

(19)



(11)

EP 2 868 907 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.07.2020 Patentblatt 2020/28

(51) Int Cl.:
F02G 1/055 ^(2006.01) **F28F 1/32** ^(2006.01)
B21D 53/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14191338.4**

(22) Anmeldetag: **31.10.2014**

(54) Wärmetauscher für eine thermodynamische Maschine

Heat exchanger for a thermodynamic machine

Échangeur de chaleur pour une machine thermodynamique

(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: **31.10.2013 AT 507172013**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.05.2015 Patentblatt 2015/19

(73) Patentinhaber: **Frauscher Holding Gesellschaft
m.b.H.
4774 St. Marienkirchen (AT)**

(72) Erfinder: **Frauscher, Josef
4780 Schärding (AT)**

(74) Vertreter: **Jell, Friedrich
Bismarckstrasse 9
4020 Linz (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 098 156 WO-A2-2011/071247
DE-A1- 3 844 554 JP-A- H0 560 482
JP-A- H0 953 892 JP-A- S61 226 547
JP-A- S62 166 294 US-A- 2 540 339
US-A- 5 467 816**

EP 2 868 907 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 Wärmetauscher für eine thermodynamische Maschine mit einer Anström- und Abströmseite für ein Verbrennungsgas, mit zwischen der Anström- und Abströmseite angeordneten Leitungen zur Führung des im indirekten Wärmeaustausch mit dem Verbrennungsgas stehenden Arbeitsgases der thermodynamischen Maschine und mit mindestens einer mit zumindest einer Leitung thermisch verbundenen Wärmeleitrippe, die mindestens einer Leitung von der Anströmseite aus gesehen rückseitig absteht.

[0002] Um die Oberfläche eines mit einem Verbrennungsgas beaufschlagten Wärmetauschers einer thermodynamischen Maschine zu vergrößern und damit deren Wirkungsgrad zu erhöhen, ist aus dem Stand der Technik eine Stirlingmaschine bekannt (EP1988352A2), bei der die arbeitgasführenden Leitungen des Wärmetauschers mit Wärmeleitrippen versehen sind. Hierfür wird jede Leitung auf ihrer von der Anströmseite des Wärmetauschers aus gesehenen Vorderseite mit der Wärmeleitrippe umfasst, die dann der Rückseite der Leitung absteht. Nachteilig führen derartig ausgebildete Wärmeleitrippen zu einem hohen konstruktiven Aufwand am Wärmetauscher, was sich unter anderem nachteilig hinsichtlich der Herstellungskosten erweist.

[0003] Ein Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der DE3844554A1 bekannt.

[0004] Die Erfindung hat sich daher ausgehend vom eingangs geschilderten Stand der Technik die Aufgabe gestellt, einen Wärmetauscher für eine thermodynamische Maschine in seiner Konstruktion zu vereinfachen, dabei aber dennoch einen hohen Wirkungsgrad sicherzustellen.

[0005] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0006] Verläuft mindestens eine mit mehreren Leitungen thermisch verbundene Wärmeleitrippe rückseitig dieser Leitungen, kann der Herstellungsaufwand des Wärmetauschers deutlich vermindert und zugleich dessen Wirkungsgrad verbessert werden, weil durch eine Wärmeleitrippe die Oberfläche von mehreren Leitungen gleichzeitig erhöht wird. Weisen zudem die Wärmeleitrippen Laschen auf, die zur Vorderseite der Leitungen vorragen und einen Formschluss mit mindestens einer der Leitungen ausbilden, kann nicht nur auf konstruktiv einfache Weise eine standfeste Befestigung der Wärmeleitrippen an den Leitungen ermöglicht, sondern auch die Wärmeübertragung des in den Wärmetauscher einströmenden Verbrennungsgases auf das Arbeitsgas verbessert werden. Die Laschen können nämlich im Bereich der Anströmseite zur Erhöhung der Oberfläche der Leitung beitragen, was für einen besseren Wärmeentzug des direkt in den Wärmetauscher einströmenden Verbrennungsgases sorgen kann. Trotz konstruktiver Einfachheit am Wärmetauscher kann somit erfindungsgemäß eine hohe Standfestigkeit kombiniert mit einem hohen Wirkungsgrad erreicht werden.

[0007] Der Wirkungsgrad des Wärmetauschers kann noch weiter erhöht werden, indem die Leitungen an ihrer Vorderseite zumindest bereichsweise frei von Laschen sind. Durch diese vordere Freistellung der Leitungen behindern die Wärmeleitrippen nämlich nicht die direkte Beaufschlagung der Leitungen mit Verbrennungsgas, was den Wärmeaustausch mit dem in den Leitungen geführten Arbeitsgas erhöhen bzw. beschleunigen kann. Zudem kann durch diese Freistellung die Strahlungswärme eines Brenners direkt auf die Leitungen treffen, was den Wärmeeintrag noch weiter erhöht. Die indirekte Wärmeübertragung des Wärmetauschers kann damit verbessert werden.

[0008] Weist der Wärmetauscher zwischen den Leitungen Durchströmöffnungen für das von der Anström- zur Abströmseite hin strömende Verbrennungsgas auf, kann ohne Umlenkverluste eine hohe Oberfläche am Wärmetauscher ermöglicht werden. Der Wirkungsgrad des Wärmetauschers kann sich damit weiter erhöhen.

[0009] Die Konstruktionsverhältnisse können noch weiter vereinfacht werden, wenn die Wärmeleitrippen flach ausgeformt sind und die Laschen ausbilden. Insbesondere die Fertigung der Wärmeleitrippen aus einem Blech kann zu einem kostengünstigen Wärmetauscher führen.

[0010] Greift mindestens eine Lasche zwischen den Leitungen ein, kann die Befestigung der Wärmeleitrippen an den Leitungen verbessert werden. Zudem können damit die Leitungen in ihrem Verlauf gegenüber unerwünschten Wärmedehnungen stabilisiert und so die Abmessungen des Wärmetauschers in engen Toleranzen gehalten werden. Ein standfester Wärmetauscher kann damit geschaffen werden.

[0011] Ein fester Halt der Wärmeleitrippe an den Leitungen kann geschaffen werden, wenn mindestens zwei Laschen zwischen der Wärmeleitrippe und einer Leitung einen Formschluss ausbilden.

[0012] Die Konstruktionsverhältnisse können weiter vereinfacht werden, wenn mindestens eine Lasche in gebogener Form an eine jeweilige Leitung anschließt. Die Herstellung entsprechender Biegungen kann beispielsweise mithilfe eines von der Anströmseite hier wirkenden Werkzeugs erfolgen, um damit den Formschluss zwischen Wärmeleitrippe und Leitung auszubilden. Außerdem kann durch diese vorspannende Biegung sichergestellt werden, dass die Wärmeleitrippe an der Leitung angezogen bleibt - womit eine Unterbrechung des Anschlusses zur wärmeleitenden Verbindung von Wärmeleitrippe und Leitung verhindert wird.

[0013] Dadurch dass erfindungsgemäß mindestens eine Lasche von einer zur Rippenebene geneigten Montagelage in eine mit der Rippenebene plane Befestigungslage verdrehbar ausgebildet ist, kann auf konstruktiv einfache Weise ein standfester Formschluss zwischen der Wärmeleitrippe und der Leitung geschaffen werden.

[0014] Bildet mindestens eine Lasche eine Biegefeder einer offenen Schnappverbindung mit einer Leitung aus,

kann der Zusammenbau des Wärmetauschers erheblich erleichtert werden. Die Wärmeleitrippen können auf diese Weise nämlich durch einfaches Aufdrücken auf die Leitungen an diesen befestigt und gegebenenfalls in weiterer Folge verlötet werden.

[0015] Die Oberfläche des Wärmetauschers kann noch weiter erhöht werden, indem zwischen den Wärmeleitrippen mindestens ein Zwischenblech vorgesehen ist, das an den Wärmeleitrippen befestigt an die jeweiligen Leitungen anschließt. Auf diese Weise kann der Wärmetauscher auch hinsichtlich seines Wirkungsgrads verbessert werden.

[0016] Sind die Zwischenbleche in aufeinander liegenden, zueinander auf Lücke angeordneten Reihen vorgesehen, kann für eine weitere Erhöhung der Oberfläche und damit des Wirkungsgrads des Wärmetauschers gesorgt werden.

[0017] Weist die Anströmseite eine konkave Fläche auf, kann die Oberfläche des Wärmetauschers erhöht werden. Solch eine konkave Fläche kann beispielsweise zylindrisch oder halbzyklindrisch ausgebildet sein, was insbesondere einen kompakten Wärmetauscher schaffen kann. Die Leitungen können beispielsweise in symmetrischer Anordnung nebeneinander um die Anströmseite ein oder mehrreihig angeordnet sein, um Wärme vom einströmenden Verbrennungsgas verbessert abzuführen. Zudem kann auf diese Weise eine relativ hohe mechanische und/oder thermische Stabilität am Wärmetauscher erreicht werden.

[0018] Im Allgemeinen wird erwähnt, dass selbstverständlich die Wärmeleitrippen mit den Leitungen zum Formschluss auch stoffschlüssig verbunden sein können, beispielsweise durch ein Lötverfahren.

[0019] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher kann bevorzugt bei einer thermodynamischen Maschine Verwendung finden. Dieser Wärmetauscher kann nämlich besonders Wärmeenergie dem Verbrennungsgas der thermodynamischen Maschine bzw. dem der thermodynamischen Maschine zugeführten Verbrennungsgas entziehen.

[0020] In den Figuren ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise anhand mehrerer Ausführungsvarianten näher dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 einen an eine thermodynamische Maschine angeschlossenen Wärmetauscher in aufgerissener Seitenansicht,
 Fig. 1a eine vergrößerte Teilansicht der Fig. 1,
 Fig. 2 eine Schnittansicht nach II-II der Fig. 1,
 Fig. 2a eine vergrößerte Teilansicht der Fig. 2,
 Fig. 3a eine Seitenansicht auf eine Wärmeleitrippe des Wärmetauschers nach Fig. 1,
 Fig. 3b eine Innenansicht zur Fig. 3a mit Zwischenblechen,

Fig. 4a und 4b alternative Ausführungen der Wärmeleitrippen des Wärmetauschers der Fig. 1 in einer Seitenansicht,
 Fig. 5a und 5b eine Detailansicht auf Zwischenbleche des Wärmetauschers,
 Fig. 6 einen weiteren Wärmetauscher in mittig geschnittener Seitenansicht und
 Fig. 7 eine teilweise aufgerissene Draufsicht des nach Fig. 6 dargestellten Wärmetauschers.

[0021] Die nach der Figur 1 beispielsweise dargestellte thermodynamische Maschine 1, zum Beispiel eine als "Alpha Maschine" ausgeführte Sterlingmaschine, zeigt einen Wärmetauscher 2 nach einem ersten Ausführungsbeispiel. Der Wärmetauscher 2 ist mittels Anschlussleitungen 3, 4 an den Expansionszylinder 5 bzw. an ein Regeneratorgehäuse 6 angeschlossen und führt diesen das Arbeitsgas 7 der thermodynamischen Maschine 1. Der Weg des Arbeitsgases 7 der thermodynamischen Maschine 1 führt aus dem Regeneratorgehäuse 6 über die Anschlussleitung 3 in die Leitungen 10 und in weiterer Folge über die Anschlussleitung 4 in den Expansionszylinder 5 - und wieder zurück. Wie in den Figuren 1 und 2 ersichtlich, münden in die Anschlussleitungen 3, 4, die auch als Sammelleitungen bezeichnet werden können, halbkreisförmig gebogene rohrförmige Leitungen 10 spiegelgleich ein, wodurch der gesamte Wärmetauscher 2 eine kreiszylindrische Form annimmt. Der Wärmetauscher 2 weist eine Anströmseite 8 auf, an der die Leitungen 10 angeordnet sind. Das einströmende Verbrennungsgas 11 des nicht näher dargestellten Brenners 13 trifft auf diese Anströmseite 8 des Wärmetauschers 2, tritt durch diesen hindurch und verlässt den Wärmetauscher 2 auf seiner Abströmseite 9, wobei hier das Verbrennungsgas 11 im indirekten Wärmeaustausch mit dem Arbeitsgas 7 der Leitungen 10 der thermodynamischen Maschine 1 steht. Die Oberflächen der Leitungen 10 bzw. des Wärmetauschers 2 werden mithilfe von Wärmeleitrippen 15 vergrößert. Diese Wärmeleitrippen 15 sind mit mehreren Leitungen 10 verbunden und an mindestens einer Leitung 10 befestigt. Zudem stehen die Wärmeleitrippen 15 diesen Leitungen 10 von der Anströmseite 8 aus gesehen rückseitig bzw. von deren Rückseite 18 ab (vgl. auch Fig. 2).

[0022] Wie der Fig. 1 und insbesondere der Fig. 1a entnommen werden kann, weisen die Wärmeleitrippen 15 jeweils Laschen 15a und 15b auf. Diese Laschen 15a und 15b stehen der Vorderseite 16 der Leitungen 10 vor, welche Vorderseite 16 zur Anströmseite 8 gerichtet ist. Die Laschen 15a und 15b bilden einen Formschluss 27 zwischen den Leitungen 10 und der Wärmeleitrippe 15, um diese an den Leitungen 10 zu befestigen.

[0023] Wie in der Fig. 3a zu erkennen, reicht bereits ein Formschluss 27, gebildet von der ersten und der letzten Lasche 15a und 15b der Wärmeleitrippe 15 aus, diese ausreichend an den Leitungen 10 zu befestigen. Alternativ oder zusätzlich kann ein Formschluss 27 auch

durch die Laschen 15a und 15b ausgebildet werden. Der Formschluss 27 kann zwischen den Leitungen 10 oder zwischen einer Leitung 10 entstehen, wie dies nach Fig. 3a mittig zu erkennen ist.

[0024] Entsprechend der Fig. 2a führt solch eine Befestigung zu einer Steigerung des Wirkungsgrads des Wärmetauschers 2, da die Leitungen 10 zumindest teilweise auf der Vorderseite 16 zur Anströmseite 8 frei stehen und damit dem direkt einströmenden Verbrennungsgas 11 in höchstem Maße Wärmeenergie entnehmen können.

[0025] Das Verbrennungsgas 11 kann von der Anströmseite 8 zudem zwischen den von den Leitungen 10 und den Wärmeleitrippen 15 gebildeten Durchströmöffnungen 19 zur Abströmseite 9 des Wärmetauschers 2 hingelangen und wird so durch die erhöhte Wärmeaustauschfläche der Wärmeleitrippen 15 erheblich abgekühlt. Im Allgemeinen wird erwähnt, dass -wie in den Figuren 1 und 1a zu erkennen- mehrere Wärmeleitrippen 15 auf Abstand nebeneinander angeordnet sind, um damit die Durchströmöffnungen 19 zu bilden.

[0026] Im oberen Teil der Darstellung nach Fig. 3a ist ersichtlich, wie die Wärmeleitrippe 15 mit ihren Laschen 15a, 15b über die Leitungen 10 geschoben ist. Infolge der speziellen Formgebung der Wärmeleitrippe 15 schmiegen sich die Leitungen 10 eng an dafür vorgesehene Ausnehmungen der Wärmeleitrippe 15 an, um einen guten Wärmeübergang zu erzielen. Eine vergleichsweise große Freistellung der Leitungen 10 auf deren Vorderseite 16 ist so zu erzielen.

[0027] Im unteren Teil der Darstellung nach Fig. 3a ist zu erkennen, wie die Wärmeleitrippe 15 an jeder Leitung 10 befestigt ist. Dazu dienen die zwischen den Leitungen 10 eingreifenden und gebogenen Laschen 15a, 15b der Wärmeleitrippe 15, die beispielsweise mit einem Werkzeug an die Leitungen 6 herangebogen werden. Diese Art der Fixierung weist nicht nur eine hohe mechanische Festigkeit auf, sie garantiert vor allem einen formschlüssigen Kontakt und damit einen maximalen Wärmeeintrag von der Wärmeleitrippe 15 in die Leitungen 10.

[0028] Die aus einem Blech gefertigten flachen Wärmeleitrippen 15 formen bzw. bilden die Laschen 15a und 15b aus, die zudem auch dazu geeignet sein können, eine Biegefeder für eine offene Schnappverbindung 21 mit den beiden äußeren Leitungen 10 auszubilden.

[0029] Nach Fig. 3b sind beispielsweise Zwischenbleche 22 zwischen den Wärmeleitrippen 15 befestigt und schließen an die jeweiligen Leitungen 10 zur Wärmeübertragung an. Dies erhöht die Oberfläche und damit den Wirkungsgrad des Wärmetauschers 2. Die Zwischenbleche 22 sind profiliert, um damit eine Durchströmöffnung 19 zwischen den Wärmeleitrippen 15 zu ermöglichen.

[0030] Die in den Figuren 5a und 5b weiter dargestellten zur Fig. 3b alternativen Zwischenbleche 22 sind zwischen den Leitungen 10 in Reihen mit Lücken 23 angeordnet - wobei diese aufeinander liegenden Reihen auf Lücke angeordnet sind, um trotz großer Oberfläche eine Durchströmöffnung 19 zu ermöglichen. Es ist aber auch

vorstellbar die Zwischenbleche 22 nach Fig. 3b genauso -wie vorstehend erwähnt- anzuordnen.

[0031] Nach den Figuren 4a bis 4b sind Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Gestaltung und Fixierung der Leitung 10 mit einer Wärmeleitrippe 15 dargestellt.

[0032] Nach Fig. 4a ist an der Wärmeleitrippe 15 nur eine Lasche 15c zwischen zwei benachbarten Leitungen 10 vorgesehen. Die Fixierung der Wärmeleitrippe 15 an den Leitungen 10 erfolgt in der Art, dass die einzelnen Laschen 15c um ihre Längsachse ca. 45 Grad verdreht werden und damit diese von einer zur Rippenebene 24 geneigten Montagelage 25 in eine mit der Rippenebene 24 parallelen Befestigungslage 26 zu bewegen. Damit sorgt die Diagonale des Querschnittes der Lasche 15b für eine standfeste Arretierung der Wärmeleitrippe 15 an den Leitungen 10.

[0033] Der nach den Figuren 6 und 7 dargestellte Wärmetauscher 12 weist zum Unterschied zum nach Fig. 1 dargestellten Wärmetauscher 2 eine halbzyklrische Anströmseite 8 auf. Die Leitungen 10 münden in je einen Sammler 14, 17 am Expansionszylinder 5 bzw. am Regeneratorgehäuse 6. Auch hier sind die Wärmeleitrippen 15 mit mehreren Leitungen 10 thermisch verbunden und verlaufen rückseitig der Leitungen 10. Deren Laschen 15a, 15b, 15c ragen zur Vorderseite 16 der Leitungen 10 vor und bilden auch einen Formschluss 27 mit den Leitungen 10 aus, wie dies derart nach den Figuren 1a, 3a, 3b, 4a, 4c, etc. zu erkennen ist. Wärmeisolationmaterial 20 sorgt dafür, dass das Verbrennungsgas 12 nicht außen am Wärmetauscher 12 vorbeiströmen kann.

[0034] Im Allgemeinen wird erwähnt, dass beim Wärmetauscher 2 und 12 die Leitungen einreihig vorgesehen sind, die Leitungen 10 können auch mehrreihig angeordnet sein, was nicht näher dargestellt worden ist.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher für eine thermodynamische Maschine (1) mit einer Anström- und Abströmseite (8, 9) für ein Verbrennungsgas (11), mit zwischen der Anström- und Abströmseite (8, 9) angeordneten Leitungen (10) zur Führung des im indirekten Wärmeaustausch mit dem Verbrennungsgas (11) stehenden Arbeitsgases (7) der thermodynamischen Maschine (1) und mit mindestens einer mit zumindest einer Leitung (10) thermisch verbundenen Wärmeleitrippe (15), die mindestens einer Leitung (10) von der Anströmseite (8) aus gesehen rückseitig absteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine mit mehreren Leitungen (10) thermisch verbundene Wärmeleitrippe (15) rückseitig dieser Leitungen (10) verläuft und Laschen (15a, 15b, 15c) aufweist, die zur Vorderseite (16) der Leitungen (10) vorragen und einen Formschluss (27) mit mindestens einer der Leitungen (10) ausbilden, die Wärmeleitrippe (15) an der Leitung (10) zu befestigen, wo-

bei mindestens eine Lasche (15c) von einer zur Rippenebene (24) geneigten Montagelage (25) in eine mit der Rippenebene (25) plane Befestigungslage (26) verdrehbar ausgebildet ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungen (10) an ihrer Vorderseite (16) zumindest bereichsweise frei von Laschen (15a, 15b, 15c) sind.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (2) zwischen den Leitungen (10) Durchströmöffnungen (19) für das von der Anström- zur Abströmseite (8, 9) hin strömende Verbrennungsgas (11) aufweist.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitrippen (15) flach ausgeformt, insbesondere blechförmig, sind und die Laschen (15a, 15b, 15c) ausbilden.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Lasche (15a, 15b, 15c) zwischen den Leitungen (10) eingreift.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Laschen (15a, 15b) zwischen der Wärmeleitrippe (15) und einer Leitung (10) einen Formschluss ausbilden.
7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Lasche (15a, 15b) in gebogener Form an eine jeweilige Leitung (10) anschließt.
8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Lasche (15a, 15b) eine Biegefeder einer offenen Schnappverbindung (21) mit einer Leitung (10) ausbildet.
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Wärmeleitrippen (15) mindestens ein Zwischenblech (22) vorgesehen ist, das an den Wärmeleitrippen (15) befestigt an die jeweiligen Leitungen (10) anschließt.
10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenbleche (22) in aufeinander liegenden, zueinander auf Lücke angeordneten Reihen vorgesehen sind.
11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anströmseite (8) eine konkave, insbesondere kreiszylindrische oder halbzylindrische, Fläche aufweist.

12. Thermodynamische Maschine (1) mit einem Wärmetauscher (2, 12) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

5

Claims

1. Heat exchanger for a thermodynamic machine (1) having an inflow and outflow side (8, 9) for a combustion gas (11), having lines (10) arranged between the inflow and outflow side (8, 9) for conducting the working gas (7) of the thermodynamic machine (1) which is in indirect heat exchange with the combustion gas (11), and having at least one heat-conducting rib (15) which is thermally connected to at least one line (10) and which projects from the rear side of at least one line (10) as seen from the inflow side (8), **characterized in that in that** at least one heat-conducting rib (15) thermally bonded to a plurality of lines (10) extends on the rear side of these lines (10) and has tabs (15a, 15b, 15c) which project towards the front side (16) of the lines (10) and form a positive connection (27) with at least one of the lines (10), wherein at least one tab (15c) is designed to be rotatable from a mounting position (25) inclined to the rib plane (24) into a fastening position (26) which is planar with the rib plane (25).
2. Heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the lines (10) are free of tabs (15a, 15b, 15c) at least in some areas on their front side (16).
3. Heat exchanger according to claim 1 or 2, **characterized in that** the heat exchanger (2) has, between the lines (10), through-flow openings (19) for the combustion gas (11) flowing from the inflow side to the outflow side (8, 9).
4. Heat exchanger according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the heat-conducting ribs (15) are formed flat, more particularly in sheet metal form, and form the tabs (15a, 15b, 15c).
5. Heat exchanger according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** at least one tab (15a, 15b, 15c) engages between the lines (10).
6. Heat exchanger according to claim 5, **characterized in that** at least two tabs (15a, 15b) form a positive connection between the heat-conducting rib (15) and a line (10).
7. Heat exchanger according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** at least one tab (15a, 15b) adjoins a respective line (10) in bent form.
8. Heat exchanger according to one of claims 1 to 7,

characterized in that at least one tab (15a, 15b) forms a bending spring of an open snap-in connection (21) with a line (10).

9. Heat exchanger according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** at least one intermediate plate (22) is provided between the heat-conducting ribs (15), which plate (22) is attached to the heat-conducting ribs (15) and adjoins the respective lines (10).
10. Heat exchanger according to claim 9, **characterized in that** the intermediate plates (22) are provided in rows lying one on top of the other and arranged in a staggered manner.
11. Heat exchanger according to one of claims 1 to 10, **characterized in that** the inflow side (8) has a concave, more particularly circular-cylindrical or semi-cylindrical, surface.
12. Thermodynamic machine (1) having a heat exchanger (2, 12) according to one of claims 1 to 11.

Revendications

1. Échangeur de chaleur pour une machine thermodynamique (1) avec un côté entrée et un côté sortie (8, 9) pour un gaz de combustion (11), avec des conduites (10) disposées entre le côté entrée et le côté sortie (8, 9) pour guider le gaz de travail (7) de la machine thermodynamique (1), lequel est en échange thermique indirect avec le gaz de combustion (11), et avec au moins une ailette thermoconductrice (15) qui est reliée thermiquement à au moins une conduite (10) et qui fait saillie du côté arrière d'au moins une conduite (10), vue du côté entrée (8), **caractérisé en ce que** qu'au moins une ailette thermoconductrice (15) reliée thermiquement à plusieurs conduites (10) s'étend du côté arrière de ces conduites (10) et présente des pattes (15a, 15b, 15c) qui dépassent du côté avant (16) des conduites (10) et forment une liaison par forme (27) avec au moins une des conduites (10) pour fixer l'ailette thermoconductrice (15) à la conduite (10), au moins une patte (15c) étant conçue pour pouvoir tourner d'une position de montage (25) inclinée par rapport au plan de l'ailette (24) dans une position de fixation (26) plane avec le plan de l'ailette (25).
2. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les conduites (10) sont exemptes de pattes (15a, 15b, 15c) au moins dans certaines zones sur leur côté avant (16).
3. Échangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur (2)

présente, entre les conduites (10), des ouvertures de passage (19) pour le gaz de combustion (11) s'écoulant du côté entrée (8) vers le côté sortie (9).

4. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les ailettes thermoconductrices (15) sont formées à plat, en particulier en forme de plaque, et forment les pattes (15a, 15b, 15c).
5. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**au moins une patte (15a, 15b, 15c) s'engage entre les conduites (10).
6. Échangeur de chaleur selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**au moins deux pattes (15a, 15b) forment une liaison par forme entre l'ailette thermoconductrice (15) et une conduite (10).
7. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**au moins une patte (15a, 15b) se raccorde à une conduite respective (10) sous une forme incurvée.
8. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**au moins une patte (15a, 15b) forme un ressort de flexion d'une liaison à encliquetage ouverte (21) avec une conduite (10).
9. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**il est prévu entre les ailettes thermoconductrices (15) au moins une plaque intermédiaire (22) qui est fixée aux ailettes thermoconductrices (15) et qui se raccorde aux conduites respectives (10).
10. Échangeur de chaleur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les plaques intermédiaires (22) sont prévues en rangées superposées disposées en quinconce.
11. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le côté entrée (8) présente une surface concave, en particulier cylindrique circulaire ou semi-cylindrique.
12. Machine thermodynamique (1) dotée d'un échangeur de chaleur (2, 12) selon l'une des revendications 1 à 11.

FIG. 1

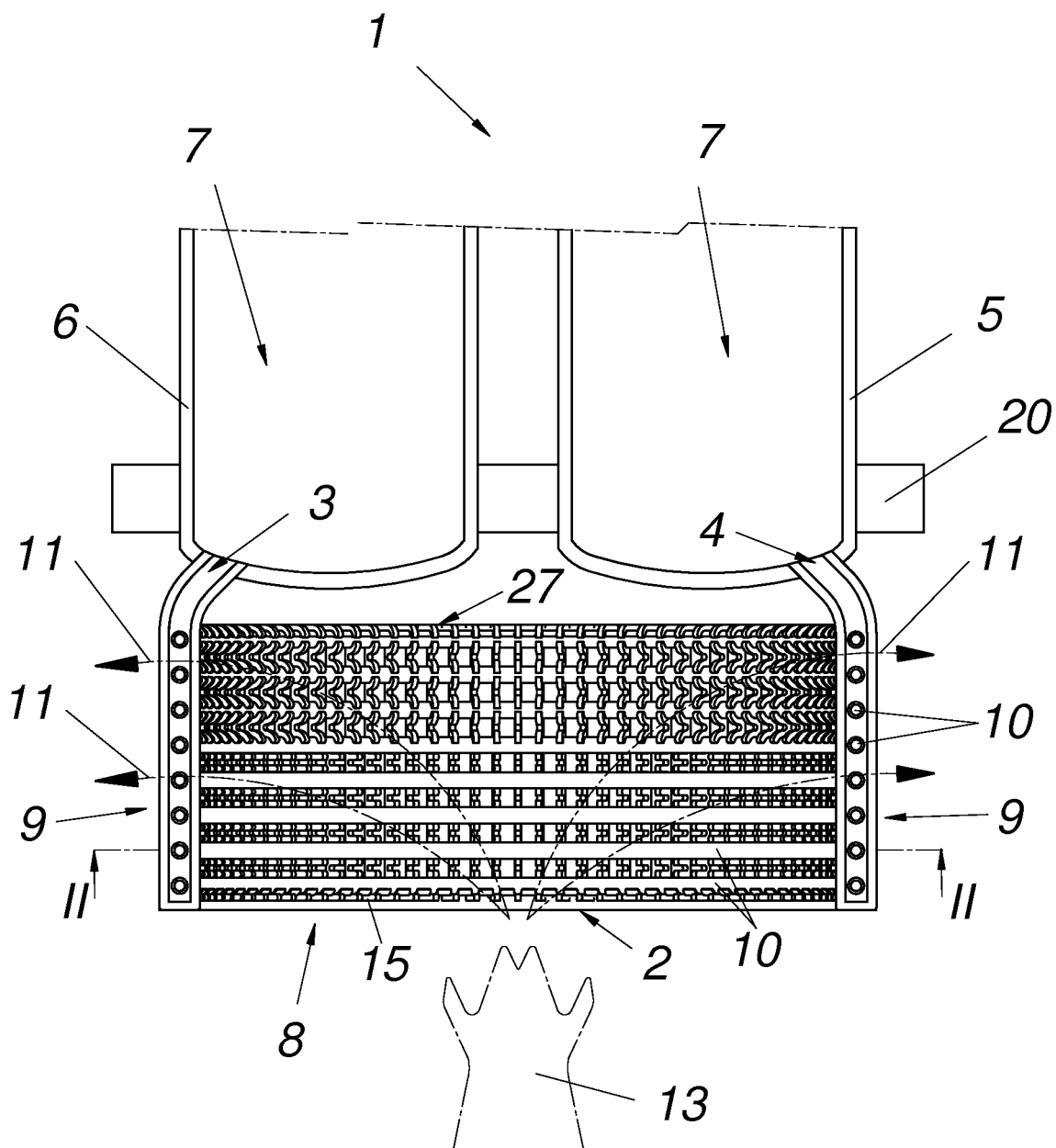


FIG.2

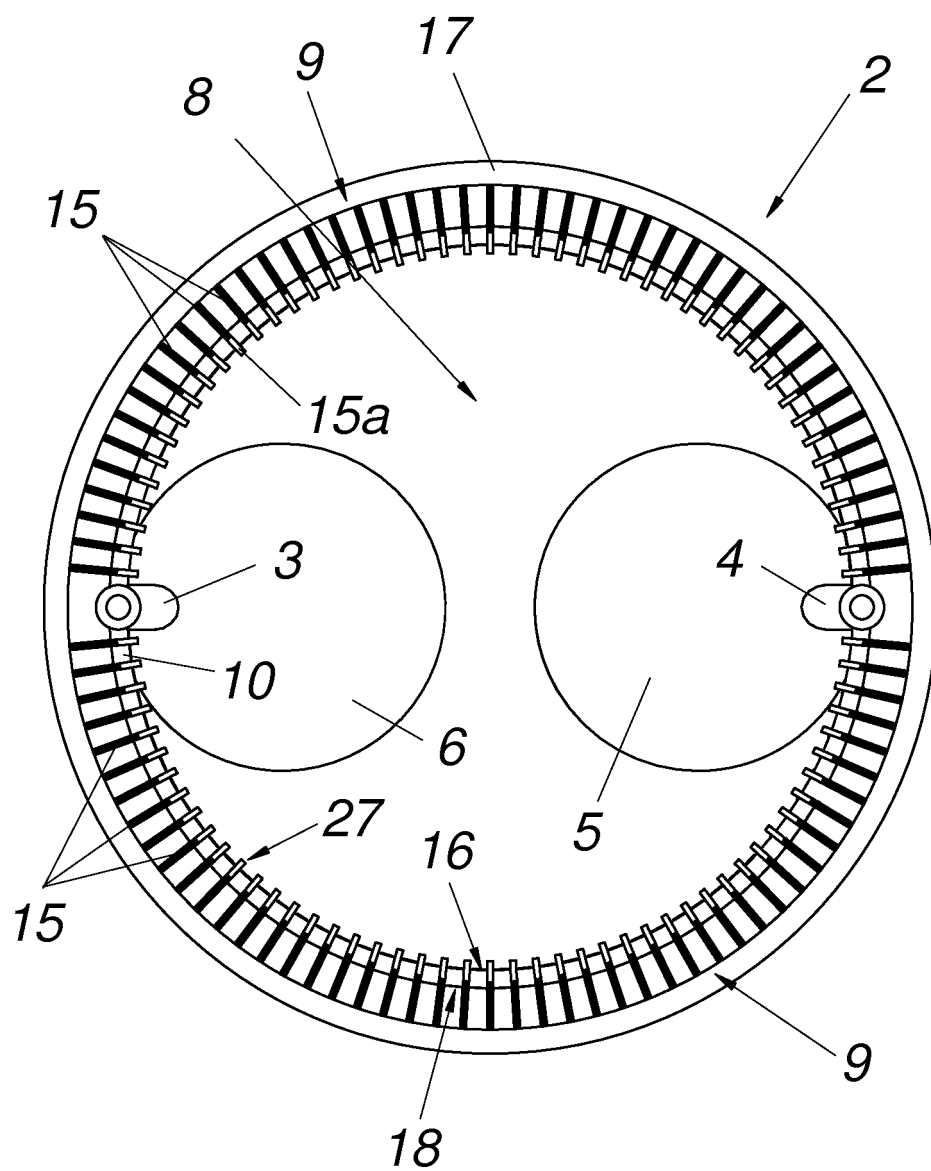


FIG.1a

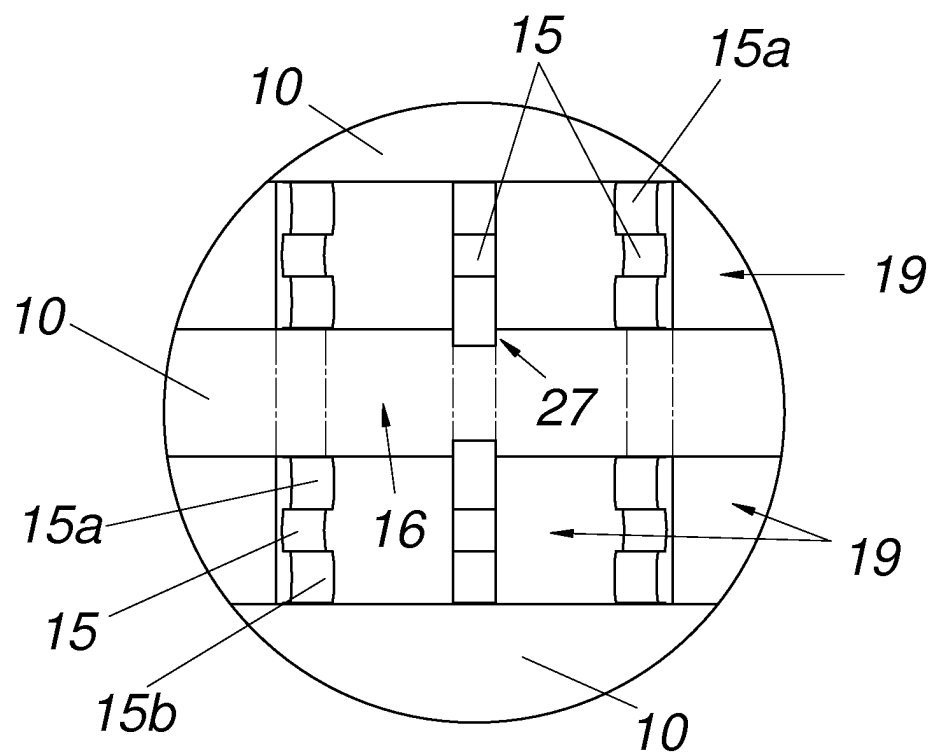


FIG.2a

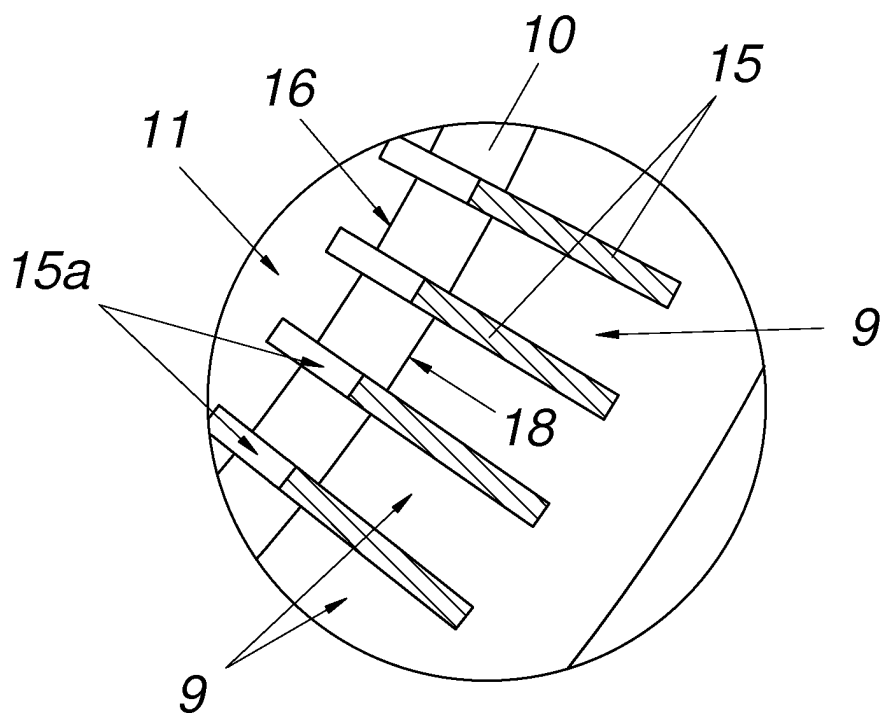


FIG.3a

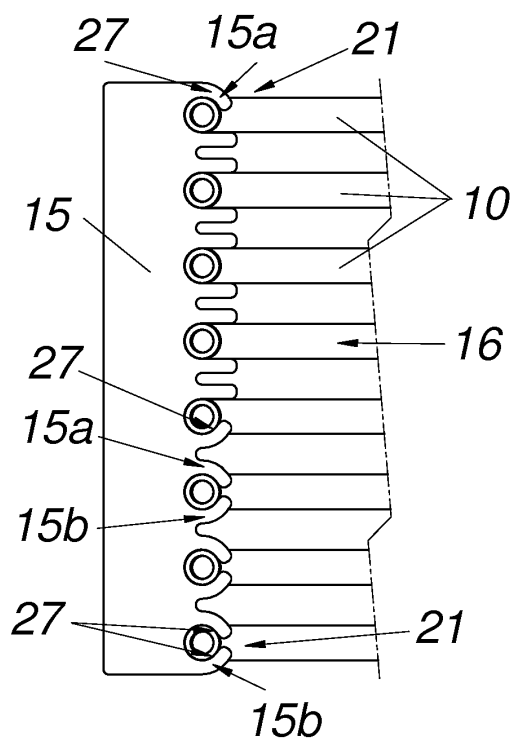


FIG.3b

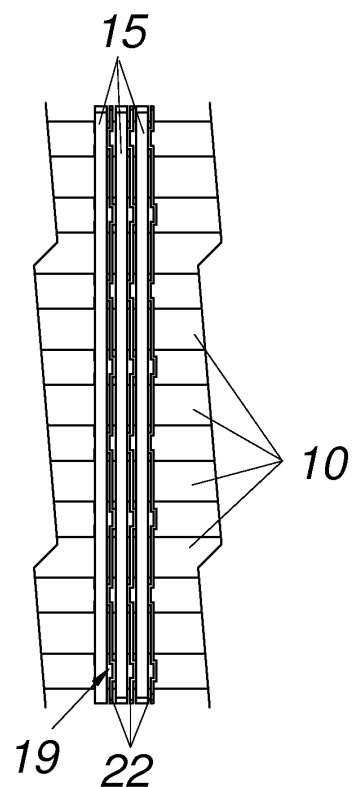


FIG.4a

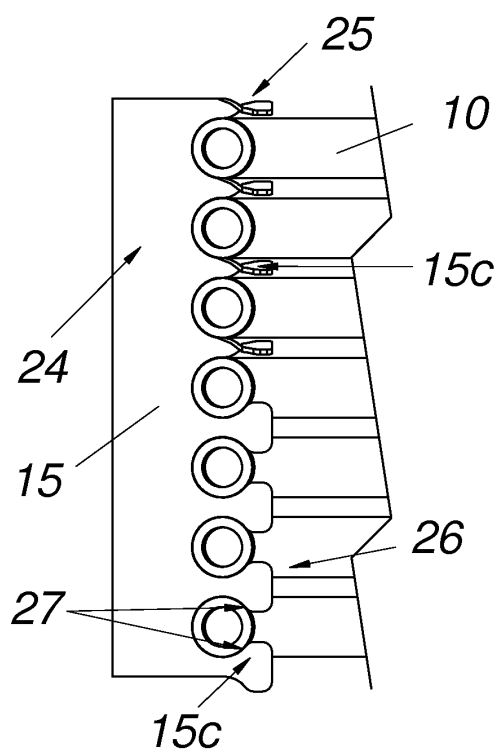


FIG.4b

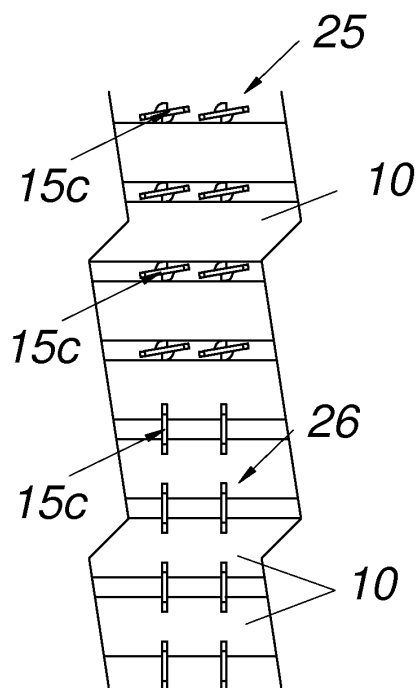


FIG.5a

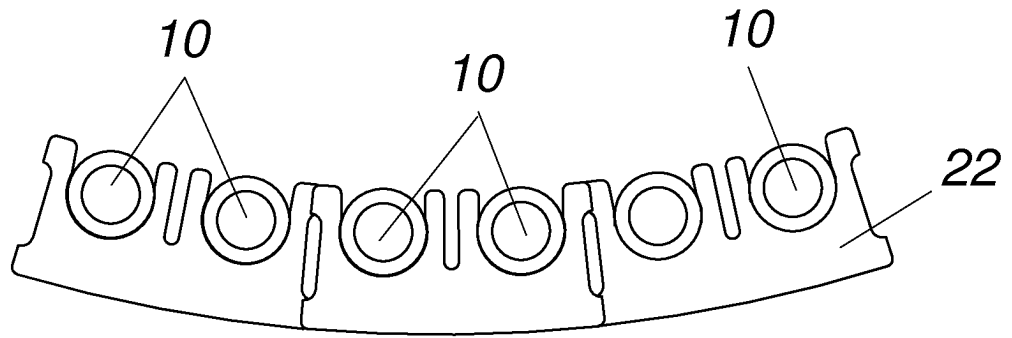


FIG.5b

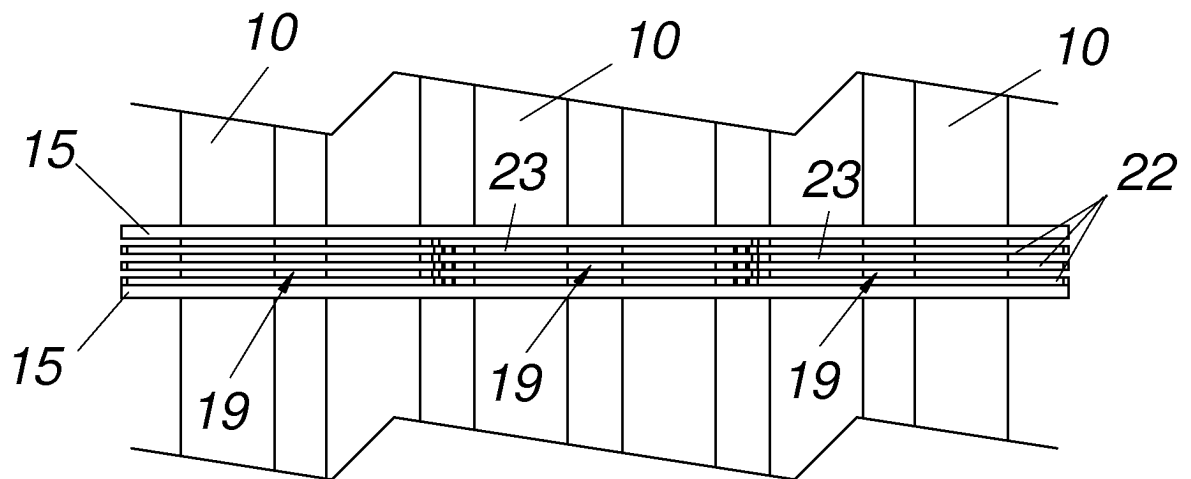


FIG.6

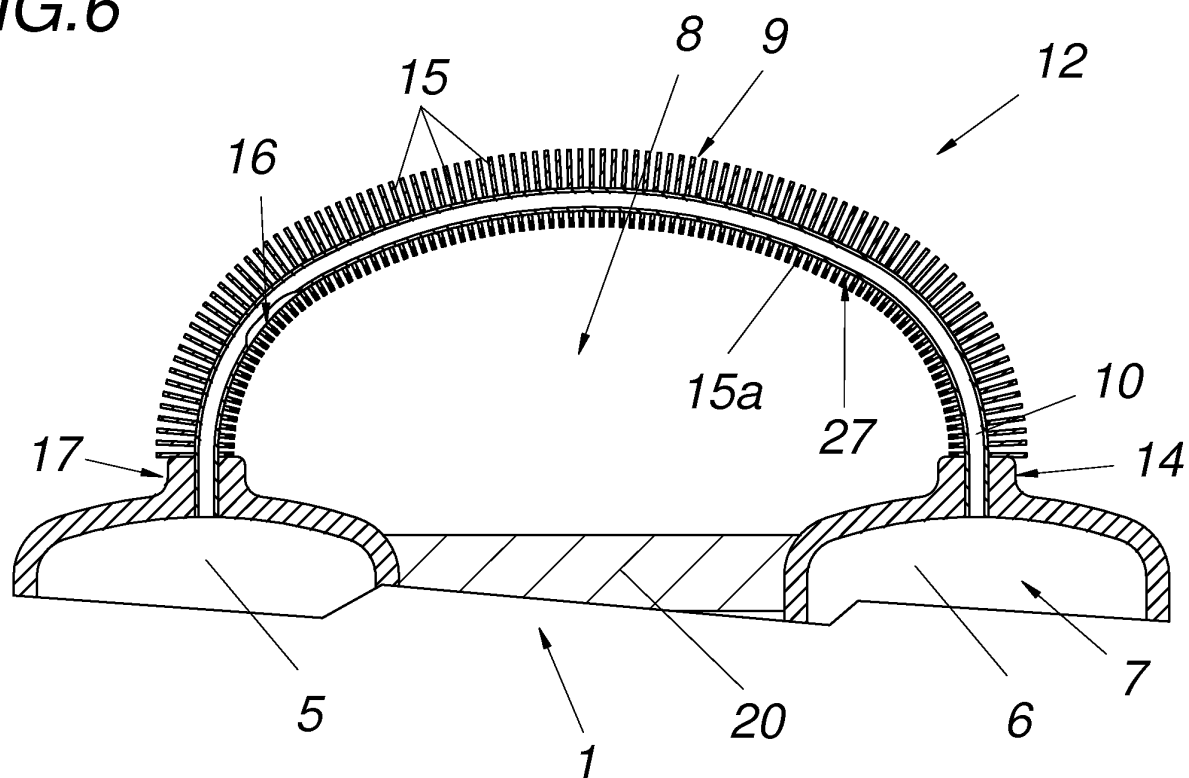
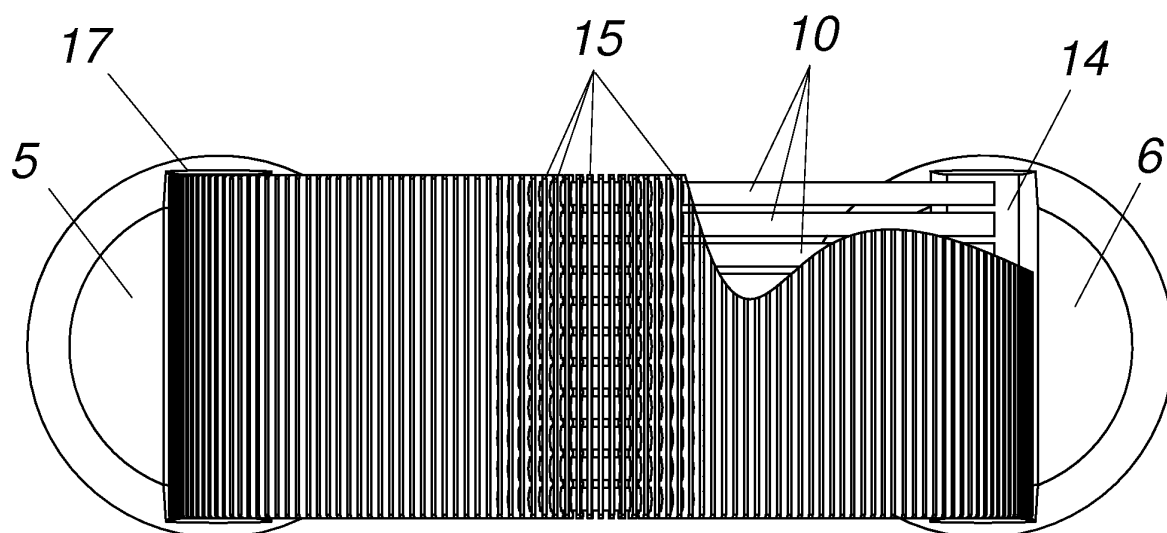


FIG. 7



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

- EP 1988352 A2 [0002]
- DE 3844554 A1 [0003]