



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 000 067 A1 2006.10.19**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 000 067.6**

(22) Anmeldetag: **14.02.2006**

(43) Offenlegungstag: **19.10.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B01D 39/20 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2005-038043 15.02.2005 JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

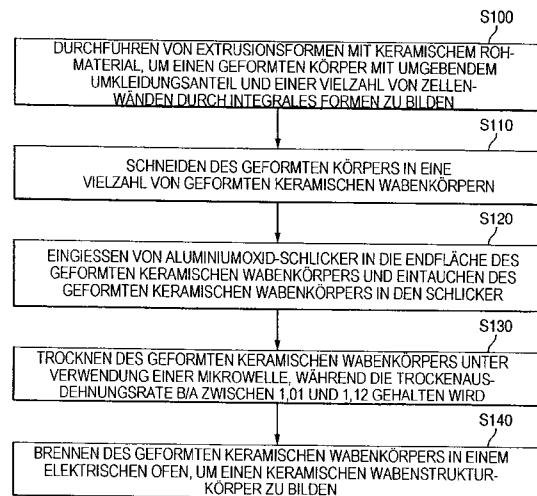
(71) Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

(72) Erfinder:
Kondo, Takashi, Kariya, Aichi, JP; Ishihara, Mikio, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Keramischer Wabenstrukturkörper und sein Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: In einem Herstellungsverfahren zum Bilden eines keramischen Wabenstrukturkörpers wird ein Extrusionsformen mit einem keramischen Material durchgeführt, das mindestens keramisches Rohmaterialpulver, Wasser und ein Ausdehnungsmittel enthält, das während des Trocknens auszudehnen ist, um einen geformten Körper zu bilden. Dann wird der geformte Körper in geformte keramische Wagenkörper einer gewünschten Länge geschnitten. Eine Trocknung wird dann durchgeführt, während eine Trockenbedingung erfüllt oder gehalten wird, in welcher eine Trockenausdehnungsrate B/A in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 festgesetzt wird, wobei A ein Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers vor dem Trockenschritt und B ein Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers nach dem Abschluss des Trockenschritts ist. Ein Brennen wird abschließend durchgeführt, um einen keramischen Wabenstrukturkörper mit hoher dimensionaler Genauigkeit zu erhalten.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen keramischen Wabenstrukturkörper und sein Herstellungsverfahren. Der keramische Wabenstrukturkörper ist aus einer Vielzahl von Zellen in einer Wabenstruktur angeordnet und als Katalysatorträger und Reinigungsfilter anwendbar, der in einem Abgasreinigungsggerät für Fahrzeuge installiert werden kann.

[0002] Ein keramischer Wabenstrukturkörper wird herkömmlicher Weise breit gefächert als Katalysatorträger sowie für verschiedene Reinigungsfilter verwendet, die in einem Abgasreinigungsggerät zum Entfernen partikulärer Materie installiert sind, welche in einem Abgas enthalten ist, das aus einem Verbrennungsmaschine wie einem Dieselmotor ausgestoßen wird.

[0003] Der keramische Wabenstrukturkörper weist einen umgebenden Umkleidungsanteil und eine Vielzahl von Zellenwänden auf. Eine Vielzahl der Zellenwände werden gebildet und durch den umgebenden Umkleidungsanteil des Körpers zusammengefasst. Der umgebende Umkleidungsanteil wird an der Umfangsoberfläche des keramischen Wabenstrukturkörpers um eine Mittelachse des Körpers so gebildet, dass er eine Vielzahl von Zellen umgibt, die durch Zellenwände gebildet werden. Die Zellenwände bilden die Vielzahl der Zellen in einer Wabenstruktur.

[0004] Der keramische Wabenstrukturkörper wird durch Durchführen von Extrusionsformen mit keramischem Rohmaterial, Schneiden eines geformten Körpers in einer Vielzahl von geformten keramischen Wabenkörpern, wobei jeder geformte Körper eine gewünschte Länge aufweist, Trocknen des geformten Körpers und abschließendes Brennen des keramischen Wabenstrukturkörpers, so dass der keramische Wabenstrukturkörper gebildet wird, hergestellt.

[0005] Bei der Anwendung für einen Dieselpartikelfilter (DPF) weist der keramische Wabenstrukturkörper poröse Zellenwände darin zum Einfangen von partikulärer Materie auf, die in einem Abgas enthalten ist, das von einem Dieselmotor als Verbrennungsmaschine ausgestoßen wird. Im Allgemeinen fängt der Dieselpartikelfilter (DPF) partikuläre Materie wie feine Kohlenstoffteilchen ein, die in einem Abgas enthalten sind, das aus einem Verbrennungsmaschine wie einem Dieselmotor ausgestoßen wird, und entfernt damit die eingefangene partikuläre Materie.

[0006] Es gab herkömmliche Herstellungsverfahren, um Zellen mit porösen Zellenwänden einer gewünschten Größe unter Verwendung eines Schaumbildungsmittels in einem keramischen Rohmaterial

zu bilden. Eine offengelegte japanische Patentveröffentlichung JPS61-129015 hat eine der vorstehenden herkömmlichen Herstellungsverfahren offenbart.

[0007] Das vorstehende herkömmliche Herstellungsverfahren bezieht jedoch eine Schwierigkeit mit ein, einen keramischen Wabenstrukturkörper mit einer gewünschten hohen Genauigkeit zu bilden, weil ein Schaumbildungsmittel in einem geformten keramischen Wabenkörper durch thermische Energie während des Trocknungsschritts aufschäumt und der geformte keramische Wabenkörper sich dadurch ungleichmäßig mit der thermischen Energie ausdehnt. In anderen Worten stellt das herkömmliche Herstellungsverfahren einen keramischen Wabenstrukturkörper mit einer niedrigen dimensional Genauigkeit zur Verfügung.

Aufgabenstellung

[0008] Die vorliegende Erfindung wurde in Anbetracht dieser Nachteile des vorstehend beschriebenen Standes der Technik gemacht. Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, einen keramischen Wabenstrukturkörper und ein Herstellungsverfahren mit einer hohen Genauigkeit der gewünschten Dimensionen zur Verfügung zu stellen.

[0009] Ein bevorzugter Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Herstellungsverfahren zum Herstellen eines keramischen Wabenstrukturkörpers mit einem Extrusionsformschritt, einem Schneideschritt, einem Trockenschritt und einem Brennschritt. Der Extrusionsformschritt wird mit einem keramischen Rohmaterial durchgeführt, das mindestens keramisches Rohmaterialpulver, Wasser und ein Ausdehnungsmittel enthält, das sich während des Trocknungsschritts ausdehnt, um einen geformten Körper zu bilden. In dem Schneideschritt wird der geformte Körper in eine Vielzahl von geformten keramischen Wabenkörpern geschnitten, wobei jeder eine gewünschte Länge aufweist. Beim Trocknen wird das Ausdehnungsmittel durch thermische Energie ausgedehnt. Insbesondere wird der geformte keramische Wabenkörper mit einer gewünschten Länge getrocknet, während eine Trocknungsbedingung aufrechterhalten oder erfüllt wird, in welcher eine Trockenausdehnungsrate B/A in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 festgesetzt wird, wobei A der Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers vor der Initiierung des Trocknens und B der Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers nach dem Abschließen des Trocknens ist. In dem Brennschritt wird der geformte keramische Wabenkörper gebrannt, um den keramischen Wabenstrukturkörper zu bilden. Insbesondere wird während des Trockenschritts des Herstellungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung der geformte keramische Wabenkörper durch die thermische Energie ausgedehnt und ebenso getrocknet, während die Trockenausdehnungsra-

te B/A eines Bereichs von 1,01 bis 1,12 gesteuert aufrechterhalten oder erfüllt wird. Das heißt, während des Trocknungsschritts wird die Trockenausdehnungsrate B/A eines spezifischen Bereichs von 1,01 bis 1,12 erzwungen aufrechterhalten. Dies kann die Deformation des geformten keramischen Wabenkörpers während des Trocknens unterdrücken und den keramischen Wabenstrukturkörper mit einer hohen dimensional Genauigkeit nach dem Abschluss des Brennschritts zur Verfügung stellen.

[0010] Wenn die Trockenausdehnungsrate B/A kleiner als 1,01 ist, tritt die Deformation des geformten keramischen Wabenkörpers während des Trocknens leicht auf, und es besteht dabei eine Möglichkeit, die dimensionale Genauigkeit des keramischen Wabenstrukturkörpers zu verringern. Wenn ferner die Trockenausdehnungsrate B/A größer als 1,12 ist, tritt eine große Ausdehnung in dem geformten keramischen Wabenkörper während des Trocknens und damit eine größere Kontraktion in den keramischen geformten Wabenkörper auf. Als Ergebnis ruft dies die Möglichkeit hervor, eine große Anzahl von Rissen in dem keramischen Wabenstrukturkörper zu erzeugen. Weil in der vorliegenden Erfindung die Trockenausdehnungsrate B/A erzwungen in einem spezifischen Bereich von 1,01 bis 1,12 gehalten wird, ist es demzufolge möglich, den keramischen Wabenstrukturkörper mit hoher dimensionaler Genauigkeit zur Verfügung zu stellen.

[0011] Es ist insbesondere bevorzugt, die Trockenausdehnungsrate in einem Bereich von 1,05 bis 1,08 festzusetzen. Diese Bedingung verhindert weiter das Auftreten der Deformation in dem keramischen Wabenstrukturkörper, im Vergleich mit der Bedingung des Bereichs von 1,01 bis 1,12. Die Trockenausdehnungsrate B/A kann in dem gewünschten Bereich durch Einstellen der Menge des Ausdehnungsmittels, das zu dem keramischen Rohmaterial zugeben ist, durch Festsetzen einer Temperatur zur Trocknung und einer Zeitspanne zum Trocknen festgesetzt werden.

[0012] Es ist ferner bevorzugt, dass das Ausdehnungsmittel aus einem wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittel aus Teilchen von Polymerkernen von thermoplastischen Polymeren hergestellt ist, in welchen flüssiges Gas (Kohlenwasserstoffe mit niedrigem Siedepunkt) enthalten sind.

[0013] Beim Erhitzen des wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittels als Ausdehnungsmittel wird das flüssige Gas, das in dem Polymerkern in dem wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittel enthalten ist, verdampft und der innere Gasdruck jedes Polymerkerns, der aufgeheizt wird, wird angehoben, wodurch der Polymerkern erweicht wird. Die Erweichung vergrößert das Volumen des Polymerkerns, und der Polymerkern wird abschließend auf-

geschäumt. Beim Aufschäumen des Polymerkerns in dem wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittel wird das Volumen des geformten Wabenstrukturkörpers **10** dadurch gesteigert.

[0014] Bei der Anwendung als Dieselpartikelfilter (DPF) für einen Dieselmotor ist es notwendig, poröse Zellenwände in dem keramischen Wabenstrukturkörper zum Reinigen eines Abgases zu bilden, das partikuläre Materie (feine Teilchen) enthält, die aus einem Dieselmotor als Verbrennungsmaschine ausgestoßen werden. Weil das wärmeaktivierte Gas-Schaumbildungsmittel aus einem organischen Material hergestellt ist, verschwindet im Allgemeinen das wärmeaktivierte Gas-Schaumbildungsmittel während des Brennschritts und feine Löcher verbleiben in den Zellenwänden als poröse Zellenwände mit einer Vielzahl von poröser Fläche. Auf diese Weise kann das Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung leicht die porösen Zellenwände mit einer Vielzahl von feinen Löchern in dem keramischen Wabenstrukturkörper **1** bilden.

[0015] Darüber hinaus ist es bevorzugt, ein Erhitzen mit Mikrowellen oder ein Erhitzen mit Hochfrequenzwellen während des Trocknungsschritts zu verwenden. Dies kann erstens die Temperatur des Innenteils anheben, insbesondere des mittleren Teils des geformten keramischen Wabenkörpers im Gegensatz zu der Temperatur des äußeren Umfangsteils des geformten keramischen Wabenkörpers. Folglich ist es möglich, das Ausdehnungsmittel gleichmäßig zu erhitzen und auszudehnen, eine gleichmäßige Ausdehnung durchzuführen und dadurch das Auftreten von Deformation in dem geformten keramischen Wabenkörper zu verhindern. Es ist bevorzugt, eine geeignete Aufheizenergie anzuwenden, um den inneren Teil des geformten keramischen Wabenkörpers zu erhitzen. Das Fehlen der Heizenergie ruft unzureichendes Erhitzen des inneren Teils hervor, und das Trocknen schreitet zunächst von dem Umfangsteil des geformten keramischen Wabenkörpers fort. Der halb gehärtete Zustand in dem äußeren Teil verhindert die Ausdehnung des inneren Teils und verhindert dadurch gleichmäßige Ausdehnung des keramischen Wabenstrukturkörpers.

[0016] Ferner ist es bevorzugt, einen keramischen Wabenstrukturkörper zu bilden, dessen Durchmesser in einem Bereich von 50 mm bis 400 mm festgesetzt ist. Diese Steuerung kann eine gewünschte dimensionale Genauigkeit des keramischen Wabenstrukturkörpers angemessen aufrecht erhalten und eine leichte Herstellung des keramischen Wabenstrukturkörpers erreichen. Wenn der Durchmesser kleiner als 50 mm ist, steigt der Druckverlust des keramischen Wabenstrukturkörpers und es ist dadurch schwierig, den keramischen Wabenstrukturkörper in der praktischen Anwendung zur Verfügung zu stellen. Wenn der Durchmesser mehr als 400 mm be-

trägt, treten Risse in dem keramischen Wabenstrukturkörper durch Thermoschock bei einer schnellen Änderung einer Temperaturänderung auf. Es wird schwierig, die gewünschte dimensionale Genauigkeit des keramischen Wabenstrukturkörpers aufrecht zu erhalten. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, dass der geformte keramische Wabenkörper während seiner Herstellung schwierig zu handhaben ist.

[0017] Darüber hinaus ist es bevorzugt, keramisches Cordierit als keramisches Rohmaterial zu verwenden. Der keramische Wabenstrukturkörper ist aus keramischem Cordierit hergestellt. Weil Cordierit ein Material mit niedriger thermischer Ausdehnung mit einer überlegenen Wärmebeständigkeit ist, weist Cordierit die Fähigkeit auf, der hohen Temperatur und der schnellen Änderung der Temperatur zu widerstehen. Es ist folglich möglich, den keramischen Wabenstrukturkörper mit einem überlegenen Antithermoschock zur Verfügung zu stellen.

Ausführungsbeispiel

[0018] Eine bevorzugte, jedoch nicht begrenzende Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird auf dem Wege von Beispielen im Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen:

[0019] Fig. 1 ein Flussdiagramm ist, welches das Herstellungsverfahren eines keramischen Wabenstrukturkörpers gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0020] Fig. 2 ein perspektivisches Diagramm des geformten keramischen Wabenstrukturkörpers einer bevorzugten Ausführungsform ist;

[0021] Fig. 3 ein seitliches Diagramm ist, das Messpunkte des äußeren Durchmessers des geformten keramischen Wabenkörpers der bevorzugten Ausführungsform zeigt;

[0022] Fig. 4 ein Querschnittsdiagramm ist, das Messpunkte für den äußeren Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers der bevorzugten Ausführungsform zeigt;

[0023] Fig. 5 ein perspektivisches Diagramm des keramischen Wabenstrukturkörpers ist, der durch das Herstellungsverfahren gemäß der bevorzugten Ausführungsform gebildet wurde;

[0024] Fig. 6 ein Querschnittsdiagramm ist, das den keramischen Wabenstrukturkörper der bevorzugten Ausführungsform zeigt, welcher entlang der Linie A1-A1 aus Fig. 5 aufgenommen wurde;

[0025] Fig. 7 ein Diagramm ist, das eine Beziehung zwischen einer Trockenausdehnungsrate B/A und einem Betrag der Deformation des geformten kerami-

schen Wabenkörpers als ein experimentelles Ergebnis zeigt; und

[0026] Fig. 8 ein Diagramm ist, das eine Beziehung zwischen einer Trockenausdehnungsrate B/A und einer Anzahl von Rissen zeigt, die in dem keramischen Wabenstrukturkörper als experimentelles Ergebnis erzeugt wurden.

[0027] Hiernach werden verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In der folgenden Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen bezeichnen gleiche Bezugszeichen oder Ziffern gleiche oder äquivalente Komponententeile durchgängig durch die verschiedenen Ansichten.

Bevorzugte Ausführungsform

[0028] Eine Beschreibung wird nun von einer Konfiguration und einem Herstellungsverfahren des keramischen Wabenstrukturkörpers gemäß einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezug auf Fig. 1 bis Fig. 6 gegeben.

[0029] Wie in Fig. 1 bis Fig. 6 gezeigt wird, zeigt die bevorzugte Ausführungsform das Herstellungsverfahren der Herstellung eines keramischen Wabenstrukturkörpers mit einer Vielzahl von Zellenwänden **3**, die in einer Wabenstruktur angeordnet sind. Das Herstellungsverfahren weist einen Extrusionsformschritt, einen Schneideschritt, einen Trockenschritt und einen Brennschritt auf.

[0030] Fig. 1 ist ein Flussdiagramm, welches das Herstellungsverfahren des keramischen Wabenstrukturkörpers **10** gemäß der bevorzugten Ausführungsform zeigt. Fig. 2 ist ein perspektivisches Diagramm des geformten keramischen Wabenkörpers **10** der bevorzugten Ausführungsform.

[0031] Das Extrusionsformen wird mit einem keramischen Rohmaterial so durchgeführt, dass ein geformter Körper einer zylindrischen Form mit einem umgebenden Unkleidungsanteil **2** und einer Vielzahl von Zellenwänden **3** gebildet wird, die in integralen Formen oder einstückigen Formen gebildet werden (S100).

[0032] Der Extrusionsformschritt verwendet das keramische Rohmaterial von keramischem Cordierit, das mindestens Rohmaterialpulver, Wasser und ein Ausdehnungsmittel enthält, das sich in dem Trocknungsschritt ausdehnt. Das keramische Rohmaterialpulver bezieht Kaolin, geschmolzenes Siliciumoxid, Aluminiumhydroxid, Aluminiumoxid, Talk und Kohlenstoff, etc. ein. Das keramische Rohmaterialpulver schließt abschließend keramisches Cordierit $MgO \cdot SiO_2 \cdot Al_2O_3$ als Hauptkomponente ein. Der Talk

ist ein Tonmineral, das MgO und SiO₂ als Hauptkomponenten einschließt. Die chemische Zusammensetzung des keramischen Cordierits ist in Gew.-% wie folgt: Siliciumoxid SiO₂ von 45 % bis 55 %; Aluminiumhydroxid Al₂O₃ von 33 % bis 42 % und MgO von 12 % bis 18 %.

[0033] Das keramische Rohmaterial schließt das keramische Rohpulver, das Wasser und das Ausdehnungsmittel, das sich während des Trocknungsschritts durch die thermische Energie ausdehnt, mit einer gewünschten Menge ein. Ein Pulver von wärmeaktiviertem Gas-Schaumbildungsmittel wird als Ausdehnungsmittel verwendet. Das wärmeaktivierte Schaumbildungsmittel ist aus einem Polymerkern hergestellt, der durch ein thermoplastisches Polymer gebildet ist, flüssiges Gas in dem Kern einbezieht und dieses durch Aufheizen verdampft. Die bevorzugte Ausführungsform verwendete „thermisch ausdehbare Mikrokapseln“ als Pulver des wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittels mit dem Polymerkern aus thermoplastischem Polymer und flüssigem Kohlenwasserstoff mit niedrigem Siedepunkt, das in dem polymeren Kern enthalten ist. Der Extrusionsformschritt führt das Extrusionsformen mit dem vorstehenden keramischen Rohmaterial unter Verwendung einer Metallform aus, um den geformten Wabenkörper zu bilden.

[0034] Der gebildete geformte Körper wird dann in eine Vielzahl von geformten keramischen Wabenkörpern **10** geschnitten, wobei jeder geformter Körper **10** einen gewünschten Durchmesser aufweist. Jeder geformter Körper **10** weist den umgebenden Umkleidungsanteil **2** und eine Vielzahl von Zellenwänden **3** in einer Wabenstruktur wie in [Fig. 2](#) gezeigt auf (S110).

[0035] Eine Vielzahl der Zellenwände **3** in jedem keramischen Wabenstrukturkörper **10** sind Trennwände einer porösen Struktur, welche Einführpfade und Abgaspfade bilden (in den Diagrammen wurden diese weggelassen). Durch die Einführpfade und die Abgaspfade wird Abgas, das von einer Verbrennungsmaschine wie einem Dieselmotor ausgestoßen wurde (nicht gezeigt), eingeführt und durch die Außenseite des keramischen Wabenstrukturkörpers **1** ausgestoßen, der aus dem geformten keramischen Wabenkörper **10** durch Trocknen und Brennen gebildet wurde (wie später erklärt wird).

[0036] Aluminiumoxidschlicker, der Aluminiumoxid enthält, wird in die Endfläche des geformten Körpers **10** gegossen, so dass der Aluminiumoxidschlicker die Oberfläche der Zellenwände **3** als Trennwände der porösen Struktur beschichtet. Der geformte keramische Wabenkörper **10** wird dann in den Schlicker getaucht, um diesen mit einem Katalysator zu beschichten. Der Katalysator, der durch die Aluminiumoxidschicht getragen wird, wird auf die Oberfläche

der Zellenwände **3** als Trennwände in dem keramischen geformten Wabenkörper **10** beschichtet (S120).

[0037] Als nächstes wird der Trockenschritt durchgeführt. In dem Trockenschritt wird der geformte keramische Wabenkörper durch thermische Energie getrocknet, die durch eine Mikrowelle erzeugt wurde, während eine gewünschte Trockenausdehnungsrate B/A in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 gehalten wurde, wobei A der Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers **10** vor der Initiierung des Trocknens und B der Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers **10** nach dem Abschluss des Trocknens ist (S130).

[0038] Durch Erhitzen des geformten keramischen Wabenkörpers **10** in dem Trocknungsschritt S130 wird flüssiges Gas, das in dem polymeren Kern in dem wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittel als Ausdehnungsmittel enthalten ist, verdampft, der innere Gasdruck des polymeren Kerns wird dadurch angehoben und der polymere Kern wird erweicht. Ferner steigert die Erweichung des polymeren Kerns das Volumen des polymeren Kerns in großem Umfang und der polymere Kern wird abschließend aufgeschäumt. Durch Aufschäumen des polymeren Kerns in dem wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittel wird das Volumen des geformten Wabenstrukturkörpers **10** folglich gesteigert.

[0039] Insbesondere wird der Trocknungsschritt S130 so gesteuert, dass die Trockenausdehnungsrate B/A erfüllt wird, nämlich, dass die in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 gehalten wird. Diese Bedingung der Trocknungssteuerung ist das wichtigste Merkmal der vorliegenden Erfindung.

[0040] Verschlusselemente **4** werden dann an beiden Endflächen des geformten keramischen Wabenkörpers **10** gebildet.

[0041] Abschließend wird ein Brennschritt für den geformten keramischen Wabenkörper **10** in einem elektrischen Ofen durchgeführt, um abschließend den keramischen Wabenstrukturkörper **1** zu bilden (S140).

[0042] [Fig. 3](#) ist ein seitliches Diagramm, das Messpunkte des äußeren Durchmessers A und B des geformten keramischen Wabenkörpers **10** der bevorzugten Ausführungsform zeigt. [Fig. 4](#) ist ein Querschnittsdiagramm, das Messpunkte für den äußeren Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers **10** der bevorzugten Ausführungsform zeigt.

[0043] Eine Beschreibung wird nun über die Art und Weise gegeben, wie der äußere Durchmesser des keramischen geformten Wabenkörpers **10** vor dem Initiieren des Trocknens (als äußerer Durchmesser

A) und nach dem Abschluss des Trocknens (als äußerer Durchmesser B) unter Bezug auf die beiden [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gemessen wird.

[0044] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt wird, werden beide äußeren Durchmesser „a“ und „c“ des geformten keramischen Wabenkörpers **10** an den Positionen, die von den beiden Endflächen des geformten keramischen Wabenkörpers **10** um 5 mm nach innen hin entlang der Mittelachse des geformten Körpers **10** entfernt sind, gemessen (siehe den Pfeil, der durch die Bezugszeichen „a“ und „c“ in [Fig. 3](#) angezeigt wird). Der äußere Durchmesser „b“ des geformten keramischen Wabenkörpers **10** wird in den mittleren Teil des geformten Körpers **10** entlang der Mittelachse des geformten Körpers **10** gemessen (siehe den Pfeil, der durch Bezugszeichen „b“ in [Fig. 3](#) bezeichnet wird).

[0045] [Fig. 4](#) zeigt den Messteil des äußeren Durchmessers des geformten keramischen Wabenkörpers **10**. Die äußeren Durchmesser „a“, „b“ und „c“ werden durch Berechnen von Mittelwerten der gemessenen vier Sätze von Durchmessern berechnet, welche durch die Bezugszeichen a1 (b1, c1), a2 (b2, c2), a3 (b3, c3) und a4 (b4, c4) bezeichnet werden, wie in [Fig. 4](#) gezeigt wird.

[0046] Beide Sätze von Durchmessern, welche durch a1 (b1, c1) und a2 (b2, c2) bezeichnet werden, befinden sich entlang der Richtung, in welcher eine Vielzahl von Zellenwänden **3** gebildet und angeordnet wurde. Die beiden Sätze von Durchmessern, welche durch a3 (b3, c3) und a4 (b4, c4) bezeichnet werden, sind gegenüber den Durchmessern, die durch a1 (b1, c1) und a2 (b2, c2) angezeigt werden, um 45° in Uhrzeigerichtung verkippt.

[0047] Das heißt, die folgenden Gleichungen werden in den bevorzugten Ausführungsformen erfüllt:

Durchmesser ist „a“ = $(a1 + a2 + a3 + a4)/4$;

Durchmesser ist „b“ = $(b1 + b2 + b3 + b4)/4$;

Durchmesser ist „c“ = $(c1 + c2 + c3 + c4)/4$; und

Durchmesser ist „d“ = $(d1 + d2 + d3 + d4)/4$.

[0048] Abschließend wird der Mittelwert („a“ + „b“ + „c“)/3 als äußerer Durchmesser A (vor dem Trocknen) und B (nach dem Trocknen) des geformten keramischen Wabenkörpers **10** berechnet.

[0049] In einem konkreten Beispiel ist der äußere Durchmesser A des geformten Körpers **10** vor dem Trocknen 157,0 mm und der äußere Durchmesser B des geformten Körpers **10** nach dem Trocknen 168,2 mm, und die Trockenausdehnungsrate B/A wird 1,071.

[0050] Die bevorzugte Ausführungsform zeigt die Verwendung des Trocknens mit Mikrowellen zum Durchführen des Trocknungsschritts des Trocknens des geformten keramischen Wabenkörpers **10**. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die Verwendung des Trocknens mit Mikrowellen begrenzt. Zum Beispiel ist es möglich, eine Hochfrequenzwelle anstatt der Mikrowelle zu verwenden.

[0051] Die Mikrowelle oder Hochfrequenzwelle gibt angemessene thermische Energie an den inneren Teil des geformten keramischen Wabenkörpers **10** weiter.

[0052] Vor dem Durchführen des Brennschritts S140 werden die Verschlusselemente **4** (siehe [Fig. 5](#)) an beiden Endflächen des geformten keramischen Wabenstrukturkörpers **10** gebildet.

[0053] In dem Brennschritt S140 wird das wärmeaktivierte Gas-Schaumbildungsmittel durch die thermische Energie verdampft und anstatt dessen eine Vielzahl von porösen Zellenwänden **3** in dem keramischen Strukturkörper **1** zur Verfügung gestellt.

[0054] [Fig. 5](#) ist ein perspektivisches Diagramm des keramischen Wabenstrukturkörpers **1**, das durch das Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Ausführungsform hergestellt wurde. [Fig. 6](#) ist ein Querschnittsdiagramm, das den keramischen Wabenkörper **1** zeigt, welcher entlang der Linie A1-A1 in [Fig. 5](#) aufgenommen wurde.

[0055] Wie in den beiden [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt wird, weist der hergestellte keramische Wabenstrukturkörper **1** den umgebenden Umkleidungsanteil **2** auf und eine Vielzahl von Zellenwänden **3**, die eine Vielzahl von Zellen **11** bilden, die durch den umgebenden Umkleidungsanteil **2** zusammengefasst werden. Der umgebende Umkleidungsanteil **2** und eine Vielzahl von Zellenwänden **3** werden in einer integralen Form oder einer einstückigen Form gebildet.

[0056] Der keramische Wabenstrukturkörper **1** kann als Dieselpartikelfilter (DPF) zum Reinigen eines Abgases verwendet werden, das partikuläre Materie (Feinteilchen) enthält, die aus einer Verbrennungsmaschine wie einem Dieselmotor ausgestoßen wird.

[0057] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt wird, sind die Verschlusselemente **4** an beiden Endflächen des keramischen Wabenstrukturkörpers **1** in einem Schachbrettmuster angeordnet. [Fig. 5](#) zeigt die Verschlusselemente, die nur an einer Fläche des keramischen Wabenstrukturkörpers **1** gebildet wurden.

[0058] Der keramische Wabenstrukturkörper ist aus keramischem Cordierit hergestellt. Die Zellenwände **3** in dem keramischen Wabenstrukturkörper **1** weisen eine poröse Struktur auf, die durch das Verschwinden

des wärmeaktivierten Schaumbildungsmittels während des Brennschrittes S140 nach dessen Ausdehnen in dem Trocknungsschritt S130 gebildet wurden.

[0059] Als nächstes wird nun eine Beschreibung der Wirkung und Effekte des keramischen Wabenstrukturkörpers **1** und dessen Herstellungsverfahren gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gegeben.

[0060] Das Merkmal des Herstellungsverfahrens des Herstellens des keramischen Wabenstrukturkörpers **1** gemäß der vorliegenden Erfindung ist wie folgt.

[0061] Während dem Trockenschritt S130 wird das Ausdehnungsmittel ausgedehnt, um den keramischen geformten Wabenkörper **10** auszudehnen, und das Trocknen wird durch Steuern oder Erfüllen der Trockenausdehnungsrate B/A in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 durchgeführt, wobei A der äußere Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers **10** vor der Initiierung des Trocknens und B der äußere Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers **10** nach dem Abschluss des Trocknens ist.

[0062] Das heißt, das Merkmal der vorliegenden Erfindung ist es, erzwungen die Trockenausdehnungsrate B/A während des Trockenschritts S130 in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 zu steuern. Dies kann die Deformation des geformten keramischen Wabenkörpers **10** während des Trockenschritts unterdrücken und den geformten keramischen Wabenkörper mit hoher Genauigkeit erreichen.

[0063] Insbesondere ist es bevorzugt, die Trockenausdehnungsrate B/A in einem Bereich von 1,05 bis 1,08 zu steuern. Dies kann den geformten keramischen Wabenkörper **10** mit höherer Genauigkeit vergleichen mit der Bedingung der Trockenausdehnungsrate B/A von 1,01 bis 1,12 ergeben.

[0064] Zusätzlich kann die Trockenausdehnungsrate B/A durch Einstellen der Menge des Ausdehnungsmittels in dem keramischen Rohmaterial und die Temperatur zum Zeitpunkt des Trockenschritts gesteuert werden.

[0065] Das Ausdehnungsmittel ist aus einem wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittel hergestellt, das aus Teilchen von polymeren Kernen hergestellt wurde, die ein flüssiges Gas einbeziehen. Während des Erhitzens des wärmeaktivierten Gas-Schaumbildungsmittels wird das flüssige Gas in dem polymeren Kern verdampft und diese Verdampfung steigert den Gasdruck des polymeren Kerns. Zusätzlich wird der polymere Kern erweicht, so dass das Volumen des polymeren Kerns in großem Maße ansteigt. Auf diese Weise kann der geformte Wabenstrukturkörper **10** in

Volumen ausgedehnt werden, während die Wärmeenergie in dem Trockenschritt S130 aufgebracht wird.

[0066] Weil das wärmeaktivierte Gas-Schaumbildungsmittel aus einem organischen Material hergestellt wurde, wird im Allgemeinen das wärmeaktivierte Gas-Schaumbildungsmittel während des Brennschritts S140 entfernt. Der Brennschritt S140 kann die porösen Zellenwände mit einer Vielzahl von poröser Fläche in den Zellwänden **3** herstellen.

[0067] Auf diese Weise kann das Herstellungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform den keramischen Wabenstrukturkörper **1** mit den porösen Zellenwänden **3** mit einer Vielzahl von feinen Löchern bilden.

[0068] In der Ausführungsform verwendet der Trockenschritt S130 ein Erhitzen mit Mikrowellen mit einer gewünschten Energie, welche in geeigneter Weise den inneren Teil des keramischen geformten Wabenkörpers **10** erhitzen kann. Demzufolge wird der geformte Wabenstrukturkörper **10** graduell von seinem inneren Teil zu seinem äußeren Umfangsteil erhitzt, so dass es möglich ist, das gleichmäßige Ausdehnen des geformten keramischen Wabenkörpers **10** zu erreichen und die Deformation des geformten Körpers **10** während des Trockenschritts S130 und des Brennschritts S140 zu verhindern.

[0069] Der äußere Durchmesser des keramischen Wabenstrukturkörpers **1** wird auf einen Bereich von 50 mm bis 400 mm festgesetzt. Das Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung kann den keramischen Wabenstrukturkörper **1** mit einer gewünschten Genauigkeit leicht bilden.

[0070] Da der keramische Wabenstrukturkörper **1** aus keramischem Cordierit hergestellt ist und das Cordierit Merkmale der Wärmebeständigkeit oder hitzefesten Fähigkeit und ein Material mit niedriger thermischer Ausdehnung ist, kann der keramische Wabenstrukturkörper **1** gegen hohe Temperatur und einen schnellen Wechsel der Temperatur bestehen. Der keramische Wabenstrukturkörper **1** weist daher eine überlegene Fähigkeit des Antithermoschocks auf.

[0071] Wie vorstehend im Detail beschrieben wird, ist es gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung möglich, den keramischen Wabenstrukturkörper mit einer hohen Genauigkeit sowie sein Herstellungsverfahren zur Verfügung zu stellen.

Experimentelle Ergebnisse

[0072] Eine Beschreibung der experimentellen Ergebnisse des keramischen Wabenstrukturkörpers, der durch das Herstellungsverfahren der bevorzug-

ten Ausführungsform hergestellt wurde, wird nun gegeben.

[0073] Fig. 7 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen der Trockenausdehnungsrate B/A und dem Betrag der Deformation des geformten keramischen Wabenkörpers **10** zeigt.

[0074] Das Experiment hat die Beziehung zwischen der Trockenausdehnungsrate B/A vor der Initiierung der Trocknung und nach dem Abschluss der Trocknung und den Betrag der Deformation des geformten keramischen Wabenkörpers **10** in dem Trockenschritt S130 gemessen.

[0075] Das Experiment hat ferner die Beziehung zwischen der Trockenausdehnungsrate B/A und einer Anzahl von Rissen in dem keramischen Wabenstrukturkörper **1** nach dem Brennschritt S140 gemessen.

[0076] Die Art und Weise der Messung des Betrages der Deformation des geformten keramischen Wabenkörpers wird erklärt.

[0077] Zunächst wird der geformte Wabenstrukturkörper **10** nach dem Abschluss des Trockenschritts S130 an drei Messpunkten, nämlich an beiden Endabschnitten a1 bis a4 und b1 bis b4 und in dem Mittelabschnitt c1 bis c4 zwischen den beiden Endabschnitten des geformten Körpers, gemessen. Diese Messpunkte a1 bis a4, b1 bis b4 und c1 bis c4 und die Art und Weise wurden bereits in dem vorhergehenden Abschnitt der bevorzugten Ausführungsform beschrieben (siehe ebenso Fig. 3 und Fig. 4).

[0078] Differenzwerte M_a , M_b und M_c zwischen dem Maximalwert und dem Minimalwert in den Messdaten, die an allen Messpunkten (a1 bis a4, b1 bis b4 und c1 bis c4) erhalten wurden, werden berechnet.

[0079] Der Maximalwert bei M_a , M_b und M_c ist als Betrag der Deformation definiert.

[0080] Wie aus Fig. 4 klar verstanden werden kann, ist es möglich, den Betrag der Deformation durch Einstellen der Trockenausdehnungsrate B/A auf einen Bereich von nicht weniger als 1,01 zu unterdrücken. Wenn ferner die Trockenausdehnungsrate B/A auf einen Bereich von nicht weniger als 1,05 festgesetzt wird, ist es möglich, den Betrag der Deformation auf nicht mehr als 2,0 mm zu unterdrücken. Folglich ist es möglich, die Deformation des geformten keramischen Wabenkörpers **10** während dem Trockenschritt zu unterdrücken. Als ein Ergebnis ist es möglich, den keramischen Wabenstrukturkörper **1** mit hoher dimensionaler Genauigkeit zur Verfügung zu stellen.

[0081] Fig. 8 ist ein Diagramm, das eine Bezie-

hung zwischen der Trockenausdehnungsrate B/A und einer Anzahl von Rissen zeigt, die in dem keramischen Wabenstrukturkörper **1** nach dem Brennschritt S140 erzeugt wurden.

[0082] Wie in Fig. 8 klar gezeigt wird, kann die Bedingung der Trockenausdehnungsrate B/A von nicht mehr als 1,12 den keramischen Wabenstrukturkörper ergeben, dessen Anzahl an einbezogenen Rissen nicht mehr als 10 ist. Wenn ferner die Trockenausdehnungsrate B/A auf nicht mehr als 1,08 festgesetzt wird, ist es möglich, den keramischen Wabenstrukturkörper mit Rissen zu erhalten, deren Anzahl nicht größer als 1 ist. Auf diese Weise kann das Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung die Erzeugung von Rissen in dem keramischen Wabenstrukturkörper unterdrücken und den keramischen Wabenstrukturkörper **1** mit hoher Zuverlässigkeit bei der Verwendung zur Verfügung stellen.

[0083] Wie vorstehend im Detail beschrieben wurde, um den keramischen Wabenstrukturkörper mit hoher Genauigkeit und hoher Zuverlässigkeit zu bilden und zur Verfügung zu stellen, ist es bevorzugt, die Trockenausdehnungsrate in den Bereich von 1,02 bis 1,12 während des Trockenschritts festzusetzen. Es ist insbesondere bevorzugt, die Trockenausdehnungsrate auf den Bereich von 1,05 bis 1,08 festzusetzen. Die Erfüllung der Trockenausdehnungsrate B/A mit dem vorstehenden Bereich während des Trockenschritts kann den keramischen Wabenstrukturkörper mit hoher dimensionaler Genauigkeit und hoher Zuverlässigkeit zur Verfügung stellen.

[0084] Während die spezifischen Ausführungsformen und experimentellen Ergebnisse gemäß der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben wurden, wird es durch einen Fachmann verstanden werden, dass verschiedene Modifikationen und Alternativen zu diesen Details im Licht der gesamten Lehre der Offenbarung entwickelt werden können. Demzufolge sind die besonderen offenbarten Anordnungen nur illustrativ gemeint und begrenzen den Bereich der vorliegenden Erfindung nicht, welcher in der vollen Breite durch die beigefügten Patentansprüche und alle Äquivalente davon angegeben wird.

[0085] In einem Herstellungsverfahren zum Bilden eines keramischen Wabenstrukturkörpers wird ein Extrusionsformen mit einem keramischen Material durchgeführt, das mindestens keramisches Rohmaterialpulver, Wasser und ein Ausdehnungsmittel enthält, das während des Trocknens auszudehnen ist, um einen geformten Körper zu bilden. Dann wird der geformte Körper in geformte keramische Wabenkörper einer gewünschten Länge geschnitten. Eine Trocknung wird dann durchgeführt, während eine Trockenbedingung erfüllt oder gehalten wird, in welcher eine Trockenausdehnungsrate B/A in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 festgesetzt wird, wobei A ein

Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers vor dem Trockenschritt und B ein Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers nach dem Abschluss des Trockenschritts ist. Ein Brennen wird abschließend durchgeführt, um einen keramischen Wabenstrukturkörper mit hoher dimensionaler Genauigkeit zu erhalten.

tels, das zu dem keramischen Rohmaterial zugeben ist, die Trockentemperatur und die Länge der Trocknungszeit gesteuert wird.

7. Ein keramischer Wabenstrukturkörper, welcher durch das Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 hergestellt wurde.

Patentansprüche

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

1. Herstellungsverfahren zum Herstellung einer keramischen Wabenstruktur mit Zellenwänden, die in einer Wabenstruktur angeordnet sind, welches die Schritte umfasst:

Durchführen von Extrusionsformen mit einem keramischen Rohmaterial, das mindestens keramisches Rohmaterialpulver, Wasser und ein Ausdehnungsmittel enthält, das während des Trockenschritts auszudehnen ist, um einen geformten Körper zu bilden; Schneiden des geformten Körpers in eine Vielzahl von geformten keramischen Wabenkörpern, wobei jeder geformte keramische Wabenkörper eine gewünschte Länge aufweist;

Trocknen des geformten keramischen Wabenkörpers mit einer gewünschten Länge, während das Ausdehnungsmittel unter Aufrechterhalten einer Trocknungsbedingung ausgedehnt wird, in welcher eine Trockenausdehnungsrate B/A in einem Bereich von 1,01 bis 1,12 festgesetzt wird, wobei A ein Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers vor dem Initiieren des Trockenschritts und B ein Durchmesser des geformten keramischen Wabenkörpers nach dem Abschließen des Trockens ist; und Brennen des keramischen Wabenkörpers, um den keramischen Wabenstrukturkörper zu bilden.

2. Das Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei das Ausdehnungsmittel ein wärmeaktiviertes Gas-Schaumbildungsmittel aus Teilchen von polymeren Kernen aus thermoplastischem Polymer umfasst, in welchen flüssiges Gas enthalten ist.

3. Das Herstellungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Trockenschritt durch Erhitzen mit einer Mikrowelle oder durch Erhitzen mit einer Hochfrequenzwelle durchgeführt wird.

4. Das Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Herstellungsverfahren den keramischen Wabenstrukturkörper mit einem Durchmesser in einem Bereich von 50 mm bis 400 mm herstellt.

5. Das Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei keramisches Cordierit als keramisches Rohmaterial verwendet wird.

6. Das Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Trocknungsbedingung durch Einstellen des Betrags des Ausdehnungsmittel-

FIG. 1



FIG. 2

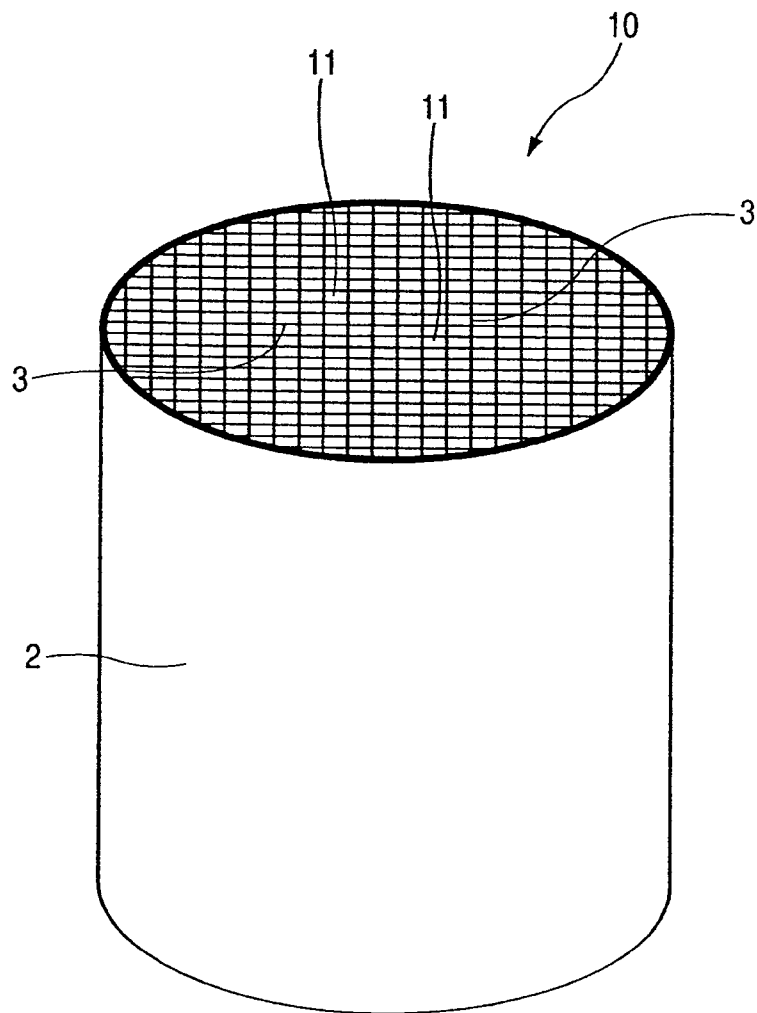


FIG. 3

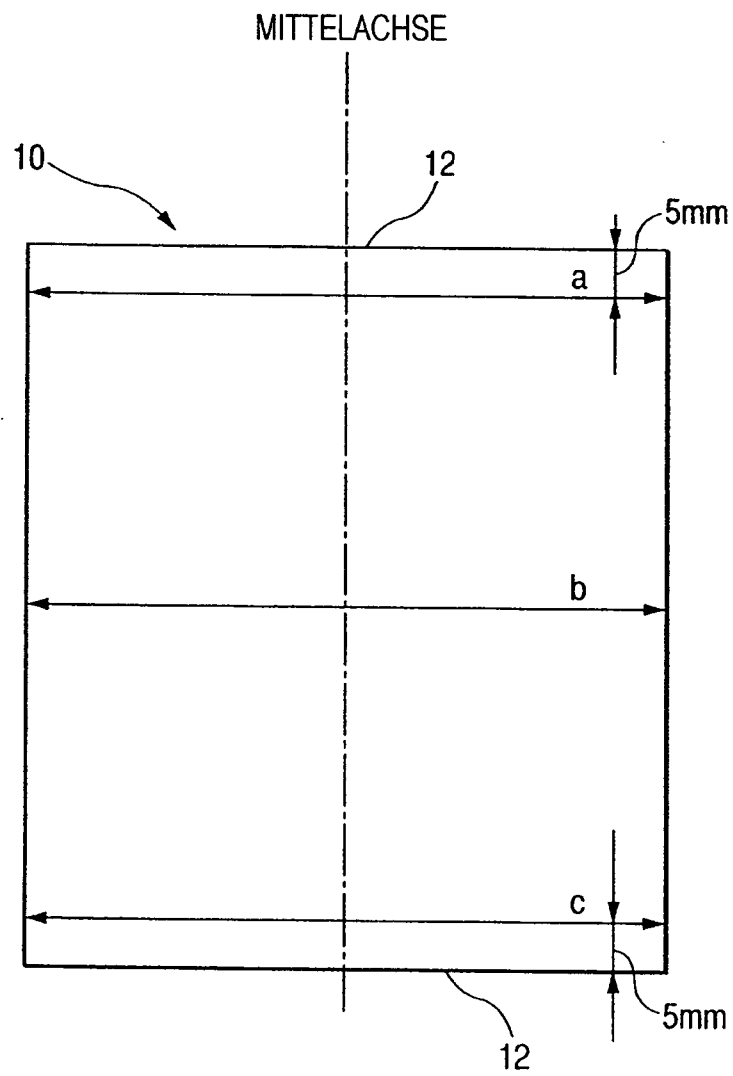


FIG. 4

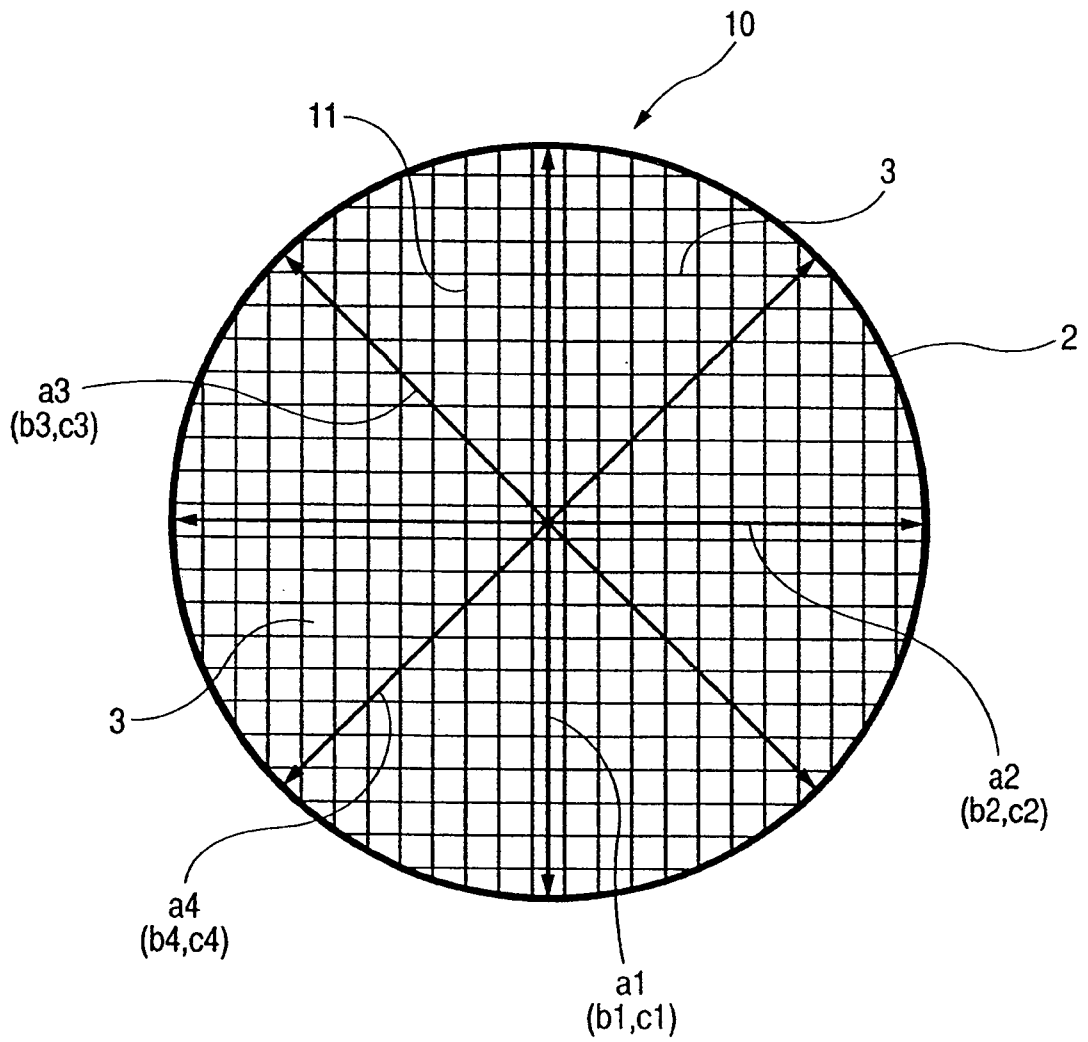


FIG. 5

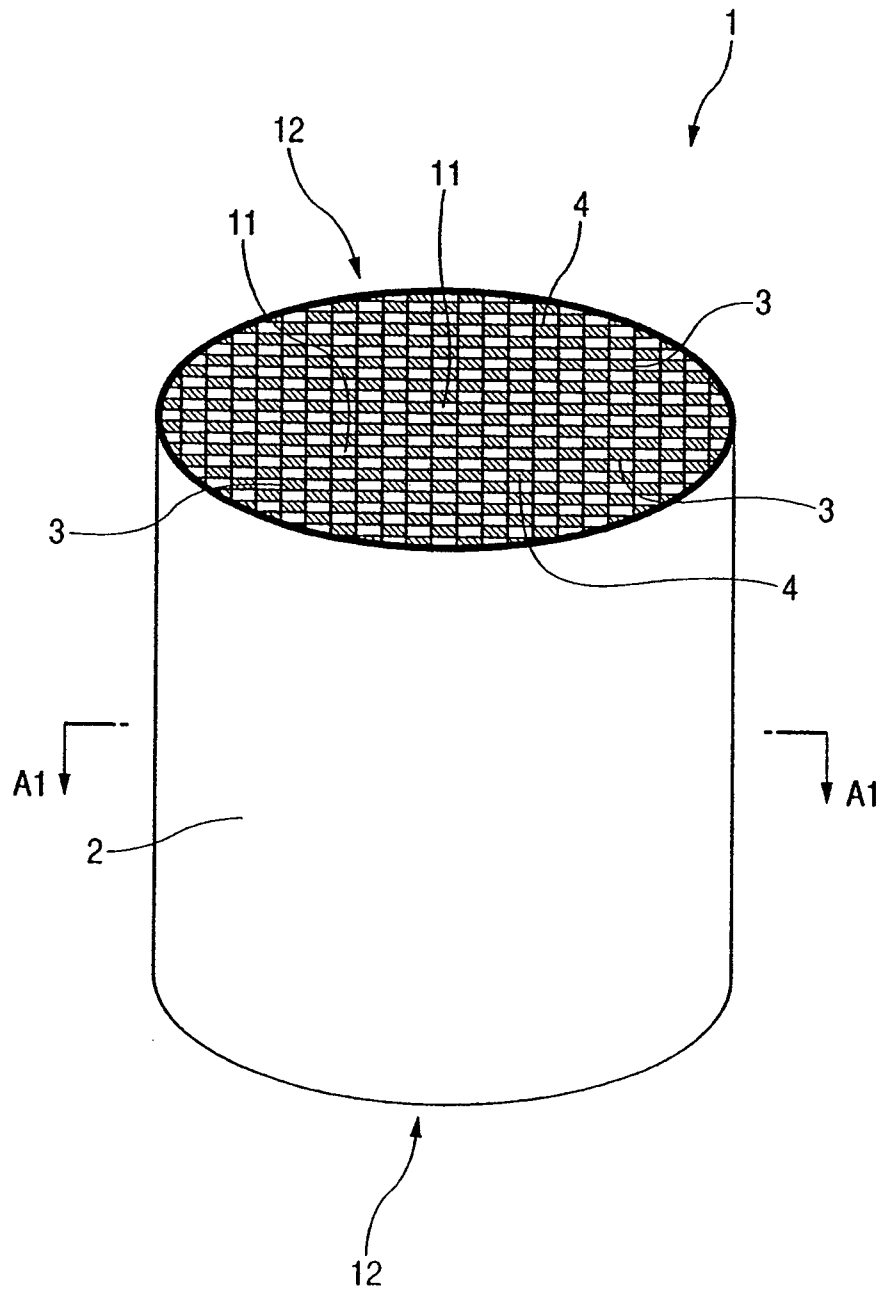


FIG. 6

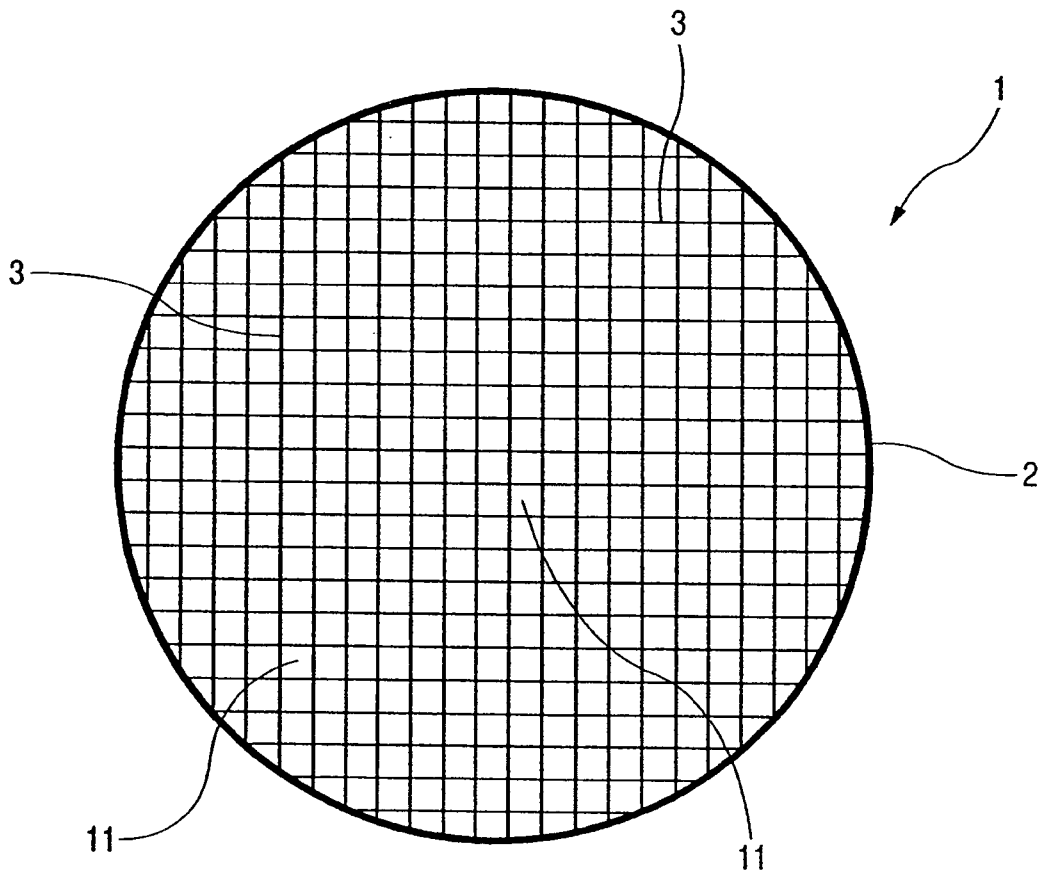


FIG. 7

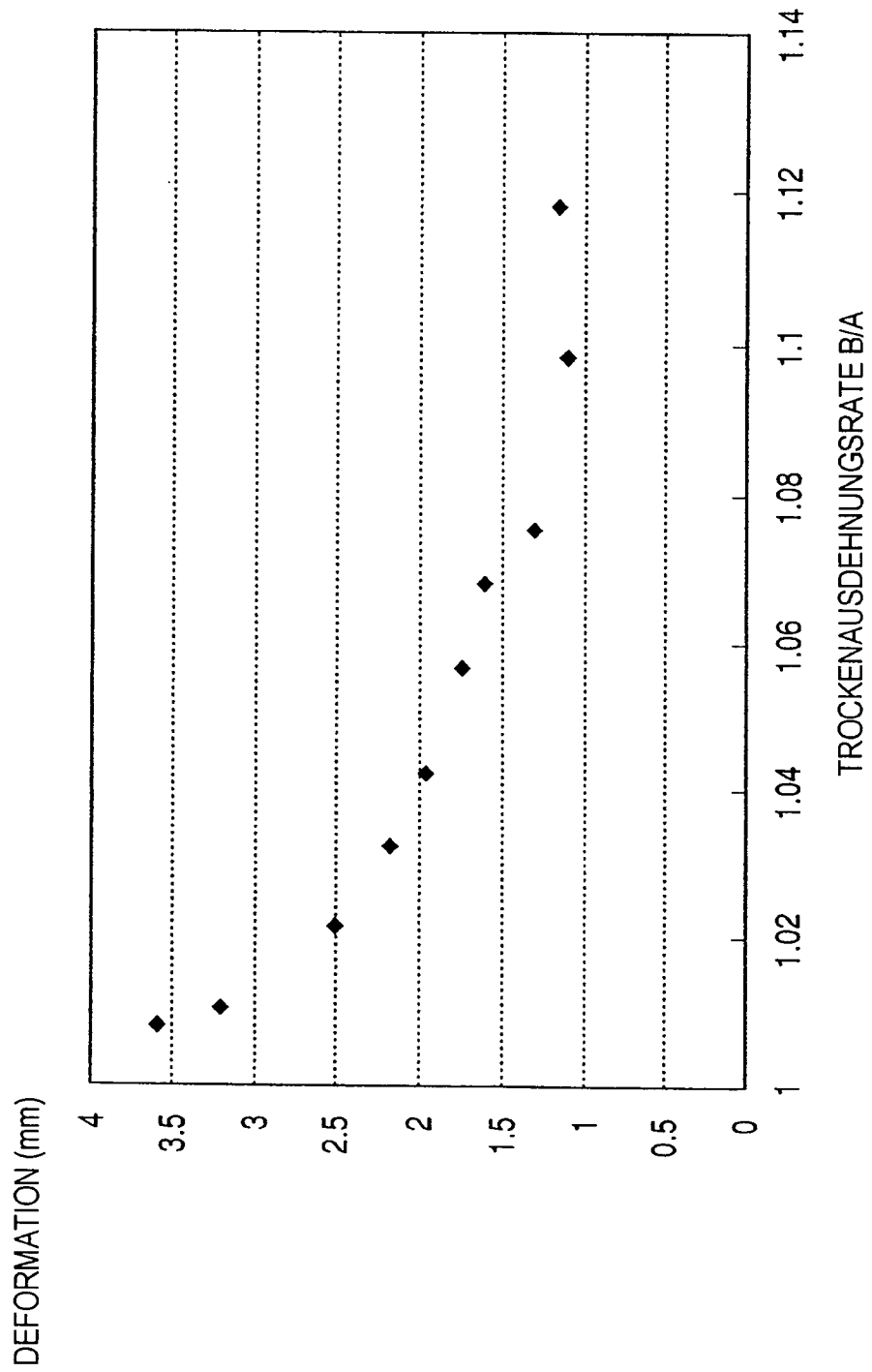


FIG. 8

