

(19)



(11)

EP 2 085 732 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.04.2014 Patentblatt 2014/15

(51) Int Cl.:
F28D 7/16 ^(2006.01) **F28F 21/00** ^(2006.01)
F28F 21/06 ^(2006.01) **F28F 9/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08151043.0**

(22) Anmeldetag: **04.02.2008**

(54) Glaswärmetauscher mit Kunststoffrohrboden

Glass heat exchanger with plastic tube plate

Echangeur thermique en verre avec plaque tubulaire en plastique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(73) Patentinhaber: **ATEC GmbH & Co. KG**
21629 Neu Wulmstorf (DE)

(72) Erfinder:
 • **Kandler, Andreas**
21502 Geesthacht (DE)
 • **Hoffmann, Raphael**
22607 Hamburg (DE)
 • **Kipper, Stephan**
33607 Bielefeld (DE)

- **Mansfeld, Frank**
33659 Bielefeld (DE)
- **Sinzenich, Andreas**
32052 Herford (DE)

(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB
Johannes-Brahms-Platz 1
20355 Hamburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-93/04333 **CH-A5- 625 041**
DE-A1- 2 440 535 **DE-A1- 3 132 078**
DE-U1- 8 323 129 **FR-A- 2 356 494**
US-A- 2 196 683 **US-A- 5 522 454**

EP 2 085 732 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, umfassend eine Vielzahl von, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zueinander angeordneten, von einem Fluid durchströmbaren Glasrohren, einen ersten Rohrboden mit Öffnungen, in welche die Glasrohre mit einem ersten Ende eingebracht sind, einen zweiten Rohrboden mit Öffnungen, in welche die Glasrohre mit einem zweiten Ende eingebracht sind, wobei zumindest einer der beiden Rohrböden, vorzugsweise beide Rohrböden, zumindest teilweise aus Kunststoff ausgebildet ist bzw. sind.

[0002] Weiterhin betrifft die Erfindung eine Wärmetauscherbaureihe, umfassend zwei oder mehrere Wärmetauscher mit unterschiedlichen Leistungsklassen.

[0003] Wärmetauscher der eingangs genannten Art werden für zahlreiche Prozesse in verschiedenen technischen Einsatzgebieten verwendet. Eine typische Verwendung ist der Einsatz als Nachschaltwärmetauscher für Heizkessel, wo sie zum Erwärmen einer Flüssigkeit unter Herunterkühlen und ggf. Kondensieren von Abgasen eines Brenners eines Heizkessels eingesetzt werden. Dabei werden die Glasrohre meist von einem fluiden Medium, insbesondere Wasser, durchströmt und die Abgase umströmen die von dem Medium durchströmten Glasrohre. Das Abgas des Heizkessels kann dabei so weit abgekühlt werden, dass die Wasserdampfanteile des Abgases, die bei der Verbrennung kohlenwasserstoffhaltiger Brennstoffe im Brenner entstehen, kondensieren. Durch Nutzung der so entstehenden Kondensationswärme tritt eine signifikante Verbesserung des verbrennungstechnischen Wirkungsgrads ein.

[0004] Wärmetauscher der eingangs genannten Art werden häufig auch als Rohrbündelwärmetauscher bezeichnet, da bei ihnen häufig eine Vielzahl von Rohren, die üblicherweise parallel ausgerichtet sind und dadurch ein Rohrbündel bilden, eingesetzt werden.

[0005] Aus DE 26 10 817 A1, DE 77 24 169 U1, EP 0 135 188 B1 und US 4,513,814 sind Wärmetauscher mit Glasrohren bekannt, deren Rohrböden aus Metall ausgebildet sind. Dies hat zwar aus fertigungstechnischer und auch bezüglich der Festigkeit der mechanisch und thermisch hochbeanspruchten Rohrböden einige Vorteile, allerdings rufen Rohrböden aus Metall eine Korrosionsproblematik hervor, die durch das Zusammenwirken von Hitze, korrosiv aggressiven Bestandteilen des Abgases und deren Kondensate ein frühzeitiges technisches Versagen der Wärmetauscher nach sich ziehen.

[0006] Um diesem abzuwehren sind aus EP0135188B1 und US 4,513,814 Glasrohr-Wärmetauscher bekannt, bei dem diejenigen Teile, die nicht aus Glas gefertigt werden können, aus korrosionsfestem metallischem Werkstoff, z.B. Chromnickelstahl mit hohen Nickelanteilen, bestehen. Allerdings führt die Verwendung solcher korrosionsbeständiger Legierungen zu einer signifikanten Erhöhung der Materialkosten und verteuert somit das Endprodukt. Zudem hat sich gezeigt, dass durch das Zusammenwirken von Hitze, korrosiv aggressiven Be-

standteilen des Abgases und deren Kondensate einzelne Legierungsbestandteile aus dem Rohrboden herausgelöst werden, wodurch (Schwer-)Metallbestandteile an das Kondensat abgegeben werden, die eine Umweltbelastung darstellen und nur mit sehr hohem Aufwand dem Kondensat wieder entzogen werden können. Zudem kommt es infolge dieses Herauslösen teilweise zu Korrosion der Rohrböden, wodurch ein technisches Versagen der Wärmetauscher resultiert.

[0007] Auf eine Reinigung des Kondensats wird oftmals aus Kostengründen verzichtet und stattdessen das Kondensat ungereinigt in öffentliche Kanalisation eingeleitet. Dies kann zu erheblichen Belastungen der Klärschlämme von Wasseraufbereitungsanlagen führen.

[0008] Die in EP 0135188B1 und US4,513,814 gezeigten Glasrohr-Wärmetauscher versuchen, korrosiv wirkende Niederschläge an den Metallteilen und eine hieraus resultierende Korrosion der Rohrböden durch Erwärmung der Metallteile zu vermeiden. Dazu werden beispielsweise in EP0135188B1 von heißem Gas durchströmte Glasrohre, eingesetzt. Dies erfordert eine differenzierte Gasführung und ist mit einem erhöhten Konstruktions- und Fertigungsaufwand verbunden. Zudem wird hierdurch die Leistung und der Wirkungsgrad des Wärmetauschers verringert.

[0009] Aus DE 31 39 794 C2 ist ein Wärmetauscher mit kleinen Nennweiten bekannt, bei dem die Korrosionsproblematik durch einen Wärmetauscher mit Glasrohren und Kunststoffrohrböden vermieden werden soll und der damit dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entspricht. Hierzu sind topfartige Behälter als Rohrböden vorgesehen, die so dimensioniert sein sollen, dass sie die bei der Heizung auftretenden Temperaturen und Drücke einwandfrei auch dann aushalten, wenn sie vollständig aus dem säurefestem Werkstoff Hartpolyvinylchlorid bestehen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass solche Wärmetauscher mit Kunststoffrohrböden Probleme bei der Funktionsfähigkeit, insbesondere bezüglich der Dichtigkeit des gesamten wasserführenden Systems und insbesondere nach einer längeren Betriebsdauer aufweisen.

[0010] Die DE 31 39 794 C2 schlägt bezüglich der Problematik der Dichtigkeit spezifische aufwendige Abdichtungen zwischen den Glasrohren und den Kunststoffrohrböden vor. Dabei werden die Glasrohre von je einem in einer Ringnut mit Spiel in Längsrichtung angeordneten Ring aus Chloropren-Polymerisat gehalten, der wiederum in Muffenringen untergebracht ist. Die Muffenringe sind in den Boden eines topfähnlichen Behälters eingeklebt, dessen Ringflansch am oberen Ende abgedichtet ist. Bestehen die Muffenringe bereits aus Hartpolyvinylchlorid, so kann zum Verkleben des Muffenringes mit dem topfartigen Behälter ein Klebstoff verwendet werden. Sind aber beispielsweise die Muffenringe aus einem Fluorcarbonat hergestellt oder damit beschichtet, so ist es erforderlich, die Klebestellen anzuzüchten, bevor der Kleber aufgetragen wird. Der Fertigungsaufwand erhöht sich wesentlich durch diese Art der aufwendigen Abdich-

tung. Eine zufriedenstellende Funktionsfähigkeit, insbesondere eine ausreichende Dichtigkeit über eine längere Betriebsdauer hinweg, kann jedoch auch mit diesen Ausgestaltungen nicht erreicht werden. Wärmetauscher mit Kunststoffrohrböden, wie in der DE 31 39 794 C2, konnten sich daher auch in der Praxis nicht durchsetzen, insbesondere nicht als Wärmetauscher höherer Leistungsklasse.

[0011] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmetauscher bereitzustellen, der langfristig dicht und korrosionsbeständig ist.

[0012] Ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art löst diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des Kennzeichens von Anspruch 1, wobei ein, zwei oder mehrere stabförmige Verstärkungselemente, sich jeweils von einer Befestigungsstelle am ersten Rohrboden zu einer Befestigungsstelle am zweiten Rohrboden erstrecken, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu den Glasrohren, und solcherart an den Rohrböden befestigt sind, dass sie eine Verformung der Rohrböden oder Teilen davon, insbesondere eine Durchbiegung oder Auswölbung in Längsrichtung der Glasrohre, zumindest abschnittsweise vermindern.

[0013] Die jeweiligen Enden der Glasrohre des erfindungsgemäßen Wärmetauschers sind in die Öffnungen in den Rohrböden eingebracht und abgedichtet. Die Abdichtung erfolgt beispielsweise über O-Ringe. Zumindest auf einer Seite, vorzugsweise auf beiden Seiten sind die Glasrohre mit axialem Spiel, vorzugsweise längsverschiebbar in den Rohrböden gelagert und abgedichtet. Dies hat den Vorteil, dass die Glasrohre keine hohen Anforderungen in Bezug auf ihre Längstoleranzen erfüllen müssen, die häufig nur durch Schleifen erreicht werden können und die Herstellungskosten der Glasrohre stark erhöhen würden.

[0014] Die Rohrböden eines Wärmetauschers stehen unter dem Druck (beispielsweise ca. 1,5bar) dieses fluiden Mediums, das an den von den Glasrohren abgewandten Seiten der Rohrböden anliegt. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass es hierdurch bei nicht erfindungsgemäßen Kunststoff-Rohrböden häufig zu einerseits elastischen, andererseits aber auch plastischen (visko-elastischen) Verformungen der Rohrböden oder Teilen davon kommt. Die hohen Temperaturen des Abgases (beispielsweise über 200°C), sowie die Temperatur des fluiden Mediums stellen eine weitere Belastung der Rohrböden dar und begünstigen deren Verformung. Diese Verformung wurde als Ursache der Undichtigkeit erkannt. Insbesondere das Kriechverhalten von Kunststoff, das unter Last zu einer dauerhaften plastischen Verformung führt, ist hierbei von Nachteil und dieses Problem tritt bei Wärmetauschern höherer Leistungsklassen durch deren größere Abmessungen verstärkt auf. Mit dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher wird diese Verformung in signifikanter Weise verringert, ohne dass hierdurch die Korrosionsbeständigkeit verringert würde.

[0015] Die Rohrböden eines erfindungsgemäßen

Wärmetauschers bestehen teilweise oder vollständig aus Kunststoff. Dafür kommen Werkstoffe in Frage, die den üblicherweise im Einsatz auftretenden Randbedingungen (z.B. Druck von etwa 1,5bar, Temperaturen von ca. 200°C, Kondensatzusammensetzung) standhalten. Beispielsweise können Kunststoffe wie Glasfaser- oder Karbonfaser-verstärktes Polyphenylensulfid (PPS) zum Einsatz kommen.

[0016] Die Rohrböden eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers weisen jeweils eine, zwei oder mehrere Befestigungsstellen zur Aufnahme von einem, zwei oder mehreren stabförmigen Verstärkungselementen auf. Wenn in den folgenden Ausführungen auf stabförmige Verstärkungselemente im Singular oder Plural Bezug genommen wird, gelten die Aussagen jeweils auch für den nicht genannten Plural bzw. Singular.

[0017] Diese stabförmigen Verstärkungselemente sind mit ihren ersten Enden an den Befestigungsstellen des ersten Rohrbodens und mit ihren zweiten Enden an den Befestigungsstellen des zweiten Rohrbodens befestigt. Die Anzahl der Befestigungsstellen pro Rohrboden ist vorzugsweise gleich der oder höher als die Anzahl der stabförmigen Verstärkungselemente. Es ist bevorzugt, dass auch die stabförmigen Verstärkungselemente parallel zu den Glasrohren angeordnet sind. Es ist jedoch auch möglich, die stabförmigen Verstärkungselemente in einem Winkel zu den Glasrohren verlaufen zu lassen.

[0018] Die stabförmigen Verstärkungselemente können an den Befestigungsstellen der Rohrböden beispielsweise durch Einstecken, Festklemmen, Verschrauben, Vernieten oder Verkleben befestigt sein. Die Befestigungsstellen an den Rohrböden können beispielsweise Bohrungen, Vertiefungen oder Vorsprünge sein, sie können jedoch beispielsweise auch als Fläche oder Teil einer Fläche ausgebildet sein.

[0019] Die zwischen den Rohrböden angeordneten, stabförmigen Verstärkungselemente begrenzen die Verformungsmöglichkeiten der Rohrböden. Insbesondere eine Durchbiegung oder Auswölbung der Rohrböden oder Teilen davon in Längsrichtung der Glasrohre kann durch die stabförmigen Verstärkungselemente zumindest abschnittsweise verringert werden. In diesem Fall dienen die stabförmigen Verstärkungselemente als Druckstäbe, d. h. es wird eine Verformung der Rohrböden bzw. der einander zuweisenden Rohrbödenwände in Richtung der Glasrohre vermindert. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise eine Versteifung der Rohrböden entgegen einer Verformung der Rohrböden aufeinander zu. Alternativ können die stabförmigen Verstärkungselemente als Zugstäbe dienen, um eine Verformung der Rohrböden weg von den Glasrohren zumindest abschnittsweise zu vermindern.

[0020] Jedes einzelne stabförmige Verbindungselement verhindert eine Verformung eines Rohrbodens bzw. Teilen davon insbesondere im Bereich der Befestigungsstelle des Rohrbodens und in daran angrenzende Bereiche. Die Verformung von Teilen des Rohrbodens, die von einem Verstärkungselement weiter entfernt sind,

können durch das Verstärkungselement reduziert werden. Insbesondere bei Rohrböden mit größeren Abmessungen ist es aber von Vorteil, zwei oder mehrere Verstärkungselemente beabstandet voneinander vorzusehen, um den Rohrboden insgesamt derart abzustützen, dass keine die Funktionsfähigkeit des Wärmetauschers gefährdende Verformungen der Rohrböden auftreten. Durch Variation der Anzahl und Anordnung der Verstärkungselemente können diese für die jeweilige Leistungsklasse und Einsatzbedingungen des Wärmetauschers ausgelegt werden.

[0021] Der erfindungsgemäße Glaswärmetauscher hat den Vorteil, dass die Langzeitstabilität eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers erhöht werden kann, da insbesondere eine die Abdichtung zwischen Glasrohren und Rohrboden gefährdende Verformung des Rohrbodens durch die Verstärkungselemente verhindert wird. Weiterhin ist von Vorteil, dass die Rohrböden eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers vorzugsweise vollständig aus Kunststoff ausgebildet sind und damit günstig herzustellen sind, insbesondere wesentlich günstiger als Rohrböden aus Metall. Die Verwendung von Rohrböden, deren mit dem Abgas bzw. dem Kondensat in Berührung kommende Teile aus Kunststoff ausgebildet sind, in Kombination mit Glasrohren hat weiterhin den Vorteil, dass das beim Einsatz des Wärmetauschers entstehende Kondensat nicht durch Metallbestandteile verunreinigt wird.

[0022] Alternativ oder zusätzlich zu der beschriebenen Lösung können die aufgezeigten Vorteile auch dadurch erreicht bzw. verbessert werden, dass eines, zwei oder mehrere der Glasrohre beidseitig mit einem axialen Anschlag in den Rohrböden gelagert sind und die Länge der Glasrohre exakt auf den Abstand zwischen den Glasrohrböden abgestimmt ist. In diesem Fall können die Glasrohre mit den entsprechenden Längen als Abstützung der Rohrböden im Sinne der stabförmigen Verstärkungselemente dienen, so dass keine zusätzlichen stabförmigen Verstärkungselemente erforderlich sind. Aufgrund der hohen Fertigungskosten, die eine Fertigung der Glasrohre mit entsprechend geringen Längentoleranzen mit sich bringt, ist diese Alternative in der Praxis jedoch weniger bevorzugt.

[0023] Die Erfindung kann dadurch fortgebildet werden, dass das stabförmige Verstärkungselement bzw. die stabförmigen Verstärkungselemente einen ring-, kreis-, rechteck-, I- oder T-förmigen Querschnitt aufweist bzw. aufweisen. Weiterhin kann die Erfindung dadurch fortgebildet werden, dass das stabförmige Verstärkungselement bzw. die stabförmigen Verstärkungselemente aus Glas, Edelstahl oder Keramik ausgebildet ist bzw. sind. Insbesondere bevorzugt ist es, wenn die stabförmigen Verstärkungselemente einen Querschnitt aufweisen, der eine hohe Druckstabilität der stabförmigen Verstärkungselemente unterstützt und eine hohe Stabilität gegen Verbiegung und Knicken aufweist.

[0024] Die für die stabförmigen Verstärkungselemente zum Einsatz kommenden Materialien sind vorzugsweise

so ausgebildet, dass sie einerseits den Randbedingungen (z.B. Abgastemperaturen von ca. 200°C, Abgas- und Kondensatzusammensetzung) standhalten und andererseits eine möglichst hohe Festigkeit aufweisen, um als Druck- (gegebenenfalls auch als Zug-)Stäbe eine Verformung der Rohrböden vermindern zu können. Vorzugsweise können die stabförmigen Verstärkungselemente ebenfalls Glasrohre sein, gegebenenfalls mit einem kleineren Durchmesser als die von dem Fluid durchströmten Glasrohre. Die stabförmigen Verstärkungselemente können auch massive Glasstäbe sein. Verstärkungselemente aus Glas oder Keramik haben gegenüber solchen aus Metallen den Vorteil, dass das Abgaskondensat nicht verunreinigt wird. Die Verwendung von Glas kann weiterhin gegenüber Keramik oder Metall kostengünstiger sein.

[0025] Die Erfindung kann dadurch fortgebildet werden, dass das stabförmige Verstärkungselement mittig zwischen den beiden Rohrböden angeordnet ist. Weiterhin kann die Erfindung dadurch fortgebildet werden, dass mehrere stabförmige Verstärkungselemente gleichmäßig verteilt zwischen den beiden Rohrböden angeordnet sind. Die erfindungsgemäße Anordnung von einem bzw. mehreren stabförmigen Verstärkungselementen ist insbesondere bevorzugt, um die Verformung der Rohrböden möglichst gleichmäßig zu vermindern. Die mittige Anordnung eines stabförmigen Verstärkungselements zwischen den beiden Rohrböden ist insbesondere vorteilhaft, um die mittig in größtem Ausmaß zu erwartende Verformung der Rohrböden zu reduzieren bzw. vermeiden. Wenn Größe, Leistungsklasse und Randbedingungen eine darüber hinausgehende die Betriebssicherheit beeinträchtigende Verformung der Rohrböden erwarten lassen, ist es vorteilhaft, mehrere stabförmige Verstärkungselemente gleichmäßig verteilt zwischen den beiden Rohrböden anzuordnen. Durch eine möglichst gleichmäßige Verteilung der stabförmigen Verstärkungselemente zwischen den beiden Rohrböden kann die insgesamt erforderliche Anzahl von stabförmigen Verstärkungselementen reduziert werden.

[0026] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher ist weiter dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Rohrboden, vorzugsweise beide Rohrböden, auf seiner den Glasrohren abgewandten Seite einen Rohrbodendeckel aufweist, der mit dem Rohrboden derart verbunden ist, dass zwischen dem Rohrboden und dem Rohrbodendeckel ein Hohlraum ausgebildet ist, der mit den Glasrohren in Fluidverbindung steht. Der Rohrbodendeckel dient vorzugsweise dazu, auf der den Glasrohren abgewandten Seite des Rohrbodens einen Hohlraum zu schaffen, der mit den Glasrohren in Fluidverbindung steht, so dass das Fluid in den Glasrohren und den zwischen den Rohrböden und den Rohrbodendeckeln befindlichen Hohlräumen zirkulieren kann. Der Rohrbodendeckel kann beispielsweise aus Kunststoff, Metall oder einer Materialkombination ausgebildet sein. Die Verwendung von Metall für den Rohrbodendeckel hat den Vorteil, dass Kriechverformungen, wie sie bei Kunststoffteilen auftre-

ten können, vermieden werden können. Da der Rohrbodendeckel in der Regel nicht mit dem Abgas bzw. dem Kondensat in Kontakt kommt, besteht auch nicht die Gefahr der Belastung des Kondensats durch Metallbestandteile.

[0027] Weiterhin ist der erfindungsgemäße Wärmetauscher dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum mittels eines Trennelements zwischen dem Rohrboden und dem Rohrbodendeckel in einen ersten und einen zweiten Hohlraumabschnitt unterteilt ist, wobei der erste Hohlraumabschnitt mit einer ersten Gruppe der Glasrohre in Fluidverbindung steht und der zweite Hohlraumabschnitt mit einer zweiten Gruppe der Glasrohre in Fluidverbindung steht. In einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher ist es insbesondere bevorzugt, wenn ein solches Trennelement zwischen nur einem der beiden Rohrböden und dem zugehörigen Rohrbodendeckel ausgebildet ist. Durch eine solche Anordnung kann vorteilhaft sichergestellt werden, dass Fluid aus dem ersten Hohlraumabschnitt des unterteilten ersten Hohlraums durch die mit diesem Hohlraumabschnitt in Fluidverbindung stehende erste Gruppe der Glasrohre in den zweiten, nicht unterteilten Hohlraum gelangt und aus diesem zweiten, nicht unterteilten Hohlraum durch die zweite Gruppe der Glasrohre in den zweiten Abschnitt des unterteilten ersten Hohlraums zurückströmt. Auf diese Weise können die Zirkulationsrichtung und die Anzahl und Anordnung der Rohre, die in einer bestimmten Richtung durchströmt werden sollen, definiert werden.

[0028] Diese Ausgestaltung kann dadurch weiter fortgebildet werden, dass die erste Gruppe weniger Glasrohre umfasst als die zweite Gruppe. Durch eine Gruppierung der Glasrohre in unterschiedlich große Gruppen kann die Durchströmungsgeschwindigkeit des Fluids durch die Gruppen von Glasrohren unterschiedlich ausgestaltet werden. Dabei ist es insbesondere bevorzugt, zuströmendes, vergleichsweise kaltes Medium mit hoher Geschwindigkeit durch eine geringere Anzahl von Glasrohren zu leiten und abströmendes, vergleichsweise wärmeres Medium mit geringerer Geschwindigkeit durch eine größere Anzahl von Glasrohren zurückströmen zu lassen.

[0029] Weiterhin ist bevorzugt, dass der Rohrbodendeckel einen ersten Anschluss zur Verbindung des ersten Hohlraumabschnitts mit einer Fluidzufuhr und einen zweiten Anschluss zur Verbindung des zweiten Hohlraumabschnitts mit einer Fluidabfuhr aufweist. Auf diese Weise kann der Wärmetauscher in einen Mediumkreislauf eingebunden werden.

[0030] Die Erfindung kann weiter dadurch fortgebildet werden, dass der erste Hohlraumabschnitt in Einbaulage oberhalb des zweiten Hohlraumabschnitts angeordnet ist. Diese Fortbildung ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise heißes Abgas, das den Wärmetauscher vorzugsweise in Einbaulage von oben nach unten durchströmt, zunächst mit zuströmendem, d. h. vergleichsweise kaltem Fluid, über die Glasrohrwandungen in Wärmekontakt kommt. Alternativ könnte eine Gegenstroman-

ordnung realisiert werden, was insbesondere bei signifikanten Temperaturerhöhungen des Fluids über dessen Fließstrecke einen Vorteil bringen kann.

[0031] Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung wird die Aufgabe durch einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art gelöst, bei dem zumindest einer der beiden Rohrböden, vorzugsweise beide Rohrböden, eine in einem äußeren Randbereich seiner den Glasrohren zugewandten Seite ausgebildete Nut zur Aufnahme eines Wärmetauschergehäuses aufweist bzw. aufweisen. Dabei ist es bevorzugt, dass das Wärmetauschergehäuse als U-förmig abgewinkeltes Gehäuseblech ausgebildet ist. Weiterhin ist bevorzugt, dass das Wärmetauschergehäuse durch ein, zwei oder mehrere die Rohrböden verbindende Zugelemente, vorzugsweise Zugbänder oder -stangen, zwischen den Rohrböden befestigt ist. Diese Ausführungsvariante hat den Vorteil, dass die zur Verbindung der Rohrböden mit einem Wärmetauschergehäuse erforderlichen Verbindungselemente im Wesentlichen im Rohrboden ausgebildet sein können und das Wärmetauschergehäuse beispielsweise aus einem einfachen Gehäuseblech gefertigt sein kann, das U-förmig abgewinkelt ist. Das Gehäuseblech kann dabei Löcher oder Ausstanzungen, beispielsweise zur Verbindung mit weiteren Wärmetauscherelementen, aufweisen.

[0032] Am Rohrboden ist vorteilhafterweise eine Nut zur Aufnahme des Wärmetauschergehäuses vorgesehen. Wenn, wie bevorzugt, der Rohrboden vollständig aus Kunststoff besteht und beispielsweise im Spritzgussverfahren hergestellt wird, ist die Ausbildung einer Nut zur Aufnahme des Wärmetauschergehäuses oder die Ausbildung anderer Verbindungsvorrichtungen anders als beispielsweise bei Rohrböden aus Metall, fertigungstechnisch einfach und kostengünstig zu realisieren.

[0033] Um die Verbindung zwischen Rohrböden und Wärmetauschergehäuse herzustellen, ist es bevorzugt, die Rohrböden über Zugelemente, vorzugsweise Zugbänder, -stangen oder -bleche, zu verbinden und auf diese Weise das Wärmetauschergehäuse zwischen den beiden Rohrböden und vorzugsweise innerhalb der in den Rohrböden ausgebildeten Nut, einzuspannen. Wenn das Wärmetauschergehäuse in die in den Rohrböden ausgebildeten Nuten eingesetzt ist und die Rohrböden durch die Zugelemente miteinander verbunden sind, ist auch das Wärmetauschergehäuse entsprechend fixiert. Vorzugsweise ist die Verbindung zwischen Wärmetauschergehäuse und Rohrböden abgedichtet, beispielsweise durch Einlegen einer Dichtung in die in den Rohrböden ausgebildeten Nuten.

[0034] Die Erfindung kann weiter dadurch fortgebildet werden, dass das Wärmetauschergehäuse eine verschließbare Revisionsöffnung aufweist, welche eine Wartung des Wärmetauschers im Einbauzustand ermöglicht. Eine solche verschließbare Revisionsöffnung ist vorzugsweise im Einbauzustand des Wärmetauschers oben oder seitlich angeordnet, so dass ein Benutzer die Revisionsöffnung leicht erreichen kann. Die

erfindungsgemäße Fortbildung ermöglicht es vorteilhafterweise, z.B. Inspektions-, Wartungs- oder Reinigungsarbeiten im eingebauten Zustand des Wärmetauschers durchzuführen.

[0035] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art, umfassend einen Abgassammler mit einer Abgasauslassöffnung, der dadurch gekennzeichnet ist, dass der Abgassammler derart angeordnet ist, dass die Abgasauslassöffnung einen Anschlussquerschnitt aufweist, der den Anschluss einer Abgasleitung im Wesentlichen parallel zu den Glasrohren ermöglicht. Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher weist typischerweise einen Abgassammler mit einer Abgasauslassöffnung auf, durch die das Abgas, das den Wärmetauscher durchströmt hat, mit einer Abgasleitung verbunden werden und durch diese abgeführt werden kann. Vorteilhafterweise ist dabei der Anschlussquerschnitt der Auslassöffnung so angeordnet, dass die Abgasleitung im Wesentlichen parallel zu den Glasrohren angeschlossen werden kann. Dies hat den Vorteil, insbesondere in Einbausituationen mit nur geringem Bauraum bzw. Einbausituationen mit besonderen Anforderungen an die Führung der Abgasleitung, dass die Abgasleitung zumindest abschnittsweise parallel zu den Glasrohren geführt werden kann, d. h. zum Beispiel in der Regel parallel zur Heizkesselaußenwand. Anschließende Richtungsänderungen der Abgasleitung können mittels entsprechender bekannter Rohrelemente realisiert werden.

[0036] In einer bevorzugten Fortbildung der Erfindung ist der Abgassammler derart ausgebildet, dass er alternativ in einer um 180 Grad versetzten Stellung zu der in dem vorhergehenden Anspruch definierten Stellung montiert werden kann. Dabei ist es bevorzugt, dass der Abgassammler symmetrisch ausgebildet ist in Bezug auf die Anordnung der Abgasauslassöffnung in der ersten Einbaualternative zu der zweiten Einbaualternative. Diese Fortbildungsform hat den Vorteil, dass einem Installateur eine erhöhte Anpassungsfähigkeit geschaffen wird in Bezug auf die Anschlussmöglichkeiten einer Abgasleitung. Weiterhin ist bevorzugt, dass der Abgassammler in Einbaulage unterhalb des Wärmetauschers angeordnet ist.

[0037] Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung kann die Aufgabe durch einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art gelöst werden, bei dem zumindest einer der beiden Rohrböden, vorzugsweise beide Rohrböden, als Metallplatte ausgebildet ist, wobei die Metallplatte abschnittsweise oder vollständig mit Kunststoff beschichtet ist. Durch die erfindungsgemäße Beschichtung der Metallplatte mit Kunststoff, vorzugsweise in allen mit Abgas bzw. Kondensat in Berührung kommenden Teilen des Rohrbodens, wird sichergestellt, dass das Kondensat nicht durch Metallbestandteile verunreinigt wird. Dies hat den Vorteil, dass das mechanische Verhalten im Wesentlichen durch die Materialeigenschaften der Metallplatte definiert werden. Weiterhin erleichtert diese Ausführungsform die Montage, da die Kunststoffbeschich-

tung gleichzeitig als Abdichtung zwischen Rohren und Rohrboden und elastischer Toleranzausgleich dienen kann und so auf eine zusätzliche Abdichtung, beispielsweise mittels O-Ringen, verzichtet werden kann.

[0038] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist eine Wärmetauscherbaureihe, umfassend zwei oder mehrere der erfindungsgemäßen Wärmetauscher mit unterschiedlichen Leistungsklassen, dadurch gekennzeichnet, dass alle Wärmetauscher der Baureihe übereinstimmende Rohrböden aufweisen und sich die Wärmetauscher unterschiedlicher Leistungsklassen durch die Länge und/oder Anzahl der Glasrohre unterscheiden.

[0039] Die erfindungsgemäße Wärmetauscherbaureihe hat den Vorteil, dass Wärmetauscher unterschiedlicher Leistungsklassen bereitgestellt werden können, ohne hierfür unterschiedliche Rohrböden verwenden zu müssen. Wärmetauscher unterschiedlicher Leistungsklassen werden durch Einbau längerer oder kürzerer Glasrohre verwirklicht, um so entsprechend hohe oder niedrige Leistungsklassen zu erzielen. Durch die Verwendung übereinstimmender Rohrböden für alle Leistungsklassen können zusätzliche Kosten vermieden werden, wie sie beispielsweise bei Anpassung der Rohrböden oder Fertigung individuell unterschiedlicher Rohrböden für verschiedene Leistungsklassen erforderlich wären und zudem durch Massenfertigung eines standardisierten Rohrbodens die Fertigungskosten insgesamt reduziert werden.

[0040] Alternativ oder zusätzlich können Wärmetauscher höherer Leistungsklassen eine höhere Anzahl an Glasrohren aufweisen als Wärmetauscher niedrigerer Leistungsklassen. Eine Variation der Anzahl der Glasrohre kann über ein Verschließen von solchen Öffnungen im Rohrboden, die keine Glasrohre aufnehmen sollen, beispielsweise durch Blinddeckel, realisiert sein. Hierzu sind üblicherweise keine wesentlichen, die Geometrie des Rohrbodens deutlich verändernden Änderungen erforderlich, so dass die Herstellung des Rohrbodens sehr kostengünstig erfolgen kann.

[0041] Die erfindungsgemäße Wärmetauscherbaureihe ermöglicht es, ein modulartiges Wärmetauscher-Sortiment für unterschiedliche Anforderungen kostengünstig bereitzustellen. Dies spart im Vergleich zur bisher üblichen Bereitstellung überdimensionierter Wärmetauscher für niedrigere Leistungsklassen insbesondere Material und Bauraum ein. Weiterhin ist eine flexiblere und feinere Abstufung der Leistungsklassen möglich, da sowohl Länge als auch gegebenenfalls Anzahl der Glasrohre bei gleichbleibenden Rohrböden sehr leicht variiert werden können.

[0042] Die erfindungsgemäße Wärmetauscherbaureihe kann dadurch fortgebildet werden, dass zumindest ein Wärmetauscher einer höheren Leistungsklasse als Anordnung von zwei vorzugsweise gleichen Wärmetauschern einer niedrigeren Leistungsklasse ausgebildet ist. Dazu können beispielsweise zwei Wärmetauscher in Einbaulage parallel nebeneinander angeordnet und mit einem gemeinsamen Wärmetauschergehäuse versehen

sein, so dass in das gemeinsame Wärmetauschergehäuse eintretendes Abgas durch die Glasrohre der beiden zusammengesetzten Wärmetauscher parallel hindurchströmt. Weiterhin ist es bevorzugt, wenn drei oder mehr, vorzugsweise gleiche, Wärmetauscher einer niedrigeren Leistungsklasse zu einem Wärmetauscher höherer Leistungsklasse zusammengesetzt werden.

[0043] Vorteilhafterweise weisen die Rohrböden der Wärmetauscher in einer solchen Kombination entsprechende Nutzen zur Aufnahme eines gemeinsamen Wärmetauschergehäuses auf. Besonders bevorzugt ist es, wenn der Nutzenverlauf so angeordnet ist, dass die Nutzen der Rohrböden sowohl zur Aufnahme eines Wärmetauschergehäuses für nur einen Wärmetauscher dienen oder alternativ auch zur Aufnahme eines gemeinsamen Wärmetauschergehäuses für zwei, drei oder mehrere Wärmetauscher dienen können.

[0044] Ein weiterer Aspekt ist ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers in unterschiedlichen Leistungsklassen, mit den Schritten:

(a) Bereitstellen einer Vielzahl von, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zueinander angeordneten, von einem Fluid durchströmbaren Glasrohren, wobei die Länge und/oder Anzahl der Glasrohre abhängig ist von der Leistungsklasse des Wärmetauschers,

(b) Bereitstellen eines ersten, zumindest teilweise aus Kunststoff ausgebildeten Rohrbodens mit Öffnungen,

(c) Bereitstellen eines zweiten, zumindest teilweise aus Kunststoff ausgebildeten Rohrbodens mit Öffnungen,

(d) Ablängen einer Mehrzahl von Glasrohren in einer solchen Länge, die in Abhängigkeit der Leistungsklasse des Wärmetauschers gewählt ist,

(e) Einbringen der Glasrohre mit einem ersten Ende in die Öffnungen des ersten Rohrbodens,

(f) Einbringen der Glasrohre mit einem zweiten Ende in die Öffnungen des zweiten Rohrbodens. Das Verfahren kann durch folgende Schritte fortgebildet werden:

- zweimaliges Durchführen der Schritte (a) bis (e) zum Bereitstellen eines ersten und eines zweiten Wärmetauschers, vorzugsweise der gleichen Leistungsklasse,

- Verbinden des ersten und zweiten Wärmetauschers mit einem gemeinsamen Wärmetauschergehäuse zu einem Wärmetauscher einer höheren Leistungsklasse.

Ein Bestandteil des Wärmetauschers gemäß der Erfindung ist ein Rohrboden zur Aufnahme von Enden einer Vielzahl von Rohren, insbesondere Glasrohren, wobei der Rohrboden zumindest teilweise aus Kunststoff ausgebildet ist, gekennzeichnet durch einen Befestigungspunkt zur zumindest abschnittweisen Abstützung des Rohrbodens gegen eine Verformung des Rohrbodens oder Teilen davon, insbesondere gegen eine Durchbiegung oder Auswölbung. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden beispielhaft anhand der beiliegenden Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: Eine dreidimensionale Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers in Einbaulage an einem Heizkessel,

Fig. 2: eine schematische dreidimensionale Ansicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers ohne Wärmetauschergehäuse,

Fig. 3: eine perspektivische Ansicht der Innenseite eines Rohrbodens mit stabförmigen Verstärkungselementen des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers,

Fig. 4: eine perspektivische Ansicht der Außenseite eines Rohrbodens gemäß Figur 3,

Fig. 5: eine Untersicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers,

Fig. 6: einen Querschnitt durch den in Figur 1 gezeigten Wärmetauscher entlang der in Fig. 4 gezeigten Schnittebene A-A,

Fig. 7: eine Seitenansicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers ohne Wärmetauschergehäuse,

Fig. 8: eine Seitenansicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers mit Wärmetauschergehäuse,

Fig. 9: eine Draufsicht auf den in Figur 1 gezeigten Wärmetauscher,

Fig. 10: das Detail D der in Figur 8 gezeigten Draufsicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers,

Fig. 11: eine dreidimensionale Ansicht des in

- Figur 1 gezeigten Wärmetauschers mit Wärmetauschergehäuse,
- Fig. 12: eine weitere dreidimensionale Ansicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers mit Dämmung, 5
- Fig. 13: eine dreidimensionale Ansicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers mit Dämmung mit einer ersten Anschlussvariante einer Abgasleitung, 10
- Fig. 14: eine zweite dreidimensionale Ansicht des in Figur 1 gezeigten Wärmetauschers mit Dämmung und einer weiteren Anschlussalternative einer Abgasleitung, 15
- Fig. 15: eine dreidimensionale Ansicht einer alternativen Ausführungsform eines Teils eines erfindungsgemäßen Rohrbodens, 20
- Fig. 16: eine weitere dreidimensionale Ansicht eines Teils des in Figur 14 gezeigten Rohrbodens, 25
- Fig. 17: eine dreidimensionale Ansicht eines Wärmetauschers einer ersten Leistungsklasse einer erfindungsgemäßen Wärmetauscherbaureihe, 30
- Fig. 18: eine dreidimensionale Ansicht eines Wärmetauschers einer zweiten Leistungsklasse einer erfindungsgemäßen Wärmetauscherbaureihe, 35
- Fig. 19: eine dreidimensionale Ansicht eines Wärmetauschers einer dritten Leistungsklasse einer erfindungsgemäßen Wärmetauscherbaureihe, und 40
- Fig. 20: eine Ansicht eines Teils eines erfindungsgemäßen Rohrbodens. 45
- Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher 100 in Einbaulage an einem mit einem Brenner 2 verbundenen Heizkessel 1. 50
- In Figur 2 sind zwei Wärmetauscherseitenteile 110, 120 und zwischen den Wärmetauscherseitenteilen 110, 120 angeordnete Glasrohre 130 dargestellt. Die Glasrohre 130 sind parallel zueinander in acht übereinanderliegenden Reihen mit jeweils vier Glasrohren angeordnet. Wie auch in Figur 3 zu erkennen, sind die beiden Wärmetau-

schersseitenteile 110, 120 jeweils aus einem Rohrboden 111, 121 und einem Rohrbodendeckel 112, 122 zusammengesetzt. Die Rohrböden 111, 121 sind im Spritzgussverfahren hergestellte Kunststoffbauteile. Die Rohrbodendeckel 112, 122 sind aus Metallblechen gefertigt.

Der Rohrboden 111 weist Öffnungen 111 a zur Aufnahme der Glasrohre 130 auf. Die Öffnungen 111 a sind ebenfalls in acht Reihen von jeweils vier Öffnungen angeordnet. Im oberen Bereich des Rohrbodens 111 sind anstelle der Öffnungen Blinddeckel 111b angeordnet, da sich, wie in den Figuren 2 und 7 gezeigt, in diesem Bereich 131 des Wärmetauschers 100 keine Glasrohre 130 befinden. Der Rohrboden 111 weist einen Steg 111 c auf, mit dem der Rohrbodendeckel 112 über Befestigungselemente 114 verbunden ist. Zwischen Rohrboden 111 und Rohrbodendeckel 112 ist ein Hohlraum gebildet. Dieser Hohlraum steht mittels der Öffnungen 111 a mit den Glasrohren 130 in Fluidverbindung.

Die beiden Wärmetauscherseitenteile 110, 120 sind im Wesentlichen gleich aufgebaut. Sie unterscheiden sich darin, dass das Wärmetauscherseitenteil 110 einen Anschluss für eine Fluidzufuhr 181 und einen Anschluss für eine Fluidabfuhr 182, wie in Figur 7 gezeigt, aufweist. Weiterhin ist der Hohlraum des Wärmetauscherseitenteils 110 durch ein Trennelement 115, wie in Figur 5 gezeigt, so in einen ersten und einen zweiten Hohlraumabschnitt unterteilt, dass der erste Hohlraumabschnitt nur mit den Glasrohren 130a sowie dem Anschluss 181 und der zweite Hohlraumabschnitt nur mit den Glasrohren 130b sowie dem Anschluss 182 in Fluidverbindung steht. Durch die Anschlüsse 181 und 182 kann der Wärmetauscher 100 mit einem Fluidkreislauf, vorzugsweise einem Wasserkreislauf, verbunden werden. Dabei strömt das Wasser mit einem Druck von ca. 1,5bar durch die Fluidzufuhr 181 in den ersten Hohlraum des ersten Wärmetauscherseitenelements 110 und von dort in die oberen Glasrohre 130a. Das Wasser tritt dann in den zweiten Hohlraum des zweiten Wärmetauscherseitenelements 120 ein, fließt dort nach unten und durch die Glasrohre 130b zurück in den zweiten Abschnitt des ersten Hohlraums des ersten Wärmetauscherseitenelements 110 und von dort aus fließt das Wasser durch die Fluidabfuhr 182 ab.

An zwischen den Öffnungen 111 a angeordneten Befestigungsstellen des Rohrbodens

111 sind senkrecht vom Rohrboden 111 wegweisende stabförmige Verstärkungselemente 140 befestigt. Die stabförmigen Verstärkungselemente 140 sind in Bezug auf die Breite des Rohrbodens 111 mittig am Rohrboden 111 angeordnet, d. h. jeweils zwischen den mittleren beiden Öffnungen der vier Öffnungen 111a einer Reihe. Weiterhin sind die stabförmigen Verstärkungselemente 140 gleichmäßig über die Höhe des Rohrbodens 111 verteilt, d.h. der Abstand zwischen jeweils zwei benachbarten Verstärkungselementen 140 ist gleich. Mit ihren in Figur 3 frei schwebend abgebildeten Enden sind die stabförmigen Verstärkungselemente 140 im Einbauzustand am zweiten Rohrboden 121 an entsprechenden Befestigungsstellen befestigt. Dadurch kann eine Durchbiegung und Ausbeutung der Rohrböden 111, 112 in Richtung der Glasrohre 130 vermindert werden, so dass der erfindungsgemäße Wärmetauscher 100 auch im langfristigen Gebrauch keine durch Kriechverformung verursachte Undichtigkeiten aufweist.

[0045] Zwischen den beiden Rohrböden 111, 121 ist ein U-förmiges Wärmetauschergehäuseblech 150 und eine auf der Außenseite des Gehäuses angeordnete Wärmedämmung 150a eingespannt, wie in den Figuren 11 und 12 gezeigt. Das Wärmetauschergehäuseblech 150 wird mit seinen beiden Seitenkanten jeweils in eine umlaufende Nut 111d des Rohrbodens, die in Figur 6 dargestellt ist, eingesteckt. Figur 9 zeigt, dass in die Nut 111 d eine Dichtung 152 eingelegt ist. Die beiden Rohrböden 111, 121 werden durch Zugbänder 190 zusammengehalten, die über Befestigungselemente 113, 123 mit den beiden Rohrböden 111, 121 verbunden sind, wie in den Figuren 11 bis 13 gezeigt. Diese Befestigungsart hat den Vorteil, dass aufwändig herzustellende Geometrien des Wärmetauschergehäuses 150 vermieden werden können. Die Zugelemente 190 sind ebenfalls günstig herzustellende Bauteile, beispielsweise Metallbänder oder -streifen.

[0046] Wie in den Figuren 6, 8 und 11 dargestellt, weist das Wärmetauschergehäuse 150 in seinem oberen Drittel einen Abgaszufuhrstutzen 151 auf, mit dem der Wärmetauscher 100 mit einem Abgasauslass des Heizkessels 1 verbunden werden kann. Der freie Raum 131 oberhalb der Glasrohre 130 dient dazu, dass die durch den Abgaszufuhrstutzen 151 eintretenden heißen Abgase sich in dem Raum 131 verteilen können, um den Wärmetauscher 100 vom Abgaszufuhrstutzen 151 in Richtung eines am unteren Ende des Wärmetauschers 100 angeordneten Abgassammlers 170, d.h. von oben nach unten, möglichst gleichmäßig zu durchströmen.

Figur 5 zeigt die Basisplatte 170c des Abgassamm-

lers 170, die über Befestigungselemente 170b am Wärmetauscher 100 befestigt ist. Die Basisplatte 170c ist vorzugsweise im Wesentlichen rechteckig. Dadurch ist es möglich, den Abgassammler 170 auch um 180° verdreht an dem Wärmetauscher 100 zu befestigen, so dass die Abgasauslassöffnung 170a in die entgegengesetzte Richtung weist. Figuren 13 und 14 zeigen, dass der Abgassammler 170 unterschiedlich an eine Abgasleitung 171 angeschlossen werden kann. In Figur 13 weist die Anschlussöffnung 171a der Abgasleitung 171 seitlich vom Wärmetauscher 100 weg. In Figur 14 weist die Anschlussöffnung 171a der Abgasleitung 171 nach oben. Diese Variabilität ist insbesondere bei Einbausituationen mit nur geringem Bauraum bzw. Einschränkungen in der Abgasleitungsführung von Vorteil.

Am oberen Ende des Wärmetauschers 100 befindet sich eine Revisionsöffnung, die durch einen Revisionsdeckel 160 verschließbar ist. Wie in den Figuren 9 und 11 gezeigt, ist der Revisionsdeckel 160 über Verbindungselemente 160 mit dem Wärmetauschergehäuse 150 verbunden.

Die in den Figuren 15 und 16 gezeigte weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rohrbodens 200 besteht aus einer Metallplatte 210, die Öffnungen 220 zur Aufnahme von Glasrohren (nicht dargestellt) und Öffnungen 240 zur Aufnahme von Verbindungselementen (nicht dargestellt) aufweist. Die Unterseite 210a sowie die Innenseiten 220a und 240a der Öffnungen 220 und 240 sind vollständig mit einem Kunststoff beschichtet. Dies kann beispielsweise aufvulkanisiertes Gummi sein. Die Kunststoffbeschichtung dient gleichzeitig zur Abdichtung der Öffnungen 220 gegenüber den in die Öffnungen einzuführenden Glasrohren, so dass weitere Abdichtungsmaßnahmen, beispielsweise O-Ringe, entfallen und auf diese Weise die Montage vereinfacht und die erforderliche Montagezeit reduziert werden können. Die Verformungsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Rohrböden 200 wird durch die Metallplatte 210 sichergestellt. Die Kunststoffschicht verhindert die Korrosion der Metallplatte 210 auf der dem Abgas bzw. dem Kondensat zugewandten Seite 210a.

Figuren 17 und 18 zeigen zwei erfindungsgemäße Wärmetauscher unterschiedlicher Leistungsklassen einer erfindungsgemäßen Wärmetauscherbaureihe. Figur 17 zeigen einen ersten Wärmetauscher 300, einen Wärmetauscherbaureihe mit einer niedrigeren Leistungsklasse (beispielsweise bis 14KW) als der in Figur 18 gezeigte, zweite Wärmetauscher 400 der gleichen Wärmetauscherbaureihe und weist mit einem Rohrboden 311 bzw. einem Wärmetauscherseitenteil 320 verbundenen Glasrohre 340 mit einer Länge L_{300} auf. Der zweite, in Figur 18 dargestellte Wärmetauscher 400 der gleichen Wärmetauscherbaureihe hat eine höhere Leistungsklasse (bei-

spielsweise bis 40KW) als der Wärmetauscher 300 und weist Glasrohre 440 der Länge L_{400} auf. Die Rohrböden 311 und 411 bzw. die Wärmetauscher-seitenteile 320, 420 stimmen überein.

Die Wärmetauscher 300, 400 sind vorzugsweise entsprechend dem in den Figuren 1 bis 14 dargestellten Wärmetauscher 100 aufgebaut. Zur Realisierung unterschiedlicher Leistungsklassen unterscheiden sich die Wärmetauscher 300, 400 der Baureihe in der Länge der Glasrohre L_{400} , L_{300} , des Wärmetauschergehäuses und seiner Dämmung und der die Wärmetauscherseitenteile miteinander verbindenden Zugbänder (nicht dargestellt). Diese Längeneränderungen sind herstellungstechnisch günstig zu realisieren. Eine herstellungstechnisch aufwändige Variation der Rohrböden ist nicht erforderlich.

Für den in Figur 19 gezeigten erfindungsgemäßen Wärmetauscher 500 einer höheren Leistungsklasse sind drei Wärmetauscher einer niedrigeren Leistungsklasse durch ein gemeinsames Wärmetauschergehäuse 550 verbunden. Dabei sind die drei ersten Rohrböden 511, 512, 513 und die drei zweiten Rohrböden 521, 522, 523 der drei Wärmetauscher niedrigerer Leistungsklasse jeweils nebeneinander angeordnet. Das Abgas tritt durch den Abgaszufuhrstutzen 551 in den Wärmetauscher 500 ein, verteilt sich oberhalb der Glasrohre 530 und durchströmt die drei parallel angeordneten Wärmetauscher in der dargestellten Einbaulage von oben nach unten. Das Wärmetauschergehäuse 550 weist drei Revisionsöffnungen 560a, 560b, 560c auf. Diese Öffnungen können durch Revisionsdeckel (nicht dargestellt) verschlossen werden.

Zur Variation der Leistungsklassen können die Anzahl der kombinierten Wärmetauscher und damit die Tiefe des Wärmetauschergehäuses (nicht dargestellt) und der zugehörigen Dämmung (nicht dargestellt) verändert werden. Die Rohrböden 511, 512, 513, 521, 522, 523 aller zu einem Wärmetauscher höherer Leistungsklasse zu verbindenden Wärmetauscher niedrigerer Leistungsklasse sind vorteilhafterweise übereinstimmend ausgestaltet. Um einen Rohrboden sowohl für die äußeren als auch für den mittleren Wärmetauscher niedrigerer Leistungsklasse einsetzen zu können, weisen die Rohrböden 511, 512, 513, 521, 522, 523 vorteilhafterweise den in Figur 20 gezeigten Nutverlauf mit einer umlaufenden Nut 511d und einer am oberen Ende des Rohrbodens durchgehenden Nut 511e auf. Die umlaufende Nut 511d dient dazu, wenn beispielsweise nur ein Wärmetauscher niedrigerer Leistungsklasse mit einem U-förmigen Wärmetauschergehäuseblech versehen werden soll, zur Aufnahme dieses Wärmetauschergehäuseblechs. Die am oberen Ende durchgehende Nut 511e dient dazu, bei einem kombinierten Wärmetauscher höherer Leistungsklasse, wie beispielsweise dem Wärmetauscher 500 aus Figur 19, ein Wärmetauschergehäuse für mehrere Wär-

metauscher niedrigerer Leistungsklasse aufzunehmen. Je nachdem, ob der Rohrboden 511 zwischen zwei weiteren Rohrböden oder als Rand-Rohrboden verwendet wird, verläuft das Wärmetauschergehäuse entweder durch die am oberen Ende durchlaufende Nut 511e oder durch einen Schenkel der umlaufenden Nut 511d. Vorteilhafterweise wird zur Abdichtung von Rohrböden und Wärmetauschergehäuse eine Dichtung in die Nut 511e bzw. 511d eingelegt.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (100), umfassend

- eine Vielzahl von, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zueinander angeordneten, von einem Fluid durchströmbar Glasrohren (130),
- einen ersten Rohrboden (111) mit Öffnungen (111a), in die die Glasrohre mit einem ersten Ende eingebracht sind,
- einen zweiten Rohrboden (121) mit Öffnungen, in die die Glasrohre mit einem zweiten Ende eingebracht sind,
- wobei zumindest einer der beiden Rohrböden (111, 121), vorzugsweise beide Rohrböden, aus Kunststoff ausgebildet ist bzw. sind,

dadurch gekennzeichnet, dass sich ein, zwei oder mehrere stabförmige Verstärkungselemente (140), jeweils von einer Befestigungsstelle am ersten Rohrboden zu einer Befestigungsstelle am zweiten Rohrboden erstrecken, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu den Glasrohren, und solcherart an den Rohrböden befestigt sind, dass sie eine Verformung der Rohrböden oder Teilen davon, insbesondere eine Durchbiegung oder Auswölbung in Längsrichtung der Glasrohre, zumindest abschnittsweise vermindern, und dass zumindest ein Rohrboden (111, 121), vorzugsweise beide Rohrböden, auf seiner den Glasrohren (130) abgewandten Seite einen Rohrbodendeckel (112, 122) aufweist, der mit dem Rohrboden derart verbunden ist, dass zwischen dem Rohrboden und dem Rohrbodendeckel ein Hohlraum ausgebildet ist, der mit den Glasrohren (130) in Fluidverbindung steht, wobei der Hohlraum mittels eines Trennelements (115) zwischen dem Rohrboden (111) und dem Rohrbodendeckel (112) in einen ersten und einen zweiten Hohlraumabschnitt unterteilt ist, wobei der erste Hohlraumabschnitt mit einer ersten Gruppe (130a) der Glasrohre in Fluidverbindung steht und der zweite Hohlraumabschnitt mit einer zweiten Gruppe (130b) der Glasrohre in Fluidverbindung steht.

2. Wärmetauscher (100) nach dem vorhergehenden

- Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass das stabförmige Verstärkungselement (140) mittig zwischen den beiden Rohrböden (111, 121) angeordnet ist.
3. Wärmetauscher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere stabförmige Verstärkungselemente (140) gleichmäßig verteilt zwischen den beiden Rohrböden (111, 121) angeordnet sind.
4. Wärmetauscher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Rohrbodendeckel (112) einen ersten Anschluss zur Verbindung des ersten Hohlraumabschnitts mit einer Fluidzufuhr (181) und einen zweiten Anschluss zur Verbindung des zweiten Hohlraumabschnitts mit einer Fluidabfuhr (182) aufweist.
5. Wärmetauscher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Hohlraumabschnitt in Einbaulage oberhalb des zweiten Hohlraumabschnitts angeordnet ist.
6. Wärmetauscher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Gruppe (130a) weniger Glasrohre umfasst als die zweite Gruppe (130b).
7. Wärmetauscher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der beiden Rohrböden (111, 121, 511), vorzugsweise beide Rohrböden, eine in einem äußeren Randbereich seiner den Glasrohren zugewandten Seite ausgebildete Nut (111d, 511d, 511e) zur Aufnahme eines Wärmetauschergehäuses (150, 550) aufweist bzw. aufweisen.
8. Wärmetauscher (100) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmetauschergehäuse (150) als U-förmig abgewinkeltes Gehäuseblech ausgebildet ist.
9. Wärmetauscher (100) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmetauschergehäuse (150) durch ein, zwei oder mehrere die Rohrböden (111, 121) verbindende Zugelemente (190), vorzugsweise Zugbänder oder -stangen, zwischen den Rohrböden befestigt ist.
10. Wärmetauscher (100) nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmetauschergehäuse (150) eine verschließbare Revisionsöffnung (160) aufweist, welche eine Wartung des Wärmetauschers im Einbauzustand ermöglicht.
11. Wärmetauscher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Abgassammler (170) mit einer Abgasauslassöffnung (170a),
dadurch gekennzeichnet, dass der Abgassammler derart angeordnet ist, dass die Abgasauslassöffnung einen Anschlussquerschnitt aufweist, der den Anschluss einer Abgasleitung (171) im Wesentlichen parallel zu den Glasrohren (130) ermöglicht.
12. Wärmetauscher (100) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abgassammler (170) derart ausgebildet ist, dass er alternativ in einer zu der in dem vorhergehenden Anspruch um 180 Grad versetzten Position montiert werden kann.
13. Wärmetauscher (100) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abgassammler (170) in Einbaulage unterhalb des Wärmetauschers (100) angeordnet ist.
14. Wärmetauscher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der beiden Rohrböden (200), vorzugsweise beide Rohrböden, als Metallplatte (210) ausgebildet ist, wobei die Metallplatte abschnittsweise oder vollständig mit Kunststoff (220) beschichtet ist.
15. Wärmetauscherbaureihe, umfassend zwei oder mehrere Wärmetauscher (300, 400) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit unterschiedlichen Leistungsklassen, wobei die Wärmetauscher Rohrböden und Glasrohre aufweisen,
dadurch gekennzeichnet, dass
- alle Wärmetauscher der Baureihe übereinstimmende Rohrböden (311, 411) aufweisen und
 - sich die Wärmetauscher unterschiedlicher Leistungsklassen durch die Länge der Glasrohre (330, 430) unterscheiden.
16. Wärmetauscherbaureihe nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Wärmetauscher einer höheren Leistungsklasse (500) als Anordnung von zwei vorzugsweise gleichen Wärmetauschern einer niedrigeren Leistungsklasse ausgebildet ist.

Claims

1. Heat exchanger (100), comprising
- a plurality of glass tubes (130), preferably disposed essentially parallel with one another, through which a fluid is able to flow,
 - a first tube base (111) with orifices (111a) into which the glass tubes are fitted by a first end,
 - a second tube base (121) with orifices into which the glass tubes are fitted by a second end,
 - and at least one of the two tube bases (111, 121), preferably both tube bases, is respectively made from plastic,
- characterised in that** one, two or several bar-shaped reinforcing elements (140) extend respectively from a fixing point on the first tube base to a fixing point on the second tube base, preferably essentially parallel with the glass tubes, and are affixed to the tube bases in such a way that they prevent a deformation of the tube bases or parts thereof, at least in certain sections, in particular a flexing or outward cambering in the longitudinal direction of the glass tubes,
- and at least one tube base (111, 121), preferably both tube bases, has a tube base cover (112, 122) on its side facing away from the glass tubes (130), which is joined to the tube base in such a way that a cavity is formed between the tube base and the tube base cover which establishes a fluid connection with the glass tubes (130), and the cavity is divided into a first and a second cavity section by means of a dividing element (115) between the tube base (111) and the tube base cover (112), and the first cavity section establishes a fluid connection to a first group (130a) of the glass tubes and the second cavity section establishes a fluid connection to a second group (130b) of the glass tubes.
2. Heat exchanger (100) as claimed in the preceding claim,
characterised in that the bar-shaped reinforcing element (140) is disposed centrally between the two tube bases (111, 121).
3. Heat exchanger (100) as claimed in one of the preceding claims,
characterised in that several bar-shaped reinforcing elements (140) are disposed in a uniform distribution between the two tube bases (111, 121).
4. Heat exchanger (100) as claimed in one of the preceding claims,
characterised in that the tube base cover (112) has a first connector fitting for connecting the first cavity section to a fluid intake (181) and a second connector fitting for connecting the second cavity section to a fluid discharge (182).
5. Heat exchanger (100) as claimed in one of the preceding claims,
characterised in that the first cavity section is disposed above the second cavity section in the fitted position.
6. Heat exchanger (100) as claimed in one of the preceding claims,
characterised in that the first group (130a) comprises fewer glass tubes than the second group (130b).
7. Heat exchanger (100) as claimed in one of the preceding claims,
characterised in that at least one of the two tube bases (111, 121, 511), preferably both tube bases, has respectively a groove (111d, 511d, 511e) disposed in an outer peripheral region of its side facing the glass tubes for receiving a heat exchanger housing (150, 550).
8. Heat exchanger (100) as claimed in the preceding claim,
characterised in that the heat exchanger housing (150) is provided in the form of a housing metal plate bent in a U-shaped arrangement.
9. Heat exchanger (100) as claimed in one of the two preceding claims,
characterised in that the heat exchanger housing (150) is secured between the tube bases by one, two or more tensioning elements (190), preferably tensioning straps or tensioning rods, connecting the tube bases (111, 121),
10. Heat exchanger (100) as claimed in one of the three preceding claims,
characterised in that the heat exchanger housing (150) has a closable inspection orifice (160) which enables the heat exchanger to be serviced in the fitted state.
11. Heat exchanger (100) as claimed in one of the preceding claims,
comprising a discharge gas collector (170) with a discharge gas outlet orifice (170a),
characterised in that the discharge gas collector is disposed in such a way that the discharge gas outlet orifice has a connector fitting cross-section which enables a discharge gas pipe (171) to be connected essentially parallel with the glass tubes (130).
12. Heat exchanger (100) as claimed in the preceding claim,
characterised in that the discharge gas collector (170) is designed so that it can be fitted as an alter-

native in a position offset by 180 degrees from that claimed in the preceding claim.

13. Heat exchanger (100) as claimed in one of the two preceding claims, **characterised in that** the discharge gas collector (170) is disposed underneath the heat exchanger (100) in the fitted position.
14. Heat exchanger (100) as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the two tube bases (200), preferably both of the tube bases, is provided in the form of a metal plate (210), and the metal plate is coated with plastic (220) in certain regions or entirely.
15. Heat exchanger series, comprising two or more heat exchangers (300, 400) as claimed in one of the preceding claims, with different power ratings, which heat exchangers have tube bases and glass tubes, **characterised in that**
- all the heat exchangers in the series have matching tube bases (311, 411) and
 - the heat exchangers of different power ratings differ due to the length of the glass tubes (330, 430).
16. Heat exchanger series as claimed in the preceding claim, **characterised in that** at least one heat exchanger of a higher power rating (500) is provided in the form of an arrangement of two preferably identical heat exchangers of a lower power rating.

Revendications

1. Echangeur de chaleur (100) comprenant
- une pluralité de tubes de verre (130) pouvant être traversés par un fluide, disposés de préférence essentiellement de manière parallèle les uns par rapport aux autres,
 - une première plaque tubulaire (111) dotée d'ouvertures (111a), dans lesquelles les tubes de verre sont introduits par une première extrémité,
 - une deuxième plaque tubulaire (121) dotée d'ouvertures, dans lesquelles les tubes de verre sont introduits par une deuxième extrémité,
 - sachant qu'au moins une des deux plaques tubulaires (111, 121), de préférence les deux plaques tubulaires, est ou sont réalisée(s) en matière plastique,

caractérisé en ce qu'un, deux ou plusieurs élé-

ments de renforcement (140) présentant une forme de barre s'étendent respectivement depuis un emplacement de fixation au niveau de la première plaque tubulaire en direction d'un emplacement de fixation au niveau de la deuxième plaque tubulaire, de préférence essentiellement de manière parallèle par rapport aux tubes de verre, et sont fixés au niveau des plaques tubulaires de telle manière qu'ils minimisent au moins par endroits, une déformation des plaques tubulaires ou de parties de celles-ci, en particulier un cintrage ou un bombement dans la direction longitudinale des tubes de verre, et **en ce qu'**au moins une plaque tubulaire (111, 121), de préférence deux plaques tubulaires, présente sur son côté opposé aux tubes de verre (130) un couvercle de plaque tubulaire (112, 122), qui est relié à la plaque tubulaire de telle manière qu'une cavité est réalisée entre la plaque tubulaire et le couvercle de plaque tubulaire, laquelle cavité est en liaison fluïdique avec les tubes de verre (130), sachant que la cavité est divisée, au moyen d'un élément de séparation (115), entre la plaque tubulaire (111) et le couvercle de plaque tubulaire (112), en une première section de cavité et en une deuxième section de cavité, sachant que la première section de cavité est en liaison fluïdique avec un premier groupe (130a) des tubes de verre et que la deuxième section de cavité est en liaison fluïdique avec un deuxième groupe (130b) des tubes de verre.

2. Echangeur de chaleur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'élément de renforcement (140) présentant une forme de barre est disposé de manière centrale entre les deux plaques tubulaires (111, 121).
3. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs éléments de renforcement (140) présentant une forme de barre sont répartis de manière homogène entre les deux plaques tubulaires (111, 121).
4. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le couvercle de plaque tubulaire (112) présente un premier raccord servant à relier la première section de cavité à une arrivée de fluide (181) et un deuxième raccord servant à relier la deuxième section de cavité à une évacuation de fluide (182).
5. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première section de cavité est disposée dans une position d'installation au-dessus de la deuxième section de cavité.

6. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier groupe (130a) comprend un nombre inférieur de tubes de verre par rapport à celui du deuxième groupe (130b). 5
7. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une des deux plaques tubulaires (111, 121, 511), de préférence les deux plaques tubulaires, présente ou présentent une rainure (111d, 511d, 511e) réalisée dans une zone de bord extérieure de son côté tourné vers les tubes de verre et servant à recevoir un boîtier d'échangeur de chaleur (150, 550). 10
8. Echangeur de chaleur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le boîtier d'échangeur de chaleur (150) est réalisé sous la forme d'une tôle de boîtier coudée de manière à présenter une forme en U. 15
9. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier d'échangeur de chaleur (150) est fixé, entre les plaques tubulaires, par un, deux ou plusieurs éléments de traction (190) reliant les plaques tubulaires (111, 121), de préférence par des bandes de traction ou des tiges de traction. 20
10. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des trois revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier d'échangeur de chaleur (150) présente une ouverture de maintenance (160) pouvant être fermée, laquelle permet un entretien de l'échangeur de chaleur à l'état monté. 25
11. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un collecteur de gaz d'échappement (170) doté d'une ouverture d'évacuation des gaz d'échappement (170a), **caractérisé en ce que** le collecteur de gaz d'échappement est disposé de telle manière que l'ouverture d'évacuation de gaz d'échappement présente une section transversale de raccordement, qui permet le raccordement d'une conduite de gaz d'échappement (171) essentiellement de manière parallèle par rapport aux tubes de verre (130). 30
12. Echangeur de chaleur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le collecteur de gaz d'échappement (170) est réalisé de telle manière qu'il peut être monté en variante dans une position décalée de 180 degrés par rapport à la revendication précé- 35
- dente. 40
13. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le collecteur de gaz d'échappement (170) est disposé en position montée sous l'échangeur de chaleur (100). 45
14. Echangeur de chaleur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une des deux plaques tubulaires (200), de préférence les deux plaques tubulaires, est réalisée sous la forme d'une plaque métallique (210), sachant que la plaque métallique est recouverte par endroits ou en totalité d'une matière plastique (220). 50
15. Série d'échangeurs de chaleur, comprenant deux ou plusieurs échangeurs de chaleur (300, 400) selon l'une quelconque des revendications précédentes, présentant diverses classes de puissance, sachant que les échangeurs de chaleur présentent des plaques tubulaires et des tubes de verre, **caractérisée en ce que**
- tous les échangeurs de chaleur de la série présentent des plaques tubulaires (311, 411) similaires, et
 - les échangeurs de chaleur relevant de diverses classes de puissance se distinguent par la longueur des tubes de verre (330, 430).
16. Série d'échangeurs de chaleur selon la revendication précédente, **caractérisée en ce qu'**au moins un échangeur de chaleur relevant d'une classe de puissance supérieure (500) est réalisé sous la forme d'un ensemble de deux échangeurs de chaleur de préférence identiques relevant d'une classe de puissance inférieure. 55

Fig. 1

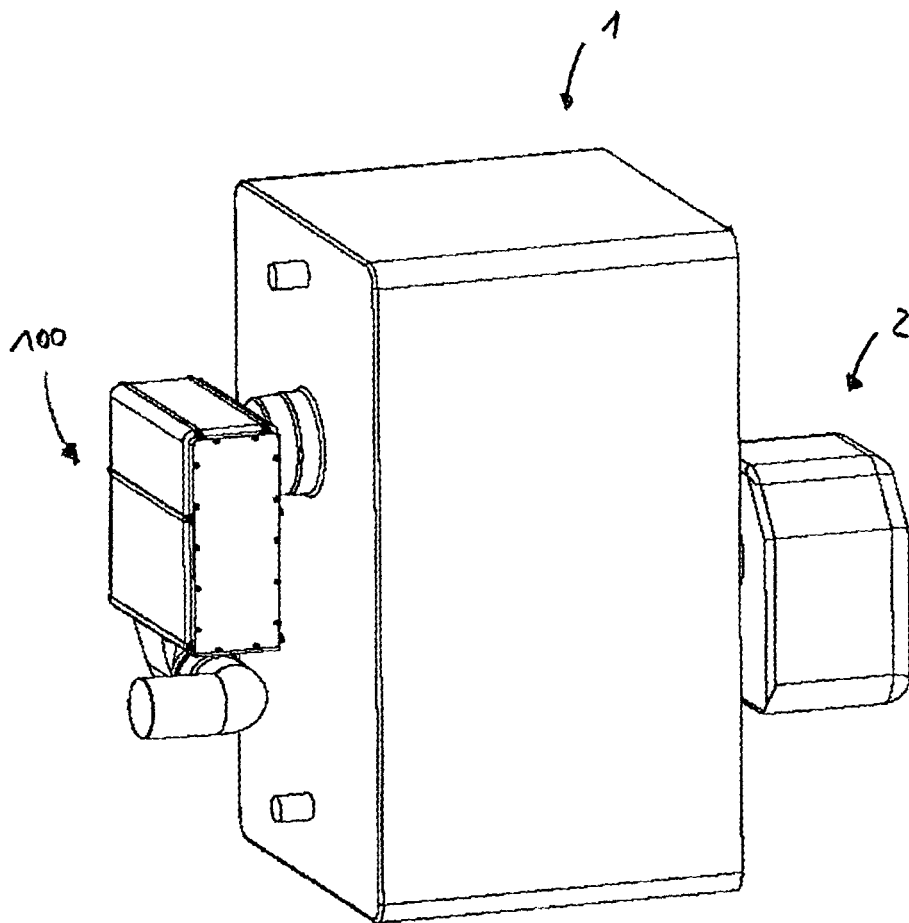
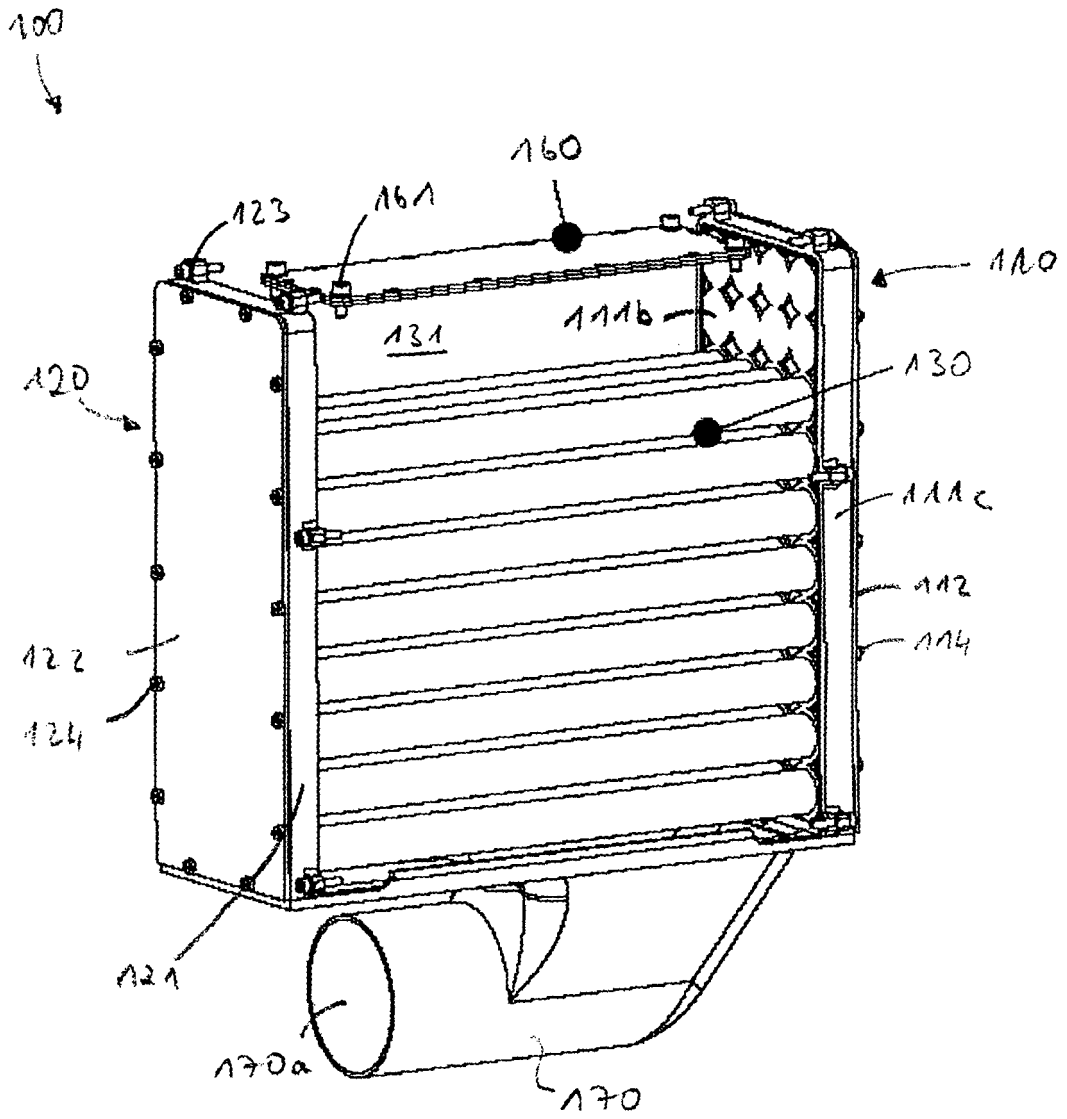


Fig. 2



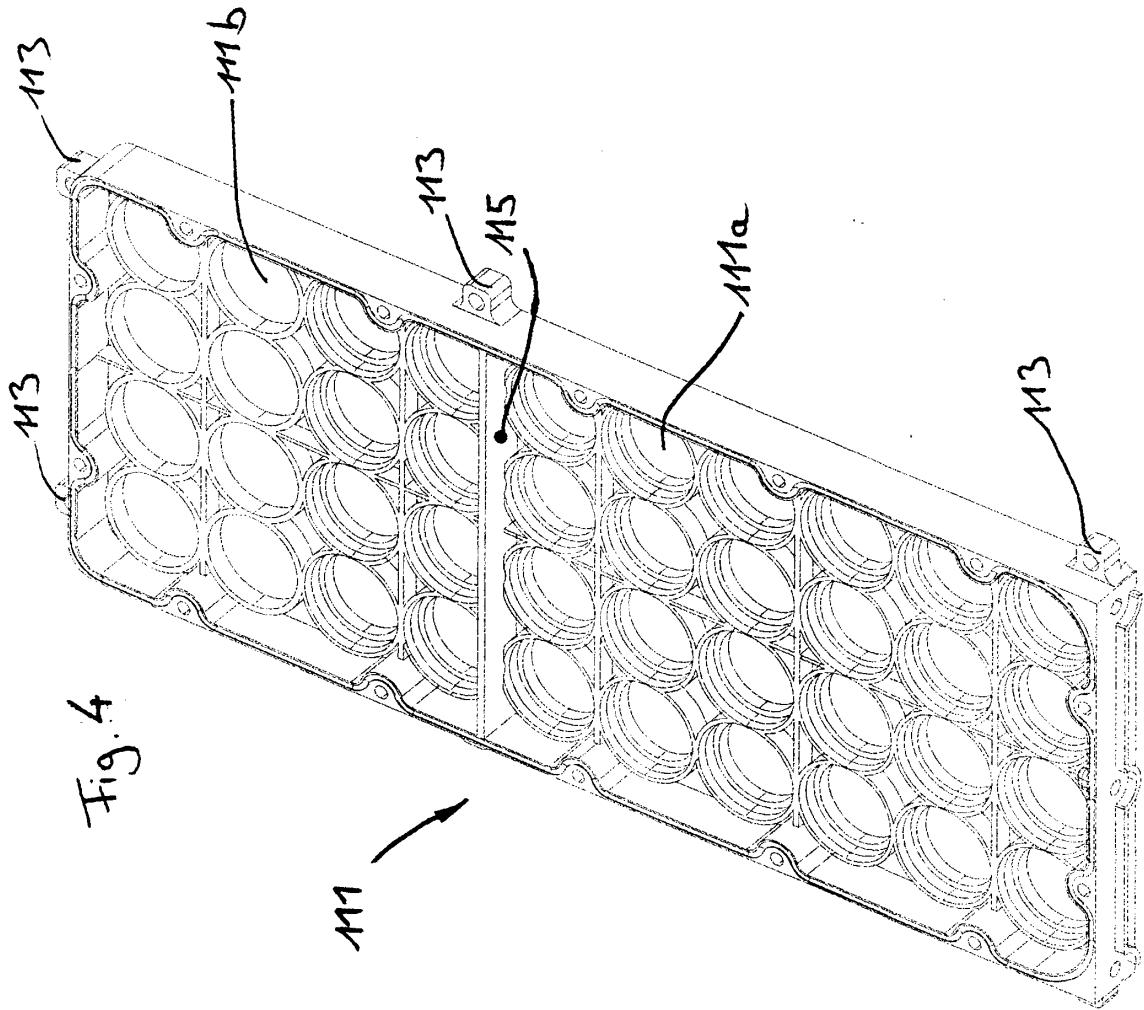
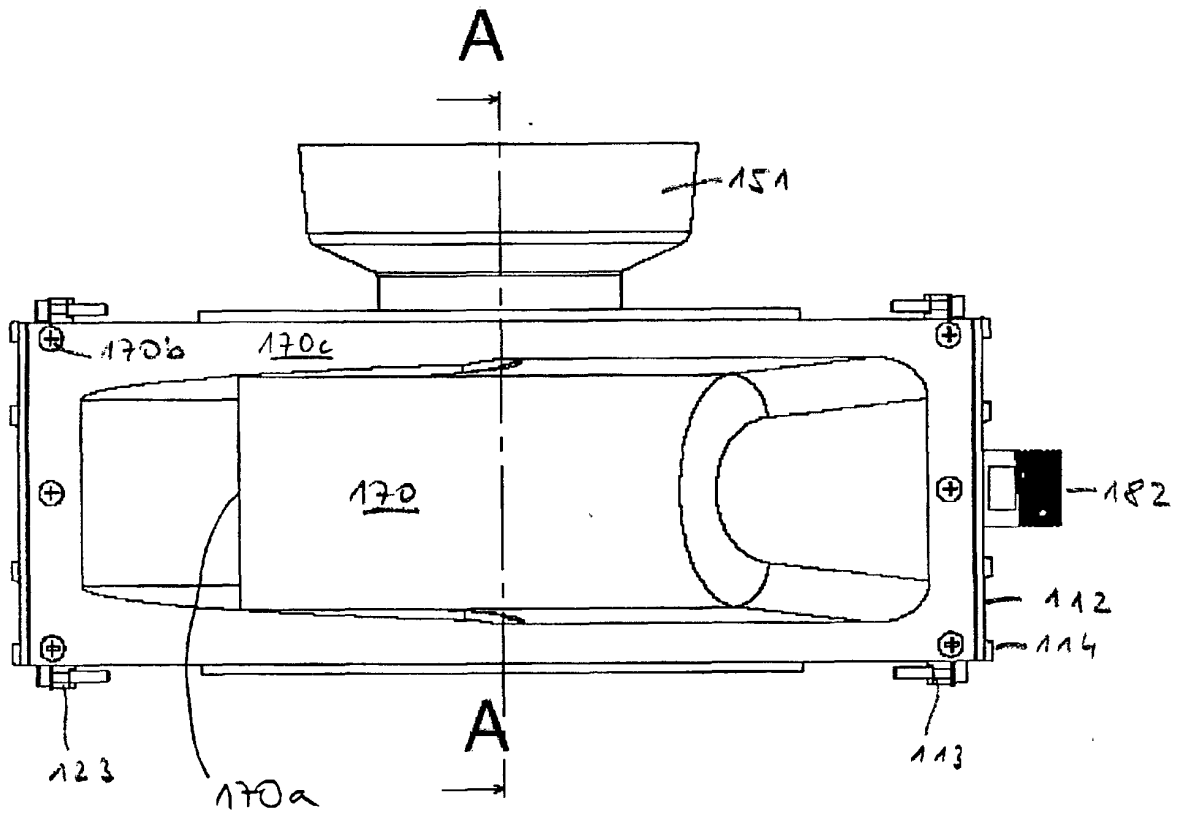


Fig. 4

Fig. 5



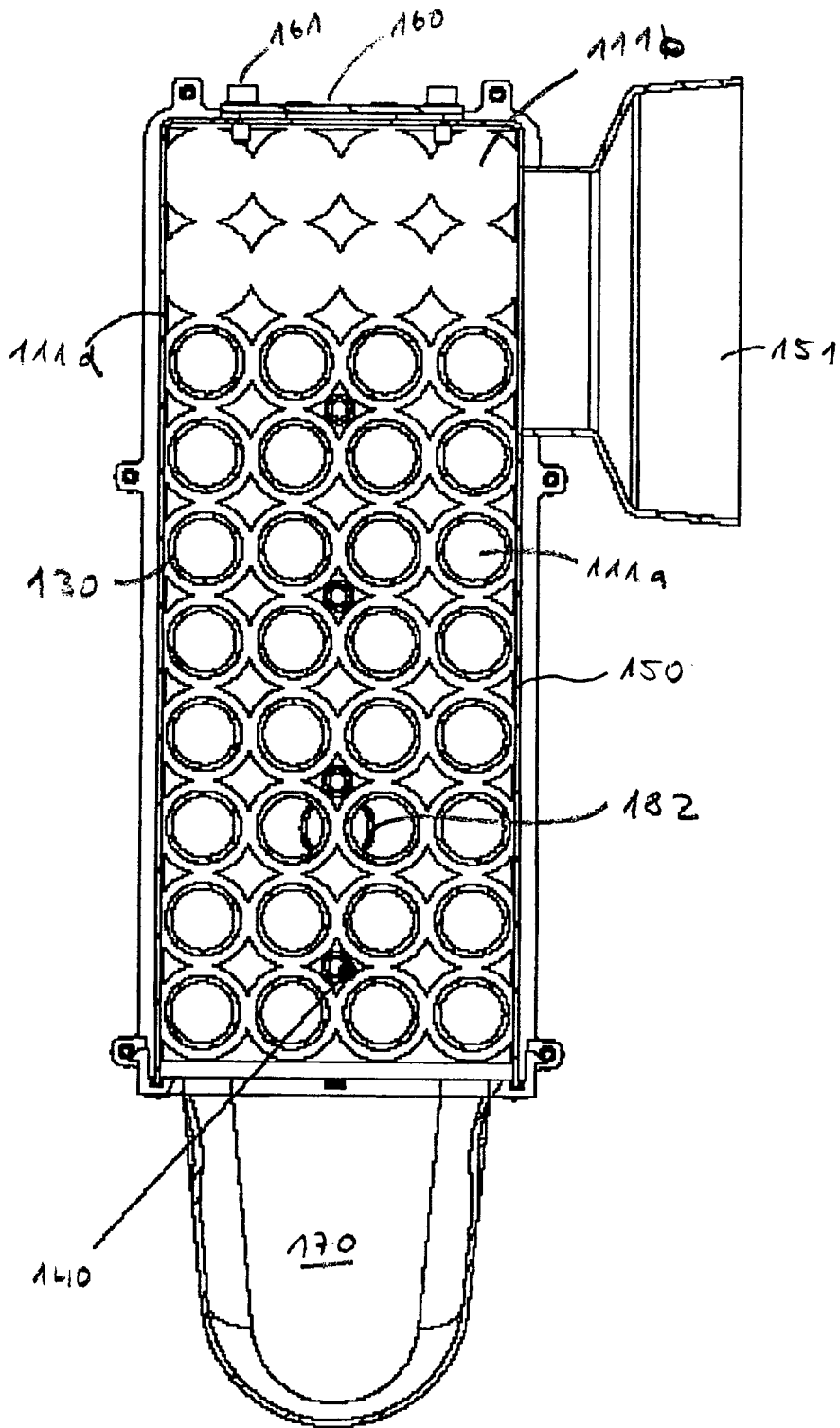


Fig. 6

Fig. 7

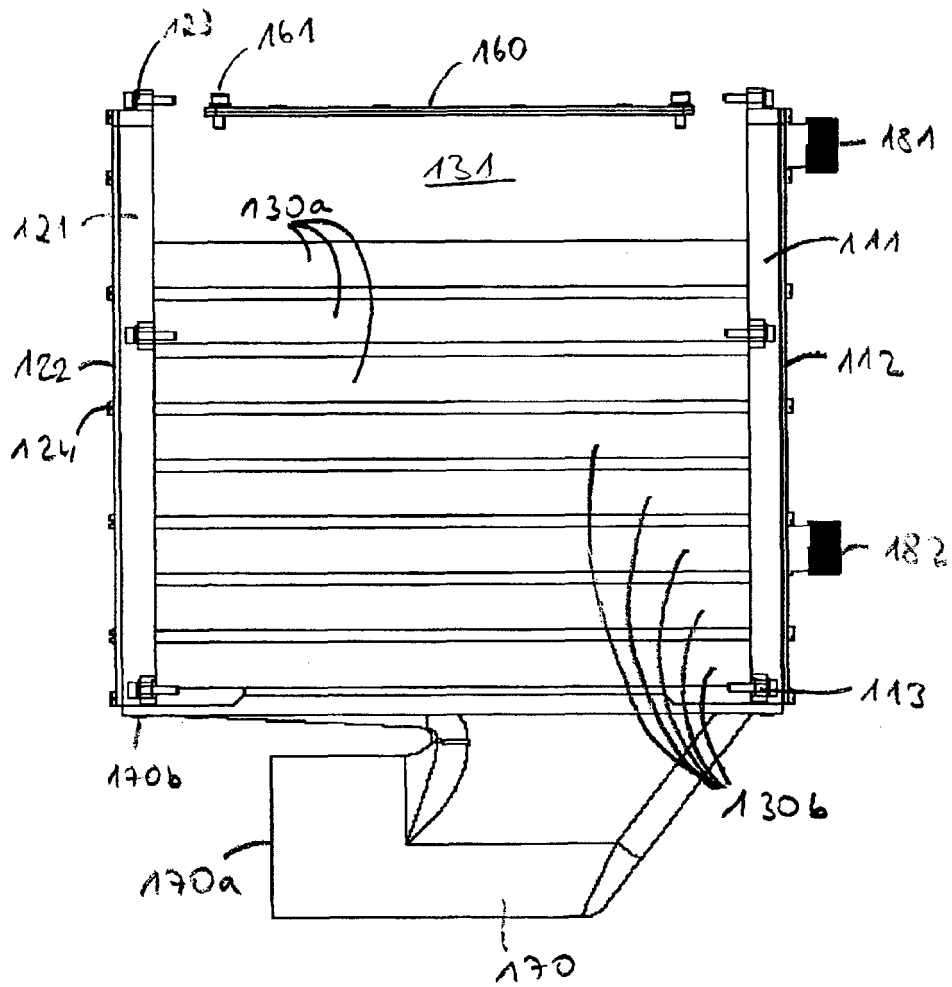


Fig. 8

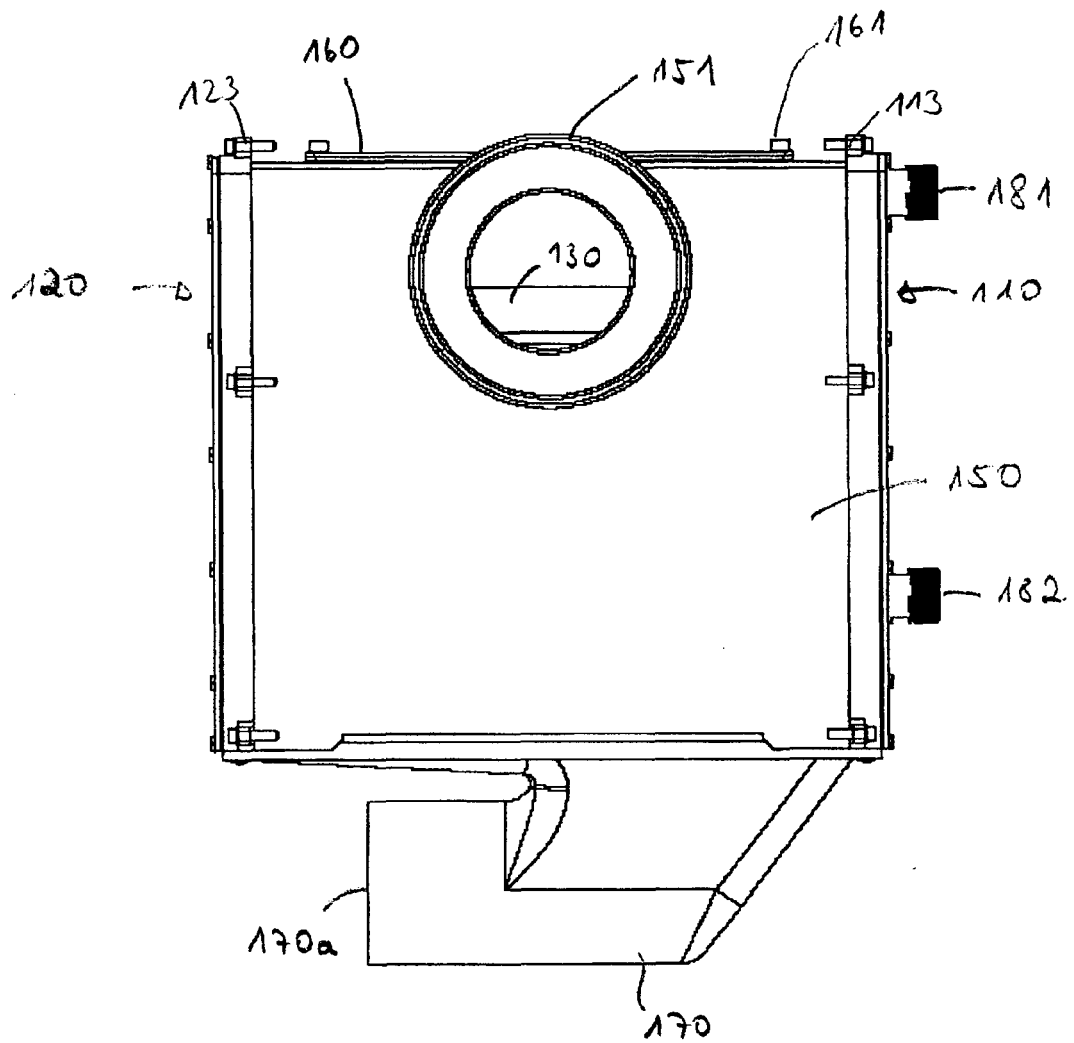


Fig. 9

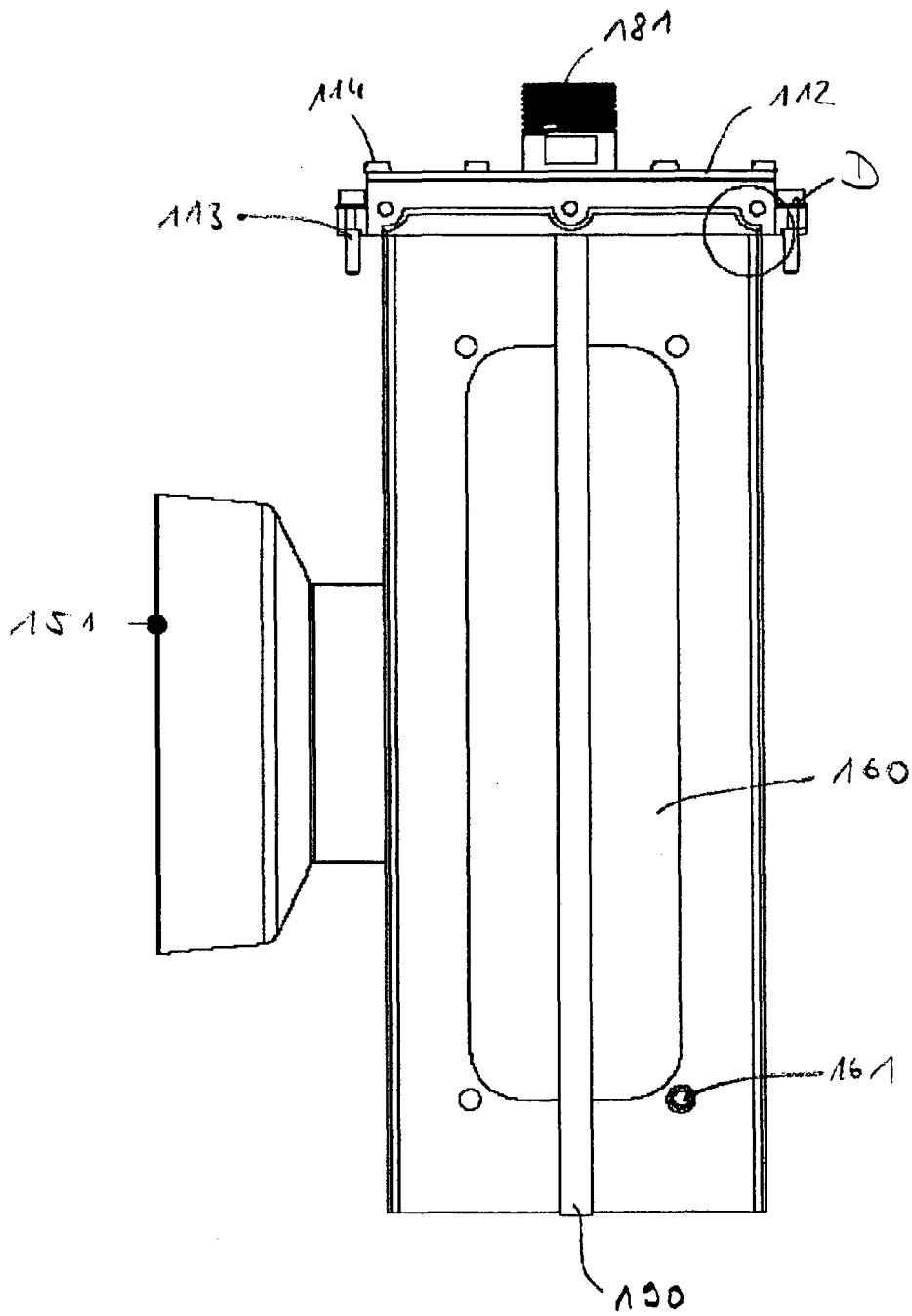


Fig. 10

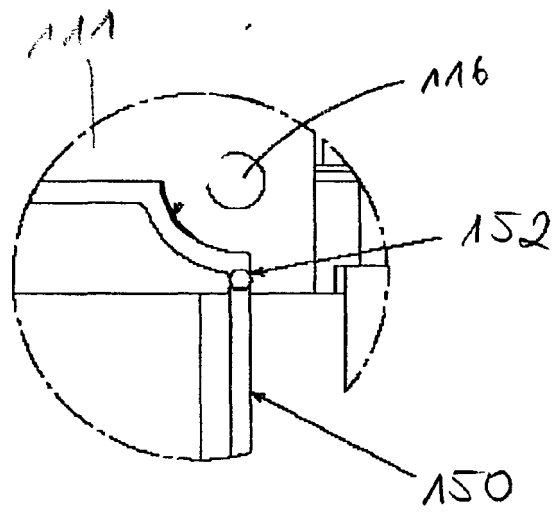


Fig. 11

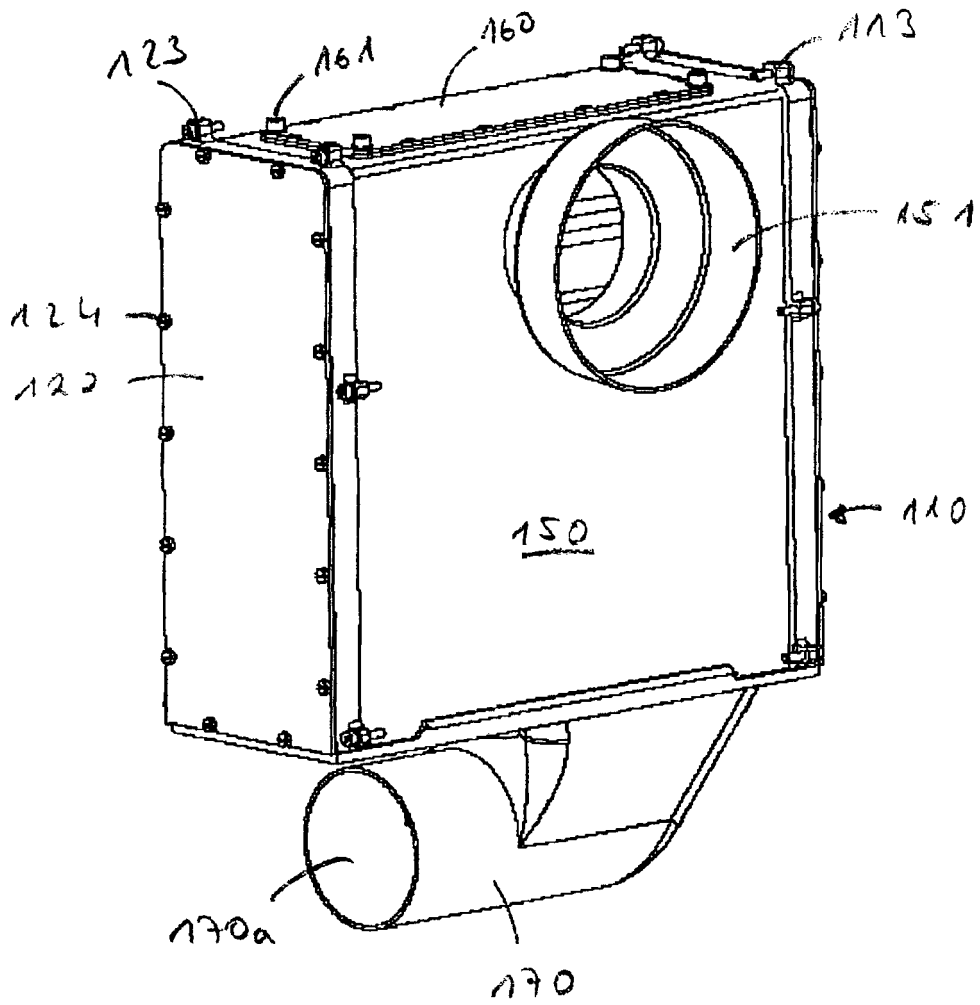


Fig. 12

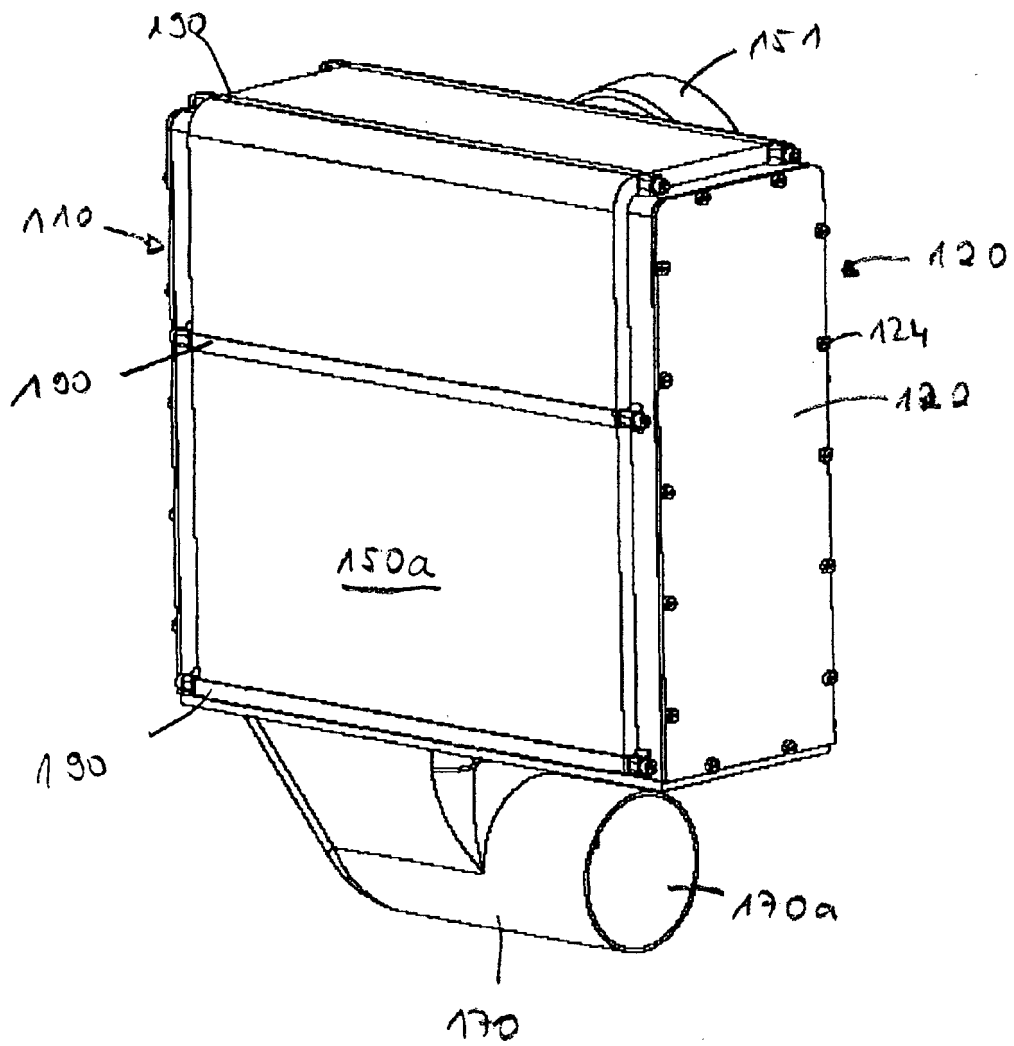


Fig. 13

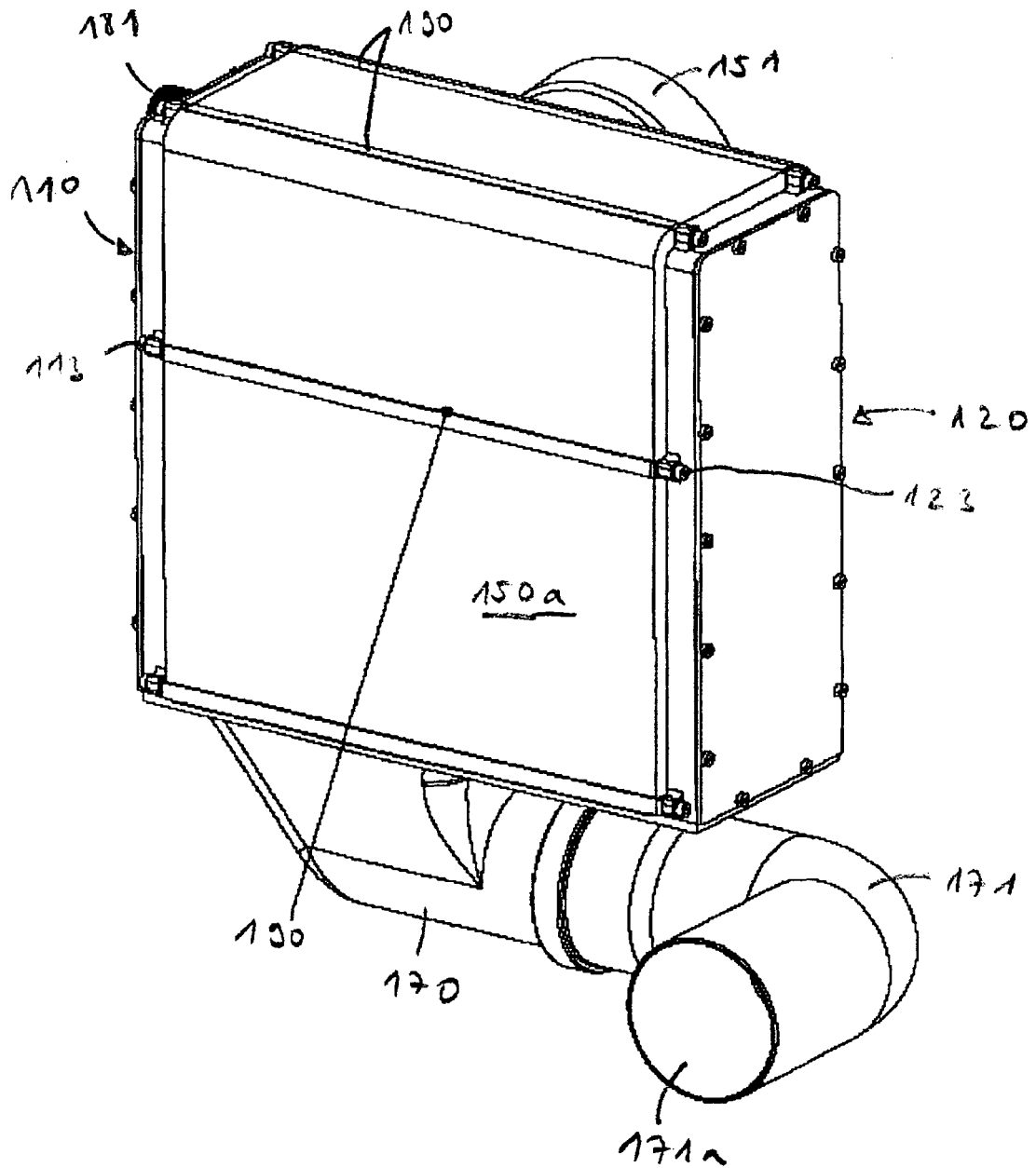


Fig. 14

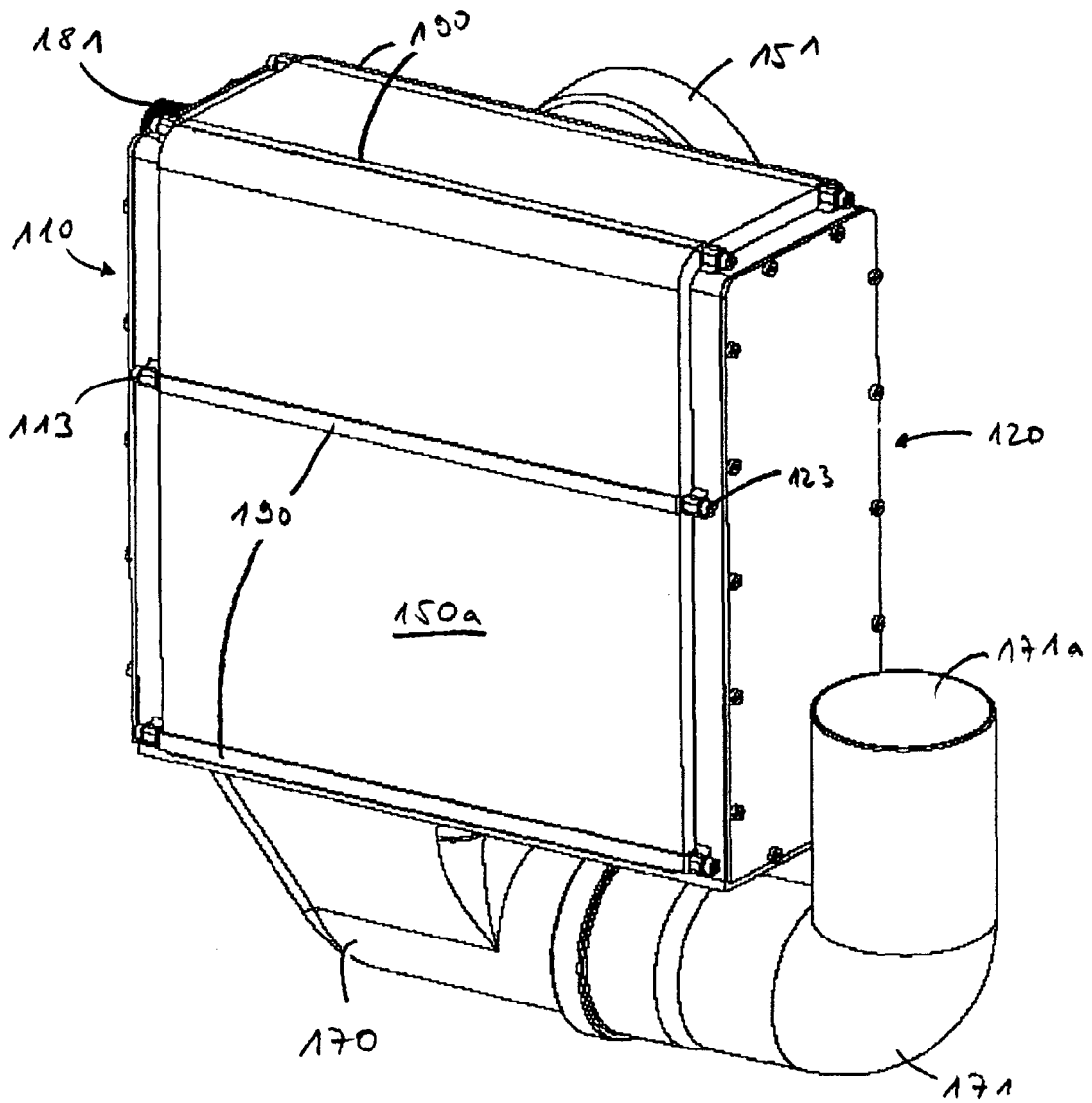


Fig. 15

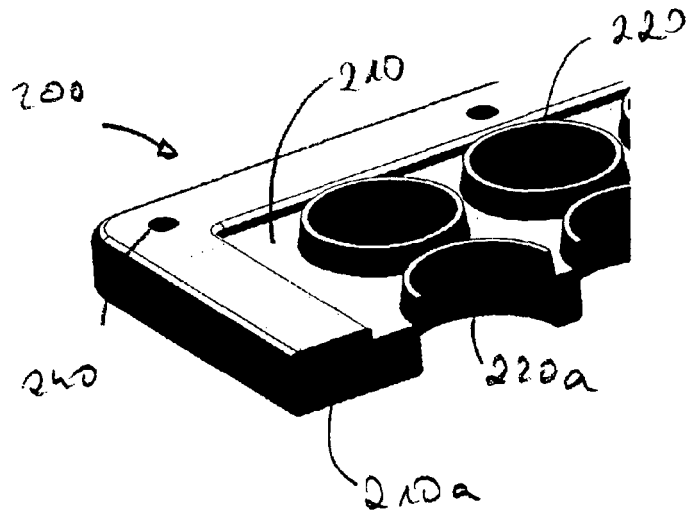


Fig. 16

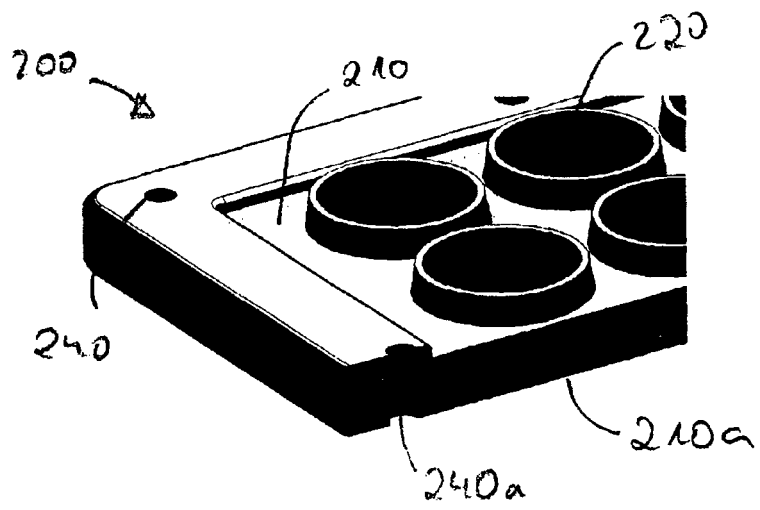


Fig. 17

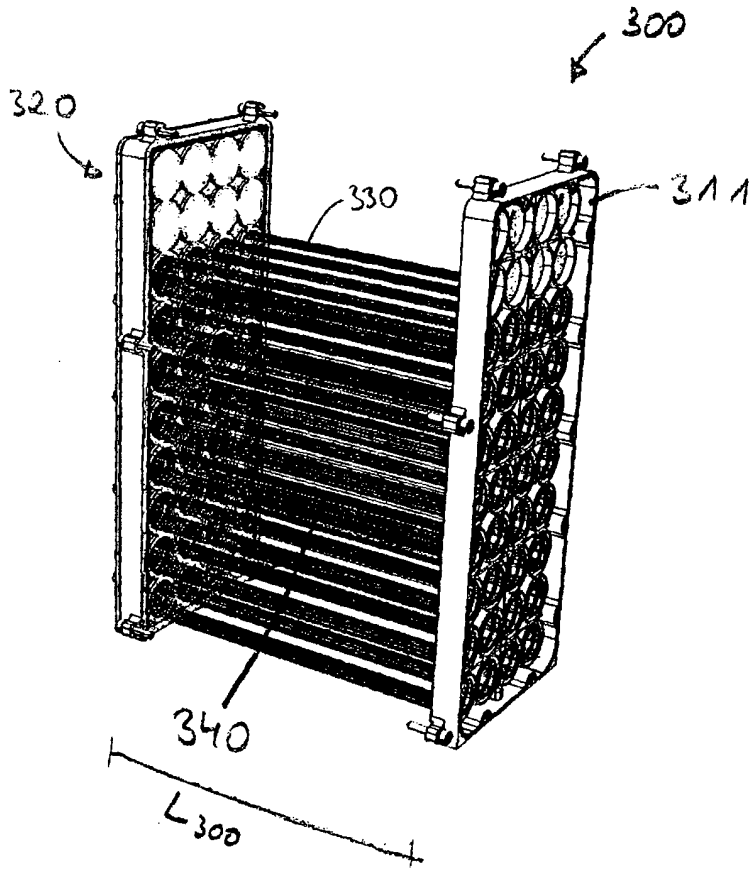


Fig. 18

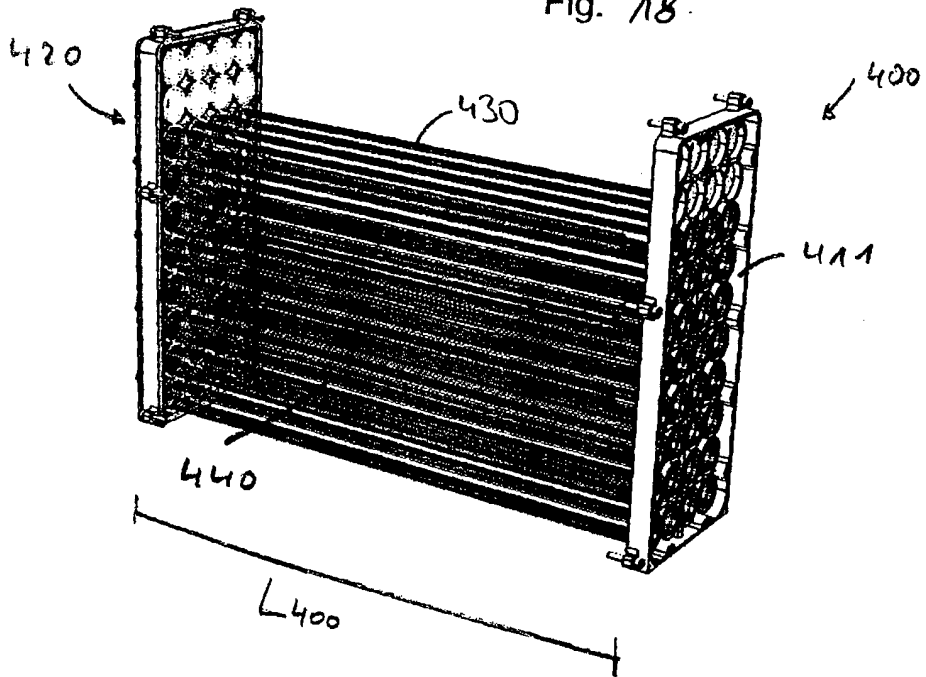


Fig. 19

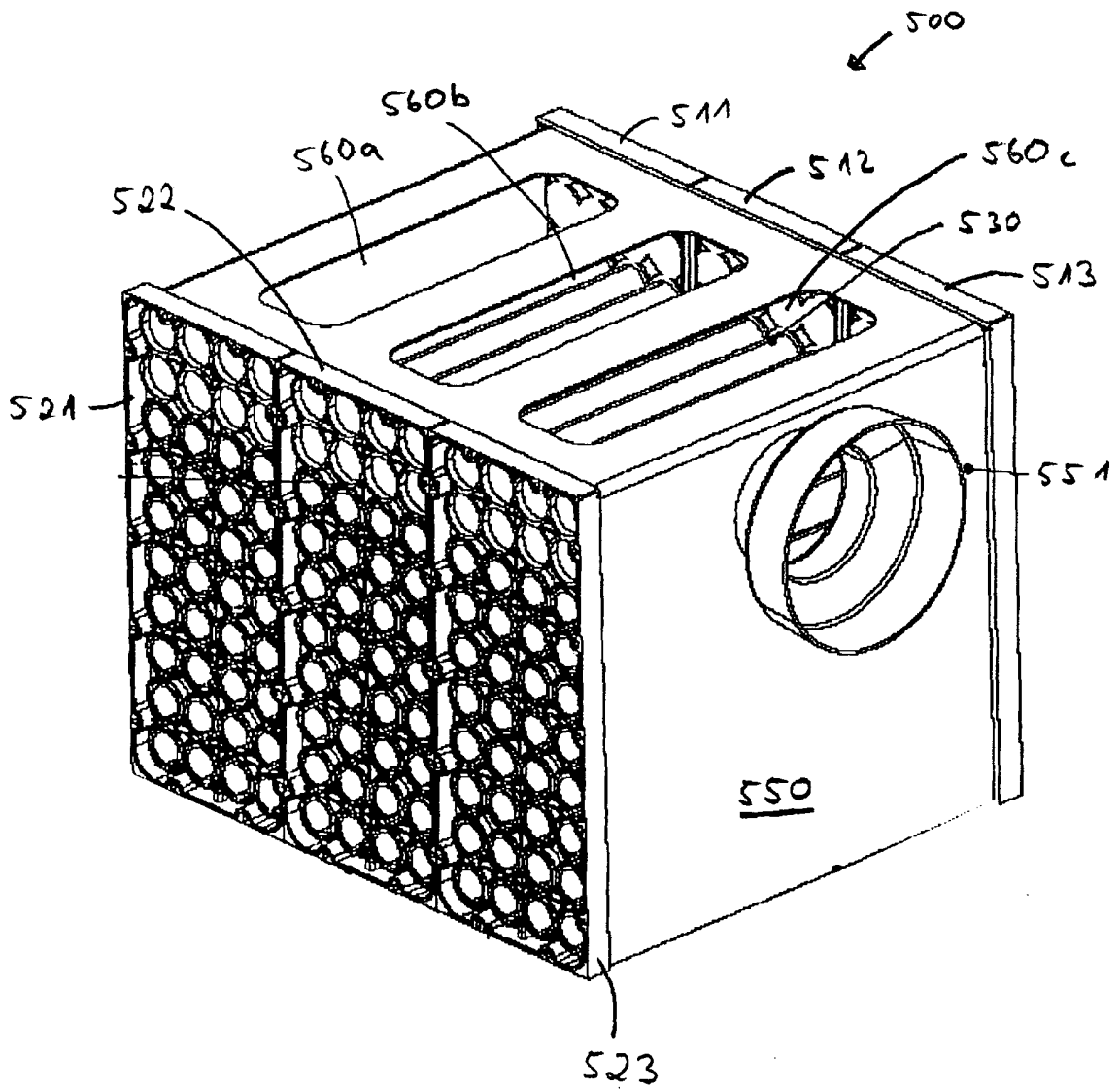
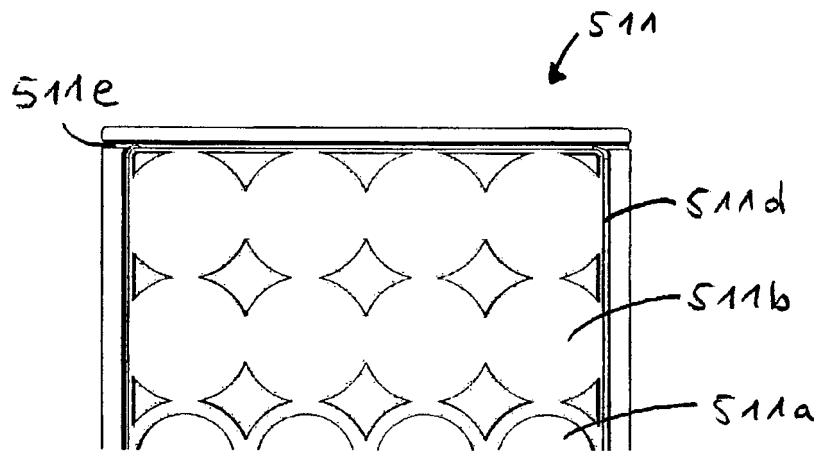


Fig.20



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 2610817 A1 [0005]
- DE 7724169 U1 [0005]
- EP 0135188 B1 [0005] [0006] [0008]
- US 4513814 A [0005] [0006] [0008]
- DE 3139794 C2 [0009] [0010]