



(10) **DE 10 2021 005 867 A1** 2022.08.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 005 867.4**
(22) Anmeldetag: **26.11.2021**
(43) Offenlegungstag: **25.08.2022**

(51) Int Cl.: **C04B 38/00** (2006.01)
C04B 35/195 (2006.01)
B01J 35/04 (2006.01)
B01D 46/00 (2022.01)
F01N 3/022 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-029261 **25.02.2021** **JP**

(72) Erfinder:
**Aoki, Tsubasa, Nagoya, Aichi, JP; Sendo, Koichi,
Nagoya, Aichi, JP**

(71) Anmelder:
NGK Insulators, Ltd., Nagoya, Aichi, JP

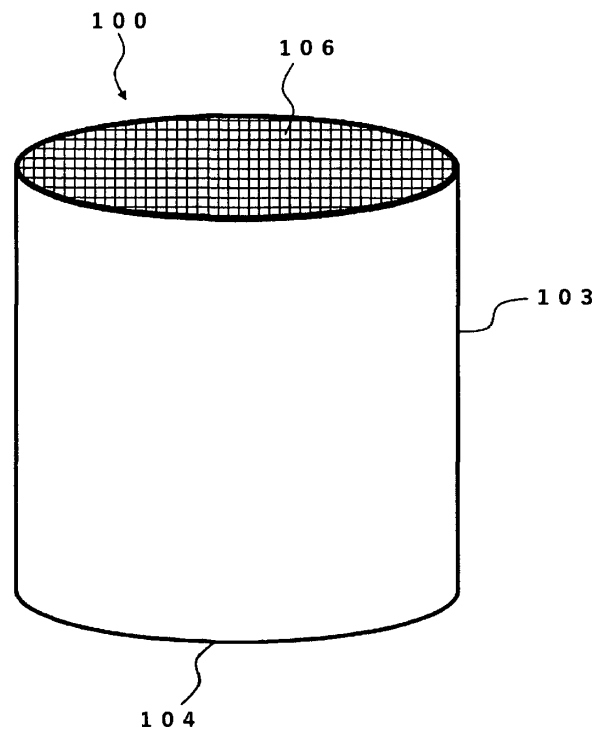
(74) Vertreter:
**Lederer & Keller Patentanwälte Partnerschaft
mbB, 80538 München, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Poröse Wabenstruktur und Verfahren zur Herstellung derselben**

(57) Zusammenfassung: Eine poröse Cordierit umfassende Wabenstruktur mit mehreren Zellkanälen, die einen Innenraum der porösen Wabenstruktur durchqueren und durch poröse Trennwände getrennt werden, wobei die porösen Trennwände eine Porosität von 45 bis 60 %, gemessen durch ein Quecksilberintrusionsverfahren, haben, wobei bei einer volumenbasierten kumulativen Porendurchmesserverteilung, gemessen durch das Quecksilberintrusionsverfahren, die porösen Trennwände einen kumulativen 10%-Porendurchmesser (D10) und einen kumulativen 50%-Porendurchmesser (D50), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleiner Pore, aufweisen und die Beziehung $0,45 \delta (D50 - D10) / D50$ und $3 \mu\text{m} \delta D50 \delta 10 \mu\text{m}$ erfüllen.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Die vorliegende Erfindung beansprucht den Vorteil der Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. 2021-029261, eingereicht am 25. Februar 2021 beim japanischen Patentamt, deren gesamte Inhalte hierin durch Verweis vollständig aufgenommen sind.

GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine poröse Wabenstruktur. Die vorliegende Erfindung bezieht sich ebenso auf ein Verfahren zur Herstellung einer porösen Wabenstruktur.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Poröse Wabenstrukturen verfügen über hervorragende Wärmebeständigkeit, Wärmeschockbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit. Daher wurden sie verbreitet als ein Filter zum Auffangen von Feststoffteilchen, die in Abgas aus einem Verbrennungsmotor, einem Heizkessel oder dergleichen enthalten sind, und als ein Katalysatorträger für einen Abgasreinigungskatalysator verwendet.

[0004] Als ein Material zum Bilden einer porösen Wabenstruktur wird aufgrund seiner hohen Wärmeschockbeständigkeit oftmals Cordierit verwendet. Eine poröse Wabenstruktur, die Cordierit umfasst, kann durch Kneten einer Rohmaterialzusammensetzung, erhalten durch geeignetes Zugeben verschiedener Additive zu einem Cordierit-bildenden Rohmaterial, einem porenbildenden Material, einem Bindemittel und einem Dispersionsmedium, wodurch ein Grünkörper erhalten wird, und Extrudieren dieses durch eine vorbestimmte Düse, wodurch ein wabenförmiger Formkörper (Wabenformkörper) hergestellt wird, gefolgt von Trocknen und dann Brennen des Wabenformkörpers hergestellt werden.

[0005] Porosität und Porendurchmesser-Verteilung sind bekannte Parameter, die das Leistungsvermögen einer porösen Wabenstruktur beeinflussen. Ferner sind Techniken zur Verbesserung der Dichte, mechanischen Festigkeit, des Wärmeausdehnungskoeffizienten, der Speichermasse und dergleichen durch Kontrolle der Porosität und der Porendurchmesser-Verteilung entwickelt worden. Beispielsweise wird in Patentliteratur 1 (japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2012-509840) ein poröser Cordieritkeramikkörper mit einer Gesamtporosität von 40 bis 55 %, einem mittleren Porendurchmesser (d_{50}) von weniger als 6 μm und einer Porendurchmesser-Verteilung mit einem df -Wert ($= (d_{50} - d_{10}) / d_{50}$) von weniger als 0,4 offenbart. In Patentliteratur 2 (japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2015-145333) ist ein poröser Cordieritkeramikkörper mit einer Gesamtporosität von 40 bis 55 %, einem mittleren Porendurchmesser (d_{50}) von 3 bis 10 μm und einer Porendurchmesser-Verteilung mit einem df -Wert ($= (d_{50} - d_{10}) / d_{50}$) von weniger als 0,4 offenbart.

STAND DER TECHNIK

Patentliteratur

[Patentliteratur 1] japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2012-509840

[Patentliteratur 2] japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2015-145333

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Wie in Patentliteratur 1 und Patentliteratur 2 vorgeschlagen, wird herkömmlich in einer porösen Cordierit umfassenden Wabenstruktur der Porendurchmesser verringert und die Porendurchmesser-Verteilung enger gemacht, um das Leistungsvermögen der porösen Wabenstruktur zu verbessern. Gemäß den Forschungsergebnissen der betreffenden Erfinder wurde jedoch festgestellt, dass das Verfahren zum Verringern des Porendurchmessers und Einengung der Porendurchmesser-Verteilung nicht immer zufriedenstellende Wärmeschockbeständigkeit zeigt. Da die poröse Wabenstruktur häufig in einer Umgebung eingesetzt werden soll, in der die Temperatur stark schwankt, ist es praktisch vorteilhaft hervorragende Wärmeschockbeständigkeit zu erwerben.

[0007] Die vorliegende Erfindung entstand in Anbetracht der obigen Umstände und in einer Ausführungsform ist ein Gegenstand die Verbesserung der Wärmeschockbeständigkeit einer porösen Cordierit umfassenden

Wabenstruktur. Ferner ist in einer anderen Ausführungsform der Erfindung ein Gegenstand die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung einer porösen Wabenstruktur.

[0008] Im Ergebnis gewissenhafter Studien zur Lösung der obigen Probleme haben die betreffenden Erfinder festgestellt, dass bei einer porösen Cordierit umfassenden Wabenstruktur, obgleich der Porendurchmesser insgesamt verringert werden sollte, wenn die Porendurchmesserverteilung breiter wird, eine höhere Wärmeschockbeständigkeit erhalten werden kann. Die vorliegende Erfindung wurde basierend auf den obigen Erkenntnissen vollendet und wird nachstehend beispielhaft erläutert.

[0009] [1] Eine poröse Cordierit umfassende Wabenstruktur mit mehreren Zellkanälen, die einen Innenraum der porösen Wabenstruktur durchqueren und durch poröse Trennwände getrennt werden, wobei die porösen Trennwände eine Porosität von 45 bis 60 %, gemessen durch ein Quecksilberintrusionsverfahren, haben, wobei bei einer volumenbasierten kumulativen Porendurchmesserverteilung, gemessen durch das Quecksilberintrusionsverfahren, die porösen Trennwände einen kumulativen 10-%-Porendurchmesser (D10) und einen kumulativen 50-%-Porendurchmesser (D50), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleiner Pore, aufweisen und die Beziehung $0,45 \delta (D50 - D10) / D50$ und $3 \mu\text{m} \delta D50 \delta 10 \mu\text{m}$ erfüllen.

[0010] [2] Die poröse Wabenstruktur gemäß [1], die $0,50 \delta (D50 - D10) / D50$ erfüllt.

[0011] [3] Die poröse Wabenstruktur gemäß [1] oder [2], wobei bei der volumenbasierten kumulativen Porendurchmesserverteilung, gemessen durch das Quecksilberintrusionsverfahren, die porösen Trennwände den kumulativen 10-%-Porendurchmesser (D10), den kumulativen 50-%-Porendurchmesser (D50) und einen kumulativen 90-%-Porendurchmesser (D90), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleiner Pore, haben und die Beziehung $1,3 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllen.

[0012] [4] Die poröse Wabenstruktur gemäß [3], die $1,7 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllt.

[0013] [5] Die poröse Wabenstruktur gemäß einem von [1] bis [4], wobei die Dicke der porösen Trennwände 40 bis 150 μm beträgt.

[0014] [6] Die poröse Wabenstruktur gemäß einem von [1] bis [5], wobei die porösen Trennwände einen Elastizitätsmodul, gemessen durch ein Resonanzverfahren, von 8 bis 15 GPa haben.

[0015] [7] Ein Verfahren zur Herstellung der porösen Wabenstruktur gemäß einem von [1] bis [6], umfassend:

Erhalten eines Wabenformkörpers durch Bilden eines Grünkörpers, der ein Cordierit-bildendes Rohmaterial, ein organisches porenbildendes Material, ein Bindemittel und ein Dispersionsmedium umfasst, wobei der Wabenformkörper mehrere Zellkanäle aufweist, die einen Innenraum des Wabenformkörpers durchqueren und von porösen Trennwänden getrennt werden, und

Brennen des Wabenformkörpers;

wobei das organische porenbildende Material in dem Wabenformkörper in einer Menge von 1,5 Masseanteilen oder mehr in Bezug auf 100 Masseanteile des Cordierit-bildenden Rohmaterials enthalten ist und bei einer volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesserverteilung, gemessen durch ein Laserbeugungs-/streuungsverfahren, das organische porenbildende Material einen kumulativen 10-%-Durchmesser (D10) und einen kumulativen 50-%-Durchmesser (D50), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleinen Teilchen, aufweist und die Beziehung $0,32 \delta (D50 - D10) / D50$ und $10 \mu\text{m} \delta D50 \delta 30 \mu\text{m}$ erfüllt.

[0016] [8] Das Verfahren gemäß [7], wobei bei der volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesserverteilung, gemessen durch ein Laserbeugungs-/streuungsverfahren, das organische porenbildende Material den kumulativen 10-%-Porendurchmesser (D10), den kumulativen 50-%-Durchmesser (D50) und einen kumulativen 90-%-Durchmesser (D90), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleinen Teilchen, aufweist und die Beziehung $0,80 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllt.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Wärmeschockbeständigkeit bei einer porösen Cordierit umfassenden Wabenstruktur verbessert werden. Durch die Verbesserung der Wärmeschockbeständigkeit der porösen Wabenstruktur kann die Haltbarkeit verbessert werden, wenn sie als ein

Katalysatorträger in einer Umgebung mit einer großen Temperaturschwankung wie einer Abgasleitung eines Automobils verwendet wird.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Wanddurchgangswabenstruktur zeigt.

Fig. 2 ist eine schematische Querschnittsansicht einer Wanddurchgangswabenstruktur, betrachtet in einem Querschnitt parallel zu der Richtung, in der die Zellen verlaufen.

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Wandstromwabenstruktur zeigt.

Fig. 4 ist eine schematische Querschnittsansicht einer Wandstromwabenstruktur, betrachtet in einem Querschnitt parallel zu der Richtung, in der die Zellen verlaufen.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0018] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgenden Ausführungsformen beschränkt sein soll, und beliebige Veränderungen, Verbesserungen oder dergleichen der Gestaltung können basierend auf den gewöhnlichen Kenntnissen eines Fachmannes entsprechend vorgenommen werden, ohne vom Sinn der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

(1. Poröse Cordierit umfassende Wabenstruktur)

[0019] In einer Ausführungsform weist die poröse Cordierit umfassende Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung mehrere Zellkanäle auf, die den Innenraum der porösen Wabenstruktur durchqueren und von porösen Trennwänden getrennt werden. In einer Ausführungsform ist die poröse Wabenstruktur als säulenförmige Wanddurchgangs- oder Wandstromwabenstruktur vorgesehen. Die Verwendung der porösen Wabenstruktur ist nicht besonders eingeschränkt. Beispielsweise wird sie in verschiedenen industriellen Anwendungen wie Wärmesenken, Filtern (Beispiel: GPF, DPF), Katalysatorträgern, Gleitstücken, Düsen, Wärmetauschern, elektrisch isolierenden Bauteilen und Teilen für Halbleiterherstellungsausrüstung eingesetzt. Von diesen kann sie geeignet als ein Filter zum Auffangen von Feststoffteilchen, die in Abgas aus einem Verbrennungsmotor, einem Dampfkessel oder dergleichen enthalten sind, oder als ein Katalysatorträger für einen Abgasreinigungskatalysator verwendet werden. Genauer gesagt, kann die poröse Wabenstruktur geeignet als ein Abgasfilter und/oder ein Katalysatorträger für Automobile verwendet werden.

[0020] Das Masseverhältnis von Cordierit in der porösen Cordierit umfassenden Wabenstruktur beträgt vorzugsweise 50 Masse-% oder mehr, vorzugsweise 70 Masse-% oder mehr und vorzugsweise 90 Masse-% oder mehr. Das Masseverhältnis von Cordierit in der porösen Cordierit enthaltenden Wabenstruktur kann im Wesentlichen 100 Masse-% betragen, abgesehen von unvermeidbaren Verunreinigungen.

[0021] **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichen schematisch eine perspektivische Ansicht und eine Querschnittsansicht einer säulenförmigen Wabenstruktur 100, die als ein Wanddurchgangsabgasfilter bzw. Katalysatorträger für Automobile verwendet werden kann. Die säulenförmige Wabenstruktur 100 verfügt über eine Außenumfangsseitenwand 102 und poröse Trennwände 112, die an der Innenumfangsseite der Außenumfangsseitenwand 102 vorgesehen sind und mehrere Zellen 108 trennen, die Fluidströmungswege (Zellkanäle) von einer ersten Endfläche 104 zu einer zweiten Endfläche 106 bilden. Die Außenfläche der Außenumfangsseitenwand 102 bildet die Seitenfläche 103 der säulenförmigen Wabenstruktur 100. Bei der säulenförmigen Wabenstruktur 100 sind beide Enden jeder Zelle 108 offen und das Abgas, das ausgehend von der ersten Endfläche 104 in eine Zelle 108 strömt, wird während des Durchlaufens der Zelle gereinigt und strömt aus der zweiten Endfläche 106 aus. Hierin befindet sich die erste Endfläche 104 auf der Anströmseite des Abgases und die zweite Endfläche 106 befindet sich auf der Abströmseite des Abgases, diese Unterscheidung zwischen der ersten Endfläche und der zweiten Endfläche dient jedoch lediglich der Erleichterung, und die zweite Endfläche 106 kann sich auch auf der Anströmseite des Abgases befinden und die erste Endfläche 104 kann sich auf der Abströmseite des Abgases befinden.

[0022] **Fig. 3** und **Fig. 4** veranschaulichen schematisch eine perspektivische Ansicht und eine Querschnittsansicht einer säulenförmigen Wabenstruktur 200, die als ein Wandstromabgasfilter bzw. Katalysatorträger für Automobile angewandt werden kann. Die säulenförmige Wabenstruktur 200 verfügt über eine Außenumfangsseitenwand 202 und poröse Trennwände 212, die an der Innenumfangsseite der Außenumfangsseitenwand 202 vorgesehen sind und mehrere Zellen 208a, 208b trennen, die Fluidströmungswege von einer ers-

ten Endfläche 204 zu einer zweiten Endfläche 206 bilden. Die Außenfläche der Außenumfangsseitenwand 202 bildet die Seitenfläche 203 der säulenförmigen Wabenstruktur 200.

[0023] Bei der säulenförmigen Wabenstruktur 200 können die mehreren Zellen 208a und 208b in mehrere erste Zellen 208a, die von der ersten Endfläche 204 zur zweiten Endfläche 206 verlaufen, an der ersten Endfläche 204 offen sind und verschlossene Abschnitte 209 an der zweiten Endfläche 206 aufweisen, und mehrere zweite Zellen 208b, die von der ersten Endflächen 204 zur zweiten Endfläche 206 verlaufen, verschlossene Abschnitte 209 an der ersten Endfläche 204 aufweisen und an der zweiten Endfläche 206 offen sind, unterteilt werden. Ferner sind bei der säulenförmigen Wabenstruktur 200 die ersten Zellen 208a und die zweiten Zellen 208b abwechselnd nebeneinander mit den dazwischen geschobenen porösen Trennwänden 212 angeordnet.

[0024] Wird der ersten Endfläche 204 auf der Anströmseite der säulenförmigen Wabenstruktur 200 Feststoffteilchen wie Ruß enthaltendes Abgas zugeführt, wird das Abgas in die ersten Zellen 208a eingeleitet und schreitet in den ersten Zellen 208a zur Abströmseite fort. Da die ersten Zellen 208a verschlossene Abschnitte 209 an der zweiten Endfläche 206 auf der Abströmseite aufweisen, durchläuft das Abgas die porösen Trennwände 212, die die ersten Zellen 208a und die zweiten Zellen 208b trennen, und strömt in die zweiten Zellen 208b. Da die Feststoffteilchen die porösen Trennwände 212 nicht durchlaufen können, werden sie aufgefangen und in den ersten Zellen 208a abgeschieden. Nachdem die Feststoffteilchen entfernt worden sind, schreitet das saubere Abgas, das in die zweiten Zellen 208b geströmt ist, zur Abströmseite in den zweiten Zellen 208b fort und strömt aus der zweiten Endfläche 206 auf der Abströmseite aus. Hierin befindet sich die erste Endfläche 204 auf der Anströmseite des Abgases und die zweite Endfläche 206 befindet sich auf der Abströmseite des Abgases, diese Unterscheidung zwischen der ersten Endfläche und der zweiten Endfläche dient jedoch lediglich der Einfachheit und es kann sich auch die zweite Endfläche 206 auf der Anströmseite des Abgases befinden und die erste Endfläche 204 kann sich auf der Abströmseite des Abgases befinden.

[0025] Die Untergrenze für die Porosität der porösen Trennwände kann entsprechend je nach der Nutzung eingestellt werden, hinsichtlich der Unterbindung des Druckabfalls des Fluids beträgt sie vorzugsweise aber 45 % oder mehr und stärker bevorzugt 50 % oder mehr. Überdies beträgt die Obergrenze für die Porosität der Trennwände hinsichtlich der Sicherstellung der Festigkeit des gebrannten Wabenkörpers vorzugsweise 60 % oder weniger, stärker bevorzugt 55 % oder weniger. Die Porosität wird mit dem Quecksilberintrusionsverfahren unter Verwendung eines Quecksilber-Porosimeters gemessen. Das Quecksilberintrusionsverfahren ist in JIS R1655: 2003 spezifiziert.

[0026] Um die Wärmeschockbeständigkeit der porösen Wabenstruktur zu verstärken, wird vorteilhafterweise die Porendurchmesser-Verteilung kontrolliert. Um die Gasreinigungsleistung zu verbessern, während gleichzeitig der Porendurchmesser insgesamt verringert wird, wenn die Porendurchmesser-Verteilung breiter wird, kann höhere Wärmeschockbeständigkeit erhalten werden. Auch wenn die vorliegende Erfindung nicht an eine Theorie gebunden sein soll, wird angenommen, dass dies auf folgende Gründe zurückzuführen ist. Ist die Porendurchmesser-Verteilung wie im Stand der Technik scharf, wird die Halsdicke des Grundmaterials, das die Trennwände bildet, einheitlich und auch die Festigkeit der Halsabschnitte wird einheitlich, so dass Risse entstehen können. Ist andererseits die Porendurchmesser-Verteilung breit, sind die Halsabschnitte des Grundmaterials nicht einheitlich, so dass auch die Festigkeit des Halsabschnitts nicht einheitlich ist und aufgrund der Verstärkung durch die festen Halsabschnitte, die an bestimmten Stellen vorliegen, keine Risse entstehen können.

[0027] Im Speziellen haben bei einer volumenbasierten kumulativen Porendurchmesser-Verteilung, gemessen mit dem Quecksilberintrusionsverfahren, die porösen Trennwände vorzugsweise einen kumulativen 10%-Porendurchmesser (D10) und einen kumulativen 50%-Porendurchmesser (D50), berechnet ausgehend von der Seite mit kleiner Pore, und erfüllen die Beziehung $0,45 \delta (D50 - D10) / D50$, erfüllen stärker bevorzugt die Beziehung $0,50 \delta (D50 - D10) / D50$ und erfüllen noch stärker bevorzugt die Beziehung $0,55 \delta (D50 - D10) / D50$. Auch wenn keine Obergrenze für $(D50 - D10) / D50$ festgelegt ist, erfüllt sie für gewöhnlich $(D50 - D10) / D50 \delta 0,80$ und üblicherweise $(D50 - D10) / D50 \delta 0,70$, noch üblicher $(D50 - D10) / D50 \delta 0,60$. Das Quecksilberintrusionsverfahren ist in JIS R1655: 2003 spezifiziert.

[0028] Ferner erfüllen die porösen Trennwände neben den oben erwähnten Bedingungen $(D50 - D10) / D50$ wünschenswerter Weise $3 \mu\text{m} \delta D50 \delta 10 \mu\text{m}$. Beträgt die Untergrenze des kumulativen 50%-Porendurchmessers (D50) in den porösen Trennwänden $3 \mu\text{m}$ oder mehr, besteht ein Vorteil dahingehend, dass das Ablösen des Abgasreinigungskatalysators unterbunden werden kann. Die Untergrenze von D50 der porösen Trennwände beträgt vorzugsweise $4 \mu\text{m}$ oder mehr und stärker bevorzugt $5 \mu\text{m}$ oder mehr. Ferner besteht,

wenn die Obergrenze des kumulativen 50%-Porendurchmessers (D50) in den porösen Trennwänden 10 µm oder weniger beträgt, ein Vorteil dahingehend, dass Infiltration des Abgasreinigungskatalysators in die Trennwände unterbunden werden kann. Die Obergrenze von D50 der porösen Trennwände beträgt vorzugsweise 8 µm oder weniger und stärker bevorzugt 6 µm oder weniger.

[0029] Ferner haben bei der volumenbasierten kumulativen Porendurchmesserverteilung, gemessen mit dem Quecksilberintrusionsverfahren, die porösen Trennwände vorzugsweise den kumulativen 10%-Porendurchmesser (D10), den kumulativen 50%-Porendurchmesser (D50) und einen kumulativen 90%-Porendurchmesser (D90), berechnet ausgehend von der Seite mit kleiner Pore, und erfüllen die Beziehung $1,3 \delta (D90 - D10) / D50$, erfüllen stärker bevorzugt die Beziehung $1,5 \delta (D90 - D10) / D50$, erfüllen noch stärker bevorzugt die Beziehung $1,7 \delta (D90 - D10) / D50$, erfüllen noch stärker bevorzugt die Beziehung $1,9 \delta (D90 - D10) / D50$ und erfüllen am stärksten bevorzugt die Beziehung $2,1 \delta (D90 - D10) / D50$. Auch wenn keine Obergrenze für $(D90 - D10) / D50$ festgelegt ist, erfüllt sie für gewöhnlich $(D90 - D10) / D50 \delta 2,8$ und erfüllt üblicherweise $(D90 - D10) / D50 \delta 2,6$, erfüllt noch üblicher $(D90 - D10) / D50 \delta 2,4$. Das Quecksilberintrusionsverfahren ist in JIS R1655: 2003 spezifiziert.

[0030] In einer Ausführungsform weisen die porösen Trennwände einen Elastizitätsmodul, gemessen mit einem Resonanzverfahren, von 8 bis 15 GPa auf. Beträgt die Untergrenze des Elastizitätsmoduls der porösen Trennwände 8 GPa oder mehr, besteht ein Vorteil dahingehend, dass die Trennwandfestigkeit sichergestellt werden kann. Die Untergrenze des Elastizitätsmoduls der porösen Trennwände beträgt vorzugsweise 9 GPa oder mehr und stärker bevorzugt 10 GPa oder mehr. Ferner besteht, wenn die Obergrenze des Elastizitätsmoduls der porösen Trennwände 15 GPa oder weniger beträgt, ein Vorteil dahingehend, dass die Wärmeschockbeständigkeit verbessert wird. Die Obergrenze des Elastizitätsmoduls der porösen Trennwände beträgt vorzugsweise 14 GPa oder weniger und stärker bevorzugt 13 GPa oder weniger. Das Resonanzverfahren ist in JIS R1602-1995 spezifiziert.

[0031] Für die oben beschriebene Porencharakteristik (Porosität und Porendurchmesserverteilung) und den Elastizitätsmodul der porösen Wabenstruktur wird der Durchschnittswert, der durch Nehmen und Messen von Proben aus mehreren Stellen der porösen Wabenstruktur erhalten wird, als ein Messwert verwendet.

[0032] Die Form jeder Endfläche der säulenförmigen Wabenstruktur ist nicht besonders eingeschränkt, beispielsweise kann aber eine runde Form wie eine kreisförmige Form, eine längliche kreisförmige Form, eine elliptische Form, eine ovale Form und eine Form, bestehend aus mehreren verschiedenen Bogenkomponenten sowie eine polygonale Form wie eine dreieckige Form oder eine quadratische Form genannt werden. Die runde Form bezieht sich auf eine Form, bestehend aus einfachen geschlossenen konvexen Rundungen ohne einen nach innen vertieften Außenumfangskonturenabschnitt, von einfachen geschlossenen Rundungen.

[0033] Die Form der Zellen im Querschnitt senkrecht zur Strömungswegrichtung der Zellen ist nicht eingeschränkt, ist vorzugsweise aber ein Viereck, ein Sechseck, ein Achteck oder eine Kombination davon. Von diesen sind ein Quadrat und ein Sechseck bevorzugt. Indem die Zellenform auf diese Weise gestaltet wird, wird Druckabfall, wenn ein Fluid die säulenförmige Wabenstruktur durchläuft, verringert und die Gasreinigungsleistung ist hervorragend.

[0034] Die Fläche jeder Endfläche der säulenförmigen Wabenstruktur ist nicht besonders eingeschränkt, kann beispielsweise aber 1.900 bis 97.000 mm² und üblicherweise 6.400 bis 32.000 mm² betragen.

[0035] Die Höhe der säulenförmigen Wabenstruktur (die Länge von der ersten Endfläche zur zweiten Endfläche) ist nicht besonders eingeschränkt und kann entsprechend je nach der Nutzung und der geforderten Leistung festgelegt werden. Die Höhe der säulenförmigen Wabenstruktur kann beispielsweise 40 mm bis 300 mm betragen. Es gibt keine besondere Einschränkung für die Beziehung zwischen der Höhe der säulenförmigen Wabenstruktur und dem maximalen Durchmesser jeder Endfläche (bezeichnet als die maximale Länge der Durchmesser, die den Schwerpunkt jeder Endfläche der säulenförmigen Wabenstruktur durchlaufen). Daher kann die Höhe der säulenförmigen Wabenstruktur länger sein als der maximale Durchmesser jeder Endfläche oder die Höhe der säulenförmigen Wabenstruktur kann kürzer sein als der maximale Durchmesser jeder Endfläche.

[0036] Auch die Zellendichte (Anzahl von Zellen pro Querschnittsflächeneinheit) ist nicht besonders eingeschränkt und kann beispielsweise 6 bis 2.000 Zellen/Quadratinch (0,9 bis 311 Zellen/cm²), stärker bevorzugt 50 bis 1.000 Zellen/Quadratinch (7,8 bis 155 Zellen/cm²), besonders bevorzugt 100 bis 600 Zellen/Quadratinch (15,5 bis 92,0 Zellen/cm²) betragen. Dabei wird die Zellendichte durch Dividieren der Anzahl von Zellen

auf einer Endfläche (einschließlich der verschlossenen Zellen) durch die Fläche der Endfläche ohne die Außenumfangsseitenwand berechnet.

[0037] Auch die Dicke der porösen Trennwände ist nicht besonders eingeschränkt, beträgt vorzugsweise beispielsweise aber 40 µm bis 150 µm. Hinsichtlich einer Verstärkung der Festigkeit und der Gasreinigungsleistung der säulenförmigen Wabenstruktur beträgt die Untergrenze der Dicke der Trennwände vorzugsweise 40 µm oder mehr und stärker bevorzugt 50 µm oder mehr. Überdies beträgt hinsichtlich der Unterbindung von Druckabfall die Obergrenze der Dicke der Trennwände vorzugsweise 150 µm oder weniger und stärker bevorzugt 100 µm oder weniger. In der vorliegenden Beschreibung bezieht sich die Dicke einer Trennwand auf eine Kreuzungslänge eines Liniensegments, das die Trennwand kreuzt, wenn die Schwerpunkte angrenzender Zellen in einem Querschnitt senkrecht zu der Richtung, in der die Zellen verlaufen, durch das Liniensegment verbunden werden.

(2. Herstellungsverfahren)

[0038] Die poröse Wabenstruktur gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise mit dem folgenden Herstellungsverfahren hergestellt werden. Zunächst wird eine Rohmaterialzusammensetzung, die ein Cordierit-bildendes Rohmaterial, ein organisches porenbildendes Material, ein Bindemittel, ein Dispersionsmedium und nach Bedarf andere Additive (oberflächenaktives Mittel und dergleichen) enthält, unter Bildung eines Grünkörpers geknetet. Als nächstes wird ein gewünschter Wabenformkörper, üblicherweise ein säulenförmiger Wabenformkörper, durch Formen des Grünkörpers hergestellt. Als das Formungsverfahren kann vorzugsweise Extrudieren angewandt werden. Beim Extrudieren kann unter Verwendung einer Düse mit einer gewünschten Gesamtform, Zellenform, Trennwanddicke, Zellendichte und dergleichen eine Wabenstruktur mit mehreren Zellkanälen konstruiert werden, die die Innenseite des porösen Wabenformkörpers durchlaufen und durch Trennwände getrennt werden.

[0039] Das Cordierit-bildende Rohmaterial ist ein Rohmaterial, das durch Brennen zu Cordierit wird. Als das Cordierit-bildende Rohmaterial können Talk, Kaolin, Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Siliciumdioxid und dergleichen verwendet werden. Wünschenswerterweise ist die chemische Zusammensetzung Aluminiumoxid (Al_2O_3): 30 bis 45 Masse-% (einschließlich der Menge an Aluminiumhydroxid, das in Aluminiumoxid umgewandelt wird), Magnesiumoxid (MgO): 11 bis 17 Masse-% und Siliciumdioxid (SiO_2): 42 bis 57 Masse-%.

[0040] Da die Cordierit-bildenden Rohmaterialien, insbesondere Talk und Siliciumdioxid, die Porendurchmesserverteilung der porösen Wabenstruktur signifikant beeinflussen, werden vorzugsweise Rohmaterialien verwendet, deren Teilchendurchmesser durch Pulverisieren, Sieben oder dergleichen eingestellt worden ist. Im Speziellen beträgt bei der volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesserverteilung, gemessen mit dem Laserbeugungs-/streuungsverfahren, die Untergrenze des kumulativen 50%-Teilchendurchmessers (D50) für jedes Cordierit-bildende Rohmaterial, berechnet ausgehend von der Seite mit kleinen Teilchen, vorzugsweise 0,1 µm oder mehr, stärker bevorzugt 0,5 µm oder mehr und noch stärker bevorzugt 1,0 µm oder mehr. Außerdem beträgt die Obergrenze des kumulativen 50%-Teilchendurchmessers (D50) für jedes Cordierit-bildende Rohmaterial, ausgehend von der Seite mit kleinen Teilchen, vorzugsweise 20 µm oder weniger, stärker bevorzugt 15 µm oder weniger und noch stärker bevorzugt 12 µm oder weniger.

[0041] Beispiele für das organische porenbildende Material umfassen Polymerverbindungen, wie Polyacrylsäure-basierte Polymere, Stärken, verschäumbare Harze und Polymethylmethacrylat (PMMA) sowie Koks (Kohlekraftstoff). Insbesondere werden bevorzugt Polyacrylsäure-basierte Polymere verwendet. Als das organische porenbildende Material kann eine Art allein verwendet werden oder zwei oder mehr Arten können in Kombination verwendet werden. Hinsichtlich einer Erhöhung der Porosität der Wabenstruktur beträgt die Untergrenze für den Gehalt an dem organischen porenbildenden Material vorzugsweise 0,5 Masseteile oder mehr, vorzugsweise 1,0 Masseteile oder mehr und noch stärker bevorzugt 1,5 Masseteile oder mehr, bezogen auf 100 Masseteile des Cordierit-bildenden Rohmaterials. Hinsichtlich der Sicherstellung der Festigkeit der Wabenstruktur beträgt die Obergrenze für den Gehalt an dem organischen porenbildenden Material vorzugsweise 10,0 Masseteile oder weniger, stärker bevorzugt 7,5 Masseteile oder weniger und noch stärker bevorzugt 5,0 Masseteile oder weniger, bezogen auf 100 Masseteile des Cordierit-bildenden Rohmaterials.

[0042] Die Teilchendurchmesserverteilung des organischen porenbildenden Materials beeinflusst die Porencharakteristik der porösen Wabenstruktur signifikant. Daher muss ein organisches porenbildendes Material mit einer angemessenen Teilchendurchmesserverteilung verwendet werden, das durch Pulverisieren, Sieben oder dergleichen erhalten wird. Im Speziellen ist es bei einer volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesserverteilung, gemessen mit einem Laserbeugungs-/streuungsverfahren, bevorzugt, dass das organi-

sche porenbildende Material einen kumulativen 10-%-Porendurchmesser (D10) und einen kumulativen 50-%-Porendurchmesser (D50), berechnet ausgehend von der Seite mit kleinen Teilchen, hat und die Beziehung $0,32 \delta (D50 - D10) / D50$ erfüllt, stärker bevorzugt die Beziehung $0,33 \delta (D50 - D10) / D50$ erfüllt und noch stärker bevorzugt die Beziehung $0,34 \delta (D50 - D10) / D50$ erfüllt. Auch wenn für $(D50 - D10) / D50$ keine Obergrenze festgelegt ist, erfüllt diese für gewöhnlich $(D50 - D10) / D50 \delta 0,80$ und erfüllt üblicherweise $(D50 - D10) / D50 \delta 0,70$, erfüllt noch üblicher $(D50 - D10) / D50 \delta 0,60$ und erfüllt vorteilhafterweise $(D50 - D10) / D50 \delta 0,40$.

[0043] Ferner erfüllt das organische porenbildende Material neben den oben erwähnten Bedingungen für $(D50 - D10) / D50$ wünschenswerterweise $10 \mu\text{m} \delta D50 \delta 30 \mu\text{m}$. Beträgt die Untergrenze des kumulativen 50-%-Teilchendurchmessers (D50) des organischen porenbildenden Materials $10 \mu\text{m}$ oder mehr, besteht ein Vorteil dahingehend, dass Porendurchmesser mit einer Größe erhalten werden können, mit der effektiv ein Ablösen des Abgasreinigungskatalysators unterbunden werden kann. Die Untergrenze von D50 des organischen porenbildenden Materials beträgt vorzugsweise $13 \mu\text{m}$ oder mehr und stärker bevorzugt $15 \mu\text{m}$ oder mehr. Wenn ferner die Obergrenze des kumulativen 50-%-Teilchendurchmessers (D50) des organischen porenbildenden Materials $30 \mu\text{m}$ oder weniger beträgt, besteht ein Vorteil dahingehend, dass Porendurchmesser mit einer Größe erhalten werden können, mit der effektiv die Infiltration des Abgasreinigungskatalysators in das Grundmaterial unterbunden werden kann. Die Obergrenze von D50 des organischen porenbildenden Materials beträgt vorzugsweise $28 \mu\text{m}$ oder weniger und stärker bevorzugt $25 \mu\text{m}$ oder weniger.

[0044] Ferner ist es bei der volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesserverteilung, gemessen mit einem Laserbeugungs-/streuungsverfahren, bevorzugt, dass das organische porenbildende Material den kumulativen 10-%-Durchmesser (D10), den kumulativen 50-%-Durchmesser (D50) und einen kumulativen 90-%-Durchmesser (D90), berechnet ausgehend von der Seite mit kleinen Teilchen, hat und die Beziehung $0,75 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllt, stärker bevorzugt die Beziehung $0,78 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllt und noch stärker bevorzugt die Beziehung $0,80 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllt. Auch wenn für $(D90 - D10) / D50$ keine Obergrenze festgelegt ist, erfüllt sie allgemein $(D90 - D10) / D50 \delta 1,50$ und erfüllt üblicherweise $(D90 - D10) / D50 \delta 1,45$ und erfüllt noch üblicher $(D90 - D10) / D50 \delta 1,40$.

[0045] Beispiele für das Bindemittel umfassen organische Bindemittel, wie Methylcellulose, Hydroxypropoxylcellulose, Hydroxyethylcellulose, Carboxymethylcellulose und Polyvinylalkohol. Insbesondere werden vorzugsweise Methylcellulose und Hydroxypropoxylcellulose in Kombination verwendet. Ferner beträgt der Gehalt an dem Bindemittel hinsichtlich einer Erhöhung der Festigkeit der Wabenformkörper vorzugsweise 4 Masseteile oder mehr, stärker bevorzugt 5 Masseteile oder mehr und noch stärker bevorzugt 6 Masseteile oder mehr, bezogen auf 100 Masseteile des Cordierit-bildenden Rohmaterials. Hinsichtlich des Unterbindens des Auftretens von Rissen aufgrund anormaler Wärmeerzeugung im Brennschritt beträgt der Gehalt an dem Bindemittel vorzugsweise 10 Masseteile oder weniger, stärker bevorzugt 9 Masseteile oder weniger, bezogen auf 100 Masseteile des Cordierit-bildenden Rohmaterials. Als das Bindemittel kann eine Art allein verwendet werden oder zwei oder mehr Arten können in Kombination verwendet werden.

[0046] Beispiele für das Dispersionsmedium umfassen Wasser oder ein Mischlösungsmittel aus Wasser und einem organischen Lösungsmittel, wie Alkohol, und besonders bevorzugt wird Wasser verwendet.

[0047] Das oberflächenaktive Mittel ist nicht besonders eingeschränkt und Beispiele dafür umfassen Ethylenglycol, Dextrin, Fettsäureseife und Polyalkohol. Diese können allein oder als eine Kombination aus zwei oder mehr verwendet werden. Der Gehalt an dem oberflächenaktiven Mittel ist nicht besonders eingeschränkt, beträgt vorzugsweise aber 5 Masseteile oder weniger, stärker bevorzugt 3 Masseteile oder weniger und kann beispielsweise 0,5 bis 2 Masseteile betragen, bezogen auf 100 Masseteile des Cordierit-bildenden Rohmaterials.

[0048] Nachdem der Wabenformkörper getrocknet worden ist, kann eine poröse Wabenstruktur erhalten werden, indem entfettet und gebrannt wird. Es können bekannte Bedingungen als die Bedingungen für den Trocknungsschritt, den Entfettungsschritt und den Brennschritt übernommen werden. Auch wenn keine besondere Erläuterung erforderlich ist, werden nachstehend spezielle Beispiele für die Bedingungen angegeben.

[0049] Im Trocknungsschritt können konventionell bekannte Trocknungsverfahren, wie Heißgastrocknung, Mikrowellentrocknung, dielektrische Trocknung, Dekompressionstrocknung, Vakuumtrocknung und Gefrier-trocknung eingesetzt werden. Von diesen ist ein Trocknungsverfahren, das Heißgastrocknung mit Mikrowel-lentrocknung oder dielektrischer Trocknung kombiniert, dahingehend bevorzugt, dass der gesamte Formkör-

per schnell und einheitlich getrocknet werden kann. Bei der Bildung der verschlossenen Abschnitte werden die verschlossenen Abschnitte an vorbestimmten Positionen am Ende der Zellkanäle des getrockneten Wabenformkörpers gebildet und dann werden die verschlossenen Abschnitte unter Erhalt eines getrockneten Wabenkörpers getrocknet.

[0050] Als nächstes wird der Entfettungsschritt beschrieben. Die Verbrennungstemperatur des Bindemittels beträgt etwa 200 °C und die Verbrennungstemperatur des porenbildenden Materials beträgt etwa 300 bis 1.000 °C. Daher kann der Entfettungsschritt durch Erwärmen des Wabenformkörpers im Bereich von etwa 200 bis 1.000 °C durchgeführt werden. Die Erwärmungszeit ist nicht besonders eingeschränkt, beträgt für gewöhnlich aber 10 bis 100 Stunden. Der Wabenformkörper wird nach dem Entfettungsschritt kalzinierter Körper genannt.

[0051] Der Brennschritt hängt von der Materialzusammensetzung des Wabenformkörpers ab, kann beispielsweise aber durch Erwärmen des kalzinierten Körpers bei 1.350 bis 1.600 °C und Halten für 3 bis 10 Stunden durchgeführt werden.

[0052] Wird die poröse Wabenstruktur als ein Katalysatorträger verwendet, kann der Katalysator auf den porösen Trennwänden getragen werden. Das Verfahren selbst, mit dem die porösen Trennwände den Katalysator tragen, ist nicht besonders eingeschränkt und es kann ein bekanntes Verfahren übernommen werden. Beispiele hierfür umfassen ein Verfahren, bei dem eine Katalysatorzusammensetzungsschlämme mit den porösen Trennwänden in Kontakt gebracht und dann getrocknet und gebrannt wird.

[0053] Wünschenswerterweise enthält die Katalysatorzusammensetzungsschlämme einen passenden Katalysator, der von seiner Verwendung abhängt. Der Katalysator ist nicht eingeschränkt, genannt werden können aber ein Oxidationskatalysator, ein Reduktionskatalysator und ein Dreiwegekatalysator zum Entfernen von Schmutzstoffen, wie Ruß, Stickoxiden (NO_x), löslichen organischen Fraktionen (SOF), Kohlenwasserstoffen (HC) und Kohlenmonoxid (CO). Insbesondere wenn die poröse Wabenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung als ein Filter, wie DPF oder GPF, verwendet wird, trägt sie vorzugsweise einen Katalysator, der die Verbrennung der Feststoffteilchen unterstützt, da Feststoffteilchen (PM), wie Ruß und SOF im Abgas von dem Filter aufgefangen werden. Der Katalysator kann passenderweise beispielsweise Edelmetalle (Pt, Pd, Rh und dergleichen), Alkalimetalle (Li, Na, K, Cs und dergleichen), Erdalkalimetalle (Ca, Ba, Sr und dergleichen), Seltenerden (Ce, Sm, Gd, Nd, Y, Zr, Ca, La, Pr und dergleichen), Übergangsmetalle (Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sc, Ti, V, Cr und dergleichen) und dergleichen enthalten.

BEISPIELE

<Beispiele 1 bis 6, Vergleichsbeispiele 1 bis 4>

(1) Herstellung einer porösen Cordierit umfassenden Wabenstruktur

[0054] Gemäß den Testziffern wurden Cordierit-bildende Rohmaterialien (Talk, Kaolin, Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Siliciumdioxid), organische porenbildende Materialien (Polyacrylsäure-basierte Polymere), Bindemittel (Hydroxypropoxylcellulose), oberflächenaktives Mittel (Fettsäureseife) und Wasser in jedem in Tabelle 2 gezeigten Masseverhältnis geknetet, um einen Grünkörper herzustellen. Als das organische porenbildende Material wurden zwei Arten von Polymeren A und B mit eingestellten Teilchendurchmesserverteilungen verwendet.

[0055] Die oben verwendeten volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesserverteilungen der Cordierit-bildenden Rohmaterialien und der Polymere A und B wurden mit einem Laserbeugungs-/streuungsverfahren unter Verwendung einer Vorrichtung zur Messung der Teilchendurchmesserverteilung (Produktname: LA-960, hergestellt von HORIBA, Ltd.) gemessen. An diesem Punkt wurden eine Probe (Pulver) und Wasser (wenn schwer zu dispergieren, wurde auch eine wässrige Lösung von β -Naphthalinsulfonsäure-Formaldehyd-Kondensat, Natriumsalz zugegeben) in einer Zelle platziert, gemischt und dispergiert und dann in die Vorrichtung zur Messung der Teilchendurchmesserverteilung gesetzt. Tabelle 1 zeigt den kumulativen 10%-Durchmesser (D10), den kumulativen 50%-Durchmesser (D50), den kumulativen 90%-Durchmesser (D90), (D50 - D10) / D50 und (D90 - D10) / D50 für das Polymer A und das Polymer B ebenso wie das Polymergemisch in Beispiel 6, in dem das Polymer A und das Polymer B gemischt waren. Tabelle 2 zeigt den kumulativen 50%-Durchmesser (D50) der Cordierit-bildenden Rohmaterialien und der Polymere A und B.

Tabelle 1

	Polymer		
	A	B	A+B (Beispiel 6)
D10	6,5	16,1	7,9
D50	9,4	24,8	19,4
D90	13,3	37,1	33,9
(D50 - D10) / D50	0,31	0,35	0,59
(D90 - D10) / D50	0,72	0,84	1,34

Tabelle 2

Material	Rohmaterialien für poröse Wabenstruktur										
	Cordierit-bildendes Rohmaterial					Polymer		Binde- mittel	oberflä- chen- aktives Mittel	Wasser	
	Talk	Kaolin	Aluminium- oxid	Aluminium- hydroxid	Silicium- dioxid	A	B				
Teilchendurch- messer D50 (μm)	10,0	5,0	5,0	3,0	5,0	9,4	24,8	-	-	-	
Bsp. 1	Masseteile	40	30	10	10	10	2,5	8,0	1,0	50	
Bsp. 2		40	30	10	10	10	2,0	8,0	1,0	47	
Bsp. 3		40	30	10	10	10	3,3	8,0	1,0	55	
Bsp. 4		40	15	25	5	15	4,5	8,0	1,0	60	
Bsp. 5		40	30	10	10	10	2,2	8,0	1,0	49	
Bsp. 6		40	30	10	10	10	1,0	1,8	8,0	1,0	53
Vgl.-bsp. 1		40	30	10	10	10	3,2		8,0	1,0	50
Vgl.-bsp. 2		40	10	10	25	15	2,8		8,0	1,0	51
Vgl.-bsp. 3		40	10	15	15	20	3,5		8,0	1,0	60
Vgl.-bsp. 4		40		20	20	20	3,5		8,0	1,0	55

[0056] Gemäß den Testziffern wurde jeder der Grünkörper in eine kontinuierliche Extrudiermaschine eingebracht und durch eine Düse mit einer vorbestimmten Form unter Erhalt eines zylindrischen Wabenformkörpers extrudiert. Der erhaltene zylindrische Wabenformkörper wurde dielektrischer Trocknung und Heißgastrocknung unterzogen und dann wurden beide Endflächen auf vorbestimmte Maße zugeschnitten, wodurch ein getrockneter Wabenkörper erhalten wurde.

[0057] Der erhaltene getrocknete Wabenkörper wurde durch Erwärmen bei etwa 200 °C für etwa 8 Stunden in Luftatmosphäre entfettet und weiter getrocknet bei etwa 1.430 °C für 4 Stunden in Luftatmosphäre, wodurch eine poröse Cordierit umfassende Wabenstruktur gemäß jeder Testziffer erhalten wurde. Ferner wurden mehrere poröse Cordierit umfassende Wabenstrukturen gemäß jeder Testziffer wie für die folgende Charakteristikbewertung erforderlich hergestellt.

(2) Spezifikationen

[0058] Die Spezifikationen der erhaltenen porösen Wabenstruktur waren wie folgt.

Gesamtform: zylindrische Form mit einem Durchmesser von etwa 132 mm und einer Höhe von etwa 90 mm
 Zellenform im Querschnitt senkrecht zu der Strömungswegrichtung der Zellen: quadratisch
 Zellendichte (Anzahl von Zellen pro Querschnittsflächeneinheit): siehe Tabelle 3. Trennwanddicke: siehe Tabelle 3 (Nennwert, basierend auf Düsenspezifikationen)

(3) Porencharakteristik (Porosität, Porendurchmesserverteilung)

[0059] Die Porosität und die volumenbasierte kumulative Porendurchmesserverteilung (D10, D50, D90) der porösen Trennwände der porösen Cordierit umfassenden Wabenstruktur, die mit dem oben beschriebenen Herstellungsverfahren erhalten wurde, wurden mit einem Quecksilber-Pososimeter (Produktname: AutoPore IV, hergestellt von Micromeritics) gemäß dem in JIS R1655: 2003 spezifizierten Quecksilberintrusionsverfah-

ren gemessen. Für die Messung mit dem Quecksilber-Pososimeter wurden Proben (Würfel mit einer Länge × Breite × Höhe = etwa 13 mm × etwa 13 mm × etwa 13 mm) von zwei Stellen in der Mitte der zylindrischen porösen Wabenstruktur in der Höhenrichtung genommen, eine nahe der Mitte in der radialen Richtung und die andere nahe dem Außenumfang. Der Durchschnittswert wurde als der Messwert verwendet. An diesem Punkt wurde die wahre Dichte von Cordierit mit 2,52 g/cm³ angenommen. Tabelle 3 zeigt die Messergebnisse für die Porosität und die Porendurchmesser-Verteilung für die poröse Wabenstruktur gemäß jeder Testziffer.

(4) Elastizitätsmodul

[0060] Der Elastizitätsmodul der porösen Wabenstruktur gemäß jeder Testziffer wurde mit dem in JIS R1602-1995 spezifizierten Resonanzverfahren unter Verwendung einer Vorrichtung zum Messen des Elastizitätsmoduls gemessen. Für die Messung des Elastizitätsmoduls (= Elastizitätsmodul durch Biegeresonanzverfahren) wurden Proben (würfelähnlicher Quader mit einer Breite × Dicke × Länge = etwa 20 mm × etwa 10 mm × etwa 9 mm) von zwei Stellen in der Mitte der zylindrischen porösen Wabenstruktur in der Höhenrichtung genommen, eine nahe der Mitte in der radialen Richtung und die andere nahe dem Außenumfang. Der Durchschnittswert wurde als der Messwert verwendet.

(5) Wärmeschockbeständigkeit

[0061] Die Wärmeschockbeständigkeit der porösen Wabenstruktur gemäß jeder Testziffer wurde mit dem folgenden Verfahren gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 gezeigt.

1. Platzieren der porösen Wabenstruktur in einem Elektroofen, der bei einer festgelegten Temperatur gehalten wird (festgelegte Ausgangstemperatur = 550 °C) für 1.200 Sekunden.
2. Entfernen der porösen Wabenstruktur aus dem Elektroofen, Platzieren dieser auf einem wärmebeständigen Stein bei Raumtemperatur und Zulassen, dass sie natürlich für 15 Minuten abkühlen kann.
3. Nach 15 Minuten Verwenden eines Kühlgebläses, um die Temperatur der porösen Wabenstruktur auf Raumtemperatur zu senken.
4. Sichtprüfung auf Risse.
5. Gibt es keine Risse, wird sie als Erfolg eingestuft.
6. Gibt es keine Risse, Erhöhen der festgelegten Temperatur von 1. um 50 °C und Wiederholen der obigen Vorgehensweisen, bis Risse auftreten, und der Messwert wird als „Temperatur, bei der Risse auftreten - 50 °C“ angenommen.

Tabelle 3

	Zellenstruktur		Porencharakteristik						Materialcharakteristik	
	Trennwanddicke (mil)	Zellendichte (cps)	Porosität (%)	D50 (µm)	D10 (µm)	D90 (µm)	(D50 - D10) / D50	(D90 - D50) / D50	Elastizitätsmodul (GPa)	Wärmeschockbeständigkeit (°C)
Bsp. 1	2	900	47,8	5,3	2,3	13,5	0,56	2,11	13,4	750
Bsp. 2	2	900	46,0	5,6	2,6	14,9	0,53	2,20	14,4	750
Bsp. 3	2	900	51,5	5,7	2,5	12,8	0,56	1,79	11,3	750
Bsp. 4	3	800	56,3	4,5	1,8	7,9	0,59	1,35	9,9	750
Bsp. 5	2	900	46,8	5,8	3,1	15,7	0,46	2,16	14,8	700
Bsp. 6	2	900	50,4	5,0	2,5	11,5	0,49	1,80	11,6	700
Vgl.-bsp. 1	2	900	47,5	3,6	2,3	6,7	0,36	1,24	15,7	550
Vgl.-bsp. 2	2	900	47,1	3,4	2,1	6,8	0,39	1,39	16,4	550

	Zellenstruktur		Porencharakteristik						Materialcharakteristik	
	Trennwanddicke (mil)	Zellendichte (cps)	Porosität (%)	D50 (µm)	D10 (µm)	D90 (µm)	(D50 - D10) / D50	(D90 - D10) / D50	Elastizitätsmodul (GPa)	Wärmeschockbeständigkeit (°C)
Vgl.-bsp. 3	3	800	50,7	3,4	1,9	7,0	0,43	1,48	12,1	600
Vgl.-bsp. 4	3	600	55,0	5,3	3,1	10,0	0,41	1,31	10,9	600

(6) Erörterung

[0062] Wie aus den in Tabelle 3 gezeigten Ergebnissen ersichtlich ist, erfüllen die Beispiele 1 bis 6 und Vergleichsbeispiele 1 bis 4 die Bedingung $3 \mu\text{m} \leq D50 \leq 10 \mu\text{m}$ und der Porendurchmesser ist insgesamt klein. Es ist jedoch auch ersichtlich, dass in den Beispielen 1 bis 6 die Wärmeschockbeständigkeit im Vergleich zu den Vergleichsbeispielen 1 bis 4 deutlich besser ist, da ferner die Beziehung $0,45 \leq (D50 - D10) / D50$ erfüllt wird und die Porendurchmesserverteilung weit ist. Ferner ist ersichtlich, dass von den Beispielen 1 bis 6 die Beispiele 1 bis 4, die $0,50 \leq (D50 - D10) / D50$ erfüllen, über eine hervorragende Wärmeschockbeständigkeit verfügen.

[0063] [0060] Beschreibung der Bezugsziffern

- 100 säulenförmige Wabenstruktur
- 102 Außenumfangsseitenwand
- 103 Seitenfläche
- 104 erste Endfläche
- 106 zweite Endfläche
- 108 Zelle
- 112 Trennwand
- 200 säulenförmige Wabenstruktur
- 202 Außenumfangsseitenwand
- 203 Seitenfläche
- 204 erste Endfläche
- 206 zweite Endfläche
- 208a erste Zelle
- 208b zweite Zelle
- 212 Trennwand

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- JP 2021029261 [0001]
- JP 2012509840 [0005]
- JP 2015145333 [0005]

Patentansprüche

1. Poröse Cordierit umfassende Wabenstruktur mit mehreren Zellkanälen, die einen Innenraum der porösen Wabenstruktur durchqueren und durch poröse Trennwände getrennt werden, wobei die porösen Trennwände eine Porosität von 45 bis 60 %, gemessen durch ein Quecksilberintrusionsverfahren, haben, wobei bei einer volumenbasierten kumulativen Porendurchmesser-Verteilung, gemessen durch das Quecksilberintrusionsverfahren, die porösen Trennwände einen kumulativen 10-%-Porendurchmesser (D10) und einen kumulativen 50-%-Porendurchmesser (D50), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleiner Pore, aufweisen und die Beziehung $0,45 \delta (D50 - D10) / D50$ und $3 \mu\text{m} \delta D50 \delta 10 \mu\text{m}$ erfüllen.
2. Poröse Wabenstruktur nach Anspruch 1, die $0,50 \delta (D50 - D10) / D50$ erfüllt.
3. Poröse Wabenstruktur nach Anspruch 1 oder 2, wobei bei der volumenbasierten kumulativen Porendurchmesser-Verteilung, gemessen durch das Quecksilberintrusionsverfahren, die porösen Trennwände den kumulativen 10-%-Porendurchmesser (D10), den kumulativen 50-%-Porendurchmesser (D50) und einen kumulativen 90-%-Porendurchmesser (D90), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleiner Pore, haben und die Beziehung $1,3 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllen.
4. Poröse Wabenstruktur nach Anspruch 3, die $1,7 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllt.
5. Poröse Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Dicke der porösen Trennwände 40 bis 150 μm beträgt.
6. Poröse Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die porösen Trennwände einen Elastizitätsmodul, gemessen durch ein Resonanzverfahren, von 8 bis 15 GPa haben.
7. Verfahren zur Herstellung der porösen Wabenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend: Erhalten eines Wabenformkörpers durch Bilden eines Grünkörpers, der ein Cordierit-bildendes Rohmaterial, ein organisches porenbildendes Material, ein Bindemittel und ein Dispersionsmedium umfasst, wobei der Wabenformkörper mehrere Zellkanäle aufweist, die einen Innenraum des Wabenformkörpers durchqueren und von porösen Trennwänden getrennt werden, und Brennen des Wabenformkörpers; wobei das organische porenbildende Material in dem Wabenformkörper in einer Menge von 1,5 Masseteilen oder mehr in Bezug auf 100 Masseteile des Cordierit-bildenden Rohmaterials enthalten ist und bei einer volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesser-Verteilung, gemessen durch ein Laserbeugungs-/streuungsverfahren, das organische porenbildende Material einen kumulativen 10-%-Durchmesser (D10) und einen kumulativen 50-%-Durchmesser (D50), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleinen Teilchen, aufweist und die Beziehung $0,32 \delta (D50 - D10) / D50$ und $10 \mu\text{m} \delta D50 \delta 30 \mu\text{m}$ erfüllt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei bei der volumenbasierten kumulativen Teilchendurchmesser-Verteilung, gemessen durch ein Laserbeugungs-/streuungsverfahren, das organische porenbildende Material den kumulativen 10-%-Durchmesser (D10), den kumulativen 50-%-Durchmesser (D50) und einen kumulativen 90-%-Durchmesser (D90), berechnet ausgehend von einer Seite mit kleinen Teilchen, aufweist und die Beziehung $0,80 \delta (D90 - D10) / D50$ erfüllt.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

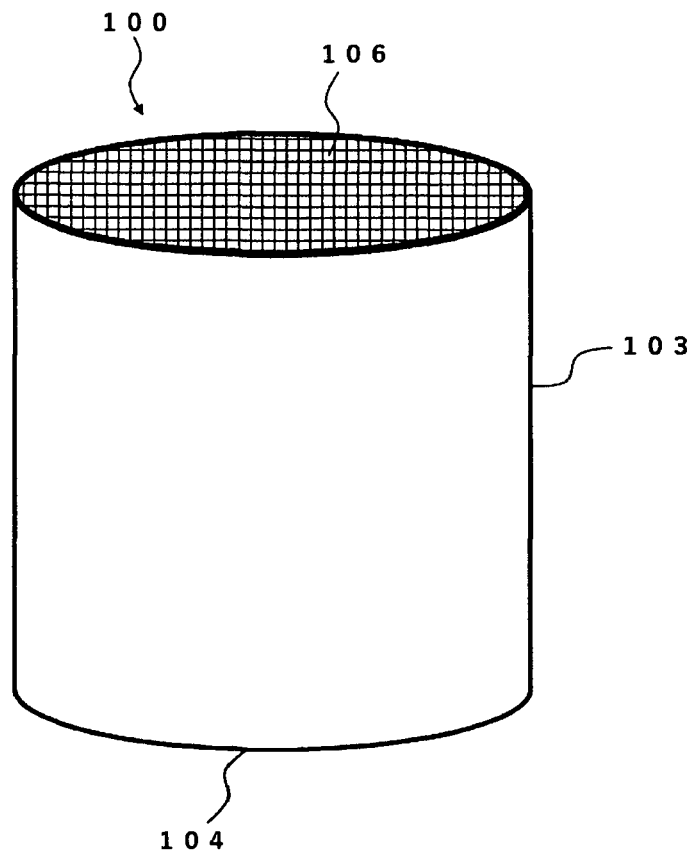


FIG. 1

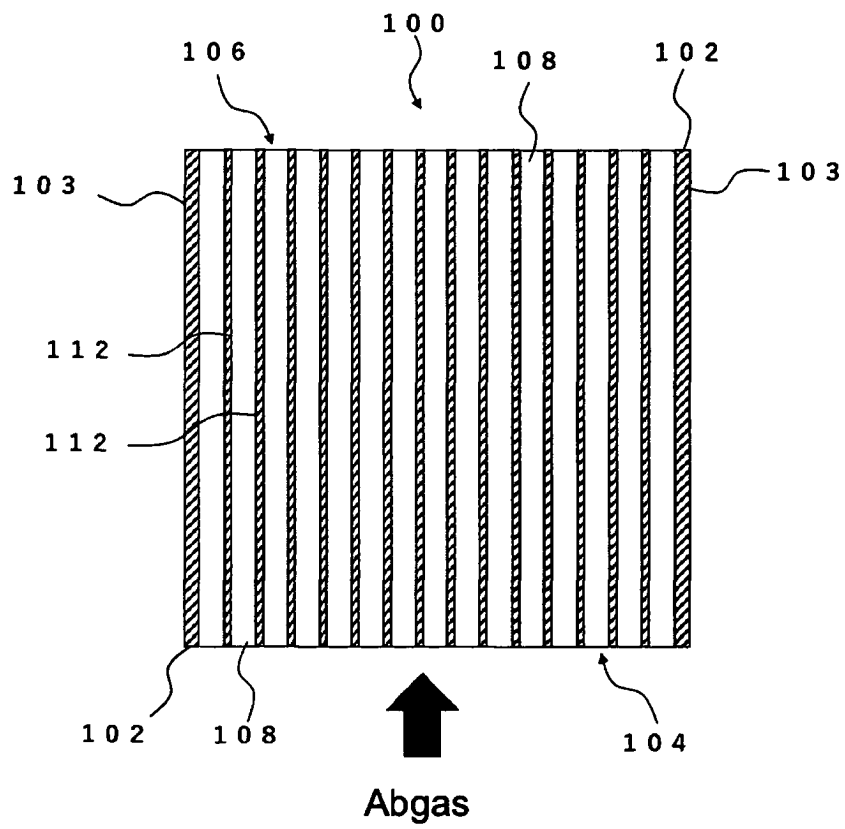


Fig.2

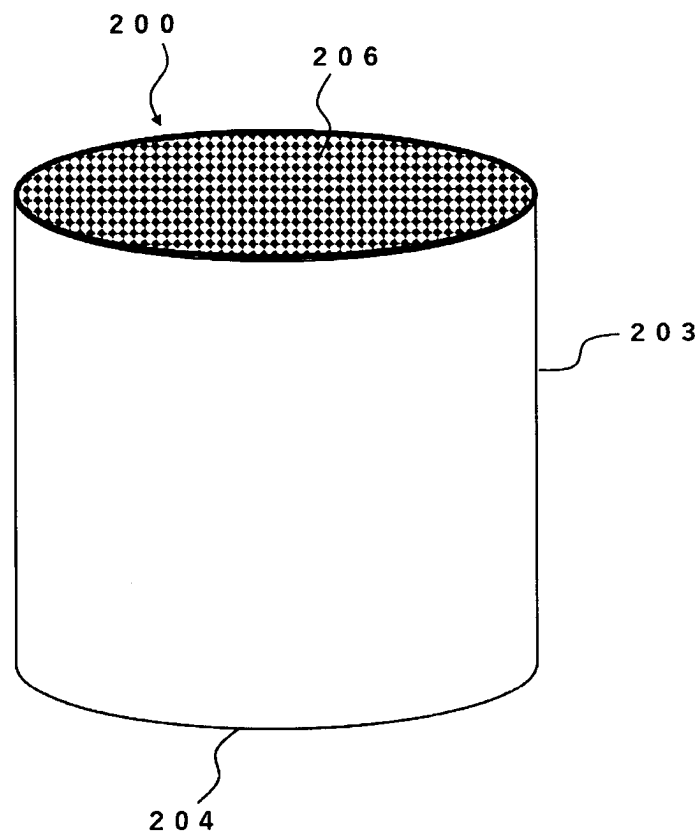
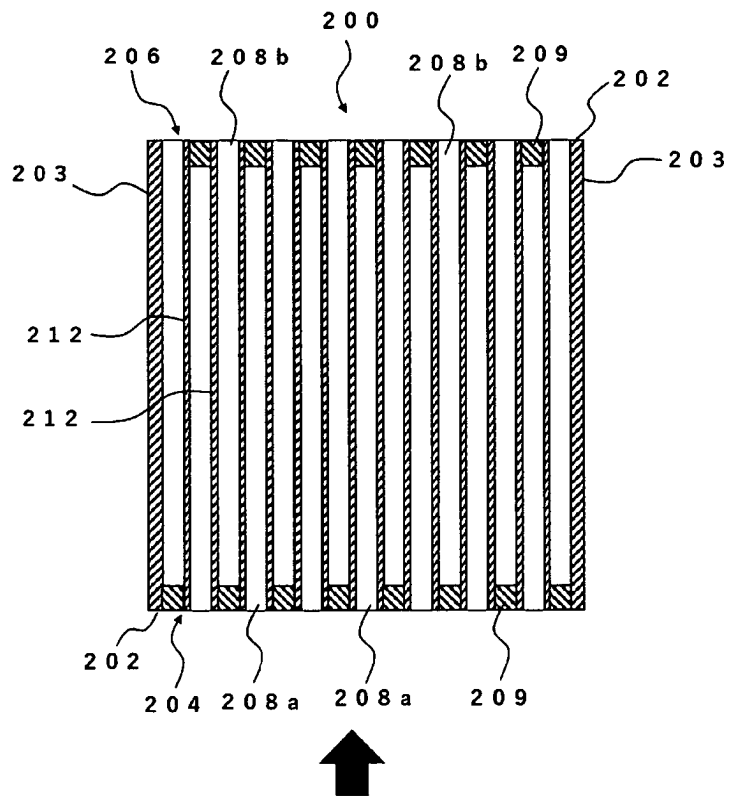


FIG. 3



Abgas

FIG. 4