der Vorderseite und der Rückseite der Wabenstruktur gemessen, um den Druckverlust in dem Zustand auszuwerten, in welchem der Ruß eingefangen wurde.

## Beispiel 1

**[0054]** Ein Cordierit bildendes Rohmaterial, ein Schaumharz, ein Binder oder ein oberflächenaktives Mittel, welche in Charge Nr. 1 in Tabelle 1 gezeigt werden, wurden mit Sprühen von Wasser miteinander im Verbindungsverhältnis, das in Tabelle 1 gezeigt wird, vermischt. Die Mischung wurde mit einem Knetter geknetet, um einen Ton mit Plastizität zu ergeben. Der Ton wurde mit einem Vakuumknetter geformt, so dass er eine zylindrische Form aufwies, und in eine Extrusionsformmaschine gegeben, so dass eine Wabenstruktur erhalten wurde. Dann wurde der sich ergebende geformte Körper einem Mikrowellentrocknen und anschließend einem Heißlufttrocknen zum vollständigen Trocknen ausgesetzt. Der geformte Körper wurde an beiden Enden abgeschnitten, so dass er eine vorbestimmte Größe aufwies. Dann wurde unter Verwendung eines Schlickers, der durch ein Cordierit-Rohmaterial mit der gleichen Zusammensetzung wie die Charge Nr. 1 aufgebaut war, Zellen abwechselnd in beiden Endflächen verschlossen. Abschließend wurde die Temperatur bei 10°C/h von der Normaltemperatur auf 400°C, mit 50°C/h von 400°C bis 1200°C und, wie in Tabelle 2 gezeigt, mit 50°C/h von 1200°C bis 1250°C, mit 2°C/h von 1250°C bis 1300°C, mit 50°C/h von 1300°C bis 1400°C, und mit 20°C/h auf die oberste Temperatur von 1420°C angehoben, um Schäden des Schmelzens des Produkts durch Überschießen der Temperatur zu verhindern. Dann wurde das Brennen bei 1420°C für 5 Stunden durchgeführt um eine zylindrische Wabenstruktur mit einem Durchmesser von 144 mm und einer Länge von 152 mm mit einer Dicke der Scheidewände von 300 µm an einer Zelldichte von 300 Zellen/inch<sup>2</sup> (46,5 Zellen/cm<sup>2</sup>) zu erhalten.

## Beispiele 2 bis 7 und Vergleichsbeispiele 1 bis 6

**[0055]** Jede der Wabenstrukturen wurde in der gleichen Art und Weise von Beispiel 1 mit der Ausnahme für das Verbindungsverhältnis, das in Tabelle 1 gezeigt wird, und/oder die Temperatur-Anstiegsrate, die in Tabelle 2 gezeigt wird, erhalten.

**[0056]** Die erhaltenen Wabenstrukturen wurden durch die vorstehenden Auswertungsverfahren im Bezug auf die Porosität sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt, dem mittleren Porendurchmesser sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt, dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt, der Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt, der isostatischen Festigkeit, dem Druckverlust beim Rußeinfang und der Rußeinfangeffizienz ausgewertet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 1

Charge Nr.	Cordierit bildendes Rohmaterial					schäumendes Harz	Binder	ober- flächen- aktives Mittel	Wasser
	Talk	Kaolin	Aluminiumoxid	Aluminiumhydroxid	Siliciumoxid				
1	40 (25µm)	20 (5µm)	15 (5µm)	15 (5µm)	10 (30µm)	2.0 (40µm)	6.0	0.2	34
2	40 (25µm)	20 (5µm)	15 (5µm)	15 (5µm)	10 (30µm)	1.0 (40µm)	6.0	0.2	33
3	40 (25µm)	20 (5µm)	15 (5µm)	15 (5µm)	10 (30µm)	0.5 (40µm)	6.0	0.2	32

[Einheit: Masseteile]

Anmerkung: Zahlen in Klammern zeigen die mittlere Teilchengröße

Tabelle 2

Char- ge Nr.	Temperatur- Anstiegsrate (°C /h)		Porosität (%)		Porendurch- messer (µm)		thermischer Ausdehnungs- Koeffizient (10 <sup>-6</sup> /°C)		Druck- festigkeit in A-Achsen- richtung (MPa)		isosta- tische Festig- keit (MPa)	Druck- verlust beim Rußeinfa- n g (kPa) *	Rußeinfa- n g- effizienz *
	1200°C bis 1250°C	1250°C bis 1300°C	1300°C bis 1400°C	Mittl. Ab- schn.	Äuß. Umf.- Absch.	Mittl. Ab- schn.	Äuß. Umf.- Absch.	Mittl. Ab- schn.	Äuß. Umf.- Absch.				
Bsp.	50	2	50	66	65	19	18	0.3	0.3	2.9	2.9	4.7	93
Bsp.	50	15	50	66	65	23	21	0.5	0.5	2.3	2.4	4.4	92
Bsp.	50	30	50	66	65	27	23	0.8	0.7	2.0	2.3	4.2	91
Bsp.	100	2	100	65	64	23	22	0.4	0.4	2.3	2.4	4.3	92
Bsp.	100	30	100	65	64	30	26	0.9	0.8	1.7	2.1	3.7	90
Bsp.	50	15	50	53	53	19	18	0.4	0.4	10.1	10.4	5.8	94
Bsp.	50	15	50	45	45	18	18	0.3	0.3	15.6	15.7	7.0	95
Vgl. Bsp.	50	50	50	66	65	43	24	1.2	1.0	0.8	2.3	3.6	75
Vgl. Bsp.	30	50	50	66	65	36	19	1.2	1.1	1.1	2.8	3.5	83
Vgl. Bsp.	30	30	50	66	65	17	14	0.9	0.8	3.0	3.3	6.0	94
Vgl. Bsp.	30	50	30	66	66	32	14	1.1	1.0	1.4	3.2	5.6	88
Vgl. Bsp.	50	30	30	67	66	16	14	0.9	0.7	3.2	3.4	6.1	95
Vgl. Bsp.	30	30	30	67	67	12	11	0.8	0.8	3.6	3.8	6.9	96

\* (lg/l Ruß bis zur Akkumulation)

**[0057]** Wie in Tabelle 2 gezeigt wird, stellten die Herstellungsverfahren der Beispiele 1 bis 7 Wabenstrukturen mit jeweils einem kleinen Unterschied in dem mittleren Porendurchmesser zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt und mit einem relativ großen mittleren Porendurchmesser zur Verfügung. Andererseits stellten die Herstellungsverfahren der Vergleichsbeispiele 1, 2 und 4 Wabenstrukturen mit jeweils einem großen Unterschied im mittleren Porendurchmesser zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt aufgrund der großen Temperatur-Anstiegsrate in dem Temperaturbereich von 1250°C bis 1300°C zur Verfügung. Zusätzlich stellten die Herstellungsverfahren der Vergleichsbeispiele 3, 5 und 6 Wabenstrukturen mit jeweils kleinen Porendurchmessern in der gesamten Struktur aufgrund der kleinen Temperatur-Anstiegsrate in dem Temperaturbereich von 1200°C bis 1250°C und/oder 1300°C bis 1400°C zur Verfügung. Folglich wird verstanden, dass es möglich ist, den mittleren Porendurchmesser der gesamten Wabenstruktur anzuheben und den Unterschied im mittleren Porendurchmesser sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt der Wabenstruktur durch Festsetzen einer Temperatur-Anstiegsrate in dem Temperaturbereich von 1250°C bis 1300°C auf niedriger als 40°C/h und von 1200°C bis 1250°C und von 1300°C bis 1400°C auf 40°C/h oder mehr zu verringern. Ferner, wie in Beispielen 1 bis 6 gezeigt wird, stellte das Steuern der Porosität und des mittleren Porendurchmessers in einem vorbestimmten Bereich Wabenstrukturen mit jeweils einem kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, großer Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung, großer isostatischen Festigkeit, niedrigen Druckverlust und großer Einfangeffizienz zur Verfügung. Diese waren als DPF anwendbar.

#### Industrielle Anwendbarkeit

**[0058]** Das Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung kann eine Cordierit-Wabenstruktur mit kleiner Varianz im mittleren Porendurchmesser abhängig von einem Teil und mit einem großen mittleren Porendurchmesser als Ganzes herstellen. Eine solche Wabenstruktur kann geeignet in verschiedenen Bereichen wie Katalysatorträger, einschließlich eines Filters für eine DPF oder dergleichen angewendet werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Cordierit-Wabenstruktur, welches den Schritt des Brennens eines geformten Wabenkörpers umfasst, wobei der Schritt die Steuerung einer Temperatur-Anstiegsrate von 1200°C bis 1250°C auf 40°C/h oder mehr, von 1250°C bis 1300°C auf 2°C/h bis niedriger als 40°C/h und von 1300°C bis 1400°C/ha auf 40°C/h oder mehr einschließt.
2. Das Verfahren zur Herstellung einer Wabenstruktur nach Anspruch 1, wobei das Brennen durchgeführt wird, nachdem ein Schlicker zum Verschließen in den geformten Körper unter Druck eingesetzt wurde.
3. Wabenstruktur aus Cordierit und mit einer Porosität von 50% bis 70%, einem mittleren Porendurchmesser von 15 µm bis 30 µm, einem Unterschied im mittleren Porendurchmesser von 5 µm oder weniger zwischen dem mittleren Abschnitt und dem äußeren Umfangsabschnitt, einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $1,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oder weniger sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt und einer Druckfestigkeit in A-Achsenrichtung von 1,5 MPa oder mehr sowohl in dem mittleren Abschnitt als auch in dem äußeren Umfangsabschnitt.
4. Die Wabenstruktur nach Anspruch 3, welche eine isostatische Festigkeit von 1,0 MPa oder mehr aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1(a)

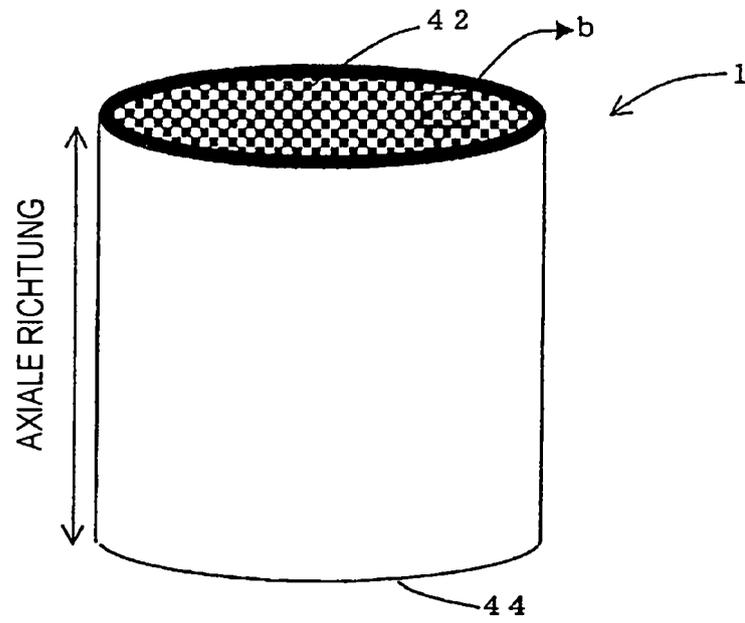


FIG. 1(b)

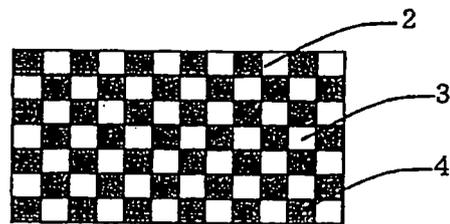


FIG. 1(c)

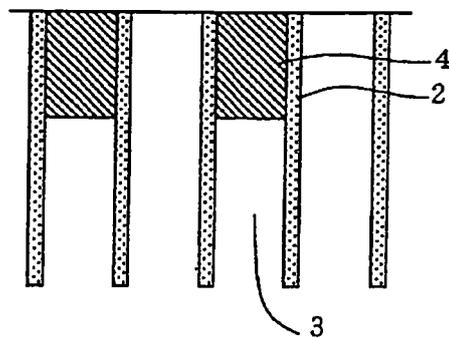


FIG. 2

