



(10) **DE 11 2022 000 072 T5** 2023.03.23

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/264886**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 000 072.4**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/023010**  
(86) PCT-Anmeldetag: **07.06.2022**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.12.2022**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **23.03.2023**

(51) Int Cl.: **H05B 3/14** (2006.01)  
**H05B 3/10** (2006.01)  
**B60H 1/00** (2006.01)  
**B60H 1/22** (2006.01)  
**A61L 9/16** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2021-101992**            **18.06.2021**    **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-city, Aichi, JP**  
  
(74) Vertreter:  
**MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann**  
**Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE**

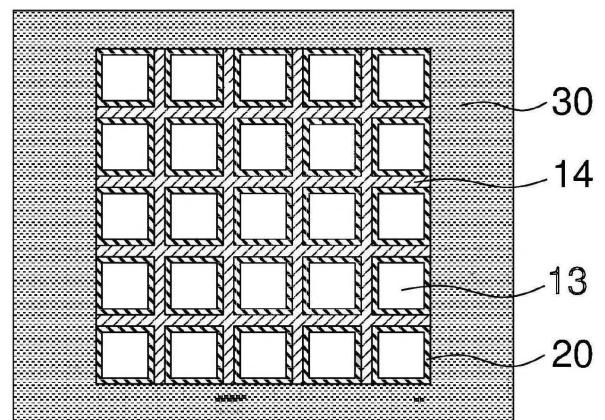
(72) Erfinder:  
**Miyairi, Yukio, Nagoya-city, Aichi-pref., JP;**  
**Masuda, Masaaki, Nagoya-city, Aichi, JP;**  
**Kuzutani, Koji, Nagoya-city, Aichi-pref., JP;**  
**Ichikawa, Shuichi, Nagoya-City, Aichi Pref., JP;**  
**Hayase, Toru, Nagoya-city, Aichi-pref., JP;**  
**Yamaguchi, Hirofumi, Nagoya-city, Aichi-pref, JP;**  
**Shinoda, Narimasa, Nagoya-city, Aichi-pref., JP;**  
**Nakatani, Takahiko, Nagoya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **HEIZELEMENT MIT FUNKTIONSMATERIAL ENTHALTENDER SCHICHT, HEIZEINHEIT MIT FUNKTIONSMATERIAL ENTHALTENDER SCHICHT, FAHRZEUGINNENRAUM-REINIGUNGSSYSTEM UND WABENSTRUKTUR**

(57) Zusammenfassung: Ein Heizelement 200 mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht umfasst: eine Wabenstruktur 10, die eine Außenumfangswand 11 und Trennwände 14, die auf einer Innenseite der Außenumfangswand 11 angeordnet sind, aufweist, wobei die Trennwände 14 mehrere Zellen 13 definieren, jede der Zellen 13 sich von einer ersten Stirnfläche 12a zu einer zweiten Stirnfläche 12b erstreckt, um einen Strömungsweg zu bilden, wobei zumindest die Trennwände 14 aus einem Material mit einer PTC-Eigenschaft hergestellt sind; ein Paar Elektroden 30, die auf der ersten Stirnfläche 12a und der zweiten Stirnfläche 12b der Wabenstruktur 10 bereitgestellt sind; und eine Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20, die auf einer Oberfläche der Trennwände 14 bereitgestellt ist.



**200**

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, eine Hezeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, ein Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem und eine Wabenstruktur.

### Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Bei verschiedenen Arten von Fahrzeugen wie etwa Kraftfahrzeugen gibt es zunehmende Anforderungen hinsichtlich der Verbesserung der Fahrzeuginnenraumumgebung. Zu den spezifischen Anforderungen gehören die Reduzierung einer CO<sub>2</sub>-Menge im Fahrzeuginnenraum, um die Schläfrigkeit des Fahrers zu unterdrücken, und die Entfernung schädlicher flüchtiger Komponenten wie Geruchskomponenten und allergieauslösender Komponenten im Fahrzeuginnenraum. Belüftung ist die wirksamste Maßnahme für solche Anforderungen, aber die Belüftung verursacht im Winter einen großen Verlust an Heizenergie, was zu einer Verschlechterung der Energieeffizienz im Winter führt. Insbesondere ein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV) hat das Problem, dass seine Reichweite aufgrund seines Energieverlusts deutlich reduziert wird.

**[0003]** Als Verfahren zum Lösen des vorstehenden Problems offenbart Patentdokument 1 ein Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem, in dem zu entfernende Komponenten wie etwa CO<sub>2</sub> in der Luft in dem Fahrzeuginnenraum durch ein funktionelles Material wie etwa ein Adsorptionsmittel eingefangen werden und dann ermöglicht wird, dass die zu entfernenden Komponenten durch Erhitzen reagieren oder desorbiert werden, um sie an die Außenseite des Fahrzeugs abzugeben. Ein solches Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem erfordert mehr Kontakt zwischen der Luft und dem Funktionsmaterial, um die Fähigkeit zum Einfangen der zu entfernenden Komponenten sicherzustellen, und die Fähigkeit des Funktionsmaterials, auf eine vorbestimmte Temperatur erhitzt zu werden, um die Freisetzung der eingefangenen, zu entfernenden Komponenten aus dem Funktionsmaterial zu ermöglichen.

**[0004]** Andererseits offenbart Patentdokument 2 ein Hezelement, das umfasst: einen säulenförmigen Wabenstrukturabschnitt mit einer Außenumfangswand und Trennwänden, die an einer Innenseite der Außenumfangswand angeordnet sind und mehrere Zellen definieren, die Strömungswege von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche definieren, wobei die Trennwände eine PTC-Eigenschaft aufweisen, die Trennwände eine durchschnittliche Dicke von 0,13 mm oder weniger aufweisen und die erste und zweite Stirnfläche einen Öffnungsanteil von 0,81 oder mehr aufweisen. Das Hezelement dient als Heizung zum Beheizen des Fahrzeuginnenraums.

### Entgegenhaltungen

#### Patentdokument(e)

[Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2020-104774 A

[Patentdokument 2] WO 2020/036067 A1

### Zusammenfassung der Erfindung

#### Von der Erfindung zu lösendes Problem

**[0005]** Das in Patentdokument 2 beschriebene Hezelement wird zum Heizen des Fahrzeuginnenraums verwendet und es wird auch als Träger zum Tragen eines Funktionsmaterials als nützlich angesehen. Insbesondere kann das in Patentdokument 2 beschriebene Hezelement durch elektrische Leitung geheizt werden und hat die PTC-Eigenschaft. Daher kann es das Funktionsmaterial leicht erwärmen und wäre gleichzeitig in der Lage, ein Erwärmen auf eine übermäßige Temperatur zu unterdrücken und eine thermische Verschlechterung des Funktionsmaterials zu unterdrücken.

**[0006]** Als Ergebnis von Untersuchungen haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung jedoch herausgefunden, dass dann, wenn das Funktionsmaterial auf das in Patentdokument 2 beschriebene Hezelement aufgebracht wird, die Zellen der säulenförmigen Wabenstruktur mit dem Funktionsmaterial verstopft werden und das Öffnungsverhältnis der Zellen, von denen das Funktionsmaterial getragen ist, übermäßig verringert wird. In einem solchen Zustand wird der Kontakt zwischen der Luft und dem Funktionsmaterial gestört und der

Druckverlust nimmt zu, wenn die Luft durch die Zellen strömt, was zu Problemen wie z. B. einer Unfähigkeit, die Strömungsgeschwindigkeit der Luft sicherzustellen, führt. Daher ist das in Patentdokument 2 beschriebene Hezelement möglicherweise nicht zur Verwendung in Anwendungen geeignet, die die Funktion des Funktionsmaterials nutzen, und es gibt immer noch Raum für Verbesserungen.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung wurde ersonnen, um die obigen Probleme zu lösen. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, eine Hezeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht und ein Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem zu schaffen, die die Funktionen des Funktionsmaterials ausreichend nutzen können.

**[0008]** Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Wabenstruktur zu schaffen, die zum Herstellen des Hezelements mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, wie es oben beschrieben ist, geeignet ist.

#### Mittel zum Lösen des Problems

**[0009]** Die vorstehenden Probleme werden durch die vorliegende Erfindung, wie sie nachstehend beschrieben wird, gelöst und die vorliegende Erfindung ist wie folgt:

[1] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, wobei das Hezelement umfasst:

eine Wabenstruktur, die eine Außenumfangswand und auf einer Innenseite der Außenumfangswand angeordnete Trennwände aufweist, wobei die Trennwände mehrere Zellen definieren, wobei sich jede der Zellen von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche erstreckt, um einen Strömungsweg zu bilden, wobei zumindest die Trennwände aus einem Material mit PTC-Eigenschaft hergestellt sind;

ein Paar Elektroden, das auf der ersten Stirnfläche und der zweiten Stirnfläche der Wabenstruktur bereitgestellt ist; und

eine Funktionsmaterial enthaltende Schicht, die auf einer Oberfläche der Trennwände bereitgestellt ist.

[2] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach [1], wobei die Wabenstruktur eine Dicke der Trennwände von 0,10 bis 0,36 mm, eine Zelldichte von 15,5 bis 100 Zellen/cm<sup>2</sup> und einen Öffnungsanteil der Zellen von 70 bis 94 % aufweist.

[3] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach [2], wobei die Wabenstruktur eine Dicke der Trennwände von 0,14 bis 0,36 mm, eine Zelldichte von 15,5 bis 46,5 Zellen/cm<sup>2</sup> und einen Öffnungsanteil der Zellen von 80 bis 94 % aufweist.

[4] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem von [1] bis [3], wobei die Funktionsmaterial enthaltende Schicht eine Dicke von 20 bis 400 µm aufweist.

[5] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem von [1] bis [4], wobei die Funktionsmaterial enthaltende Schicht ein Adsorptionsmittel enthält.

[6] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach [5], wobei das Adsorptionsmittel als Hauptkomponente ein Alumosilikat enthält.

[7] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem von [1] bis [6], wobei die Funktionsmaterial enthaltende Schicht einen Katalysator enthält.

[8] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem von [1] bis [7], wobei die Wabenstruktur eine Länge von 2 bis 20 mm in einer Strömungswegrichtung und eine Querschnittsfläche von 10 cm<sup>2</sup> oder mehr aufweist, wobei die Querschnittsfläche orthogonal zu der Strömungswegrichtung ist.

[9] Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem von [1] bis [8], wobei das Material mit der PTC-Eigenschaft Bariumtitanat als eine Hauptkomponente enthält, einen Curie-Punkt von 100 bis 250 °C hat und aus einem Material besteht, das im Wesentlichen frei von Blei ist.

[10] Hezeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, die zwei oder mehr der Hezelemente mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem von [1] bis [9] umfasst.

[11] Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem, das umfasst:

das Heizelement mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem von [1] bis [9] oder eine Heizeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, die zwei oder mehr der Heizelemente mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht umfasst;

eine Batterie zum Anlegen einer Spannung an das Heizelement mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder die Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht;

ein Zuflussrohr, das zwischen einem Fahrzeuginnenraum und einem Zuflussanschluss des Heizelements mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder der Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht eine Verbindung schafft;

ein Ausflussrohr, das zwischen einem Ausflussanschluss des Heizelements mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder der Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht und dem Fahrzeuginnenraum und einer Fahrzeugaußenseite eine Verbindung schafft; und

ein Schaltventil, das in dem Ausflussrohr bereitgestellt ist, wobei das Schaltventil einen durch das Ausflussrohr strömenden Luftstrom zu dem Fahrzeuginnenraum oder zu der Fahrzeugaußenseite umschalten kann.

[12] Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem nach [11], die eine Steuereinheit zum abwechselnden Ausführen der folgenden Betriebsarten umfasst:

eine erste Betriebsart, wobei zu entfernende Komponenten, die in Luft aus dem Fahrzeuginnenraum enthalten sind, in der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht des Heizelements mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder

der Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht eingeschlossen werden, indem die von der Batterie angelegte Spannung ausgeschaltet wird und

das Schaltventil derart geschaltet wird, dass der Luftstrom, der durch das Ausflussrohr strömt, zu dem Fahrzeuginnenraum geleitet wird; und

eine zweite Betriebsart, wobei die zu entfernenden Komponenten, die in der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht eingeschlossen wurden, an die Fahrzeugaußenseite abgegeben werden, indem die von der Batterie angelegte Spannung eingeschaltet wird und das Schaltventil derart geschaltet wird, dass der Luftstrom, der durch das Ausflussrohr strömt, zu der Fahrzeugaußenseite gerichtet wird.

[13] Wabenstruktur, die für ein Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht verwendet wird, wobei die Wabenstruktur umfasst:

eine Außenumfangswand und Trennwände, die an einer Innenseite der Außenumfangswand angeordnet sind, wobei die Trennwände mehrere Zellen definieren, um Strömungswege zu bilden, die sich von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche erstrecken, wobei zumindest die Trennwände aus einem Material mit PTC-Eigenschaft hergestellt sind, eine Dicke der Trennwände 0,10 bis 0,36 mm beträgt, eine Zelldichte 15,5 bis 100 Zellen/cm<sup>2</sup> beträgt und ein Öffnungsanteil der Zellen 70 bis 94 % beträgt.

#### Wirkungen der Erfindung

**[0010]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, eine Heizeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht und ein Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem zu schaffen, die die Funktionen des Funktionsmaterials ausreichend nutzen können.

**[0011]** Außerdem ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, eine Wabenstruktur zu schaffen, die zum Herstellen des Heizelements mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, wie es oben beschrieben ist, geeignet ist.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine schematische Ansicht einer Stirnfläche eines Heizelements gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**Fig. 2** ist eine schematische Ansicht eines Querschnitts eines Heizelements gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, der parallel zu einer Strömungswegrichtung ist;

**Fig. 3** ist eine schematische Vorderansicht einer Heizeinheit gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bei Betrachtung von einer Seite einer ersten Stirnfläche; und

**Fig. 4** ist eine schematische Ansicht, die ein Anordnungsbeispiel eines Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystems gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

#### Beschreibung von Ausführungsformen

**[0012]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen spezifisch beschrieben. Es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgenden Ausführungsformen beschränkt ist, und diejenigen, bei denen basierend auf dem Wissen von Fachleuten in geeigneter Weise Änderungen, Verbesserungen und dergleichen zu den folgenden Ausführungsformen hinzugefügt sind, ohne vom Gedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen, fallen unter den Umfang der vorliegenden Erfindung.

#### (1. Heizelement mit Funktionsmaterial enthaltender Schicht)

**[0013]** Ein Heizelement mit einer ein Funktionsmaterial enthaltenden Schicht (im Folgenden als „Heizelement“ abgekürzt) gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann geeigneterweise als ein Heizelement zur Verwendung in einem Fahrzeuginnenraumreinigungssystem für verschiedene Fahrzeuge wie z. B. Kraftfahrzeuge verwendet werden. Das Fahrzeug umfasst, ist aber nicht beschränkt auf, Kraftfahrzeuge und Züge. Nicht einschränkende Beispiele des Kraftfahrzeugs umfassen ein Benzinfahrzeug, ein Dieselfahrzeug, ein Gaskraftstoff-Fahrzeug, das CNG (komprimiertes Erdgas) oder LNG (verflüssigtes Erdgas) verwendet, ein Brennstoffzellen-Fahrzeug, ein Elektrofahrzeug und ein Stecker-Hybridfahrzeug. Das Heizelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann besonders geeignet für ein Fahrzeug, das keine Brennkraftmaschine hat, wie etwa Elektrofahrzeuge und Elektrotriebwagen verwendet werden.

**[0014]** **Fig. 1** ist eine schematische Ansicht einer Stirnfläche eines Heizelements gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. **Fig. 2** ist eine schematische Ansicht eines Querschnitts eines Heizelements gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, der parallel zu einer Strömungswegrichtung ist.

**[0015]** Wie es in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist, umfasst ein Heizelement 200: eine Wabenstruktur 10 mit einer Außenumfangswand 11 und Trennwänden 14, die auf einer Innenseite der Außenumfangswand 11 angeordnet sind und mehrere Zellen 13 definieren, um Strömungswege zu bilden, die sich von einer ersten Stirnfläche 12a zu einer zweiten Stirnfläche 12b erstrecken; ein Paar Elektroden 30, die auf der ersten Stirnfläche 12a und der zweiten Stirnfläche 12b der Wabenstruktur 10 bereitgestellt sind; und eine Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20, die auf der Oberfläche der Trennwände 14 bereitgestellt ist. Darüber hinaus sind zumindest die Trennwände 14 aus einem Material mit einer PTC-Eigenschaft hergestellt. Mit einer solchen Konfiguration kann eine Temperaturdifferenz in der Ebene der Wabenstruktur 10 (eine Temperaturdifferenz im Querschnitt der Wabenstruktur 10 senkrecht zu der Strömungswegrichtung) reduziert werden und die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 kann gleichmäßig erwärmt werden, so dass die Funktion der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 voll ausgenutzt werden kann.

**[0016]** Jedes Element, das das Heizelement 200 bildet, wird unten im Einzelnen beschrieben.

#### (1-1. Wabenstruktur 10)

**[0017]** Die Form der Wabenstruktur 10 ist nicht besonders beschränkt. Als Form der Wabenstruktur 10 kann beispielsweise ein Querschnitt (äußere Form) senkrecht zu der Strömungswegrichtung (der Erstreckungsrichtung der Zellen 13) polygonal (viereckig (rechteckig, quadratisch), fünfeckig, sechseckig, siebeneckig, achteckig usw.), kreisförmig, oval (eiförmig, elliptisch, abgerundet, rechteckig usw.) und dergleichen sein. Die Stirnflächen (erste Stirnfläche 12a und zweite Stirnfläche 12b) haben die gleiche Form wie der Querschnitt. Auch wenn der Querschnitt und die Stirnflächen polygonal sind, können die Ecken abgeschragt sein.

**[0018]** Die Form jeder Zelle 13 ist nicht besonders beschränkt, aber sie kann polygonal (viereckig, fünfeckig, sechseckig, siebeneckig, achteckig usw.), kreisförmig oder oval im Querschnitt senkrecht zur Strömungswegrichtung sein. Diese Formen können allein oder in Kombination von zwei oder mehreren vorliegen. Darüber hinaus sind unter diesen Formen das Viereck oder das Sechseck bevorzugt. Durch Bereitstellen der Zellen 13 mit einer solchen Form ist es möglich, den Druckverlust zu reduzieren, wenn die Luft strömt. **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen als Beispiel eine Wabenstruktur 10, bei der der Querschnitt (Außendurchmesser) und die Form jeder Zelle 13 im Querschnitt orthogonal zu der Strömungswegrichtung viereckig sind.

**[0019]** Die Wabenstruktur 10 kann ein Wabenverbundkörper mit mehreren Wabensegmenten und Verbindungsschichten, die die mehreren Wabensegmente miteinander verbinden, sein. Die Verwendung des Wabenverbundkörpers kann die Gesamtquerschnittsfläche der Zellen 13 vergrößern, was wichtig ist, um die Luftdurchflussmenge sicherzustellen und gleichzeitig eine Rissbildung zu unterdrücken.

**[0020]** Es ist zu beachten, dass die Verbindungsschicht unter Verwendung eines Verbindungsmaterials ausgebildet sein kann. Das Verbindungsmaterial ist nicht besonders beschränkt, aber es kann ein keramisches Material verwendet werden, das durch Zugabe eines Lösungsmittels wie Wasser zur Bildung einer Paste erhalten wird. Das Verbindungsmaterial kann Keramiken mit einer PTC-Eigenschaft umfassen oder kann die gleichen Keramiken wie die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 umfassen. Zusätzlich zu der Rolle, die Wabensegmente miteinander zu verbinden, kann das Verbindungsmaterial auch als Außenumfangs-Beschichtungsmaterial nach dem Verbinden der Wabensegmente verwendet werden.

**[0021]** Obwohl die Dicke der Trennwände 14 nicht besonders beschränkt ist, wird sie bevorzugt basierend auf den folgenden Gesichtspunkten bestimmt. Erstens beträgt im Hinblick auf die Gewährleistung der Festigkeit der Wabenstruktur 10 die Dicke der Trennwände 14 bevorzugt 0,10 mm oder mehr und stärker bevorzugt 0,12 mm oder mehr und noch stärker bevorzugt 0,14 mm oder mehr und nochmal stärker bevorzugt 0,15 mm oder mehr und besonders bevorzugt 0,20 mm oder mehr. Wenn jedoch die Trennwände 14 zu dick sind, kann der Druckverlust zunehmen, wenn die Luft durch die Zellen 13 strömt. Daher beträgt die Dicke der Trennwände 14 in der Wabenstruktur 10 im Hinblick auf die Unterdrückung eines Anstiegs des Druckverlusts bevorzugt 0,36 mm oder weniger und stärker bevorzugt 0,35 mm oder weniger und noch stärker bevorzugt 0,30 mm oder weniger.

**[0022]** Es ist zu beachten, dass sich die Dicke der Trennwände 14 auf eine Länge eines Liniensegments bezieht, das die Trennwände 14 schneidet, wenn die Schwerpunkte benachbarter Zellen 13 mit dem Liniensegment im Querschnitt senkrecht zu der Strömungswegrichtung verbunden werden. Die Dicke der Trennwände 14 bezieht sich auf eine durchschnittliche Dicke aller Trennwände 14.

**[0023]** Obwohl die Dicke der Außenumfangswand 11 nicht besonders beschränkt ist, wird sie bevorzugt basierend auf den folgenden Gesichtspunkten bestimmt. Erstens beträgt im Hinblick auf die Verstärkung der Wabenstruktur 10 die Dicke der Außenumfangswand 11 bevorzugt 0,05 mm oder mehr und stärker bevorzugt 0,06 mm oder mehr und noch stärker bevorzugt 0,08 mm oder mehr. Andererseits beträgt die Dicke der Außenumfangswand 11 im Hinblick auf die Unterdrückung des Anfangsstroms durch Erhöhung des elektrischen Widerstands und im Hinblick auf die Reduzierung des Druckverlusts bei Luftströmung bevorzugt 1,0 mm oder weniger und stärker bevorzugt 0,5 mm und stärker bevorzugt 0,4 mm oder weniger und noch stärker bevorzugt 0,3 mm oder weniger.

**[0024]** Die Dicke der Außenumfangswand 11 bezieht sich auf eine Länge von einer Grenze zwischen der Außenumfangswand 11 und der äußersten Zelle 13 oder Trennwand 14 zu einer Seitenfläche der Wabenstruktur 10 in einer Normalenrichtung der Seitenfläche im Querschnitt orthogonal zu der Strömungswegrichtung.

**[0025]** Obwohl die Zellendichte der Wabenstruktur 10 nicht besonders beschränkt ist, wird sie bevorzugt basierend auf den folgenden Gesichtspunkten bestimmt. Erstens beträgt die Zellendichte der Wabenstruktur 10 unter dem Gesichtspunkt des Verhinderns eines Verstopfens bei Tragen von so viel wie möglich Funktionsmaterial bevorzugt 100 Zellen/cm<sup>2</sup> oder weniger und stärker bevorzugt 46,5 Zellen/cm<sup>2</sup> oder weniger und noch stärker bevorzugt 45,0 Zellen/cm<sup>2</sup> oder weniger und besonders bevorzugt 43,0 Zellen/cm<sup>2</sup> oder weniger. Wenn die Zellendichte jedoch zu gering ist, kann die Kontaktfläche mit Luft unzureichend sein. Unter dem Gesichtspunkt der Sicherstellung einer ausreichenden Kontaktfläche mit Luft beträgt die Zellendichte der Wabenstruktur 10 daher bevorzugt 15,5 Zellen/cm<sup>2</sup> oder mehr und stärker bevorzugt 18,0 Zellen/cm<sup>2</sup> oder mehr und noch stärker bevorzugt 20,0 Zellen/cm<sup>2</sup> oder mehr.

**[0026]** Wie sie hierin verwendet wird, ist die Zellendichte der Wabenstruktur 10 ein Wert, der durch Dividieren der Anzahl von Zellen durch die Fläche jeder Stirnfläche der Wabenstruktur 10 erhalten wird.

**[0027]** Obwohl der Öffnungsanteil der Zellen 13 der Wabenstruktur 10 nicht besonders beschränkt ist, wird er bevorzugt basierend auf den folgenden Gesichtspunkten bestimmt. Erstens beträgt der Öffnungsanteil der Zellen 13 der Wabenstruktur 10 im Hinblick auf die Maximierung der getragenen Menge des Funktionsmaterials bevorzugt 70 % oder mehr und stärker bevorzugt 80 % oder mehr und noch stärker bevorzugt 83 % oder mehr, und besonders bevorzugt 85 % oder mehr. Wenn jedoch der Öffnungsanteil der Zellen 13 zu

groß ist, kann die Festigkeit der Wabenstruktur 10 abnehmen. Daher beträgt im Hinblick auf die Gewährleistung der Festigkeit der Wabenstruktur 10 der Öffnungsanteil der Zellen 13 der Wabenstruktur 10 bevorzugt 94 % oder weniger und stärker bevorzugt 92 % oder weniger und noch stärker bevorzugt 90 % oder weniger.

**[0028]** Der Öffnungsanteil der Wabenstruktur 10 ist ein in Prozent ausgedrückter Wert, der durch Dividieren des Flächeninhalts der Zellen 13 durch den Flächeninhalt des gesamten Querschnitts (Gesamtfläche der Außenumfangswand 11, der Trennwände 14 und der Zellen 13) im Querschnitt der Wabenstruktur 10 senkrecht zu der Strömungswegrichtung erhalten wird.

**[0029]** Die Länge der Wabenstruktur 10 in Strömungswegrichtung und die Querschnittsfläche senkrecht zur Strömungswegrichtung können gemäß der erforderlichen Größe des Heizelements 200 angepasst werden und sind nicht besonders beschränkt. Beispielsweise kann die Wabenstruktur 10 bei Verwendung in einem kompakten Heizelement 200 unter Sicherstellung einer vorbestimmten Funktion eine Länge von 2 bis 20 mm in Strömungswegrichtung und eine Querschnittsfläche von 10 cm<sup>2</sup> oder mehr senkrecht zur Strömungswegrichtung aufweisen. Obwohl die Obergrenze der Querschnittsfläche senkrecht zur Strömungswegrichtung nicht besonders beschränkt ist, beträgt sie beispielsweise 300 cm<sup>2</sup>.

**[0030]** Die die Wabenstruktur 10 bildende Trennwand 14 ist aus einem Material mit einer PTC-Eigenschaft (einem positiven Temperaturkoeffizienten) hergestellt. Ferner kann die Außenumfangswand 11 ebenso wie die Trennwand 14 nach Bedarf aus dem Material mit der PTC-Eigenschaft hergestellt sein.

**[0031]** Das Material mit der PTC-Eigenschaft ist ein Material, das durch elektrische Leitung Wärme erzeugen kann. Die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 kann durch Wärmeübertragung aus der wärmeerzeugenden Außenumfangswand 11 und der Trennwand 14 erwärmt werden. Ferner hat das Material mit der PTC-Eigenschaft derartige Eigenschaften, dass dann, wenn die Temperatur ansteigt und den Curie-Punkt überschreitet, der Widerstandswert stark steigt, was dazu führt, dass der Strom nur schwer fließen kann. Wenn die Temperatur des Heizelements 200 hoch wird, begrenzt daher die Trennwand 14 (oder die Außenumfangswand 11, falls erforderlich) den durch sie fließenden Strom, wodurch eine übermäßige Wärmeerzeugung des Heizelements 200 unterdrückt wird. Daher ist es möglich, eine thermische Verschlechterung der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 aufgrund übermäßiger Wärmeerzeugung zu unterdrücken.

**[0032]** Das Material mit der PTC-Eigenschaft ist nicht besonders beschränkt, aber Materialien, die Bariumtitanat (BaTiO<sub>3</sub>) als eine Hauptkomponente enthalten, sind bevorzugt, und Materialien, die auf Bariumtitanat (BaTiO<sub>3</sub>) basierende Kristalle als eine Hauptkomponente enthalten, in denen ein Teil des Ba durch ein Seltenerdelement ersetzt ist, sind stärker bevorzugt. Der Begriff „Hauptkomponente“, wie er hier verwendet wird, bedeutet eine Komponente, bei der ein Anteil der Komponente mehr als 50 Masse-% der Gesamtkomponente ausmacht. Der Gehalt an BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen kann beispielsweise durch Fluoreszenz-Röntgenanalyse, EDAX-Analyse (energiedispersive Röntgenanalyse) oder dergleichen bestimmt werden. Andere kristalline Teilchen können ebenfalls nach dem gleichen Verfahren gemessen werden.

**[0033]** Die Zusammensetzungsformel von BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen, in denen ein Teil von Ba durch das Seltenerdelement ersetzt ist, kann als (Ba<sub>1-x</sub>A<sub>x</sub>)TiO<sub>3</sub> ausgedrückt werden. In der Zusammensetzungsformel stellt das Symbol A mindestens ein Seltenerdelement dar und 0,001 ≤ x ≤ 0,10.

**[0034]** Das Symbol A ist nicht besonders beschränkt, solange es das Seltenerdelement ist, aber es kann bevorzugt eines oder mehrere der aus der folgenden Gruppe ausgewählten Elemente sein: La, Ce, Pr, Nd, Eu, Gd, Dy, Ho, Er und Yb und stärker bevorzugt La. Der x-Wert beträgt bevorzugt 0,001 oder mehr und stärker bevorzugt 0,0015 oder mehr und noch stärker bevorzugt 0,002 oder mehr, um einen übermäßig hohen elektrischen Widerstand bei Raumtemperatur zu unterdrücken. Andererseits ist x bevorzugt 0,001 oder weniger und stärker bevorzugt 0,009 oder weniger und noch stärker bevorzugt 0,002 oder weniger, um zu verhindern, dass der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur aufgrund unzureichenden Sinterns zu hoch wird.

**[0035]** Die BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen, in denen ein Teil des Ba durch das Seltenerdelement ersetzt ist, haben bevorzugt ein (Ba+Seltenerdelement)/Ti-Verhältnis von 1,005 bis 1,050. Durch Steuern des (Ba+Seltenerdelement)/Ti-Verhältnisses in einen solchen Bereich kann der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur stabil verringert werden. Das Elementverhältnis von Ba, dem Seltenerdelement, und Ti kann beispielsweise durch Röntgenfluoreszenzanalyse und ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) bestimmt werden.

**[0036]** Die BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen, in denen ein Teil von Ba durch das Seltenerdelement ersetzt ist, haben bevorzugt eine durchschnittliche Kristallkorngröße von 5 bis 200 µm und stärker bevorzugt von 5 bis 180 µm und noch stärker bevorzugt von 5 bis 160 µm. Durch Steuern der durchschnittlichen Kristallkorngröße in einen solchen Bereich kann der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur stabil reduziert werden.

**[0037]** Die durchschnittliche Kristallkorngröße der BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen kann wie folgt gemessen werden. Eine quadratische Probe mit 5 mm × 5 mm × 5 mm wird aus der Keramik ausgeschnitten und mit einem Harz eingekapselt. Die eingekapselte Probe wird durch mechanisches Polieren hochglanzpoliert und durch REM beobachtet. Die REM-Beobachtung wird beispielsweise mit einem Modell S-3400N der Firma Hitachi High-Tech Corporation bei einer Beschleunigungsspannung von 15 kV und 3000-facher Vergrößerung durchgeführt. In dem REM-Beobachtungsbild (30 µm Länge × 45 µm Breite) wurden vier gerade Linien mit einer Dicke von jeweils 0,3 µm in Abständen von 10 µm über die gesamte vertikale Richtung des Sichtfelds gezogen und die Anzahl der BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen, durch die diese Linien, auch teilweise, verlaufen, werden gezählt. Ein Mittelwert der REM-Bilder an vier oder mehr Positionen, an denen die Länge der geraden Linie durch die Anzahl der BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen dividiert wird, wird als die durchschnittliche Kristallkorngröße definiert.

**[0038]** Der Gehalt an BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen, in denen ein Teil des Ba durch das Seltenerdelement ersetzt ist, in der Keramik ist nicht besonders beschränkt, solange sie als Hauptkomponente bestimmt werden, aber er kann bevorzugt 90 Masse-% oder mehr und stärker bevorzugt 92 Massen-% oder mehr und noch stärker bevorzugt 94 Massen-% oder mehr betragen. Die Obergrenze des Gehalts an BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen ist nicht besonders beschränkt, kann aber im Allgemeinen 99 Masse-% und bevorzugt 98 Masse-% betragen.

**[0039]** Der Gehalt an BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen kann zum Beispiel durch Fluoreszenz-Röntgenstrahlanalyse oder EDAX-Analyse (energiedispersive Röntgenanalyse) gemessen werden. Andere kristalline Teilchen können auf die gleiche Weise wie in diesem Verfahren gemessen werden.

**[0040]** Die für die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 verwendete Keramik enthält bevorzugt kristalline Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub>-Teilchen. Das Vorhandensein von kristallinen Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub>-Teilchen in der Keramik kann den elektrischen Widerstand bei Raumtemperatur verringern. Ohne Bindung an irgendeine Theorie gebunden sein zu wollen, wird angenommen, dass kristalline Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub>-Teilchen während eines Brennprozesses verflüssigt werden, um die Neuordnung, das Kornwachstum und die Verdichtung von BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen zu fördern, wodurch der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur verringert wird.

**[0041]** Der Gehalt an kristallinen Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub>-Teilchen in der Keramik kann 1,0 bis 10,0 Masse-% und bevorzugt 1,2 bis 8,0 Masse-% und noch stärker bevorzugt 1,5 bis 6,0 Masse-% betragen. Ein Gehalt an kristallinen Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub> Teilchen von 1,0 Massen-% oder mehr kann eine Wirkung des Vorhandenseins der kristallinen Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub>-Teilchen (d. h. eine Wirkung der Verringerung des elektrischen Widerstands bei Raumtemperatur) bereitstellen. Ferner kann ein Gehalt an kristallinen Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub>-Teilchen von 10,0 Masse-% oder weniger die PTC-Eigenschaft sicherstellen.

**[0042]** Die für die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 verwendete Keramik kann ferner kristalline BaCO<sub>3</sub>-Teilchen enthalten. Die kristalline BaCO<sub>3</sub>-Teilchen stammen aus BaCO<sub>3</sub>-Pulver, das ein Rohmaterial für die Keramik ist.

**[0043]** Die kristallinen BaCO<sub>3</sub>-Teilchen sind möglicherweise nicht in der Keramik enthalten, da sie im Wesentlichen keine Auswirkung auf den elektrischen Widerstand der Keramik bei Raumtemperatur haben. Wenn jedoch der Gehalt an kristallinen BaCO<sub>3</sub>-Teilchen in der Keramik zu hoch ist, kann dies den elektrischen Widerstand bei Raumtemperatur beeinflussen und die Anzahl anderer kristalliner Teilchen kann abnehmen, so dass die gewünschten Eigenschaften möglicherweise nicht erhalten werden. Daher beträgt der Gehalt an kristallinen BaCO<sub>3</sub>-Teilchen bevorzugt 2,0 Massen-% oder weniger und stärker bevorzugt 1,8 Massen-% oder weniger und noch stärker bevorzugt 1,5 Massen-% oder weniger. Die untere Grenze des Gehalts an kristallinen BaCO<sub>3</sub>-Teilchen ist nicht besonders beschränkt, kann aber im Allgemeinen 0,1 Massen-% und bevorzugt 0,2 Massen-% betragen.

**[0044]** Die für die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 verwendete Keramik kann zusätzlich zu den obigen kristallinen Teilchen ferner eine oder mehrere Komponenten enthalten, die herkömmlicherweise

PTC-Materialien zugesetzt sind. Zu solchen Komponenten gehören Zusatzstoffe wie Verschieber, Eigenschaftverbesserer, Metalloxide und Leiterpulver sowie unvermeidbare Verunreinigungen.

**[0045]** Im Hinblick auf die Verringerung der Umweltbelastung ist es wünschenswert, dass die für die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 verwendete Keramik im Wesentlichen frei von Blei (Pb) ist. Insbesondere weist die Keramik bevorzugt einen Pb-Gehalt von 0,01 Masse-% oder weniger und stärker bevorzugt 0,001 Masse-% oder weniger und noch stärker bevorzugt 0 Masse-% auf. Der niedrigere Pb-Gehalt kann es ermöglichen, dass erwärmte Luft beispielsweise durch Kontakt mit der Keramik sicher auf Organismen wie Menschen angewendet werden kann. In den Keramiken beträgt der Pb-Gehalt bevorzugt weniger als 0,03 Massen-% und stärker bevorzugt weniger als 0,01 Massen-% und noch stärker bevorzugt 0 Massen-%, umgerechnet auf PbO. Der Bleigehalt kann beispielsweise durch Röntgenfluoreszenzanalyse, ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) oder dergleichen bestimmt werden.

**[0046]** Bevorzugt ist die für die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 verwendete Keramik im Wesentlichen frei von einem Alkalimetall, das den elektrischen Widerstand bei Raumtemperatur beeinflussen kann. Insbesondere hat die Keramik bevorzugt einen Alkalimetallgehalt von 0,01 Massen-% oder weniger und stärker bevorzugt 0,001 Massen-% oder weniger und noch stärker bevorzugt 0 Massen-%. Durch Steuern des Gehalts an Alkalimetall in einen solchen Bereich kann der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur stabil reduziert werden. Der Alkalimetallgehalt kann beispielsweise durch Fluoreszenz-Röntgenanalyse, ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) oder dergleichen bestimmt werden.

**[0047]** Das Material, aus dem die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 bestehen, hat im Hinblick auf eine effiziente Erwärmung die Luft bevorzugt einen Curie-Punkt von 100 °C oder mehr und stärker bevorzugt 110 °C oder mehr und noch stärker bevorzugt 125 °C oder mehr. Ferner beträgt die Obergrenze des Curie-Punkts im Hinblick auf die Sicherheit als eine im Fahrzeuginnenraum oder in der Nähe des Fahrzeuginnenraums platzierte Komponente bevorzugt 250 °C und stärker bevorzugt 225 °C und noch stärker bevorzugt 200 °C und nochmal stärker bevorzugt 150 °C.

**[0048]** Der Curie-Punkt des Materials, das die Außenumfangswand 11 und die Trennwände 14 bildet, kann durch die Art des Verschiebers und die Menge des hinzugefügten Verschiebers angepasst werden. Beispielsweise liegt der Curie-Punkt von Bariumtitanat ( $\text{BaTiO}_3$ ) bei etwa 120 °C, aber der Curie-Punkt kann auf die Seite niedrigerer Temperatur verschoben werden, indem ein Teil von Ba und Ti durch Sr, Sn und/oder Zr ersetzt wird.

**[0049]** In der vorliegenden Erfindung wird der Curie-Punkt durch das folgende Verfahren gemessen. Eine Probe wird zur Messung an einem Probenhalter befestigt, der in einem Messbehälter (z. B. MINI-SUBZERO MC-810P von ESPEC) montiert ist, und eine Änderung des elektrischen Widerstands der Probe als Funktion einer Temperaturänderung, wenn die Temperatur von 10 °C aus erhöht wird, wird unter Verwendung eines Gleichstrom-Widerstandsmessers (z. B. Multimeter 3478A von YHP) gemessen. Basierend auf einem durch die Messung erhaltenen Diagramm von elektrischem Widerstand und Temperatur wird eine Temperatur, bei der der Widerstandswert doppelt so groß ist wie der Widerstandswert bei Raumtemperatur (20 °C), als Curie-Punkt definiert.

#### (1-2. Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20)

**[0050]** Die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 ist auf den Oberflächen der Trennwände 14 der Wabenstruktur 10 bereitgestellt. Insbesondere ist die Funktionsmaterial- enthaltende Schicht 20 auf den Oberflächen der Trennwände 14 und der Außenumfangswand 11 bereitgestellt, die den Zellen 13 der Wabenstruktur 10 zugewandt sind.

**[0051]** Die auf den Trennwänden 14 der Wabenstruktur 10 bereitgestellte Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 wird indirekt durch die Wärme der Wabenstruktur 10 erwärmt, die durch das Paar Elektroden 30 erwärmt wird. Daher ist es, um die Funktion des Funktionsmaterials enthaltenden Schicht 20 ausreichend zu erfüllen, wichtig, die Temperaturdifferenz in der Ebene (Temperaturverteilung in der Ebene) der Wabenstruktur 10 zu reduzieren, so dass die Temperatur der gesamten, Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 gleichmäßig auf die Aktivierungstemperatur erhöht wird. Tatsächlich kann, wenn die Flächen-Temperaturdifferenz der Wabenstruktur 10 größer ist, eine ausreichend erhöhte Temperatur des Niedertemperaturabschnitts zu einer übermäßigen Temperatur des Hochtemperaturabschnitts führen, so dass ein Teil der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 verschlechtert werden kann. Wenn es einen solchen teilweise

verschlechterten Bereich der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 gibt, kann die Funktion der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 nicht vollständig genutzt werden.

**[0052]** In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Paar Elektroden 30 auf der ersten Stirnfläche 12a und der zweiten Stirnfläche 12b der Wabenstruktur 10 bereitgestellt und die Trennwände 14 sind aus dem Material mit der PTC-Eigenschaft hergestellt, so dass der elektrische Widerstand bei hoher Temperatur höher ist und der elektrische Widerstand bei niedriger Temperatur niedriger ist. Wenn eine Spannung an das Paar Elektroden 30 angelegt wird, fließt daher der Strom bevorzugt in dem Niedertemperaturabschnitt der Wabenstruktur 10 und die Flächen-Temperaturdifferenz kann reduziert werden, und im Ergebnis kann die gesamte, Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 gleichmäßig auf die Aktivierungstemperatur erwärmt werden.

**[0053]** Ferner kann die Steuerung der Dicke der Trennwände 14 der Wabenstruktur 10, der Zellendichte und des Öffnungsanteils der Zellen 13 verhindern, dass die Zellen 13 der Wabenstruktur verstopft werden oder die Öffnungsfläche der Zellen 13 zu klein wird, selbst wenn die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 bereitgestellt ist. Daher kann ein ausreichender Kontakt zwischen der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 und Luft sichergestellt werden, so dass die Funktion des Funktionsmaterials stabil erhalten werden kann, und eine Erhöhung des Druckverlusts beim Durchgang von Luft durch die Zellen 13 unterdrückt werden kann.

**[0054]** Die Dicke der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 kann gemäß der Größe der Zellen 13 bestimmt werden und ist nicht besonders beschränkt. Beispielsweise beträgt die Dicke der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 bevorzugt 20 µm oder mehr und stärker bevorzugt 25 µm oder mehr und noch stärker bevorzugt 30 µm oder mehr im Hinblick auf das Sicherstellen eines ausreichenden Kontakts mit Luft. Andererseits beträgt die Dicke der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 im Hinblick auf die Unterdrückung der Ablösung der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 von den Trennwänden 14 und der Außenumfangswand 11 bevorzugt 400 µm oder weniger und stärker bevorzugt 380 µm oder weniger und noch stärker bevorzugt 350 µm oder weniger.

**[0055]** Es ist zu beachten, dass sich die Dicke der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 auf die kürzeste Länge zwischen der mit Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 versehenen Trennwand 14 und der Zelle 13 im Querschnitt orthogonal zur Strömungswegrichtung bezieht.

**[0056]** Das Funktionsmaterial, das in der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 enthalten ist und das hierin verwendet werden kann, umfasst Adsorptionsmittel, Katalysatoren und dergleichen, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

**[0057]** In einer Ausführungsform enthält die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 bevorzugt das Adsorptionsmittel. Durch die Aufnahme des Adsorptionsmittels können zu entfernende Bestandteile wie CO<sub>2</sub> und schädliche flüchtige Bestandteile in der Luft in dem Fahrzeuginnenraum eingefangen werden.

**[0058]** In einer weiteren Ausführungsform enthält die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 bevorzugt den Katalysator. Durch die Verwendung eines Katalysators können die zu entfernenden Komponenten gereinigt werden. Um die Fähigkeit des Adsorptionsmittels zu verbessern, zu entfernende Komponenten einzufangen, können das Adsorptionsmittel und der Katalysator zusammen verwendet werden.

**[0059]** Das Adsorptionsmittel hat bevorzugt die Funktion, die zu entfernenden Komponenten wie CO<sub>2</sub> und schädliche flüchtige Komponenten (z. B. Aldehyde, Geruchskomponenten usw.) bei -20 bis 40 °C zu adsorbieren und sie bei einer erhöhten Temperatur von 60 °C oder mehr freizusetzen. Beispiele des Adsorptionsmittels mit solchen Funktionen umfassen Materialien, die hauptsächlich auf Alumosilikaten (z. B. Zeolith), Kieselgel, Aktivkohle, Aluminiumoxid, Kieselerde, niedrigkristallinem Ton, amorphen Alumosilikatkomplexen und dergleichen basieren. Die Art des Adsorptionsmittels kann in geeigneter Weise je nach Art der zu entfernenden Komponenten ausgewählt werden.

**[0060]** Der Katalysator hat bevorzugt die Funktion, die Oxidations-Reduktions-Reaktion fördern zu können. Die Katalysatoren mit solchen Funktionen umfassen Metallkatalysatoren wie Pt, Pd und Ag und Oxidkatalysatoren wie CeO<sub>2</sub> und ZrO<sub>2</sub>.

**[0061]** Zu den in der Luft in dem Fahrzeuginnenraum enthaltenen schädlichen flüchtigen Bestandteilen zählen beispielsweise flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Geruchskomponenten. Spezifische Bei-

spiele der schädlichen flüchtigen Komponenten umfassen Ammoniak, Essigsäure, Isovaleriansäure, Nonenal, Formaldehyd, Toluol, Xylol, Paradichlorbenzol, Ethylbenzol, Styrol, Chlorpyrifos, Di-n-butylphthalat, Tetradecan und Di-2-ethylhexylphthalat, Diazinon, Acetaldehyd, Fenobcarb und dergleichen. Neben CO<sub>2</sub> und den schädlichen flüchtigen Bestandteilen umfassen die zu entfernenden Bestandteile Feuchtigkeit und dergleichen.

#### (1-3. Elektrode 30)

**[0062]** Das Paar Elektroden 30 ist auf der ersten Stirnfläche 12a und der zweiten Stirnfläche 12b der Wabenstruktur 10 bereitgestellt. Wie es in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist, ist das Paar Elektroden 30 auf der Oberfläche der Außenumfangswand 11 bereitgestellt, aber sie können zusätzlich zu der Oberfläche der Außenumfangswand 11 auf der Oberfläche der Trennwand 14 bereitgestellt sein. Durch Anlegen einer Spannung in einer Richtung parallel zur Strömungswegrichtung der Wabenstruktur 10 durch das Paar Elektroden 30 kann die Wärme in der Wabenstruktur 10 durch Joule'sche Wärme erzeugt werden.

**[0063]** Ferner kann jede der Elektroden 30 einen Erweiterungsabschnitt aufweisen, der sich zu der Außenseite der Wabenstruktur 10 erstreckt. Das Bereitstellen des Erweiterungsabschnitts kann die Verbindung mit einem Verbindungselement erleichtern, das für die Verbindung mit der Außenseite zuständig ist.

**[0064]** Jede der Elektroden 30 kann beispielsweise ein Metall oder eine Legierung verwenden, die Cu, Ag, Al, Ni und/oder Si enthält, obwohl sie nicht besonders darauf beschränkt ist. Es ist auch möglich, eine ohmsche Elektrode zu verwenden, die in ohmschem Kontakt mit der Außenumfangswand 11 und/oder den Trennwänden 14 stehen kann, die die PTC-Eigenschaft haben. Die ohmsche Elektrode kann eine ohmsche Elektrode verwenden, die beispielsweise mindestens ein aus Au, Ag und In ausgewähltes Material als Basismetall enthält und mindestens ein aus Ni, Si, Ge, Sn, Se und Te ausgewähltes Material für den n-Typ-Halbleiter als Dotanden enthält. Ferner kann die Elektrode 30 eine einschichtige Struktur haben oder kann eine laminierte Struktur aus zwei oder mehr Schichten haben. Wenn die Elektrode 30 die laminierte Struktur aus zwei oder mehr Schichten hat, können die Materialien jeder Schicht vom gleichen Typ oder von unterschiedlichen Typen sein.

**[0065]** Die Dicke jeder Elektrode 30 ist nicht besonders beschränkt und kann je nach Verfahren zum Bilden der Elektrode 30 geeignet eingestellt werden. Das Verfahren zum Bilden der Elektroden 30 umfasst Metallabscheidungsverfahren wie Sputtern, Dampfabscheidung, elektrolytische Abscheidung und chemische Abscheidung. Alternativ kann die Elektrode 30 durch Auftragen einer Elektrodenpaste und anschließendes Backen derselben oder durch thermisches Spritzen gebildet werden. Außerdem kann die Elektrode 30 durch Verbinden von Metall- oder Legierungsplatten gebildet werden.

**[0066]** Bevorzugt beträgt die Dicke jeder Elektrode 30 etwa 5 bis 80 µm zum Backen der Elektrodenpaste und etwa 100 bis 1000 nm zum Trockenplattieren wie Sputtern und Aufdampfen, und etwa 10 bis 100 µm zum thermischen Spritzen und etwa 5 µm bis 50 µm zum Nassplattieren wie etwa elektrolytische Abscheidung und chemische Abscheidung. Ferner beträgt beim Verbinden der Metall- oder Legierungsplatten die Dicke der Elektrode 30 bevorzugt etwa 5 bis 100 µm.

#### (1-4. Verfahren zum Herstellen des Heizelements 200)

**[0067]** Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen eines Heizelements 200 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung beispielhaft erläutert.

**[0068]** Wenn das Material der Wabenstruktur 10 Keramik ist, umfasst ein Verfahren zum Herstellen der Wabenstruktur 10 einen Formungsschritt und einen Brennschritt.

**[0069]** In dem Formungsschritt wird ein Grünkörper, der ein keramisches Rohmaterial enthält, das BaCO<sub>3</sub>-Pulver, TiO<sub>2</sub>-Pulver und Seltenerdinitrat- oder -hydroxidpulver enthält, geformt, um einen Wabenformkörper herzustellen.

**[0070]** Das keramische Rohmaterial kann durch trockenes Mischen der Pulver so erhalten werden, dass es eine gewünschte Zusammensetzung hat.

**[0071]** Der Grünkörper kann durch Zugabe eines Dispersionsmediums, eines Bindemittels, eines Weichmachers und eines Dispergiermittels zu dem keramischen Rohmaterial und Kneten davon erhalten werden. Der

Grünkörper kann gegebenenfalls Zusatzstoffe wie Verschieber, Metalloxide, Mittel zur Verbesserung der Eigenschaften und Leiterpulver enthalten.

**[0072]** Die Mischungsmenge der anderen Komponenten als das keramische Rohmaterial ist nicht besonders beschränkt, solange die relative Dichte des Wabenformkörpers 60 % beträgt.

**[0073]** Wie er hierin verwendet wird, bedeutet die „relative Dichte des Wabenformkörpers“ ein Verhältnis der Dichte des Wabenformkörpers zur wahren Dichte des gesamten keramischen Rohmaterials. Insbesondere kann die relative Dichte durch die folgende Gleichung bestimmt werden: relative Dichte des Wabenformkörpers (%) = Dichte des Wabenformkörpers (g/cm<sup>3</sup>) / wahre Dichte des gesamten keramischen Rohmaterials (g/cm<sup>3</sup>) × 100.

**[0074]** Die Dichte des Wabenformkörpers kann nach dem Archimedes-Verfahren unter Verwendung von reinem Wasser als Medium gemessen werden. Ferner kann die wahre Dichte des gesamten keramischen Rohmaterials erhalten werden, indem die Gesamtmasse der jeweiligen Rohmaterialien (g) durch das Gesamtvolumen der tatsächlichen Volumina der jeweiligen Rohmaterialien (cm<sup>3</sup>) geteilt wird.

**[0075]** Beispiele des Dispersionsmediums umfassen Wasser oder ein gemischtes Lösungsmittel aus Wasser und einem organischen Lösungsmittel wie Alkohol, und stärker bevorzugt Wasser.

**[0076]** Beispiele für das Bindemittel umfassen organische Bindemittel wie Methylcellulose, Hydroxypropoxycellulose, Hydroxyethylcellulose, Carboxymethylcellulose und Polyvinylalkohol. Insbesondere ist es bevorzugt, Methylcellulose in Kombination mit Hydroxypropoxycellulose zu verwenden. Das Bindemittel kann allein oder in Kombination von zwei oder mehreren verwendet werden, aber es ist bevorzugt, dass das Bindemittel kein Alkalimetallelement enthält.

**[0077]** Beispiele des Weichmachers umfassen Polyoxyalkylenalkylether, Polymere auf Polycarbonsäurebasis und Alkylphosphatester.

**[0078]** Das Dispergiermittel, das hierin verwendet werden kann, umfasst Tenside wie Polyoxyalkylenalkylether, Ethylenglycol, Dextrin, Fettsäureseifen und Polyalkohol. Das Dispergiermittel kann allein oder in Kombination von zwei oder mehreren verwendet werden.

**[0079]** Der Wabenformkörper kann durch Extrudieren des Grünkörpers hergestellt werden. Beim Extrudieren kann eine Düse mit einer gewünschten Gesamtform, Zellenform, Trennwanddicke, Zellendichte und dergleichen verwendet werden.

**[0080]** Die relative Dichte des durch Extrudieren erhaltenen Wabenformkörpers beträgt 60 % oder mehr und bevorzugt 61 % oder mehr. Durch Steuern der relativen Dichte des Wabenformkörpers in einen solchen Bereich kann der Wabenformkörper verdichtet und der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur verringert werden. Die Obergrenze der relativen Dichte des Wabenformkörpers ist nicht besonders beschränkt, kann aber im Allgemeinen 80 % und bevorzugt 75 % betragen.

**[0081]** Der Wabenformkörper kann vor dem Brennschritt getrocknet werden. Nicht einschränkende Beispiele des Trocknungsverfahrens umfassen herkömmlich bekannte Trocknungsverfahren wie Heißlufttrocknung, Mikrowellentrocknung, dielektrische Trocknung, Trocknung unter reduziertem Druck, Trocknung bei Unterdruck und Gefriertrocknung. Unter diesen ist ein Trocknungsverfahren, das Heißlufttrocknung mit Mikrowellentrocknung oder dielektrische Trocknung kombiniert, bevorzugt, da der gesamte Formkörper schnell und gleichmäßig getrocknet werden kann.

**[0082]** Der Brennschritt umfasst einen Schritt des Haltens des keramischen Formkörpers auf einer Temperatur von 1150 bis 1250 °C und dann des Erhöhens der Temperatur auf eine Maximaltemperatur von 1360 bis 1430 °C mit einer Erwärmungsrate von 20 bis 500 °C/ Stunde und Aufrechterhalten der Temperatur für 0,5 bis 5 Stunden.

**[0083]** Das Halten des Wabenformkörpers bei der Maximaltemperatur von 1360 bis 1430 °C für 0,5 bis 5 Stunden kann die Wabenstruktur 10 liefern, die hauptsächlich auf BaTiO<sub>3</sub>-basierten kristallinen Teilchen basiert, in denen ein Teil des Ba durch das Seltenerdelement ersetzt ist.

**[0084]** Ferner kann das Halten auf einer Temperatur von 1150 bis 1250 ° C ermöglichen, dass die in dem Brennschritt erzeugten kristallinen Ba<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub>-Teilchen leicht entfernt werden, so dass die Wabenstruktur 10 verdichtet werden kann.

**[0085]** Ferner kann die Erwärmungsrate von 20 bis 500 ° C/Stunde von der Temperatur von 1150 bis 1250 ° C auf die Maximaltemperatur von 1360 bis 1430 ° C ermöglichen, dass 1,0 bis 10,0 Massen-% kristalline Ba<sub>6</sub>Ti<sub>17</sub>O<sub>40</sub>-Teilchen in der Wabenstruktur 10 gebildet werden.

**[0086]** Die Retentionszeit bei 1150 bis 1250 ° C ist nicht besonders beschränkt, kann aber bevorzugt 0,5 bis 5 Stunden betragen. Eine solche Retentionszeit kann zu einer stabilen und einfachen Entfernung von kristallinen Ba<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub>-Teilchen führen, die in dem Brennschritt erzeugt werden.

**[0087]** Der Brennschritt umfasst vor dem obigen Schritt bevorzugt einen Schritt des Haltens auf 900 bis 950 ° C für 0,5 bis 5 Stunden. Das Halten auf 900 bis 950 ° C für 0,5 bis 5 Stunden kann zu einer ausreichenden Zersetzung von BaCO<sub>3</sub> führen, so dass die Wabenstruktur 10 mit einer vorbestimmten Zusammensetzung leicht erhalten werden kann.

**[0088]** Vor dem Brennschritt kann ein Entfettungsschritt zum Entfernen des Bindemittels durchgeführt werden. Der Entfettungsschritt kann bevorzugt in einer Luftatmosphäre durchgeführt werden, um die organischen Komponenten vollständig zu zersetzen.

**[0089]** Außerdem kann die Atmosphäre des Brennschritts im Hinblick auf die Steuerung der elektrischen Eigenschaften und der Produktionskosten bevorzugt die Luftatmosphäre sein.

**[0090]** Ein Brennofen, der in dem Brennschritt und dem Entfettungsschritt verwendet wird, ist nicht besonders beschränkt, aber er kann ein Elektrofen, ein Gasofen oder dergleichen sein.

**[0091]** Die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 wird auf den Trennwänden 14 der so erhaltenen Wabenstruktur 10 gebildet.

**[0092]** Das Verfahren zum Bilden der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 ist nicht besonders beschränkt, aber die Wabenstruktur 10 kann beispielsweise in eine Aufschlammung eingetaucht werden, die das Funktionsmaterial, ein organisches Bindemittel und Wasser enthält, und überschüssige Aufschlammung an den Stirnflächen und dem Außenumfang der Wabenstruktur 10 wird durch Blasen und Wischen entfernt. Anschließend kann die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 auf den Trennwänden 14 durch Trocknen bei einer Temperatur von etwa 550 ° C gebildet werden. Obwohl dieser Schritt möglicherweise einmal durchgeführt wird, ist es möglich, die Trennwände 14 mit der ein Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 mit einer gewünschten Dicke bereitzustellen, indem dieser Schritt mehrmals wiederholt wird.

**[0093]** Das Paar Elektroden 30 wird dann auf der ersten Stirnfläche 12a und der zweiten Stirnfläche 12b der Wabenstruktur 10 ausgebildet, auf der die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 ausgebildet ist. Das Paar Elektroden 30 kann eine einzelne Schicht sein oder kann mehrere Schichten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen sein. Es ist zu beachten, dass das Paar Elektroden 30 ausgebildet werden kann, bevor die Funktionsmaterial enthaltende Schicht 20 ausgebildet wird.

#### (1-5. Verfahren zum Verwenden des Heizelements 200)

**[0094]** Das Heizelement 200 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die zu entfernenden Komponenten wie CO<sub>2</sub> und schädliche flüchtige Komponenten einfangen, indem Luft, die die zu entfernenden Komponenten enthält, bei -20 bis 40 ° C, bevorzugt bei Raumtemperatur, durch die Zellen 13 geleitet wird.

**[0095]** Das Heizelement 200 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Wabenstruktur 10 durch Erwärmen von außen erwärmen. Darüber hinaus kann das Heizelement 200 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Wabenstruktur 10 durch Anlegen einer Spannung durch das Paar Elektroden 30 erwärmen. Im Hinblick auf eine schnelle Erwärmung beträgt die angelegte Spannung bevorzugt 200 V oder mehr und stärker bevorzugt 250 V oder mehr. Indem die Wabenstruktur 10 dazu gebracht wird, Wärme zu erzeugen, können die eingefangenen, zu entfernenden Komponenten von der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 gelöst und nach außen entfernt werden. Die Wärmeerzeugungstemperatur der

Wabenstruktur 10 kann in geeigneter Weise je nach Art der Funktionsmaterialien eingestellt werden und beträgt beispielsweise 60 bis 150 °C.

### (2. Heizeinheit mit Funktionsmaterial enthaltender Schicht)

**[0096]** Eine Heizeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht (im Folgenden als „Heizeinheit“ abgekürzt) gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann geeigneterweise als eine Heizeinheit verwendet werden, die in einem Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem für verschiedene Fahrzeuge wie Kraftfahrzeuge verwendet wird. Die Heizeinheit gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst zwei oder mehr Heizelemente 200. Durch die Verwendung von zwei oder mehr Heizelementen 200 mit verbesserten Funktionen des Funktionsmaterials (insbesondere der Funktion des Einfangens der zu entfernenden Komponenten und der Funktion des Freisetzens der beim Erhitzen zu entfernenden eingeschlossenen Komponenten) kann die Funktion des Funktionsmaterials (insbesondere die Leistung der Fahrzeuginnenraum-Reinigungsfunktion) verbessert werden. Da das Heizelement 200 kompakt gemacht werden kann, ist es ferner möglich, eine Zunahme der Größe der Heizeinheit zu unterdrücken.

**[0097]** Fig. 3 ist eine schematische Vorderansicht einer Heizeinheit mit zwei Heizelementen 200 bei Betrachtung von der Seite der ersten Stirnfläche der Heizelemente.

**[0098]** Wie es in Fig. 3 gezeigt ist, umfasst die Heizeinheit 400 gemäß der Ausführungsform der Erfindung zwei Heizelemente 200. Darüber hinaus sind in dieser Heizeinheit 400 die Heizelemente 200 gestapelt und so angeordnet, dass die Seitenflächen, die parallel zu der Strömungswegrichtung der Wabenstruktur 10 sind, einander zugewandt sind.

**[0099]** Jede Elektrode 30 des Heizelements 200 ist mit einem Anschluss 410 versehen, der mit einer externen Leistungsquelle verbunden werden kann. Der Anschluss 410 ist bevorzugt mit der Oberfläche des sich erstreckenden Abschnitts der Elektrode 30 auf der Seite der Wabenstruktur 10 verbunden. Eine solche Struktur kann es ermöglichen, das Heizelement 200 kompakt zu machen. Das Verfahren zum Verbinden der Elektrode 30 mit dem Anschluss 410 ist nicht besonders beschränkt, solange sie elektrisch verbunden werden, und sie können beispielsweise durch Diffusionsbonds, mechanischen Druckmechanismus, Schweißen oder dergleichen verbunden werden.

**[0100]** Der Anschluss 410 kann beispielsweise aus Metall bestehen, ist aber nicht darauf beschränkt. Das Metall, das hier verwendet werden kann, umfasst ein einzelnes Metall, eine Legierung und dergleichen. Hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit, des elektrischen Widerstands und der linearen Ausdehnungsrate kann das Metall beispielsweise bevorzugt eine Legierung, die mindestens ein Material enthält, das aus der Gruppe von Cr, Fe, Co, Ni, Cu und Ti ausgewählt ist, und stärker bevorzugt Edelstahl, Fe-Ni-Legierungen und Phosphorbronze sein.

**[0101]** Die gestapelten Heizelemente 200 sind in einem Gehäuse (Gehäuseelement) 420 aufgenommen.

**[0102]** Das Material des Gehäuses 420 umfasst Metalle, Harze und dergleichen, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Darunter ist es bevorzugt, dass das Material des Gehäuses 420 Harz ist. Durch Verwendung des aus Harz hergestellten Gehäuses 420 kann ein elektrischer Schlag ohne Erdung unterdrückt werden.

**[0103]** Zwischen den gestapelten und angeordneten Heizelementen 200 kann ein Isoliermaterial 430 positioniert sein. Eine solche Struktur kann es ermöglichen, einen elektrischen Kurzschluss zwischen den mehreren Heizelementen 200 zu unterdrücken.

**[0104]** Das Isoliermaterial 430, das hier verwendet werden kann, umfasst ein Plattenmaterial, eine Matte, ein Tuch oder dergleichen, das aus einem Isoliermaterial wie etwa Aluminiumoxid oder Keramik hergestellt ist.

### (3. Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem)

**[0105]** Das Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann in geeigneter Weise als Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem für verschiedene Fahrzeuge wie beispielsweise Kraftfahrzeuge verwendet werden. Insbesondere werden das Heizelement 200 oder die Heizeinheit 400 in dem Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet, die verbesserte Funktionen des Funktionsmaterials (insbesondere die Funktion des Einfangens der zu entfernenden Komponenten und die Funktion des Freigebens der eingefangenen, zu entfernenden Komponenten wäh-

rend des Erwärms) aufweisen, so dass die Fahrzeuginnenraum-Reinigungsleistung des Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem verbessert werden kann.

**[0106]** Fig. 4 ist eine schematische Ansicht, die ein Anordnungsbeispiel eines Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystems gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0107]** Wie es in Fig. 4 gezeigt ist, umfasst ein Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem 1000: das Heizelement oder die Heizeinheit 1100, wie sie oben beschrieben sind; eine Batterie (Leistungsquelle) 1200 zum Anlegen einer Spannung an das Heizelement oder die Heizeinheit 1100; ein Zuflussrohr 1300, das eine Verbindung zwischen einem Fahrzeuginnenraum und einem Zuflussanschluss 1110 des Heizelements oder der Heizeinheit 1100 herstellt; ein Ausflussrohr 1400, das eine Verbindung zwischen einem Ausflussanschluss 1120 des Heizelements oder der Heizeinheit 1100 und dem Fahrzeuginnenraum und einer Fahrzeugaußenseite herstellt; und ein Schaltventil 1500, das in dem Ausflussrohr 1400 bereitgestellt ist, wobei das Schaltventil 1500 einen durch das Ausflussrohr 1400 strömenden Luftstrom zu dem Fahrzeuginnenraum oder zu der Fahrzeugaußenseite umschalten kann.

**[0108]** Das Heizelement oder die Heizeinheit 1100 kann beispielsweise dazu ausgelegt sein, mit der Batterie 1200 über ein elektrisches Kabel 1210 verbunden zu werden und einen Leistungsschalter auf dem Weg einzuschalten, um einen Strom durch das Heizelement oder die Heizeinheit 1100 zu leiten, um Wärme zu erzeugen.

**[0109]** Das Ein-Aus-Schalten des Leistungsschalters kann durch eine Steuereinheit 1600 durchgeführt werden, die mit dem Leistungsschalter elektrisch verbunden ist. Das Schalten des Schaltventils 1500 kann auch durch die mit dem Schaltventil 1500 elektrisch verbundene Steuereinheit 1600 durchgeführt werden.

**[0110]** In dem Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem 1000 mit der oben beschriebenen Struktur strömt Luft aus dem Fahrzeuginnenraum durch das Zuflussrohr 1300 und wird von dem Zuflussanschluss 1110 zu dem Heizelement oder der Heizeinheit 1100 geführt. Danach wird die Luft einer vorbestimmten Verarbeitung durch das Heizelement oder die Heizeinheit 1100 gemäß Befehlen aus der Steuereinheit 1600 unterzogen, die Luft aus dem Ausflussanschluss 1120 abgelassen und durch das Ausflussrohr 1400 in den Fahrzeuginnenraum zurückgeführt oder nach außen ausgestoßen. Beispiele des vorbestimmten Prozesses umfassen einen Prozess zum abwechselnden Ausführen einer ersten Betriebsart und einer zweiten Betriebsart.

**[0111]** In der ersten Betriebsart wird die von der Batterie 1200 angelegte Spannung ausgeschaltet und das Schaltventil 1500 wird so geschaltet, dass der Luftstrom, der durch das Ausflussrohr 1400 strömt, in den Fahrzeuginnenraum geleitet werden kann, wodurch die zu entfernenden Komponenten, die in der Luft enthalten sind, aus dem Fahrzeuginnenraum in der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht 20 des Heizelements oder der Heizeinheit 1100 eingefangen werden.

**[0112]** In der zweiten Betriebsart wird die von der Batterie 1200 angelegte Spannung eingeschaltet und das Schaltventil 1500 wird so geschaltet, dass der Luftstrom, der durch das Ausflussrohr 1400 strömt, zu der Fahrzeugaußenseite geleitet wird, wodurch die zu entfernenden Komponenten zu der Fahrzeugaußenseite hin entfernt werden.

**[0113]** Durch wiederholtes Ein-/Ausschalten der angelegten Spannung und Schalten des Schaltventils 1500, wie es oben beschrieben ist, in einem konstanten Zyklus ist es möglich, die zu entfernende Komponente stabil aus dem Fahrzeuginnenraum zu der Fahrzeugaußenseite hin abzugeben.

**[0114]** In dem Reinigungssystem 1000 ist das Heizelement oder die Heizeinheit 1100 bevorzugt an einer Position nahe dem Fahrzeuginnenraum angeordnet, um die obigen Funktionen stabil sicherzustellen. Daher beträgt die Ansteuerspannung im Hinblick auf das Verhindern eines elektrischen Schlags bevorzugt 60 V oder weniger. Da die Wabenstruktur 10, die in dem Heizelement oder der Heizeinheit 1100 verwendet wird, einen niedrigeren elektrischen Widerstand bei Raumtemperatur hat, kann die Wabenstruktur 10 bei der niedrigeren Ansteuerspannung geheizt werden. Die untere Grenze der Ansteuerspannung ist nicht besonders beschränkt, kann aber bevorzugt 10 V oder mehr betragen. Wenn die Ansteuerspannung weniger als 10 V beträgt, steigt der Strom während des Erwärms der Wabenstruktur 10, so dass der elektrische Draht 1210 dicker gemacht werden muss.

## Beispiele

**[0115]** Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Beispiele genauer beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Beispiele beschränkt.

## &lt;Experiment 1&gt;

**[0116]** Als keramische Rohmaterialien wurden BaCO<sub>3</sub>-Pulver, TiO<sub>2</sub>-Pulver und La(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O-Pulver hergestellt. Diese Pulver wurden gewogen, so dass sie nach dem Brennen die vorbestimmte Zusammensetzung aufweisen, und trocken gemischt, um ein gemischtes Pulver zu erhalten. Das trockene Mischen wurde 30 Minuten lang durchgeführt. Anschließend wurden insgesamt 3 bis 30 Gewichtsteile Wasser, ein Bindemittel, ein Weichmacher und ein Dispergiermittel in einer geeigneten Menge bezogen auf 100 Massenteile des erhaltenen gemischten Pulvers zugegeben, so dass ein keramischer Formkörper mit einer relativen Dichte von 64,8 % nach dem Extrudieren erhalten wurde und dann geknetet wurde, um einen Grünkörper zu erhalten. Als Bindemittel wurde Methylcellulose verwendet. Als Weichmacher und Dispergiermittel wurde Polyoxymethylenalkylether verwendet.

**[0117]** Der erhaltene Grünkörper wurde dann in eine Extrusionsformmaschine eingebracht und unter Verwendung einer vorbestimmten Düse extrudiert, um einen Wabenformkörper mit der unten gezeigten Form nach dem Brennen zu erhalten.

Form des Querschnitts und jeder Stirnfläche des Wabenformkörpers orthogonal zur Strömungswegrichtung: viereckig;

Form jeder Zelle senkrecht zur Strömungsrichtung: viereckig;

Dicke der Trennwand: 0,14 mm;

Dicke der Außenumfangswand: 0,4 mm;

Zellendichte: 100 Zellen/cm<sup>2</sup>;

Öffnungsanteil der Zellen: 73,9 %;

Größe des Querschnitts orthogonal zur Strömungswegrichtung des Wabenformkörpers: 30 mm × 30 mm;

Länge des Wabenformkörpers in Strömungswegrichtung: 30 mm; und

Curie-Punkt des Materials, das die Außenumfangswand und die Trennwände bildet: 120 °C.

**[0118]** Anschließend wurde nach dem dielektrischen Trocknen und Heißlufttrocknen des erhaltenen Wabenformkörpers dieser in einer Luftatmosphäre in einem Brennofen (450 °C × 4 Stunden) entfettet und dann in einer Luftatmosphäre gebrannt, um eine Wabenstruktur zu erhalten. Das Brennen wurde durchgeführt, indem 1 Stunde 950 °C aufrechterhalten wurden und dann die Temperatur auf 1200 °C erhöht und 1 Stunde auf 1200 °C gehalten wurde und dann die Temperatur mit einer Temperaturerhöhungsrate von 200 °C/Stunde auf 1400 °C (Maximaltemperatur) erhöht wurde und für 2 Stunden auf 1400 °C gehalten wurde.

**[0119]** Anschließend wurden eine Al-Ni-Elektrodenpaste und eine Ag-Elektrodenpaste nacheinander auf beide Stirnflächen (die erste Stirnfläche und die zweite Stirnfläche) der erhaltenen Wabenstrukturen (die Anzahl der Proben war 5) aufgebracht und dann bei 700 °C gebrannt, um Elektroden mit jeweils einer Zweischichtstruktur (Al-Ni-Elektroden-schicht mit 10 µm + Ag-Elektroden-schicht mit 30 µm) (A-1 bis A-5) zu bilden.

**[0120]** Zum Vergleich wurden zwei Arten von Elektrodenpasten nacheinander auf die gleiche Weise wie oben beschrieben auf die gegenüberliegenden Seitenflächen (gegenüberliegenden Außenumfangsflächen parallel zur Strömungswegrichtung) der erhaltenen Wabenstrukturen aufgebracht (die Anzahl der Proben war 5) und dann gebrannt, um Elektroden zu bilden, die jeweils eine Zweischichtstruktur (Al-Ni-Elektroden-schicht mit 10 µm + Ag-Elektroden-schicht mit 30 µm) aufweisen (B-1 bis B-5).

**[0121]** Die Wabenstruktur, auf der die Elektroden gebildet wurden, wurde dann in eine Aufschlämmung getaucht, die Zeolith (Funktionsmaterial), ein organisches Bindemittel und Wasser enthielt, und überschüssige Aufschlämmung auf den Stirnflächen und dem Außenumfang wurde dann durch Blasen und Wischen entfernt; dann wurde bei einer Temperatur von etwa 550 °C getrocknet, um eine Funktionsmaterial enthaltende Schicht mit einer Dicke von 0,2 mm auf den Trennwänden zu bilden.

**[0122]** Anschließend wurde die Flächen-Temperaturdifferenz für jede Probe des Heizelements mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, die wie oben beschrieben erhalten wurde, bewertet. Die Flächen-Temperaturdifferenz wurde durch Anlegen einer Spannung von 48 V zwischen einem Paar Elektroden zum Heizen und Messen der Temperaturen an vier Eckabschnitten und einem Mittelabschnitt der Auslassstirnfläche durch ein Thermoelement bestimmt, während Luft mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 0,1

m/s in den Zellen der Wabenstruktur strömte. Dann wurde der Maximalwert der Temperaturdifferenz zwischen jedem Eckabschnitt und dem Mittelabschnitt als die Flächen-Temperaturdifferenz bestimmt. Wenn die Flächen-Temperaturdifferenz 20 °C oder weniger beträgt, kann bewertet werden, dass das Ganze gleichförmig auf die Aktivierungstemperatur erwärmt werden kann, ohne dass die Funktionsmaterial enthaltende Schicht verschlechtert wird. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 gezeigt.

**[Tabelle 1]**

Nr.	Elektrodenposition	Flächen-Temperaturdifferenz (°C)	Klassifizierung
A-1	Stirnfläche	13	Beispiel
A-2	Stirnfläche	15	Beispiel
A-3	Stirnfläche	12	Beispiel
A-4	Stirnfläche	18	Beispiel
A-5	Stirnfläche	15	Beispiel
B-1	Seitenfläche	55	Vergleichsbeispiel
B-2	Seitenfläche	60	Vergleichsbeispiel
B-3	Seitenfläche	58	Vergleichsbeispiel
B-4	Seitenfläche	63	Vergleichsbeispiel
B-5	Seitenfläche	70	Vergleichsbeispiel

**[0123]** Wie in Tabelle 1 gezeigt ist, wurde verglichen mit dem Hezelement mit dem Funktionsmaterial (Vergleichsbeispiele), bei dem das Paar Elektroden auf den gegenüberliegenden Seitenflächen der Wabenstruktur bereitgestellt ist, festgestellt, dass das Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht (Beispiele) mit dem an beiden Stirnflächen der Wabenstruktur bereitgestellten Paar Elektroden eine verringerte Flächen-Temperaturdifferenz aufwies und die gesamte Funktionsmaterial enthaltende Schicht gleichmäßig erwärmen konnte.

<Experiment 2>

**[0124]** Ein auf die gleiche Weise wie in Experiment 1 hergestellter Grünkörper wurde in einen Extruder eingebracht und unter Verwendung einer vorbestimmten Düse extrudiert, um nach dem Brennen einen Wabenformkörper mit der in Tabelle 2 gezeigten Form zu bilden. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Bewertung des Extrusionsformens durch visuelle Beobachtung. Bei dieser Bewertung gibt A an, dass die Formbarkeit gut war, B gibt an, dass die Zellen verformt waren, und C gibt an, dass die Zellen zerdrückt wurden und nicht in die gewünschte Wabenform gebracht werden konnten. Wenn die Formbarkeit bei dieser Bewertung A oder B ist, kann bewertet werden, dass die Funktionsmaterial enthaltende Schicht auf der Oberfläche der Trennwand bereitgestellt werden kann.

**[0125]** Andere Bedingungen bezüglich des Wabenformkörpers waren wie folgt:

Form des Querschnitts und jeder Stirnfläche des Wabenformkörpers orthogonal zur Strömungswegrichtung: viereckig;

Form jeder Zelle senkrecht zur Strömungsrichtung: viereckig;

Dicke der Außenumfangswand: 0,4 mm;

Größe des Querschnitts orthogonal zur Strömungswegrichtung des Wabenformkörpers: 35 mm × 35 mm;

Länge des Wabenformkörpers in Strömungswegrichtung: 10 mm; und

Curie-Punkt des Materials, das die Außenumfangswand und die Trennwände bildet: 120 °C.

**[0126]** Anschließend wurde nach dem dielektrischen Trocknen und Heißlufttrocknen des erhaltenen Wabenformkörpers dieser in einer Luftatmosphäre in einem Brennofen (450 °C × 4 Stunden) entfettet und dann in einer Luftatmosphäre gebrannt, um eine Wabenstruktur zu erhalten. Das Brennen wurde durchgeführt, indem 1 Stunde 950 °C aufrechterhalten wurden und dann die Temperatur auf 1200 °C erhöht und 1 Stunde auf 1200 °C gehalten wurde und dann die Temperatur mit einer Temperaturerhöhungsrate von 200 °C/Stunde auf 1400 °C (Maximaltemperatur) erhöht wurde und für 2 Stunden auf 1400 °C gehalten wurde.

**[0127]** Die erhaltene Wabenstruktur wurde dann in eine Aufschlammung getaucht, die Zeolith (Funktionsmaterial), ein organisches Bindemittel und Wasser enthielt, und überschüssige Aufschlammung auf den Stirnflächen und dem Außenumfang wurde dann durch Blasen und Wischen entfernt; dann wurde bei einer Temperatur von etwa 550 °C getrocknet, um eine Funktionsmaterial enthaltende Schicht auf den Trennwänden zu bilden. Jede Stirnfläche der Wabenstruktur mit der so gebildeten, Funktionsmaterial enthaltenden Schicht wurde visuell untersucht, um das Verstopfen der Zellen zu bewerten. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse. Bei dieser Bewertung gibt A an, dass ein Verstopfungsanteil (Anzahl verstopfter Zellen/Gesamtzahl der Zellen × 100) weniger als 1 % betrug, B gibt an, dass der Verstopfungsanteil 1 % oder mehr und 10 % oder weniger betrug, und C gibt an, dass der Verstopfungsanteil mehr als 10 % und 15 % oder weniger betrug, D gibt an, dass der Verstopfungsanteil mehr als 15 % und 20 % oder weniger betrug, und E gibt an, dass der Verstopfungsanteil mehr als 20 % betrug. Außerdem wurde diese Bewertung nicht für diejenigen, deren Formbarkeit C war (diejenigen, die nicht geformt werden konnten), durchgeführt. Wenn der Verstopfungsanteil bei dieser Bewertung 20 % oder weniger beträgt, kann bewertet werden, dass die minimal notwendige, Funktionsmaterial enthaltende Schicht auf der Oberfläche der Trennwand bereitgestellt werden kann.

[Tabelle 2]

Nr.	Dicke der Trennwand (mm)	Zellendichte (Zellen/cm <sup>2</sup> )	Öffnungsanteil der Zellen (%)	Formbarkeit	Verstopfungsanteil
1-1	0,432	15,50	68,9	A	E
1-2	0,366	15,50	74,0	A	D
1-3	0,305	15,50	77,4	A	C
1-4	0,279	15,50	79,2	A	B
1-5	0,254	15,50	81,0	A	A
1-6	0,229	15,50	82,8	A	A
1-7	0,203	15,50	84,6	A	A
1-8	0,161	15,50	96,0	C	--
2-1	0,356	23,25	68,6	A	E
2-2	0,280	23,25	74,9	A	D
2-3	0,254	23,25	77,0	A	C
2-4	0,229	23,25	79,2	A	B
2-5	0,203	23,25	81,4	A	A
2-6	0,178	23,25	83,6	A	A
2-7	0,162	23,25	85,8	A	A
2-8	0,161	23,25	95,2	C	--
3-1	0,305	31,00	68,9	A	E
3-2	0,254	31,00	73,7	A	D
3-3	0,203	31,00	78,7	A	B
3-4	0,178	31,00	81,2	A	A
3-5	0,152	31,00	83,7	A	A
3-6	0,127	31,00	86,4	B	A
3-7	0,102	31,00	89,0	B	A
3-8	0,138	31,00	95,8	C	--
4-1	0,280	38,75	68,2	A	E
4-2	0,229	38,75	73,6	A	D
4-3	0,203	38,75	76,3	A	C
4-4	0,178	38,75	79,1	A	B
4-5	0,152	38,75	81,9	A	A
4-6	0,127	38,75	84,8	B	A
4-7	0,102	38,75	87,8	B	A
4-8	0,176	38,75	90,7	C	--
5-1	0,254	46,50	68,3	A	E
5-2	0,203	46,50	74,2	A	C
5-3	0,178	46,50	77,2	A	B
5-4	0,162	46,50	80,3	A	A
5-5	0,127	46,50	83,4	B	A
5-6	0,102	46,50	86,6	B	A
5-7	0,133	46,50	95,5	C	--
6-1	0,203	100	63,5	A	E
6-2	0,140	100	74,0	A	D
6-3	0,114	100	78,4	C	--
6-4	0,176	100	85,3	C	--
6-5	0,125	100	95,0	C	--
7-1	0,203	120	74,1	A	E
7-2	0,178	120	64,8	A	E
7-3	0,176	120	84,0	A	E
7-4	0,161	120	89,2	C	--

[0128] Wie in Tabelle 2 gezeigt ist, hatte die Wabenstruktur mit einer Dicke der Trennwand von 0,10 bis 0,36 mm, einer Zellendichte von 15,5 bis 100 Zellen/cm<sup>2</sup> und einem Öffnungsanteil der Zellen von 70 bis 94 % eine gute Formbarkeit und weniger Verstopfung der Zellen.

**[0129]** Andererseits wiesen Wabenstrukturen, bei denen entweder die Dicke der Trennwand, die Zelldichte oder der Öffnungsanteil der Zellen außerhalb des vorstehenden Bereichs lag, eine unzureichende Formbarkeit und/oder ein erhöhtes Verstopfen der Zellen auf.

**[0130]** Wie aus den vorstehenden Ergebnissen ersichtlich ist, ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, ein Hezelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, eine Hezeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht und ein Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem zu schaffen, die die Funktionen des Funktionsmaterials ausreichend nutzen können. Außerdem ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, eine Wabenstruktur zu schaffen, die zum Herstellen des Hezelements mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, wie es oben beschrieben ist, geeignet ist.

#### Bezugszeichenliste

100	Fahrzeug
10	Wabenstruktur
11	Außenumfangswand
12a	erste Stirnfläche
12b	zweite Stirnfläche
13	Zelle
14	Trennwand
20	Funktionsmaterial enthaltende Schicht
30	Elektrode
200	Hezelement
400	Hezeinheit
410	Anschluss
420	Gehäuse
430	Isoliermaterial
1000	Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem
1100	Hezelement oder Hezeinheit
1110	Zuflussanschluss
1120	Auslassanschluss
1200	Batterie
1210	Elektrodraht
1300	Zuflussrohr
1400	Abflussrohr
1500	Schaltventil
1600	Steuereinheit

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2020104774 A [0004]
- WO 2020036067 A1 [0004]

**Patentansprüche**

1. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, wobei das Heizelement umfasst: eine Wabenstruktur, die eine Außenumfangswand und auf einer Innenseite der Außenumfangswand angeordnete Trennwände aufweist, wobei die Trennwände mehrere Zellen definieren, wobei sich jede der Zellen von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche erstreckt, um einen Strömungsweg zu bilden, wobei zumindest die Trennwände aus einem Material mit einer PTC-Eigenschaft hergestellt sind; ein Paar Elektroden, das auf der ersten Stirnfläche und der zweiten Stirnfläche der Wabenstruktur bereitgestellt ist; und eine Funktionsmaterial enthaltende Schicht, die auf einer Oberfläche der Trennwände bereitgestellt ist.
2. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 1, wobei die Wabenstruktur eine Dicke der Trennwände von 0,10 bis 0,36 mm, eine Zelldichte von 15,5 bis 100 Zellen/cm<sup>2</sup> und einen Öffnungsanteil der Zellen von 70 bis 94 % aufweist.
3. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 2, wobei die Wabenstruktur eine Dicke der Trennwände von 0,14 bis 0,36 mm, eine Zelldichte von 15,5 bis 46,5 Zellen/cm<sup>2</sup> und einen Öffnungsanteil der Zellen von 80 bis 94 % aufweist.
4. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 1, wobei die Funktionsmaterial enthaltende Schicht eine Dicke von 20 bis 400 µm aufweist.
5. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 1, wobei die Funktionsmaterial enthaltende Schicht ein Adsorptionsmittel enthält.
6. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 5, wobei das Adsorptionsmittel als Hauptkomponente ein Alumosilikat enthält.
7. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 1, wobei die Funktionsmaterial enthaltende Schicht einen Katalysator enthält.
8. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 1, wobei die Wabenstruktur eine Länge von 2 bis 20 mm in einer Strömungswegrichtung und eine Querschnittsfläche von 10 cm<sup>2</sup> oder mehr aufweist, wobei die Querschnittsfläche orthogonal zu der Strömungswegrichtung ist.
9. Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach Anspruch 1, wobei das Material mit der PTC-Eigenschaft Bariumtitanat als eine Hauptkomponente enthält, einen Curie-Punkt von 100 bis 250 °C hat und aus einem Material besteht, das im Wesentlichen frei von Blei ist.
10. Heizeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, die zwei oder mehr der Heizelemente mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem der Ansprüche 1 bis 9 umfasst.
11. Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem, das umfasst: das Heizelement mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder eine Heizeinheit mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht, die zwei oder mehr der Heizelemente mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht umfasst; eine Batterie zum Anlegen einer Spannung an das Heizelement mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder die Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht; ein Zuflussrohr, das zwischen einem Fahrzeuginnenraum und einem Zuflussanschluss des Heizelements mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder der Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht eine Verbindung schafft; ein Ausflussrohr, das zwischen einem Ausflussanschluss des Heizelements mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder der Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht und dem Fahrzeuginnenraum und einer Fahrzeugaußenseite eine Verbindung schafft; und ein Schaltventil, das in dem Ausflussrohr bereitgestellt ist, wobei das Schaltventil einen durch das Ausflussrohr strömenden Luftstrom zu dem Fahrzeuginnenraum oder zu der Fahrzeugaußenseite umschalten kann.
12. Fahrzeuginnenraum-Reinigungssystem nach Anspruch 11, die eine Steuereinheit zum abwechselnden Ausführen der folgenden Betriebsarten umfasst: eine erste Betriebsart, wobei zu entfernende Komponenten, die in Luft aus dem Fahrzeuginnenraum enthal-

ten sind, in der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht des Heizelements mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht oder der Heizeinheit mit der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht eingeschlossen werden, indem die von der Batterie angelegte Spannung ausgeschaltet wird und das Schaltventil derart geschaltet wird, dass der Luftstrom, der durch das Ausflussrohr strömt, zu dem Fahrzeuginnenraum geleitet wird; und

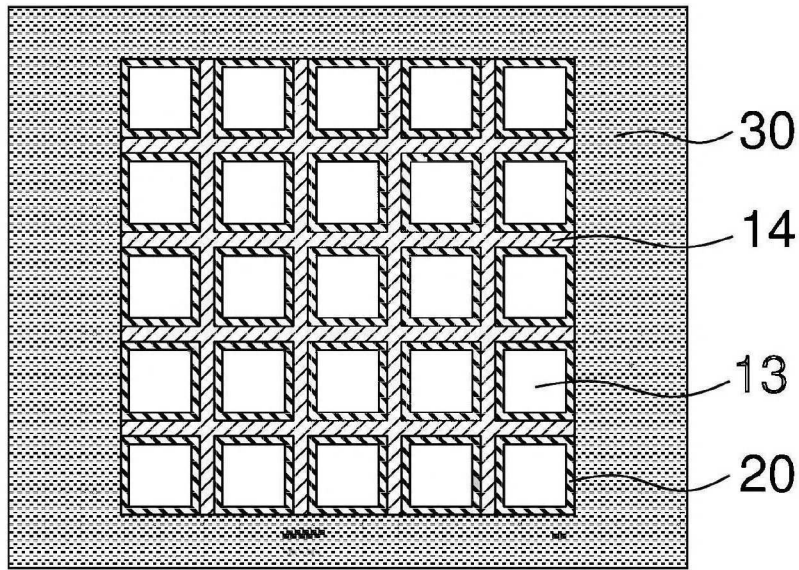
eine zweite Betriebsart, wobei die zu entfernenden Komponenten, die in der Funktionsmaterial enthaltenden Schicht eingeschlossen wurden, an die Fahrzeugaußenseite abgegeben werden, indem die von der Batterie angelegte Spannung eingeschaltet wird und das Schaltventil derart geschaltet wird, dass der Luftstrom, der durch das Ausflussrohr strömt, zu der Fahrzeugaußenseite gerichtet wird.

13. Wabenstruktur, die für ein Heizelement mit einer Funktionsmaterial enthaltenden Schicht verwendet wird, wobei die Wabenstruktur umfasst:

eine Außenumfangswand und Trennwände, die an einer Innenseite der Außenumfangswand angeordnet sind, wobei die Trennwände mehrere Zellen definieren, um Strömungswege zu bilden, die sich von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche erstrecken, wobei zumindest die Trennwände aus einem Material mit einer PTC-Eigenschaft hergestellt sind, eine Dicke der Trennwände 0,10 bis 0,36 mm beträgt, eine Zelldichte 15,5 bis 100 Zellen/cm<sup>2</sup> beträgt und ein Öffnungsanteil der Zellen 70 bis 94 % beträgt.

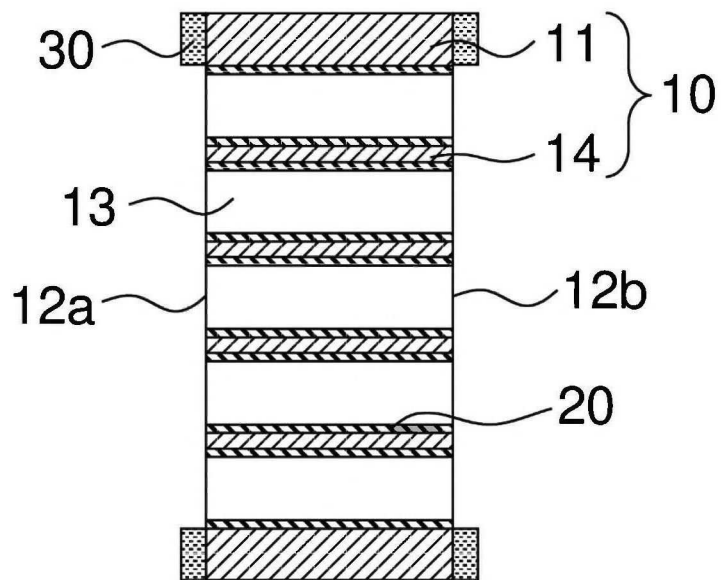
Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



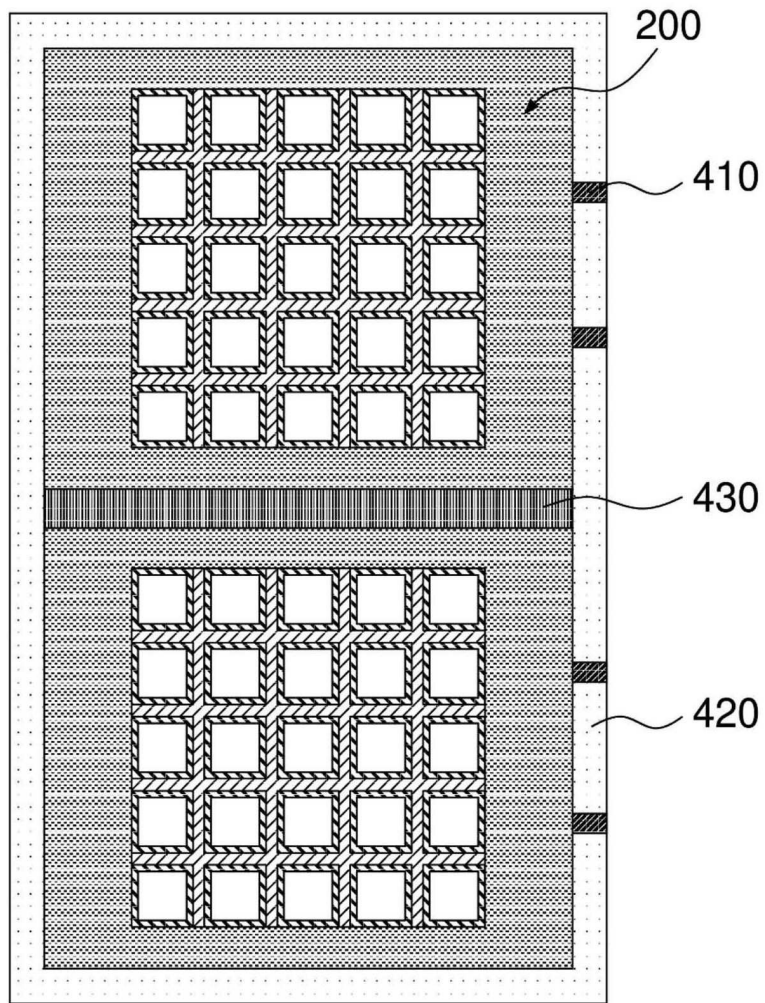
**200**

FIG. 1



**200**

FIG. 2



**400**

FIG. 3

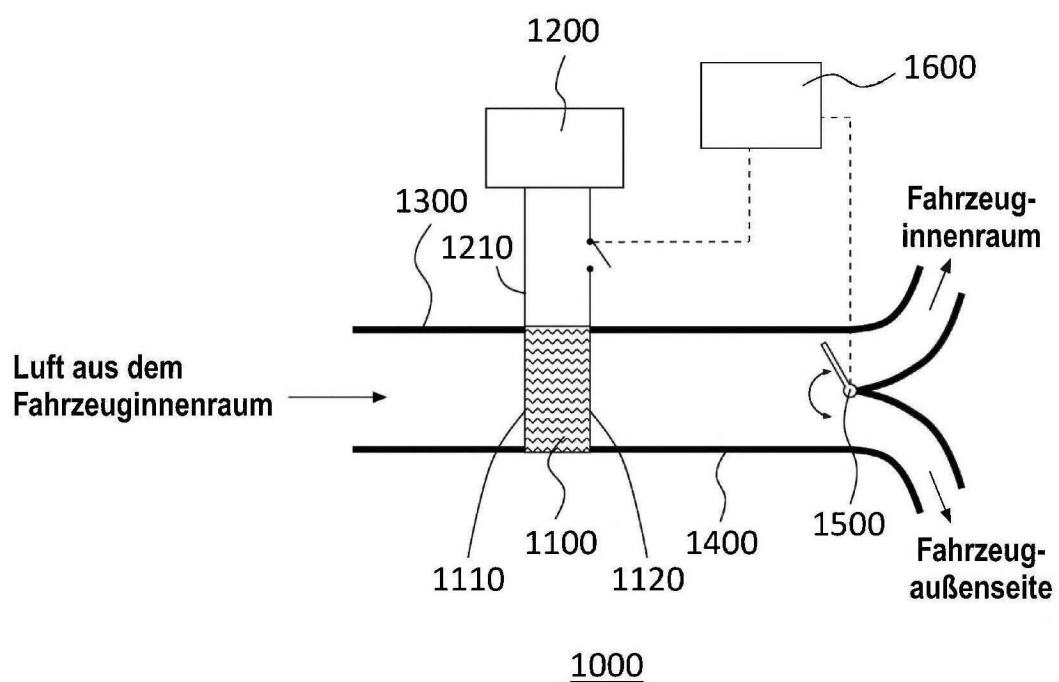


FIG. 4