



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/166191**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 005 946.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/006925**
(86) PCT-Anmeldetag: **20.02.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.08.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **02.02.2023**

(51) Int Cl.: **F26B 3/34 (2006.01)**

(71) Anmelder:
NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-shi, Aichi, JP

(74) Vertreter:
**MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE**

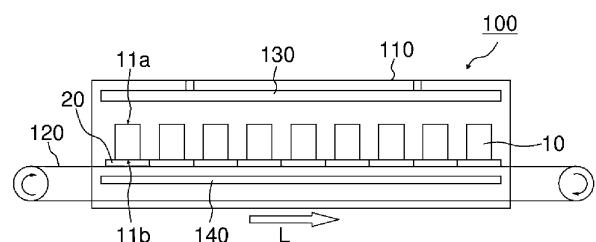
(72) Erfinder:
**Fuma, Yoshimasa, Nagoya-shi, Aichi, JP; Tajima,
Yuichi, Nagoya-shi, Aichi, JP; Kondo, Yoshimasa,
Nagoya-shi, Aichi, JP; Okumura, Kensuke,
Nagoya-shi, Aichi, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **DIELEKTRISCHES TROCKNUNGSVERFAHREN UND DIELEKTRISCHE
TROCKNUNGSVORRICHTUNG FÜR KERAMIKFORMKÖRPER UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON
KERAMIKSTRUKTUREN**

(57) Zusammenfassung: Ein dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper enthält ein Trocknen mehrerer Keramikformkörper 10, die in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung L auf Oberseiten von Trocknungstischen 20 nebeneinander angeordnet sind, durch Transportieren der Keramikformkörper 11 zwischen Elektroden, einer oberen Elektrode 130 und einer unteren Elektrode 140, und Anlegen einer hohen Frequenz zwischen den Elektroden. In der Richtung senkrecht zur Transportrichtung L des Keramikformkörpers 10 ist ein Abstand zwischen den Elektroden in zwei Endbereichen B, zwischen denen ein Zentralbereich A angeordnet ist, kleiner als ein Abstand zwischen den Elektroden im Zentralbereich A.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein dielektrisches Trocknungsverfahren und eine dielektrische Trocknungsvorrichtung für Keramikformkörper und ein Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Keramikstrukturen werden für verschiedene Anwendungen verwendet. Zum Beispiel werden wabenförmige Keramikstrukturen, die eine Trennwand besitzen, die mehrere Zellen definiert, die sich jeweils von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche erstrecken, häufig für Katalysatorträger, Dieselpartikelfilter (DPFs), Benzinpartikelfilter (GPFs) und dergleichen verwendet.

[0003] Die Keramikstruktur wird durch Bilden eines Grünkörpers, der ein Keramikrohmaterial enthält, um einen Keramikformkörper zu erhalten, und dann durch Trocknen und Brennen des Keramikformkörpers erzeugt. Wie hierin verwendet wird ein Zustand nach einem Extrusionsformen und vor einem Trocknen als ein Keramikformkörper bezeichnet und wird ein Zustand nach einem Brennen als eine Keramikstruktur bezeichnet.

[0004] Im Allgemeinen wird dielektrisches Trocknen als ein Verfahren zum Trocknen des Keramikformkörpers verwendet. Gemäß dem dielektrischen Trocknen kann der Keramikformkörper zwischen einem Paar von Elektroden angeordnet sein, kann ein Strom durch die Elektroden geleitet werden, um einen Dipol eines Wassers im Keramikformkörper einer Molekularbewegung zu unterwerfen, und kann der Keramikformkörper durch die Reibungswärme getrocknet werden.

[0005] Allerdings ist es schwierig, den Keramikformkörper durch das dielektrische Trocknen einheitlich zu trocknen, was Probleme des Erzeugens von Rissen und dergleichen während des Brennens verursacht oder in uneinheitlichen Abmessungen der Keramikstruktur resultiert. Deshalb wurden verschiedene Maßnahmen für das dielektrische Trocknen unternommen.

[0006] Zum Beispiel schlägt Patentliteratur 1 ein Verfahren zum Trocknen eines Wabenformkörpers (eines Keramikformkörpers) unter Verwendung eines Trocknungstischs, an dem ein bestimmter Bereich, der einen Abschnitt enthält, der mit einer geöffneten unteren Stirnfläche des Wabenformkörpers in Kontakt ist, eine Lochplatte ist, vor, weil, wenn der Wabenformkörper auf dem Trocknungstisch angeordnet und dielektrisch getrocknet wird, ein Bereich hoher Feuchtigkeit in der Nähe oberer und unterer Stirnflächen erzeugt wird.

[0007] Ferner schlägt Patentliteratur 2 ein Verfahren zum Trocknen eines Wabenformkörpers (eines Keramikformkörpers), während eine Lochplatte auf einer geöffneten oberen Stirnfläche des Wabenformkörpers angeordnet ist, vor, um einheitliche Trocknungsbedingungen zwischen dem oberen Abschnitt und dem unteren Abschnitt des Wabenformkörpers sicherzustellen.

[0008] Ferner schlägt Patentliteratur 3 ein Verfahren zum Trocknen von Wabenformkörpern (Keramikformkörpern) durch Unterteilen von Elektroden, die über oberen Stirnflächen und unter unteren Stirnflächen der Wabenformkörper vorgesehen sind, in mehrere Elektroden bei Positionen, die der oberen bzw. der unteren Stirnfläche entsprechen, und intermittierendes Bewegen der Wabenformkörper für jedes Paar von Elektroden einheiten vor, um Schwankungen beim Trocknen der Wabenformkörper, die durch eine Transporteinrichtung kontinuierlich transportiert werden, niederzuhalten.

[0009] Ferner schlägt Patentliteratur 4 ein Verfahren zum Trocknen eines Wabenformkörpers, während er zwischen einem Paar von Elektroden um seine Längsachse gedreht wird, vor, um den Wabenformkörper gleichmäßig zu trocknen.

STAND DER TECHNIK

Patentliteratur

[Patentliteratur 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. S60-37382 B

[Patentliteratur 2] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. S63-166745 A

[Patentliteratur 3] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. H05-105501 A

[Patentliteratur 4] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. H06-298563 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0010] Das dielektrische Trocknen des Keramikformkörpers wird durch Anordnen von mehreren (z. B. 2 bis 5) Keramikformkörpern nebeneinander in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung auf einer Oberseite des Trocknungstischs und kontinuierliches Transportieren des Trocknungstischs zwischen der oberen Elektrode und der unteren Elektrode durch eine Transporteinheit wie z. B. eine Transporteinrichtung ausgeführt.

[0011] Allerdings ist es, obwohl die Verfahren, die in Patentliteratur 1 und 2 beschrieben sind, eine Schwankung des getrockneten Zustands des oberen Abschnitts und des unteren Abschnitts des einzelnen Keramikformkörpers, der auf dem Trocknungstisch angeordnet ist, niederhalten können, schwierig, eine Schwankung des getrockneten Zustands in der Richtung senkrecht zu der Transportrichtung (einer Breitenrichtung des Trocknungstischs) niederzuhalten. Speziell besitzt, da der Keramikformkörper, der in der Nähe des zentralen Abschnitts in der Breitenrichtung des Trocknungstischs angeordnet ist, sich in einer Umgebung befindet, wo die Feldstärke höher ist, dieser eine höhere Trocknungsrate, derart, dass eine Trocknungsschrumpfrate tendiert, zuzunehmen. Andererseits besitzt, da der Keramikformkörper, der in der Nähe des Endes in der Breitenrichtung des Trocknungstischs angeordnet ist, sich in einer Umgebung befindet, wo die Feldstärke niedriger ist, dieser eine niedrigere Trocknungsrate, derart, dass die Trocknungsschrumpfrate tendiert, abzunehmen. Als Ergebnis schwankt der getrocknete Zustand abhängig von verschiedenen Positionen der Keramikformkörper, die auf dem Trocknungstisch angeordnet sind.

[0012] Ferner ist das Verfahren, das in Patentliteratur 3 beschrieben ist, vorgesehen, um Schwankungen der getrockneten Zustände der Keramikformkörper, die auf mehreren Trocknungstischen angeordnet sind, in der Transportrichtung niederzuhalten. Allerdings ist es nicht vorgesehen, um Schwankungen der getrockneten Zustände der mehreren Keramikformkörper in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung niederzuhalten.

[0013] Darüber hinaus ist es, da das Verfahren, das in Patentliteratur 4 beschrieben ist, in einem Kammerofen verwendet wird, schwierig, dieses Verfahren auf einen Durchlaufofen als Voraussetzung zur Massenproduktion anzuwenden.

[0014] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um die oben genannten Probleme zu lösen. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein dielektrisches Trocknungsverfahren und eine dielektrische Trocknungsvorrichtung für Keramikformkörper zu schaffen, die Schwankungen getrockneter Zustände mehrerer Keramikformkörper, die auf Trocknungstischen angeordnet sind, in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung niederhalten können.

[0015] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen zu schaffen, die Keramikstrukturen bereitstellen können, die jeweils eine einheitliche Form aufweisen.

Mittel zum Lösen des Problems

[0016] Als Ergebnis intensiver Studien zum dielektrischen Trocknen der Keramikformkörper haben die vorliegenden Erfinder gefunden, dass die oben beschriebenen Probleme durch Steuern eines Abstands zwischen Elektroden abhängig von Positionen, bei denen die Keramikformkörper auf den Trocknungstischen angeordnet sind, gelöst werden können, und haben die vorliegende Erfindung fertiggestellt.

[0017] Somit bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper, wobei das Verfahren ein Trocknen mehrerer Keramikformkörper, die nebeneinander auf Oberseiten von Trocknungstischen in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung angeordnet sind, durch Transportieren der Keramikformkörper zwischen Elektroden, einer oberen Elektrode und einer unteren Elektrode, und Anlegen einer hohen Frequenz zwischen den Elektroden, umfasst, wobei in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers ein Abstand zwischen den Elektroden in zwei Endbereichen, zwischen denen ein Zentralbereich angeordnet ist, kleiner als ein Abstand zwischen den Elektroden im Zentralbereich ist.

[0018] Ferner bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen, das das dielektrische Trocknungsverfahren für die Keramikformkörper umfasst.

[0019] Darüber hinaus bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine dielektrische Trocknungsvorrichtung für Keramikformkörper, wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst:

eine obere Elektrode;

eine untere Elektrode und

eine Transporteinheit, die mehrere Keramikformkörper zwischen Elektroden, der oberen Elektrode und der unteren Elektrode, transportieren kann, wobei die Keramikformkörper auf Oberseiten von Trocknungstischen in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung nebeneinander angeordnet sind, wobei

in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers ein Abstand zwischen den Elektroden in zwei Endbereichen, zwischen denen ein Zentralbereich angeordnet ist, kleiner als ein Abstand zwischen den Elektroden im Zentralbereich ist.

Wirkungen der Erfindung

[0020] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein dielektrisches Trocknungsverfahren und eine dielektrische Trocknungsvorrichtung für Keramikformkörper zu schaffen, die Schwankungen getrockneter Zustände mehrerer Keramikformkörper, die auf Trocknungstischen angeordnet sind, in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung niederhalten können.

[0021] Ferner ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, ein Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen zu schaffen, das Keramikstrukturen schaffen kann, die eine einheitliche Form besitzen.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer dielektrischen Trocknungsvorrichtung, die zur Verwendung in einem dielektrischen Trocknungsverfahren für Keramikformkörper geeignet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer Transportrichtung;

Fig. 2 ist eine schematische Ansicht der dielektrischen Trocknungsvorrichtung von **Fig. 1** in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung;

Fig. 3 ist eine Ansicht, die Dichteverteilungen von elektrischen Feldlinien in der schematischen Ansicht der dielektrischen Trocknungsvorrichtung von **Fig. 2** zeigt;

Fig. 4 ist eine Ansicht, die eine Dichteverteilung von elektrischen Feldlinien zeigt, wenn Abstände zwischen Elektroden in einem Zentralbereich und Endbereichen identisch sind;

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht eines Hilfselektrodenelements gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht eines weiteren Hilfselektrodenelements gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

GENAUE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0022] Im Folgenden werden Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung konkret beschrieben. Es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgenden Ausführungsformen beschränkt ist und verschiedene Änderungen und Verbesserungen, die in den Umfang der vorliegenden Erfindung fallen, auf der Grundlage des typischen Wissens eines Fachmanns vorgenommen werden können, ohne vom Geist der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

(1) Dielektrisches Trocknungsverfahren und dielektrische Trocknungsvorrichtung für Keramikformkörper

[0023] Ein dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird durch Trocknen mehrerer Keramikformkörper, die auf Oberseiten von Trocknungstischen in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung nebeneinander angeordnet sind, durch Transportieren der Keramikformkörper zwischen einer oberen Elektrode und einer unteren Elektrode (zwischen Elektroden) und Anlegen einer hohen Frequenz zwischen den Elektroden ausgeführt.

[0024] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer dielektrischen Trocknungsvorrichtung in der Transportrichtung, die zur Verwendung im dielektrischem Trocknungsverfahren für die Keramikformkörper geeignet ist. Ferner zeigt Fig. 2 eine schematische Ansicht der dielektrischen Trocknungsvorrichtung in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung.

[0025] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, enthält eine dielektrische Trocknungsvorrichtung 100 Folgendes: eine obere Elektrode 130; eine untere Elektrode 140 und eine Transporteinheit 120 (z. B. eine Transporteinrichtung), die mehrere Keramikformkörper 10 zwischen der oberen Elektrode 130 und der unteren Elektrode 140 transportieren kann, wobei die Keramikformkörper 10 auf Oberseiten von Trocknungstischen 20 in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung nebeneinander angeordnet sind. Die obere Elektrode 130 ist in einem oberen Teil eines dielektrischen Trocknungssofens 110 vorgesehen und die untere Elektrode 140 ist in einem unteren Teil des dielektrischen Trocknungssofens 110 vorgesehen. Die dielektrische Trocknungsvorrichtung 100, die eine derartige Grundstruktur besitzt, ist im Stand der Technik bekannt. Die dielektrische Trocknungsvorrichtung 100 kann ferner eine bekannte Struktur (z. B. eine Belüftungstrocknungsvorrichtung) besitzen, solange die Wirkung der vorliegenden Erfindung nicht beeinträchtigt wird.

[0026] Die mehreren Keramikformkörper 10, die auf den Trocknungstischen 20 angeordnet sind, werden durch die Transporteinheit 120 zwischen der oberen Elektrode 130 und der unteren Elektrode 140 im dielektrischen Trocknungssofen 110 transportiert. In diesem Fall wird der Dipol von Wasser in den Keramikformkörpern 10 einer Molekularbewegung durch die Hochfrequenzenergie, die durch Leiten eines elektrischen Stroms zwischen der oberen Elektrode 130 und der unteren Elektrode 140 erzeugt wird, unterworfen und können die Keramikformkörper 10 durch diese Reibungswärme getrocknet werden.

[0027] Wie in Fig. 2 gezeigt ist, sind die mehreren Keramikformkörper 10 auf den Oberseiten der Trocknungstische 20 in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung L (die im Folgenden als eine „Breitenrichtung C“ bezeichnet wird) nebeneinander angeordnet.

[0028] Die Anzahl der Keramikformkörper 10, die auf dem Trocknungstisch 20 angeordnet sind, kann abhängig von der Größe des Trocknungstischs 20 und dergleichen geeignet angepasst werden. Sie liegt bevorzugt im Bereich von 2 bis 5 und stärker bevorzugt im Bereich von 3 bis 5.

[0029] In der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers 10 ist ein Abstand D1 zwischen den Elektroden in jedem von zwei Endbereichen B, zwischen denen ein Zentralbereich A angeordnet ist, kleiner als ein Abstand D2 zwischen den Elektroden im Zentralbereich A. Fig. 2 veranschaulicht ein Beispiel, in dem von den fünf Keramikformkörpern 10, die in der Breitenrichtung C des Trocknungstischs 20 nebeneinander angeordnet sind, zwei Keramikformkörper 10 an beiden Enden in den Endbereichen B angeordnet sind und die drei Keramikformkörper 10 im Zentralbereich A angeordnet sind.

[0030] Durch Steuern des Abstands zwischen den Elektroden, wie oben beschrieben ist, wird, wie in Fig. 3 gezeigt ist, die Dichteverteilung der elektrischen Feldlinien in den Endbereichen B im Wesentlichen gleich der der elektrischen Feldlinien im Zentralbereich A, was in einer verringerten Schwankung einer Feldstärke zwischen der oberen Elektrode 130 und der unteren Elektrode 140 in der Breitenrichtung C resultiert. Deshalb ist die Trocknungsrate der Keramikformkörper 10, die sich in den Endbereichen B befinden, im Wesentlichen gleich der der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, derart, dass es möglich ist, eine Schwankung eines getrockneten Zustands der mehreren Keramikformkörper 10, die auf den Trocknungstischen 20 angeordnet sind, in der Breitenrichtung C niederzuhalten.

[0031] Wenn der Abstand D1 zwischen den Elektroden in jedem der zwei Endbereiche B gleich dem Abstand D2 zwischen den Elektroden im Zentralbereich A ist, ist die Dichte der elektrischen Feldlinien in den Endbereichen B kleiner als im Zentralbereich, wie in Fig. 4 gezeigt ist. Deshalb ist die Feldstärke in den Endbereichen B kleiner als im Zentralbereich A und ist es im Vergleich zu den Keramikformkörpern 10, die sich im Zentralbereich A befinden, schwierig, die Keramikformkörper 10, die sich in den Endbereichen B befinden, zu trocknen.

[0032] Das Verfahren zum Steuern des Abstands zwischen den Elektroden, das oben beschrieben ist, ist nicht besonders beschränkt, jedoch kann z. B. die Struktur der oberen Elektrode 130 angepasst werden. Insbesondere kann die obere Elektrode 130 in jedem der Endbereiche B in eine konvexe Form verformt werden, um näher bei den Keramikformkörpern 10 zu sein als die obere Elektrode 130 im Zentralbereich A. In einer typischen Ausführungsform besitzt die obere Elektrode 130 ebene Oberflächenabschnitte 131, 132, die zu einer oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10 parallel sind, in dem Zentralbereich A und den zwei

Endbereichen B und besitzt einen geneigten Abschnitt 133 zwischen dem ebenen Oberflächenabschnitt 131 des Zentralbereichs A und den ebenen Oberflächenabschnitten 132 in jedem der zwei Endbereiche B. Eine derartige Struktur ermöglicht, dass die oben beschriebenen Wirkungen einfach erhalten werden.

[0033] Es ist festzuhalten, dass der Abstand zwischen den Elektroden durch Gestalten der Dicke der oberen Elektrode 130 in jedem der Endbereiche B größer als die der oberen Elektrode 130 im Zentralbereich A gesteuert werden kann.

[0034] Ein geeigneter Bereich des Abstands zwischen den Elektroden in jedem der Endbereiche B (des Abstands zwischen der oberen Elektrode 130 und der oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10) schwankt abhängig von Bedingungen wie z. B. Größen der Keramikformkörper 10 und der Anzahl der Keramikformkörper 10, die in der Breitenrichtung C des Trocknungstischs 20 nebeneinander angeordnet sind. Deshalb ist, um zu ermöglichen, dass der Abstand zwischen den Elektroden in jedem der Endbereiche B durch diese Bedingungen einstellbar ist, bevorzugt, ferner einen Mechanismus zum Steuern des Abstands zwischen der oberen Elektrode 130 und der oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10 in jedem der zwei Endbereiche B bereitzustellen.

[0035] Ein derartiger Mechanismus ist nicht besonders beschränkt, sondern es kann z. B. eine Spannvorrichtung (die nicht gezeigt ist), die in der vertikalen Richtung ausgedehnt und zusammengezogen werden kann, an der Oberfläche der oberen Elektrode 130 gegenüber dem Keramikformkörper 10 in jedem der Endbereiche B angeordnet sein und kann der Abstand zwischen der oberen Elektrode 130 und der oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10 durch Ausdehnen und Zusammenziehen der Spannvorrichtung in der vertikalen Richtung angepasst werden.

[0036] Jeder Abstand D3 zwischen der oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10, der sich in jedem der Endbereiche B befindet, und der oberen Elektrode 130 liegt bevorzugt im Bereich von 50 bis 95 % und stärker bevorzugt im Bereich von 60 bis 90 % eines Abstands D4 zwischen der oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10, der im Zentralbereich A angeordnet ist, und der oberen Elektrode 130. Durch Steuern des Abstands D3 zu einem derartigen Bereich können die oben beschriebenen Wirkungen stabil erhalten werden.

[0037] Hier können der Zentralbereich A und die zwei Endbereiche B abhängig von der Schwankung einer Feldstärke zwischen der oberen Elektrode 130 und der unteren Elektrode 140 in der Breitenrichtung C der dielektrischen Trocknungsvorrichtung 100, die verwendet werden soll, geeignet bestimmt werden, obwohl sie nicht darauf beschränkt sind. In einer typischen Ausführungsform kann jeder der zwei Endbereiche B ein Bereich bei einer Position sein, der eine Länge in der Breitenrichtung im Bereich von 5 bis 40 %, bevorzugt im Bereich von 10 bis 30 % vom Ende der Elektrode in Bezug auf die Gesamtlänge des Paares von Elektroden (obere Elektrode 130 und untere Elektrode 140) in der Breitenrichtung C besitzt. Ferner kann der Zentralbereich A eine Position sein, die eine Länge in der Breitenrichtung im Bereich von 5 bis 40 % und bevorzugt im Bereich von 10 bis 30 % in Bezug auf die Gesamtlänge in der Breitenrichtung C des Paares von Elektroden besitzt (falls der zentrale Abschnitt der Elektrode in der Breitenrichtung C das Zentrum ist).

[0038] In der Richtung senkrecht zur Transportrichtung L des Keramikformkörpers 10 (der Breitenrichtung C), kann die Länge der oberen Elektrode 130 in jedem der zwei Endbereiche B bevorzugt im Bereich von 5 bis 40 % und stärker bevorzugt im Bereich von 10 bis 30 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode 130 liegen. Ferner kann in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung L des Keramikformkörpers 10 (der Breitenrichtung C) die Länge der oberen Elektrode 130 im Zentralbereich A bevorzugt im Bereich von 20 bis 90 % und stärker bevorzugt im Bereich von 40 bis 80 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode 130 liegen. Durch Steuern der Längen der oberen Elektroden 130 in den zwei Endbereichen B und dem Zentralbereich A zu den oben beschriebenen Bereichen können die oben beschriebenen Wirkungen stabil erhalten werden.

[0039] Der Trocknungstisch 20 besitzt bevorzugt Lochplatten in Abschnitten, die mit unteren Stirnflächen 11b der mehreren Keramikformkörper 10 in Kontakt gebracht werden. Eine derartige Struktur kann ermöglichen, dass während des dielektrischen Trocknens Wasserdampf aus den unteren Stirnflächen 11b der Keramikformkörper 10 einfach entfernt wird, derart, dass die Keramikformkörper 10 einfach und einheitlich getrocknet werden können. Wie hierin verwendet bedeutet „Lochplatte“ ein Plattenmaterial, das Öffnungen besitzt.

[0040] Nicht einschränkende Beispiele eines Materials der Lochplatte enthalten Aluminium, Kupfer, Aluminiumlegierungen, Kupferlegierungen und Graphit. Diese können allein oder in Kombination von zwei oder mehreren verwendet werden.

[0041] Ein Lochbildungsverhältnis der Lochplatte liegt bevorzugt im Bereich von 20 bis 90 % und stärker bevorzugt im Bereich von 40 bis 80 %, obwohl es nicht besonders darauf beschränkt ist. Das Steuern des Lochbildungsverhältnisses zu einem derartigen Bereich kann zu einem stabilen Entfernen von Wasserdampf aus den unteren Stirnflächen 11b der Keramikformkörper 10 während des dielektrischen Trocknens führen.

[0042] Wie hierin verwendet bedeutet das „Lochbildungsverhältnis der Lochplatte“ ein Verhältnis von perforierten Bereichen zum Gesamtbereich der Oberfläche der Lochplatte, die mit der oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10 in Kontakt gebracht wird.

[0043] Die Öffnungen an der Oberfläche der Lochplatte, die mit der oberen Stirnfläche 11a des Keramikformkörpers 10 in Kontakt gebracht wird, können verschiedene Formen besitzen, die eine Kreisform, eine vier-eckige Form und eine Schlitzform enthalten, sind jedoch nicht darauf beschränkt.

[0044] Eine Hilfselektrode kann an jeder von oberen Stirnflächen 11a der mehreren Keramikformkörper 10 angeordnet sein. Das Anordnen der Hilfselektroden 30 kann zu stabilem Entfernen von Wasserdampf aus den unteren Stirnflächen 11b der Keramikformkörper 10 während des dielektrischen Trocknens führen.

[0045] Für jede Hilfselektrode ist die Dicke des Abschnitts, der mit der oberen Stirnfläche 11a jedes der Keramikformkörper 10, die sich in den Endbereichen B in der Breitenrichtung C befinden, in Kontakt gebracht wird, bevorzugt größer als die Dicke des Abschnitts, der mit den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, in Kontakt gebracht wird. Das Anordnen der Hilfselektroden, die verschiedene Dicken besitzen, resultiert in einer einfachen Steuerung der Dichteverteilung der elektrischen Feldlinien in den Endbereichen B im Wesentlichen zum gleichen Pegel wie im Zentralbereich A, derart, dass die Schwankung der Feldstärke zwischen der oberen Elektrode 130 und der unteren Elektrode 140 in der Breitenrichtung C verringert werden kann. Deshalb ist es möglich, die Schwankung des getrockneten Zustands in der Breitenrichtung C der mehreren Keramikformkörper 10, die auf den Trocknungstischen 20 angeordnet sind, stabil niederzuhalten.

[0046] Die Dicke der Hilfselektrode, die an jeder der oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, angeordnet ist, kann bevorzugt im Bereich von 4 bis 50 %, stärker bevorzugt im Bereich von 20 bis 40 % der Dicke der Hilfselektrode, die an jeder der oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die in den zwei Endbereichen B angeordnet sind, angeordnet ist liegen. Durch Steuern der Dicke jeder Hilfselektrode zu einem derartigen Bereich können die oben beschriebenen Wirkungen stabil erhalten werden.

[0047] Ein Material jeder Hilfselektrode ist nicht besonders beschränkt. Es ist bevorzugt, dass das Material einen Leitwert besitzt, der größer als der des Keramikformkörpers 10 ist. Wenn es einen derartigen Leitwert besitzt, kann eine Funktion als die Hilfselektrode ausreichend sichergestellt werden.

[0048] Die Lochplatten, die als die Hilfselektroden 30 verwendet werden, sind nicht besonders beschränkt. Es können dieselben Lochplatten wie die, die für den Trocknungstisch 20 verwendet werden, eingesetzt werden.

[0049] Die Hilfselektroden können an den oberen Stirnflächen 11a der mehreren Keramikformkörper 10 unter Verwendung einer Greifvorrichtung zum Greifen jeder Hilfselektrode angeordnet sind. In diesem Fall kann es, wenn die Hilfselektroden verschiedene Dicken besitzen, schwierig sein, die bestehende Greifvorrichtung zu verwendet. Deshalb ist es wünschenswert, dass die Dicken der Hilfselektroden, die an den oberen Stirnflächen 11a der mehreren Keramikformkörper 10 angeordnet sind, im Wesentlichen gleich sind.

[0050] Deshalb ist bevorzugt, dass Hilfselektrodenelemente 40, 50, die in **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigt sind, anstelle der Hilfselektroden, die an den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, angeordnet sind, verwendet werden, derart, dass die Dicken der Hilfselektroden-elemente 40, 50 im Wesentlichen gleich denen der Hilfselektroden sind, die an den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich in den zwei Endbereichen B befinden, angeordnet sind.

[0051] Das Hilfselektrodenelement 40, das in **Fig. 5** gezeigt ist, enthält ein Laminat einer Hilfselektrode 30 und eines Materials 41 mit geringem dielektrischen Verlust. Die Verwendung des Hilfselektroden-elementes 40, das eine derartige Struktur besitzt, kann zu einer verringerten Dicke der Hilfselektrode 30 in dem Abschnitt führen, der mit den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, in Kontakt gebracht wird.

[0052] Wie hierin verwendet bedeutet das „Material 41 mit geringem dielektrischen Verlust“ ein Material, das einen geringeren dielektrischen Verlust aufweist. Das Material 41 mit geringem dielektrischen Verlust besitzt bevorzugt eine niedrigere relative Dielektrizitätskonstante und einen geringeren dielektrischen Tangens ($\tan \delta$). Ein typisches Material 41 mit geringem dielektrischen Verlust besitzt eine relative Dielektrizitätskonstante im Bereich von 1 bis 3 und einen dielektrischen Tangens im Bereich von 0 bis 0,2.

[0053] Das Material 41 mit geringem dielektrischen Verlust ist nicht besonders beschränkt und es können bekannte Materialien verwendet werden. Beispiele des Materials 41 mit geringem dielektrischen Verlust enthalten Harze wie z. B. Fluorharz und Polypropylen und das Fluorharz ist bevorzugt. Das Fluorharz besitzt bevorzugt eine relative Dielektrizitätskonstante im Bereich von 2,0 bis 3,0 und einen dielektrischen Tangens im Bereich von 0 bis 0,02.

[0054] Ferner können die Hilfselektrodenelemente 40, die im Wesentlichen die gleiche Dicke besitzen, an den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich in dem Zentralbereich A und den zwei Endbereichen B befinden, angeordnet sein. In diesem Fall kann die Dicke jeder der Hilfselektroden 30 der Hilfselektrodenelemente 40, die mit den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich in den Endbereichen B befinden, in Kontakt sind, größer als die jeder der Hilfselektroden 30 der Elektrodenelemente 40, die mit den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, in Kontakt sind, sein.

[0055] Es ist bevorzugt, dass die Hilfselektrode 30 und das Material 41 mit geringem dielektrischen Verlust jeweils Öffnungen 31, 42 besitzen. Ferner ist bevorzugt, dass die Positionen der Öffnungen 42 des Materials 41 mit geringem dielektrischen Verlust mit den Positionen der Öffnungen 31 der Hilfselektrode 30 übereinstimmen. Mit einer derartigen Struktur kann während des dielektrischen Trocknens Wasserdampf aus den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10 einfach entfernt werden, was ein einfaches und einheitliches Trocknen der Keramikformkörper 10 ermöglicht.

[0056] Das Hilfselektrodenelement 50, das in **Fig. 6** gezeigt ist, besitzt einen hohlen Bereich 51 in der Hilfselektrode 30. Eine derartige Struktur kann in dem Abschnitt, der mit den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, in Kontakt gebracht wird, zu einer verringerten Dicke der Hilfselektrode 30 führen. Ferner wird durch Schaffen des hohlen Bereichs das Gewicht verringert, derart, dass die Handhabbarkeit verbessert wird und die Verformung des Keramikformkörpers 10 aufgrund des Gewichts der Hilfselektrode 30 niedergehalten werden kann.

[0057] Wie hierin verwendet bedeutet der „hohle Bereich 51“ der Hilfselektrode 30 einen Raumbereich, der sich in einer Richtung senkrecht zur Dickenrichtung der Hilfselektrode 30 erstreckt.

[0058] Ferner können die Hilfselektrodenelemente 50, die im Wesentlichen die gleiche Dicke besitzen, an den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich in dem Zentralbereich A und den zwei Endbereichen B befinden, angeordnet sein. In diesem Fall kann die Dicke jeder der Hilfselektroden 30 der Hilfselektrodenelemente 50, die mit den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich in den Endbereichen B befinden, in Kontakt sind, größer sein als die jeder der Hilfselektroden 30 der Elektrodenelemente 50, die mit den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10, die sich im Zentralbereich A befinden, in Kontakt sind.

[0059] Das Hilfselektrodenelement 50, das den hohlen Bereich 51 im Inneren besitzt, besitzt bevorzugt Öffnungen 31. Eine derartige Konfiguration kann zu einfachem Entfernen von Wasserdampf aus den oberen Stirnflächen 11a der Keramikformkörper 10 während des dielektrischen Trocknens führen, was in einem einfachen und einheitlichen Trocknen der Keramikformkörper 10 resultiert.

[0060] Verschiedene Bedingungen (die Frequenz, die Leistung, die Heizzeit und dergleichen) während des dielektrischen Trocknens können abhängig von Objekten, die getrocknet werden sollen (Keramikformkörpern 10), Typen der dielektrischen Trocknungsvorrichtung 100 und dergleichen geeignet eingestellt werden. Zum Beispiel liegt bevorzugt die Frequenz während des dielektrischen Trocknens im Bereich von 10 MHz bis 100 MHz.

[0061] Die Keramikformkörper 10, die dem dielektrischen Trocknungsverfahren unterworfen werden sollen, besitzen bevorzugt einen Feuchtigkeitsgehalt im Bereich von 1 bis 60 %, stärker bevorzugt im Bereich von 5 bis 55 % und nochmals stärker bevorzugt im Bereich von 10 bis 50 %, obwohl sie nicht darauf beschränkt sind. Die Keramikformkörper 10 tendieren bezüglich des getrockneten Zustands während des dielektrischen

Trocknens in einem derartigen Bereich zu variieren. Deshalb kann die Wirkung der vorliegenden Erfindung unter Verwendung der Keramikformkörper 10, die den Feuchtigkeitsgehalt in einem derartigen Bereich besitzen, einfacher erhalten werden.

[0062] Wie hierin verwendet bedeutet der Feuchtigkeitsgehalt der Keramikformkörper 10 einen Feuchtigkeitsgehalt, der durch ein Feuchtemessgerät des Infrarothheiztyps gemessen wird.

[0063] Der Keramikformkörper 10 kann bevorzugt ein Wabenformkörper sein, der eine Trennwand enthält, die mehrere Zellen definiert, die jeweils von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche verlaufen, obwohl er nicht besonders darauf beschränkt ist.

[0064] Eine Zellenform des Wabenformkörpers (eine Zellenform in einem Querschnitt senkrecht zu einer Zellenausdehnungsrichtung) ist nicht besonders beschränkt. Beispiele der Zellenform enthalten ein Dreieck, ein Viereck, ein Sechseck, ein Achteck, einen Kreis oder eine Kombination davon.

[0065] Beispiele einer Form des Wabenformkörpers enthalten eine zylindrische Form, eine elliptische Säulenform und eine polygonale Säulenform, die quadratische, rechteckige, dreieckige, fünfeckige, sechseckige und achteckige Stirnflächen besitzt, sind jedoch nicht darauf beschränkt.

[0066] Der Keramikformkörper 10 kann durch Bilden eines Grünkörpers erhalten werden, der durch Kneten einer Rohmaterialzusammensetzung, die ein Keramikrohmaterial und Wasser enthält, erhalten wird.

[0067] Das Keramikrohmaterial, das hier verwendet werden kann, enthält cordieritbildende Rohmaterialien, Cordierit, Siliziumkarbid, Silizium-Siliziumkarbid-Verbundwerkstoffe, Mullit, Aluminiumtitanat und dergleichen, ist jedoch nicht besonders darauf beschränkt. Diese können allein oder in Kombination von zwei oder mehreren verwendet werden. Das cordieritbildende Rohmaterial ist ein Keramikrohmaterial, das derart formuliert ist, dass es eine chemische Zusammensetzung besitzt, in der Siliziumoxid im Bereich von 42 bis 56 Massen-% liegt, Aluminiumoxid im Bereich von 30 bis 45 Massen-% liegt und Magnesia im Bereich im Bereich von 12 bis 16 Massen-% liegt. Das cordieritbildende Rohmaterial wird kalziniert, um Cordierit zu bilden.

[0068] Die Rohmaterialzusammensetzung kann zusätzlich zum Keramikrohmaterial und Wasser ein Dispersionsmedium, ein Bindemittel (z. B. ein organisches Bindemittel, ein anorganisches Bindemittel oder dergleichen), einen Porenbildner, ein Tensid und dergleichen enthalten. Ein Mischungsverhältnis jedes Rohmaterials hängt bevorzugt von den Strukturen, Materialien und dergleichen der Keramikformkörper 10, die erzeugt werden sollen, ab, obwohl es nicht besonders darauf beschränkt ist.

[0069] Ein Verfahren zum Kneten der Rohmaterialzusammensetzung, um den Grünkörper zu bilden, kann z. B. einen Kneten, einen Vakuumgrümkörperkneten oder dergleichen verwenden. Ferner kann ein Verfahren zum Bilden des Keramikformkörpers 10 z. B. ein bekanntes Gussverfahren wie z. B. Extrusionsformen und Spritzgießen einsetzen. Speziell kann, wenn der Wabenformkörper als der Keramikformkörper 10 erzeugt wird, das Extrusionsformen unter Verwendung einer Matrize durchgeführt werden, die eine gewünschte Zellenform, eine gewünschte Trennwanddicke (eine gewünschte Zellenwanddicke) und eine gewünschte Zelldichte besitzt. Beispiele eines Materials der Matrize, die hier verwendet werden kann, enthalten harte Metalllegierungen, die verschleißbeständig sind.

[0070] In dem dielektrischen Trocknungsverfahren für die Keramikformkörper gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der Abstand zwischen Elektroden in dem Zentralbereich A und jedem der zwei Endbereiche B gesteuert, wodurch Dichteverteilungen (d. h. Feldstärken) der elektrischen Feldlinien in dem Zentralbereich A und den zwei Endbereichen B vom selben Grad sind. Deshalb ist es möglich, Schwankungen der getrockneten Zustände der mehreren Keramikformkörper 10, die auf den Trocknungstischen in der Richtung (d. h. der Breitenrichtung C) senkrecht zur Transportrichtung L angeordnet sind, niederzuhalten.

(2) Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen

[0071] Das Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält das oben beschriebene dielektrische Trocknungsverfahren für die Keramikformkörper 10.

[0072] Im Verfahren zum Herstellen der Keramikstrukturen gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind Schritte außer dem oben beschriebenen dielektrischen Trocknungsverfahren nicht besonders beschränkt und können Schritte, die im Stand der Technik bekannt sind, angewendet werden. Speziell kann das Verfahren zum Herstellen der Keramikstrukturen gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ferner einen Brennschritt zum Trocknen der Keramikformkörper 10 unter Verwendung des oben beschriebenen dielektrischen Trocknungsverfahrens, um Keramiktrockenkörper zu erhalten, und dann Brennen der Keramiktrockenkörper, um Keramikstrukturen zu erhalten, enthalten.

[0073] Ein Verfahren zum Brennen der Keramiktrockenkörper ist nicht besonders beschränkt und z. B. können die Keramiktrockenkörper in einem Brennofen gebrannt werden. Ferner können für den Brennofen und die Brennbedingungen bekannte Bedingungen abhängig von den Außenformen, den Materialien und dergleichen der Wabenstrukturen, die erzeugt werden sollen, geeignet gewählt werden. Vor dem Brennen können organische Substanzen wie z. B. ein Bindemittel durch Kalzinierung entfernt werden.

[0074] Da das Verfahren zum Herstellen der Keramikstrukturen gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das dielektrische Trocknungsverfahren, das Schwankungen der getrockneten Zustände der mehreren Keramikformkörper 10, die auf den Trocknungstischen 20 angeordnet sind, in der Richtung (d. h. der Breitenrichtung C) senkrecht zur Transportrichtung L der Keramikformkörper 10 niederhalten kann, enthält, können die Keramikstrukturen, die eine einheitliche Form besitzen, erzeugt werden.

BEISPIELE

[0075] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Beispiele genauer beschrieben, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Beispiele beschränkt.

(Herstellung von Keramikformkörpern)

[0076] Ein cordieritbildendes Rohmaterial, das durch Mischen von Aluminiumoxid, Kaolin und Talkum erhalten wurde, wurde als ein Keramikrohmaterial mit einem Bindemittel, das ein organisches Bindemittel, ein wasserabsorbierendes Harz als einen Porenbildner und Wasser (42 Massen-%) als ein Dispersionsmedium enthält, gemischt, um eine Rohmaterialzusammensetzung zu bilden, die dann geknetet wurde, um Grünkörper zu schaffen. Jeder der resultierenden Grünkörper wurde extrudiert, um einen Wabenformkörper zu erhalten, der Zellen enthält, die jeweils eine quadratische Querschnittform senkrecht zur Ausdehnungsrichtung der Zellen besitzen. Der Wabenformkörper wies einen Außendurchmesser (einen Durchmesser) von 144 mm, eine Länge (eine Länge in der Ausdehnungsrichtung der Zellen) von 260 mm und eine zylindrische Außenform auf. Ferner wies der Wabenformkörper einen Feuchtigkeitsgehalt von 42 % und ein Gewicht von 1320 g auf. Der Feuchtigkeitsgehalt und das Gewicht der Wabenformkörper sind Durchschnittswerte aller angefertigten Wabenformkörper.

<Beispiel>

[0077] Fünf Keramikformkörper wurden nebeneinander in der Richtung (der Breitenrichtung C) senkrecht zur Transportrichtung L auf den Oberseiten der Trocknungstische angeordnet. Somit wurden insgesamt neun Trocknungstische, auf denen jeweils die fünf Keramikformkörper angeordnet wurden, vorbereitet. Wenn die Trocknungstische, auf denen die Keramikformkörper angeordnet wurden, zur dielektrischen Trocknungsvorrichtung transportiert werden, befinden sich zwei Keramikformkörper an den beiden Enden der fünf Keramikformkörper, die in der Breitenrichtung C des Trocknungstischs angeordnet sind, in den Endbereichen B und befinden sich die drei zentralen Keramikformkörper im Zentralbereich A. Die Hilfselektroden (die Lochplatten), die dieselbe Dicke besitzen, wurden an den oberen Stirnflächen der fünf Keramikformkörper angeordnet.

[0078] Die obere Elektrode der dielektrischen Trocknungsvorrichtung hatte eine Form, die in **Fig. 2** gezeigt ist. Die Gesamtlänge der oberen Elektrode 130 in der Breitenrichtung C betrug 1150 mm, die Länge des ebenen Oberflächenabschnitts 131 im Zentralbereich A betrug 600 mm, die Länge jedes ebenen Oberflächenabschnitts 132 in den zwei Endbereichen B betrug 200 mm und die Länge jedes geneigten Abschnitts in den zwei Endbereichen B betrug 75 mm. Die Länge der oberen Elektrode 130 im Zentralbereich A beträgt etwa 52 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode 130 und die Länge der oberen Elektrode 130 in jedem der zwei Endbereiche B beträgt etwa 24 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode 130. Ferner wurden die zwei ebenen Oberflächenabschnitte 132 in den Endbereichen B derart eingestellt, dass sie sich um 30 mm näher bei der Keramikformkörperseite befinden als der ebene Oberflächenabschnitt 131 im Zentralbereich A. Der

Abstand D3 zwischen jedem der zwei ebenen Oberflächenabschnitte 132 in den Endbereichen B und der obere Elektrode 130 betrug 70 mm und der Abstand D4 zwischen dem ebenen Oberflächenabschnitt 131 im Zentralbereich A und der oberen Elektrode 130 betrug 100 mm. Zusätzlich beträgt der Abstand D3 70 % des Abstands D4.

[0079] Das dielektrische Trocknen wurde durch Anordnen von neun Trocknungstischen, auf denen fünf Wabenformkörper angeordnet wurden, auf der Transporteinheit (der Transporteinrichtung) für die dielektrische Trocknungsvorrichtung und dann Transportieren der Trocknungstische in den dielektrischen Trocknungsöfen und deren Trocknen unter Bedingungen einer Frequenz von 40,0 MHz, einer Leistung von 85,0 kW und einer Heizzeit von 12 Minuten ausgeführt.

<Vergleichendes Beispiel>

[0080] Ein dielektrisches Trocknen der Keramikformkörper wurde unter denselben Bedingungen wie im Beispiel ausgeführt, mit der Ausnahme, dass das dielektrische Trocknen unter Verwendung einer dielektrischen Trocknungsvorrichtung ausgeführt wurde, die eine ebene Elektrode (Gesamtlänge 1150 mm in der Breitenrichtung C) als die obere Elektrode besitzt.

[0081] Die Gewichte der Keramikformkörper, die im oben beschriebenen Beispiel und dem oben beschriebenen vergleichenden Beispiel dem dielektrischen Trocknen unterworfen wurden, wurden gemessen und die Restfeuchtegehalte wurden durch die folgende Gleichung berechnet:

$$\text{Restfeuchtegehalt (\%)} = M - (W1 - W2) / W1 \times 100,$$

wobei M der Feuchtigkeitsgehalt des Wabenformkörpers vor dem dielektrischen Trocknen ist (42 %), W1 das Gewicht des Wabenformkörpers vor dem dielektrischen Trocknen ist (1320 g) und W2 das Gewicht des Wabenformkörpers nach dem dielektrischen Trocknen ist (g).

[0082] Der Restfeuchtegehalt wurde für jede Position (jede Reihe) der Trocknungstische in der Breitenrichtung C berechnet. Die Ergebnisse des Restfeuchtegehalts sind von der linken Seite in der Breitenrichtung C des Trocknungstischs, wenn die Transportrichtung L als die Vorderseite betrachtet wird, als die Reihen 1 bis 5 repräsentiert. Der Restfeuchtegehalt war ein Durchschnittswert für jede Reihe. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 gezeigt. In Tabelle 1 ist auch eine Differenz Δ (eine Schwankung) zwischen dem Höchstwert und dem Mindestwert des Restfeuchtegehalts in jeder Reihe gezeigt.

[Tabelle 1]

	Restfeuchtegehalt (%)					
	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Differenz Δ
Beispiel	5,7	7,3	6,6	7,9	6,6	2,2
Vergleichendes Beispiel	10,4	6,3	6,2	6,4	9,6	4,2

[0083] Wie in Tabelle 1 gezeigt ist, waren im Beispiel die Restfeuchtegehalte der Keramikformkörper in den Reihen 2 bis 4, die im Zentralbereich A angeordnet wurden, auf demselben Niveau mit den Restfeuchtegehalten der Keramikformkörper in den Reihen 1 und 5, die in den Endbereichen B angeordnet wurden, und eine Differenz zwischen den maximalen und den minimalen Restfeuchtegehalten in den Reihen war geringer.

[0084] Andererseits waren im vergleichendem Beispiel die Restfeuchtegehalte der Keramikformkörper in den Reihen 1 und 5, die in den Endbereichen B angeordnet wurden, höher als die in den Keramikformkörpern in den Reihen 2 bis 4, die im Zentralbereich A angeordnet wurden.

[0085] Ferner wurde ein Außendurchmesser (ein Durchmesser) jedes Keramikformkörpers, der im oben beschriebenen Beispiel und im vergleichendem Beispiel dem dielektrischen Trocknen unterworfen wurde, gemessen und wurde eine Trocknungsschrumpfrate durch die folgende Gleichung berechnet:

$$\text{Trocknungsschrumpfrate (\%)} = (R1 - R2) / R1 \times 100,$$

wobei R1 einen Außendurchmesser (144 mm) des Wabenformkörpers vor dem dielektrischen Trocknen repräsentiert und R2 einen Außendurchmesser (mm) des Wabenformkörpers nach dem dielektrischen Trocknen repräsentiert.

[0086] Die Trocknungsschrumpfrate wurde für jede Position (jede Reihe) in der Breitenrichtung C des Trocknungstischs wie bei der Restfeuchterate berechnet. Die Trocknungsschrumpfrate war ein Durchschnittswert in jeder Reihe. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 gezeigt. In Tabelle 2 ist außerdem eine Differenz Δ (eine Schwankung) zwischen dem Höchstwert und dem Mindestwert der Trocknungsschrumpfrate in jeder Spalte gezeigt.

[Tabelle 2]

	Trocknungsschrumpfrate (%)					
	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Differenz Δ
Beispiel	4,7	4,8	4,8	4,7	4,6	0,2
Vergleichendes Beispiel	4,3	4,8	4,9	4,8	4,4	0,6

[0087] Wie in Tabelle 2 gezeigt ist, waren im Beispiel die Trocknungsschrumpfraten der Keramikformkörper in den Reihen 2 bis 4, die sich im Zentralbereich A befanden, auf demselben Niveau wie die Trocknungsschrumpfraten der Keramikformkörper in den Reihen 1 und 5, die sich in den Endbereichen B befanden. Eine Differenz zwischen dem Höchstwert und dem Mindestwert der Trocknungsschrumpfrate in jeder Reihe war geringer.

[0088] Andererseits waren im vergleichenden Beispiel die Trocknungsschrumpfrate der Keramikformkörper in den Reihen 2 bis 4, die sich im Zentralbereich A befanden, größer als die der Keramikformkörper in den Reihen 1 und 5, die sich in den Endbereichen B befanden. Die Differenz Δ zwischen dem Höchstwert und dem Mindestwert der Trocknungsschrumpfrate in jeder Zeile war höher.

[0089] Wie aus den oben beschriebenen Ergebnissen ersichtlich ist, ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, ein dielektrisches Trocknungsverfahren und eine dielektrische Trocknungsvorrichtung für Keramikformkörper zu schaffen, die Schwankungen der getrockneten Zustände mehrerer Keramikformkörper, die auf den Trocknungstischen angeordnet sind, in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung niederhalten können. Ferner ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, ein Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen zu schaffen, das die Keramikstrukturen, die eine einheitliche Form besitzen, schaffen kann.

Bezugszeichenliste

10	Keramikformkörper
11a	Oberseite
11b	Unterseite
20	Trocknungstisch
30	Hilfselektrode
31	Öffnung
40	Hilfselektrodenelement
41	Material mit geringem dielektrischen Verlust
42	Öffnung
50	Hilfselektrodenelement
51	Hohler Bereich
100	Dielektrische Trocknungsvorrichtung
110	Dielektrischer Trocknungssofen

- 120 Transporteinheit
- 130 Obere Elektrode
- 140 Untere Elektrode

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 6037382 B [0009]
- JP 63166745 A [0009]
- JP 05105501 A [0009]
- JP 06298563 A [0009]

Patentansprüche

1. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper, wobei das Verfahren ein Trocknen mehrerer Keramikformkörper, die nebeneinander auf Oberseiten von Trocknungstischen in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung angeordnet sind, durch Transportieren der Keramikformkörper zwischen Elektroden, einer oberen Elektrode und einer unteren Elektrode, und Anlegen einer hohen Frequenz zwischen den Elektroden umfasst, wobei in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers ein Abstand zwischen den Elektroden in zwei Endbereichen, zwischen denen ein Zentralbereich angeordnet ist, kleiner als ein Abstand zwischen den Elektroden im Zentralbereich ist.
2. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach Anspruch 1, wobei ein Abstand zwischen jeder von oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die in den zwei Endbereichen angeordnet sind, und der oberen Elektrode im Bereich von 50 bis 95 % eines Abstands zwischen jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die im Zentralbereich angeordnet sind, und der oberen Elektrode liegt.
3. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach Anspruch 1 oder 2, wobei die obere Elektrode ebene Oberflächenabschnitte besitzt, die jeweils parallel zur oberen Stirnfläche des Keramikformkörpers im Zentralbereich und den zwei Endbereichen sind, und die obere Elektrode einen geneigten Abschnitt zwischen dem ebenen Oberflächenabschnitt im Zentralbereich und dem ebenen Oberflächenabschnitt in jedem der zwei Endbereiche besitzt.
4. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers eine Länge der oberen Elektrode in jedem der zwei Endbereiche im Bereich von 5 bis 40 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode liegt.
5. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers eine Länge der oberen Elektrode im Zentralbereich im Bereich von 20 bis 90 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode liegt.
6. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei jeder der Trocknungstische eine Lochplatte in einem Abschnitt, der mit einer unteren Stirnfläche des Keramikformkörpers in Kontakt gebracht wird, besitzt.
7. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei jeder Keramikformkörper einen Feuchtigkeitsgehalt im Bereich von 1 bis 60 % aufweist.
8. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Keramikformkörper Wabenformkörper sind und jeder Wabenformkörper eine Trennwand umfasst, die mehrere Zellen definiert, die jeweils von einer ersten Stirnfläche zu einer zweiten Stirnfläche verlaufen.
9. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei jeweils eine Hilfselektrode an der oberen Stirnfläche der Keramikformkörper angeordnet ist.
10. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach Anspruch 9, wobei eine Dicke der Hilfselektrode in einem Abschnitt, der mit jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die in den zwei Endbereichen angeordnet sind, in Kontakt gebracht wird, größer ist als die der Hilfselektrode in einem Abschnitt, der mit jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die im Zentralbereich angeordnet sind, in Kontakt gebracht wird.
11. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Hilfselektrode eine Lochplatte ist.
12. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei ein Hilfselektrodenelement, das ein Laminat der Hilfselektrode und eines Materials mit geringem dielektrischen Verlust umfasst, an jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die sich im Zentralbereich befinden, angeordnet ist und das Hilfselektrodenelement im Wesentlichen die gleiche Dicke wie die Hilfselektrode besitzt, die an jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die sich in den zwei Endbereichen befinden, angeordnet ist.

13. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei Hilfselektrodenelemente, die ein Laminat der Hilfselektrode und eines Materials mit geringem dielektrischen Verlust umfassen und im Wesentlichen die gleiche Dicke besitzen, an den oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die sich im Zentralbereich und in den zwei Endbereichen befinden, angeordnet sind.

14. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach Anspruch 12 oder 13, wobei das Material mit geringem dielektrischen Verlust Fluorharz ist.

15. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei ein Hilfselektrodenelement, das einen hohlen Bereich in der Hilfselektrode besitzt, an jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die sich im Zentralbereich befinden, angeordnet ist und das Hilfselektrodenelement im Wesentlichen die gleiche Dicke wie die Hilfselektrode besitzt, die an jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die sich in den zwei Endbereichen befinden, angeordnet ist.

16. Dielektrisches Trocknungsverfahren für Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei Hilfselektrodenelemente, die jeweils einen hohlen Bereich in der Hilfselektrode umfassen und im Wesentlichen die gleiche Dicke besitzen, an den oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die sich im Zentralbereich und in den zwei Endbereichen befinden, angeordnet sind.

17. Verfahren zum Herstellen von Keramikstrukturen, das das dielektrische Trocknungsverfahren für die Keramikformkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 16 umfasst.

18. Dielektrische Trocknungsvorrichtung für Keramikformkörper, wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst:

eine obere Elektrode;

eine untere Elektrode und

eine Transporteinheit, die mehrere Keramikformkörper zwischen Elektroden, der oberen Elektrode und der unteren Elektrode, transportieren kann, wobei die Keramikformkörper auf Oberseiten von Trocknungstischen in einer Richtung senkrecht zu einer Transportrichtung nebeneinander angeordnet sind, wobei in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers ein Abstand zwischen den Elektroden in zwei Endbereichen, zwischen denen ein Zentralbereich angeordnet ist, kleiner als ein Abstand zwischen den Elektroden im Zentralbereich ist.

19. Dielektrische Trocknungsvorrichtung nach Anspruch 18, wobei ein Abstand zwischen jeder von oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die in den zwei Endbereichen angeordnet sind, und der oberen Elektrode im Bereich von 50 bis 95 % eines Abstands zwischen jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper, die im Zentralbereich angeordnet sind, und der oberen Elektrode liegt.

20. Dielektrische Trocknungsvorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, wobei die obere Elektrode ebene Oberflächenabschnitte besitzt, die jeweils parallel zur oberen Stirnfläche des Keramikformkörpers im Zentralbereich und den zwei Endbereichen sind, und die obere Elektrode einen geneigten Abschnitt zwischen dem ebenen Oberflächenabschnitt des Zentralbereichs und dem ebenen Oberflächenabschnitt in jedem der zwei Endbereiche besitzt.

21. Dielektrische Trocknungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, die ferner einen Mechanismus zum Steuern eines Abstands zwischen der oberen Elektrode und jeder der oberen Stirnflächen der Keramikformkörper in den zwei Endbereichen umfasst.

22. Dielektrische Trocknungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, wobei in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers eine Länge der oberen Elektrode in jedem der zwei Endbereiche im Bereich von 5 bis 40 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode liegt.

23. Dielektrische Trocknungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, wobei in der Richtung senkrecht zur Transportrichtung des Keramikformkörpers eine Länge der oberen Elektrode im Zentralbereich im Bereich von 20 bis 90 % der Gesamtlänge der oberen Elektrode liegt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

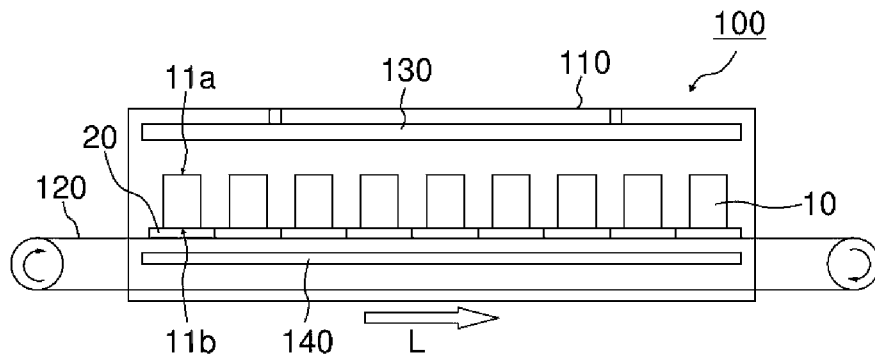


FIG. 1

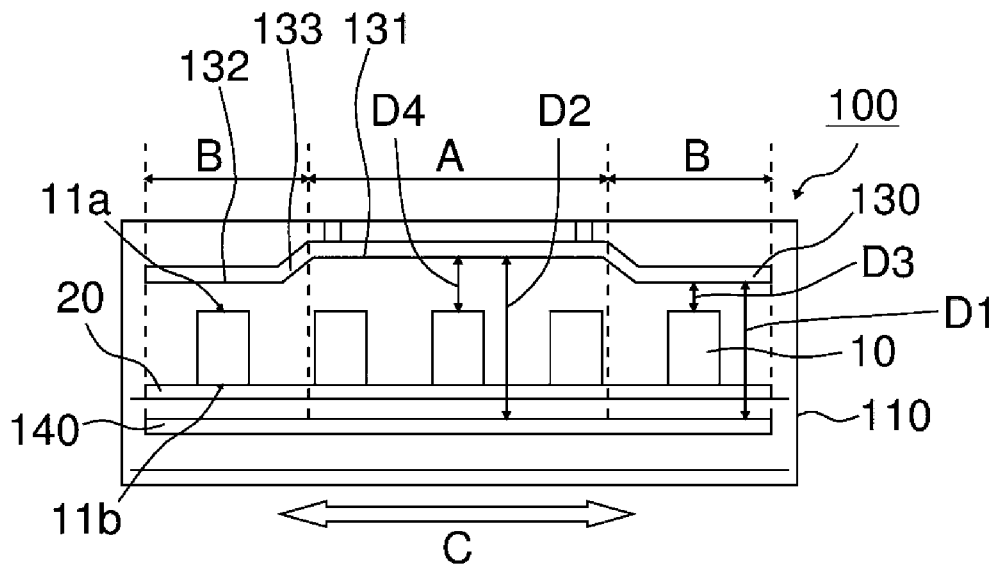


FIG. 2

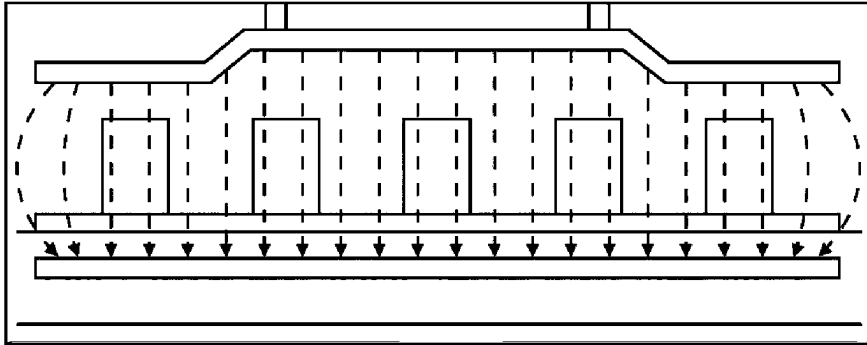


FIG. 3

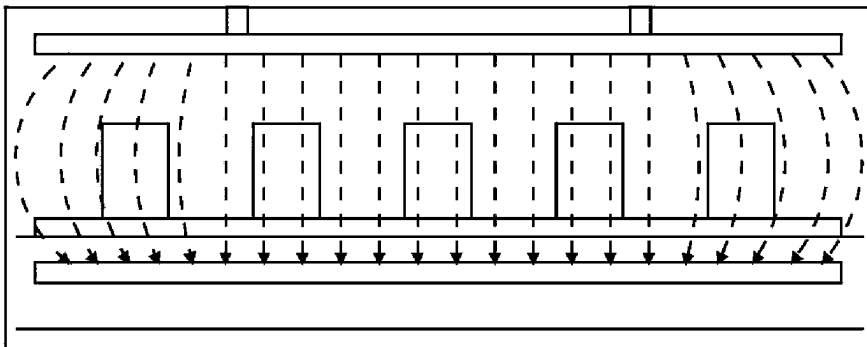


FIG. 4

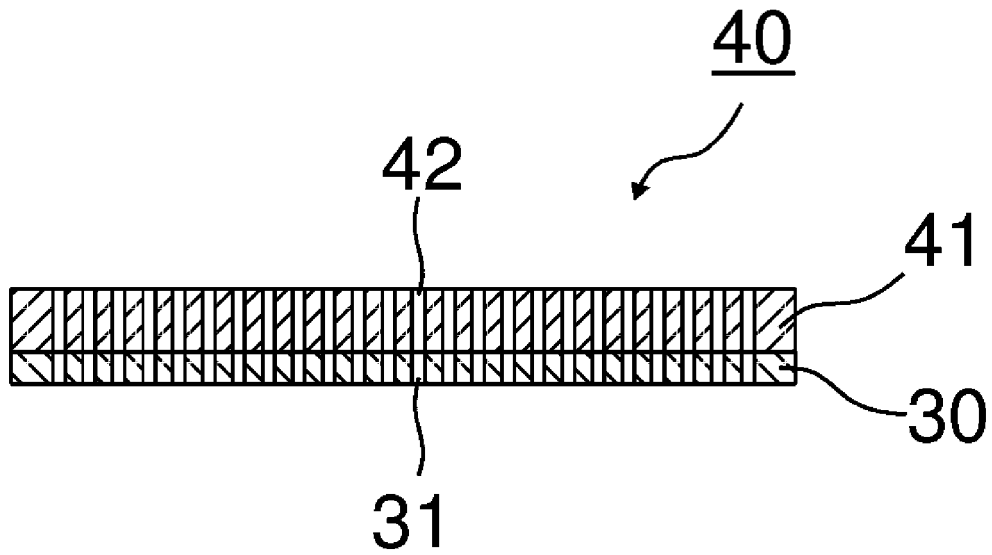


FIG. 5

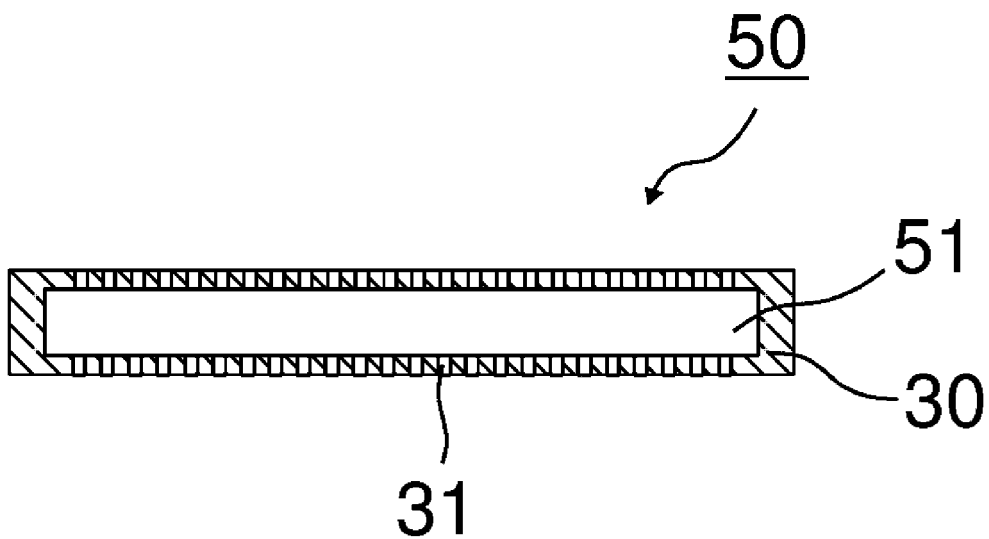


FIG. 6