



(10) **DE 11 2020 003 577 B4** 2025.04.17

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 003 577.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/002547**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/049052**  
(86) PCT-Anmeldetag: **24.01.2020**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **18.03.2021**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **19.05.2022**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **17.04.2025**

(51) Int Cl.: **F23D 14/78** (2006.01)  
**F28F 1/40** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2019-166731**      **13.09.2019**      **JP**

(73) Patentinhaber:  
**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Hoffmann Eitle Patent- und Rechtsanwälte  
PartmbB, 81925 München, DE**

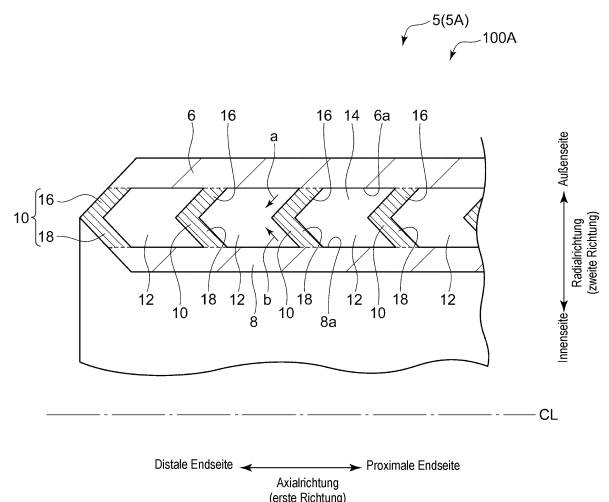
(72) Erfinder:  
**Kameyama, Tatsuya, Tokyo, JP; Takahashi, Yuta,  
Tokyo, JP; Nakayama, Yoshitaka, Tokyo, JP;  
Yamashita, Toshiyuki, Tokyo, JP; Chuman,  
Yasuharu, Tokyo, JP; Tanigawa, Shuji, Tokyo, JP;  
Shinogi, Takafumi, Tokyo, JP; Takashima, Ryuhei,  
Tokyo, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**JP**      **S59- 108 022**      **U**

(54) Bezeichnung: **Kühlkanalstruktur, Brenner und Wärmetauscher**

(57) Hauptanspruch: Kühlkanalstruktur (100), aufweisend:  
einen ersten Wandabschnitt (6), der sich in eine erste Richtung (d1) erstreckt;  
einen zweiten Wandabschnitt (8), der in einem Abstand von dem ersten Wandabschnitt (6) in einer zweiten Richtung (d2) orthogonal zu der ersten Richtung (d1) angeordnet ist;  
zumindest einen Kühlkanal (14, 34), der eine Vielzahl von Kanalquerschnitten (12, 32) aufweist, die in Abständen in der ersten Richtung (d1) angeordnet sind, wobei der Kühlkanal (14, 34) zwischen dem ersten Wandabschnitt (6) und dem zweiten Wandabschnitt (8) ausgebildet ist; und  
eine Vielzahl von Trennwandabschnitten (10, 22), die in dem Kühlkanal (14, 34) angeordnet sind, den ersten Wandabschnitt (6) und den zweiten Wandabschnitt (8) verbinden und eine Wandfläche des Kühlkanals (14, 34) bilden,  
wobei sich in einem Querschnitt, der die erste Richtung (d1) und die zweite Richtung (d2) einschließt, zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte (10, 22) entlang einer Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung (d2) schneidet,  
wobei in dem Querschnitt, der die erste Richtung (d1) und die zweite Richtung (d2) einschließt, jeder der Trennwandabschnitte (10, 22) umfasst:  
einen ersten geneigten Wandabschnitt (16), der sich von dem ersten Wandabschnitt (6) in einer dritten Richtung

(a) erstreckt, welche die zweite Richtung (d2) schneidet; und  
einen zweiten geneigten Wandabschnitt (18), der sich von dem zweiten Wandabschnitt (8) in einer vierten Richtung (b) erstreckt, welche die zweite Richtung (d2) und die dritte Richtung (a) schneidet, um mit dem ersten geneigten Wandabschnitt (16) verbunden zu sein, wobei die Kühlkanalstruktur ...



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Kühlkanalstruktur, einen Brenner und einen Wärmetauscher.

## HINTERGRUND

**[0002]** Patentdokument 1 offenbart eine Kraftstoffdüsenabdeckung, die im Inneren einen Kühlkanal aufweist, der sich linear entlang der axialen Richtung erstreckt. Mit der obigen Konfiguration ist es möglich, eine in der Kraftstoffdüsenabdeckung verursachte thermische Spannung zu reduzieren, indem ein Kühlmedium in den Kühlkanal geleitet wird. JP S59 -108 022 U beschreibt eine Brennerdüse mit einer Kühlkanalstruktur.

**[0003]** Patentdokument 1: JP 2015 - 206 584 A

## DARSTELLUNG

**[0004]** Wenn bei einem Kühlkanal zum Kühlen eines zu kühlenden Objekts mehrere Kanalquerschnitte in Abständen zwischen zwei Wandabschnitten angeordnet sind, die sich in einer Richtung entlang von Wandoberflächen gegenüberliegen, wird in dem Wandabschnitt der oben beschriebenen zwei Wandabschnitte, die einem Hochtemperaturfluid ausgesetzt sind, an einer Verbindungsposition mit einem Trennwandabschnitt, der die oben beschriebenen mehreren Kanalquerschnitte trennt, eine große thermische Spannung verursacht, die Schäden verursachen kann. Das oben beschriebene Patentdokument 1 offenbart jedoch keine Erkenntnisse zu dem obigen Problem und eine Lösung dafür.

**[0005]** In Anbetracht der obigen Ausführungen besteht ein Ziel der vorliegenden Offenbarung darin, eine Kühlkanalstruktur, einen Brenner und einen Wärmetauscher bereitzustellen, die in der Lage sind, durch die thermische Spannung verursachte Schäden zu unterdrücken.

**[0006]** Die Erfindung wird durch den unabhängigen Anspruch 1, sowie die nebengeordneten Ansprüche 7 und 8 definiert. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Um das obige Ziel zu erreichen, umfasst eine Kühlkanalstruktur gemäß der vorliegenden Offenbarung einen ersten Wandabschnitt, der sich entlang einer ersten Richtung erstreckt, einen zweiten Wandabschnitt, der in einem Abstand von dem ersten Wandabschnitt in einer zweiten Richtung orthogonal zu der ersten Richtung angeordnet ist, und eine Vielzahl von Trennwandabschnitten, die den ersten Wandabschnitt und den zweiten Wandabschnitt verbinden, um zumindest einen Kühlkanal zwischen dem ersten

Wandabschnitt und dem zweiten Wandabschnitt zu bilden, wobei der Kühlkanal eine Vielzahl von Kanalquerschnitten aufweist, die in Abständen in der ersten Richtung angeordnet sind. In einem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung beinhaltet, erstreckt sich zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte entlang einer Richtung, welche die zweite Richtung schneidet. In dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, umfasst jeder der Trennwandabschnitte einen ersten geneigten Wandabschnitt, der sich von dem ersten Wandabschnitt in einer dritten Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung schneidet; und einen zweiten geneigten Wandabschnitt, der sich von dem zweiten Wandabschnitt in einer vierten Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung und die dritte Richtung schneidet, um mit dem ersten geneigten Wandabschnitt verbunden zu sein. Die Kühlkanalstruktur weist ferner einen dritten Wandabschnitt auf, der gegenüber dem ersten Wandabschnitt quer zum zweiten Wandabschnitt angeordnet ist; und eine Vielzahl von Trennwandabschnitten, die den zweiten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt verbinden, um zumindest einen Kühlkanal zwischen dem zweiten Wandabschnitt und dem dritten Wandabschnitt zu bilden, wobei der Kühlkanal eine Vielzahl von Kanalquerschnitten aufweist, die in Abständen in der ersten Richtung angeordnet sind. In dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung beinhaltet, erstreckt sich zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte, die den zweiten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt verbinden, entlang der Richtung, welche die zweite Richtung schneidet.

**[0007]** Ferner wird das obige Ziel durch einen Brenner mit der obigen Kühlkanalstruktur erreicht, wobei die erste Richtung eine axiale Richtung des Brenners ist und die zweite Richtung eine radiale Richtung des Brenners ist.

**[0008]** Ferner wird das obige Ziel durch einen Wärmetauscher mit der obigen Kühlkanalstruktur erreicht.

**[0009]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung werden eine Kühlkanalstruktur, ein Brenner und ein Wärmetauscher bereitgestellt, die in der Lage sind, durch eine thermische Spannung verursachte Schäden zu unterdrücken.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig. 1** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau eines Brenners 2 zeigt.

**Fig. 2** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau eines Brennerrohrs 5 (5A) zeigt, und zeigt einen Querschnitt, der eine Mittelachse CL (einen Querschnitt, der die

axiale Richtung und die radiale Richtung umfasst) des Brennerrohrs 5 (5A) einschließt.

**Fig. 3** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die die schematische Konfiguration des Brennerrohrs zeigt.

**Fig. 4** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 3** gezeigten Konfiguration.

**Fig. 5** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 2** gezeigten Konfiguration.

**Fig. 6** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die die schematische Konfiguration eines Brennerrohrs 5 (5B) gemäß einer Ausführungsform zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5B).

**Fig. 7** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau eines Brennerrohrs 5 (5C) gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5C).

**Fig. 8** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration.

**Fig. 9** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 7** gezeigten Konfiguration.

**Fig. 10** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die die schematische Konfiguration eines Brennerrohrs 5 (5D) gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5D).

**Fig. 11** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die die schematische Konfiguration eines Brennerrohrs 5 (5E) gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5E).

**Fig. 12** ist eine Teilquerschnittsansicht, welche die schematische Konfiguration einer Düsen-schürze 50 eines Raketentriebwerks gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt.

**Fig. 13** ist eine partielle Querschnittsansicht der schematischen Konfiguration einer Kühlkanalstruktur 100G gemäß einer anderen Ausführungsform.

**[0010]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es ist jedoch beabsichtigt, dass Abmessungen, Materia-

lien, Formen, relative Positionen und dergleichen von Komponenten, die in den Zeichnungen als Ausführungsformen beschrieben oder gezeigt werden, nur als illustrativ zu verstehen sind und den Umfang der vorliegenden Erfindung nicht einschränken sollen, sofern sie nicht besonders gekennzeichnet sind.

**[0011]** So ist beispielsweise der Ausdruck „relative oder absolute Anordnung“ wie „in einer Richtung“, „entlang einer Richtung“, „parallel“, „orthogonal“, „zentriert“, „konzentrisch“ und „koaxial“ nicht so auszulegen, dass er nur die Anordnung im strengen Wortsinn bezeichnet, sondern auch einen Zustand einschließt, in dem die Anordnung relativ um eine Toleranz oder um einen Winkel oder einen Abstand verschoben ist, wodurch es möglich ist, die gleiche Funktion zu erreichen.

**[0012]** So ist z.B. der Ausdruck „gleich“, „gleich“ und „einheitlich“ nicht so zu verstehen, dass er nur den Zustand angibt, in dem das Merkmal strikt gleich ist, sondern auch einen Zustand einschließt, in dem eine Toleranz oder ein Unterschied besteht, mit dem dennoch die gleiche Funktion erreicht werden kann.

**[0013]** Darüber hinaus ist z.B. der Begriff „Form“ nicht so zu verstehen, dass damit nur die geometrisch strenge Form gemeint ist, sondern auch eine Form mit Unebenheiten oder abgeschrägten Ecken innerhalb des Bereichs, in dem die gleiche Wirkung erzielt werden kann.

**[0014]** Andererseits sind die Ausdrücke „aufweisend“, „umfassend“, „mit“, „enthaltend“ und „konstituierend“ für einen Bestandteil keine ausschließenden Ausdrücke, die das Vorhandensein anderer Bestandteile ausschließen.

**[0015]** **Fig. 1** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau eines Brenners 2 zeigt. Der Brenner 2 wird beispielsweise in einem Vergasungssofen für eine Kohlevergasungsvorrichtung oder dergleichen, einem herkömmlichen Kessel, einer Verbrennungsanlage, einer Gasturbinenbrennkammer oder einem Motor eingesetzt.

**[0016]** Der Brenner 2 umfasst eine Kraftstoffdüse 4 zum Einspritzen von Kraftstoff und ein Brennerrohr 5, das um die Kraftstoffdüse 4 auf der gleichen Achse CL wie die Kraftstoffdüse 4 angeordnet ist, um Luft zu führen, die als Oxidationsmittel zur Verbrennung des Kraftstoffs dient. Das Brennerrohr 5 ist ein rohrförmiges Element mit Öffnungen an beiden Enden und dient als Abschirmrohr zur Abschirmung der Wärme. Zwischen der äußeren Umfangsfläche der Kraftstoffdüse 4 und der inneren Umfangsfläche des Brennerrohrs 5 ist ein Drallkörper 30 angeordnet. Das Brennerrohr 5 ist so angeordnet, dass es eine Wand 28 einer Brennkammer 26 durchdringt, in der sich eine Flamme bildet. Die proximale Endseite des

Brennerrohrs 5 befindet sich außerhalb der Brennkammer 26, und die distale Endseite des Brennerrohrs 5 befindet sich innerhalb der Brennkammer 26. An der proximalen Endseite des Brennerrohrs 5 kann beispielsweise ein Flansch oder ähnliches vorgesehen sein, der mit einem Luftzufuhrrohr (nicht dargestellt) für die Luftzufuhr verbunden werden soll.

**[0017]** Im Folgenden wird die axiale Richtung des Brennerrohrs 5 einfach als „axiale Richtung“ bezeichnet, die radiale Richtung des Brennerrohrs 5 einfach als „radiale Richtung“, und die Umfangsrichtung des Brennerrohrs 5 wird einfach als „Umfangsrichtung“ bezeichnet. Im Folgenden ist mit einem inneren Abschnitt des Brennerrohrs 5 ein dicker innerer Abschnitt des Brennerrohrs 5 gemeint.

**[0018]** Als nächstes wird ein Konfigurationsbeispiel des Brennerrohrs 5 unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. **Fig. 2** ist eine vertikale Querschnittsansicht, welche die schematische Konfiguration eines Brennerrohrs 5 (5A) zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (einen Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5A).

**[0019]** Wie in **Fig. 2** gezeigt umfasst das Brennerrohr 5 (5A) einen rohrförmigen ersten Wandabschnitt 6, der sich entlang der axialen Richtung erstreckt und als erste Richtung dient, einen rohrförmigen zweiten Wandabschnitt 8, der in einem Abstand von dem ersten Wandabschnitt 6 in der radialen Richtung (einer Dickenrichtung des Brennerrohrs 5) angeordnet ist und als zweite Richtung orthogonal zu der ersten Richtung dient, zumindest einen Kühlkanal 14 und eine Vielzahl von Trennwandabschnitten 10, die den ersten Wandabschnitt 6 und den zweiten Wandabschnitt 8 verbinden. Der rohrförmige zweite Wandabschnitt 8 ist an der inneren Umfangsseite des rohrförmigen ersten Wandabschnitts 6 angeordnet und die Mittelachse CL des ersten Wandabschnitts 6 fällt mit einer Mittelachse des zweiten Wandabschnitts 8 zusammen. In dem in **Fig. 2** dargestellten Querschnitt sind der erste Wandabschnitt 6 und der zweite Wandabschnitt 8 parallel zueinander angeordnet.

**[0020]** Die mehreren Trennwandabschnitte 10 verbinden den ersten Wandabschnitt 6 und den zweiten Wandabschnitt 8, um den zumindest einen Kühlkanal 14 zu bilden, der mehrere in axialer Richtung in Abständen angeordnete Kanalquerschnitte 12 zwischen dem ersten Wandabschnitt 6 und dem zweiten Wandabschnitt 8 aufweist. Das heißt, jeder der Trennwandabschnitte 10 ist in dem Kühlkanal 14 angeordnet, erstreckt sich von dem ersten Wandabschnitt 6 zu dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang der radialen Richtung und bildet eine Wandfläche des Kühlkanals 14. Jeder der Trennwandabschnitte 10 hat ein radial äußeres Ende, das mit einer Fläche

6a des ersten Wandabschnitts 6 auf der Seite des zweiten Wandabschnitts 8 (der inneren Umfangsfläche des ersten Wandabschnitts 6) verbunden ist. Jeder der Trennwandabschnitte 10 hat ein radiales inneres Ende, das mit einer Fläche 8a des zweiten Wandabschnitts 8 auf der Seite des ersten Wandabschnitts 6 (der äußeren Umfangsfläche des zweiten Wandabschnitts 8) verbunden ist. Das heißt, der erste Wandabschnitt und der zweite Wandabschnitt 8 sind über die Vielzahl von Trennwandabschnitten 10 miteinander verbunden. Der zumindest eine Kühlkanal 14 kann beispielsweise ein Spiralkanal, eine Vielzahl von Spiralkanälen oder ein oder eine Vielzahl von Kanälen mit verschiedenen anderen Formen sein, die für einen Wärmetauscher und dergleichen verwendet werden.

**[0021]** In dem in **Fig. 2** gezeigten Querschnitt erstreckt sich zumindest ein Teil jedes Trennwandabschnitts 10 entlang einer Richtung, welche die radiale Richtung schneidet. In dem in **Fig. 2** dargestellten Querschnitt hat jeder der Kanalquerschnitte 12 eine Pfeilform, die im Wesentlichen ein Dreieck umfasst, und jeder der Trennwandabschnitte 10 umfasst einen ersten geneigten Wandabschnitt 16, der sich linear von dem ersten Wandabschnitt 6 entlang einer Richtung a (dritte Richtung) erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, und einen zweiten geneigten Wandabschnitt 18, der sich linear von dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang einer Richtung b (vierte Richtung) erstreckt, welche sowohl die radiale Richtung als auch die Richtung a schneidet, um mit dem ersten geneigten Wandabschnitt 16 verbunden zu werden. In dem dargestellten Querschnitt ist die Richtung a eine Richtung in Richtung der distalen Endseite des Brennerrohrs 5 in der axialen Richtung von dem ersten Wandabschnitt 6 in Richtung der radial inneren Seite, und die Richtung b ist eine Richtung in Richtung der distalen Endseite des Brennerrohrs 5 in der axialen Richtung von dem zweiten Wandabschnitt 8 in Richtung der radial äußeren Seite.

**[0022]** In der in **Fig. 2** gezeigten Konfiguration bilden der erste Wandabschnitt 6, der zweite Wandabschnitt 8 und die mehreren Trennwandabschnitte 10 eine Kühlkanalstruktur 100A, die den zumindest einen Kühlkanal 14 enthält. Das heißt, der zumindest eine Kühlkanal 14, durch den ein Kühlmedium zum Kühlen des Brennerrohrs 5 (5A) fließt, ist im inneren Abschnitt des Brennerrohrs 5 (5A) selbst (dem dicken inneren Abschnitt des Brennerrohrs 5) ausgebildet, und das Brennerrohr 5 (5A) selbst bildet die Kühlkanalstruktur 100A. Ein solches Brennerrohr 5 (5A) kann z.B. mit einem dreidimensionalen additiven Fertigungsgerät (sog. 3D-Drucker) hergestellt werden. Das Kühlmedium, das durch den Kühlkanal 14 fließt, kann beispielsweise eine Flüssigkeit wie Wasser oder Öl oder ein Gas wie Luft sein.

**[0023]** Ein Effekt, der durch die in **Fig. 2** gezeigte Konfiguration erzielt wird, wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** bis **5** beschrieben. **Fig. 3** ist eine vertikale Querschnittsansicht, welche die schematische Konfiguration des Brennerrohrs zeigt. **Fig. 4** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 3** dargestellten Konfiguration. **Fig. 4** zeigt schematisch einen thermischen Verformungsbetrag eines ersten Wandabschnitts 06 in der radialen Richtung durch eine gestrichelte Linie in Bezug auf einen virtuellen Fall (Fall 1), in dem der erste Wandabschnitt 06 keine Beschränkung der thermischen Verformung von den Trennwandabschnitten 010 erhält, und zeigt schematisch einen thermischen Verformungsbetrag des ersten Wandabschnitts 06 in der radialen Richtung durch eine einfach gepunktete Kettenlinie in Bezug auf einen tatsächlichen Fall (Fall 2), in dem der erste Wandabschnitt 06 die Beschränkung der thermischen Verformung von den Trennwandabschnitten 010 erhält. **Fig. 5** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 2** dargestellten Konfiguration. **Fig. 5** zeigt schematisch einen thermischen Verformungsbetrag eines ersten Wandabschnitts 6 in der radialen Richtung durch eine gestrichelte Linie in Bezug auf einen virtuellen Fall (Fall 3), in dem der erste Wandabschnitt 6 keine Beschränkung der thermischen Verformung durch die Trennwandabschnitte 10 erhält, und zeigt schematisch einen thermischen Verformungsbetrag des ersten Wandabschnitts 6 in der radialen Richtung durch eine einfach gepunktete Kettenlinie in Bezug auf einen tatsächlichen Fall (Fall 4), in dem der erste Wandabschnitt 6 die Beschränkung der thermischen Verformung durch die Trennwandabschnitte 10 erhält.

**[0024]** Wie in **Fig. 3** gezeigt wird in einer Vorrichtung zur Durchführung eines Wärmeaustauschs in dem ersten Wandabschnitt 06, der sich zwischen dem Hochtemperaturfluid und dem Kühlmedium (einem Niedertemperaturfluid mit einer niedrigeren Temperatur als das Hochtemperaturfluid) befindet, ein Temperaturgradient (ein Temperaturgradient mit einer Temperaturverteilung, die von einer Temperatur  $T_2$  bis zu einer in **Fig. 3** gezeigten Temperatur  $T$  reicht) in der Dickenrichtung des ersten Wandabschnitts 06 erzeugt, und eine thermische Verformung wird durch einen Temperaturanstieg aufgrund eines Wärmestroms  $q$  von dem Hochtemperaturfluid verursacht. In der Zwischenzeit sind die Trennwandabschnitte 010 bzw. die Trennkanalquerschnitte 012 eines Kühlkanals 014 zwischen den Kühlmedien angeordnet, wobei die Temperatur der Trennwandabschnitte 010 die gleiche ist wie die der Kühlmedien. Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist der erste Wandabschnitt 06 nicht mit dem Trennwandabschnitt 010 an einer Position P2 verbunden, die in axialer Richtung von dem Trennwandabschnitt 010 entfernt ist, und erfährt somit nicht direkt eine Einschränkung der thermischen Verformung durch den Trennwandabschnitt 010 an der

Position P2, während der erste Wandabschnitt 06 mit dem Trennwandabschnitt 010 an einer Position P1 verbunden ist, an der der Trennwandabschnitt 010 in axialer Richtung existiert, und somit direkt die Einschränkung der thermischen Verformung durch den Trennwandabschnitt 010 an der Position P1 erfährt. Daher wird in einem Teil des ersten Wandabschnitts 06, der mit dem Trennwandabschnitt 010 verbunden ist (ein Teil in der Nähe der Position P1), eine große thermische Spannung verursacht, die zu Schäden führen kann.

**[0025]** Im Gegensatz dazu erstreckt sich bei dem in den **Fig. 2** und **5** dargestellten Brennerrohr 5 (5A), wie oben beschrieben, zumindest der Teil jedes Trennwandabschnitts 10 entlang der Richtung, welche die radiale Richtung schneidet. Somit ist es im Vergleich zu den entsprechenden Konfigurationen in den **Fig. 3** und **4** gezeigten Konfigurationen möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 zu unterdrücken, indem eine Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt 10 durch den ersten Wandabschnitt 6 aufgenommen wird (die Zwangskraft, die von dem Teil des ersten Wandabschnitts 6 aufgenommen wird, der mit dem Trennwandabschnitt 10 verbunden ist), reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals 14 beibehalten wird.

**[0026]** Ferner umfasst, wie oben beschrieben, jeder der Trennwandabschnitte 10 den ersten geneigten Wandabschnitt 16, der sich von dem ersten Wandabschnitt 6 entlang der Richtung a erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, und den zweiten geneigten Wandabschnitt 18, der sich von dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang der Richtung b erstreckt, welche sowohl die radiale Richtung als auch die Richtung a schneidet, um mit dem ersten geneigten Wandabschnitt 16 verbunden zu werden. Auf diese Weise hat jeder der Kanalquerschnitte 12 die Pfeilform, die im Wesentlichen ein Dreieck umfasst, wodurch eine hohe Druckbeständigkeit und ein geringer Druckverlust des Kühlkanals 14 erreicht wird und eine Zunahme der im ersten Wandabschnitt 6 verursachten thermischen Spannung unterdrückt werden kann.

**[0027]** Als nächstes werden einige Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. In Ausführungsformen, die im Folgenden beschrieben werden, bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gemeinsame Bezugszeichen mit denjenigen für die jeweiligen Bestandteile in den vorgenannten Beispielen die gleichen Bestandteile wie die für die jeweiligen Bestandteile in den vorgenannten Beispielen, und die Beschreibung derselben wird weggelassen.

**[0028]** **Fig. 6** ist eine vertikale Querschnittsansicht, welche die schematische Konfiguration eines Brennerrohrs 5 (5B) gemäß einer Ausführungsform

zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5B). **Fig. 7** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau eines Brennerrohrs 5 (5C) gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5C).

**[0029]** Das in **Fig. 6** dargestellte Brennerrohr 5 (5B) umfasst zusätzlich zu dem oben beschriebenen ersten Wandabschnitt 6, dem zweiten Wandabschnitt 8 und der Vielzahl von Trennwandabschnitten 10 einen dritten Wandabschnitt 20 und eine Vielzahl von Trennwandabschnitten 22.

**[0030]** Der dritte Wandabschnitt 20 ist gegenüber dem ersten Wandabschnitt 6 quer zum zweiten Wandabschnitt 8 angeordnet und erstreckt sich entlang der axialen Richtung. In der in **Fig. 6** dargestellten Konfiguration ist eine Oberfläche 6b des ersten Wandabschnitts 6 auf einer dem zweiten Wandabschnitt 8 gegenüberliegenden Seite einem Hochtemperaturfluid in der Brennkammer 26 zugewandt, und eine Oberfläche 20a des dritten Wandabschnitts 20 auf der dem zweiten Wandabschnitt 8 gegenüberliegenden Seite ist dem Hochtemperaturfluid in der Brennkammer 26 zugewandt.

**[0031]** Die mehreren Trennwandabschnitte 22 verbinden den zweiten Wandabschnitt 8 und den dritten Wandabschnitt 20 derart, dass zwischen dem zweiten Wandabschnitt 8 und dem dritten Wandabschnitt 20 der zumindest eine Kühlkanal 34 gebildet wird, der mehrere in axialer Richtung beabstandet angeordnete Kanalquerschnitte 32 aufweist.

**[0032]** In dem in **Fig. 6** gezeigten Querschnitt erstreckt sich zumindest ein Teil jedes Trennwandabschnitts 22, der den zweiten Wandabschnitt 8 und den dritten Wandabschnitt 20 verbindet, entlang der Richtung, welche die radiale Richtung schneidet. In dem in **Fig. 6** dargestellten Querschnitt umfasst jeder der Trennwandabschnitte 22 einen dritten geneigten Wandabschnitt 36, der sich linear von dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang einer Richtung c erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, und einen vierten geneigten Wandabschnitt 38, der sich linear von dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang einer Richtung d erstreckt, welche sowohl die radiale Richtung als auch die Richtung c schneidet, um mit dem dritten geneigten Wandabschnitt 36 verbunden zu werden. Im dargestellten Querschnitt ist die Richtung c eine Richtung in Richtung der distalen Endseite des Brennerrohrs 5 in der axialen Richtung von dem zweiten Wandabschnitt 8 in Richtung der radial inneren Seite, und die Richtung d ist eine Richtung in Richtung der distalen Endseite des Brennerrohrs 5

in der axialen Richtung von dem dritten Wandabschnitt 20 in Richtung der radial äußeren Seite.

**[0033]** In der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration bilden der erste Wandabschnitt 6, der zweite Wandabschnitt 8, der dritte Wandabschnitt 20, die Vielzahl von Trennwandabschnitten 10 und die Vielzahl von Trennwandabschnitten 22 eine Kühlkanalstruktur 100B, die die Kühlkanäle 14, 34 enthält. Das heißt, die Kühlkanäle 14 und 34, durch die das Kühlmedium zum Kühlen des Brennerrohrs 5 (5B) fließt, sind im inneren Teil des Brennerrohrs 5 (5B) selbst (dem dicken inneren Teil des Brennerrohrs 5) ausgebildet, und das Brennerrohr 5 (5B) selbst bildet die Kühlkanalstruktur 100B.

**[0034]** Da sich bei der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration zumindest der Teil jedes Trennwandabschnitts 10, der den ersten Wandabschnitt 6 und den zweiten Wandabschnitt 8 verbindet, entlang der Richtung erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, ist es möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung reduziert wird, die von dem Trennwandabschnitt 10 durch den ersten Wandabschnitt 6 aufgenommen wird, während die Dichte des Kühlkanals 24 beibehalten wird. Da sich außerdem zumindest der Teil jedes Trennwandabschnitts 22, der den zweiten Wandabschnitt 8 und den dritten Wandabschnitt 20 verbindet, entlang der Richtung erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, ist es möglich, die Beschädigung des dritten Wandabschnitts 20 zu unterdrücken, indem eine Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt 22 durch den dritten Wandabschnitt 20 aufgenommen wird, reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals 34 beibehalten wird. In der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration werden der erste Wandabschnitt 6 und der dritte Wandabschnitt 20 durch das Hochtemperaturfluid erwärmt und eine thermische Verformung (thermische Ausdehnung) in axialer Richtung verursacht, während der zweite Wandabschnitt 8 zwischen den Kühlmedien angeordnet und gekühlt ist, wodurch die axiale thermische Verformung des ersten Wandabschnitts 6 und des dritten Wandabschnitts 20 durch den zweiten Wandabschnitt 8 eingeschränkt wird und die thermische Spannung verursacht wird. Im Gegensatz dazu erstreckt sich bei dem in **Fig. 7** gezeigten Brennerrohr 5 (5C) in dem Querschnitt, der die axiale Richtung und die radiale Richtung einschließt, zumindest ein Teil des zweiten Wandabschnitts 8 entlang der Richtung, welche die axiale Richtung schneidet. Dadurch wird die Zwangskraft der axialen thermischen Verformung, die von dem zweiten Wandabschnitt 8 durch den ersten Wandabschnitt 6 und den dritten Wandabschnitt 20 aufgenommen wird, reduziert, wodurch es möglich ist, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 und des dritten Wandabschnitts 20 zu unterdrücken.

**[0035]** In dem in **Fig. 7** gezeigten Querschnitt enthält der zweite Wandabschnitt 8 im gleichen Abstand wie die Trennwandabschnitte 10 eine Vielzahl von Verbindungsabschnitten 40 und eine Vielzahl von gebogenen Wandabschnitten 48, die jeweils einen fünften schrägen Wandabschnitt 42, einen sechsten schrägen Wandabschnitt 44 und einen siebten schrägen Wandabschnitt 46 umfassen. Die Verbindungsabschnitte 40 sind mit den Trennwandabschnitten 10 bzw. den Trennwandabschnitten 22 verbunden.

**[0036]** Der fünfte geneigte Wandabschnitt 42 erstreckt sich linear in Richtung der radial äußeren Seite in Richtung der proximalen Endseite des Brennerrohrs 5 in axialer Richtung. Ein Ende des fünften schrägen Wandabschnitts 42 ist mit dem Verbindungsabschnitt 40 verbunden, und ein anderes Ende des fünften schrägen Wandabschnitts 42 ist mit einem Ende des sechsten schrägen Wandabschnitts 44 verbunden. Der sechste geneigte Wandabschnitt 44 erstreckt sich linear in Richtung der radial inneren Seite zur proximalen Endseite des Brennerrohrs 5 in axialer Richtung, und ein anderes Ende des sechsten geneigten Wandabschnitts 44 ist mit einem Ende des siebten geneigten Wandabschnitts 46 verbunden. Der siebte geneigte Wandabschnitt 46 erstreckt sich linear in Richtung der radial äußeren Seite zur proximalen Endseite des Brennerrohrs 5 in der axialen Richtung, und ein anderes Ende des siebten geneigten Wandabschnitts 46 ist mit dem benachbarten Verbindungsabschnitt 40 verbunden. In der in **Fig. 7** gezeigten Konfiguration bilden der erste Wandabschnitt 6, der zweite Wandabschnitt 8, der dritte Wandabschnitt 20, die mehreren Trennwandabschnitte 10 und die mehreren Trennwandabschnitte 22 eine Kühlkanalstruktur 100C mit den Kühlkanälen 14, 34. Das heißt, die Kühlkanäle 14 und 34, durch die das Kühlmedium zum Kühlen des Brennerrohrs 5 (5C) fließt, sind im inneren Teil des Brennerrohrs 5 (5C) selbst (dem dicken inneren Teil des Brennerrohrs 5) ausgebildet, und das Brennerrohr 5 (5C) selbst bildet die Kühlkanalstruktur 100C.

**[0037]** In der in **Fig. 7** gezeigten Konfiguration, da der zweite Wandabschnitt 8 die oben beschriebenen gebogenen Wandabschnitte 48 enthält, ist es möglich, die Zwangskraft der axialen thermischen Verformung, die vom zweiten Wandabschnitt 8 durch den ersten Wandabschnitt 6 und den dritten Wandabschnitt 20 aufgenommen wird, effektiv zu reduzieren.

**[0038]** **Fig. 8** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration. **Fig. 8** zeigt schematisch einen thermischen Verformungsbetrag in axialer Richtung durch eine gestrichelte Linie in Bezug auf einen virtuellen Fall (Fall 5), in dem die thermische Verformung nicht eingeschränkt ist, und zeigt schematisch einen thermischen Verformungs-

betrag in axialer Richtung durch eine einfach gepunktete Kettenlinie in Bezug auf einen tatsächlichen Fall (Fall 6), in dem die thermische Verformung eingeschränkt ist. **Fig. 9** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der in **Fig. 7** gezeigten Konfiguration. **Fig. 9** zeigt schematisch einen thermischen Verformungsbetrag in axialer Richtung durch eine gestrichelte Linie in Bezug auf einen virtuellen Fall (Fall 7), in dem die thermische Verformung nicht eingeschränkt ist, und zeigt schematisch einen thermischen Verformungsbetrag in axialer Richtung durch eine einfach gepunktete Kettenlinie in Bezug auf einen tatsächlichen Fall (Fall 8), in dem die thermische Verformung eingeschränkt ist.

**[0039]** Vergleicht man die **Fig. 8** und **9**, verglichen mit dem virtuellen Fall (Fall 5, Fall 7), in dem die thermische Verformung nicht eingeschränkt ist, ist der Betrag der thermischen Verformung des ersten Wandabschnitts 6 und des dritten Wandabschnitts 20 eingeschränkt und in dem tatsächlichen Fall (Fall 6, Fall 8), in dem die thermische Verformung eingeschränkt ist, reduziert. Ferner ist die Zwangskraft der axialen thermischen Verformung, die von dem zweiten Wandabschnitt 8 durch den ersten Wandabschnitt 6 und den dritten Wandabschnitt 20 aufgenommen wird, in der in **Fig. 9** gezeigten Konfiguration kleiner als in der in **Fig. 8** gezeigten Konfiguration, verglichen mit dem in **Fig. 8** gezeigten Fall 6, wobei der axiale thermische Verformungsbetrag des ersten Wandabschnitts 6, des zweiten Wandabschnitts 8 und des dritten Wandabschnitts 20 im Fall 8 groß ist. Somit ist es möglich, die in dem ersten Wandabschnitt 6 und dem dritten Wandabschnitt 20 verursachte thermische Spannung in der in **Fig. 9** gezeigten Konfiguration weiter zu reduzieren als in der in **Fig. 8** gezeigten Konfiguration, und die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 und des dritten Wandabschnitts 20 zu unterdrücken.

**[0040]** **Fig. 10** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau eines Brennerrohrs 5 (5D) gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt und einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5D) zeigt.

**[0041]** Jeder der Kanalquerschnitte 12, 32 hat die Pfeilform, die in der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration im Wesentlichen ein Dreieck umfasst, während jeder der Kanalquerschnitte 12, 32 die Pfeilform hat, die in der in **Fig. 10** gezeigten Konfiguration im Wesentlichen einen Halbkreis umfasst.

**[0042]** In dem in **Fig. 10** gezeigten Querschnitt ist jeder der Trennwandabschnitte 10 entlang eines Bogens ausgebildet, und zumindest der Teil des Trennwandabschnitts 10 erstreckt sich entlang der Richtung, welche die radiale Richtung schneidet.

Ferner ist in dem in **Fig. 10** gezeigten Querschnitt jeder der Trennwandabschnitte 22 entlang eines Bogens ausgebildet, und zumindest der Teil des Trennwandabschnitts 22 erstreckt sich entlang der Richtung, welche die radiale Richtung schneidet.

**[0043]** So bilden in der in **Fig. 10** gezeigten Konfiguration der erste Wandabschnitt 6, der zweite Wandabschnitt 8, der dritte Wandabschnitt 20, die Vielzahl von Trennwandabschnitten 10 und die Vielzahl von Trennwandabschnitten 22 eine Kühlkanalstruktur 100D, die die Kühlkanäle 14, 34 enthält. Das heißt, die Kühlkanäle 14 und 34, durch die das Kühlmedium zum Kühlen des Brennerrohrs 5 (5D) fließt, sind im inneren Teil des Brennerrohrs 5 (5D) selbst (dem dicken inneren Teil des Brennerrohrs 5) ausgebildet, und das Brennerrohr 5 (5D) selbst bildet die Kühlkanalstruktur 100D.

**[0044]** Da sich auch in der in **Fig. 10** gezeigten Konfiguration zumindest der Teil jedes Trennwandabschnitts 10 entlang der Richtung erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, ist es möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt 10 durch den ersten Wandabschnitt 6 aufgenommen wird, reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals 14 beibehalten wird. Da sich zumindest ein Teil jedes Trennwandabschnitts 22 entlang der Richtung erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, ist es ferner möglich, die Beschädigung des dritten Wandabschnitts 20 zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt 22 durch den dritten Wandabschnitt 20 aufgenommen wird, reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals 34 beibehalten wird.

**[0045]** Ferner ist es möglich, durch Ausbilden jedes der Trennwandabschnitte 10 entlang des Bogens im Vergleich zu der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration einen Anstieg des Druckverlusts des Kühlkanals 14 zu unterdrücken, während der Druckwiderstand des Kühlkanals 14 erhöht wird. Ferner ist es möglich, durch Ausbilden jedes der Trennwandabschnitte 22 entlang des Bogens im Vergleich zu der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration einen Anstieg des Druckverlusts des Kühlkanals 14 zu unterdrücken, während der Druckwiderstand des Kühlkanals 34 erhöht wird.

**[0046]** **Fig. 11** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau eines Brennerrohrs 5 (5E) gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt, und zeigt einen Querschnitt einschließlich der Mittelachse CL (der Querschnitt einschließlich der axialen Richtung und der radialen Richtung) des Brennerrohrs 5 (5E).

**[0047]** Jeder der Kanalquerschnitte 12, 32 hat die Pfeilform, die in der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration

im Wesentlichen ein Dreieck umfasst, während jeder der Kanalquerschnitte 12, 32 in der in **Fig. 11** gezeigten Konfiguration im Wesentlichen ein Parallelogramm aufweist. In dem in **Fig. 11** dargestellten Querschnitt erstreckt sich jeder der Trennwandabschnitte 10 linear vom ersten Wandabschnitt 6 zum zweiten Wandabschnitt 8 entlang einer Richtung e, welche die radiale Richtung schneidet. Ferner erstreckt sich in dem in **Fig. 11** dargestellten Querschnitt jeder der Trennwandabschnitte 22 linear von dem dritten Wandabschnitt 20 zu dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang einer Richtung f, die die radiale Richtung schneidet. Im dargestellten Querschnitt ist die Richtung e eine Richtung in Richtung der proximalen Endseite des Brennerrohrs 5 in der axialen Richtung vom ersten Wandabschnitt 6 zur radial inneren Seite, und die Richtung f ist eine Richtung in Richtung der proximalen Endseite des Brennerrohrs 5 in der axialen Richtung vom dritten Wandabschnitt 20 zur radial äußeren Seite.

**[0048]** So bilden in der in **Fig. 11** gezeigten Konfiguration der erste Wandabschnitt 6, der zweite Wandabschnitt 8, der dritte Wandabschnitt 20, die Vielzahl von Trennwandabschnitten 10 und die Vielzahl von Trennwandabschnitten 22 eine Kühlkanalstruktur 100C, die die Kühlkanäle 14, 34 enthält. Das heißt, die Kühlkanäle 14 und 34, durch die das Kühlmedium zum Kühlen des Brennerrohrs 5 (5E) fließt, sind im inneren Teil des Brennerrohrs 5 (5E) selbst (dem dicken inneren Teil des Brennerrohrs 5) ausgebildet, und das Brennerrohr 5 (5E) selbst bildet die Kühlkanalstruktur 100E.

**[0049]** Da sich auch in der in **Fig. 11** gezeigten Konfiguration zumindest ein Teil jedes Trennwandabschnitts 10 entlang der Richtung erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, ist es möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt 10 durch den ersten Wandabschnitt 6 aufgenommen wird, reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals 14 beibehalten wird. Da sich zumindest ein Teil jedes Trennwandabschnitts 22 entlang der Richtung erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, ist es außerdem möglich, die Beschädigung des dritten Wandabschnitts 20 zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt 22 durch den dritten Wandabschnitt 20 aufgenommen wird, reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals 34 beibehalten wird.

**[0050]** Da sich die Trennwandabschnitte 10 von dem ersten Wandabschnitt 6 zu dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang der Richtung e, welche die radiale Richtung schneidet, erstrecken, ist es im Vergleich zu der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration und der in **Fig. 10** gezeigten Konfiguration möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 wirksam



zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von den Trennwandabschnitten 10 durch den ersten Wandabschnitt 6 aufgenommen wird, wirksam reduziert wird.

**[0051]** Da sich die Trennwandabschnitte 22 von dem dritten Wandabschnitt 20 zu dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang der Richtung f, welche die radiale Richtung schneidet, erstrecken, ist es im Vergleich zu der in **Fig. 6** und der in **Fig. 10** gezeigten Konfiguration möglich, die Beschädigung des dritten Wandabschnitts 20 wirksam zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von den Trennwandabschnitten 22 durch den dritten Wandabschnitt 20 aufgenommen wird, wirksam reduziert wird.

**[0052]** Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und umfasst auch eine Ausführungsform, die durch Modifizierung der oben beschriebenen Ausführungsformen erhalten wird, und eine Ausführungsform, die durch Kombination dieser Ausführungsformen erhalten wird.

**[0053]** In einigen der oben beschriebenen Ausführungsformen wurden beispielsweise die Fälle beschrieben, in denen die Brennerrohre 5 (5A bis 5E) jeweils die Kühlkanalstrukturen 100A bis 100E bilden. Die gleiche Kühlkanalstruktur wie die obigen Kühlkanalstrukturen kann auf eine Düsen-schürze eines Raketentriebwerks angewendet werden.

**[0054]** **Fig. 12** ist eine partielle Querschnittsansicht, welche die schematische Konfiguration einer Düsen-schürze eines Raketentriebwerks 50 gemäß einer anderen Ausführungsform zeigt.

**[0055]** Die in **Fig. 12** gezeigte Düsen-schürze 50 des Raketentriebwerks ist röhrenförmig ausgebildet und umfasst den röhrenförmigen ersten Wandabschnitt 6, der sich entlang einer ersten Richtung d1 erstreckt, den röhrenförmigen zweiten Wandabschnitt 8, der im Abstand von dem ersten Wandabschnitt 6 in einer zweiten Richtung d2 (einer Dickenrichtung der Düsen-schürze 50) orthogonal zu der ersten Richtung d1 angeordnet ist, und die Vielzahl von Trennwandabschnitten 10, die den ersten Wandabschnitt 6 und den zweiten Wandabschnitt 8 verbinden. Der röhrenförmige zweite Wandabschnitt 8 ist an der inneren Umfangsseite des röhrenförmigen ersten Wandabschnitts 6 angeordnet, und die Mittelachse CL des ersten Wandabschnitts 6 fällt mit der Mittelachse CL des zweiten Wandabschnitts 8 zusammen. Der Radius des röhrenförmigen ersten Wandabschnitts 6 und der Radius des röhrenförmigen zweiten Wandabschnitts 8 nehmen zur distalen Endseite (in der Zeichnung die untere Seite) der Düsen-schürze 50 hin zu.

**[0056]** Die mehreren Trennwandabschnitte 10 verbinden den ersten Wandabschnitt 6 und den zweiten Wandabschnitt 8, um den zumindest einen Kühlkanal 14 zu bilden, der die mehreren in der ersten Richtung d1 beabstandeten angeordneten Kanalquerschnitte 12 zwischen dem ersten Wandabschnitt 6 und dem zweiten Wandabschnitt 8 aufweist.

**[0057]** In der in **Fig. 12** gezeigten Konfiguration bilden der erste Wandabschnitt 6, der zweite Wandabschnitt 8 und die mehreren Trennwandabschnitte 10 eine Kühlkanalstruktur 100F mit dem zumindest einen Kühlkanal 14. Das heißt, der Kühlkanal 14, durch den das Kühlmedium zum Kühlen der Düsen-schürze 50 fließt, ist im inneren Teil der Düsen-schürze 50 selbst (dem dicken inneren Teil der Düsen-schürze 50) ausgebildet, und die Düsen-schürze 50 selbst bildet die Kühlkanalstruktur 100F.

**[0058]** Da sich in dem in **Fig. 12** dargestellten Querschnitt zumindest ein Teil jedes Trennwandabschnitts 10 entlang der Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung d2 schneidet, ist es möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung reduziert wird, die von dem Trennwandabschnitt 10 durch den ersten Wandabschnitt 6 aufgenommen wird, während die Dichte des Kühlkanals 14 beibehalten wird.

**[0059]** Ferner wurden in einigen der oben beschriebenen Ausführungsformen die Fälle, in denen die röhrenförmigen Elemente die Kühlkanalstrukturen 100A bis 100F bilden, beispielhaft dargestellt. Das heißt, die Fälle, in denen der erste Wandabschnitt 6 und der zweite Wandabschnitt 8 jeweils röhrenförmig ausgebildet sind, wurden beispielhaft beschrieben. In anderen Ausführungsformen sind der erste Wandabschnitt 6 und der zweite Wandabschnitt 8 jedoch nicht auf eine zylindrische Form beschränkt, sondern können beispielsweise eine röhrenförmige Form mit polygonalem Querschnitt haben, und beispielsweise können, wie in **Fig. 13** gezeigt, der erste Wandabschnitt 6 und der zweite Wandabschnitt 8 parallel zu einer Ebene S entlang der Ebene S ausgebildet sein. In diesem Fall erstreckt sich zumindest ein Teil jedes Trennwandabschnitts 10 entlang einer Richtung, welche die Richtung (zweite Richtung) orthogonal zur Ebene S schneidet.

**[0060]** In dem in **Fig. 13** gezeigten Querschnitt hat jeder der Kanalquerschnitte 12 die Pfeilform, die im Wesentlichen ein Dreieck umfasst, und jeder der Trennwandabschnitte 10 umfasst den ersten geneigten Wandabschnitt 16, der sich linear von dem ersten Wandabschnitt 6 entlang der Richtung a (dritte Richtung) erstreckt, welche die radiale Richtung schneidet, und den zweiten geneigten Wandabschnitt 18, der sich linear von dem zweiten Wandabschnitt 8 entlang der Richtung b (vierte Richtung) erstreckt, wel-

che die radiale Richtung und die Richtung a schneidet, um mit dem ersten geneigten Wandabschnitt 16 verbunden zu werden. Im dargestellten Querschnitt ist die Richtung a eine Richtung zu einer Seite in der Richtung d1 mit zunehmendem Abstand von dem ersten Wandabschnitt 6, und die Richtung b ist eine Richtung zu der oben beschriebenen einen Seite in der ersten Richtung mit zunehmendem Abstand von dem zweiten Wandabschnitt 8.

**[0061]** In der in **Fig.** 13 gezeigten Konfiguration bilden der erste Wandabschnitt 6, der zweite Wandabschnitt 8 und die Vielzahl von Trennwandabschnitten 10 eine Kühlkanalstruktur 100G, die den zumindest einen Kühlkanal 14 enthält. Die in **Fig.** 13 gezeigte Kühlkanalstruktur 100G ist z.B. für eine Wasserwand eines Kesselofens oder dergleichen geeignet. Mit der in **Fig.** 13 gezeigten Konfiguration wird die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt 10 durch den ersten Wandabschnitt 6 aufgenommen wird, reduziert, wodurch es möglich ist, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts 6 zu unterdrücken. Ferner wurde in einigen der oben beschriebenen Ausführungsformen die Konfiguration beschrieben, bei der der erste Wandabschnitt 6 und der zweite Wandabschnitt 8 (und der dritte Wandabschnitt 20) parallel angeordnet sind. Der erste Wandabschnitt 6 und der zweite Wandabschnitt 8 (und der dritte Wandabschnitt 20) müssen jedoch nicht unbedingt parallel angeordnet sein.

**[0062]** Die in den obigen Ausführungsformen beschriebenen Inhalte sind beispielsweise wie folgt zu verstehen.

**[0063]** (1) Eine Kühlkanalstruktur (100A bis 100G) gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen ersten Wandabschnitt (wie den oben beschriebenen ersten Wandabschnitt 6 jeder Ausführungsform), der sich entlang einer ersten Richtung (wie der axialen Richtung im Brennerrohr 5 (5A bis 5E), der ersten Richtung d1 in der Düsenschräge 50, und die oben beschriebene erste Richtung d1 in der Wasserwand 52), einen zweiten Wandabschnitt (wie der oben beschriebene zweite Wandabschnitt 8 jeder Ausführungsform), der in einem Abstand von dem ersten Wandabschnitt in einer zweiten Richtung (wie der radialen Richtung in dem Brennerrohr 5 (5A bis 5E), der zweiten Richtung d2 in der Düsenschräge 50, die zweite Richtung d2 in der Düsenschräge 50 und die zweite Richtung d2 in der oben beschriebenen Wasserwand 52) orthogonal zu der ersten Richtung, wobei zumindest ein Kühlkanal (wie der oben beschriebene zumindest eine Kühlkanal 14 jeder Ausführungsform), der eine Vielzahl von Kanalquerschnitten (wie die oben beschriebene Mehrzahl von Kanalquerschnitten 12 jeder Ausführungsform) aufweist, in Abständen in der ersten Richtung angeordnet ist, der Kühlkanal zwischen dem ersten Wandabschnitt und dem zweiten Wandabschnitt gebildet ist,

und eine Vielzahl von Trennwandabschnitten (wie die oben beschriebene Vielzahl von Trennwandabschnitten 10 jeder Ausführungsform), die in dem Kühlkanal angeordnet sind, den ersten Wandabschnitt und den zweiten Wandabschnitt verbinden und eine Wandfläche des Kühlkanals bilden. In einem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, erstreckt sich zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte entlang einer Richtung (wie die Richtung a, b, e und die Richtung entlang des Bogens in der in **Fig.** 10 dargestellten und oben beschriebenen Ausführungsform), welche die zweite Richtung schneidet.

**[0064]** Da sich bei der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (1) zumindest der Teil jedes der Trennwandabschnitte entlang der Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung schneidet, ist es im Vergleich zu der Konfiguration, bei der sich der Trennwandabschnitt parallel zu der zweiten Richtung (der Richtung orthogonal zu der ersten Richtung) erstreckt, möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts, die durch die thermische Spannung verursacht wird, zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt durch den ersten Wandabschnitt aufgenommen wird, reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals beibehalten wird.

**[0065]** (2) In einigen Ausführungsformen ist in der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (1) in dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, jeder der Trennwandabschnitte entlang eines Bogens ausgebildet.

**[0066]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (2) ist es möglich, da jeder der Trennwandabschnitte entlang des Bogens gebildet wird, die Kühlkanalstruktur zu realisieren, die in Bezug auf die Druckbeständigkeit und den Druckverlust des Kühlkanals besonders vorteilhaft ist.

**[0067]** (3) Erfindungsgemäß enthält in der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (1) in dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, jeder der Trennwandabschnitte einen ersten geneigten Wandabschnitt (wie den oben beschriebenen ersten geneigten Wandabschnitt 16), der sich von dem ersten Wandabschnitt in einer dritten Richtung (wie der oben beschriebenen Richtung a) erstreckt, welche die zweite Richtung schneidet, und einen zweiten geneigten Wandabschnitt (wie den oben beschriebenen zweiten geneigten Wandabschnitt 18), der sich von dem zweiten Wandabschnitt in eine vierte Richtung (wie die oben beschriebene Richtung b) erstreckt, die sowohl die zweite Richtung als auch die dritte Richtung schneidet, um mit dem ersten geneigten Wandabschnitt verbunden zu werden.

**[0068]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (3), da jeder der Kanalquerschnitte des Kühlkanals die Form einschließlich des im Wesentlichen Dreiecks hat, ist es möglich, die Kühlkanalstruktur zu implementieren, die in Bezug auf den Druckwiderstand des Kühlkanals, in Bezug auf den Druckverlust des Kühlkanals und in Bezug auf die im ersten Wandabschnitt verursachte thermische Spannung günstig ist.

**[0069]** (4) In einigen Ausführungsformen umfasst in der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (3) jeder der Trennwandabschnitte den ersten geneigten Wandabschnitt und den zweiten geneigten Wandabschnitt, und die dritte Richtung ist eine Richtung zu einer Seite in der ersten Richtung mit zunehmendem Abstand von dem ersten Wandabschnitt, und die vierte Richtung ist eine Richtung zu der oben beschriebenen einen Seite in der ersten Richtung mit zunehmendem Abstand von dem zweiten Wandabschnitt.

**[0070]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (4), da jeder der Kanalquerschnitte des Kühlkanals die Form hat, die im Wesentlichen das Dreieck einschließt, ist es möglich, die Kühlkanalstruktur zu implementieren, die in Bezug auf den Druckwiderstand des Kühlkanals, in Bezug auf den Druckverlust des Kühlkanals und in Bezug auf die im ersten Wandabschnitt verursachte thermische Spannung günstig ist.

**[0071]** (5) In einigen Ausführungsformen erstrecken sich in der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (1) in dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, die Trennwandabschnitte von dem ersten Wandabschnitt zu dem zweiten Wandabschnitt in einer Richtung (wie die oben beschriebene Richtung e), die die zweite Richtung schneidet.

**[0072]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (5) lässt sich die hinsichtlich der im ersten Wandabschnitt verursachten thermischen Spannung besonders günstige Kühlkanalstruktur realisieren.

**[0073]** (6) In einigen Ausführungsformen ist in der Kühlkanalstruktur gemäß einer der obigen Konfigurationen (1) bis (5) sowohl der erste Wandabschnitt als auch der zweite Wandabschnitt rohrförmig ausgebildet, und der zweite Wandabschnitt ist an einer inneren Umfangsseite des ersten Wandabschnitts angeordnet.

**[0074]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (6) ist es möglich, Schäden zu unterdrücken, die durch die thermische Spannung in der rohrförmigen Struktur verursacht werden.

**[0075]** (7) In einigen Ausführungsformen ist in der Kühlkanalstruktur gemäß einer der obigen Konfigurationen (1) bis (5) jeder des ersten Wandabschnitts und des zweiten Wandabschnitts entlang einer Ebene (wie der oben beschriebenen Ebene S) ausgebildet.

**[0076]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (7) ist es möglich, Schäden zu unterdrücken, die durch die thermische Spannung in der Struktur entlang der Ebene verursacht werden.

**[0077]** (8) Erfindungsgemäß umfasst die Kühlkanalstruktur gemäß einer der obigen Konfigurationen (1) bis (7) ferner einen dritten Wandabschnitt (wie den oben beschriebenen dritten Wandabschnitt 20), der gegenüber dem ersten Wandabschnitt über dem zweiten Wandabschnitt angeordnet ist, und eine Vielzahl von Trennwandabschnitten (wie die oben beschriebene Vielzahl von Trennwandabschnitten 22), die den zweiten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt verbinden, um zumindest einen Kühlkanal (wie den oben beschriebenen zumindest einen Kühlkanal 34) zwischen dem zweiten Wandabschnitt und dem dritten Wandabschnitt zu bilden, wobei der Kühlkanal eine Vielzahl von Kanalquerschnitten (wie die oben beschriebene Vielzahl von Kanalquerschnitten 32) aufweist, die in Abständen in der ersten Richtung angeordnet sind. In dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, erstreckt sich zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte, die den zweiten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt verbinden, entlang der Richtung (wie die Richtung c, d, f und die Richtung entlang des Bogens in der in **Fig. 10** dargestellten und oben beschriebenen Ausführungsform), welche die zweite Richtung schneidet.

**[0078]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (8), da sich zumindest der Teil jedes der Trennwandabschnitte, der den zweiten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt verbindet, entlang der Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung schneidet, da sich zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte, die den zweiten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt verbinden, entlang der Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung schneidet, ist es bei der obigen Konfiguration (8) möglich, die Beschädigung des dritten Wandabschnitts, die durch die thermische Spannung verursacht wird, zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt durch den dritten Wandabschnitt aufgenommen wird, reduziert wird, während die Dichte des Kühlkanals beibehalten wird.

**[0079]** (9) In einigen Ausführungsformen erstreckt sich in der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (8) in dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, zumindest

ein Teil des zweiten Wandabschnitts entlang einer Richtung (wie die Erstreckungsrichtung des fünften geneigten Wandabschnitts 42, die Erstreckungsrichtung des sechsten geneigten Wandabschnitts 44 und die Erstreckungsrichtung des siebten geneigten Wandabschnitts 46, die in **Fig. 9** gezeigt sind), welche die erste Richtung schneidet.

**[0080]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (9), da sich zumindest der Teil des zweiten Wandabschnitts entlang der Richtung erstreckt, welche die erste Richtung schneidet, ist es möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts und des dritten Wandabschnitts zu unterdrücken, die durch die thermische Spannung verursacht wird, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung in der ersten Richtung reduziert wird, die vom zweiten Wandabschnitt durch den ersten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt aufgenommen wird.

**[0081]** (10) In einigen Ausführungsformen erstrecken sich in der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (8) oder (9) in dem Querschnitt, der die erste Richtung und die zweite Richtung einschließt, die Trennwandabschnitte, die den ersten Wandabschnitt und den zweiten Wandabschnitt verbinden, von dem ersten Wandabschnitt zu dem zweiten Wandabschnitt in der Richtung, die die zweite Richtung schneidet, und die Trennwandabschnitte, die den zweiten Wandabschnitt und den dritten Wandabschnitt verbinden, erstrecken sich von dem dritten Wandabschnitt zu dem zweiten Wandabschnitt in der Richtung, die die zweite Richtung schneidet.

**[0082]** Mit der Kühlkanalstruktur gemäß der obigen Konfiguration (10) ist es möglich, die Beschädigung des ersten Wandabschnitts wirksam zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von dem Trennwandabschnitt durch den ersten Wandabschnitt aufgenommen wird, wirksam reduziert wird.

**[0083]** (11) Ein Brenner gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst die Kühlkanalstruktur gemäß einer der obigen Konfigurationen (1) bis (10).

**[0084]** Da der Brenner gemäß der obigen Konfiguration (11) die Kühlkanalstruktur gemäß einer der obigen Konfigurationen (1) bis (10) enthält, ist es im Vergleich zu der Konfiguration, bei der sich die Trennwandabschnitte parallel zur zweiten Richtung (die Richtung orthogonal zur ersten Richtung) erstrecken, möglich, die durch die thermische Spannung verursachte Beschädigung des ersten Wandabschnitts zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die der erste Wandabschnitt von den Trennwandabschnitten erhält, verringert wird, während die Dichte des Kühlkanals beibe-

halten wird. Dadurch ist es möglich, Schäden am Brenner zu vermeiden.

**[0085]** (12) Ein Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst die Kühlkanalstruktur gemäß einer der obigen Konfigurationen (1) bis (10).

**[0086]** Da der Wärmetauscher gemäß der obigen Konfiguration (12) die Kühlkanalstruktur gemäß einer der obigen Konfigurationen (1) bis (10) enthält, ist es im Vergleich zu der Konfiguration, bei der sich die Trennwandabschnitte parallel zur zweiten Richtung (der Richtung orthogonal zur ersten Richtung) erstrecken, möglich, die durch die thermische Spannung verursachte Beschädigung des ersten Wandabschnitts zu unterdrücken, indem die Zwangskraft der thermischen Verformung, die von den Trennwandabschnitten auf den ersten Wandabschnitt einwirkt, verringert wird, während die Dichte des Kühlkanals beibehalten wird. Dadurch ist es möglich, Schäden am Wärmetauscher zu vermeiden.

2	Brenner
4	Kraftstoffdüse
5 (5A-5E)	Brennerrohr
6	Erster Wandabschnitt
8	Zweiter Wandabschnitt
10	Trennwandabschnitt
12	Querschnitt des Kanals
14	Kühlkanal
16	Erster schräger Wandabschnitt
18	Zweiter schräger Wandabschnitt
20	Dritter Wandabschnitt
22	Trennwandabschnitt
26	Verbrennungskammer
28	Wand
30	Wirbelwind
32	Querschnitt des Kanals
34	Kühlkanal
36	Dritter schräger Wandabschnitt
38	Vierter schräger Wandabschnitt
40	Verbindungsteil
42	Fünfter schräger Wandabschnitt
44	Sechster schräger Wandabschnitt
46	Siebter schräger Wandabschnitt
48	Gebogener Wandteil
50	Schürze der Düse

52 Wasserwand  
100A-100G Kühlkanalstruktur

### Patentansprüche

1. Kühlkanalstruktur (100), aufweisend:  
einen ersten Wandabschnitt (6), der sich in eine erste Richtung (d1) erstreckt;  
einen zweiten Wandabschnitt (8), der in einem Abstand von dem ersten Wandabschnitt (6) in einer zweiten Richtung (d2) orthogonal zu der ersten Richtung (d1) angeordnet ist;  
zumindest einen Kühlkanal (14, 34), der eine Vielzahl von Kanalquerschnitten (12, 32) aufweist, die in Abständen in der ersten Richtung (d1) angeordnet sind, wobei der Kühlkanal (14, 34) zwischen dem ersten Wandabschnitt (6) und dem zweiten Wandabschnitt (8) ausgebildet ist; und  
eine Vielzahl von Trennwandabschnitten (10, 22), die in dem Kühlkanal (14, 34) angeordnet sind, den ersten Wandabschnitt (6) und den zweiten Wandabschnitt (8) verbinden und eine Wandfläche des Kühlkanals (14, 34) bilden,  
wobei sich in einem Querschnitt, der die erste Richtung (d1) und die zweite Richtung (d2) einschließt, zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte (10, 22) entlang einer Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung (d2) schneidet,  
wobei in dem Querschnitt, der die erste Richtung (d1) und die zweite Richtung (d2) einschließt, jeder der Trennwandabschnitte (10, 22) umfasst:  
einen ersten geneigten Wandabschnitt (16), der sich von dem ersten Wandabschnitt (6) in einer dritten Richtung (a) erstreckt, welche die zweite Richtung (d2) schneidet; und  
einen zweiten geneigten Wandabschnitt (18), der sich von dem zweiten Wandabschnitt (8) in einer vierten Richtung (b) erstreckt, welche die zweite Richtung (d2) und die dritte Richtung (a) schneidet, um mit dem ersten geneigten Wandabschnitt (16) verbunden zu sein, wobei die Kühlkanalstruktur **dadurch gekennzeichnet** ist, dass sie ferner aufweist:  
einen dritten Wandabschnitt (20), der gegenüber dem ersten Wandabschnitt (6) quer zum zweiten Wandabschnitt (8) angeordnet ist; und  
eine Vielzahl von Trennwandabschnitten (10, 22), die den zweiten Wandabschnitt (8) und den dritten Wandabschnitt (20) verbinden, um zumindest einen Kühlkanal (14, 34) zwischen dem zweiten Wandabschnitt (8) und dem dritten Wandabschnitt (20) zu bilden, wobei der Kühlkanal (14, 34) eine Vielzahl von Kanalquerschnitten (12, 32) aufweist, die in Abständen in der ersten Richtung (d1) angeordnet sind,  
wobei sich in dem Querschnitt, der die erste Richtung (d1) und die zweite Richtung (d2) beinhaltet, zumindest ein Teil jedes der Trennwandabschnitte (10, 22), die den zweiten Wandabschnitt (8) und den dritten Wandabschnitt (20) verbinden, entlang

der Richtung erstreckt, welche die zweite Richtung (d2) schneidet.

2. Kühlkanalstruktur (100) nach Anspruch 1, wobei jeder der Trennwandabschnitte (10, 22) den ersten geneigten Wandabschnitt (16) und den zweiten geneigten Wandabschnitt (18) umfasst, und wobei die dritte Richtung (a) eine Richtung zu einer Seite in der ersten Richtung (d1) mit zunehmendem Abstand von dem ersten Wandabschnitt (6) ist, und die vierte Richtung (b) eine Richtung zu der oben beschriebenen einen Seite in der ersten Richtung (d1) mit zunehmendem Abstand von dem zweiten Wandabschnitt (8) ist.

3. Kühlkanalstruktur (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei sowohl der erste Wandabschnitt (6) als auch der zweite Wandabschnitt (8) röhrenförmig ausgebildet ist, und wobei der zweite Wandabschnitt (8) an einer inneren Umfangsseite des ersten Wandabschnitts (6) angeordnet ist.

4. Kühlkanalstruktur (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Wandabschnitt (6) und der zweite Wandabschnitt (8) jeweils entlang einer Ebene ausgebildet ist.

5. Kühlkanalstruktur (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei sich in dem Querschnitt, der die erste Richtung (d1) und die zweite Richtung (d2) einschließt, zumindest ein Teil des zweiten Wandabschnitts (8) entlang einer Richtung erstreckt, welche die erste Richtung (d1) schneidet.

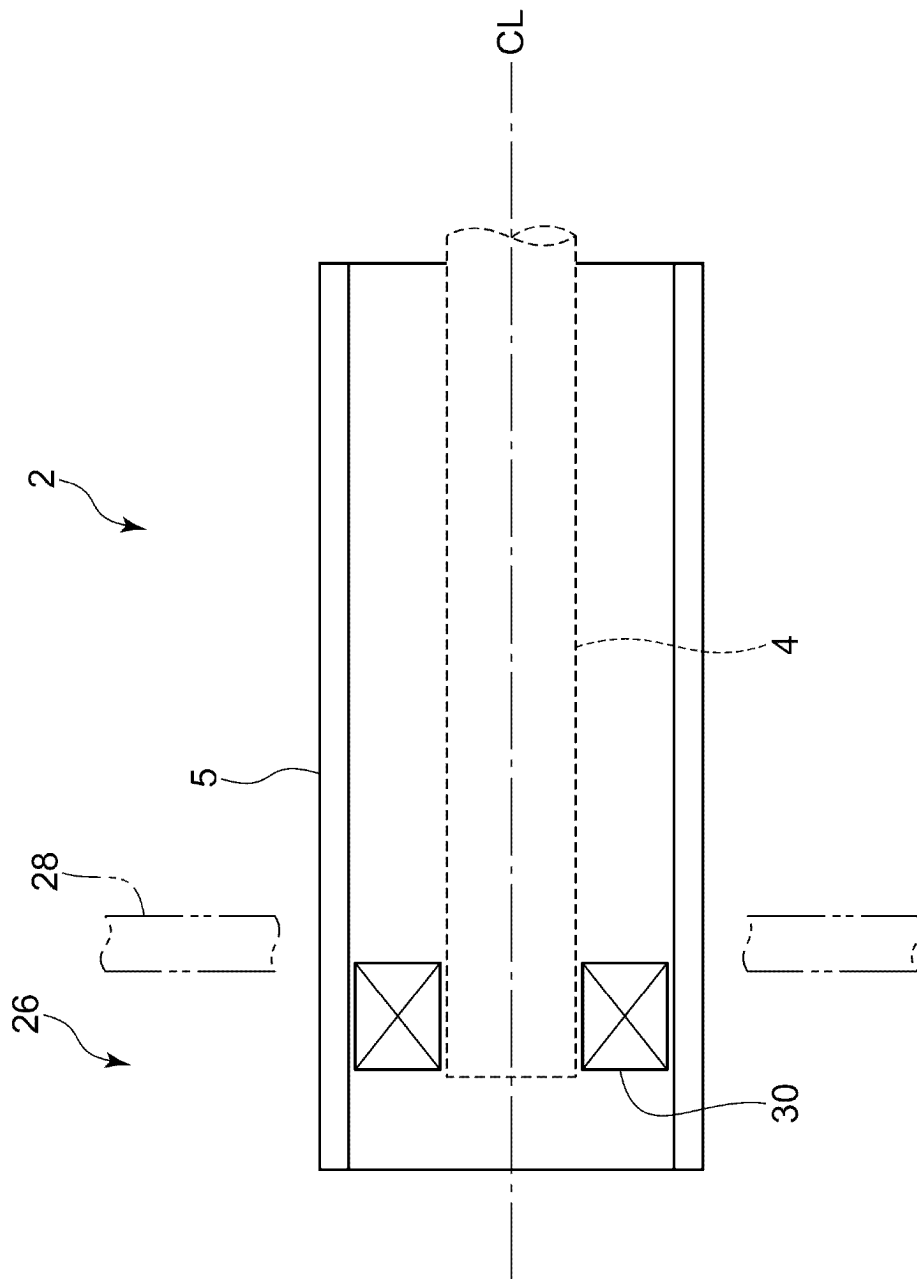
6. Kühlkanalstruktur (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in dem Querschnitt, der die erste Richtung (d1) und die zweite Richtung (d2) einschließt, die Trennwandabschnitte (10, 22), die den ersten Wandabschnitt (6) und den zweiten Wandabschnitt (8) verbinden, sich von dem ersten Wandabschnitt (6) zu dem zweiten Wandabschnitt (8) in der Richtung erstrecken, welche die zweite Richtung (d2) schneidet, und die Trennwandabschnitte (10, 22), die den zweiten Wandabschnitt (8) und den dritten Wandabschnitt (20) verbinden, sich von dem dritten Wandabschnitt (20) zu dem zweiten Wandabschnitt (8) in der Richtung erstrecken, welche die zweite Richtung (d2) schneidet.

7. Brenner (2) mit der Kühlkanalstruktur (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die erste Richtung (d1) eine axiale Richtung des Brenners (2) ist und die zweite Richtung (d2) eine radiale Richtung des Brenners (2) ist.

8. Wärmetauscher mit der Kühlkanalstruktur  
(100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

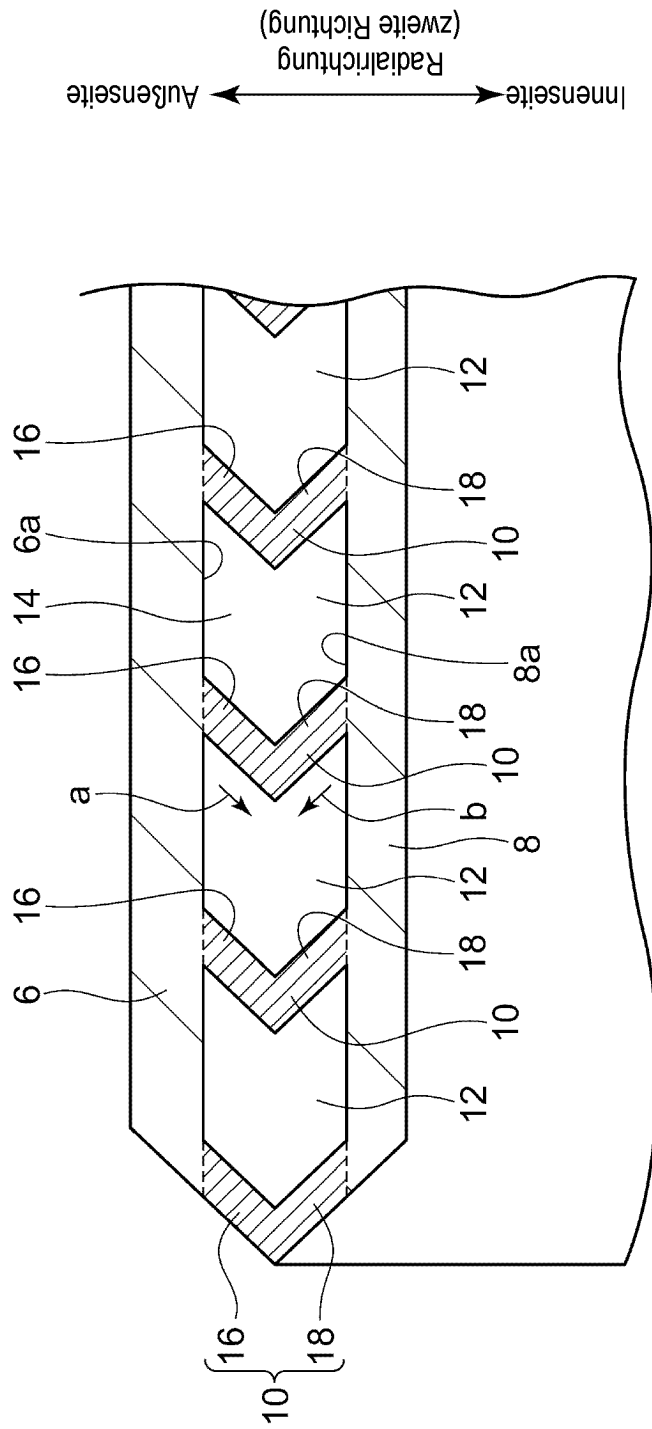
Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

FIG. 1



5(5A)  
100A

FIG. 2



Innenseite  
Radialrichtung  
(zweite Richtung)  
Außenseite

Distale Endseite  
Axialrichtung  
(erste Richtung)  
Proximale Endseite

CL



FIG. 3

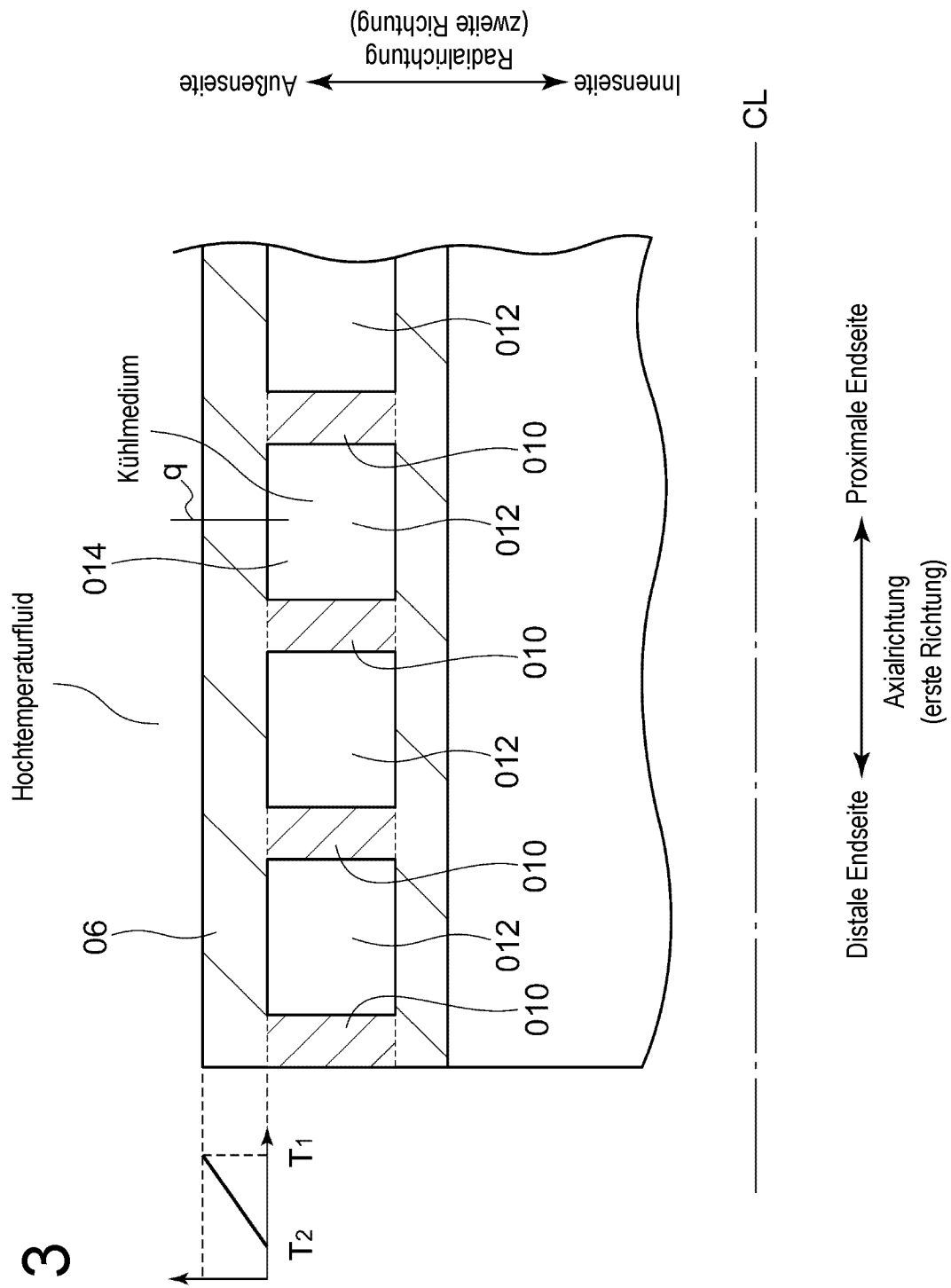


FIG. 4

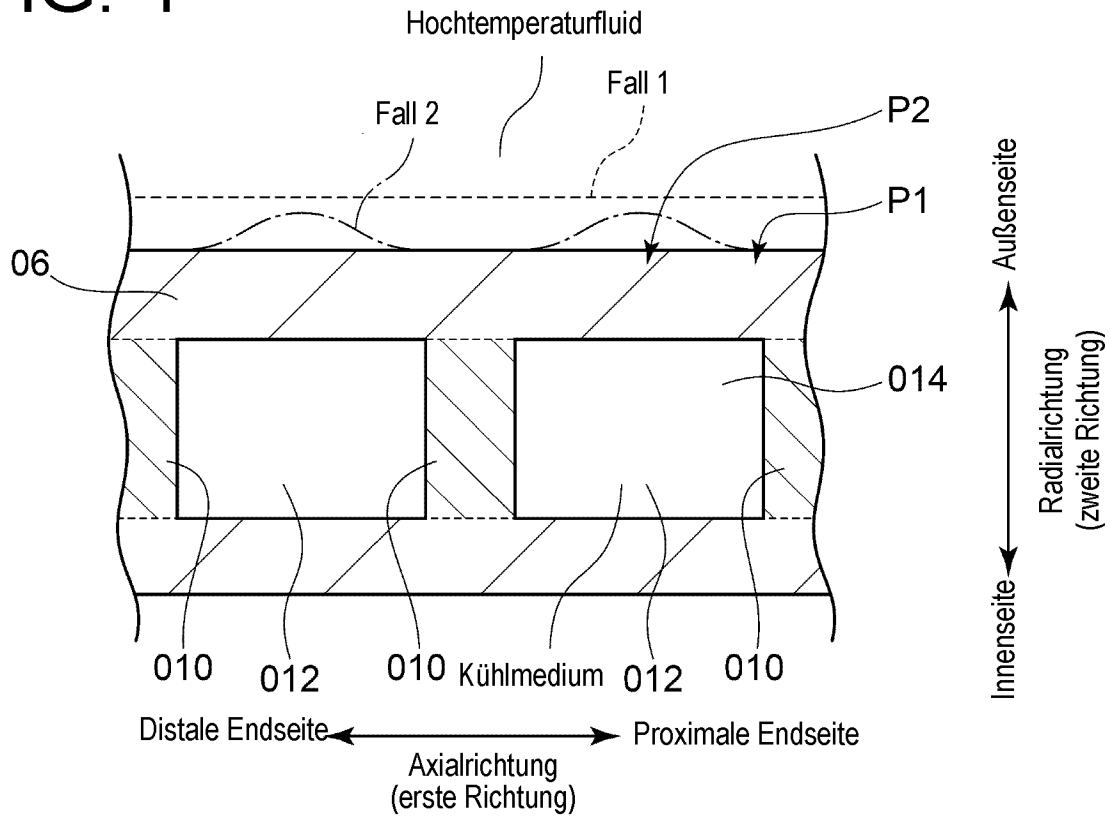


FIG. 5

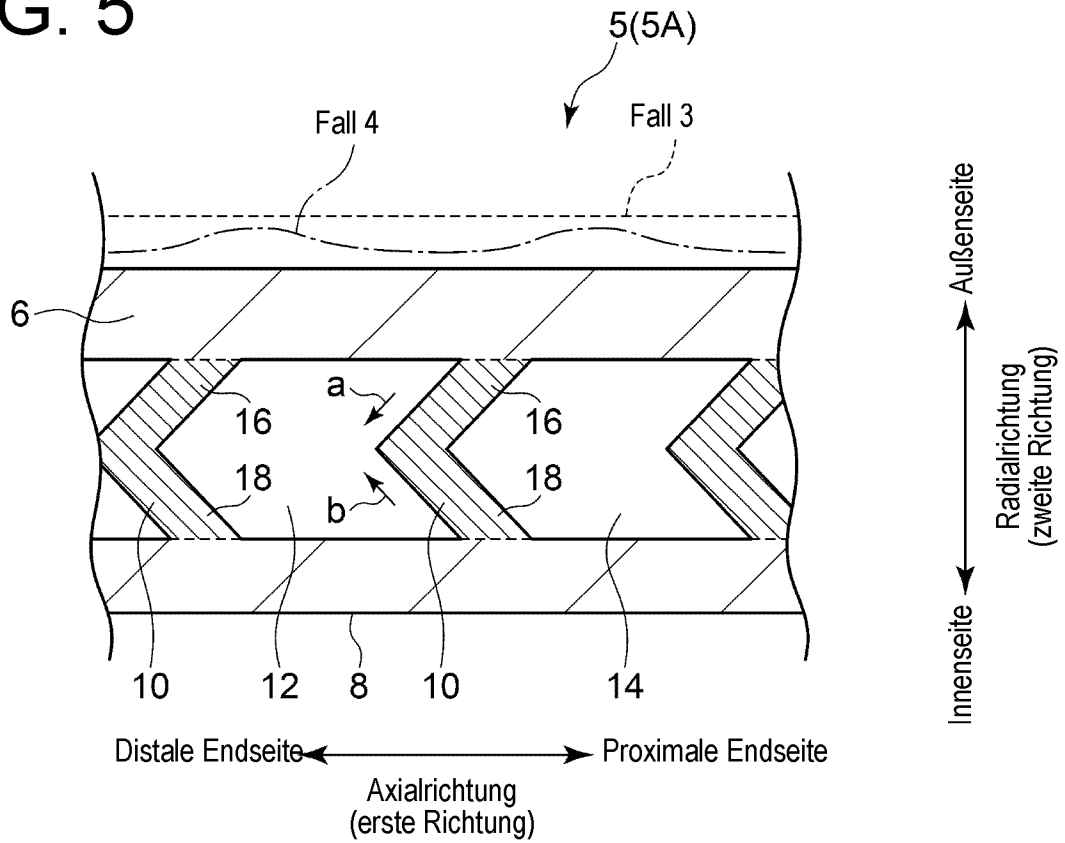


FIG. 6

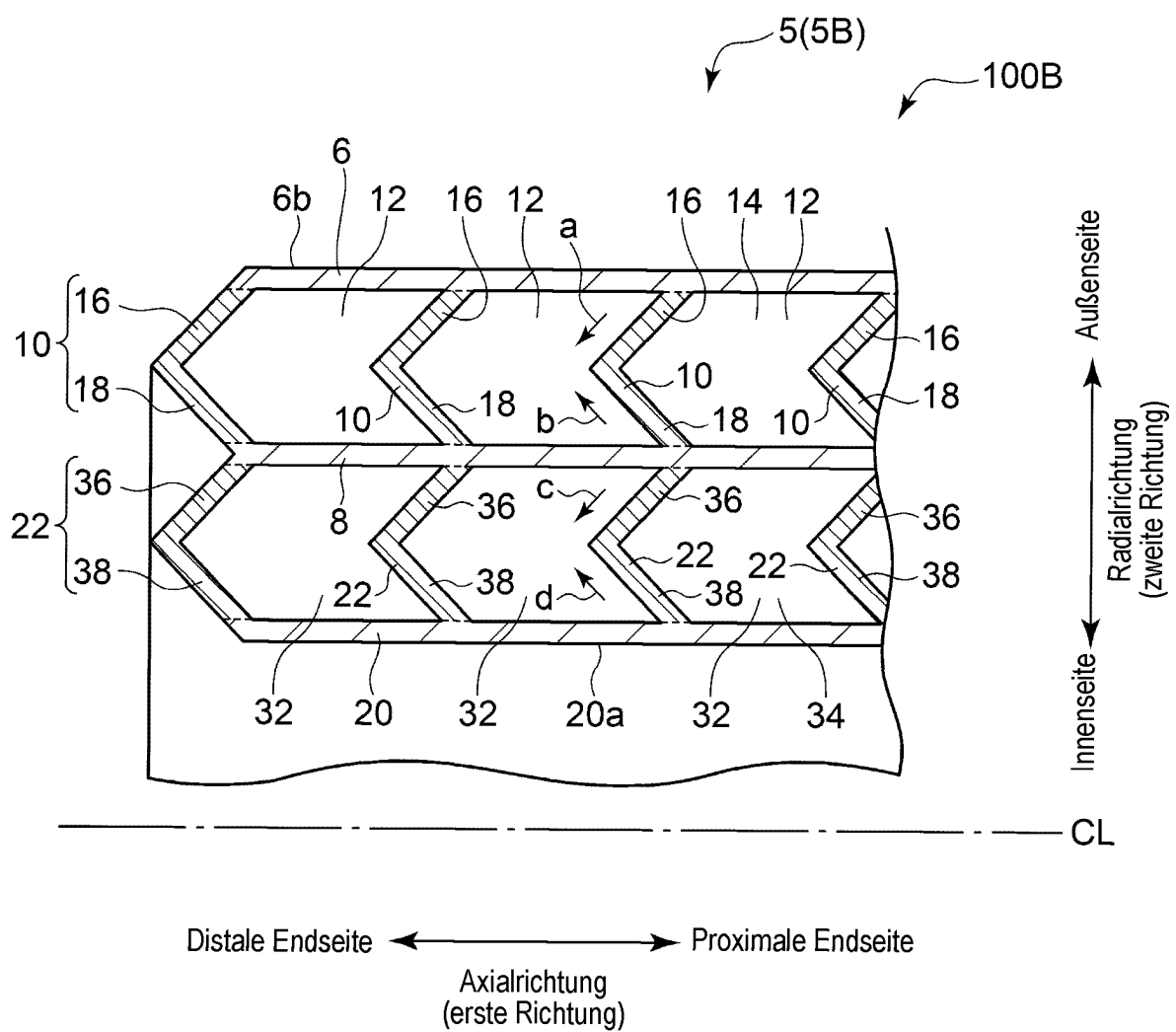


FIG. 7

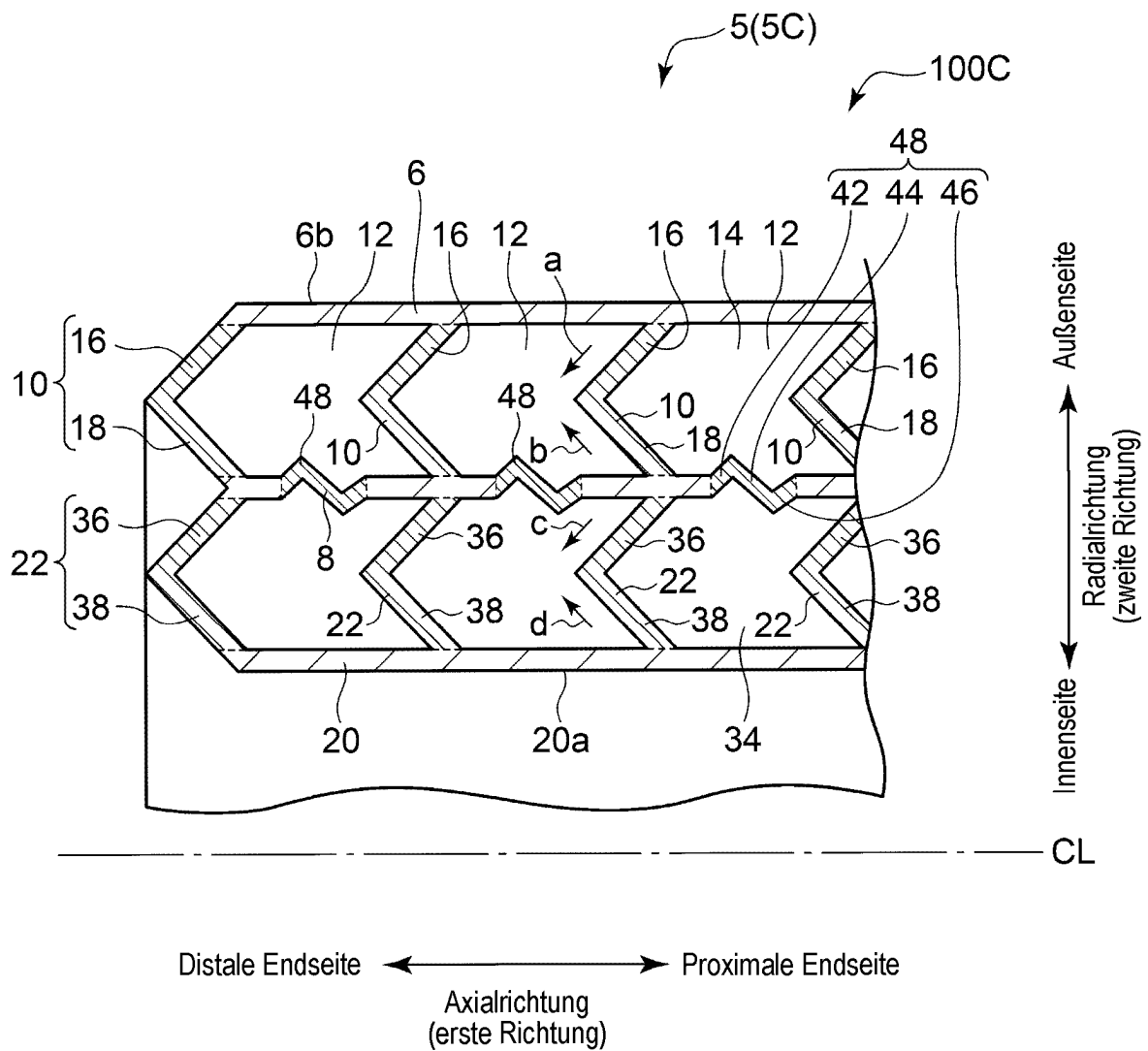


FIG. 8

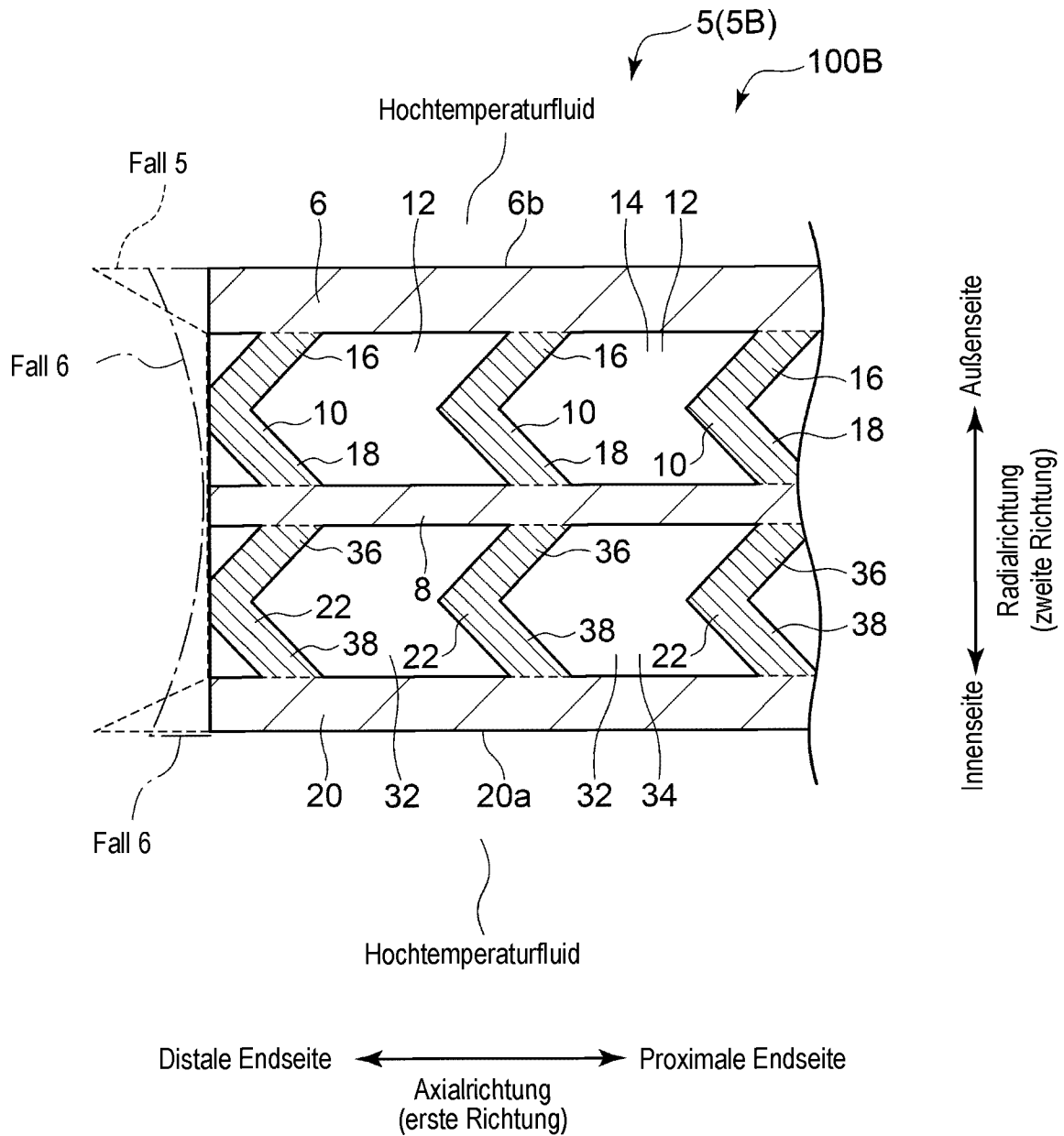


FIG. 9

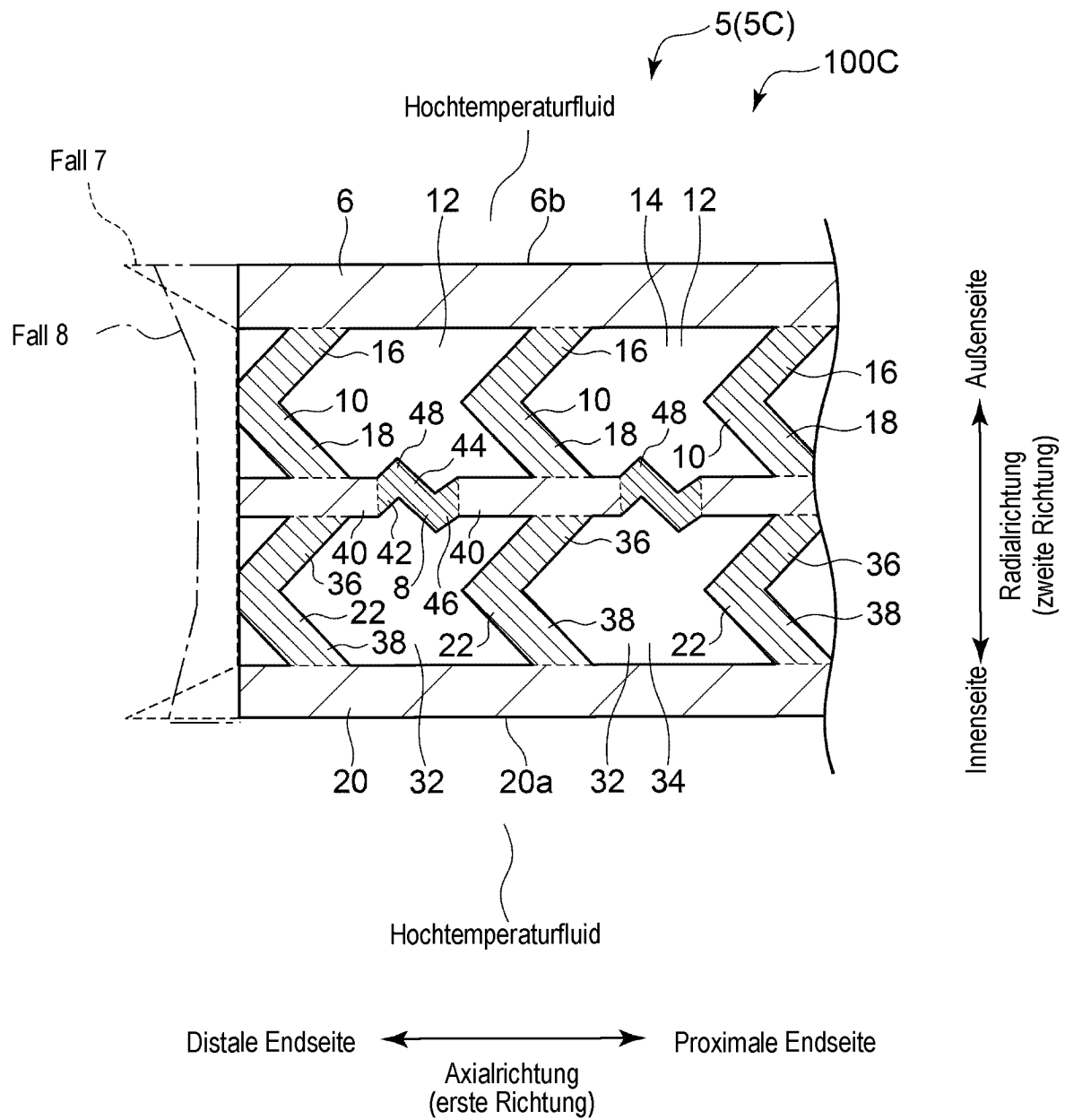


FIG. 10

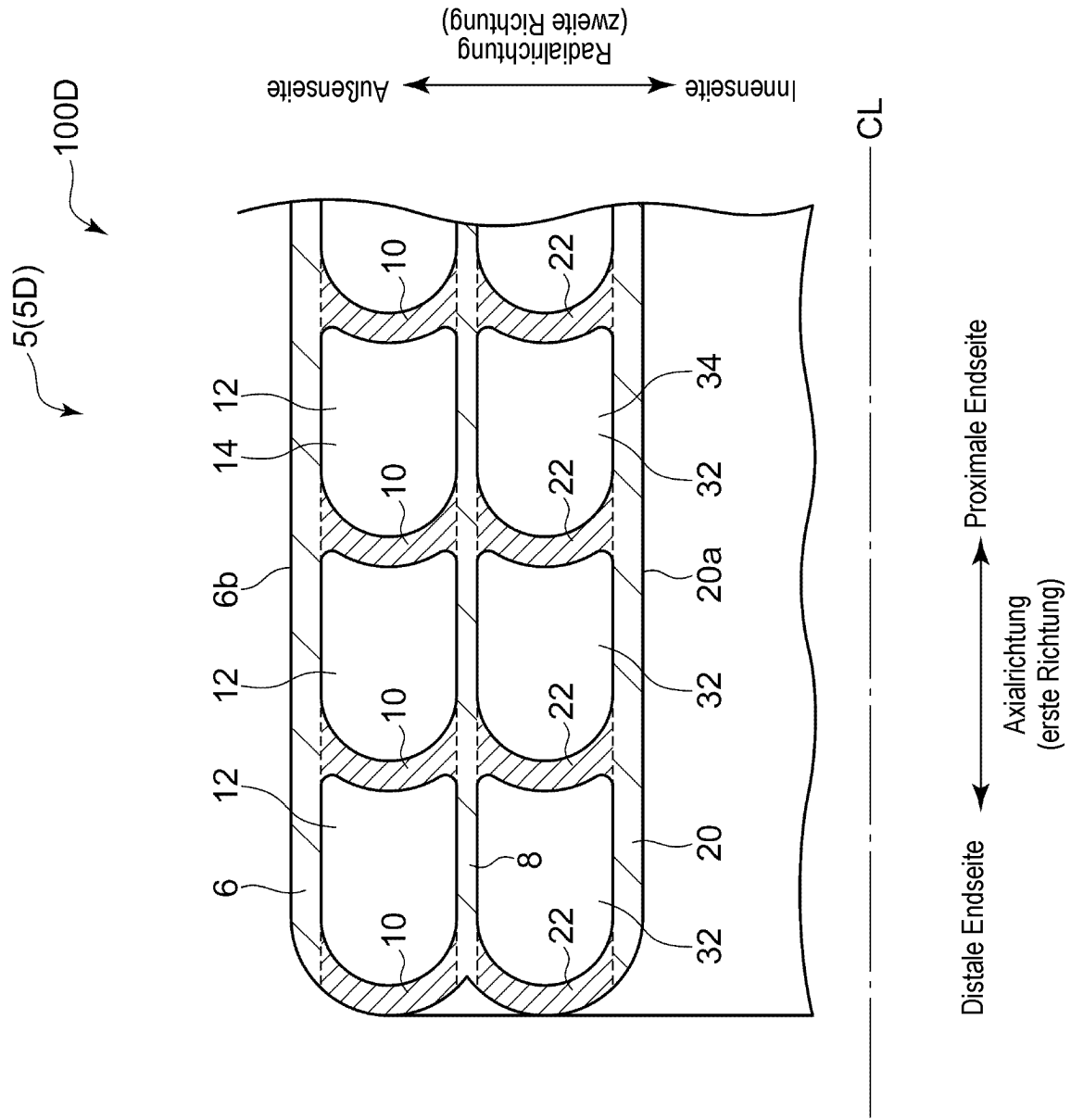


FIG. 11

