

(19)



(11)

EP 3 299 760 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(51) Int Cl.:
F28F 9/007^(2006.01) F28F 9/013^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17192409.5**

(22) Anmeldetag: **21.09.2017**

(54) **WÄRMEÜBERTRAGERVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER WÄRMEÜBERTRAGERVORRICHTUNG**

HEAT TRANSFER DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING A HEAT TRANSFER DEVICE

DISPOSITIF FORMANT ÉCHANGEUR THERMIQUE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN DISPOSITIF FORMANT ÉCHANGEUR THERMIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **23.09.2016 DE 102016218370**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.03.2018 Patentblatt 2018/13

(73) Patentinhaber: **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**
51147 Köln (DE)

(72) Erfinder: **Haunstetter, Jürgen**
70771 Leinfelden (DE)

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Patentanwälte mbB
Uhlandstrasse 14c
70182 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 458 313 WO-A1-2016/037232
DE-A1- 1 451 246 FR-A1- 2 519 751

EP 3 299 760 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wärmeübertragervorrichtung, beispielsweise für Industrieprozesse, in denen Wärme von einem Rauchgas auf ein Prozessgas übertragen wird, für Hochtemperaturprozesse, rekuperierende Mikrogasturbinen, Externally Fired Combined Cycle (EFCC)-Prozesse und rekuperativ betriebene Hochtemperatur-Brennstoffzellen, insbesondere Feststoffoxid- Brennstoffzellen.

[0002] Derartige Wärmeübertragervorrichtungen sind aus der DE 14 51 246 A1, der WO 2016/037232 A1, der FR 2 519 751 A1 und der EP 2 458 313 A2 bekannt.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wärmeübertragervorrichtung bereitzustellen, die möglichst einfach herstellbar ist, hohen Temperaturen Stand halten kann und auch bei hohen Temperaturen eine hohe Dichtheit, insbesondere gegenüber Fluiden, aufweist.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Wärmeübertragervorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0005] Dadurch, dass eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten vorzugsweise eine Eintrittsseite des Heißfluids und eine davon verschiedene der zwei einander gegenüberliegenden Seiten eine Austrittsseite des Heißfluids bildet, kann vorzugsweise eine optimierte Strömungsführung realisiert werden.

[0006] Dadurch, dass eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten vorzugsweise eine Eintrittsseite des Kaltfluids und eine davon verschiedene der zwei einander gegenüberliegenden Seiten eine Austrittsseite des Kaltfluids bildet, kann vorzugsweise eine optimierte Strömungsführung möglich sein.

[0007] Dadurch, dass die mehreren Wärmeübertragerelemente zwischen den zwei Verbindungselementen der Verbindungsvorrichtung eingespannt sind, kann vorzugsweise eine Festlegung der mehreren Wärmeübertragerelemente derart möglich sein, dass auch im Falle von beispielsweise temperaturbedingten Verspannungen und/oder Ausdehnungen kein Verzug auftritt.

[0008] "Hohe Temperaturen" bedeutet vorzugsweise Temperaturen von 500°C oder mehr. Insbesondere bedeutet "hohe Temperaturen" Temperaturen von 800°C oder mehr, beispielsweise von 1000°C oder mehr.

[0009] "Eingespannt" bedeutet vorzugsweise, dass die mehreren Wärmeübertragerelemente "auf Zug" zwischen den zwei Verbindungselementen der Verbindungsvorrichtung gehalten sind.

[0010] Ergänzend oder alternativ bedeutet "eingespannt" insbesondere, dass die mehreren Wärmeübertragerelemente "auf Druck" zwischen den zwei Verbindungselementen der Verbindungsvorrichtung gehalten sind.

[0011] Insbesondere sind die mehreren Wärmeübertragerelemente zwischen den zwei Verbindungselementen eingeklemmt.

[0012] Vorzugsweise ist mittels eines Verbindungse-

lements der zwei Verbindungselemente der Verbindungsvorrichtung eine Heißfluidzufuhr der Wärmeübertragervorrichtung mit der Eintrittsseite des Heißfluids und eine Kaltfluidabfuhr der Wärmeübertragervorrichtung mit der Austrittsseite des Kaltfluids verbunden. Dies kann den Vorteil bieten, dass vorzugsweise eine leakagefreie Zufuhr des Heißfluids zu den mehreren Wärmeübertragerelementen und eine leakagefreie Abfuhr des Kaltfluids von den mehreren Wärmeübertragerelementen möglich sein kann.

[0013] Vorzugsweise ist mittels eines Verbindungselements der zwei Verbindungselemente der Verbindungsvorrichtung eine Heißfluidabfuhr der Wärmeübertragervorrichtung mit der Austrittsseite des Heißfluids und eine Kaltfluidzufuhr der Wärmeübertragervorrichtung mit der Eintrittsseite des Kaltfluids verbunden. Dies kann den Vorteil bieten, dass vorzugsweise eine leakagefreie Abfuhr des Heißfluids von den mehreren Wärmeübertragerelementen und eine leakagefreie Zufuhr des Kaltfluids zu den mehreren Wärmeübertragerelementen möglich sein kann.

[0014] Insbesondere bildet eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente sowohl die Eintrittsseite des Heißfluids als auch die Austrittsseite des Kaltfluids.

[0015] Vorzugsweise bildet eine davon verschiedene Seite der zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente sowohl die Austrittsseite des Heißfluids als auch die Eintrittsseite des Kaltfluids.

[0016] Dies kann den Vorteil bieten, dass vorzugsweise zum einen eine platzsparende Konstruktion der Wärmeübertragervorrichtung möglich sein kann und zum anderen insbesondere ein Gegenstrombetrieb von Heißfluid und Kaltfluid realisiert werden kann.

[0017] "Gegenstrombetrieb" bedeutet vorzugsweise, dass das Heißfluid und das Kaltfluid in im Wesentlichen entgegengesetzten Richtungen durch die mehreren Wärmeübertragerelemente und/oder längs der mehreren Wärmeübertragerelemente strömen.

[0018] Eine effektive Kraft, durch welche die mehreren Wärmeübertragerelemente zwischen den zwei Verbindungselementen der Verbindungsvorrichtung eingespannt sind, wirkt entlang einer Spannachse. Dies kann den Vorteil bieten, dass vorzugsweise auch bei temperaturbedingten Materialausdehnungen ein Verzug der mehreren Wärmeübertragerelemente vermieden werden kann. Eine unerwünschte Leckage kann hierdurch vorzugsweise vermieden werden.

[0019] Vorzugsweise sind die zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente senkrecht zu der Spannachse angeordnet. Insbesondere sind die zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente senkrecht zu der Spannachse ausgebildet. Dies kann den Vorteil bieten, dass insbesondere eine kraftschlüssige Festlegung des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente entlang einer Richtung, längs welcher

die Spannachse verläuft, möglich ist. Vorzugsweise kann ein Ein- und/oder Ausbau von Wärmeübertragerelementen vereinfacht sein, da insbesondere nur in eine Richtung Kraft aufgewendet werden muss.

[0020] Dass die Spannachse vorzugsweise senkrecht zu den zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente verläuft, kann denn Vorteil bieten, dass vorzugsweise Überlagerungen von Spannungen aus verschiedenen Richtungen minimiert sein können.

[0021] Vorteilhaft kann es sein, wenn die mehreren Wärmeübertragerelemente zusammen mit einem oder mehreren Kraftübertragerelementen und den zwei Verbindungselementen der Verbindungsvorrichtung eine Einheit bilden.

[0022] Günstig kann es sein, wenn die Verbindungsvorrichtung zwei Rahmenelemente zur Aufnahme der Einheit aus den mehreren Wärmeübertragerelementen, dem einen oder den mehreren Kraftübertragerelementen und den zwei Verbindungselementen umfasst. Insbesondere ist jeweils eines der zwei Rahmenelemente mit einem der zwei Verbindungselemente der Verbindungsvorrichtung direkt oder mittels Kraftübertragerelementen verbunden.

[0023] "Direkt" bedeutet vorzugsweise, dass ein unmittelbarer Materialkontakt besteht.

[0024] Vorzugsweise ist jeweils eines der zwei Rahmenelemente kraftschlüssig, formschlüssig und/oder stoffschlüssig mit jeweils einem der zwei Verbindungselemente der Verbindungsvorrichtung verbunden.

[0025] Insbesondere ist eines der zwei Rahmenelemente kraftschlüssig, formschlüssig und/oder stoffschlüssig sowohl mit einem der zwei Verbindungselemente als auch mit der Heißfluidzufuhr und der Kaltfluidabfuhr verbunden.

[0026] Ergänzend oder alternativ ist ein davon verschiedenes der zwei Rahmenelemente kraftschlüssig, formschlüssig und/oder stoffschlüssig sowohl mit einem davon verschiedenen der zwei Verbindungselemente als auch mit der Kaltfluidzufuhr und der Heißfluidabfuhr verbunden.

[0027] Vorzugsweise sind die zwei Rahmenelemente auf einer festen Position auf der Spannachse angeordnet, beispielsweise in einer Haltevorrichtung gehalten. Insbesondere ist eines der zwei Verbindungselemente unmittelbar oder mittels eines Dichtelements an einem der zwei Rahmenelemente festgelegt. Beispielsweise ist eines der zwei Verbindungselemente stoffschlüssig, kraftschlüssig und/oder formschlüssig an einem der zwei Rahmenelemente festgelegt.

[0028] Insbesondere ist ein davon verschiedenes der zwei Verbindungselemente mittels eines oder mehrerer Kraftübertragerelemente an einem davon verschiedenen der zwei Rahmenelemente festgelegt. Zwischen den zwei Verbindungselementen sind vorzugsweise die mehreren Wärmeübertragerelemente eingeklemmt. Dies kann vorzugsweise den Vorteil bilden, dass eine optimierte Aufnahme der Einheit zwischen den Rahmen-

elementen realisiert werden kann. Insbesondere können auch bei hohen Temperaturen Ausdehnungen der mehreren Wärmeübertragerelemente längs der Spannachse mittels der Kraftübertragerelemente ausgeglichen werden.

[0029] Alternativ kann vorgesehen sein, dass jedes der zwei Verbindungselemente jeweils mittels eines oder mehrerer Kraftübertragerelemente an jeweils einem der zwei Rahmenelemente, insbesondere elastisch und/oder nachgiebig und/oder federnd, festgelegt ist.

[0030] Vorzugsweise umfasst die Verbindungsvorrichtung ein oder mehrere Dichtelemente, welche insbesondere als dünne Platten und/oder Filme ausgebildet sind und vorzugsweise eine rechteckige Form mit zwei rechteckförmigen Ausnehmungen aufweisen.

[0031] Insbesondere ist jeweils eines des einen oder der mehreren Dichtelemente zwischen einem der zwei Verbindungselemente und einer Seite der zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente angeordnet. Dies kann den Vorteil bieten, dass vorzugsweise eine fluiddichte Festlegung von Heißfluidzufuhr, Heißfluidabfuhr, Kaltfluidzufuhr und/oder Kaltfluidabfuhr an den zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente realisiert werden kann.

[0032] Günstig kann es sein, wenn die Verbindungsvorrichtung zwei Dichtelemente umfasst. Vorteilhaft kann es sein, wenn eines der zwei Dichtelemente an einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten angeordnet ist und ein davon verschiedenes der zwei Dichtelemente an einer davon verschiedenen der zwei einander gegenüberliegenden Seiten angeordnet ist.

[0033] Insbesondere ist jeweils eines der zwei Dichtelemente zwischen einem der zwei Verbindungselemente und einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente angeordnet und/oder ausgebildet, insbesondere eingeklemmt.

[0034] Vorzugsweise sind das eine oder die mehreren Dichtelemente aus einem Hochtemperaturdichtmaterial, insbesondere aus einem Hochtemperaturdichtmaterial auf Phlogopit-Glimmer-Basis, gebildet. Dies kann den Vorteil bieten, dass auch bei hohen Temperaturen eine im Wesentlichen konstante Form frei von Materialausdehnungen, die insbesondere zu Leckage führen können, gegeben sein kann.

[0035] Günstig kann es sein, wenn die Verbindungsvorrichtung ein oder mehrere Kraftübertragerelemente, insbesondere ein oder mehrere Federelemente, zum Übertragen von Zugkräften und/oder Druckkräften von der Verbindungsvorrichtung auf die zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente, umfasst. Dies kann den Vorteil bieten, dass vorzugsweise ein räumlich variables Einspannen der mehreren Wärmeübertragerelemente zwischen den zwei Verbindungselementen möglich sein kann.

[0036] Insbesondere sind die mehreren Wärmeübertragerelemente mittels des einen oder der mehreren Kraftübertragerelemente elastisch zwischen den zwei

Verbindungselementen eingespannt.

[0037] Vorzugsweise sind das eine oder die mehreren Kraftübertragerelemente parallel zur Spannachse angeordnet. Die Richtung der Zugkräfte und/oder Druckkräfte verläuft insbesondere parallel zur Spannachse.

[0038] Vorzugsweise sind die mehreren Wärmeübertragerelemente als Platten ausgebildet.

[0039] Günstig kann es sein, wenn die Wärmeübertragervorrichtung zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente umfasst, wobei die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente vorzugsweise aufeinander gestapelt sind. Die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente bilden einen Stapel aus Wärmeübertragerelementen.

[0040] Vorteilhaft kann es sein, wenn ein oder mehrere, insbesondere alle, Wärmeübertragerelemente ein Keramikmaterial, beispielsweise Siliziumcarbid und/oder Aluminiumoxid, umfassen oder hieraus gebildet sind.

[0041] Dies kann den Vorteil bieten, dass es insbesondere auch bei hohen Temperaturen nur zu geringen Materialausdehnungen des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente kommt.

[0042] Der Stapel aus Wärmeübertragerelementen weist eine Stapelrichtung auf, welche senkrecht zur Spannachse verläuft.

[0043] Insbesondere weist der Stapel aus Wärmeübertragerelementen eine Quaderform auf.

[0044] Vorzugsweise bilden eine oder zwei der zwei einander gegenüberliegenden Seiten der mehreren Wärmeübertragerelemente jeweils eine Seitenfläche des Stapels aus Wärmeübertragerelementen, insbesondere jeweils eine Seitenfläche der Quaderform.

[0045] Günstig kann es sein, wenn die mehreren Wärmeübertragerelemente in einem Sinterverfahren hergestellt sind.

[0046] Im Falle von zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelementen sind die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente insbesondere in einem Sinterverfahren miteinander verbunden.

[0047] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente durch Klemmung miteinander verbunden sind.

[0048] Vorzugsweise begrenzen benachbarte Wärmeübertragerelemente miteinander genau einen Heißfluidkanal und/oder genau einen Kaltfluidkanal. Insbesondere schließen benachbarte Wärmeübertragerelemente genau einen Heißfluidkanal und/oder Kaltfluidkanal miteinander ein.

[0049] Günstig kann es sein, wenn das Heißfluid entlang eines oder mehrerer Heißfluidkanäle strömt, wobei der eine oder die mehreren Heißfluidkanäle jeweils von der Eintrittsseite des Heißfluids zu der Austrittsseite des Heißfluids verlaufen.

[0050] Vorzugsweise strömt das Kaltfluid entlang eines oder mehrerer Kaltfluidkanäle, wobei der eine oder die mehreren Kaltfluidkanäle jeweils von der Eintrittsseite des Kaltfluids zu der Austrittsseite des Kaltfluids ver-

laufen.

[0051] Vorteilhaft kann es sein, wenn die mehreren Wärmeübertragerelemente einen oder mehrere Heißfluidkanäle und einen oder mehrere Kaltfluidkanäle aufweisen, wobei die einen oder die mehreren Heißfluidkanäle jeweils eine Hauptströmungsrichtung aufweisen. Die Hauptströmungsrichtung des einen oder der mehreren Heißfluidkanäle schließt insbesondere mit einer Hauptströmungsrichtung des einen oder der mehreren Kaltfluidkanäle einen spitzen Winkel ein.

[0052] Ergänzend oder alternativ schließt die Hauptströmungsrichtung des einen oder der mehreren Heißfluidkanäle vorzugsweise einen spitzen Winkel mit der Spannachse ein.

[0053] Ergänzend oder alternativ schließt die Hauptströmungsrichtung des einen oder der mehreren Kaltfluidkanäle vorzugsweise einen spitzen Winkel mit der Spannachse ein.

[0054] Vorzugsweise ist ein "spitzer Winkel" ein Winkel von größer 5°, insbesondere ein Winkel von größer 15°. Beispielsweise ist der "spitze Winkel" ein Winkel von größer 30°. Vorzugsweise beträgt der "spitze Winkel" 80° oder weniger, insbesondere 60° oder weniger. Günstig kann es sein, wenn der "spitze Winkel" kleiner als 45° ist.

[0055] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Wärmeübertragervorrichtung, insbesondere zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Wärmeübertragervorrichtung.

[0056] Der Erfindung liegt diesbezüglich die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mittels welchem eine Wärmeübertragervorrichtung einfach herstellbar ist.

[0057] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 12 gelöst.

[0058] Das erfindungsgemäße Verfahren weist vorzugsweise eine oder mehrere der im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Wärmeübertragervorrichtung beschriebenen Merkmale und/oder Vorteile auf.

[0059] Eine effektive Kraft, mittels der die mehreren Wärmeübertragerelemente zwischen den zwei Verbindungselementen der Verbindungsvorrichtung eingespannt werden, wirkt entlang einer Spannachse, wobei die Spannachse senkrecht zu den zwei einander gegenüberliegenden Seiten des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente verläuft.

[0060] Insbesondere werden zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente bereitgestellt.

[0061] Eine Stapelrichtung, entlang welcher die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente aufeinandergestapelt sind, wird senkrecht zu der Spannachse angeordnet und/oder ausgebildet.

[0062] Weitere bevorzugte Merkmale und/oder Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen.

[0063] In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung.

- tung im montierten Zustand derselben;
- Fig. 2 eine Explosionsdarstellung der ersten Ausführungsform aus Fig. 1;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung im montierten Zustand derselben, bei welcher eine Einheit aus mehreren Wärmeübertragerelementen und zwei Verbindungselementen in einer Rahmenvorrichtung aufgenommen ist;
- Fig. 4 eine Explosionsdarstellung der zweiten Ausführungsform aus Fig. 3;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Stapels aus Wärmeübertragerelementen einer Wärmeübertragervorrichtung;
- Fig. 6 eine Explosionsdarstellung des Stapels aus Wärmeübertragerelementen aus Fig. 5; und
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines Wärmeübertragerelements aus Fig. 6, welches im montierten Zustand in einer Wärmeübertragervorrichtung in Stapelrichtung gesehen zwischen zwei weiteren Wärmeübertragerelementen angeordnet ist.

[0064] Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in sämtlichen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0065] Eine in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellte erste Ausführungsform einer als Ganzes mit 100 bezeichneten Wärmeübertragervorrichtung eignet sich insbesondere zur Verwendung in Industrieprozessen, in Hochtemperaturprozessen, rekuperierenden Mikrogasturbinen, EFCC-Prozessen oder rekuperativ betriebenen Hochtemperatur-Brennstoffzellen.

[0066] Die Wärmeübertragervorrichtung 100 umfasst vorzugsweise zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 zum Übertragen von Wärme von einem Heißfluid auf ein Kaltfluid und eine Verbindungsvorrichtung 104. Die Wärmeübertragerelemente 102 sind insbesondere aufeinander gestapelt, sodass ein Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 gebildet ist.

[0067] Der Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 der Wärmeübertragervorrichtung 100 weist vorzugsweise zwei einander gegenüberliegende Seiten 106 auf, wobei die zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 insbesondere parallel zueinander angeordnet sind.

[0068] Die zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 sind vorzugsweise plattenförmig ausgebildet und übereinander gestapelt, insbesondere derart, dass sie einen quaderförmigen Stapel 108 bilden, welcher eine Stapelrichtung SR aufweist.

[0069] Günstig kann es sein, wenn das eine oder die

mehreren Wärmeübertragerelemente 102 Plattenwärmeübertrager sind.

[0070] Vorzugsweise bildet eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 eine Eintrittsseite des Heißfluids 110 und eine davon verschiedene Seite der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 bildet eine Austrittsseite des Heißfluids 112.

[0071] Ergänzend oder alternativ bildet eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 eine Eintrittsseite des Kaltfluids 116 und eine davon verschiedene Seite der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 bildet eine Austrittsseite des Kaltfluids 114.

[0072] Insbesondere umfasst die Verbindungsvorrichtung 104 zwei Verbindungselemente 118, wobei jeweils eines der zwei Verbindungselemente 118 an jeweils einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 angreift. Insbesondere sind das eine oder die mehreren Wärmeübertragerelemente 102 zwischen den zwei Verbindungselementen 118 eingespannt.

[0073] Vorzugsweise wirkt eine effektive Kraft, durch welche der Stapel aus Wärmeübertragerelementen 102 zwischen den zwei Verbindungselementen 118 der Verbindungsvorrichtung 104 eingespannt ist, entlang einer Spannachse S.

[0074] Die zwei Verbindungselemente 118 weisen insbesondere einen rechteckförmigen Querschnitt auf. Der Querschnitt ist vorzugsweise senkrecht zu Spannachse S genommen. Insbesondere weisen die zwei Verbindungselemente 118 im Querschnitt vorzugsweise zwei rechteckförmige Ausnehmungen 119 auf.

[0075] Vorteilhaft kann es sein, wenn die zwei Verbindungselemente 118 im Wesentlichen dieselbe Form aufweisen.

[0076] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die zwei Verbindungselemente 118 voneinander verschiedene Formen aufweisen (nicht gezeigt).

[0077] Günstig kann es sein, wenn die zwei Verbindungselemente 118 ein oder mehrere Verbindungsabschnitte 120 aufweisen, an denen Kraftübertragerelemente 122 festgelegt sind und/oder angreifen. Vorzugsweise verlaufen der eine oder die mehreren Verbindungsabschnitte 120 senkrecht zur Spannachse S. Der eine oder die mehreren Verbindungsabschnitte 120 weisen vorzugsweise in Stapelrichtung SR gesehen eine Länge auf, die länger ist als eine Höhe der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente 102.

[0078] Der eine oder die mehreren Verbindungsabschnitte 120 umgreifen den Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 vorzugsweise an seinen Rändern und fixieren den Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 insbesondere an den zwei einander gegenüberliegenden Seiten 102.

[0079] Insbesondere sind die zwei gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 teilweise oder vollständig von den zwei Verbindungselementen 118 aufgenommen.

[0080] Die Kraftübertragerelemente 122 und/oder von ihnen übertragene Zug- und/oder Druckkräfte verlaufen insbesondere parallel zur Spannachse S und/oder senkrecht zur Stapelrichtung SR. Vorteilhaft kann es sein, wenn die Kraftübertragerelemente 122 Zugfedern umfassen, welche beispielsweise an Gewindestangen gehalten sind.

[0081] Günstig kann es sein, wenn die Kraftübertragerelemente 122 mittels Festlegungsmitteln, insbesondere Schrauben, an den zwei Verbindungselementen 118, insbesondere dem einen oder den mehreren Verbindungsabschnitten 120 der Verbindungselemente 118, festgelegt sind.

[0082] Vorzugsweise ist mittels jedes Kraftübertragerelements 122 jeweils eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 mit jeweils einem der zwei Verbindungselemente 118 verbunden. Insbesondere ist der Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 zwischen den zwei Verbindungselementen 118 fixiert und/oder eingeklemmt.

[0083] Vorzugsweise ist mittels eines der zwei Verbindungselemente 118 der Verbindungsvorrichtung 104 eine Heißfluidzufuhr 124 der Wärmeübertragervorrichtung 100 mit der Eintrittsseite des Heißfluids 110 und eine Kaltfluidabfuhr 126 der Wärmeübertragervorrichtung 100 mit der Austrittsseite des Kaltfluids 114 verbunden.

[0084] Insbesondere ist mittels eines der zwei Verbindungselemente 118 der Verbindungsvorrichtung 104 eine Heißfluidabfuhr 128 der Wärmeübertragervorrichtung 100 mit der Austrittsseite des Heißfluids 112 und eine Kaltfluidzufuhr 130 der Wärmeübertragervorrichtung 100 mit der Eintrittsseite des Kaltfluids 116 verbunden.

[0085] Die Heißfluidzufuhr 124, Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und/oder Kaltfluidzufuhr 130 weisen vorzugsweise jeweils einen rechteckförmigen Querschnitt auf. Der Querschnitt ist insbesondere senkrecht zur Spannachse S genommen.

[0086] Die Heißfluidzufuhr 124, Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und/oder Kaltfluidzufuhr 130 sind insbesondere jeweils pyramidenstumpfförmig ausgebildet.

[0087] Die Heißfluidzufuhr 124, Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und/oder Kaltfluidzufuhr 130 weisen vorzugsweise jeweils eine hohle Trichterform auf.

[0088] Vorzugsweise weisen die Heißfluidzufuhr 124, Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und/oder Kaltfluidzufuhr 130 an ihrem von dem einen oder den mehreren Wärmeübertragerelementen 102 abgewandten Ende jeweils eine Anschlussplatte 131 zum Anschluss an weitere Bauteile, insbesondere an Leitungen eines Prozesses, beispielsweise Prozessgasleitungen und/oder Rauchgasleitungen, auf.

[0089] Günstig kann es sein, wenn die Heißfluidzufuhr 124, Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und/oder Kaltfluidzufuhr 130 in ihrem jeweiligen Inneren eine Beschichtung, vorzugsweise aus Siliziumcarbid und/oder Aluminiumoxid, aufweisen.

[0090] Insbesondere ist die jeweilige Innenseite der

hohlen Trichterform der Heißfluidzufuhr 124, Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und/oder Kaltfluidzufuhr 130 mit Siliziumcarbid und/oder Aluminiumoxid ausgekleidet.

[0091] Die Heißfluidzufuhr 124, Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und/oder Kaltfluidzufuhr 130 sind insbesondere als Rohre und/oder Leitungen, beispielsweise für Prozessgase und/oder Rauchgase, ausgebildet. Vorzugsweise sind die Heißfluidzufuhr 124 und die Kaltfluidabfuhr 126 und/oder die Heißfluidabfuhr 128 und die Kaltfluidzufuhr 130 mit jeweils einem der zwei Verbindungselemente 118 an jeweils eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 geklemmt. Insbesondere sind sie mittels Kraftübertragerelemente 122 elastisch an jeweils einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 festgelegt.

[0092] Günstig kann es sein, wenn die Wärmeübertragervorrichtung 100 zwei Dichtelemente 132 aufweist, wobei jeweils eines der zwei Dichtelemente 132 zwischen einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente 102 und den zwei Verbindungselementen 118 der Verbindungsvorrichtung 104 angeordnet und/oder ausgebildet sind.

[0093] Insbesondere ist eines der zwei Dichtelemente 132 zwischen der Heißfluidzufuhr 124 und Kaltfluidabfuhr 126 einerseits und einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 andererseits angeordnet.

[0094] Vorzugsweise ist ein davon verschiedenes der zwei Dichtelemente 132 zwischen der Heißfluidabfuhr 128 und Kaltfluidzufuhr 130 einerseits und einer davon verschiedenen der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 andererseits angeordnet.

[0095] Die zwei Dichtelemente 132 weisen vorzugsweise jeweils einen rechteckförmigen Querschnitt mit jeweils zwei rechteckförmigen Ausnehmungen 119 auf. Der Querschnitt ist vorzugsweise senkrecht zur Spannachse S genommen.

[0096] Vorteilhaft kann es sein, wenn der Querschnitt der zwei Dichtelemente 132 abschnittsweise oder zumindest näherungsweise vollständig dem Querschnitt der zwei Verbindungselemente 118 entspricht.

[0097] Insbesondere erstrecken sich die zwei Dichtelemente 132 jeweils senkrecht zu der Spannachse S.

[0098] Die zwei Dichtelemente 132 sind vorzugsweise aus einem Hochtemperaturdichtmaterial, insbesondere aus Hochtemperaturdichtmaterial auf Phlogopit-Glimmer-Basis, gefertigt.

[0099] Die Kraftübertragerelemente 122 der ersten Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 100 sind vorzugsweise zwischen den zwei Verbindungselementen 118 der Verbindungsvorrichtung 104 angeordnet.

[0100] Vorzugsweise sind die Heißfluidzufuhr 124 und

die Kaltfluidabfuhr 126 einstückig ausgebildet und/oder, insbesondere stoffschlüssig, miteinander verbunden.

[0101] Insbesondere sind die Heißfluidabfuhr 128 und die Kaltfluidzufuhr 130, einstückig ausgebildet und/oder, insbesondere stoffschlüssig, miteinander verbunden.

[0102] Die vorstehend beschriebene Wärmeübertragervorrichtung 100 kann beispielsweise mit dem folgenden Verfahren hergestellt werden. Vorzugsweise werden zunächst die folgenden Bauteile als Einzelteile bereitgestellt:

- zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 zum Übertragen von Wärme von einem Heißfluid auf ein Kaltfluid;
- eine Verbindungsvorrichtung 104, umfassend zwei Verbindungselemente 118;
- ein oder mehrere Dichtelemente 132 zum fluiddichten Abdichten zwischen den zwei oder den mehr als zwei Wärmeübertragerelementen 102 und den zwei Verbindungselementen 118;
- ein oder mehrere Kraftübertragerelemente 122, mittels derer die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 zwischen den zwei Verbindungselementen 118 eingespannt werden.

[0103] Nach dem Bereitstellen der Bauteile werden die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 vorzugsweise längs einer Stapelrichtung SR zu einem Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 übereinandergestapelt, wobei die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 insbesondere ineinandergesteckt und/oder aufeinandergesteckt werden.

[0104] An einem der zwei Verbindungselemente 118 der Verbindungsvorrichtung 104 wird insbesondere eine Heißfluidzufuhr 124 und eine Kaltfluidabfuhr 126 stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen, kraftschlüssig und/oder formschlüssig festgelegt.

[0105] An einem davon verschiedenen der zwei Verbindungselemente 118 der Verbindungsvorrichtung 104 wird insbesondere eine Heißfluidabfuhr 128 und eine Kaltfluidzufuhr 130 stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen, kraftschlüssig und/oder formschlüssig festgelegt.

[0106] Nach der Herstellung des Stapels aus Wärmeübertragerelementen 102 wird der Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 insbesondere mittels der Kraftübertragerelemente 122 zwischen den zwei Verbindungselementen 118, an welchen die Heißfluidzufuhr 124, die Kaltfluidabfuhr 126, Heißfluidabfuhr 128 und die Kaltfluidzufuhr 130 festgelegt wurden, eingespannt.

[0107] Vorzugsweise wird das Einspannen durchgeführt, indem die zwei Verbindungselemente 118, insbesondere deren Verbindungsabschnitte 120, mittels der Kraftübertragerelemente 122, welche insbesondere an Gewindestangen gehaltene Zugfedern umfassen, an zwei einander gegenüberliegende Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 ange-

presst werden.

[0108] Das Anpressen wird vorzugsweise längs einer Spannrichtung S durchgeführt, welche senkrecht zur Stapelrichtung SR verläuft.

5 **[0109]** Jeweils eines der Dichtelemente 132 wird insbesondere zwischen jeweils einem der zwei Verbindungselemente 118 und einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 angebracht.

10 **[0110]** Die vorstehend beschriebene Wärmeübertragervorrichtung 100 kann beispielsweise mit dem folgenden Verfahren betrieben werden.

15 **[0111]** Vorzugsweise wird mittels der Wärmeübertragervorrichtung 100 Wärme von einem Heißfluid, beispielsweise ein Rauchgas, auf ein Kaltfluid, beispielsweise ein Prozessgas, übertragen.

20 **[0112]** Zum Übertragen der Wärme wird das Heißfluid durch einen oder mehrere Heißfluidkanäle 115a, die im Wesentlichen parallel zur Spannachse S verlaufen, durchgeleitet.

25 **[0113]** Insbesondere wird zur selben Zeit oder zumindest kurze Zeit danach ein Kaltfluid durch einen oder mehrere Kaltfluidkanäle 115b, welche im Wesentlichen parallel zur Spannachse S verlaufen, durchgeleitet.

30 **[0114]** Aufgrund der Temperaturunterschiede ergibt sich dann ein Wärmeübertrag von dem Heißfluid durch die Wärmeübertragerelemente 102 hindurch auf das Kaltfluid.

35 **[0115]** Vorzugsweise wird die Wärmeübertragervorrichtung 100 in einem Gegenstrombetrieb betrieben.

40 **[0116]** Eine in den Fig. 3 und 4 dargestellte zweite Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 100 unterscheidet sich von der in Fig. 1 und 2 dargestellten ersten Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 100 im Wesentlichen dadurch, dass die Wärmeübertragervorrichtung 100 zwei Rahmenelemente 134 zur Aufnahme einer Einheit aus dem einen oder den mehreren Wärmeübertragerelementen 102, einem oder mehreren Kraftübertragerelementen 122 und den zwei Verbindungselementen 118 umfasst.

45 **[0117]** Jeweils eines der zwei Rahmenelemente 134 ist vorzugsweise mit einem der zwei Verbindungselemente 118 der Verbindungsvorrichtung 104 verbunden.

50 **[0118]** Die zwei Rahmenelemente 134 umfassen vorzugsweise jeweils eine Montageplatte 136, welche beispielsweise an jeweils zwei Stahlträgern 138 festgelegt sind. Insbesondere ist jede Montageplatte 136 parallel zu den zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 angeordnet und weist insbesondere zwei rechteckförmige Ausnehmungen 119 auf, deren Querschnitt im Wesentlichen dem Querschnitt der rechteckförmigen Ausnehmungen 119 der zwei Verbindungselemente 118 entspricht. Der Querschnitt ist vorzugsweise senkrecht zur Spannachse S genommen.

55 **[0119]** Vorzugsweise weist die zweite Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 100 Kraftübertragerelemente 122 in Form von Druckfedern auf. Die Kraft-

übertragerelemente 122 wirken insbesondere parallel zur Spannachse S.

[0120] Mittels der Kraftübertragerelemente 122 ist vorzugsweise eines der zwei Rahmenelemente 134 mit einem der zwei Verbindungselemente 118 und dem einen oder den mehreren Wärmeübertragerelementen 102 verbunden.

[0121] Vorzugsweise ist ein davon verschiedenes der zwei Rahmenelemente 134 unbeweglich mit einem davon verschiedenen der zwei Verbindungselemente 118 und dem einen oder den mehreren Wärmeübertragerelementen 102 verbunden.

[0122] Günstig kann es sein, wenn die Kraftübertragerelemente 122 zwischen einem der zwei Verbindungselemente 118 und einem der zwei Rahmenelemente 134 angeordnet sind.

[0123] Vorzugsweise ist eines der zwei Rahmenelemente 134 auf einer festen Position angeordnet, beispielsweise in einer Haltevorrichtung gehalten (nicht gezeigt). Insbesondere ist mittels Kraftübertragerelementen 122 eines der zwei Verbindungselemente 118 an dem Rahmenelement 134 gehalten.

[0124] Vorzugsweise sind mittels der Kraftübertragerelemente 122 die zwei Verbindungselemente 118 der Verbindungsvorrichtung 104 gegen die zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 gepresst.

[0125] Vorzugsweise sind zwei Rahmenelemente 134 auf einer festen Position, beispielsweise in einer Haltevorrichtung gehalten.

[0126] Im Übrigen stimmt die in Fig. 3 und 4 dargestellte zweite Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 1 und 2 dargestellten ersten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0127] Zur Herstellung der in Fig. 3 und 4 dargestellten zweiten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 100 werden insbesondere zusätzlich zu den in Zusammenhang mit der Herstellung der ersten Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 100 als Einzelteile bereitgestellten Bauteile zwei Rahmenelemente 134 bereitgestellt.

[0128] Günstig kann es sein, wenn die zwei Rahmenelemente 134 auf einer festen Position, beispielsweise in einer Halterung, gehalten sind.

[0129] Vorzugsweise wird eines der zwei Verbindungselemente 118 und/oder die Heißfluidabfuhr 128 und die Kaltfluidzufuhr 130 stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen, kraftschlüssig und/oder formschlüssig, beispielsweise durch Verschrauben, mit einem der zwei Rahmenelemente 134 verbunden.

[0130] Insbesondere wird der Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 zwischen den zwei Verbindungselementen 118 auf Druck eingeklemmt, wobei die Druckkräfte, von den Kraftübertragerelementen 122, mittels welcher ein davon verschiedenes der zwei Verbindungselemente 118 an einem davon verschiedenen der

zwei Rahmenelemente 134 festgelegt ist, erzeugt werden.

[0131] Die Kraftübertragerelemente 122 umfassen insbesondere Druckfedern, welche insbesondere an Gewindestangen gehalten sind, und werden insbesondere stoffschlüssig, kraftschlüssig und/oder formschlüssig an dem davon verschiedenen der zwei Verbindungselemente 118 einerseits und dem davon verschiedenen der zwei Rahmenelemente 134 andererseits festgelegt.

[0132] Vorzugsweise wird die Heißfluidzufuhr 124 und die Kaltfluidabfuhr 126 mittels der Kraftübertragerelemente 122 an einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 angepresst.

[0133] Alternativ kann vorgesehen sein, dass eines der zwei Verbindungselemente 118 und/oder die Heißfluidzufuhr 124 und die Kaltfluidabfuhr 126 unbeweglich an einem der zwei Rahmenelemente 134 festgelegt sind und/oder die Heißfluidabfuhr 128 und die Kaltfluidzufuhr 130 mit einem davon verschiedenen der zwei Verbindungselemente 118, welches mittels Kraftübertragerelemente 122 an einem davon verschiedenen Rahmenelement 134 festgelegt ist, an eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 angepresst wird.

[0134] Die in Fig. 3 und 4 dargestellte zweite Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 100 kann beispielsweise mit dem in Zusammenhang mit der in Fig. 1 und 2 dargestellten ersten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 100 beschriebenen Verfahren betrieben werden.

[0135] Ein in Fig. 5 und 6 gezeigter Stapel aus Wärmeübertragerelementen 102 eignet sich insbesondere zur Verwendung in der in Fig. 1 und 2 gezeigten ersten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 100 und/oder in der in Fig. 3 und 4 gezeigten zweiten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 100.

[0136] Vorzugsweise weisen die Wärmeübertragerelemente 102, die in Stapelrichtung SR gesehen benachbart zu jeweils zwei weiteren Wärmeübertragerelementen 102 angeordnet sind, jeweils eine Kopfseite 140 und eine Bodenseite 142 auf.

[0137] Jedes Wärmeübertragerelement 102 weist vorzugsweise für sich genommen eine Quaderform auf, wobei insbesondere Schmalseiten des Wärmeübertragerelements 102 einen Teil der zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 bilden.

[0138] Der, insbesondere quaderförmige, Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 weist vorzugsweise eine nicht strömungsführende obere Außenseite 141 auf.

[0139] Vorzugsweise weist der Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 eine nicht strömungsführende untere Außenseite 143 auf.

[0140] Die obere Außenseite 141 und die untere Außenseite 143 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 bilden vorzugsweise Breitseiten des qua-

derförmigen Stapels 108.

[0141] Insbesondere sind die zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 durch Schmalseiten der Wärmeübertragerelemente 102 gebildet.

[0142] Die obere Außenseite 141 und die untere Außenseite 143 sind insbesondere senkrecht zu den zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 angeordnet.

[0143] Es kann vorgesehen sein, dass die obere Außenseite 141 und die untere Außenseite 143 insbesondere als rechte Außenseite und als linke Außenseite ausgebildet sind.

[0144] Ein Wärmeübertragerelement 102, das die nicht strömungsführende obere Außenseite 141 des Stapels 108 bildet, weist vorzugsweise eine strömungsführende Bodenseite 142 auf.

[0145] Ein Wärmeübertragerelement 102, das die nicht strömungsführende untere Außenseite 143 des Stapels bildet, weist vorzugsweise eine strömungsführende Kopfseite 140 auf.

[0146] Vorzugsweise strömt das Heißfluid entlang eines oder mehrerer Heißfluidkanäle 115a, welche jeweils von der Eintrittsseite des Heißfluids 110 zu der Austrittsseite des Heißfluids 112 verlaufen.

[0147] Insbesondere strömt das Kaltfluid entlang eines oder mehrerer Kaltfluidkanäle 115b, welche jeweils von der Eintrittsseite des Kaltfluids 116 zu der Austrittsseite des Kaltfluids 114 verlaufen.

[0148] Vorzugsweise weisen das eine oder die mehreren Wärmeübertragerelemente 102 noppenförmige Vorsprünge 144 auf, die an Kopfseiten 140 und/oder Bodenseiten 142 des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente 102 angeordnet sind.

[0149] Die noppenförmigen Vorsprünge 144 sind vorzugsweise regelmäßig und/oder gleichmäßig verteilt auf einer Kopfseite 140 und/oder Bodenseite 142 angeordnet und bilden gemeinsam eine Fin-Struktur zur besseren Verteilung und/oder Führung des Heißfluids und/oder Kaltfluids. Vorzugsweise kann hierdurch eine Stabilität des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 erhöht und/oder eine Wärmeübertragungseffizienz optimiert werden.

[0150] Vorzugsweise sind das eine oder die mehreren Wärmeübertragerelemente 102 jeweils einzeln in einem Sinterverfahren, insbesondere aus einem Keramikmaterial, beispielsweise Siliziumcarbid und/oder Aluminiumoxid, hergestellt.

[0151] Ergänzend oder alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass die zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 in einem Sinterverfahren stoffschlüssig miteinander verbunden werden und den, dann insbesondere einstückigen, Stapel 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 bilden.

[0152] Ergänzend oder alternativ kann vorgesehen sein, dass die zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente 102 formschlüssig und/oder kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

[0153] Die obere Außenseite 141 ist vorzugsweise planar ausgebildet. Insbesondere ist die obere Außenseite 141 senkrecht zu den zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 ausgebildet.

5 **[0154]** Die untere Außenseite 143 ist vorzugsweise planar ausgebildet. Insbesondere ist die untere Außenseite 143 senkrecht zu den zwei einander gegenüberliegenden Seiten 106 ausgebildet.

10 **[0155]** Die obere Außenseite 141 und die untere Außenseite 143 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 sind vorzugsweise parallel zueinander angeordnet.

[0156] Günstig kann es sein, wenn das eine oder die mehreren Wärmeübertragerelemente 102 derart angeordnet sind, dass eine Kopfseite 140 eines Wärmeübertragerelements 102 gemeinsam mit einer Bodenseite 142 eines in Stapelrichtung SR oberhalb angeordneten Wärmeübertragerelements 102 einen Heißfluidkanal 115a bilden.

15 **[0157]** Insbesondere bildet eine Bodenseite 142 eines Wärmeübertragerelements 102 gemeinsam mit einer Kopfseite 140 eines in Stapelrichtung SR unterhalb angeordneten Wärmeübertragerelements 102 einen Kaltfluidkanal 115b.

20 **[0158]** Günstig kann es sein, wenn der eine oder die mehreren Heißfluidkanäle 115a und der eine oder die mehreren Kaltfluidkanäle 115b in Stapelrichtung SR gesehen alternierend angeordnet sind.

25 **[0159]** Vorzugsweise weisen der eine oder die mehreren Heißfluidkanäle 115a eine Hauptströmungsrichtung HR1 auf, welche mit einer Hauptströmungsrichtung HR2 des einen oder der mehreren Kaltfluidkanäle 115b und/oder der Spannachse S einen spitzen Winkel einschließt.

30 **[0160]** Ein oder mehrere Wärmeübertragerelemente 102, insbesondere sämtliche beidseitig strömungsführenden Wärmeübertragerelemente 102, sind vorzugsweise radiärsymmetrisch bezüglich einer oder mehrerer Symmetrieachsen. Eine Symmetrieachse ist vorzugsweise senkrecht zur Spannachse S und/oder parallel zur Stapelrichtung SR angeordnet. Weitere Symmetrieachsen sind vorzugsweise senkrecht zur Stapelrichtung SR und senkrecht oder parallel zur Spannachse S angeordnet. Insbesondere sind eine Quermittelachse und eine Längsmittelachse des Wärmeübertragerelements 102 Symmetrieachsen, bezüglich welcher das Wärmeübertragerelement 102 eine Radiärsymmetrie aufweist. Bei einer Drehung um die eine oder die mehreren Symmetrieachse um 180° wird jedes Wärmeübertragerelement

35 **[0161]** In Stapelrichtung SR gesehen benachbarte Wärmeübertragerelemente 102 sind vorzugsweise spiegelsymmetrisch zueinander ausgebildet und/oder angeordnet, insbesondere bezogen auf eine Symmetrieebene, die insbesondere parallel zur oberen Außenseite 141 und/oder zur unteren Außenseite 143 des Stapels 108 aus Wärmeübertragerelementen 102 angeordnet ist. Die Symmetrieebene ist insbesondere senkrecht zur Stapel-

40 **[0162]** Vorzugsweise sind die Wärmeübertragerelemente 102 in Stapelrichtung SR gesehen benachbarte Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken. Insbesondere sind die Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken. Insbesondere sind die Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken. Insbesondere sind die Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken.

45 **[0163]** Vorzugsweise sind die Wärmeübertragerelemente 102 in Stapelrichtung SR gesehen benachbarte Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken. Insbesondere sind die Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken. Insbesondere sind die Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken.

50 **[0164]** Vorzugsweise sind die Wärmeübertragerelemente 102 in Stapelrichtung SR gesehen benachbarte Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken. Insbesondere sind die Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken. Insbesondere sind die Wärmeübertragerelemente 102 so angeordnet, dass sie sich gegenseitig abstützen und/oder abdecken.

richtung SR ausgerichtet und/oder in Stapelrichtung SR gesehen mittig zwischen den benachbarten Wärmeübertragerelementen 102 angeordnet.

[0162] Das Einspannen des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente 102 zwischen den zwei Verbindungselementen 118, insbesondere das Einspannen mittels der Kraftübertragerelemente 122, ermöglicht vorzugsweise eine bruchfreie und leckagefreie Festlegung des einen oder der mehreren Wärmeübertragerelemente 102, die auch bei hohen Temperaturen vorzugsweise stabil ist, da vorzugsweise eine Festlegung entlang einer weiteren Richtung, senkrecht zur Spannachse S, überflüssig ist. Insbesondere können Längenausdehnungen der Wärmeübertragerelemente 102 in Richtung der Spannachse S von den Kraftübertragerelementen 122 ausgeglichen werden.

Bezugszeichenliste

[0163]

100	Wärmeübertragervorrichtung
102	Wärmeübertragerelement
104	Verbindungsvorrichtung
106	Seite
108	Stapel
110	Eintrittsseite des Heißfluids
112	Austrittsseite des Heißfluids
114	Austrittsseite des Kaltfluids
115a	Heißfluidkanal
115b	Kaltfluidkanal
116	Eintrittsseite des Kaltfluids
118	Verbindungselement
119	Ausnehmung
120	Verbindungsabschnitt
122	Kraftübertragerelement
124	Heißfluidzufuhr
126	Kaltfluidabfuhr
128	Heißfluidabfuhr
130	Kaltfluidzufuhr
131	Anschlussplatte
132	Dichtelement
134	Rahmenelement
136	Montageplatte
138	Stahlträger
140	Kopfseite
141	obere Außenseite
142	Bodenseite
143	untere Außenseite
144	noppenförmiger Vorsprung
HR1	Hauptströmungsrichtung der Heißfluidkanäle
HR2	Hauptströmungsrichtung der Kaltfluidkanäle
S	Spannachse
SR	Stapelrichtung

Patentansprüche

1. Wärmeübertragervorrichtung (100), welche mehrere Wärmeübertragerelemente (102) zum Übertragen von Wärme von einem Heißfluid auf ein Kaltfluid und eine Verbindungsvorrichtung (104) umfasst, wobei die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) zwei einander gegenüberliegende Seiten (106) aufweisen, wobei eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Eintrittsseite des Heißfluids (110) und eine davon verschiedene der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Austrittsseite des Heißfluids (112) bildet und/oder eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Eintrittsseite des Kaltfluids (116) und eine davon verschiedene der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Austrittsseite des Kaltfluids (114) bildet, wobei die Verbindungsvorrichtung (104) zwei Verbindungselemente (118) umfasst, wobei jeweils eines der zwei Verbindungselemente (118) an jeweils einer der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) der mehreren Wärmeübertragerelemente (102) angreift, wobei die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) zwischen den zwei Verbindungselementen (118) eingespannt sind, wobei eine effektive Kraft, durch welche die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) zwischen den zwei Verbindungselementen (118) der Verbindungsvorrichtung (104) eingespannt sind, entlang einer Spannachse (S) wirkt, die Wärmeübertragervorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) einen Stapel (108) aus Wärmeübertragerelementen (102) bilden und wobei der Stapel (108) aus Wärmeübertragerelementen (102) eine Stapelrichtung (SR) aufweist, welche senkrecht zur Spannachse (S) verläuft.
2. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels eines Verbindungselements (118) der zwei Verbindungselemente (118) der Verbindungsvorrichtung (104) eine Heißfluidzufuhr (124) der Wärmeübertragervorrichtung (100) mit der Eintrittsseite des Heißfluids (110) und eine Kaltfluidabfuhr (126) der Wärmeübertragervorrichtung (100) mit der Austrittsseite des Kaltfluids (114) verbunden ist.
3. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels eines Verbindungselements (118) der zwei Verbindungselemente (118) der Verbindungsvorrichtung (104) eine Heißfluidabfuhr (128) der Wärmeübertragervorrichtung (100) mit der Austrittsseite des Heißfluids (112) und eine Kaltfluidzufuhr (130) der Wärmeübertragervorrichtung (100) mit der Eintrittsseite des Kaltfluids (116) verbunden ist.

4. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) der mehreren Wärmeübertragerelemente (102) senkrecht zu der Spannachse (S) angeordnet und/oder ausgebildet sind. 5
5. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsvorrichtung (104) zwei Rahmenelemente (134) zur Aufnahme einer Einheit aus den mehreren Wärmeübertragerelementen (102), einem oder mehreren Kraftübertragerelementen (122) und den zwei Verbindungselementen (118) umfasst, wobei jeweils eines der zwei Rahmenelemente (134) mit einem der zwei Verbindungselemente (118) der Verbindungsvorrichtung (104) verbunden ist. 10
6. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsvorrichtung (104) ein oder mehrere Dichtelemente (132) umfasst, wobei jeweils eines des einen oder der mehreren Dichtelemente (132) zwischen einem der zwei Verbindungselemente (118) und einer Seite (106) der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) der mehreren Wärmeübertragerelemente (102) angeordnet ist. 20
7. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsvorrichtung (104) ein oder mehrere Kraftübertragerelemente (122), insbesondere ein oder mehrere Federelemente, zum Übertragen von Zugkräften und/oder Druckkräften von der Verbindungsvorrichtung (104) auf die zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) der mehreren Wärmeübertragerelemente (102), umfasst. 25
8. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragervorrichtung (100) zwei oder mehr als zwei Wärmeübertragerelemente (102) umfasst, wobei die zwei oder die mehr als zwei Wärmeübertragerelemente (102) aufeinander gestapelt sind. 30
9. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragerelemente (102) ein Keramikmaterial, beispielsweise Siliziumcarbid und/oder Aluminiumoxid, umfassen und/oder daraus gebildet sind. 35
10. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) als Platten ausgebildet sind. 40
11. Wärmeübertragervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) einen oder mehrere Heißfluidkanäle und einen oder mehrere Kaltfluidkanäle aufweisen, wobei der eine oder die mehreren Heißfluidkanäle eine Hauptströmungsrichtung (HR1) aufweisen, welche mit einer Hauptströmungsrichtung (HR2) des einen oder der mehreren Kaltfluidkanäle und/oder der Spannachse (S) einen spitzen Winkel einschließt. 45
12. Verfahren zur Herstellung einer Wärmeübertragervorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 wobei das Verfahren Folgendes umfasst:
- Bereitstellen von mehreren Wärmeübertragerelementen (102) zum Übertragen von Wärme von einem Heißfluid auf ein Kaltfluid, wobei die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) zwei einander gegenüberliegende Seiten (106) aufweisen, wobei eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Eintrittsseite des Heißfluids (110) und eine davon verschiedene der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Austrittsseite des Heißfluids (112) bildet und/oder wobei eine der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Eintrittsseite des Kaltfluids (116) und eine davon verschiedene der zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) eine Austrittsseite des Kaltfluids (114) bildet;
 - Aufeinanderstapeln der mehreren Wärmeübertragerelemente (102) entlang einer Stapelrichtung (SR); und
 - Einspannen der mehreren Wärmeübertragerelemente (102) zwischen zwei Verbindungselementen (118) einer Verbindungsvorrichtung (104), wobei eine effektive Kraft, mittels der die mehreren Wärmeübertragerelemente (102) zwischen den zwei Verbindungselementen (118) der Verbindungsvorrichtung (104) eingespannt werden, entlang einer Spannachse (S) wirkt, 50
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Stapelrichtung (SR) senkrecht zu der Spannachse (S) angeordnet und/oder ausgebildet wird. 55
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannachse (S) senkrecht zu den zwei einander gegenüberliegenden Seiten (106) der mehreren Wärmeübertragerelemente (102) verläuft.

Claims

1. A heat transfer device (100) which comprises a plu-

- rality of heat transfer elements (102) for transferring heat from a hot fluid to a cold fluid and which comprises a connection device (104), wherein the plurality of heat transfer elements (102) have two opposite sides (106), wherein one of the two opposite sides (106) forms an inlet side for the hot fluid (110) and a different one of the two opposite sides (106) forms an outlet side for the hot fluid (112) and/or one of the two opposite sides (106) forms an inlet side for the cold fluid (116) and a different one of the two opposite sides (106) forms an outlet side of the cold fluid (114), wherein the connection device (104) comprises two connection elements (118), wherein the two connection elements (118) each engage a respective one of the two opposite sides (106) of the plurality of heat transfer elements (102), wherein the plurality of heat transfer elements (102) are clamped between the two connection elements (118), wherein an effective force by means of which the plurality of heat transfer elements (102) are clamped between the two connection elements (118) of the connection device (104) acts along a clamping axis (S), the heat transfer device being **characterised in that** the plurality of heat transfer elements (102) form a stack (108) of heat transfer elements (102), and wherein the stack (108) of heat transfer elements (102) has a stack direction (SR) which runs perpendicularly to the clamping axis (S).
2. A heat transfer device (100) according to claim 1, **characterised in that**, by means of one connection element (118) of the two connection elements (118) of the connection device (104), a hot fluid feed (124) of the heat transfer device (100) is connected to the inlet side of the hot fluid (110) and a cold fluid discharge (126) of the heat transfer device (100) is connected to the outlet side of the cold fluid (114).
 3. A heat transfer device (100) according to claim 1 or 2, **characterised in that**, by means of one connection element (118) of the two connection elements (118) of the connection device (104), a hot fluid discharge (128) of the heat transfer device (100) is connected to the outlet side of the hot fluid (112) and a cold fluid feed (130) of the heat transfer device (100) is connected to the inlet side of the cold fluid (116).
 4. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the two opposite sides (106) of the plurality of heat transfer elements (102) are arranged and/or formed perpendicularly to the clamping axis (S).
 5. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the connection device (104) comprises two frame elements (134) for receiving a unit formed from the plurality of heat transfer elements (102), one or more force transfer element(s) (122), and the two connection elements (118), wherein the two frame elements (134) are connected each to a separate one of the two connection elements (118) of the connection device (104).
 6. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the connection device (104) comprises one or more sealing elements (132), wherein one of the one or more sealing elements (132) is arranged in each case between one of the two connection elements (118) and one side (106) of the two opposite sides (106) of the plurality of heat transfer elements (102).
 7. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the connection device (104) comprises one or more force transfer elements (122), in particular one or more spring elements, for transferring tensile forces and/or compressive forces from the connection device (104) to the two opposite sides (106) of the plurality of heat transfer elements (102).
 8. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the heat transfer device (100) comprises two or more than two heat transfer elements (102), wherein the two or the more than two heat transfer elements (102) are stacked on each other.
 9. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the heat transfer elements (102) comprise and/or are formed from a ceramic material, for example silicon carbide and/or aluminium oxide.
 10. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the plurality of heat transfer elements (102) are formed as plates.
 11. A heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the plurality of heat transfer elements (102) have one or more hot fluid channels and one or more cold fluid channels, wherein the one or more hot fluid channels have a primary flow direction (HR1), which encloses an acute angle with the primary flow direction (HR2) of the one or more cold fluid channels and/or the clamping axis (S).
 12. A method for producing a heat transfer device (100) according to any one of claims 1 to 11, wherein the method comprises the following steps:
 - providing a plurality of heat transfer elements (102) for transferring heat from a hot fluid to a cold fluid, wherein the plurality of heat transfer elements (102) have two opposite sides (106),

wherein one of the two opposite sides (106) forms an inlet side for the hot fluid (110) and a different one of the two opposite sides (106) forms an outlet side for the hot fluid (112), and/or wherein one of the two opposite sides (106) forms an inlet side for the cold fluid (116) and a different one of the two opposite sides (106) forms an outlet side of the cold fluid (114);

- stacking the plurality of heat transfer elements (102) on each other along a stack direction (SR); and

- clamping the plurality of heat transfer elements (102) between two connection elements (118) of a connection device (104), wherein an effective force by means of which the plurality of heat transfer elements (102) are clamped between the two connection elements (118) of the connection device (104) acts along a clamping axis (S),

characterised in that the stack direction (SR) is arranged and/or formed perpendicularly to the clamping axis (S).

13. A method according to claim 12, **characterised in that** the clamping axis (S) runs perpendicularly to the two opposite sides (106) of the plurality of heat transfer elements (102).

Revendications

1. Dispositif d'échangeur thermique (100), lequel comprend plusieurs éléments caloporteurs (102) pour la transmission de chaleur d'un fluide chaud à un fluide froid et un dispositif de raccordement (104), dans lequel les plusieurs éléments caloporteurs (102) présentent deux côtés opposés l'un à l'autre (106), dans lequel un des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté entrée du fluide chaud (110) et un côté différent de celui-ci des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté sortie du fluide chaud (112) et/ou un des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté entrée du fluide froid (116) et un côté différent de celui-ci des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté sortie du fluide froid (114), dans lequel le dispositif de raccordement (104) comprend deux éléments de raccordement (118), dans lequel respectivement un des deux éléments de raccordement (118) entre en prise au niveau de respectivement un des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) des plusieurs éléments caloporteurs (102), dans lequel les plusieurs éléments caloporteurs (102) sont enserrés entre les deux éléments de raccordement (118), dans lequel une force efficace, par laquelle les plusieurs éléments caloporteurs (102) sont enserrés entre les deux éléments de raccordement (118) du dispositif de raccorde-

ment (104), agit le long d'un axe de serrage (S), le dispositif d'échangeur thermique est **caractérisé en ce que** les plusieurs éléments caloporteurs (102) forment une pile (108) d'éléments caloporteurs (102) et dans lequel la pile (108) d'éléments caloporteurs (102) présente une direction d'empilement (SR), laquelle s'étend perpendiculairement à l'axe de serrage (S).

2. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une amenée de fluide chaud (124) du dispositif d'échangeur thermique (100) est raccordée au côté entrée du fluide chaud (110) et une évacuation de fluide froid (126) du dispositif d'échangeur thermique (100) est raccordée au côté sortie du fluide froid (114) au moyen d'un élément de raccordement (118) des deux éléments de raccordement (118) du dispositif de raccordement (104).

3. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une évacuation de fluide chaud (128) du dispositif d'échangeur thermique (100) est raccordée au côté sortie du fluide chaud (112) et une évacuation de fluide froid (130) du dispositif d'échangeur thermique (100) est raccordée au côté entrée du fluide froid (116) au moyen d'un élément de raccordement (118) des deux éléments de raccordement (118) du dispositif de raccordement (104).

4. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les deux côtés opposés l'un à l'autre (106) des plusieurs éléments caloporteurs (102) sont agencés et/ou réalisés perpendiculairement à l'axe de serrage (S).

5. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le dispositif de raccordement (104) comprend deux éléments de cadre (134) pour le logement d'une unité formée de plusieurs éléments caloporteurs (102), d'un ou plusieurs éléments transmetteurs de force (122) et des deux éléments de raccordement (118), dans lequel respectivement un des deux éléments de cadre (134) est raccordé à un des deux éléments de raccordement (118) du dispositif de raccordement (104).

6. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le dispositif de raccordement (104) comprend un ou plusieurs éléments d'étanchéité (132), dans lequel respectivement un de l'un ou des plusieurs éléments d'étanchéité (132) est agencé entre un des deux éléments de raccordement (118) et un côté (106) des deux côtés opposés l'un à l'autre

- (106) des plusieurs éléments caloporteurs (102).
7. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de raccordement (104) comprend un ou plusieurs éléments transmetteurs de force (122), en particulier un ou plusieurs éléments ressort, pour la transmission de forces de traction et/ou forces de compression du dispositif de raccordement (104) aux deux côtés opposés l'un à l'autre (106) des plusieurs éléments caloporteurs (102).
8. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le dispositif d'échangeur thermique (100) comprend deux éléments caloporteurs (102) ou plus, dans lequel les deux éléments caloporteurs (102) ou plus sont empilés l'un sur l'autre.
9. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les éléments caloporteurs (102) comprennent un matériau céramique, par exemple du carbure de silicium et/ou de l'oxyde d'aluminium et/ou en sont formés.
10. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les plusieurs éléments caloporteurs (102) sont réalisés en tant que plaques.
11. Dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les plusieurs éléments caloporteurs (102) présentent un ou plusieurs canaux de fluide chaud et un ou plusieurs canaux de fluide froid, dans lequel l'un ou les plusieurs canaux de fluide chaud présentent une direction d'écoulement principale (HR1), laquelle définit un angle aigu avec une direction d'écoulement principale (HR2) de l'un ou des plusieurs canaux de fluide froid et/ou de l'axe de serrage (S).
12. Procédé de fabrication d'un dispositif d'échangeur thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel le procédé comprend ce qui suit :
- mise à disposition de plusieurs éléments caloporteurs (102) pour la transmission de chaleur d'un fluide chaud à un fluide froid, dans lequel les plusieurs éléments caloporteurs (102) présentent deux côtés opposés l'un à l'autre (106), dans lequel un des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté entrée du fluide chaud (110) et un côté différent de celui-ci des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté sortie du fluide chaud (112) et/ou dans lequel un des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté entrée du fluide froid (116) et un côté différent de celui-ci des deux côtés opposés l'un à l'autre (106) forme un côté sortie du fluide froid (114) ;
 - empilement des plusieurs éléments caloporteurs (102) les uns sur les autres le long d'une direction d'empilement (SR) ; et
 - enserrage des plusieurs éléments caloporteurs (102) entre deux éléments de raccordement (118) d'un dispositif de raccordement (104), dans lequel une force efficace, au moyen de laquelle les plusieurs éléments caloporteurs (102) sont enserrés entre les deux éléments de raccordement (118) du dispositif de raccordement (104), agit le long d'un axe de serrage (S),
- caractérisé en ce que** la direction d'empilement (SR) est agencée et/ou réalisée perpendiculairement à l'axe de serrage (S).
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'axe de serrage (S) s'étend perpendiculairement aux deux côtés opposés l'un à l'autre (106) des plusieurs éléments caloporteurs (102).

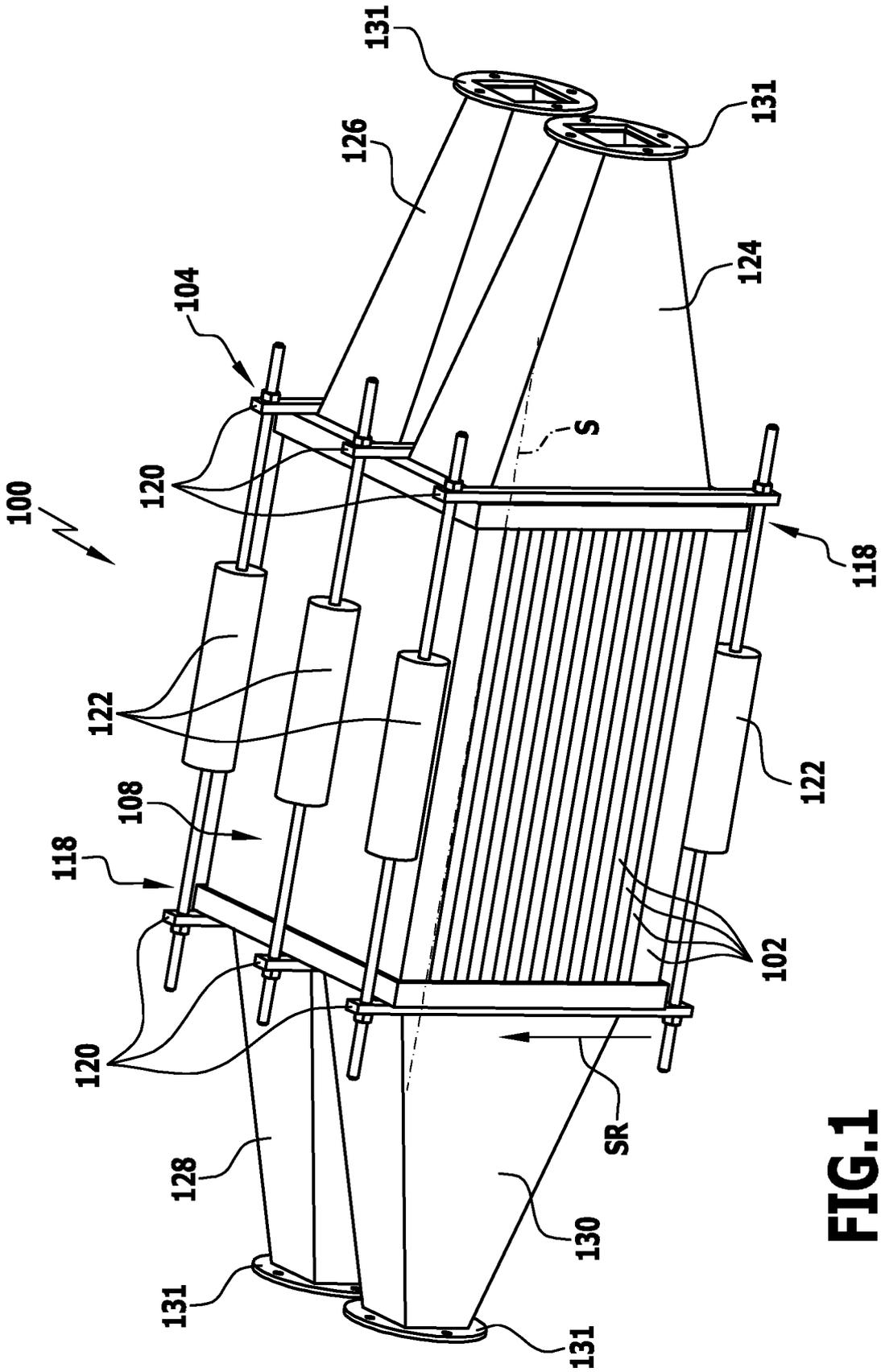


FIG.1

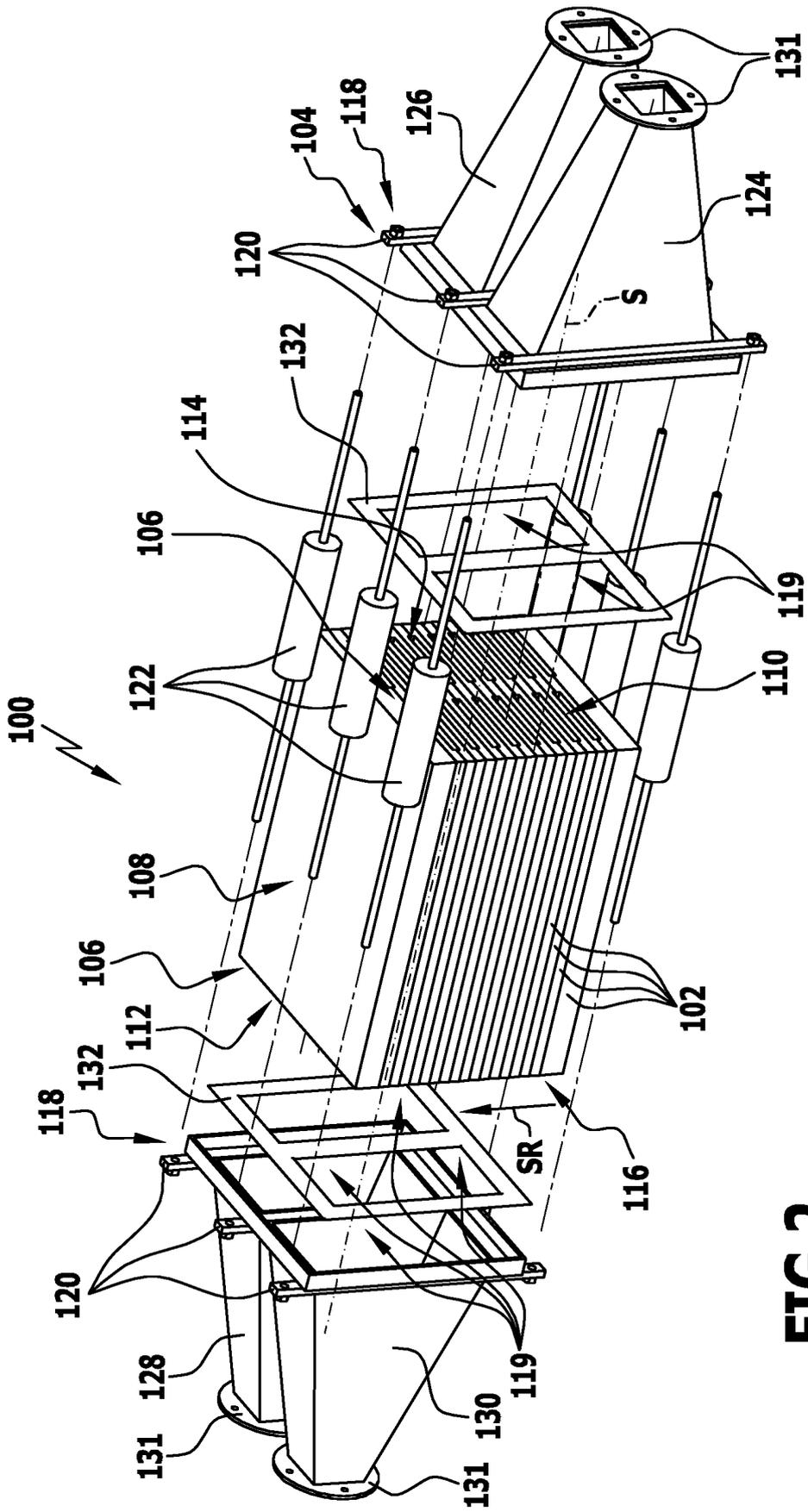


FIG.2

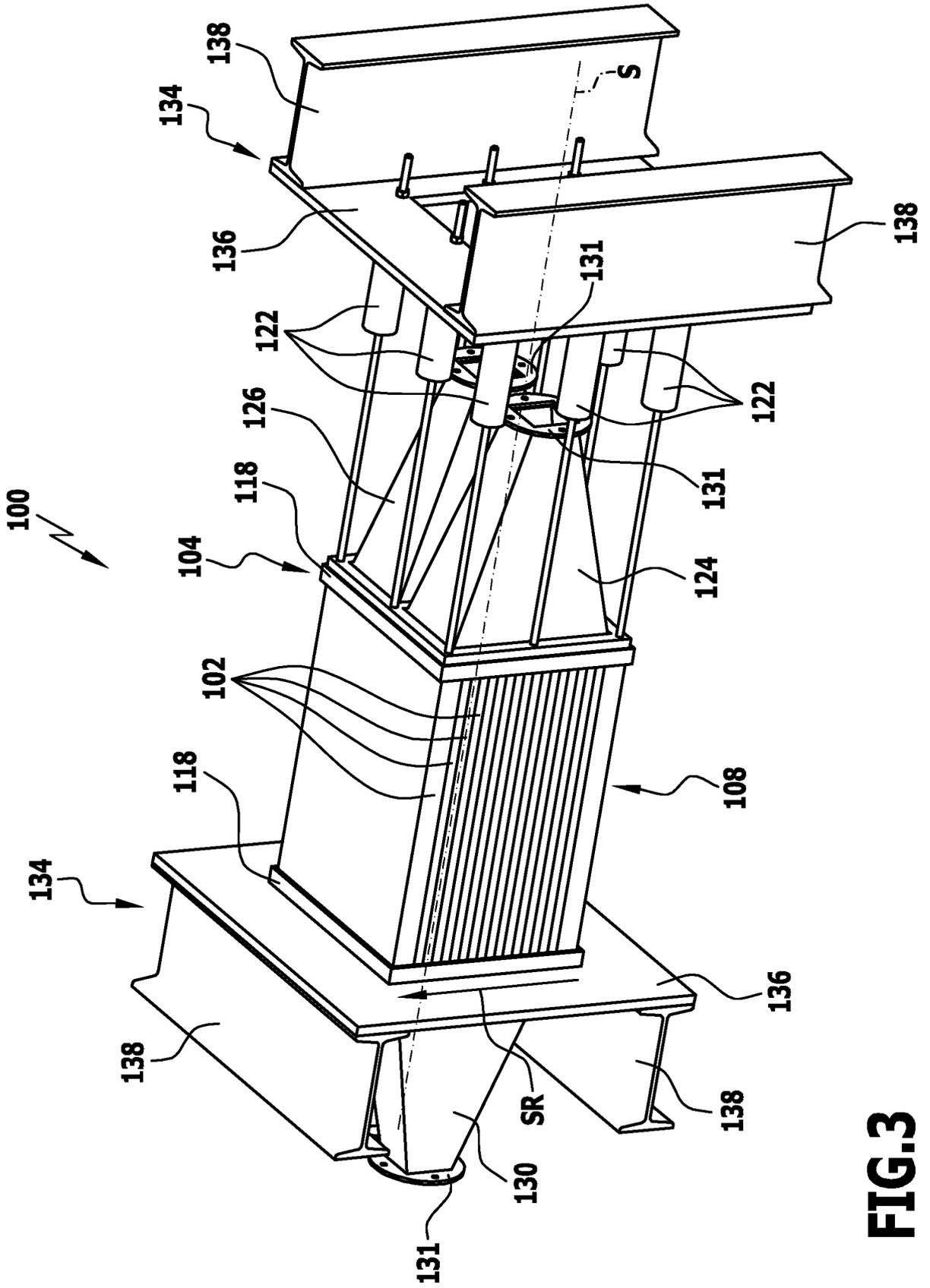


FIG.3

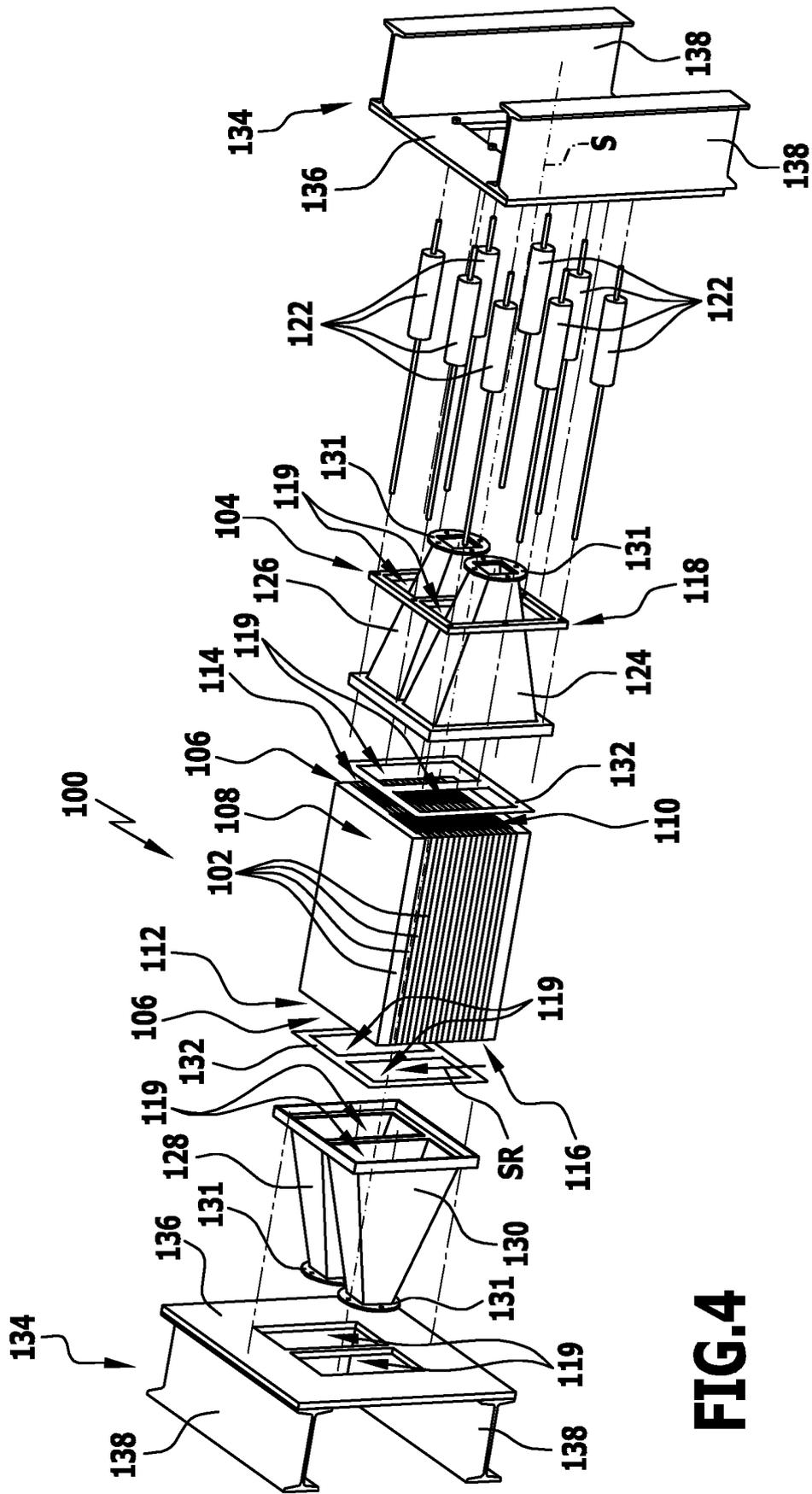


FIG.4

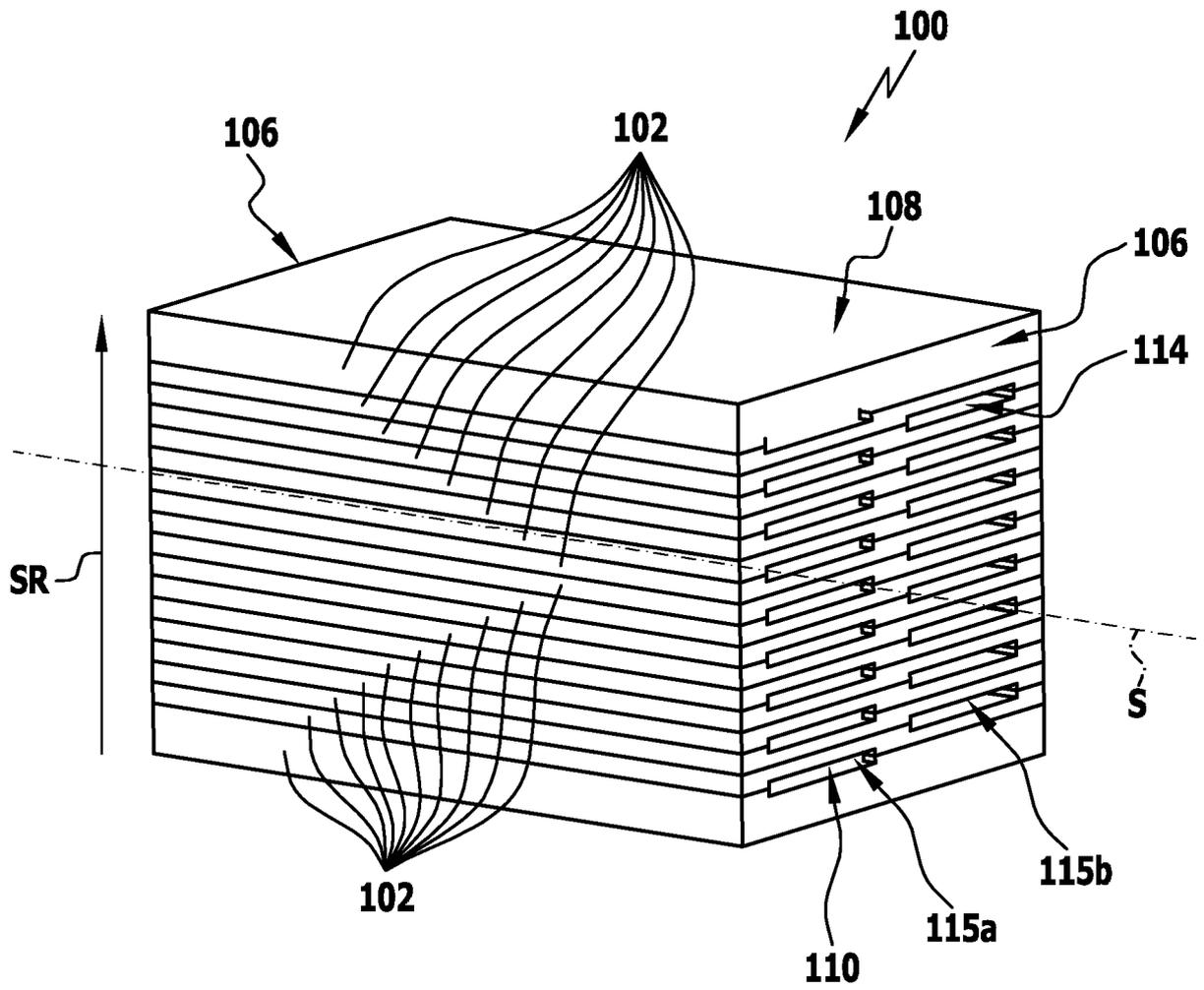


FIG.5

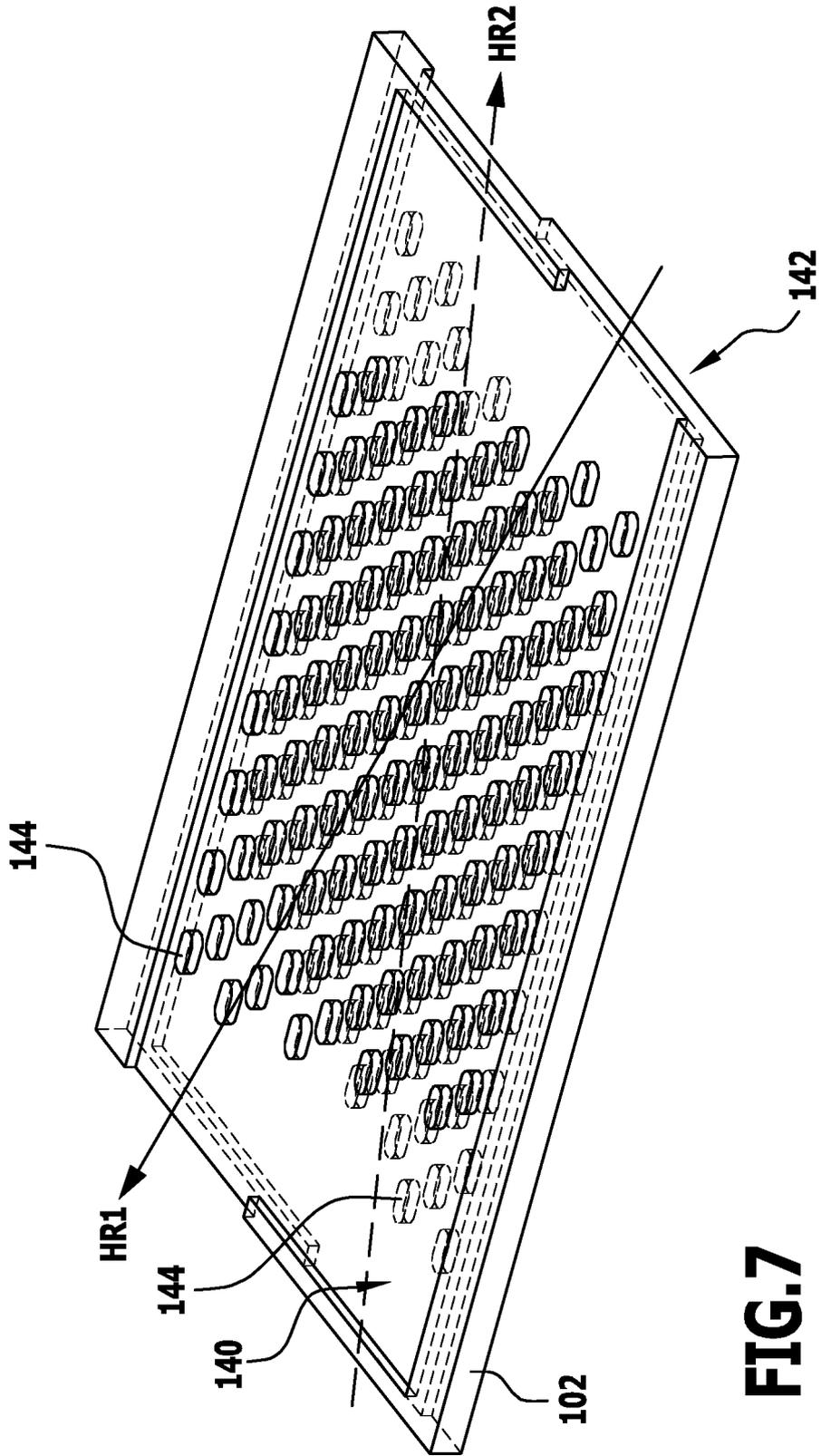


FIG. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1451246 A1 [0002]
- WO 2016037232 A1 [0002]
- FR 2519751 A1 [0002]
- EP 2458313 A2 [0002]