



(10) **DE 11 2020 004 182 T5** 2022.06.30

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/044648**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 004 182.4**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/007696**  
(86) PCT-Anmeldetag: **26.02.2020**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **11.03.2021**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **30.06.2022**

(51) Int Cl.: **F28D 7/10** (2006.01)  
**F28F 1/40** (2006.01)  
**F28F 9/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2019-161152 04.09.2019 JP**  
(71) Anmelder:  
**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD., Tokyo, JP**  
(74) Vertreter:  
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte  
PartmbB, 81925 München, DE**

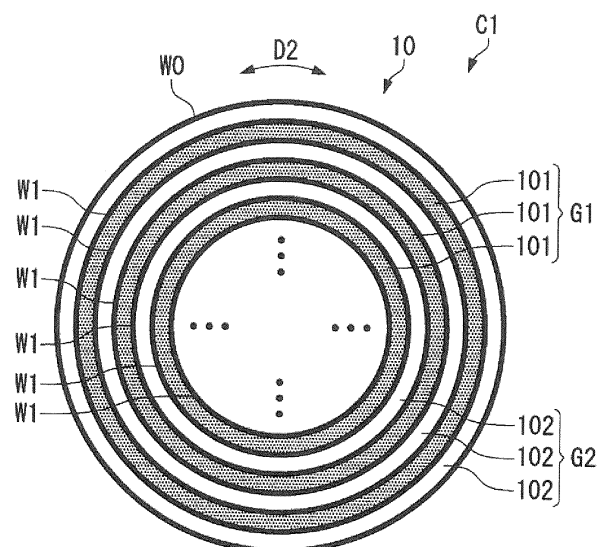
(72) Erfinder:  
**Eguchi, Shunsaku, Tokyo, JP; Omura, Minemasa,  
Tokyo, JP; Oda, Takuo, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Wärmetauschkern, Wärmetauscher und Verfahren zum Herstellen von Wärmetauschkern**

(57) Zusammenfassung: Bereitgestellt wird eine Technik zum Erzielen des Ausgleichs von Spannung in einem Wärmetauschkern. Der Wärmetauschkern, der Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid durchführt, beinhaltet einen kreisförmigen ersten Querschnitt, in welchem eine erste Flusspfadgruppe für das erste Fluid und eine zweite Flusspfadgruppe für das zweite Fluid positioniert sind. Erste Flusspfade, die in der ersten Flusspfadgruppe enthalten sind, und zweite Flusspfade, die in der zweiten Flusspfadgruppe enthalten sind, sind ringförmig im ersten Querschnitt angeordnet. Die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe sind konzentrisch insgesamt im ersten Querschnitt angeordnet. Jeder der ersten Flusspfade und der zweiten Flusspfade ist in eine Vielzahl von Abschnitten in einer Umfangsrichtung des Wärmetauschkerns unterteilt.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf einen Wärmetauscher, der Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid durchführt, einen Wärmetauscher, der den Wärmetauschkern und ein Gehäuse beinhaltet und ein Verfahren zum Herstellen des Wärmetauschkerns.

## Hintergrund

**[0002]** Ein Wärmetauscher wird in einem breit gefächerten industriellen Gebiet verwendet, beispielsweise in einer Klimaanlage-Einrichtung, einem Gefrierschrank, einer Gasturbine, einer chemischen Fabrik wie etwa als eine CO<sub>2</sub>-Wiedergewinnungseinrichtung, und einer Transport-Maschinerie.

**[0003]** Während verschiedene Wärmetauscher verwendet werden, ist ein Platten-Wärmetauscher bekannt, der einen gestapelten Körper von Platten beinhaltet und abwechselnd ein Flusspfad für ein erstes Fluid und einen Flusspfad für ein zweites Fluid in einer Stapelrichtung der Platten beinhaltet. Jeder der Flusspfade ist zwischen zwei angrenzenden Platten durch eine aus einem Gummimaterial hergestellte Dichtung, die an einer Peripheriekante jeder der Platten angeordnet ist, gebildet. Das erste Fluid und das zweite Fluid fließen zwischen den Platten aus einer Richtung orthogonal zu den Platten ein. Das erste Fluid fließt sequentiell durch den Flusspfad zwischen den Platten von einer Seite zur anderen Seite in Stapelrichtung der Platten. Das erste Fluid und das zweite Fluid tauschen Wärme über die Platten aus.

**[0004]** Zusätzlich ist auch ein Wärmetauscher bekannt, bei dem ein Wärmetauschkern, der einen gestapelten Körper von Platten beinhaltet, in einem zylindrischen Gehäuse untergebracht ist (Patentliteratur 1). In Patentliteratur 1 wird eine Form eines Querschnitts des Wärmetauschkerns eingestellt, eine kreisförmige Form zu sein, die einer Form eines Querschnitts des Gehäuses folgt. Eine Fläche jeder der Platten, die in Auf-Ab-Richtung so angeordnet ist, dass sie im Querschnitt des Wärmetauschkerns unterteilt, ist an einem Zentrum in Höhenrichtung des Wärmetauschkerns groß und ist an einem oberen Ende und einem unteren Ende klein.

**[0005]** In Patentliteratur 1 tauschen das erste Fluid und das zweite Fluid Wärme aus, während sie durch Flusspfade fließen, die abwechselnd zwischen den Platten in Auf-Ab-Richtung gebildet sind, entlang den Platten in einer Axialrichtung des Gehäuses. Das zweite Fluid fließt zwischen die Platten von einem ersten Ende in einer Axialrichtung des Wärmetauschkerns ein, und fließt aus einem zweiten

Ende in Axialrichtung des Wärmetauschkerns nach außerhalb des Wärmetauschkerns aus. Andererseits sind sowohl Einlass-Durchlässe als auch Auslass-Durchlässe für das dritte Fluid auf Seitenwänden des Wärmetauschkerns positioniert. Das erste Fluid fließt zwischen den Platten aus einer Richtung orthogonal zur Axialrichtung des Wärmetauschkerns durch die nahe dem zweiten Ende des Wärmetauschkerns positionierten Einflussschlässe ein. Weiter fließt das dritte Fluid durch die Ausflussschlässe, die nahe dem ersten Ende des Wärmetauschkerns positioniert sind, nach außerhalb aus.

**[0006]** Gemäß Patentliteratur 1 werden Größen der Einflussschlässe und Größen der Ausflussschlässe für das auf den Seitenwänden für das erste Fluid, die auf den Seitenwänden des Wärmetauschkerns angeordnet sind, basierend auf den Flächen der Platten unterschiedlich gemacht. Als Ergebnis wird eine Flussrate des ersten Fluids pro Wärmeeinheits-Übertragungsfläche konstant gemacht, was Wärmetausch mit hoher Effizienz gestattet.

## Zitateliste

## Patentliteratur

**[0007]** Patentliteratur 1: JP 3406896 B2

## Zusammenfassung der Erfindung

## Technisches Problem

**[0008]** Im oben beschriebenen Platten-Wärmetauscher werden die Dichtungen, welche die Räume zwischen den Platten abdichten, verwendet.

**[0009]** Daher sind bei der Wartung, die durchgeführt wird, um das Auslecken der Fluide zu verhindern, Inspektion, Austausch und dergleichen der Dichtungen besonders problematisch. Hinsichtlich einer Reduktion der Wartungskosten ist es wünschenswert, die Verwendung der Dichtungen zu vermeiden.

**[0010]** Andererseits tritt in Patentliteratur 1, da die sich bei der Wärmetransferfläche unterscheidenden Platten asymmetrisch um ein axiales Zentrum angeordnet sind, Spannungskonzentration leicht im Wärmetauschkern auf.

**[0011]** Eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist es, den Ausgleich von Spannung im Wärmeaustauschkern zu erzielen.

## Problemlösung

**[0012]** Ein Wärmetauschkern gemäß der vorliegenden Offenbarung führt Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid durch und beinhaltet einen kreisförmigen ersten Quer-

schnitt, in welchem eine erste Flusspfadgruppe für das erste Fluid und eine zweite Flusspfadgruppe für das zweite Fluid positioniert sind. Erste Flusspfade, die in der ersten Flusspfadgruppe enthalten sind, und zweite Flusspfade, die in der zweiten Flusspfadgruppe enthalten sind, sind ringförmig in dem ersten Querschnitt angeordnet. Die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe sind insgesamt konzentrisch im ersten Querschnitt angeordnet. Jeder der ersten Flusspfade und der zweiten Flusspfade ist in einer Vielzahl von Abschnitten in Umfangsrichtung des Wärmetauschkerns unterteilt.

**[0013]** Ein Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Offenbarung beinhaltet den oben beschriebenen Wärmetauschkern und ein Gehäuse mit einem kreisförmigen Querschnitt, das den Wärmetauschkern aufnimmt. Zwei oder mehr Querpfade sind in der Umfangsrichtung des Wärmetauschkerns verteilt. Ein Kommunikationsraum, welcher die zwei oder mehr Querpfade außerhalb des Wärmetauschkerns kommunizieren lässt, ist um den Wärmetauschkern innerhalb des Gehäuses vorgesehen.

**[0014]** In einem Verfahren zum Herstellen eines Wärmetauschkerns, der Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid gemäß der vorliegenden Offenbarung durchführt, beinhaltet der Wärmetauschkern einen kreisförmigen ersten Querschnitt, in welchem eine erste Flusspfadgruppe für das erste Fluid und eine zweite Flusspfadgruppe für das zweite Fluid positioniert sind, in der ersten Flusspfadgruppe enthaltene erste Flusspfade und in der zweiten Flusspfadgruppe enthaltene zweite Flusspfade ringförmig im ersten Querschnitt angeordnet sind und die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe insgesamt konzentrisch im ersten Querschnitt angeordnet sind. Das Verfahren beinhaltet das Ausformen der ersten Flusspfadgruppe und der zweiten Flusspfadgruppe durch additive Herstellung unter Verwendung eines Metallmaterials.

#### Vorteilhafte Effekte der Erfindung

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung, basierend auf der Konfiguration des Wärmetauschkerns, die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe konzentrisch angeordnet beinhaltet, kann die Spannung gleichförmig insgesamt an den Wärmetauschkern verteilt werden. Zusätzlich wird der Flusszustand des ersten Fluids und der Flusszustand des zweiten Fluids über den gesamten Wärmetauschkern gleichförmig gemacht, während die Wärmetransferfläche des ersten Fluids und des zweiten Fluids weitgehend sichergestellt ist. Daher kann der Wärmetausch effizient durchgeführt werden.

**[0016]** Entsprechend ist es möglich, die Zuverlässigkeit zu verbessern, durch Verhinderung von Beschädigung am Wärmetauschkern, die durch Spannungs-Konzentration verursacht wird, und dieselbe Wärmetausch-Leistungsfähigkeit durch einen kleiner bemessenen Wärmetauschkern zu erzielen.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine perspektivische Explosionsansicht, die einen Wärmetauschkern und ein Gehäuse illustriert, die in einem Wärmetauscher gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung enthalten sind.

**Fig. 2** ist eine partielle Querschnittsansicht, die das Gehäuse des in **Fig. 1** illustrierten Wärmetauschers und den Wärmetauschkern, der im Gehäuse aufgenommen ist, illustriert.

**Fig. 3A** ist eine Querschnittsansicht längs Linie IIIa-IIIa in **Fig. 2** (erster Querschnitt des Wärmetauschkerns), und illustriert eine erste Flusspfadgruppe und eine zweite Flusspfadgruppe.

**Fig. 3B** ist eine partielle vergrößerte Ansicht von **Fig. 3A** und Illustrationen von Trennwänden (W2) sind in anderen Zeichnungen als **Fig. 3B** weggelassen.

**Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht längs Linie IV-IV in **Fig. 2** (zweiter Querschnitt von Wärmetauschkern).

**Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht längs Linie V-V in **Fig. 2** und **Fig. 6** (dritter Querschnitt von Wärmetauschkern).

**Fig. 6** ist ein schematisches Diagramm, das einen Fluss sowohl eines ersten Fluids als auch eines zweiten Fluids illustriert.

**Fig. 7** ist eine Querschnittsansicht, die einen Teil eines Wärmetauschkerns gemäß einer Modifikation der vorliegenden Offenbarung illustriert.

**Fig. 8** ist eine Perspektivansicht, die einen Wärmetauschkern gemäß einer anderen Modifikation der vorliegenden Offenbarung illustriert.

**Fig. 9A** ist ein Diagramm, das eine Querschnittsansicht längs Linie IXA-IXA des in **Fig. 8** illustrierten Wärmetauschkerns, und Formen von Abschnitten der zweiten Flusspfade illustriert.

**Fig. 9B** ist ein Diagramm, das ein Inneres einer abwechselnd Lang- und Kurz-Strichlinie in dem in **Fig. 9A** illustrierten Querschnitt und Formen von Abschnitten der ersten Flusspfade illustriert.

**Fig. 10** ist ein Diagramm, das eine Modifikation illustriert, die sich auf die Anordnung von Trennwänden bezieht.

**[0017]** Es wird unten eine Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

(Schematische Konfiguration von Wärmetauscher)

**[0018]** Ein Wärmetauscher 1, der in **Fig. 1** und **Fig. 2** illustriert ist, beinhaltet einen Wärmetauschkern 10 und ein Gehäuse 20, welches den Wärmetauschkern 10 aufnimmt.

**[0019]** Der Wärmetauscher 1 kann beispielsweise in eine Gasturbine, eine chemische Fabrik wie etwa eine CO<sub>2</sub>-Wiedergewinnungseinrichtung und eine nicht illustrierte Einrichtung, wie etwa eine Klimaanlage-Einrichtung und ein Gefrierschrank, eingebaut werden und führt Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid durch. Eine Temperatur des ersten Fluids ist relativ hoch, während eine Temperatur des zweiten Fluids relativ niedrig ist. Im Gegensatz dazu kann die Temperatur des ersten Fluids relativ niedrig sein und kann die Temperatur des zweiten Fluids relativ hoch sein.

(Konfiguration von Wärmetauschkern)

**[0020]** Wie in **Fig. 1** und **Fig. 3A**, die eine Querschnittsansicht längs Linie IIIa-IIIa in **Fig. 2** ist, illustriert, beinhaltet der Wärmetauschkern 10 eine erste Flusspfadgruppe G1 und eine zweite Flusspfadgruppe G2, die insgesamt konzentrisch angeordnet sind.

**[0021]** Der Wärmetauscher 1 beinhaltet einen ersten Querschnitt C1, der in **Fig. 3A** illustriert ist, einen zweiten Querschnitt C2, der in **Fig. 4** illustriert ist, und einen dritten Querschnitt C3, der in **Fig. 5** illustriert ist. Jeder dieser Querschnitte C1 bis C3 weist eine kreisförmige Form auf. Die gesamte Außenform des Wärmetauschkerns 10 ist eine zylindrische Form. Der Wärmetauschkern 10 beinhaltet Trennwände W1, die konzentrisch angeordnet sind, um die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 zu unterteilen, und eine Seitenwand W0, die an einer äußerten Peripherie des Wärmetauschkerns 10 angeordnet ist.

**[0022]** Der Wärmetauschkern 10 weist eine Form symmetrisch um ein Zentrum jedes der Querschnitte C1 bis C3 nicht nur in der äußeren Form, sondern auch in der Gesamtform auf. Dies kann zum Ausgleich von Spannung und zum Ausgleich von Wärmetausch effizient beitragen.

**[0023]** Die erste Flusspfadgruppe G1 ist für das dritte Fluid und die zweite Flusspfadgruppe G2 ist für das zweite Fluid. In jeder der Zeichnungen ist die erste Flusspfadgruppe G1 mit einem Schraffurmuster illustriert.

**[0024]** Die zweite Flusspfadgruppe G2 erstreckt sich von einem Ende 10A (**Fig. 1**) zum anderen Ende 10B (**Fig. 1**) in einer Axialrichtung D1 des Wärmetauschkerns 10. Die Axialrichtung D1 ist orthogonal zu den Querschnitten C1 bis C3.

**[0025]** In jeder der Zeichnungen ist ein Fluss des ersten Fluids durch einen durchgezogenen Pfeil illustriert und ist ein Fluss des zweiten Fluids durch einen gestrichelten Pfeil illustriert.

**[0026]** Erste Flusspfade 101, die in der ersten Flusspfadgruppe G1 enthalten sind, sind ringförmig im in **Fig. 3A** illustrierten ersten Querschnitt C1 angeordnet. Zweite Flusspfade 102, die in der zweiten Flusspfadgruppe G2 beinhaltet sind, sind ähnlich angeordnet. Das erste Fluid, welches durch die erste Flusspfadgruppe G1 fließt, und das zweite Fluid, welches durch die zweite Flusspfadgruppe G2 fließt, tauschen Wärme durch indirektes miteinander in Kontakt kommen durch die Teilungswände W1, die durch die dicke Linie in **Fig. 3A** illustriert sind, aus.

**[0027]** Wie in **Fig. 3A** illustriert, sind die Vielzahl erster Flusspfade 101 und die Vielzahl zweiter Flusspfade 102 vorzugsweise abwechselnd über beispielsweise mehrere zehn Schichten in einer Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 gestapelt.

**[0028]** Die ersten Flusspfade 101 und die zweiten Flusspfade 102 sind vorzugsweise über die Gesamtheit der radialen Richtung des Wärmetauschkerns 10 angeordnet, nämlich bis zur Nähe eines Axialzentrums des Wärmetauschkerns 10.

**[0029]** In **Fig. 3A**, **Fig. 3B**, **Fig. 4** und **Fig. 5** sind nur einige der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 illustriert. Illustrationen der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 in einer Fläche, die durch ein Symbol „...“ illustriert ist, werden weggelassen.

**[0030]** Wie in der vorliegenden Ausführungsform, ermöglicht das Anordnen der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 über die Gesamtheit der in der Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 dem gesamten Wärmetauschkern 10, zum Wärmeaustausch beizutragen.

**[0031]** Der Wärmetauschkern 10 kann eine konstante Querschnittsform aufweisen, die dem ersten Querschnitt C1 (**Fig. 3A**) in einem Bereich zwischen Linie IV-IV und Linie IVx-IVx, illustriert in **Fig. 2**, entspricht. In der vorliegenden Ausführungsform fließen das erste Fluid und das zweite Fluid in entgegengesetzten Richtungen entlang der Axialrichtung D1 innerhalb dieses Bereichs, nämlich innerhalb des Bereichs von der Nähe des einen Endes 10A zur Nähe des anderen Endes 10B des Wärmetauschkerns 10. Mit anderen Worten bilden das erste Fluid

und das zweite Fluid Gegenstromflüsse (volle Gegenstromflüsse) über im Wesentlichen die gesamte Axialrichtung D1 des Wärmetauschkerns 10, außer bezüglich beider Enden.

**[0032]** Das erste Fluid und das zweite Fluid können in der gleichen Richtung entlang der Axialrichtung D1 fließen. In diesem Fall bilden das erste Fluid und das zweite Fluid parallele Stromflüsse.

**[0033]** Der Wärmetauschkern 10 weist eine angemessene Abmessung in sowohl der Axialrichtung D1 als auch der Radialrichtung, einer Flusspfad-Querschnittsfläche, der gestapelten Anzahl von Flusspfade 101 und 102 und dergleichen auf, unter Berücksichtigung notwendiger Wärmetausch-Kapazität, Spannung und dergleichen.

**[0034]** Wie in **Fig. 3B** illustriert, ist jeder der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 vorzugsweise in eine Vielzahl von Abschnitten S durch Trennwände W2 in einer Umfangsrichtung D2 des Wärmetauschkerns 10 unterteilt. Die Installation der Trennwände W2 ermöglicht es, die Starrheit und Festigkeit insbesondere in der Radialrichtung gegenüber Druck der Fluide zu verbessern.

**[0035]** Weiter, wenn jeder der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 in die Abschnitte S durch die Trennwände W2 unterteilt sind, werden die Oberflächenflächen der in Kontakt mit den Fluiden kommenden Flusspfade vergrößert, so dass eine Wärmetransfer-Effizienz verbessert werden kann.

**[0036]** Die Reduktion beim Durchmesser jedes der Flusspfade 101 und 102 durch die Trennwände W2 ermöglicht es, die in der Umfangsrichtung der Flusspfade 101 und 102 erzeugte Spannung zu reduzieren und Reduktion bei der Dicke der Trennwände W1 zwischen den jeweiligen Flusspfade 101 und 102 zu ermöglichen. Entsprechend ist es möglich, thermischen Widerstand durch die Unterteilungswände W1 zu reduzieren und eine Verbesserung bei der Wärmetransfer-Effizienz und Verkleinern und Leichtgewicht des Wärmetauschers 1 zu erzielen.

**[0037]** Die Abschnitte S weisen vorzugsweise alle einen gleichen Flusspfad-Durchmesser auf und sind vorzugsweise über den gesamten Umfang des Wärmetauschkerns 10 angeordnet. Weiter weisen alle ab der äußerten Peripherie des Axialzentrums des Wärmetauschkerns 10 angeordnete Abschnitte S einen gleichen Flusspfad-Durchmesser auf. Als Ergebnis wird ein Flusszustand wie etwa Reibungsverlust zwischen allen Abschnitten S gleichförmig gemacht und kann der Wärmetransfer-Koeffizient entsprechend zwischen allen Abschnitten S gleichförmig gemacht werden. Zusätzlich ist die auf den Wärmetauschkern 10 einwirkende Spannung gleich-

förmig in der gesamten Ebenenrichtung des Querschnitts des Wärmetauschkerns 10 verteilt, was es ermöglicht, die Spannung auszugleichen.

**[0038]** Es ist anzumerken, dass Höhen (Abmessung in Radialrichtung) der Abschnitte S nicht notwendigerweise gleich in den Schichten des Wärmetauschkerns 10 sind.

**[0039]** Der „Flusspfad-Durchmesser“ in der vorliegenden Spezifikation entspricht einem Äquivalent-Durchmesser D, der aus dem nachfolgenden Ausdruck (1) abgeleitet ist,

$$D = 4A / L \quad (1)$$

wobei A eine Querschnittsfläche jedes der Abschnitte S ist, und L eine Länge (Perimeter) jedes der Abschnitte S in der Umfangsrichtung D2 ist.

**[0040]** Der Wärmetransfer-Koeffizient entspricht einem Kehrwert des Flusspfad-Durchmessers. Daher ist es wünschenswert, den angemessenen Flusspfad-Durchmesser jedem der Abschnitte S basierend auf diesem zu vermitteln.

**[0041]** Eine notwendige Dicke wird jeder der Trennwände W2 abhängig vom Druckwiderstand der Flusspfade vermittelt. Falls der Flusspfad-Durchmesser jedes der Abschnitte S zur Außenseite in Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 vergrößert wird und die Flusspfad-Querschnittsfläche zur Außenseite in der Radialrichtung vergrößert wird, anders als die Anordnung der in **Fig. 3B** illustrierten Abschnitte S ist es notwendig, die Dicke jeder der Trennwände W2 zur Außenseite in Radialrichtung im Hinblick auf die Beziehung mit Druckwiderstand zu vergrößern. Der Wärmetransfer-Koeffizient wird mit vergrößertem Flusspfad-Durchmesser reduziert. Dies verursacht eine Vergrößerung des Wärmetauschers 1.

**[0042]** Entsprechend, wenn der Wärmetauschkern 10 so entworfen ist, dass die Flusspfad-Querschnittsflächen der Abschnitte S in den Schichten des Wärmetauschkerns 10 gleich gemacht werden, ist es möglich, eine vorbestimmte Wärmetransferleistung und Druckwiderstand sicherzustellen, während die Vergrößerung des Wärmetauschers 1 vermieden wird.

**[0043]** Der Wärmetauschkern 10 kann zusammen mit den Trennwänden W2 durch additives Herstellen oder dergleichen integral gebildet werden, unter Verwendung eines Metallmaterials mit Charakteristika, welche für die Fluide geeignet sind, beispielsweise Edelstahl oder eine Aluminiumlegierung. Das additive Herstellen kann ein Produkt bereitstellen, in welchem zweidimensionale Formen durch Wiederholen

beispielsweise der Zufuhr von Metallpulver an einen Bildungsbereich in einer Einrichtung, Bestrahlen eines Lichtstrahls oder eines Elektronenstrahls auf Basis von zweidimensionalen Daten, die dreidimensionalen Querschnitt repräsentieren, Schmelzen des Metallpulvers, und Verfestigung des Metallpulvers gestapelt werden.

**[0044]** Die Dicke jeder der Wände W1 und dergleichen des Wärmetauschkerns 10, der durch additive Herstellung unter Verwendung des Metallmaterials erhalten wird, beträgt beispielsweise 0,3 mm bis 3 mm.

**[0045]** Der Wärmetauschkern 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird durch einen Schritt des Bildens der ersten Flusspfadgruppe G1 und der zweiten Flusspfadgruppe G2 durch additive Herstellung unter Verwendung des Metallmaterials hergestellt. Wie notwendig, kann Polieren und dergleichen am Produkt durchgeführt werden, welches durch den Bildungsschritt durch additive Herstellung erhalten wird.

**[0046]** Der Wärmetauschkern 10 kann integral gebildet werden, durch Schneiden oder dergleichen, ohne auf das additive Herstellen beschränkt zu sein.

**[0047]** Der Wärmetauschkern 10 kann durch Kombinieren der Vielzahl von Teilungswänden W1, die durch Biegen von Metallplatten gebildet sind, konfiguriert werden; jedoch wird der Wärmetauschkern 10 vorzugsweise integral gebildet. In dem Fall, bei dem der Wärmetauschkern 10 integral gebildet wird, muss der Wärmetauschkern 10 keine Dichtung erfordern, die verhindern, dass die Fluide aus einem Spalt zwischen Bauteilen auslecken.

**[0048]** In einem Fall der Verwendung der Dichtung ist es notwendig, dass die Dichtung eine angemessene elastische Deformationsmenge aufweist, um zuverlässig den Spalt zwischen den Bauteilen abdichten. In diesem Fall, um ein Auslecken der Fluide zu verhindern, ist es notwendig, Wartung wie beispielsweise Demontage der Bauteile des Wärmetauschkerns und Wiederbefestigen der Dichtung zwischen den Bauteilen durchzuführen. Um eine Beschädigung der Dichtung aufgrund von beispielsweise einer Änderung beim Deformationsbetrag, der durch Toleranz einer Dichtung verursacht wird, Assembliertoleranz, Änderung beim Druck der Fluide, Änderung der Dichtung mit der Zeit oder thermische Spannung zu verhindern, ist die Wartungs-Notwendigkeit für die Dichtung besonders hoch.

**[0049]** Im Gegensatz dazu, da der integral gebildete Wärmetauschkern 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Dichtung nicht enthält, ist es möglich, Zeit und Mühe für die Wartung stark zu reduzieren.

## Gehäuse und Kopf

**[0050]** Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** illustriert, ist das Gehäuse 20 in einer insgesamt im Wesentlichen zylindrischen Form gebildet. Das Gehäuse 20 wird beispielsweise aus Edelstahl oder einer Aluminiumlegierung mit Charakteristika, welche für die Fluide geeignet sind, hergestellt.

**[0051]** Das Gehäuse 20 beinhaltet einen Gehäusehauptkörper 21, der einen Innendurchmesser entsprechend einem Außendurchmesser des Wärmetauschkerns 10 aufweist und einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, und Großdurchmesserbereiche 22, die alle einen Durchmesser größer als ein Durchmesser des Gehäusehauptkörpers 21 aufweisen. Die Großdurchmesserbereiche 22 sind auf jeweiligen Enden des Gehäusehauptkörpers 21 in der Axialrichtung D1 vorgesehen. Diese Großdurchmesserbereiche 22 fungieren als ein erster Einlasskopf 221 und ein erster Auslasskopf 222.

**[0052]** Diese Köpfe 221 und 222 beinhalten jeweils ringförmige Innenräume 221A und 222A (**Fig. 2**) als Kommunikationsräume um die Seitenwand W0 des Wärmetauschkerns 10.

**[0053]** Der erste Einlasskopf 221 beinhaltet einen Einlassdurchlass 22A, durch welchen das erste Fluid von außerhalb einfließt. Der erste Einlasskopf 221 beinhaltet einen Auslassdurchlass 22B, durch welchen das erste Fluid zur Außenseite ausfließt.

**[0054]** Der Einlassdurchlass 22A kann nicht nur an einer Position bereitgestellt sein, sondern an jeder einer Vielzahl von Positionen in der Umfangsrichtung D2. Beispielsweise können zwei Einlassdurchlässe 22A punktsymmetrisch um das Zentrum des zweiten Querschnitts C2 herum angeordnet sein. Dies gilt für den Auslass-Durchlass 22B.

**[0055]** In jedem der Innenräume 221A und 222A der Köpfe 221 und 222 ist eine Flusspfad-Querschnittsfläche in einer Richtung (Radialrichtung), welche die Umfangsrichtung schneidet, ausreichend sichergestellt. Daher ist der Widerstand des ersten Fluids in jedem der Innenräume 221A und 222A kleiner als der Widerstand des ersten Fluids in jedem von Querschnitten 14, die unten beschrieben werden. Somit fließt das erste Fluid gleichermaßen in die erste Flusspfadgruppe G1 aus dem ersten Einlasskopf 221 durch die Querschnitte 14 und fließt das gleichermaßen durch die erste Flusspfadgruppe G1 fließende erste Fluid aus dem ersten Auslasskopf 222 durch die Querschnitte 14 heraus.

**[0056]** An dem einen Ende 10A des Spektroskopie-Detektors 20 in Axialrichtung D1 ist ein zweiter Einlasskopf 31 vorgesehen. Am anderen Ende 10B des

Gehäuses 20 in der Axialrichtung D1 ist ein zweiter Auslasskopf 32 vorgesehen.

**[0057]** Ein Spalt zwischen einem Flansch 31A des zweiten Einlasskopfs 31 und einem Flansch 231 des Gehäuses 20 wird durch ein nicht illustriertes ringförmiges Dichtteil abgedichtet. Ein Spalt zwischen einem Flansch 32A des zweiten Auslasskopfs 32 und einem Flansch 232 des Gehäuses 20 wird auch in ähnlicher Weise abgedichtet.

**[0058]** Die erste Flusspfadgruppe G1 ist mit einer Innenseite des ersten Einlasskopfs 221 und einer Innenseite des ersten Auslasskopfs 222 verbunden.

**[0059]** Die zweite Flusspfadgruppe G2 ist mit einer Innenseite des zweiten Einlasskopfs 31 und einer Innenseite des zweiten Auslasskopfs 32 verbunden. Ein Startende jedes der zweiten Flusspfade 102 öffnet sich innerhalb des zweiten Einlasskopfs 31. Ein terminales Ende jedes der zweiten Flusspfade 102 öffnet sich innerhalb des zweiten Auslasskopfs 32.

**[0060]** Von den Flusspfaden 101 und 102, die konzentrisch angeordnet sind, ist der an der äußersten Peripherie angeordnete Flusspfad vorzugsweise ein Flusspfad, in welchen das zweite Fluid aus dem zweiten Einlasskopf 31 in der Axialrichtung D1 fließt, und aus welchem das zweite Fluid zum zweiten Auslasskopf 32 in der Axialrichtung D1 herausfließt, wie jeder der zweiten Flusspfade 102 gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Als Ergebnis, selbst falls ein kurzer Pass, in welchen das erste Fluid, das aus dem ersten Einlasskopf 221 in der Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 einfließt, in einen Spalt zwischen dem Wärmetauschkern 10 und dem Gehäuse 20 fließt, auftritt, kann Wärme zwischen dem durch den Spalt fließenden ersten Fluid und dem durch den zweiten Flusspfad 102 auf der äußersten Peripherie fließenden Fluid getauscht werden. Daher kann eine Verschlechterung der Wärmetausch-Effizienz, die durch den kurzen Pass verursacht wird, verhindert werden.

**[0061]** Einflussrichtungen und Ausflussrichtungen des ersten Fluids und des zweiten Fluids in/aus dem Wärmetauschkern 10 können angemessen unter Berücksichtigung des Layouts der Einflusspfade und der Ausflusspfade, Interferenz der Köpfe mit dem ersten und zweiten Fluid und dergleichen bestimmt werden.

**[0062]** Beispielsweise, im Gegensatz zur vorliegenden Ausführungsform, kann der Wärmetauschkern 10 so konfiguriert werden, dass an dem einen Ende 10A des Wärmetauschkerns 10 das erste Fluid in die erste Axialrichtung D1 entlang der Axialrichtung D1 fließt und das zweite Fluid in die zweite Flusspfadgruppe G2 entlang der Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 fließt. In diesem Fall können die

unten beschriebenen Querspfade 14 so konfiguriert sein, dass sie nur mit der zweiten Flusspfadgruppe G2 von der ersten Flusspfadgruppe G2 und der zweiten Flusspfadgruppe G2 kommunizieren.

(Definition von Kreisform, Ringform und konzentrischer Form)

**[0063]** Der Querschnitt des Gehäuses 20 ist nicht streng auf die kreisförmige Form beschränkt und kann in einer im Wesentlichen kreisförmigen Form ausgebildet sein. In der vorliegenden Spezifikation ist die im Wesentlichen kreisförmige Form in der „kreisförmigen Form“ enthalten. Zusätzlich wird der „kreisförmigen Form“ gestattet, eine Toleranz gegenüber einem wahren Kreis aufzuweisen.

**[0064]** Die „kreisförmige Form“ beinhaltet beispielsweise eine polygonale Form, die eine Anzahl von Scheitelpunkten (beispielsweise Dekagonal-Form bis Icosagonal) beinhaltet, und eine Form mit einer n-fachen Rotations-Symmetrie, wobei n beispielsweise 10 bis 20 ist. Zusätzlich ist auch eine Form, in welcher Bögen kontinuierlich über im Wesentlichen die gesamte Umfangsrichtung D2 sind und Irregularitäten auf einem Teil des Umfangs vorhanden sind, in der „kreisförmigen Form“ beinhaltet.

**[0065]** Wie in der obigen Beschreibung, ist jeder der Querschnitte C1 bis C3 des Wärmetauschkerns 10 nicht streng auf die kreisförmige Form beschränkt und kann im Wesentlichen eine kreisförmige Form sein. Wie oben beschrieben, ist die im Wesentlichen kreisförmige Form in der „kreisförmigen Form“ enthalten. In dem ersten Querschnitt C1 ist es ausreichend, dass jeder der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 in einer im Wesentlichen ringförmigen Form gebildet ist. Gleichermaßen ist es ausreichend, dass die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 im Wesentlichen konzentrisch angeordnet sind. Ähnlich zur oben beschriebenen Definition der kreisförmigen Form ist die im Wesentlichen ringförmige Form in der „ringförmigen Form“ beinhaltet und ist die im Wesentlichen konzentrische Form in der „konzentrischen Form“ beinhaltet, in der vorliegenden Spezifikation.

**[0066]** Um die Wärmetransferfläche zu vergrößern, kann jede der Unterteilungswände W1 eine Vielzahl von Vorsprüngen 103 beinhalten, die von jeder der Trennwände W1 zu zumindest einem des ersten Flusspfads 101 und des zweiten Flanschbereichs 102 ansteigt, wie in **Fig. 7** illustriert. Die Vorsprünge 103 sind vorzugsweise auf jeder der Teilungswände W1 außer an beiden Enden jedes der ersten Flusspfad 101 in der Axialrichtung D1 vorgesehen, um das erste Fluid zu veranlassen, glatt aus den Querspäden 14, die unten beschrieben sind, in den ersten Flusspfad 101 zu fließen, mit Reduktion von Druckverlust, und das erste Fluid zu veranlassen, glatt aus den

ersten Fahrassistentzvorrichtungen 101 zu den Querpfeiden 14 herauszufliessen.

**[0067]** Der die Vorsprünge 103 beinhaltende Wärmetauschkern 10 kann integral durch additive Herstellung gebildet werden.

**[0068]** Der „konzentrischen Form“, in welcher eine Vielzahl von kreisförmigen Formen, die sich im Durchmesser unterscheiden, konzentrisch angeordnet sind, wird gestattet, Toleranz aufzuweisen, um mit den Zentren der jeweiligen kreisförmigen Form zu koinzidieren (Konzentrität). Mit anderen Worten beinhaltet die „im Wesentlichen konzentrische Form“ eine Form, in welcher die kreisförmigen Formen im Wesentlichen konzentrisch angeordnet sind. Die kreisförmigen Elemente, welche die konzentrischen Kreise bilden, folgen der Bedeutung der oben beschriebenen im Wesentlichen kreisförmigen Form. Die Vielzahl von Polygon-Formen kann „im Wesentlichen konzentrisch“ angeordnet sein, während die Zentren der jeweiligen Polygonformen zueinander koinzident gemacht werden, oder die Zentren der polygonen Form und der rotations-symmetrischen Form zueinander koinzident gemacht werden.

**[0069]** Ein Fall, in dem die Querschnitte des Gehäuses 20 und des Wärmetauschkerns 10 die kreisförmigen Formen sind, die Querschnitte der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 die ringförmigen Formen sind, und die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 konzentrisch angeordnet sind, ist im Hinblick auf den Ausgleich der Spannung, die Wärmetransferfläche und den Flusszustand am bevorzugtesten.

**[0070]** Jedoch weisen in einem Fall, bei dem die Querschnitte des Gehäuses 20 und des Wärmetauschkerns 10 die im Wesentlichen kreisförmigen Formen sind, die ersten Flusspfade 101 und die zweiten Flusspfade 102 die im Wesentlichen ringförmigen Formen in dem ersten Querschnitt C1 auf, oder die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 sind im Wesentlichen insgesamt konzentrisch angeordnet, ist es auch möglich, Effekte zu erzielen, die äquivalent zu den unten beschriebenen Effekten durch die vorliegende Ausführungsform sind.

(Beschreibung von Zweitem Querschnitt und Querpfeid)

**[0071]** Wie in **Fig. 4** illustriert, die dem längs IV-IV in **Fig. 2** genommenen Querschnitt entspricht, beinhaltet der Wärmetauschkern 10 die Querpfeide 14, welche die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 queren und nur mit der ersten Flusspfadgruppe G1 kommunizieren. In dem in **Fig. 4** illustrierten zweiten Querschnitt C2 erstrecken sich die Querpfeide 14 in Radialrichtung des Wärme-

tauschkerns 10 und kommunizieren mit dem Innenraum 221A des ersten Einlasskopfs 221. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** illustriert, penetrieren die Querpfeide 14 die Seitenwand W0 und die Unterteilungswände W1 in der Dickenrichtung.

**[0072]** Obwohl nicht illustriert, ähnelt eine längs Linie IVx-IVx in **Fig. 2** genommene Querschnittsansicht der Querschnittsansicht in **Fig. 4**. Der längs Linie IVx-IVx in **Fig. 2** genommene Querschnitt entspricht dem zweiten Querschnitt C2. Der längs Linie IVx-IVx genommene Querschnitt wird als ein zweiter Querschnitt C2x bezeichnet. Die Querpfeide 14, die in dem zweiten Querschnitt C2x positioniert sind, kommunizieren mit dem Innenraum 222A des ersten Auslasskopfs 222. In sowohl dem zweiten Querschnitt C2 als auch dem zweiten Querschnitt C2x ist die Vielzahl von (acht in der vorliegenden Ausführungsform) Querpfeiden 14 in der Umfangsrichtung D2 verteilt. Da die Vielzahl von Querpfeiden 14 in der Umfangsrichtung D2 verteilt ist, kann die Starrheit und Stärke des Wärmetauschkerns 10 in der Umfangsrichtung D2 gleichförmig gemacht werden und kann der Flusszustand des ersten Fluids in der Umfangsrichtung D2 gleichförmig gemacht werden. Die Flussrate des in jedem der Querpfeide 14 fließenden ersten Fluids wird leicht ausgeglichen, da die Anzahl von Querpfeiden 14 groß ist. Als Ergebnis wird Wärme ausreichend zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid, das gleichmäßig über die gesamte Umfangsrichtung D2 fließt, ausgetauscht. Unter Berücksichtigung davon sind in jedem der zweiten Querschnitt C2 und C2x vorzugsweise vier oder mehr Querpfeide 14 verteilt. Jedoch kann in jedem der zweiten Querschnitte C2 und C2x die Anzahl von Querpfeiden 14 drei oder weniger (einschließlich eins) sein.

**[0073]** Um zum Ausgleich der Flussrate des durch jeden der Querpfeide 14 fließenden ersten Fluids beizutragen, ist die Vielzahl von Querpfeiden 14 vorzugsweise mit gleichen Intervallen in der Umfangsrichtung D2 verteilt. Mit anderen Worten ist der Wärmetauschkern 10 vorzugsweise symmetrisch um das Zentrum jedes der zweiten Querschnitte C2 und C2x gebildet.

**[0074]** Weiter sind die Flusspfad-Querschnittsflächen der jeweiligen Querpfeide 14 vorzugsweise zueinander gleich. Dies ermöglicht es, eine Länge eines Abschnitts, wo das erste Fluid und das zweite Fluid in Gegenstromflussweise entlang der Axialrichtung D1 fließen, in der Umfangsrichtung D2 der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 sicherzustellen. Die Toleranz der Flusspfad-Querschnittsfläche jedes der Querpfeide 14 ist gestattet.

**[0075]** Die Querschnittsform und Öffnungsformen in der Seitenwand W0 der Querpfeide 14 sind rechteckige Formen im in **Fig. 1** und **Fig. 2** illustrierten Bei-



spiel, können aber angemessene Formen wie etwa kreisförmige Formen sein. Die Öffnungen der Querspfade 14 sind in der Seitenwand W0 in der Umfangsrichtung D2 verteilt.

**[0076]** Zusätzlich, um zum Ausgleich der Flussrate des durch jeden der Querspfade 14 wie in der obigen Beschreibung fließenden ersten Fluids beizutragen, sind der Einlassdurchlass 22A und die Querspfade 14 vorzugsweise in Phase zueinander verschoben, es sind nämlich der Einlassdurchlass 22A und die Querspfade 14 vorzugsweise an zueinander unterschiedlichen Positionen in der Umfangsrichtung D2 angeordnet, wie in **Fig. 4** illustriert. Wenn der Einlassdurchlass 22A und die Querspfade 14 in Phase verschoben sind, ist es möglich, zuverlässiger das Auftreten einer Disproportion in der Flussrate des durch jeden der Querspfade 14 fließenden Fluids zu verhindern, im Vergleich mit einem Fall, bei dem der Einlassdurchlass 22A und die Querspfade 14 nicht in Phase verschoben sind (Einlassdurchlass 22A und alle Querspfade 14 sind an derselben Position in Umfangsrichtung D2 positioniert).

**[0077]** Jeder der Querspfade 14 beinhaltet einen Satz von röhrenförmigen Querwänden W3, die in der Fläche der zweiten Flusspfade 102 positioniert sind. Jede der Querspfade 14 ist von der zweiten Flusspfadgruppe G2 durch die Querwände W3 abgetrennt. Jede der Querwände W3 ist integral mit den Teilungswänden W1 zwischen jeglichen zwei Teilungswänden W1 angrenzend in Radialrichtung an dem Wärmetauschkern 10 vorgesehen. Achsen der entsprechenden Querwände W3 sind auf derselben geraden Linie positioniert. Jeder der ersten Flusspfade 101 kommuniziert mit der Innenseite der Querwände W3.

**[0078]** Alle der ersten Flusspfade 101 vom ersten Flusspfad 101, der an einer äußeren Peripherie-Seite des Wärmetauschkerns 10 positioniert ist, bis zu dem (nicht illustrierten) ersten Flusspfad, der nahe dem Axialzentrum des Wärmetauschkerns 10 positioniert ist, kommunizieren mit dem Innenraum 221A des ersten Einlasskopfs 221 und dem Innenraum 221A des ersten Auslasskopfes 222 durch die Vielzahl von Querspfaßen 14, die sich radial aus der Umgebung des Axialzentrums des Wärmetauschkerns 10 erstrecken, und kommunizieren weiter mit der Außenseite des Wärmetauschers 1.

(Beschreibung von drittem Querschnitt)

**[0079]** **Fig. 5**, die der Längslinie V-V in **Fig. 2** und **Fig. 6** genommenen Querschnitt entspricht, illustriert den dritten Querschnitt C3, der auf der Außenseite des zweiten Querschnitts C2 in der Axialrichtung D1 positioniert ist.

**[0080]** Wie in **Fig. 6** illustriert, beinhaltet die mit den oben beschriebenen Querspfaßen 14 kommunizierende erste Flusspfadgruppe G1 Sperrwände W4, die auf der Außenseite des zweiten Querschnitts C2 in Axialrichtung D1 positioniert sind. Das durch die erste Flusspfadgruppe G1 fließende erste Fluid fließt nicht in der Axialrichtung D1 über die Sperrwände W4, welche die Axialrichtung D1 schneiden. Jede der Sperrwände W4 schließt einen Spalt zwischen jeweils zwei angrenzenden Teilungswänden W1.

**[0081]** Die erste Flusspfadgruppe G1 ist im dritten Querschnitt C3 (**Fig. 5**) durch die Sperrwände W4 geschlossen. Entsprechend ist nur die zweite Flusspfadgruppe G2 in dem dritten Querschnitt C3 anwesend. In einem Bereich, der mit einem Gittermuster in **Fig. 5** illustriert ist, ist die erste Flusspfadgruppe G1 nicht vorhanden.

**[0082]** Die zweite Flusspfadgruppe G2 ist zum zweiten Einlasskopf 31 und dem zweiten Auslasskopf 32 an den jeweiligen Enden des Wärmetauschkerns 10 geöffnet.

**[0083]** Obwohl nicht illustriert, ähnelt eine längs der Linie Vx-Vx in **Fig. 2** genommene Querschnittsansicht der Querschnittsansicht in **Fig. 5**. Der längs der Linie Vx-Vx in **Fig. 2** genommene Querschnitt entspricht einem dritten Querschnitt C3x, der auf der Außenseite des zweiten Querschnitts C2x im Axialrichtung D1 positioniert ist. Der längs der Linie Vx-Vx genommene Querschnitt wird als dritter Querschnitt C3x bezeichnet.

**[0084]** Wie in **Fig. 6** illustriert, ist die erste Flusspfadgruppe G1 im dritten Querschnitt C3x durch die Sperrwände W4 geschlossen. Entsprechend ist nur die zweite Flusspfadgruppe G2 im dritten Querschnitt C3x anwesend.

(Fluss von erstem Fluid und Fluss von zweitem Fluid)

**[0085]** Ein Fluss des ersten Fluids und ein Fluss des zweiten Fluids im Wärmetauschkern 10 werden unter Bezugnahme auf **Fig. 2**, **Fig. 4** und **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6** illustriert einen Teil eines vertikalen Querschnitts des Wärmetauschkerns 10.

**[0086]** Wie durch gestrichelte Pfeile in **Fig. 6** illustriert, fließt das in den zweiten Einlasskopf 31 über einen nicht illustrierten Einlassdurchlass fließende zweite Fluid in die Startenden der zweiten Flusspfade 102 der zweiten Flusspfadgruppe G2. Zu dieser Zeit, da die zweite Flusspfadgruppe G2 symmetrisch um das Zentrum des dritten Querschnitts C3 gebildet ist, fließt das zweite Fluid gleichförmig in die zweiten Flusspfade 102 über die Gesamtheit in Umfangsrichtung D2, und fließt durch die zweiten Flusspfade 102 in der Axialrichtung D1. Das zweite Fluid fließt aus den terminalen Enden der zweiten

Flusspfade 102 zur Innenseite des zweiten Auslasskopfs 32 und fließt weiter zur Außenseite des Wärmetauschers 1 über einen nicht illustrierten Auslass-Durchlass.

**[0087]** Wie durch durchgezogene Pfeile in **Fig. 6** illustriert, fließt das erste Fluid, das in den Innenraum 221A des ersten Einlasskopfs 221 aus dem Einlassdurchlass 22A fließt, gleichförmig in die erste Flusspfadgruppe G1 in der Umfangsrichtung D2 durch die Querpfade 14, die sich in die Seitenwand W0 öffnen.

**[0088]** Zu dieser Zeit wird das erste Fluid von innerhalb des ersten Einlasskopfs 221 zur Vielzahl von Querpfade 14 verteilt, ohne disproportional an einige der Querpfade 14 nahe dem Einlassdurchlass 22A verteilt zu werden. In jedem der Querpfade 14 passiert das erste Fluid das Innere der Querwände W3, die durch abwechselnd lange und zwei kurze Strichlinien in **Fig. 6** illustriert sind und wird an die ersten Flusspfade 101 zur Innenseite in der Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 verteilt.

**[0089]** Danach wird die Flussrate des durch jeden der ersten Flusspfade 101 in der Axialrichtung D1 fließenden ersten Fluids gleich über die Gesamtheit in der Umfangsrichtung D2 aufrechterhalten, basierend auf der Symmetrie des Wärmetauschkerns 10 im zweiten Querschnitt C2, wo die Querpfade 14 positioniert sind. Entsprechend kann die Wärme ausreichend zwischen dem durch die zweiten Flusspfade 102 fließenden zweiten Fluid und dem ersten Fluid über die Gesamtheit eines Bereichs, wo der erste Querschnitt C1 fortgesetzt wird, unter der Bedingung des Gegenstromflusses ausgetauscht werden, der leicht eine große Temperaturdifferenz zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid sicherstellt, während das erste Fluid und das zweite Fluid durch die Flusspfade 101 und 102 fließen.

**[0090]** Nach Erreichen der Terminal-Enden der ersten Flusspfade 101 wird das durch die ersten Flusspfade 101 in der Axialrichtung D1 fließende erste Fluid in Flussrichtung ab der Axialrichtung D1 bis zur Radialrichtung geändert, passiert das Innere der Querpfade 14, die radial ab dem Axialzentrum des Wärmetauschkerns 10 angeordnet sind und fließt durch die Querpfade 14 zur Außenseite in Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10, während zusammengeführt wird. Danach fließt das aus den Querpfa-den 14 zur Innenseite des ersten Auslasskopfs 222 fließende erste Fluid aus dem Auslassdurchlass 22B zur Außenseite des Wärmetauschers 1 aus.

(Haupt-Effekte durch die vorliegende Ausführungsform)

**[0091]** Gemäß dem Wärmetauscher 1 der vorliegenden oben beschriebenen Ausführungsform, basierend auf der Konfiguration des Wärmetausch-

kerns 10, in welchem das Gehäuse 20 eine Form symmetrisch um das Axialzentrum hat und die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 symmetrische konzentrische Stapel sind, kann Wärmetausch effizient über die Gesamtheit des Wärmetauschkerns 10 durchgeführt werden, durch welchen das erste Fluid und das zweite Fluid gleichermaßen fließen, während die durch Druck der Fluide und dergleichen verursachte Spannung gleichförmig insgesamt an den Wärmetauschkern 10 verteilt wird, und die Wärmetransferfläche des ersten Fluids und des zweiten Fluids weitgehend gesichert ist.

**[0092]** Aus dem Obigen ist es möglich, die Zuverlässigkeit zu verbessern, indem der Wärmetauschkern 10 daran gehindert wird, beschädigt zu werden, und dieselbe Wärmetausch-Leistungsfähigkeit durch einen kleiner bemessenen Wärmetauschkern 10 zu erzielen.

(Modifikation)

**[0093]** Ein Wärmetauscher gemäß einer Modifikation der vorliegenden Offenbarung wird unter Bezugnahme auf **Fig. 8**, **Fig. 9A** und **Fig. 9B** beschrieben.

**[0094]** Der Wärmetauscher gemäß der Modifikation beinhaltet einen Wärmetauschkern 40, der in **Fig. 8** illustriert ist, und ein nicht illustriertes Gehäuse. Das nicht illustrierte Gehäuse, das den Wärmetauschkern 40 unterbringt, ist vorzugsweise in einer Weise ähnlich zum Gehäuse 20 konfiguriert (**Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 4** und **Fig. 6**) gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform.

**[0095]** **Fig. 9A** illustriert einen Querschnitt (erster Querschnitt C1) des Wärmetauschkerns 40, der längs Linie IXA-IXA in **Fig. 8** genommen ist. Wie in **Fig. 9A** illustriert, beinhaltet der Wärmetauschkern 40 die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2, die insgesamt konzentrisch angeordnet sind, wie beim Wärmetauschkern 10 gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform. Der Wärmetauschkern 40 kann auch durch additive Herstellung unter Verwendung eines Metallmaterials gebildet werden.

**[0096]** Nachfolgend werden Konfiguration und Effekte des Wärmetauschkerns 40 beschrieben, während auf andere Sachen als den Wärmetauschkern 10 gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform fokussiert wird. Im Wärmetauschkern 40 werden ähnliche Komponenten wie die Komponenten des Wärmetauschkerns 10 durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet.

**[0097]** Wie in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** illustriert, ist jeder der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 in eine Vielzahl von Abschnitten S durch Trennwände W5 unterteilt.

**[0098]** Um die Wärmetransfer-Koeffizienten in der Umfangsrichtung D2 auszugleichen, weisen die Abschnitte S alle vorzugsweise einen gleichen Flusspfad-Durchmesser auf und sind vorzugsweise über den gesamten Umfang des Wärmetauschkerns 40 angeordnet.

**[0099]** Wie in **Fig. 9A** illustriert, sind die, die zweiten Flusspfade 102 bildenden Abschnitte S (S2) in einer Spiralforn um eine Achse A des Wärmetauschkerns 40 angeordnet. Weiter, wie in **Fig. 9B** illustriert, sind auch die, die ersten Flusspfade 101 bildenden Abschnitte S (S1) in einer Spiralforn um die Achse A gebildet.

**[0100]** Die durch jeden der Abschnitte S1 gezeichnete Spirale, und die durch jeden der Abschnitte S2 gezeichnete Spirale sind von ihrer Richtung her entgegengesetzt. Wenn die Abschnitte S1 des ersten Flusspfads 101 und die Abschnitte S2 des zweiten Flanschbereichs 102 von einer Endseite D11 gesehen werden (**Fig. 8**), in Axialrichtung D1, erstrecken sich die Abschnitte S2 alle in der Spiralforn in einer Uhrzeigersinn-Richtung R1, wie in **Fig. 9A** illustriert, und erstrecken sich die Abschnitte S1 alle in der Spiralforn in einer Gegenuhrzeigersinn-Richtung R2, wie in **Fig. 9B** illustriert.

**[0101]** In **Fig. 9A** wird ein Bereich eines Abschnitts S2 mit einem Schräglinienmuster illustriert. In **Fig. 9B** wird gleichermaßen ein Bereich eines Abschnitts S1 mit einem Schräglinienmuster illustriert.

**[0102]** Die Trennwände W2 (**Fig. 3B**) gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform sind alle parallel mit der Axialrichtung D1 des Wärmetauschkerns 10 gebildet, während die Trennwände W5, die die Abschnitte S2 in der Umfangsrichtung D2 partitionieren, in einer Spiralforn in der Gegenuhrzeigersinn-Richtung R1 gebildet sind, bei Sicht von einer Endseite D11 (**Fig. 8**) in der Axialrichtung D1, wie in **Fig. 9A** illustriert. Weiter, wie in **Fig. 9B** illustriert, sind die, die Abschnitte S1 in der Umfangsrichtung D2 partitionierenden Trennwände W5 in einer Spiralforn in der Gegenuhrzeigersinn-Richtung R2 bei Sicht aus der einen Endseite D11 in der Axialrichtung D1 gebildet.

**[0103]** Nachdem das zweite Fluid in die Abschnitte S2 der zweiten Flusspfade 102 von der einen Endseite D11 in der Axialrichtung D1 fließt, wie durch gestrichelte Pfeile in **Fig. 8** illustriert, fließt das zweite Fluid aus der einen Endseite D11 zur anderen Endseite D12 in der Spiralforn in der Uhrzeigersinn-Richtung R1 um die Achse des Wärmetauschkerns 40 entlang den Abschnitten S2.

**[0104]** Im Gegensatz dazu, nachdem das erste Fluid in die Abschnitte S1 der ersten Flusspfade

101 von der anderen Endseite D12 in der Axialrichtung D1 fließt, wie durch durchgezogenen Pfeile in **Fig. 8** illustriert, fließt das erste Fluid in der Spiralforn in einer Richtung (Gegenuhrzeigersinn-Richtung R2) entgegengesetzt zur Flussrichtung des zweiten Fluids entlang den Abschnitten S1 und quert den Fluss des zweiten Fluids. Das erste Fluid fließt zu dieser Zeit in der Spiralforn in der Uhrzeigersinn-Richtung bei Sicht aus der anderen Endseite D12.

**[0105]** In dem Fall, bei dem die Abschnitte S1 und S2 beide parallel zur Axialrichtung D1 gebildet sind, wie in der oben beschriebenen Ausführungsform, wird die Positionsbeziehung zwischen einem spezifischen Abschnitt S1 (optional ein Abschnitt S1, dasselbe gilt nachfolgend) und einem spezifischen Abschnitt S2 (optional ein Abschnitt S2, dasselbe gilt nachfolgend) im Querschnitt C1 des Wärmetauschkerns 40 nicht in den anderen Querschnitt C4 verändert (**Fig. 8**), der vom Querschnitt C1 in der Axialrichtung D1 getrennt ist.

**[0106]** Im Gegensatz dazu, wenn die Abschnitte S1 und S2 beide in der Spiralforn in entgegengesetzten Richtungen bei Sicht aus der einen Endseite D11 des Wärmetauschkerns 40 gebildet sind, wird die Positionsbeziehung zwischen dem spezifischen Abschnitt S1 und dem spezifischen Abschnitt S2 in der Axialrichtung D1 geändert. Mit anderen Worten, wenn der spezifische Abschnitt S1 am spezifischen Abschnitt S2 angrenzt (beispielsweise dem in **Fig. 9A** schwarz gezeichneten Abschnitt S2) im Querschnitt C1 mit der Position des spezifischen Abschnitts S2 als einer Referenz, ist ein anderer Abschnitt S1 an den spezifischen Abschnitt S2 im Querschnitt C4 angrenzend. Der Abschnitt S1 angrenzend an dem schwarzen Abschnitt S2 im Querschnitt C1 ist vom schwarzen Abschnitt S2 in der Gegenuhrzeigersinn-Richtung R2 getrennt, bei Sicht von der einen Endseite D11 in dem Querschnitt C4.

**[0107]** Aufgrund der Nicht-Gleichförmigkeit der Flussraten des ersten Fluids und des zweiten Fluids, die jeweils in die ersten Flusspfade 101 und die zweiten Flusspfade 102 und dergleichen fließen, kann ein Platz, wo eine Temperatur lokal hoch ist, oder ein Platz, wo die Temperatur lokal niedrig ist, in den ersten Flusspfaden 101 und den zweiten Flusspfaden 102 des Wärmetauschkerns 40 vorhanden sein.

**[0108]** Beispielsweise, selbst wenn der Platz, wo die Temperatur lokal hoch ist (in **Fig. 9A** in schwarz gezeichnetem Abschnitt S2) in einem der zweiten Flusspfade 102 im Querschnitt C1 des Wärmetauschkerns 40 vorhanden ist, tauscht der Abschnitt S2, wo die Temperatur lokal hoch ist, sequentiell Wärme mit jedem der Abschnitte S1, die in der Umfangsrichtung D2 angeordnet sind, weil das zweite Fluid entlang den Abschnitten S2 in der Uhr-

zeigersinn-Richtung R1 fließt und das erste Fluid entlang den Abschnitten S1 in der Gegenuhrzeigersinn-Richtung R2 fließt. Daher ist es möglich, Nicht-Gleichförmigkeit der Wärmetransfermenge in den Wärmetauschkern 40 zu unterdrücken.

**[0109]** In der vorliegenden Modifikation wird das Beispiel, in welchem das erste Fluid und das zweite Fluid die Gegenstromflüsse bilden, beschrieben. Jedoch, in einem Fall, bei dem das erste Fluid und das zweite Fluid Parallelstromflüsse bilden, können ähnliche Effekte zu den oben beschriebenen Betriebseffekten erzielt werden, weil das in der Uhrzeigersinn-Richtung R1 fließende zweite Fluid und das in der Gegenuhrzeigersinn-Richtung R2 fließende erste Fluid bei Sicht aus der einen Endseite D11 einander kreuzen.

**[0110]** Im in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** illustrierten Beispiel werden die Abschnitte S1 und S2 so eingestellt, dass sie die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 mit gleichen Zentrumswinkeln im selben Querschnitt des Wärmetauschkerns 40 unterteilen. In diesem Fall sind die Trennwände W5 der ersten Flusspfade 101 und die Trennwände W5 der zweiten Flusspfade 102 radial ab dem Axialzentrum des Wärmetauschkerns 40 gebildet, während sie in der Radialrichtung des Wärmetauschkerns 40 kontinuierlich sind.

**[0111]** Im Gegensatz dazu können, wie in **Fig. 10** illustriert, die Positionen der Trennwände W5 jedes ersten Flusspfads 101 und die Positionen der Trennwände W5 jedes zweiten Flanschbereichs 102, sich in der Umfangsrichtung D2, zwischen den angrenzenden ersten und zweiten Flusspfaden 101 und 102 in der Radialrichtung unterscheiden. Dies wird bevorzugt, weil die auf den Wärmetauschkern 40 wirkende Spannung gleichförmig in der Umfangsrichtung D2 verteilt wird. Es ist anzumerken, dass die Anordnung der in **Fig. 10** illustrierten Trennwände W5 auf die Trennwände W2 (**Fig. 3B**) anwendbar ist, die sich parallel mit der Axialrichtung D1 des Wärmetauschkerns 10 erstrecken, ohne auf die Trennwände W5 beschränkt zu sein, die jedes in der Spiralform gebildet ist.

**[0112]** Wie in **Fig. 3B**, die oben beschrieben ist, illustriert, selbst in dem Fall, bei dem die Flusspfade-Durchmesser der Abschnitte S zueinander gleich gemacht werden, unterscheiden sich die Positionen der Trennwände W2 jedes ersten Flusspfads 101 in der Umfangsrichtung D2 und die Positionen der Trennwände W2 jedes zweiten Flanschbereichs 102 in der Umfangsrichtung D2 zwischen den angrenzenden ersten und zweiten Flusspfaden 101 und 102 in der Radialrichtung voneinander. Dies wird im Hinblick auf die Spannungsverteilung bevorzugt.

**[0113]** Weiter, anders als der Fall, bei dem die Trennwände W5 radial ab dem Axialzentrum des Wärmetauschkerns 40 gebildet sind, wenn der Wärmetauschkern 10 so entworfen ist, dass die Flusspfad-Querschnittsflächen der Abschnitte S in den Schichten des Wärmetauschkerns 10 gleich gemacht werden, durch Anordnen der Trennwände W2 (oder W5) auf solche Weise, dass Positionen der Trennwände W2 (oder W5) in der Umfangsrichtung D2 sich zwischen den angrenzenden ersten und zweiten Flusspfaden 101 und 102 in der Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 (oder 40) unterscheiden, ist es möglich, die vorbestimmte Transfer-Leistungsfähigkeit und Druckwiderstandsfähigkeit sicherzustellen, während eine Vergrößerung des Wärmetauschers 1 vermieden wird, wie oben beschrieben.

(Ergänzende Anmerkung)

**[0114]** Der Wärmetauschkern, der Wärmetauscher und das Verfahren zum Herstellen des Wärmetauschkerns gemäß der oben beschriebenen Ausführungsformen verstehen sich wie folgt.

**[0115]** (1) Ein Wärmetauschkern gemäß einem ersten Aspekt ist ein Wärmetauschkern 10 oder 40, der Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid durchführt und beinhaltet einen kreisförmigen ersten Querschnitt C1, in welchem eine erste Flusspfadgruppe G1 für das erste Fluid und eine zweite Flusspfadgruppe G2 für das zweite Fluid positioniert sind. Erste Flusspfade 101, die in der ersten Flusspfadgruppe G1 enthalten sind, und zweite Flusspfade 102, die in der zweiten Flusspfadgruppe G2 enthalten sind, sind ringförmig in dem ersten Querschnitt C1 angeordnet. Die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 sind insgesamt konzentrisch in dem ersten Querschnitt C1 angeordnet. Jeder der ersten Flusspfade 101 und zweiten Flusspfade 102 ist in eine Vielzahl von Abschnitten S (oder S1 und S2) in einer Umfangsrichtung D2 des Wärmetauschkerns 10 unterteilt.

**[0116]** Basierend auf der Konfiguration, in der die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 symmetrisch und konzentrisch gestapelt sind, kann Wärmetausch effizient über den gesamten Wärmetauschkern durchgeführt werden, durch welchen das erste Fluid und das zweite Fluid gleich fließen, während durch Druck der Fluide und dergleichen verursachte Spannung gleichförmig insgesamt auf den Wärmetauschkern verteilt wird und die WärmeTransferfläche des ersten Fluids und des zweiten Fluids weitgehend sichergestellt ist.

**[0117]** Zusätzlich, da jeder der Flusspfade (101 und 102) in Abschnitte S unterteilt ist, kann die Wärme-transfer-Effizienz verbessert werden. Weiter können Starrheit und Festigkeit des Wärmetauschkerns ins-

besondere in radialer Richtung durch Wände (W2 und W5), welche die Flusspfade in Abschnitte S unterteilen, verbessert werden.

**[0118]** Wie oben beschrieben, beinhaltet die „kreisförmige Form“ die im Wesentlichen kreisförmige Form, beinhaltet die „ringförmige Form“ die im Wesentlichen ringförmige Form und beinhaltet die „konzentrische Form“ die im Wesentlichen konzentrische Form.

**[0119]** (2) Ein Wärmetauschkern gemäß einem zweiten Aspekt beinhaltet weiter einen zweiten Querschnitt C2, in welchem Querpfade 14, die die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 queren, positioniert sind. Die Querpfade 14 kommunizieren mit entweder der ersten Flusspfadgruppe G1 oder der zweiten Flusspfadgruppe G2, sind von der anderen von der ersten Flusspfadgruppe G1 und der zweiten Flusspfadgruppe G2 getrennt und erstrecken sich längs einer Radialrichtung des Wärmetauschkerns 10 in dem zweiten Querschnitt C2.

**[0120]** Entweder das erste Fluid oder das zweite Fluid fließt aus dem Querpfade 14 in jeden der Flusspfade (101 oder 102), indem sie wiederholt verzweigt werden, oder fließt aus jedem der Flusspfade (101 und 102) zu den Querpfaden 14, indem sie wiederholt zusammengeführt werden. Mit anderen Worten ist es möglich, jeden der Flusspfade der Flusspfadgruppe (G1 oder G2) nach außerhalb des Wärmetauschkerns zu kommunizieren, durch einfache Pfade, dadurch, dass die Querpfade 14 die Flusspfadgruppe kreuzen.

**[0121]** (3) In einem Wärmetauschkern gemäß einem dritten Aspekt sind zwei oder mehr Querpfade 14 in der Umfangsrichtung D2 des Wärmetauschkerns 10 verteilt.

**[0122]** Als Ergebnis können Starrheit und Festigkeit des Wärmetauschkerns in der Umfangsrichtung D2 gleichförmig gemacht werden. Zusätzlich fließt das Fluid gleichförmig in jeden der Querpfade 14, die in der Umfangsrichtung D2 verteilt sind, und fließt das Fluid weiter gleichförmig in jeden der Flusspfade (101 oder 102) aus den Querpfaden 14. Alternativ fließt das Fluid gleichförmig aus jedem der Flusspfade (101 oder 102) zu den Querpfaden 14 heraus und fließt das Fluid weiter gleichförmig aus den Querpfaden 14 zu außerhalb des Wärmetauschkerns. Daher ist es möglich, den Flusszustand des Fluids in der Umfangsrichtung D2 auszugleichen.

**[0123]** (4) In einem Wärmetauschkern gemäß einem vierten Aspekt weist jeder der zwei oder mehr Querpfade 14 eine gleiche Flusspfad-Querschnittsfläche auf.

**[0124]** Dies ermöglicht es, gleichförmig eine Länge eines Abschnitts sicherzustellen, wo das erste Fluid und das zweite Fluid in der Axialrichtung D1 in der Umfangsrichtung D2 der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 fließen.

**[0125]** (5) Ein Wärmetauschkern gemäß einem fünften Aspekt beinhaltet weiter einen dritten Querschnitt C3, der auf der Außenseite des zweiten Querschnitts C2 in einer Axialrichtung D1 orthogonal zu einem Querschnitt des Wärmetauschkerns 10 positioniert ist. Von der ersten Flusspfadgruppe G1 und der zweiten Flusspfadgruppe G2 ist eine Flusspfadgruppe, die mit dem Äußeren des Wärmetauschkerns 10 durch die Querpfade 14 kommuniziert, im dritten Querschnitt C3 geschlossen.

**[0126]** Mit dieser Konfiguration ist von der ersten Flusspfadgruppe G1 und der zweiten Flusspfadgruppe G2 eine Flusspfadgruppe, die mit den Querpfade 14 kommuniziert, von der anderen Flusspfadgruppe in der Axialrichtung D1 getrennt. Daher ist es möglich, Interferenz und Komplikation der Einflusspfade und der Ausflusspfade in jedem des ersten Fluids und des zweiten Fluids zu vermeiden. Als Ergebnis ist es möglich, den Wärmetauscher, der den Wärmetauschkern, das Gehäuse und Köpfe beinhaltet, insgesamt zu konfigurieren, gut zu passen.

**[0127]** (6) In einem Wärmetauschkern gemäß einem sechsten Aspekt ist eine Flussrichtung des durch die erste Flusspfadgruppe G1 entlang einer Axialrichtung D1 orthogonal zu einem Querschnitt des Wärmetauschkerns 10 fließenden ersten Fluids entgegengesetzt zu einer Flussrichtung des durch die zweite Flusspfadgruppe G2 entlang der Axialrichtung D1 fließenden zweiten Fluids. In diesem Fall bilden das erste Fluid und das zweite Fluid Gegenstromflüsse.

**[0128]** Als Ergebnis sichern das erste Fluid und das zweite Fluid leicht Temperaturdifferenz während des Fließens durch die Flusspfade (101 und 102). Daher wird der Wärmetausch effizient durchgeführt.

**[0129]** (7) In einem Wärmetauschkern gemäß einem siebten Aspekt beinhalten Teilungswände W1, welche die erste Flusspfadgruppe G1 und die zweite Flusspfadgruppe G2 unterteilen, alle einen Vorsprung 103, der zu zumindest einem des ersten Flusspfads 101 und des zweiten Flanschbereichs 102 ansteigt. Der Vorsprung 103 kann die Wärme-transferfläche vergrößern.

**[0130]** (8) In einem Wärmetauschkern gemäß einem achten Aspekt, weist die Vielzahl von Abschnitten S alle einen gleichen Flusspfad-Durchmesser über das gesamte der ersten Flusspfadgruppe G1 und der zweiten Flusspfadgruppe G2 auf.

**[0131]** Als Ergebnis wird ein Flusszustand, wie etwa Reibungsverlust, von allen Abschnitten S gleichförmig gemacht, so dass die Wärmetransfer-Koeffizienten von allen der Abschnitte S gleichförmig gemacht werden können. Zusätzlich, da die Spannung gleichförmig insgesamt in einer Ebenenrichtung des Querschnitts des Wärmetauschkerns 10 verteilt wird, kann die Spannung gleichförmig gemacht werden.

**[0132]** (9) In einem Wärmetauschkern gemäß einem neunten Aspekt unterscheiden sich Positionen der Unterteilungswände W2 (oder W5), die die Abschnitte S (oder S1 und S2) in der Umfangsrichtung D2 des Wärmetauschkerns unterteilen, in der Umfangsrichtung D2 zwischen den angrenzenden ersten und zweiten Flusspfaden 101 und 102 in einer Radialrichtung des Wärmetauschkerns. In dieser Konfiguration kann Spannung gleichförmig in der Umfangsrichtung D2 des Wärmetauschkerns verteilt werden.

**[0133]** Zusätzlich, anders als der Fall, bei dem die Teilungswände W2 (oder W5) im Axialzentrum des Wärmetauschkerns 40 radial gebildet sind, wenn der Wärmetauschkern 10 so entworfen ist, dass die Flusspfad-Querschnittsflächen der Abschnitte in den Schichten des Wärmetauschkerns 10 gleich gemacht sind, ist es möglich, eine vorbestimmte Wärmetransfer-Leistungsfähigkeit und Druckwiderstandsfähigkeit sicherzustellen, während das Vergrößern des Wärmetauschers 1 vermieden wird.

**[0134]** (10) In einem Wärmetauschkern gemäß einem zehnten Aspekt sind die Abschnitte S1 und S2 der ersten Flusspfade 101 und der zweiten Flusspfade 102 in einer Spiralförmigkeit um eine Achse des Wärmetauschkerns gebildet. In dieser Konfiguration, selbst wenn ein Platz, wo eine Temperatur lokal hoch ist oder ein Platz, wo eine Temperatur lokal niedrig ist, in den ersten Flusspfaden 101 und den zweiten Flusspfaden 102 aufgrund von Nicht-Gleichförmigkeit der Flussrate oder dergleichen vorhanden ist, kann die Nicht-Gleichförmigkeit der Wärmetransfermenge in der Umfangsrichtung D2 durch Wärmetausch zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid, die durch Abschnitte S1 und S2 fließen, unterdrückt werden.

**[0135]** (11) In einem Wärmetauschkern gemäß einem elften Aspekt erstrecken sich die Abschnitte (S1 oder S2) von einem der ersten Flusspfade 101 oder zweiten Flusspfade 102 in einer Uhrzeigersinn-Richtung R1 bei Sicht aus einer Endseite D11 in der Axialrichtung D1 des Wärmetauschkerns 40 und erstrecken sich die Abschnitte (S1 oder S2) eines anderen der ersten Flusspfade 101 und zweiten Flusspfade 102 in einer Gegenuhrzeigersinn-Richtung R2 bei Sicht aus der einen Endseite D11 in der Axialrichtung D1. Mit dieser Konfiguration tauschen das erste Fluid und das zweite Fluid Wärme, wäh-

rend sie in den Spiralförmigkeiten über den gesamten Umfang des Wärmetauschkerns 10 fließen. Daher ist es möglich, Nicht-Gleichförmigkeit der Wärmetransfermenge über den gesamten Umfang des Wärmetauschkerns 10 zu unterdrücken.

**[0136]** (12) Ein Wärmetauscher gemäß dem ersten Aspekt beinhaltet den oben beschriebenen Wärmetauschkern 10 oder 40 und ein Gehäuse 20 mit einem kreisförmigen Querschnitt und den Wärmetauschkern 10 oder 40 aufnehmend.

**[0137]** Der Wärmetauschkern 10 oder 40 und das Gehäuse 20 sind beide symmetrisch um ein Zentrum des Querschnitts gebildet. Als Ergebnis ist im Wärmetauschkern 10 oder 40 und dem Gehäuse 20 durch Druck der Fluide und dergleichen verursachte Spannung gleichförmig verteilt und wird die Wärmetausch-Leistungsfähigkeit gleichförmig gemacht.

**[0138]** Dies ermöglicht es, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit des Wärmetauschers zu verbessern.

**[0139]** (13) Ein Wärmetauscher gemäß dem zweiten Aspekt beinhaltet einen Wärmetauschkern 10 oder 40, der Querspade 14 beinhaltet, und ein Gehäuse 20 mit einem kreisförmigen Querschnitt, und den Wärmetauschkern aufnehmend. Ein Kommunikationsraum (Innenräume 221A und 222A von Köpfen), der die Querspade 14 mit der Außenseite des Wärmetauschkerns 10 kommunizieren lässt, ist um den Wärmetauschkern 10 innerhalb des Gehäuses 20 herum vorgesehen.

**[0140]** Durch Verwenden eines Teils des Gehäuses als die Innenräume 221A und 222A der Köpfe kann die Konfiguration des Wärmetauschers, der die Köpfe beinhaltet, vereinfacht werden.

**[0141]** (14) Ein Verfahren des Herstellens des Wärmetauschkerns gemäß einem der ersten bis elften Aspekte ist ein Verfahren zum Herstellen des Wärmetauschkerns 10, der Wärmetausch zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid durchführt. Der Wärmetauschkern beinhaltet einen kreisförmigen ersten Querschnitt, in welchem eine erste Flusspfadgruppe für das erste Fluid und eine zweite Flusspfadgruppe für das zweite Fluid positioniert sind. Erste Flusspfade, die in der ersten Flusspfadgruppe enthalten sind, und zweite Flusspfade, die in der zweiten Flusspfadgruppe enthalten sind, sind im ersten Querschnitt ringförmig angeordnet. Die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe sind insgesamt konzentrisch im ersten Querschnitt angeordnet. Das Verfahren beinhaltet das Ausbilden der ersten Flusspfadgruppe G1 und der zweiten Flusspfadgruppe G2 durch additive Herstellung unter Verwendung eines Metallmaterials.

**[0142]** Da der Wärmetauschkern integral durch additive Herstellung gebildet sein kann, ist es nicht notwendig, Bauteile zu assemblieren und einen Spalt zwischen den Bauteilen durch eine Dichtung abzudichten. Daher kann Zeit und Mühe für die Wartung stark reduziert werden.

**[0143]** Anders als die obige Beschreibung können die in der oben beschriebenen Ausführungsform beschriebenen Konfigurationen ausgewählt oder angemessen zu anderen Konfigurationen verändert werden.

#### Bezugszeichenliste

1	Wärmetauscher
10, 40	Wärmetauschkern
10A	ein Ende
10B	anderes Ende
14	Querpfad
20	Gehäuse
21	Gehäusehauptkörper
22	Großdurchmesserbereich
22A	Einlassdurchlass
22B	Auslass-Durchlass
31	zweiter Einlasskopf
31A	Flansch
32	zweiter Auslasskopf
32A	Flansch
101	erster Flusspfad
102	zweiter Flusspfad
103	Vorsprung
221	erster Einlasskopf
221A	Innenraum (Kommunikationsraum)
222	erster Auslasskopf
222A	Innenraum (Kommunikationsraum)
231, 232	Flansch
A	Achse
C1	erster Querschnitt
C2, C2x	zweiter Querschnitt
C3, C3x	dritter Querschnitt
C4	Querschnitt
D1	Achsenrichtung
D11	eine Endseite

D12	eine andere Endseite
D2	Umfangsrichtung
G1	erste Flusspfadgruppe
G2	zweite Flusspfadgruppe
L	Perimeter
R1	Uhrzeigersinn-Richtung
R2	Gegenuhrzeigersinn-Richtung
S	Abschnitt
W0	Seitenwand
W1	Teilungswand
W2, W5	Trennwand
W3	Querwand
W4	Sperrwand

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 3406896 B2 [0007]



**Patentansprüche**

1. Wärmetauschkern, der Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid durchführt, wobei der Wärmetauschkern umfasst einen kreisförmigen ersten Querschnitt, in welchem eine erste Flusspfadgruppe für das erste Fluid und eine zweite Flusspfadgruppe für das zweite Fluid positioniert sind, wobei erste Flusspfade, die in der ersten Flusspfadgruppe enthalten sind, und zweite Flusspfade, die in der zweiten Flusspfadgruppe enthalten sind, ringförmig in dem ersten Querschnitt angeordnet sind, die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe insgesamt konzentrisch in dem ersten Querschnitt angeordnet sind, und jeder der ersten Flusspfade und zweiten Flusspfade in eine Vielzahl von Abschnitten in einer Umfangsrichtung des Wärmetauschkerns unterteilt ist, wobei die Abschnitte jedes der ersten Flusspfade und der zweiten Flusspfade in einer Spiralform um eine Achse des Wärmetauschkerns gebildet sind, sich die Abschnitte von einem der ersten Flusspfade oder zweiten Flusspfade in einer Uhrzeigersinn-Richtung bei Sicht aus einer Endseite in einer Axialrichtung des Wärmetauschkerns erstrecken, und sich die Abschnitte eines anderen der ersten Flusspfade und zweiten Flusspfade in einer Gegenuhrzeigersinn-Richtung bei Sicht aus der einen Endseite in der Axialrichtung erstrecken.

2. Wärmetauschkern gemäß Anspruch 1, weiter umfassend einen zweiten Querschnitt, in welchem ein Querpfad, der die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe quert, positioniert ist, wobei der Querpfad mit entweder der ersten Flusspfadgruppe oder der zweiten Flusspfadgruppe kommuniziert, von der anderen von der ersten Flusspfadgruppe und der zweiten Flusspfadgruppe getrennt ist, und sich längs einer Radialrichtung des Wärmetauschkerns in dem zweiten Querschnitt erstreckt.

3. Wärmetauschkern gemäß Anspruch 2, wobei der Querpfad zwei oder mehr Querpfade umfasst, die in der Umfangsrichtung des Wärmetauschkerns verteilt sind.

4. Wärmetauschkern gemäß Anspruch 3, wobei jeder der zwei oder mehr Querpfade eine gleiche Flusspfad-Querschnittsfläche aufweist.

5. Wärmetauschkern gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, weiter umfassend einen dritten Querschnitt, der auf der Außenseite des zweiten Querschnitts in einer Axialrichtung orthogonal zu einem Querschnitt des Wärmetauschkerns positioniert ist, wobei von der ersten Flusspfadgruppe und der zweiten Flusspfadgruppe eine Flusspfadgruppe, die mit dem Äußeren des Wärmetauschkerns durch die

Querpfade kommuniziert, im dritten Querschnitt geschlossen ist.

6. Wärmetauschkern gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei eine Flussrichtung des durch die erste Flusspfadgruppe in der Spiralform um die Achse des Wärmetauschkerns fließenden ersten Fluids entgegengesetzt zu einer Flussrichtung des in der Spiralform um die Achse des Wärmetauschkerns durch die zweite Flusspfadgruppe fließenden zweiten Fluids ist.

7. Wärmetauschkern gemäß Anspruch 1, wobei eine Teilungswand, welche die erste Flusspfadgruppe und die zweite Flusspfadgruppe unterteilt, einen Vorsprung beinhaltet, der zu zumindest einem des ersten Flusspfads und des zweiten Flanschbereichs ansteigt. Der Vorsprung kann die Wärmetransferfläche vergrößern.

8. Wärmetauschkern gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vielzahl von Abschnitten alle einen gleichen Flusspfad-Durchmesser über das gesamte der ersten Flusspfadgruppe und der zweiten Flusspfadgruppe aufweist.

9. Wärmetauschkern gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei sich Positionen von Teilungswänden, die die Abschnitte in der Umfangsrichtung des Wärmetauschkerns unterteilen, in der Umfangsrichtung zwischen den angrenzenden ersten und zweiten Flusspfaden in einer Radialrichtung des Wärmetauschkerns unterscheiden.

10. Wärmetauscher, umfassend:  
den Wärmetauschkern gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, und  
ein Gehäuse mit einem kreisförmigen Querschnitt und den Wärmetauschkern aufnehmend.

11. Wärmetauscher, umfassend:  
einen Wärmetauschkern gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, und  
ein Gehäuse mit einem kreisförmigen Querschnitt, und den Wärmetauschkern aufnehmend, wobei ein Kommunikationsraum, der den Querpfad mit der Außenseite des Wärmetauschkerns kommunizieren lässt, um den Wärmetauschkern innerhalb des Gehäuses herum vorgesehen ist.

12. Verfahren des Herstellens des Wärmetauschkerns gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend:  
Ausbilden der ersten Flusspfadgruppe und der zweiten Flusspfadgruppe durch additive Herstellung unter Verwendung eines Metallmaterials.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

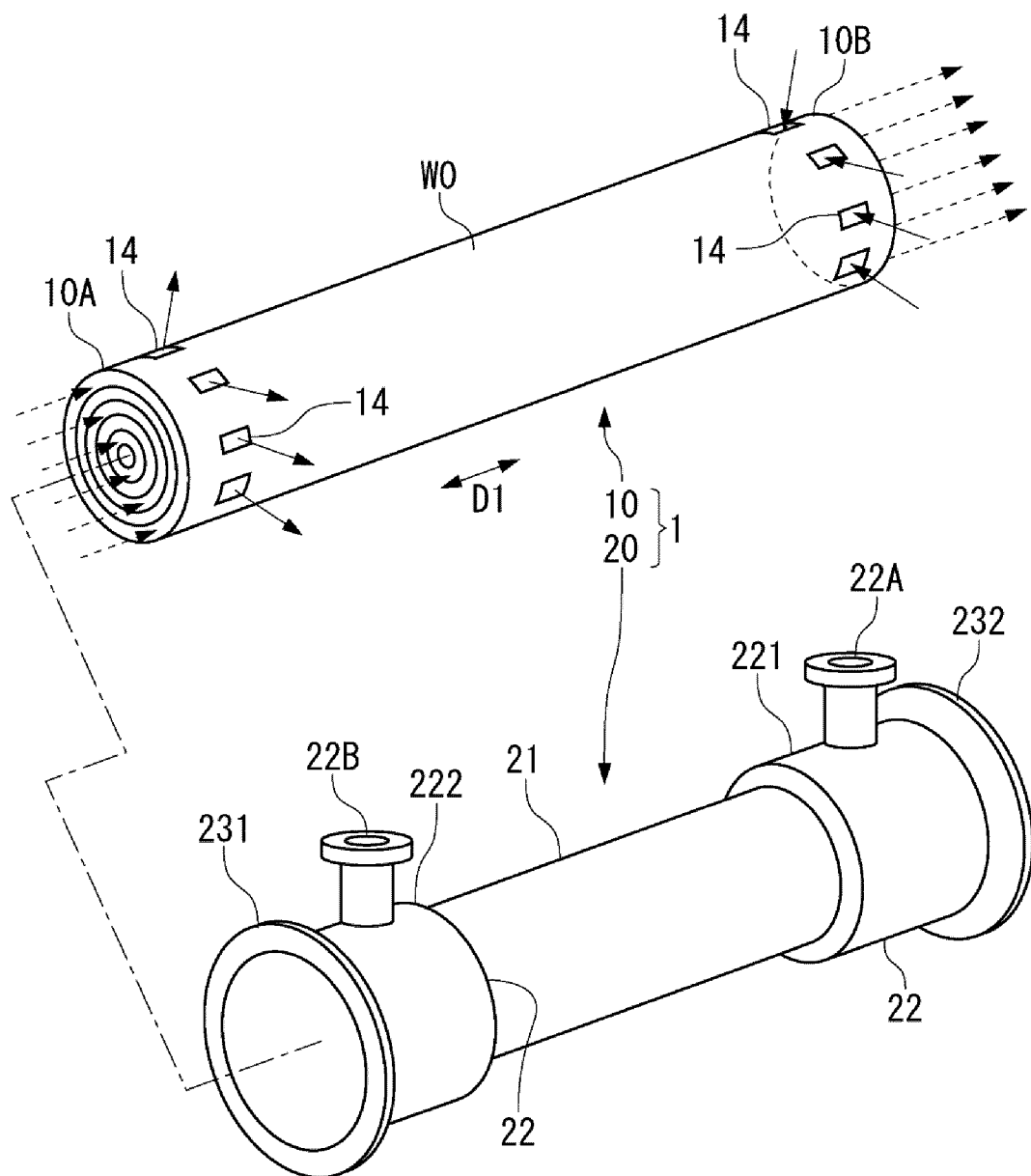




FIG. 3A

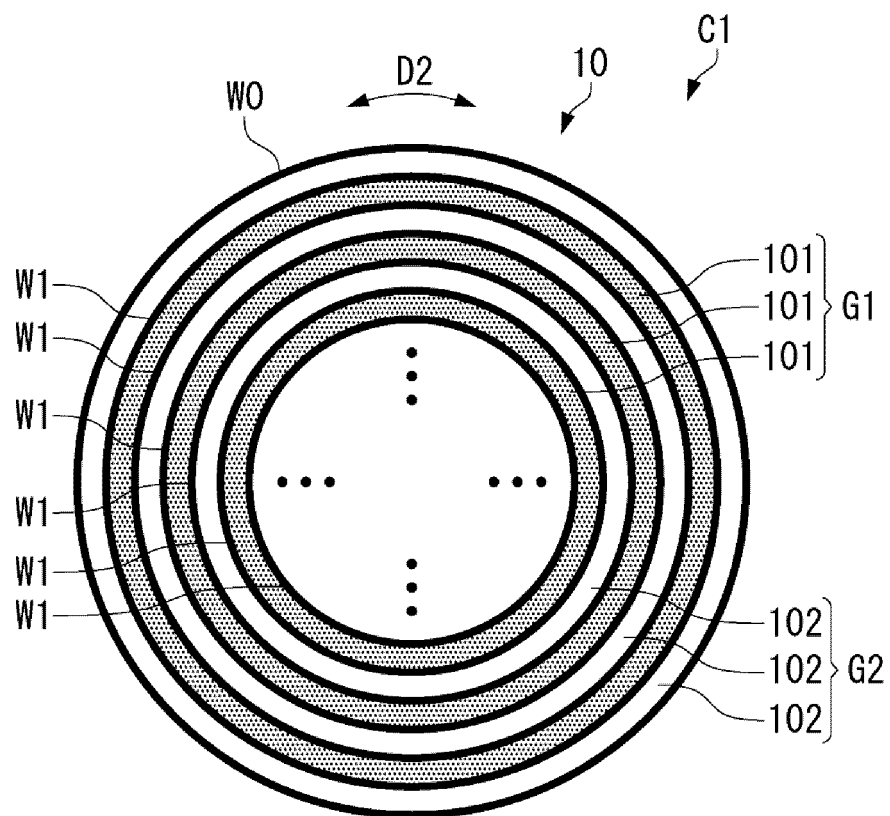


FIG. 3B

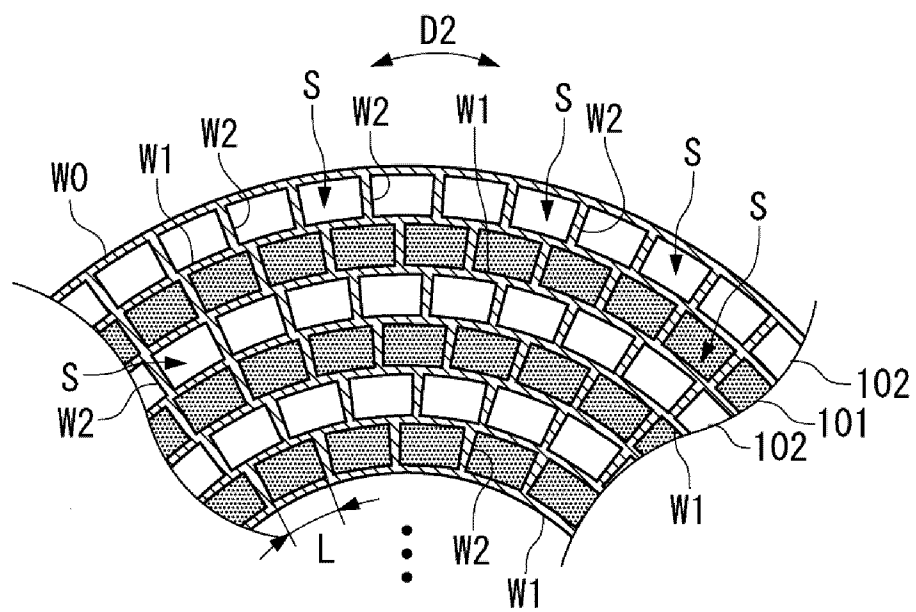


FIG. 4

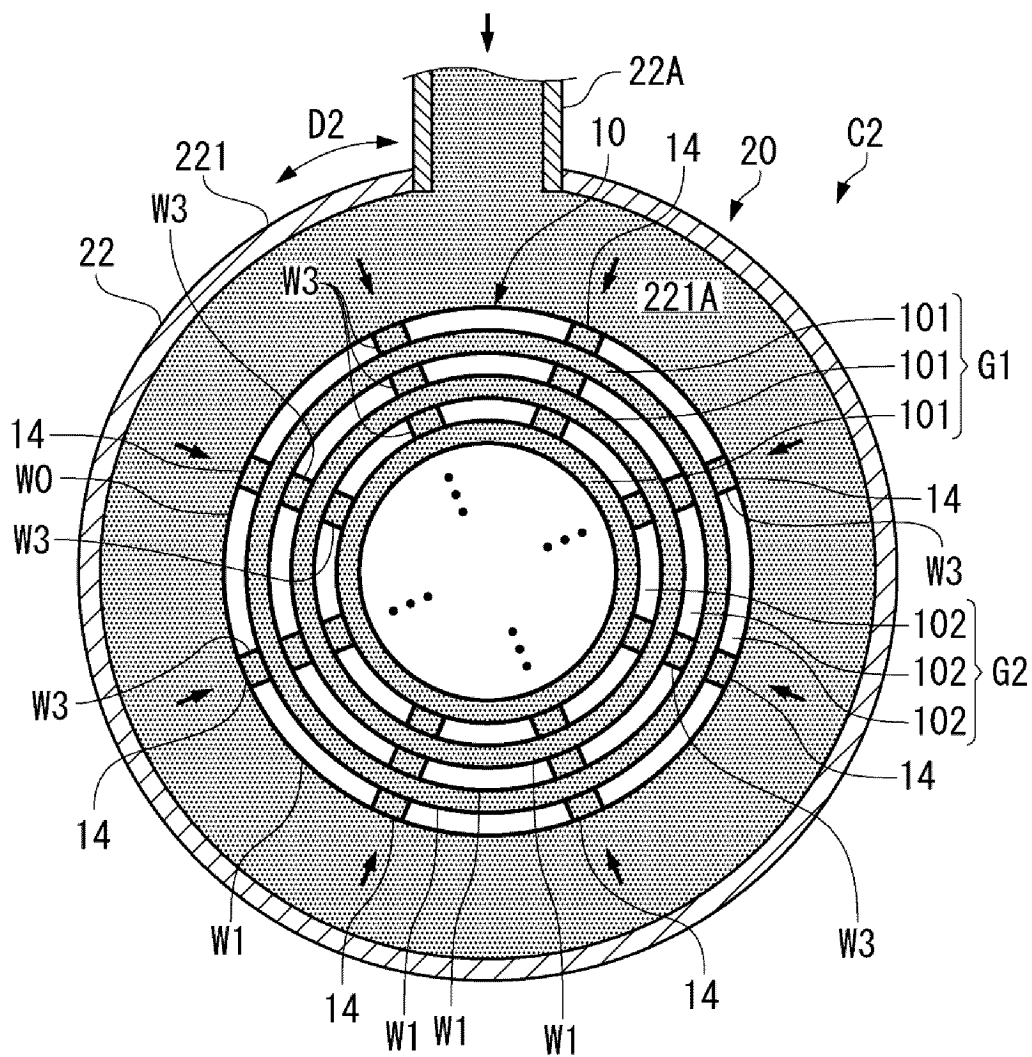


FIG. 5

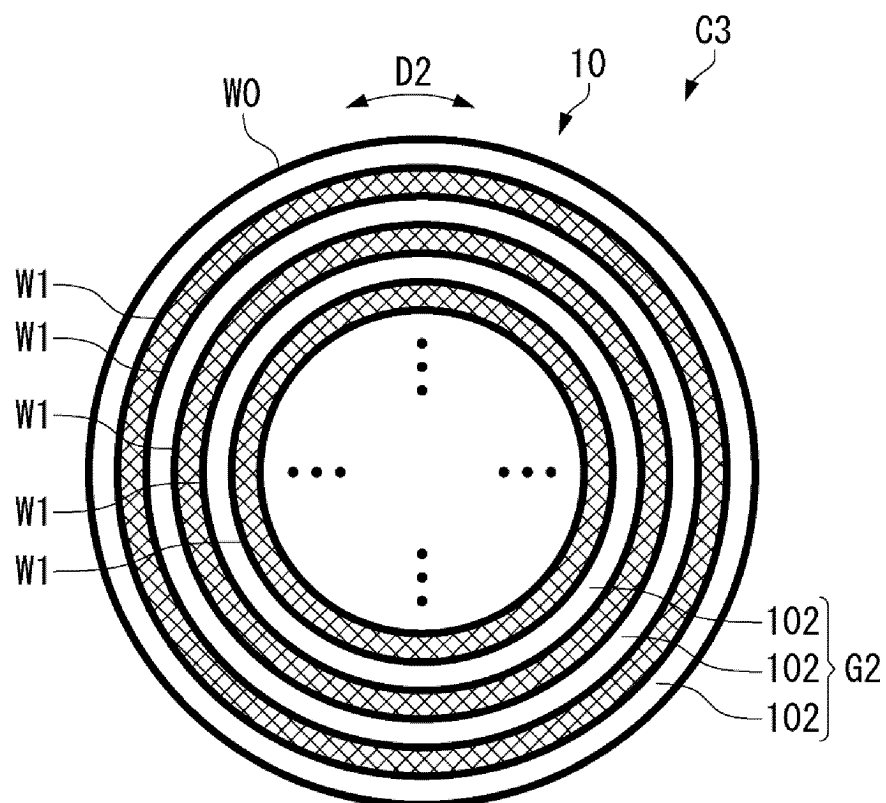


FIG. 6

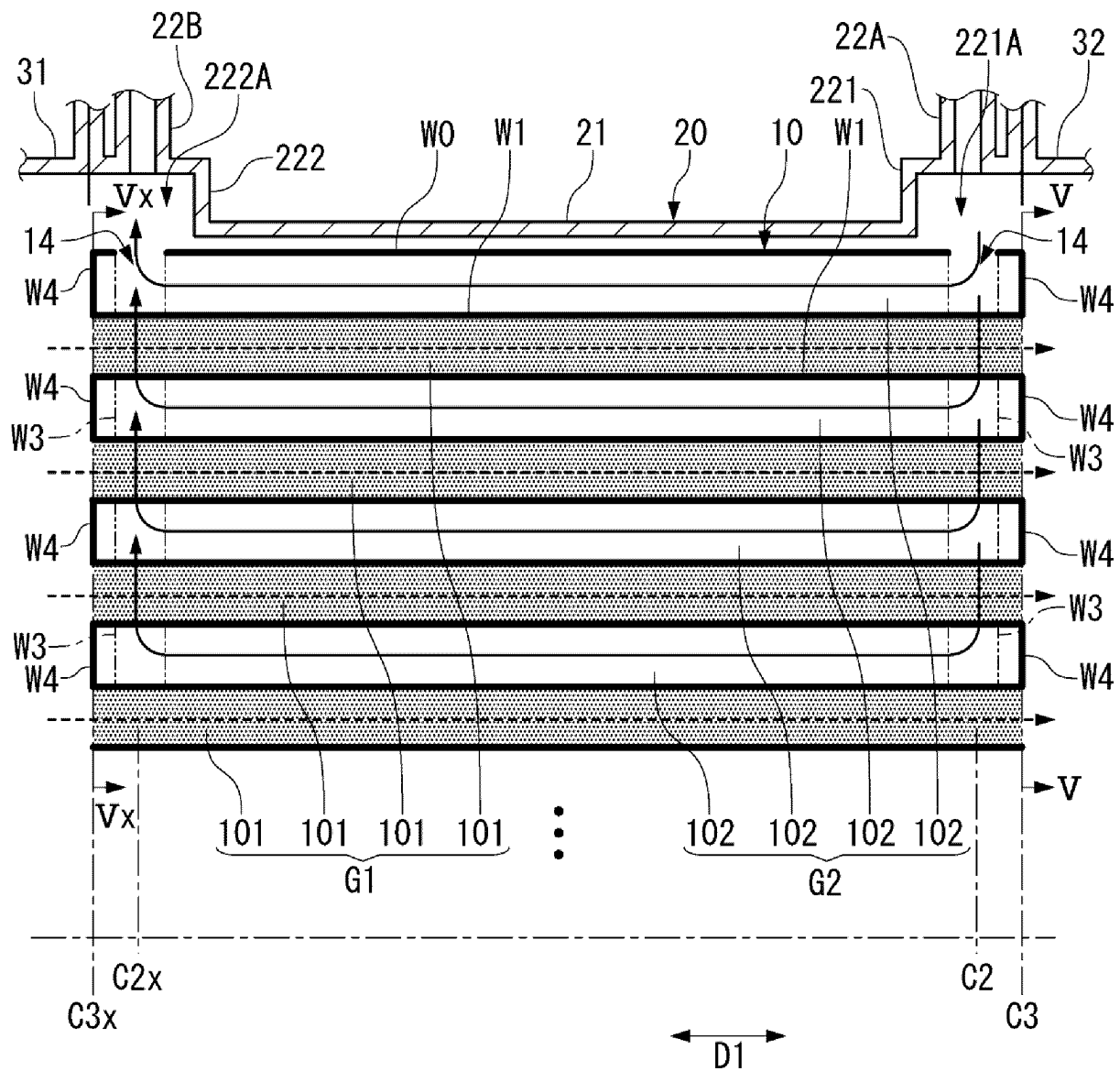




FIG. 7

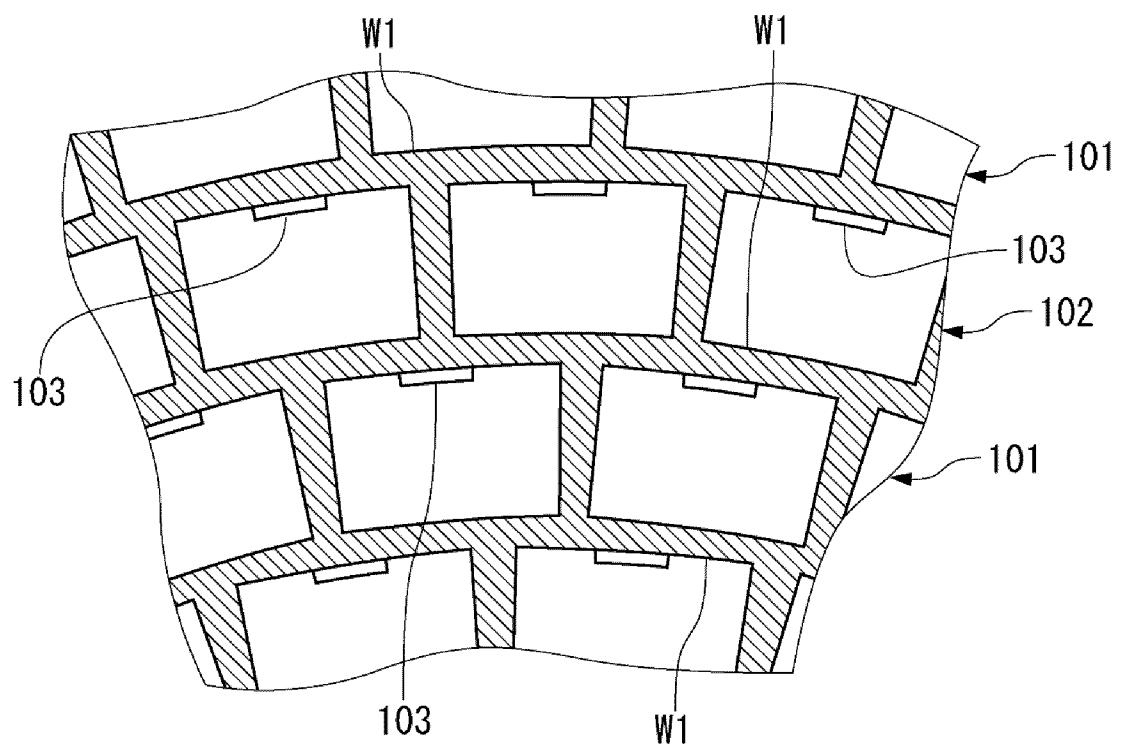
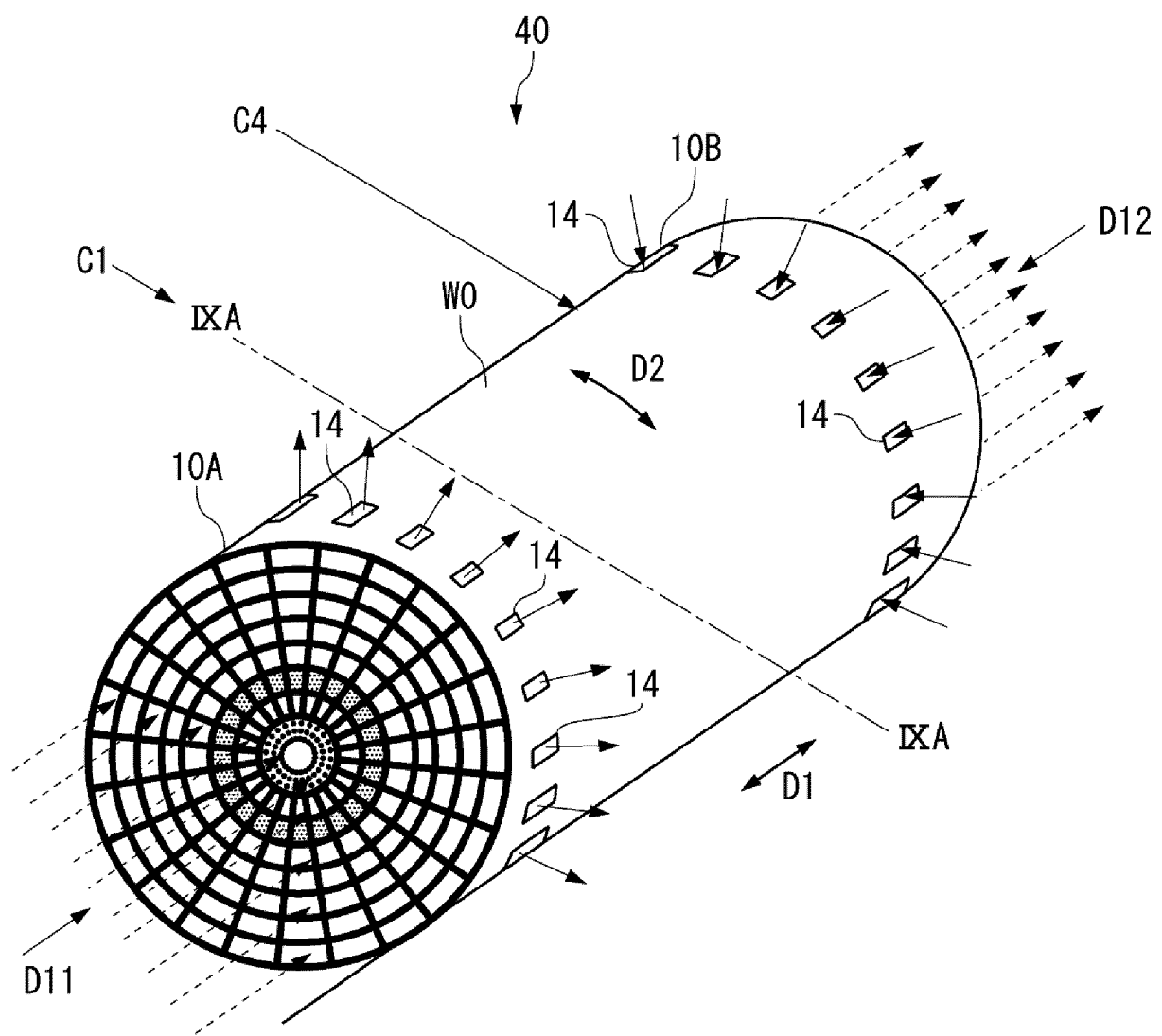


FIG. 8



**FIG. 9A**

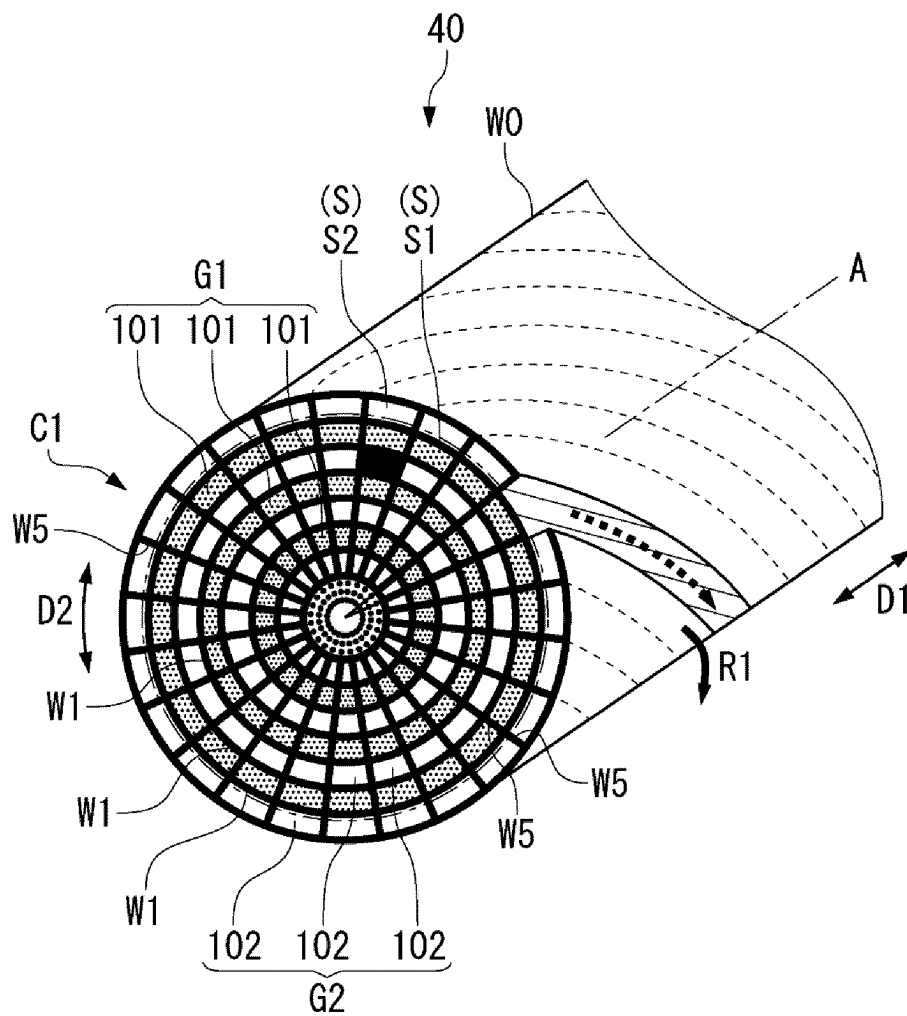


FIG. 9B

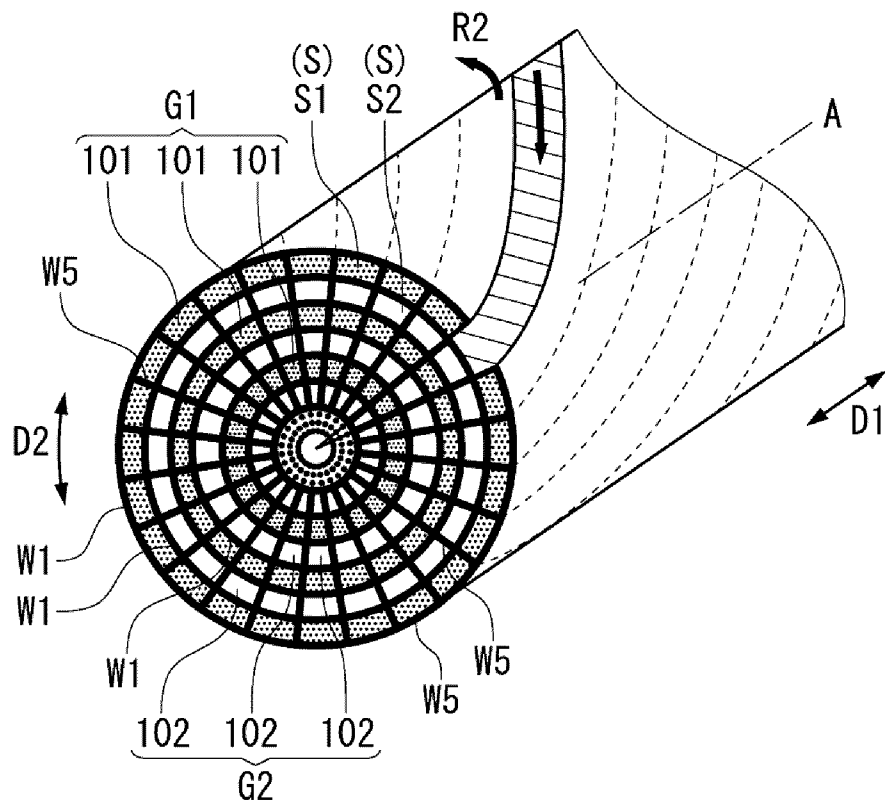


FIG. 10

