



(11)

**EP 3 077 751 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**14.08.2019 Patentblatt 2019/33**

(51) Int Cl.:  
**F28F 1/40** (2006.01)      **B60H 1/22** (2006.01)  
**F24H 1/26** (2006.01)      **F28D 7/12** (2006.01)  
**F28D 21/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14808991.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2014/076723**

(22) Anmeldetag: **05.12.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2015/082685 (11.06.2015 Gazette 2015/23)**

(54) **WÄRMEÜBERTRAGER UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES WÄRMEÜBERTRAGERS**  
HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR PRODUCING A HEAT EXCHANGER  
ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR

(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**

- **PFANNENSTIEL, Tobias**  
86150 Augsburg (DE)
- **SMIGIEL, Björn**  
82229 Seefeld (DE)
- **HOLZWARTH, Achim**  
85622 Feldkirchen (DE)
- **LARISCH, Florian**  
82299 Zankenhäuser (DE)

(30) Priorität: **06.12.2013 DE 102013020469**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.10.2016 Patentblatt 2016/41**

(73) Patentinhaber: **Webasto SE**  
**82131 Stockdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Schumacher & Willsau**  
**Patentanwalts-gesellschaft mbH**  
**Nymphenburger Straße 42**  
**80335 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **NEIDENBERGER, Peter**  
**82140 Olching (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 3 416 878 DE-A1- 3 418 921**  
**FR-A- 575 978 FR-A1- 2 617 579**

**EP 3 077 751 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 Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit einer Innenführung zur Führung eines Fluids und mit einem Wärmeabführkörper zum Abführen von Wärme des Fluids, wobei der Wärmeabführkörper einen sich in einer Längsrichtung erstreckenden Hohlraum aufweist, innerhalb dessen sich zumindest ein Endstück der Innenführung erstreckt, wobei das Endstück eine Mündung aufweist, die einer Bodenfläche des Hohlraums zugewandt ist, zum Einleiten des Fluids in einen Bodenbereich des Hohlraums, wobei zwischen einer äußeren Mantelfläche der Innenführung und einer inneren Mantelfläche des Wärmeabführkörpers ein sich in der Längsrichtung erstreckender Strömungsraum zur Führung des Fluids weg von dem Bodenbereich ausgebildet ist, wobei sich der Strömungsraum in der Längsrichtung erstreckt, wobei die innere Mantelfläche des Wärmeabführkörpers einen ersten Abschnitt mit wenigstens zwei Rippen, die relativ zueinander transversal versetzt sind; und einen sich an den ersten Abschnitt anschließenden zweiten Abschnitt mit wenigstens zwei Rippen, die relativ zueinander transversal versetzt sind aufweist, wobei wenigstens eine Rippe des zweiten Abschnitts relativ zu jeder Rippe des ersten Abschnitts transversal versetzt ist oder wobei wenigstens eine Rippe des ersten Abschnitts relativ zu jeder Rippe des zweiten Abschnitts transversal versetzt ist.

**[0002]** Ein solcher Wärmeübertrager ist aus der FR 575 978 A bekannt.

**[0003]** Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Herstellen eines Wärmeübertragers.

**[0004]** In einem ersten Anwendungsbeispiel wird der Wärmeübertrager in einem Abgasstrang eines Kraftfahrzeugs verwendet, um einen möglichst großen Teil der Wärme des im Motor des Kraftfahrzeugs erzeugten heißen Abgases abzuführen, zum Beispiel durch Übertragung auf eine Wärmetransportflüssigkeit. Eine mögliche Überhitzung des Abgasstrangs kann hierdurch vermieden werden. Darüber hinaus kann die dem Abgas entnommene Wärme für Heizzwecke genutzt werden, zum Beispiel zur Beheizung einer Fahrgastzelle des Fahrzeugs. In einem zweiten Anwendungsbeispiel ist der Wärmeübertrager Teil eines Heizgerätes oder er ist an ein Heizgerät angeschlossen, zum Beispiel in einem Fahrzeug.

**[0005]** Die Einsatzmöglichkeiten des in dieser Anmeldung beschriebenen Wärmeübertragers beschränken sich nicht auf den Fahrzeugsektor. Vielmehr ist der Wärmeübertrager prinzipiell für jede Anwendung geeignet, bei der einem Fluid, das heißt, einem flüssigen oder gasförmigen Medium, Wärme entzogen oder zugeführt werden soll.

**[0006]** Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Wärmeübertrager anzugeben, der zum einen möglichst einfach strukturiert und dementsprechend einfach zu fertigen ist und zum anderen einen hohen Wirkungsgrad, das heißt eine möglichst hohe Wärmeübertragungsrate aufweist.

Diese Aufgabe wird mit dem kennzeichnenden Merkmal von Anspruch 1 gelöst.

**[0007]** Es ist ferner Aufgabe der Erfindung, ein möglichst unkompliziertes Verfahren zur Herstellung eines derartigen Wärmeübertragers anzugeben. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen von Anspruch 11 gelöst.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Wärmeübertrager baut auf dem Stand der Technik dadurch auf, dass die Rippen (22) des ersten Abschnitts (20) und die Rippen (22') des zweiten Abschnitts (20') sich jeweils in der Längsrichtung (36) erstrecken. Als optimal wird eine Ausführungsform erachtet, bei der jede Rippe des ersten Abschnitts relativ zu jeder Rippe des zweiten Abschnitts transversal versetzt ist. Eine Rippe eines Wärmetauschers ist ein im Strömungsbereich des Wärmetauschers angeordnetes Bauelement, welches die Wirkfläche des Wärmetauschers vergrößert und damit den Wirkungsgrad des Wärmetauschers verbessert. Jeder Abschnitt kann zum Beispiel gewellt oder geriffelt sein. In diesem Fall bildet jeder Wellenberg beziehungsweise jede Erhebung der Riffelung eine Rippe. Die Rippen eines beliebigen Abschnitts können sich parallel zueinander erstrecken und äquidistant sein. Dies kann eine möglichst gleichmäßige Durchströmung des Hohlraums mit dem Fluid begünstigen. Die Rippen können länglich sein. Zum Beispiel kann die Länge jeder Rippe mehr als das Dreifache oder sogar mehr als das Zehnfache der maximalen Abmessung der Rippe quer zum Strömungsweg betragen. Eine Richtung quer zu der Längsrichtung wird auch als transversale Richtung bezeichnet. Wie erwähnt, sind die Rippen der beiden Abschnitte relativ zueinander transversal versetzt. Die innere Mantelfläche des Wärmeabführkörpers ist damit an der Grenze zwischen den beiden Abschnitten unstetig. Dies begünstigt die Entstehung von Turbulenzen an der Grenze zwischen den Abschnitten und fördert damit eine Durchmischung von oberflächennahen Teilen des Fluids mit oberflächenfernen Teilen des Fluids am Übergang zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt. Der Wirkungsgrad des Wärmeübertragers verbessert sich hierdurch im Vergleich zu einem Wärmeübertrager mit einer durchweg stetigen inneren Mantelfläche. Es kann vorteilhaft sein, dass mehr als zwei derartige aufeinanderfolgende Abschnitte vorgesehen sind. Jede Rippe des ersten Abschnitts kann eine dem zweiten Abschnitt zugewandte Stirnfläche aufweisen. Jede Rippe des zweiten Abschnitts kann eine dem ersten Abschnitt zugewandte Stirnfläche aufweisen. Vorzugsweise gilt eine Rippe des ersten Abschnitts (erste Rippe) als zu einer Rippe des zweiten Abschnitts (zweite Rippe) transversal versetzt genau dann, wenn die Projektion der Stirnfläche der ersten Rippe auf eine Transversalebene (erste Projektion) und die Projektion der Stirnfläche der zweiten Rippe auf dieselbe Transversalebene (zweite Projektion) zueinander in dem Sinne versetzt sind, dass keine der beiden Projektionen die andere vollständig überdeckt. Vereinfacht ausgedrückt bedeutet dies, dass keine der beiden genannten Stirnflächen vollständig auf die jeweils andere projiziert; die Stirnfläche der ersten

Rippe projiziert somit nicht oder nur teilweise auf die Stirnfläche der zweiten Rippe, und die Stirnfläche der zweiten Rippe projiziert nicht oder nur teilweise auf die Stirnfläche der zweiten Rippe. Eine Transversalebene oder transversale Ebene ist eine zu der Längsrichtung senkrechte Ebene, also eine Ebene mit einem Normalenvektor, der parallel zur Längsrichtung steht. Unter einer Projektion ist eine Orthogonalprojektion zu verstehen. Zum Beispiel kann vorgesehen sein, dass die erste Projektion weniger als 70 Prozent, weniger als 20 Prozent, oder sogar weniger als 10 Prozent der Fläche der zweiten Projektion überdeckt. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die zweite Projektion weniger als 70 Prozent, weniger als 20 Prozent, oder sogar weniger als 10 Prozent der Fläche der ersten Projektion überdeckt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die beiden Projektionen nicht überlappen. Eine möglichst geringe Überlappung der beiden Projektionen wird als vorteilhaft für die Erzeugung von Turbulenzen erachtet. Insbesondere können die Rippen jeweils im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung ausgerichtet sein. Eine derartige Rippenstruktur kann besonders einfach herzustellen sein. Zum Beispiel kann jede der Rippen einen im Wesentlichen konstanten transversalen Querschnitt haben. Dies bedeutet, dass der transversale Querschnitt der Rippe zumindest auf einem Abschnitt entlang der Längsrichtung im Wesentlichen konstant ist. Dieser Abschnitt wird als "Rippenabschnitt mit konstantem Querschnitt" bezeichnet. Die Länge des Rippenabschnitts mit konstantem Querschnitt kann zum Beispiel mehr als 50 Prozent, mehr als 80 Prozent oder sogar mehr als 90 Prozent der Länge der Rippe betragen. Unter einer "Länge" ist in dieser Anmeldung stets eine Abmessung in der Längsrichtung zu verstehen, sofern sich aus dem konkreten Zusammenhang nichts anderes ergibt. Ein transversaler Querschnitt ist ein zu der Längsrichtung senkrechter Querschnitt. Der transversale Querschnitt der Rippe kann zum Beispiel in dem Sinne im Wesentlichen konstant sein, dass auf dem Rippenabschnitt mit konstantem Querschnitt alle Änderungen des transversalen Querschnitts klein sind im Vergleich zu den Abmessungen des Querschnitts, zum Beispiel im Vergleich zur Breite und/oder Höhe des Querschnitts. In anderen Worten kann vorgesehen sein, dass der Rippenabschnitt mit konstantem Querschnitt im Wesentlichen die Gestalt eines endlichen Teilstücks eines geometrischen Körpers hat, der invariant unter infinitesimalen Translationen in der Längsrichtung ist. Eine Menge von geometrischen Punkten ist invariant unter infinitesimalen Translationen, wenn eine infinitesimale Translation jeden der Punkte in einen anderen Punkt derselben Menge überführt. Zum Beispiel kann der Rippenabschnitt mit konstantem Querschnitt oder sogar die gesamte Rippe die Gestalt eines Zylinders haben. Die Querschnittsfläche des Zylinders kann eine beliebige Gestalt haben, zum Beispiel im Wesentlichen die Gestalt eines Rechtecks.

**[0009]** Der Wärmeabfuhrkörper kann ein gegossenes oder stranggepresstes erstes Segment mit dem ersten

Abschnitt sowie ein gegossenes oder stranggepresstes zweites Segment mit dem zweiten Abschnitt aufweisen. Der Wärmeabfuhrkörper kann somit auf unkomplizierte Weise hergestellt werden, indem zunächst das erste Segment und das zweite Segment separat hergestellt und dann zusammengefügt werden. Der oben beschriebene abrupte Übergang von dem ersten Abschnitt zu dem zweiten Abschnitt lässt sich somit auf unkomplizierte Weise realisieren. Die beiden einzelnen Segmente können zum Beispiel mit Hilfe bereits konzipierter oder existierender Maschinen hergestellt werden.

**[0010]** Das erste Segment und das zweite Segment können baugleich sein. In diesem Fall entfällt die Notwendigkeit, unterschiedliche Segmente herzustellen und es ergibt sich ein besonders preiswertes Herstellungsverfahren. Der Wärmeabfuhrkörper kann mehr als zwei baugleiche Segmente aufweisen.

**[0011]** Der erste und der zweite Abschnitt können derart angeordnet sein, dass sich jede Rippe des ersten Abschnitts bis zu einem zwischen zwei benachbarten Rippen des zweiten Abschnitts verlaufenden Kanal erstreckt. In diesem Fall geht also jede Rippe des ersten Abschnitts in einen Kanal des zweiten Abschnitts über. An dem Übergang von der Rippe zu dem Kanal können sich Wirbel im Fluid bilden. Es kann vorgesehen sein, dass die Rippe den Kanal, bis zu dem sie sich erstreckt, ganz oder teilweise verdeckt. Das heißt, eine dem Kanal zugewandte Stirnfläche der Rippe und eine transversale Querschnittsfläche des Kanals an seinem an die Rippe stoßenden Kanalende überlappen vollständig oder teilweise. Zum Beispiel kann vorgesehen sein, dass die Rippe die Querschnittsfläche des Kanals, bis zu dem sie sich erstreckt, zu mehr als 20 Prozent, mehr als 50 Prozent, mehr als 80 Prozent oder sogar zu 100 Prozent verdeckt.

**[0012]** Ebenso kann zwischen zwei benachbarten Rippen des ersten Abschnitts jeweils ein Kanal verlaufen, der sich bis an eine Rippe des zweiten Abschnitts erstreckt. Der zwischen den benachbarten Rippen des ersten Abschnitts ausgebildete Kanal geht somit an der Grenze zwischen den beiden Abschnitten in eine Rippe des zweiten Abschnitts über. Der abrupte Übergang von dem Kanal zur Rippe begünstigt die Durchmischung des Fluids. Es kann vorgesehen sein, dass die Rippe den Kanal, der sich bis an sie erstreckt, ganz oder teilweise verdeckt. Das heißt, eine dem Kanal zugewandte Stirnfläche der Rippe und eine transversale Querschnittsfläche des Kanals an seinem an die Rippe stoßenden Kanalende überlappen vollständig oder teilweise. Zum Beispiel kann vorgesehen sein, dass die Rippe die Querschnittsfläche des Kanals, der sich bis an sie erstreckt, zu mehr als 20 Prozent, mehr als 50 Prozent, mehr als 80 Prozent oder sogar zu 100 Prozent verdeckt.

**[0013]** Der Wärmeabfuhrkörper oder zumindest seine innere Mantelfläche kann eine Rotationssymmetrieachse aufweisen. Dies bedeutet, dass der Wärmeabfuhrkörper oder zumindest seine innere Mantelfläche bei einer

hypothetischen Drehung um die Rotationssymmetrieachse in sich selbst überführt werden, also invariant unter der betreffenden Drehung sind. Eine derartige Symmetrie kann einen hohen Wirkungsgrad mit sich bringen und auch die Fertigung des Wärmeabfuhrkörpers erleichtern.

**[0014]** Beispielsweise können der erste und der zweite Abschnitt jeweils  $N$  Rippen aufweisen, wobei die Position der  $i$ -ten Rippe des ersten Abschnitts einen Azimutalwinkel von  $360^\circ/N \cdot i$  besitzt, wobei  $i=0, \dots, N-1$ , und wobei eine Konstante  $\alpha$  im Intervall  $(0; \frac{1}{2}]$  existiert, so dass die Position der  $j$ -ten Rippe des zweiten Abschnitts einen Azimutalwinkel von  $360^\circ/N \cdot (j+\alpha)$  besitzt, wobei  $j=0, \dots, N-1$ . Vorzugsweise liegt die Konstante  $\alpha$  im Intervall  $[\frac{1}{10}; \frac{1}{2}]$ , d.h.,  $0.1 \leq \alpha \leq 0.5$ . Im Fall  $\alpha=1/2$  kann die innere Mantelfläche oder sogar der gesamte Wärmeabfuhrkörper symmetrisch unter Drehungen von jeweils  $180^\circ/N$  um die Rotationssymmetrieachse sein. Sind insgesamt  $M$  Segmente vorgesehen, so kann es vorteilhaft sein, dass die Position der  $j$ -ten Rippe des  $k$ -ten Abschnitts ( $20^\circ$ ) einen Azimutalwinkel von  $360^\circ/N \cdot (j + k/M)$  besitzt, wobei  $j=0, \dots, N-1$  und  $k=0, \dots, M-1$ . In diesem kann eine Symmetrie unter Drehungen von  $360^\circ/(N \cdot M)$  um die Rotationssymmetrieachse vorliegen. Es kann ferner vorteilhaft sein, dass sich die Rippen des ersten Abschnitts und die Rippen des zweiten Abschnitts in der Längsrichtung jeweils über den gesamten betreffenden Abschnitt hinweg erstrecken. Ein derartiger Wärmeabfuhrkörper kann vergleichsweise einfach zu fertigen sein.

**[0015]** Die Innenführung kann eine Brennkammer enthalten oder mit einer Brennkammer kommunizieren. Ein Teil der bei der Verbrennung erzeugten Wärme kann somit über den Wärmeabfuhrkörper abgeführt und einem Bestimmungsort zugeführt werden, zum Beispiel einer Fahrgastzelle eines Kraftfahrzeugs.

**[0016]** Es kann ferner vorgesehen sein, dass die innere Mantelfläche des Wärmeabfuhrkörpers einen sich an den zweiten Abschnitt anschließenden dritten Abschnitt mit wenigstens zwei zueinander transversal versetzten Rippen aufweist, wobei wenigstens eine Rippe des dritten Abschnitts relativ zu jeder Rippe des zweiten Abschnitts transversal versetzt ist oder wobei wenigstens eine Rippe des zweiten Abschnitts relativ zu jeder Rippe des dritten Abschnitts transversal versetzt ist. Transversal bedeutet, wie oben erläutert, "quer zur Längsrichtung". Hierdurch wird eine weitere Verwirbelungszone geschaffen, nämlich an der Grenze zwischen dem zweiten und dem dritten Abschnitt. Es ist ferner möglich, dass die innere Mantelfläche des Wärmeabfuhrkörpers weitere Abschnitte mit den in Bezug auf den ersten und den zweiten Abschnitt beschriebenen Merkmalen aufweist.

**[0017]** Der Wärmeübertrager kann insbesondere in einem Verfahren hergestellt werden, welches die folgenden Schritte aufweist: Herstellen eines ersten Segments, welches den ersten Abschnitt aufweist; Herstellen eines zweiten Segments, welches den zweiten Abschnitt aufweist; und Zusammenfügen des ersten Segments und des zweiten Segments. Dieses Verfahren kann besonders unkompliziert auszuführen sein, da die inneren

Mantelflächen der beiden einzelnen Segmente einfacher strukturiert sind als die zusammengesetzte innere Mantelfläche. In einem alternativen Verfahren wird der Wärmeabfuhrkörper in einem Stück hergestellt, zum Beispiel mit einem Salzkernverfahren.

**[0018]** Das erste und das zweite Segment können zum Beispiel separat durch Gießen oder Strangpressen hergestellt werden. Alternativ können die Segmente aber auch aus einzelnen Bauteilen zusammengesetzt werden, zum Beispiel durch Verschweißen.

**[0019]** Sofern die beiden Segmente baugleich sind, können sie nacheinander unter Verwendung einer gemeinsamen Herstellungsvorrichtung nacheinander hergestellt werden. Wird ein Gussverfahren gewählt, so können nacheinander in derselben Gussform gegossen werden. Die Gussform kann somit doppelt genutzt werden.

**[0020]** Das erste Segment und das zweite Segment können zum Beispiel durch Verschweißen zusammengefügt werden. Dabei handelt es sich um eine stoffschlüssige Verbindung. Hierdurch kann zugleich eine Abdichtung des Hohlraums an der Verbindungsstelle zwischen den beiden Segmenten gelingen. Alternativ kommt eine Verbindung der beiden Segmente durch mechanische Verbindungselemente, zum Beispiel Nieten oder Schrauben, in Betracht. In diesem Fall kann es erforderlich sein, die Verbindungsstelle zwischen den beiden Segmenten mit Hilfe von Dichtmitteln abzudichten.

**[0021]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert.

**[0022]** Es zeigen:

Figur 1 einen schematischen Querschnitt eines Beispiels eines Wärmeübertragers.

Figur 2 eine schematische Draufsicht auf ein erstes und ein zweites Segment eines Hohlkörpers des Wärmeübertragers;

Figur 3 eine verkürzte schematische Schrägansicht des ersten Segments;

Figur 4 eine unverkürzte schematische Schrägansicht des ersten Segments;

Figur 5 eine schematische Draufsicht auf den Wärmeabfuhrkörper des Wärmeübertragers;

Figur 6 eine schematische Draufsicht auf den Wärmeabfuhrkörper des Wärmeübertragers gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;

Figur 7 eine schematische Draufsicht auf ein Segment gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;

Figur 8 eine schematische Draufsicht auf zwei Segmente gemäß einem weiteren Ausführungs-

- beispiel;
- Figur 9 eine schematische Draufsicht auf einen Wärmeabfuhrkörper eines Wärmeübertragers mit den Segmenten aus Figur 7;
- Figur 10 eine schematische Ansicht einer inneren Mantelfläche mit drei Abschnitten;
- Figur 11 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines Wärmeübertragers;
- Figur 12 eine schematische Draufsicht auf zwei Segmente gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

**[0023]** In dieser Anmeldung ist eine Draufsicht eine Darstellung, bei der die Längsrichtung senkrecht zu der Zeichenebene steht, sofern sich aus dem Zusammenhang nichts anderes ergibt. Bei der nachfolgenden Beschreibung der Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder vergleichbare Komponenten.

**[0024]** Figur 1 zeigt schematisch ein Beispiel eines Wärmeübertragers 10 mit einer Innenführung 32 zur Führung eines Fluids und mit einem Wärmeabfuhrkörper 12, 12' zum Abführen von Wärme des Fluids. Die Innenführung 32 kann ein Hohlleiter, zum Beispiel ein Rohr sein. Sie kann grundsätzlich einen beliebigen Querschnitt haben, zum Beispiel einen kreisförmigen oder quadratischen Querschnitt. In dem gezeigten Beispiel dient ein Innenraum 38 der Innenführung 32 als Brennkammer. Die Innenführung 32 kann daher auch als Flammrohr bezeichnet werden. Im Betrieb wird Brennstoff (nicht dargestellt) in einem Verbrennungsbereich 40 verbrannt. Dabei entsteht heißes Abgas. Die Innenführung 32 weist eine Mündung 42 auf, durch die das heiße Abgas die Innenführung 32 verlässt.

**[0025]** Der Wärmeabfuhrkörper 12, 12' weist einen sich in einer Längsrichtung 36 erstreckenden Hohlraum 14, 14' auf. Der Wärmeabfuhrkörper 12, 12' und/oder die Innenführung 32 können eine Rotationssymmetrieachse 16 aufweisen. In diesem Fall ist die Längsrichtung 36 parallel zu der Rotationssymmetrieachse 16. Innerhalb des Hohlraums 14, 14' erstreckt sich zumindest ein als Endstück 34 bezeichneter Endabschnitt der Innenführung 32. Das Endstück 34 weist die Mündung 42 auf. Die Mündung 42 ist einer Bodenfläche 44 des Hohlraums 14, 14' zugewandt. Im Betrieb strömt Fluid, in dem Beispiel heißes Abgas, aus der Innenführung 32 über die Mündung 42 in einen Bodenbereich 46 des Hohlraums 14, 14' (die Strömung ist in der Zeichnung durch Pfeile angedeutet).

**[0026]** Zwischen einer äußeren Mantelfläche 48 der Innenführung 32 und einer inneren Mantelfläche 20, 20' des Wärmeabfuhrkörpers 12, 12' ist ein Strömungsraum zur Führung des Fluids weg von dem Bodenbereich 46 ausgebildet. Der Strömungsraum erstreckt sich in der Längsrichtung 36. Die innere Mantelfläche 20, 20' des

Wärmeabfuhrkörpers 12, 12' weist einen ersten Abschnitt 20 und einen sich an den ersten Abschnitt 20 anschließenden zweiten Abschnitt 20' auf. In einer nicht dargestellten Variante der gezeigten Ausführungsform weist der Wärmeabfuhrkörper 12, 12' einen seitlichen Auslass zum Auslassen des Fluids auf.

**[0027]** Der erste Abschnitt 20 weist wenigstens zwei Rippen 22 auf (siehe Figur 2 bis 9), die relativ zueinander transversal versetzt sind. Transversal bedeutet senkrecht zu der Längsrichtung 36. Der zweite Abschnitt 20' weist wenigstens zwei Rippen 22' auf, die relativ zueinander transversal versetzt sind. Außerdem ist jede Rippe 22' des zweiten Abschnitts 20' relativ zu jeder Rippe 22 des ersten Abschnitts transversal versetzt.

**[0028]** In dem Beispiel (siehe Figur 1) weist der Wärmeabfuhrkörper 12, 12' ein erstes Segment 12 und ein sich daran anschließendes zweites Segment 12' auf. Das erste Segment 12 kann topfartig sein. Das zweite Segment 12' kann ringartig sein. In dem Beispiel weist das topfartige erste Segment einen Bodenabschnitt auf, dessen Innenoberfläche die Bodenfläche 44 des Hohlraums bildet. Dem ersten Segment 12 sind der erste Abschnitt 20 der inneren Mantelfläche 20, 20' des Wärmeabfuhrkörpers sowie ein erster Abschnitt 14 des Hohlraums 14, 14' zugeordnet. Dem zweiten Segment 12' sind der zweite Abschnitt 20' der inneren Mantelfläche 20, 20' des Wärmeabfuhrkörpers sowie ein erster Abschnitt 14 des Hohlraums 14, 14' zugeordnet.

**[0029]** Figur 2 zeigt schematisch ein erstes Segment 12 und ein zweites Segment 12' eines Wärmeabfuhrkörpers. In dem gezeigten Beispiel sind die beiden Segmente 12 und 12' baugleich. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird deshalb zunächst nur das erste Segment 12 beschrieben. Das Segment 12 besteht im Wesentlichen aus einem ringförmigen oder rohrartigen Segmentkörper 24, der von einem Hohlraum 14 durchzogen ist. In dem gezeigten Beispiel hat der Segmentkörper 24 einen quadratischen Umriss, doch sind andere Formen möglich. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform (nicht dargestellt) ist der Umriss des Segmentkörpers 24 kreisförmig. Von dem Segmentkörper 24 aus erheben sich wenigstens zwei, in dem gezeigten Beispiel genau vier, Rippen 22 in den Hohlraum 14. Der Segmentkörper 24 und die Rippen 22 können einstückig ausgebildet sein. Der Segmentkörper 24 und die Rippen 22 sind vorzugsweise aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit gefertigt, zum Beispiel aus einem Metall oder einer Metalllegierung. Das Segment 12 weist eine den Hohlraum 14 definierende innere Mantelfläche 20 auf, die im Wärmeübertrager den erwähnten ersten Abschnitt bildet. Die vier Rippen 22 sind gegeneinander jeweils um 90° bezüglich einer Rotationssymmetrieachse 16 versetzt. Das hier gezeigte Beispiel eines Segments 12 ist damit symmetrisch unter Drehungen von 90° um die Rotationssymmetrieachse 16. Im Betrieb des Wärmeübertragers durchströmt das Fluid, zum Beispiel heißes Abgas, den Hohlraum 14 in einer Hauptströmungsrichtung, die in dem gezeigten Beispiel parallel zu der Rotationssymme-

trieachse 16 ist. In dem Beispiel erstreckt sich jede der Rippen 22 entlang der Längsrichtung, hier also parallel zu der Symmetrieachse 16, über die gesamte innere Mantelfläche vom Einlassbereich bis zum Auslassbereich des Segmentkörpers 24. In einem anderen Beispiel (nicht gezeigt) sind eine oder mehrere Rippen kürzer als der betreffende Abschnitt, erstrecken sich also nicht über den gesamten Abschnitt hinweg. In einer Variante dieser Beispiele sind die Rippen 22' in transversaler Richtung (hier in radialer Richtung) kürzer als die Rippen 22.

**[0030]** Figur 3 zeigt eine schematische Schrägansicht des Segments 12, bei der aus Gründen der Übersichtlichkeit das Segment 12 verkürzt dargestellt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Rippen länglich entlang der Längsrichtung (siehe die unverkürzte Darstellung in Figur 4). Dies ermöglicht es, mit einer vergleichsweise geringen Zahl von Segmenten einen vergleichsweise langen Wärmeübertragungsweg zu schaffen.

**[0031]** Figur 5 zeigt schematisch zwei Segmente 12 und 12' (vergleiche Figur 2) eines Wärmeabfuhrkörpers eines Wärmeübertragers 10. Der Wärmeabfuhrkörper weist zusätzlich ein dem Segment 12 in Figur 1 entsprechendes Bodensegment (nicht dargestellt) auf. Der Wärmeabfuhrkörper 12, 12' dient der Übertragung von Wärme von dem Fluid auf den Wärmeabfuhrkörper 12, 12' oder von dem Wärmeabfuhrkörper 12, 12' auf das Fluid. Der Wärmeabfuhrkörper 12, 12' weist einen aus den Hohlräumen 14 und 14' zusammengesetzten Hohlraum 14, 14' auf, der von dem Fluid entlang einer Längsrichtung durchströmbar ist. Der Strömungsweg verläuft in Figur 4 senkrecht zur Zeichenebene. Die innere Mantelfläche 20 des ersten Segments 12 bildet einen ersten Abschnitt der Innenoberfläche 20, 20' des Wärmeabfuhrkörpers 12, 12'. Die innere Mantelfläche 20' des zweiten Segments 12' bildet einen sich an den ersten Abschnitt 20 anschließenden zweiten Abschnitt der inneren Mantelfläche des Wärmeabfuhrkörpers 12, 12'. Der erste Abschnitt 20 weist somit wenigstens zwei Rippen 22 auf, in dem gezeigten Beispiel genau vier Rippen 22. Ebenso weist der zweite Abschnitt 20' wenigstens zwei Rippen 22' auf, in dem gezeigten Beispiel genau vier Rippen 22'.

**[0032]** Wie in Figur 5 erkennbar ist, sind die Rippen 22 und 22' des ersten Segments 12 beziehungsweise des zweiten Segments 12' gegeneinander transversal, das heißt quer zur Hauptströmungsrichtung, versetzt. In dem gezeigten Beispiel wird dies dadurch erreicht, dass das zweite Segment 12' relativ zu dem ersten Segment 12 um  $45^\circ$  um die gemeinsame Rotationssymmetrieachse 16, 16' gedreht angeordnet ist. Genauer ist jede Rippe 22' des zweiten Abschnitts 20' relativ zu jeder Rippe 22 des ersten Abschnitts transversal versetzt. Der zwischen zwei benachbarten Rippen 22 befindliche Teil des Hohlraums 14 wird in dieser Anmeldung auch als Kanal 26 bezeichnet (siehe Figur 2). Das gleiche gilt analog für das zweite Segment 12'. Die Segmente 12 und 12' weisen somit jeweils wenigstens zwei Kanäle 26 beziehungsweise 26' auf. In dem gezeigten Beispiel sind es

jeweils genau vier Kanäle 26 beziehungsweise 26' pro Segment. Der mit Bezug auf Figur 5 beschriebene Versatz der Rippen 22 relativ zu den Rippen 22' hat zur Folge, dass an der Grenze zwischen den beiden Segmenten 12 und 12' jeder Kanal 26 auf eine Rippe 22' trifft, während jede Rippe 22 auf einen Kanal 26' trifft. Diese Anordnung begünstigt eine Durchmischung innerhalb des Fluids, das den Wärmeabfuhrkörper 12, 12' durchströmt.

**[0033]** Bei der in Figur 5 dargestellten Geometrie kann eine zusätzliche Abdichtung zwischen den Segmenten 12 und 12' in den nicht abgeschlossenen Bereichen 28 und 28' erforderlich sein. Vorteilhafterweise sind die Segmente 12 und 12' so gestaltet, dass zwischen ihnen keine potentiellen Leckstellen auftreten (vergleiche Figur 6).

**[0034]** Figur 7 zeigt schematisch ein Beispiel eines Segments 12 mit genau acht Rippen 22 und achteckigem Umriss. In weiteren Beispielen (nicht dargestellt) weist das Segment 12 mehr als acht Rippen auf.

**[0035]** Figur 8 und Figur 9 zeigen ein Beispiel einer Ausführungsform, bei der der Wärmeabfuhrkörper ein erstes und ein baugleiches zweites Segment mit dem ersten beziehungsweise dem zweiten Abschnitt aufweist, wobei das erste Segment und das zweite Segment relativ zueinander um  $180^\circ$  um eine zur Längsrichtung senkrechte Achse gedreht angeordnet sind. Die beiden Segmente können zum Beispiel als im Wesentlichen rechteckige Rahmen ausgebildet sein, wobei auf zwei einander gegenüberliegenden Innenflächen des Rahmens jeweils mehrere parallele äquidistante Rippen ausgebildet sind. In dem gezeigten Beispiel weist der Segmentkörper 24 beziehungsweise 24' des Segments 12 beziehungsweise 12' einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist. Die in Figur 8 gezeigte Ausrichtung des zweiten Segments 12' geht aus jener des ersten Segments 12 hervor, in dem das Segment 12 um  $180^\circ$  um eine zu der Hauptströmungsrichtung senkrechte Achse 30 gedreht wird.

**[0036]** Figur 10 zeigt schematisch ein Beispiel einer Ausführungsform, bei der die innere Mantelfläche des Wärmeabfuhrkörpers wenigstens drei aufeinanderfolgende Abschnitte aufweist, zum Beispiel einen ersten Abschnitt mit Rippen 22, einen daran anschließenden zweiten Abschnitt mit Rippen 22' und einen an den zweiten Abschnitt anschließenden dritten Abschnitt mit Rippen 22". Die in dieser Anmeldung mit Hinblick auf die Kombination aus erstem und zweitem Abschnitt beschriebenen Gestaltungsmöglichkeiten und Vorteile sind entsprechend auf die Kombination aus zweitem und drittem Abschnitt übertragbar. Der dritte Abschnitt kann zum Beispiel eine Wiederholung des ersten Abschnitts darstellen, das heißt, er kann geometrisch ähnlich zu dem ersten Abschnitt sein. In geometrischer Hinsicht kann der dritte Abschnitt in den ersten Abschnitt durch eine Verschiebung in der Längsrichtung überführbar sein. In dem gezeigten Beispiel ist jede Rippe 22 des ersten Abschnitts und jede Rippe 22" des dritten Abschnitts transversal zu jeder Rippe 22' des zweiten Abschnitts versetzt. Hingegen fluchtet jede Rippe 22 des ersten Abschnitts

mit jeder Rippe 22" des zweiten Abschnitts.

**[0037]** Die innere Mantelfläche kann eine alternierende Folge von N Abschnitten aufweisen. Die Anzahl N der Abschnitte kann zum Beispiel 3, 4, 5, 6 oder mehr betragen. Die Abschnitte können mit 1 bis N nummeriert werden. Die Folge kann in dem Sinn alternierend sein, dass jeder Abschnitt mit der Nummer I+2 (I=1 bis N-2) geometrisch in den Abschnitt mit der Nummer I durch eine geometrische, also eine abstrakte oder hypothetische, Verschiebung parallel zur Längsrichtung überführbar ist. Eine derartige Ausführung führt zu einer hohen Wärmeübertragung. Jeder Abschnitt kann durch ein Modul oder Segment realisiert werden, was eine effiziente Herstellung ermöglicht.

**[0038]** Ein Beispiel eines Herstellungsverfahrens wird durch das Flussdiagramm in Figur 11 veranschaulicht. In einem ersten Schritt S1 werden einzelne Segmente hergestellt. Vorzugsweise sind wenigstens zwei Segmente identisch, um die Kosten des Herstellungsprozesses möglichst gering zu halten. In einem anschließenden Schritt S2 werden die Segmente zusammengefügt, so dass sich die einzelnen Hohlräume der Segmente zu einem einzigen durchgehenden Hohlraum vereinigen. Vorzugsweise werden die Segmente unmittelbar aneinander geschweißt, das heißt ohne die Verwendung von Zwischenelementen und insbesondere ohne die Verwendung von Dichtungen. Dabei werden unmittelbar aufeinanderfolgende Segmente zueinander derart ausgerichtet, dass die Rippen des nachfolgenden Segments relativ zu den Rippen des vorangehenden Segments transversal versetzt sind.

**[0039]** Die Draufsicht in Figur 12 zeigt schematisch ein Beispiel einer Ausführungsform, bei der jede Rippe 22 des ersten Abschnitts 20 einen Kanal 26' des zweiten Abschnitts ganz oder teilweise verdeckt. Das heißt, dass die dem zweiten Abschnitt 20' zugewandte Stirnfläche der Rippe 22 die transversale Querschnittsfläche des Kanals 26' an seinem dem ersten Abschnitt 20 zugewandten Kanalanschluss oder Kanalende vollständig verdeckt. In anderen Worten projiziert die Querschnittsfläche des Kanals 26' an seinem dem ersten Abschnitt 20 zugewandten Kanalanschluss oder Kanalende in Längsrichtung vollständig auf die dem zweiten Abschnitt 20' zugewandte Stirnfläche der Rippe 22.

**[0040]** In dem Beispiel ist die dem zweiten Abschnitt 20' zugewandte Stirnfläche einer Rippe 22 des ersten Abschnitts 20 größer als die Querschnittsfläche des von jener Rippe 22 verdeckten Kanals 26' an seinem dem ersten Abschnitt 20 zugewandten Kanalanschluss oder Kanalende. Die dem zweiten Abschnitt 20' zugewandte Stirnfläche der Rippe 22 überlappt vollständig die Querschnittsfläche des Kanals 26' an seinem dem ersten Abschnitt 20 zugewandten Kanalanschluss oder Kanalende, während die Querschnittsfläche des Kanals 26' an seinem dem ersten Abschnitt 20 zugewandten Kanalanschluss oder Kanalende die dem zweiten Abschnitt 20' zugewandte Stirnfläche der Rippe 22 nur unvollständig überlappt.

**[0041]** In einer Variante (nicht gezeigt) dieses Beispiels überlappen ein Kanal 26' des zweiten Abschnitts 20' und eine Rippe 22 des ersten Abschnitts 20 einander transversal vollständig. Das heißt, die dem zweiten Abschnitt 20' zugewandte Stirnfläche der Rippe 22 überlappt die Querschnittsfläche des Kanals 26' an seinem dem ersten Abschnitt 20 zugewandten Kanalanschluss oder Kanalende vollständig, und die Querschnittsfläche des Kanals 26' an seinem dem ersten Abschnitt 20 zugewandten Kanalanschluss oder Kanalende überlappt die dem zweiten Abschnitt 20' zugewandte Stirnfläche der Rippe 22 ebenfalls vollständig. Hierdurch lässt sich bei möglichst geringem Materialeinsatz für die Rippen eine gute Wärmeübertragung erreichen.

**[0042]** Ferner ist in dem Beispiel gemäß Figur 12 wenigstens eine der Rippen 22 des ersten Abschnitts 20 höher als jede der Rippen 22' des anschließenden zweiten Abschnitts 20'. Unter der Höhe einer Rippe ist ihre transversale Abmessung ausgehend von der Innenführung 32, das heißt, vom Rippenanschluss aus, zu verstehen. In anderen Worten erstreckt sich in diesem Beispiel wenigstens eine der Rippen 22 des ersten Abschnitts 20 in transversaler Richtung weiter in den Hohlraum 14 (vergleiche Figur 1) hinein als die Rippen 22' des anschließenden zweiten Abschnitts 20'. Im Fall einer konzentrischen Gestaltung des Wärmeabfuhrkörpers, wie zum Beispiel bei der Ausführungsform gemäß Figur 7, kann die Höhe einer Rippe als ihre radiale Abmessung definiert werden. Mit höheren Rippen lässt sich ein größerer Wärmefluss erzielen. Eine größere Höhe der Rippe auf dem ersten Abschnitt 20 kann insbesondere in dem Fall von Vorteil sein, in dem der erste Abschnitt stromaufwärts des zweiten Abschnitts liegt, zum Beispiel wie in Figur 1, da in diesem Fall das Gas auf dem ersten Abschnitt erwartungsgemäß heißer als auf dem zweiten Abschnitt ist. Beispielsweise kann der erste Abschnitt 20 wenigstens eine Rippe 22 aufweisen, die um mindestens 10 Prozent, mindestens 20 Prozent, mindestens 50 Prozent oder sogar mindestens 100 Prozent höher als jede Rippe 22' des zweiten Abschnitts 20' ist.

**[0043]** Die Rippen 22 beziehungsweise 22' eines jeden Abschnitts sind in dem Beispiel gemäß Figur 12 dicht gepackt. Zum Beispiel sind die Abstände benachbarter Rippen eines Abschnitts gering im Vergleich zu einer quer zur Längsrichtung gemessenen Mächtigkeit oder Dicke der Rippen. Alternativ oder zusätzlich ist an wenigstens einer oder sogar an jeder Stelle des ersten und/oder des zweiten Abschnitts die an der betreffenden Stelle definierte kombinierte Querschnittsfläche aller Rippen größer als die kombinierte Querschnittsfläche der zwischen den Rippen gebildeten Kanäle. Die kombinierte Querschnittsfläche der Rippen beziehungsweise Kanäle ist die Summe der Querschnittsflächen der einzelnen Rippen beziehungsweise Kanäle an der betreffenden Stelle, das heißt, in der betreffenden Transversalebene.

**[0044]** Die mit Bezug auf Figur 12 erläuterten Merkmale lassen sich analog auf jede der Ausführungsformen

gemäß den Figuren 1 bis 10 übertragen. Beispielsweise kann es im Fall einer konzentrischen Gestaltung gemäß Figur 7 für die Turbulenzerzeugung vorteilhaft sein, dass die Rippen 22 des ersten Abschnitts 20 einer größeren Höhe, das heißt eine größere radiale Abmessung haben als die Rippen 22' des zweiten Abschnitts 20'. In dem Fall ist der Abstand von der Rotationssymmetrieachse 16 bis zu einer Rippe 22 des ersten Abschnitts geringer als der Abstand von der Rotationssymmetrieachse 16' bis zu einer Rippe 22'.

**[0045]** In jeder der hier beschriebenen Ausführungsformen erstrecken sich die Rippen in transversaler Richtung innerhalb des Hohlraumes 14, 14', aber nicht notwendigerweise bis an eine gegenüberliegende Oberfläche des Hohlraums. In anderen Worten kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine oder sogar jede der Rippen 22 beziehungsweise 22' in transversaler Richtung in den Hohlraum 14, 14' hineinragt, ohne auf ein anderes festes Strukturelement zu treffen. Jede der Rippen weist somit nur eine zusammenhängende Oberfläche, nicht mehrere, auf, die von dem Fluid umströmbar ist. Die Rippen können deshalb auch als Flossen bezeichnet werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der gesamte Hohlraum 14, 14' ein zusammenhängender Raumbereich ist. Dies erlaubt die Herausbildung von relativ großräumigen Turbulenzmustern und einen guten Wärmetransport innerhalb des strömenden Fluids.

**[0046]** Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein. "Mehrere" bedeutet "wenigstens zwei". Für jedes mit Bezug auf eine einzelne Rippe 22 oder 22' erläuterte Merkmal gilt, dass es vorteilhaft sein kann, dass mehrere oder die Mehrzahl oder alle der Rippen 22 beziehungsweise 22' das betreffende Merkmal aufweisen. Außerdem gilt für jedes mit Bezug auf einen einzelnen Kanal 26 oder 26' erläuterte Merkmal, dass es vorteilhaft sein kann, dass mehrere oder die Mehrzahl oder alle der Kanäle 26 beziehungsweise 26' das betreffende Merkmal aufweisen.

#### Bezugszeichenliste

##### [0047]

12	erstes Segment
12'	zweites Segment
14	Hohlraum
14'	Hohlraum
16	Rotationssymmetrieachse
16'	Rotationssymmetrieachse
22	Rippe
22'	Rippe
20	erster Abschnitt
20'	zweiter Abschnitt
24	Segmentkörper
24'	Segmentkörper

26	Kanal
26'	Kanal
30	Achse
32	Innenführung
5 34	Endstück
36	Längsrichtung
38	Innenraum
40	Verbrennungsbereich
42	Mündung
10 44	Bodenfläche
46	Bodenbereich
48	Mantelfläche

#### 15 Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (10) mit einer Innenführung (32) zur Führung eines Fluids und mit einem Wärmeabfuhrkörper (12, 12') zum Abführen von Wärme des Fluids, wobei der Wärmeabfuhrkörper (12, 12') einen sich in einer Längsrichtung (36) erstreckenden Hohlraum (14, 14') aufweist, innerhalb dessen sich zumindest ein Endstück (34) der Innenführung (32) erstreckt, wobei das Endstück (34) eine Mündung (42) aufweist, die einer Bodenfläche (44) des Hohlraums (14, 14') zugewandt ist, zum Einleiten des Fluids in einen Bodenbereich (46) des Hohlraums (14, 14'), wobei zwischen einer äußeren Mantelfläche (48) der Innenführung (32) und einer inneren Mantelfläche (20, 20') des Wärmeabfuhrkörpers (12, 12') ein Strömungsraum zur Führung des Fluids weg von dem Bodenbereich (46) ausgebildet ist, wobei sich der Strömungsraum in der Längsrichtung (36) erstreckt, wobei die innere Mantelfläche (20, 20') des Wärmeabfuhrkörpers (12, 12') aufweist:

- einen ersten Abschnitt (20) mit wenigstens zwei Rippen (22), die relativ zueinander transversal versetzt sind; und
- einen sich an den ersten Abschnitt (20) anschließenden zweiten Abschnitt (20') mit wenigstens zwei Rippen (22'), die relativ zueinander transversal versetzt sind;

45 wobei wenigstens eine Rippe (22') des zweiten Abschnitts (20') relativ zu jeder Rippe (22) des ersten Abschnitts (20) transversal versetzt ist oder wobei wenigstens eine Rippe (22) des ersten Abschnitts (20) relativ zu jeder Rippe (22') des zweiten Abschnitts (20') transversal versetzt ist und wobei die Rippen (22) des ersten Abschnitts (20) und die Rippen (22') des zweiten Abschnitts (20') jeweils länglich sind,

50 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (22) des ersten Abschnitts (20) und die Rippen (22') des zweiten Abschnitts (20') sich jeweils in der Längsrichtung (36) erstrecken.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeabfuhrkörper (12, 12') aufweist:
- ein gegossenes oder stranggepresstes erstes Segment (12) mit dem ersten Abschnitt (20) und
  - ein gegossenes oder stranggepresstes zweites Segment (12') mit dem zweiten Abschnitt (20').
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Segment und das zweite Segment baugleich sind.
4. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich jede Rippe (22) des ersten Abschnitts (20) bis zu einem zwischen zwei benachbarten Rippen (22') des zweiten Abschnitts (20') verlaufenden Kanal (26') erstreckt.
5. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zwischen zwei benachbarten Rippen (22) des ersten Abschnitts (20) jeweils ein Kanal verläuft, der sich bis an eine Rippe (22') des zweiten Abschnitts (20') erstreckt.
6. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeabfuhrkörper (12, 12') oder zumindest die innere Mantelfläche (20, 20') des Wärmeabfuhrkörpers eine Rotationssymmetrieachse (16) aufweist.
7. Wärmeübertrager nach Anspruch 6, wobei der erste und der zweite Abschnitt (20, 20') jeweils N Rippen aufweisen und wobei die Position der i-ten Rippe des ersten Abschnitts (20) einen Azimutalwinkel von  $360^\circ/N \cdot i$  besitzt, wobei  $i=0, \dots, N-1$ , und wobei eine Konstante  $\alpha$  im Intervall  $(0; 1/2]$  existiert, so dass die Position der j-ten Rippe des zweiten Abschnitts (20') einen Azimutalwinkel von  $360^\circ/N \cdot (j+\alpha)$  besitzt, wobei  $j=0, \dots, N-1$ .
8. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich die Rippen (22) des ersten Abschnitts (20) und die Rippen (22') des zweiten Abschnitts (20') in der Längsrichtung jeweils über den gesamten betreffenden Abschnitt hinweg erstrecken.
9. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Rohr eine Brennkammer enthält oder mit einer Brennkammer kommuniziert.
10. Wärmeübertrager nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die innere Mantelfläche (20, 20') des Wärmeabfuhrkörpers (12, 12') außerdem aufweist:
- einen sich an den zweiten Abschnitt (20) anschließenden dritten Abschnitt (20'') mit wenigstens zwei transversal zueinander versetzten Rippen (22''), wobei wenigstens eine Rippe (22'') des dritten Abschnitts (20'') relativ zu jeder Rippe (22') des zweiten Abschnitts (20') transversal versetzt ist oder wobei wenigstens eine Rippe (22') des zweiten Abschnitts (20') relativ zu jeder Rippe (22'') des dritten Abschnitts (20'') transversal versetzt ist.
11. Verfahren zum Herstellen eines Wärmeübertragers (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, mit den folgenden Schritten:
- Herstellen eines ersten Segments (12), welches den ersten Abschnitt (20) aufweist;
  - Herstellen eines zweiten Segments (12'), welches den zweiten Abschnitt (20') aufweist; und
  - Zusammenfügen des ersten Segments (12) und des zweiten Segments (12').
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Herstellen des ersten und des zweiten Segments (12; 12') beinhaltet:
- Gießen des ersten und des zweiten Segments (12; 12').
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Gießen des ersten und zweiten Segments (12; 12') beinhaltet:
- Gießen des ersten oder zweiten Segments (12; 12') in einer Gussform, gefolgt von
  - Gießen des zweiten beziehungsweise ersten Segments (12'; 12) in derselben Gussform.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei das Zusammenfügen des ersten Segments (12) und des zweiten Segments (12') beinhaltet:
- Verschweißen des ersten Segments (12) und des zweiten Segments (12').

### Claims

1. A heat exchanger (10) having an internal conduct (32) for conducting a fluid, and having a heat dissipating body (12, 12') for dissipating heat of the fluid, wherein the heat dissipating body (12, 12') having a cavity (14, 14') extending in a longitudinal direction (36), at least one end piece (34) of the internal conduct (32) extending inside of the cavity (14, 14'), the end piece (34) having an orifice (42) facing a bottom surface (44) of the cavity (14, 14'), for feeding the fluid into a bottom area (46) of the cavity (14, 14'), wherein between an outer shell (48) of the internal

conduct (32) and an inner shell (20, 20') of the heat dissipating body (12, 12') a streaming space for conducting the fluid away from the bottom (46) is provided, the streaming space extending in the longitudinal direction (36) wherein the inner shell (20, 20')

- a first portion (20) having at least two ribs (22) transversally displaced in relation to each other; and
- adjacent to the first portion (20) a second portion (20') having at least two ribs (22') transversally displaced in relation to each other;

at least one rib (22') of the second portion (20') being transversally displaced in relation to each rib (22) of the first portion (20) or at least one rib (22) of the first portion (20) being transversally displaced in relation to each rib (22') of the second portion (20') and wherein the ribs (22) of the first portion (20) and the ribs (22') of the second portion (20') each are elongate,

**characterized in that** the ribs (22) of the first portion (20) and the ribs (22') of the second portion (20') each extend in the longitudinal direction (36).

2. The heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the heat dissipating body (12, 12') comprising:
  - a cast or extruded first segment (12) comprising the first portion (20), and
  - a cast or extruded second segment (12') comprising the second portion (20').
3. The heat exchanger according to claim 2, **characterized in that** the first segment and the second segment being identically constructed.
4. The heat exchanger according to any of the preceding claims, each rib (22) of the first portion (20) extending to a channel (26') located between two adjacent ribs (22') of the second portion (20').
5. The heat exchanger according to any of the preceding claims, a channel being located between any two adjacent ribs (22) of the first portion, the channel extending to one rib (22') of the second portion (20').
6. The heat exchanger according to any of the preceding claims, **characterized in that** the heat dissipating body (12, 12') or at least the inner shell (20, 20') of the heat dissipating body comprising a rotational symmetry axis (16).
7. The heat exchanger according to claim 6, wherein the first and the second portions (20, 20') each comprise N ribs, and wherein the position of the  $i^{\text{th}}$  rib of

the first portion (20) comprises an azimuthal angle of  $360^\circ/N \cdot i$ , wherein  $i=0, \dots, N-1$ , a constant  $\alpha$  existing in the interval  $[0; 1/2]$ , such that the position of each  $j^{\text{th}}$  rib of the second portion (20') having an azimuthal angle of  $360^\circ/N \cdot (j+\alpha)$ , wherein  $j=0, \dots, N-1$ .

8. The heat exchanger according to any of the preceding claims, wherein the ribs (22) of the first portion (20) and the ribs (22') of the second portion (20') are each extending in the longitudinal direction over the whole of the respective portion.
9. The heat exchanger according to any of the preceding claims, wherein the pipe comprises a combustion chamber or communicates with a combustion chamber.
10. The heat exchanger according to any of the preceding claims, the inner shell (20, 20') of the heat dissipating body (12, 12') further comprising:
  - a third portion (20''), adjacent to the second portion (20'), the third portion (20'') having at least two ribs (22'') transversally displaced in relation to each other, wherein at least one rib (22'') of the third portion (20'') is transversally displaced in relation to each rib (22') of the second portion (20'), or wherein at least one rib (22') of the second portion (20') is transversally displaced in relation to each rib (22'') of the third portion (20'').
11. A method of manufacturing a heat exchanger (10) according to any of the claims 1 to 10, the method comprising the steps of:
  - manufacturing a first segment (12) comprising the first portion (20);
  - manufacturing a second segment (12') comprising the second portion (20'); and
  - assembling the first segment (12) and the second segment (12').
12. The method according to claim 11, the manufacturing of the first and the second segments (12, 12') comprising:
  - casting the first and the second segments (12, 12').
13. The method according to claim 12, the casting of the first and the second segments (12, 12') comprising:
  - casting the first or the second segment (12, 12') in a mold, and then
  - casting the second or the first segment (12', 12) in the same mold.

14. The method according to any of claims 11 to 13, wherein the assembling of the first segment (12) and the second segment (12') comprises:

- welding the first segment (12) and the second segment (12') to each other.

### Revendications

1. Échangeur de chaleur (10) comprenant un guidage intérieur (32) pour guider un fluide et comprenant un corps de dissipation de la chaleur (12, 12') pour dissiper la chaleur du fluide, le corps de dissipation de la chaleur (12, 12') présentant une cavité (14, 14') s'étendant dans une direction longitudinale (36), à l'intérieur de laquelle s'étend au moins un embout (34) du guidage intérieur (32), l'embout (34) présentant une embouchure (42) qui est tournée vers une surface de fond (44) de la cavité (14, 14') pour introduire le fluide dans une région de fond (46) de la cavité (14, 14'), un espace d'écoulement pour le guidage du fluide à l'écart de la région de fond (46) étant réalisé entre une surface d'enveloppe extérieure (48) du guidage intérieur (32) et une surface d'enveloppe intérieure (20, 20') du corps de dissipation de la chaleur (12, 12'), l'espace d'écoulement s'étendant dans la direction longitudinale (36), la surface d'enveloppe intérieure (20, 20') du corps de dissipation de la chaleur (12, 12') présentant :

- une première partie (20) avec au moins deux ailettes (22) qui sont décalées transversalement l'une par rapport à l'autre ; et  
- une deuxième partie (20') se raccordant à la première partie (20) avec au moins deux ailettes (22') qui sont décalées transversalement l'une par rapport à l'autre ;

au moins une ailette (22') de la deuxième partie (20') étant décalée transversalement par rapport à chaque ailette (22) de la première partie (20) ou au moins une ailette (22) de la première partie (20) étant décalée transversalement par rapport à chaque ailette (22') de la deuxième partie (20') et les ailettes (22) de la première partie (20) et les ailettes (22') de la deuxième partie (20') étant à chaque fois allongées, **caractérisé en ce que** les ailettes (22) de la première partie (20) et les ailettes (22') de la deuxième partie (20') s'étendent à chaque fois dans la direction longitudinale (36).

2. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le corps de dissipation de la chaleur (12, 12') présente :

- un premier segment (12) coulé ou extrudé avec la première partie (20) et

- un deuxième segment (12') coulé ou extrudé avec la deuxième partie (20').

3. Échangeur de chaleur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le premier segment et le deuxième segment ont la même construction.
4. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque ailette (22) de la première partie (20) s'étend jusqu'à un canal (26') s'étendant entre deux ailettes adjacentes (22') de la deuxième partie (20').
5. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel à chaque fois un canal s'étend entre deux ailettes adjacentes (22) de la première partie (20), lequel s'étend jusqu'à une ailette (22') de la deuxième partie (20').
6. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps de dissipation de la chaleur (12, 12') ou au moins la surface d'enveloppe intérieure (20, 20') du corps de dissipation de la chaleur présente un axe de symétrie de révolution (16).
7. Échangeur de chaleur selon la revendication 6, dans lequel la première et la deuxième partie (20, 20') présentent chacune N ailettes et dans lequel la position de la ième ailette de la première partie (20) possède un angle azimutal de  $360^\circ/N \cdot i$ , avec  $i=0, \dots, N-1$ , et dans lequel il est donné une constante  $\alpha$  dans un intervalle  $[0; 1/2]$ , de telle sorte que la position de la jème ailette de la deuxième partie (20') possède un angle azimutal de  $360^\circ/N \cdot (j+\alpha)$ , avec  $j=0, \dots, N-1$ .
8. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les ailettes (22) de la première partie (20) et les ailettes (22') de la deuxième partie (20') s'étendent dans la direction longitudinale à chaque fois au-delà de toute la partie concernée.
9. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le tube contient une chambre de combustion ou communique avec une chambre de combustion.
10. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la surface d'enveloppe intérieure (20, 20') du corps de dissipation de la chaleur (12, 12') présente en outre :
- une troisième partie (20'') se raccordant à la deuxième partie (20), avec au moins deux ailettes (22'') décalées transversalement l'une par rapport à l'autre, au moins une ailette (22'') de

la troisième partie (20") étant décalée transversalement par rapport à chaque ailette (22') de la deuxième partie (20') ou au moins une ailette (22') de la deuxième partie (20') étant décalée transversalement par rapport à chaque ailette (22") de la troisième partie (20'). 5

- 11.** Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant les étapes suivantes : 10

- fabrication d'un premier segment (12) qui présente la première partie (20) ;
- fabrication d'un deuxième segment (12') qui présente la deuxième partie (20') ; et 15
- assemblage du premier segment (12) et du deuxième segment (12').

- 12.** Procédé selon la revendication 11, dans lequel la fabrication du premier et du deuxième segment (12 ; 12') comprend : 20

- le moulage du premier et du deuxième segment (12 ; 12'). 25

- 13.** Procédé selon la revendication 12, dans lequel le moulage du premier et du deuxième segment (12 ; 12') comprend :

- le moulage du premier ou du deuxième segment (12 ; 12') dans un moule de coulée, suivi 30
- du moulage du deuxième ou du premier segment (12' ; 12) dans le même moule de coulée.

- 14.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel l'assemblage du premier segment (12) et du deuxième segment (12') comprend : 35

- le soudage du premier segment (12) et du deuxième segment (12'). 40

45

50

55

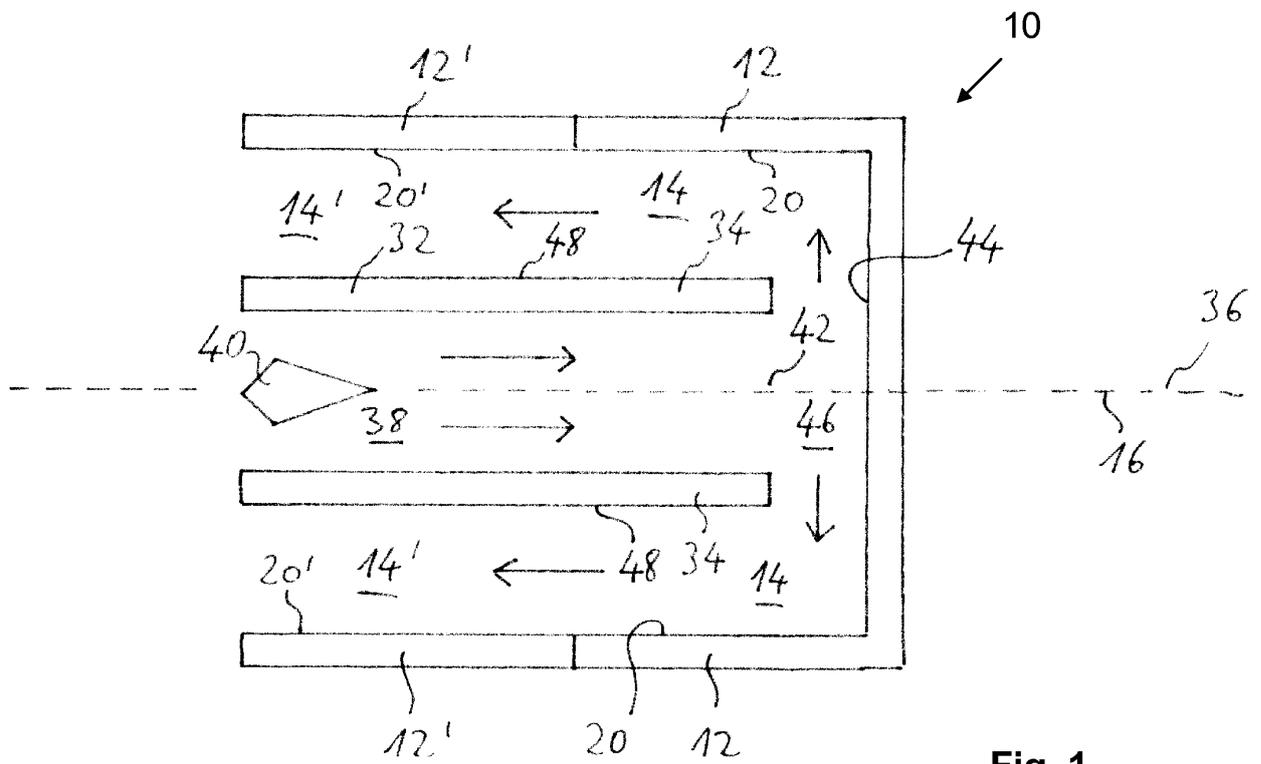


Fig. 1

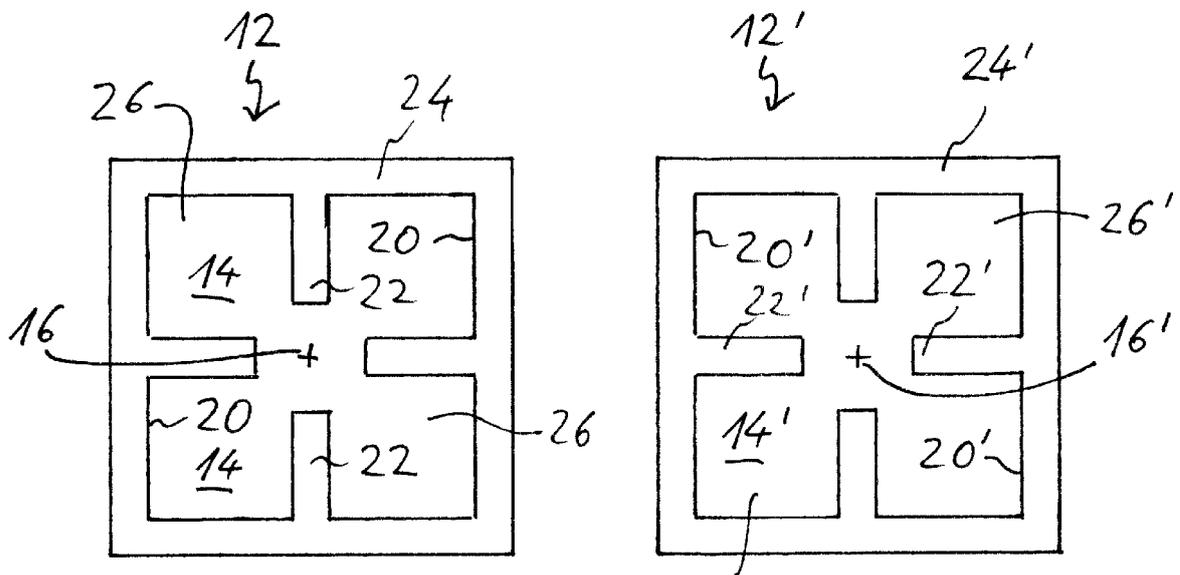


Fig. 2

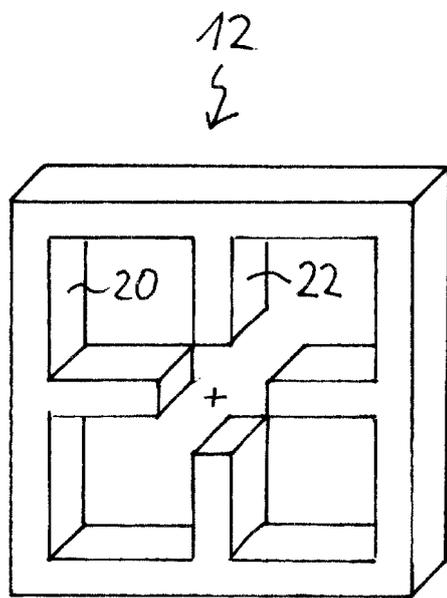


Fig. 3

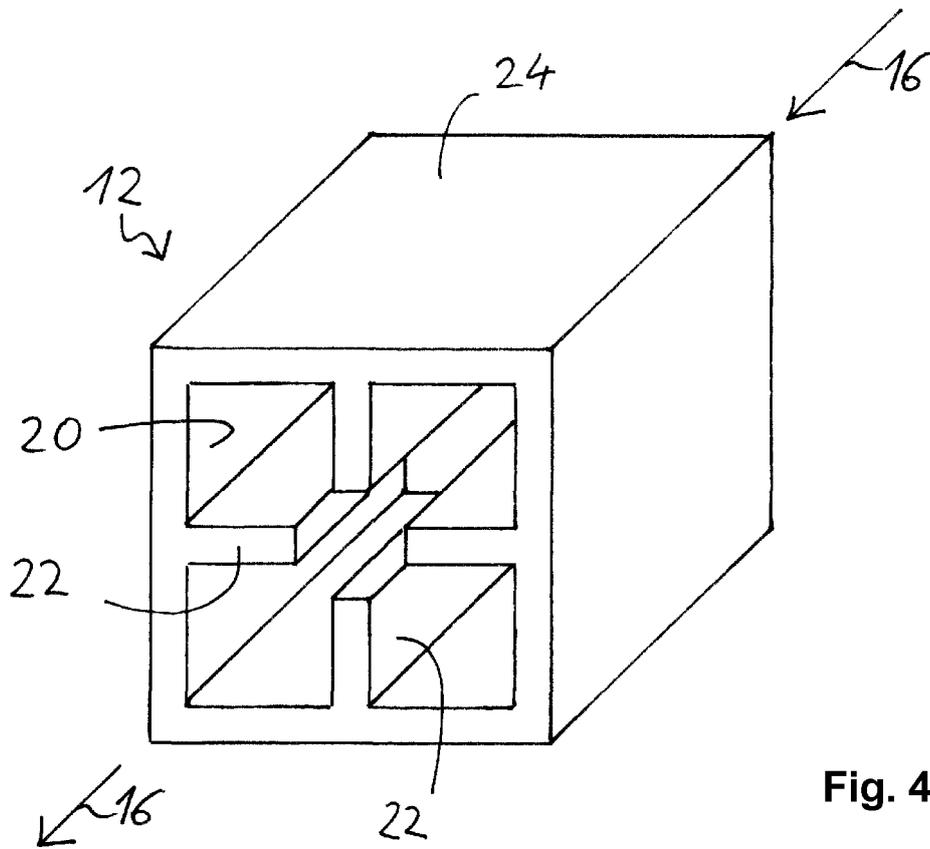


Fig. 4

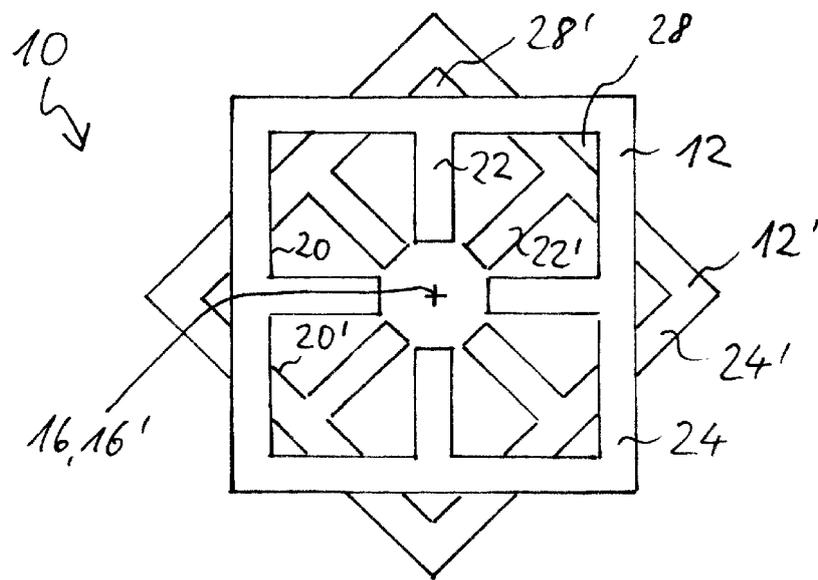


Fig. 5

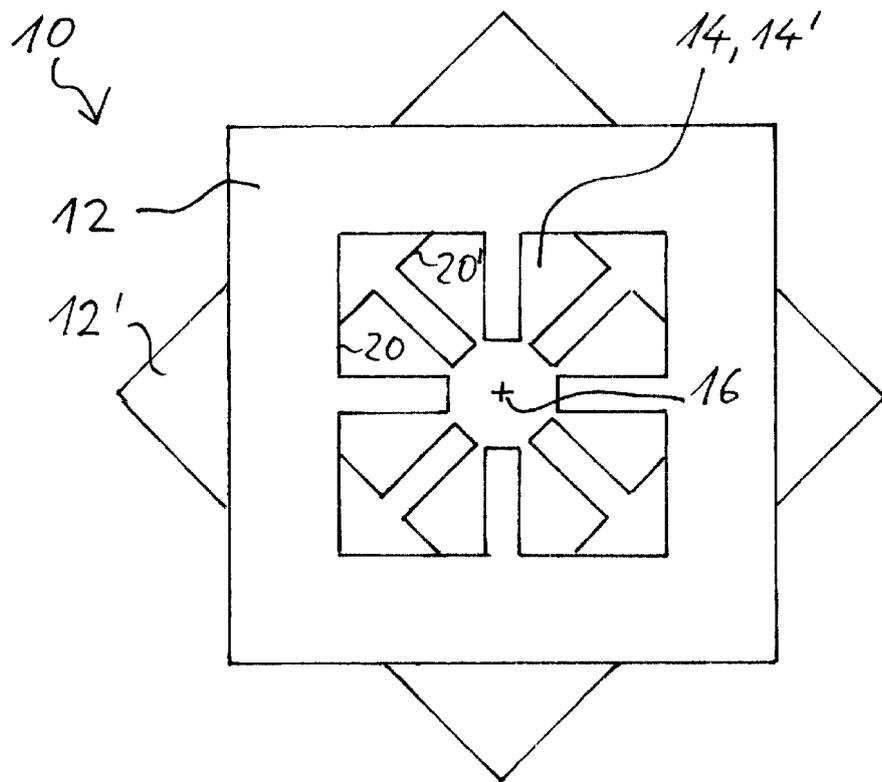


Fig. 6

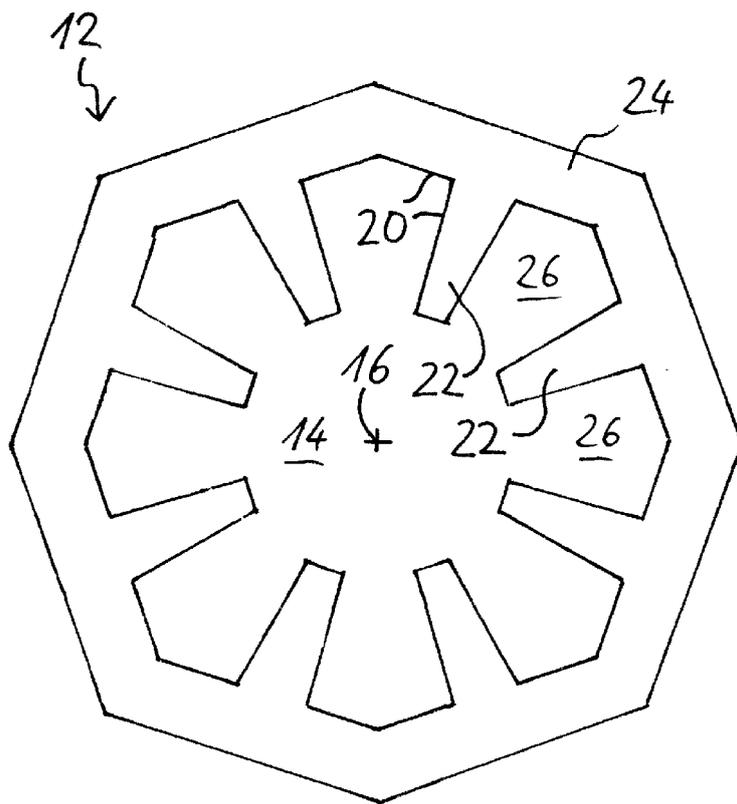


Fig. 7

Fig. 8

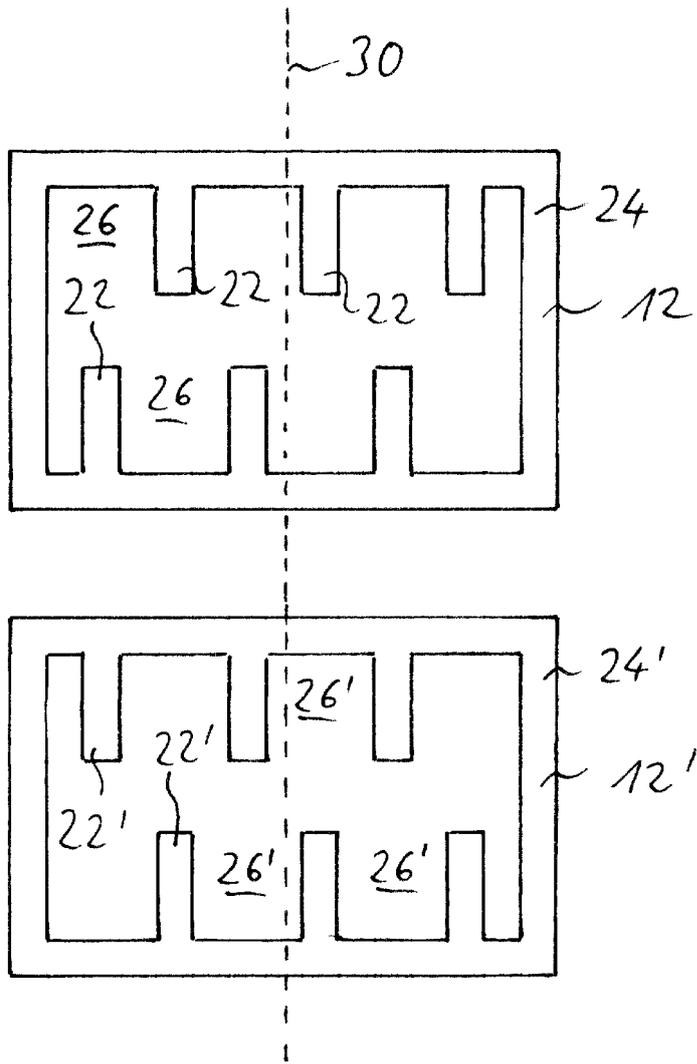
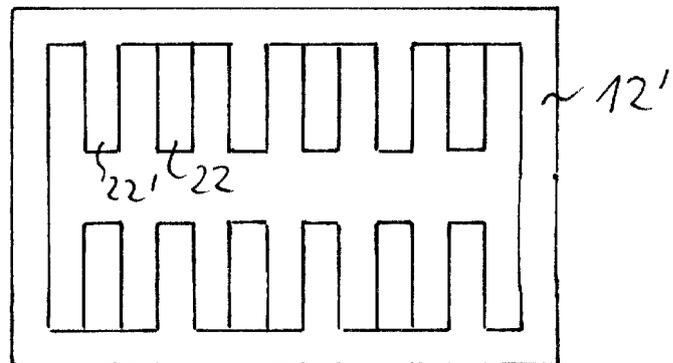


Fig. 9



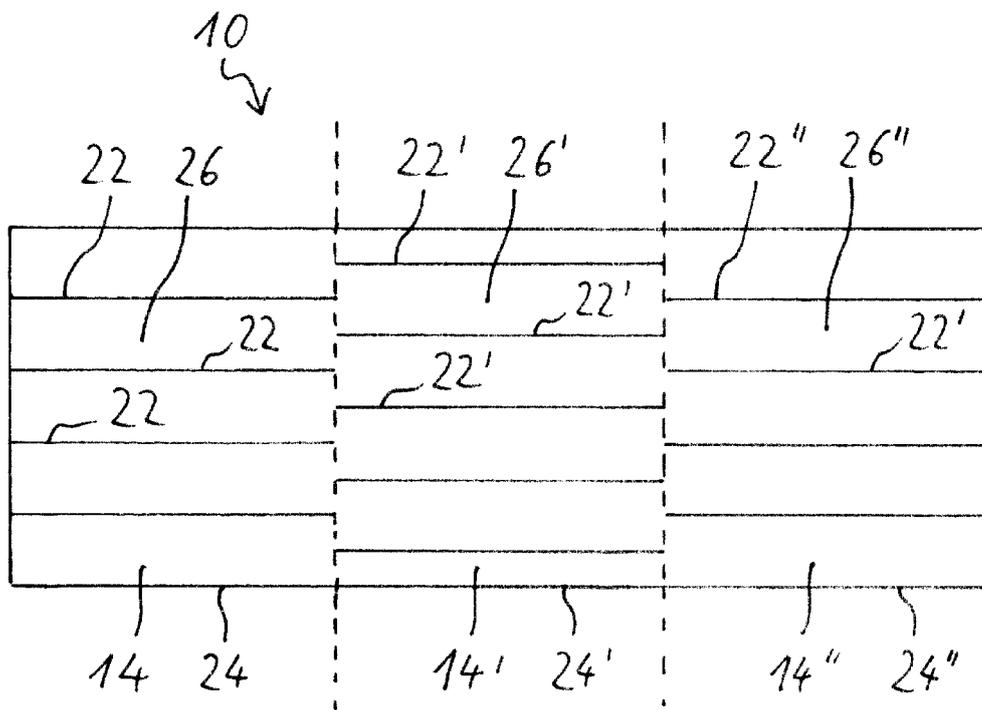
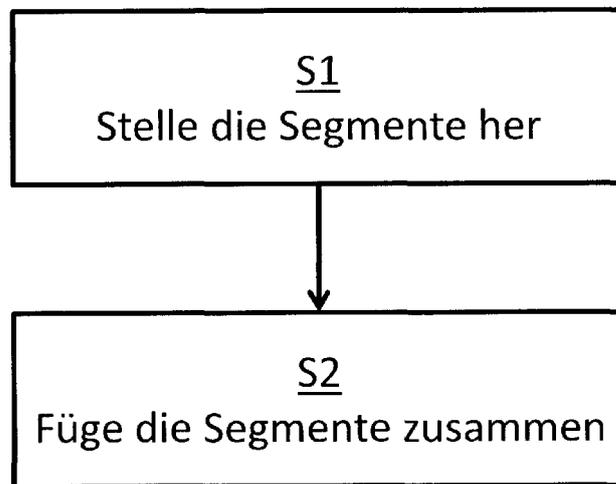
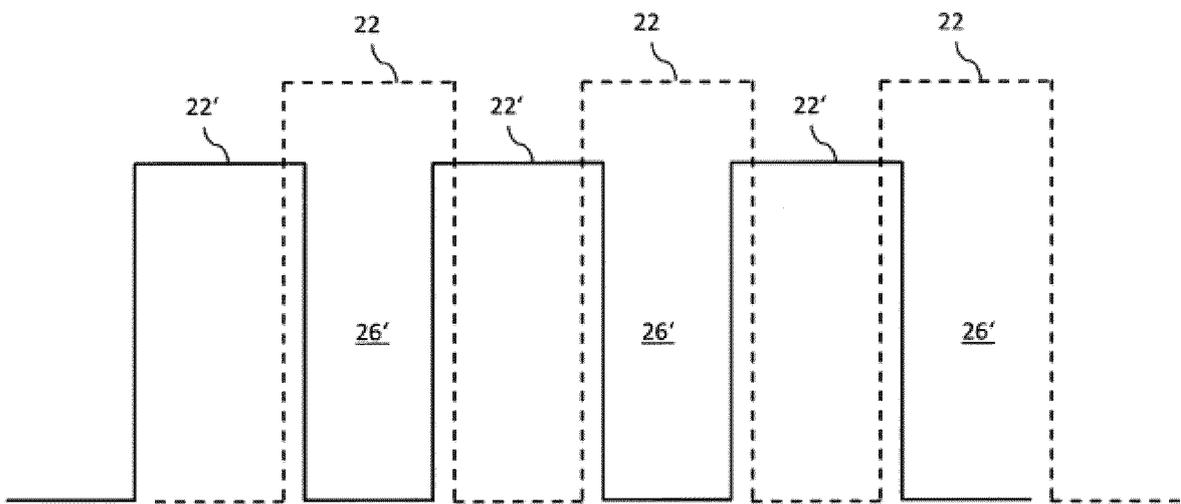


Fig. 10



**Fig. 11**



**Fig. 12**

**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**

- FR 575978 A [0002]