



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2011 Patentblatt 2011/17

(51) Int Cl.:
F24H 1/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10187408.9**

(22) Anmeldetag: **13.10.2010**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Posch, Heribert**
83627 Warngau (DE)

(74) Vertreter: **Alber, Norbert et al**
Hansmann & Vogeser
Patent- und Rechtsanwälte
Albert-Roßhaupter-Straße 65
81369 München (DE)

(30) Priorität: **23.10.2009 DE 102009050507**

(71) Anmelder: **Posch, Heribert**
83627 Warngau (DE)

(54) **Feststoff-Brennvorrichtung mit Wärmetauscher zur Wärmeübertragung an einen Flüssigkeits-Kreislauf**

(57) Feststoff-Brennvorrichtung, bei der das Risiko der dauerhaften Ablagerung von Verbrennungsrückständen an den Wärmetauscherelementen stark verringert ist trotz einfachem und kostengünstigem Aufbau der Brennvorrichtung, mit Wärmetauscher zur Wärmeübertragung an einen Flüssigkeitskreislauf, mit einem Brennrost zum Auflegen eines festen Brennstoffes, insbesondere Holz, einer Rauchgas-Abführung vom Hauptbrennraum oberhalb des Brennrostes durch den Brennrost nach unten in eine Nachbrennkammer, einem Wärmetauscher mit mehreren Wärmetauscherelementen der von den Rauchgasen durchströmt wird und die Wärme an den Flüssigkeitskreislauf überträgt, insbesondere entlang der Seitenwände angeordnet ist, wobei die Wärmetauscherelemente, insbesondere Wärmetauscherrippen, über weniger als 30 %, insbesondere weniger als 20 %, insbesondere weniger als 15 %, ihrer Fläche in körperlichem Kontakt mit dem Flüssigkeit führenden Teil des Wärmetauschers stehen.

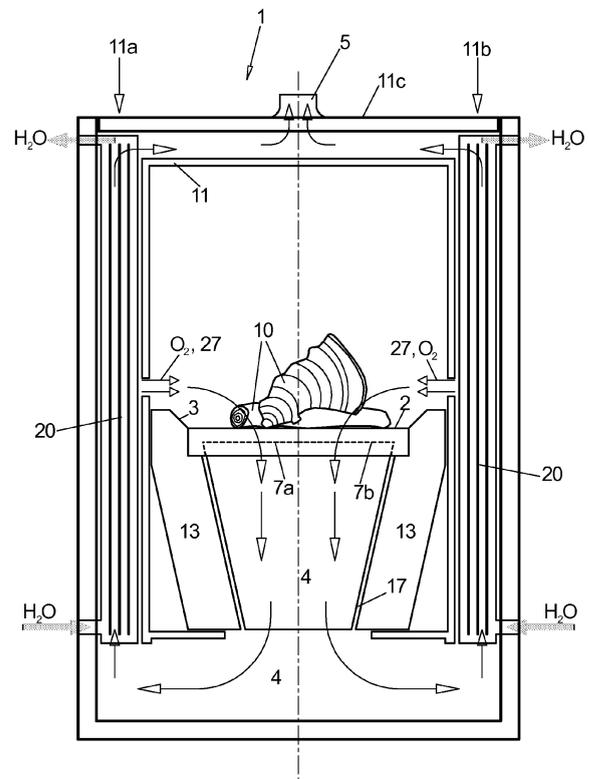


Fig. 1a

Beschreibung

I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Feststoff-Brennvorrichtung, die einen Wärmetauscher zur Wärmeübertragung an einen Flüssigkeitskreislauf aufweist.

II. Technischer Hintergrund

[0002] Derartige Brennstoffvorrichtungen werden beispielsweise benutzt, um die Zentralheizung eines Wohnhauses mit Festbrennstoff, beispielsweise Holz, zu betreiben.

[0003] Die von der Brennvorrichtung erzeugte Wärme wird über den Wärmetauscher und den Flüssigkeitskreislauf einem flüssigkeitsgefüllten Wärmespeicher zugeführt, von dem aus die Verbraucher - beispielsweise Fußbodenheizung, Warmwasserverbrauchsstellen, etc. - ihre Wärmeenergie holen.

[0004] Damit eine solche Brennvorrichtung über längere Zeit ohne Beaufsichtigung brennen kann, ist oberhalb des Brennrostes, auf dem sich das Glutbett bildet, der Raum der Vorbrennkammer nach oben stark vergrößert, und dient gleichzeitig als Brennstoffvorratsraum, in den bis zu 1 m³ Festbrennstoff auf einmal eingefüllt werden können, wenn es sich beispielsweise um Scheitholz handelt.

[0005] Indem die Primärluftzufuhr nur knapp oberhalb des Brennrostes erfolgt, bildet sich nur dort ein Glutbett aus, während die höher liegenden Bereiche im Brennstoffvorratsraum durch den Abbrand zwar erwärmt werden, aber nicht vollständig in Brand geraten.

[0006] Der Abbrand, also die Rauchgasführung, erfolgt üblicherweise von dem Vorbrennraum durch den Brennrost hindurch nach unten in den Nachbrennraum, wo die Nachverbrennung der Rauchgase stattfindet, meist mit Hilfe der dort oder im Bereich des Brennrostes zugeführten Sekundärluft.

[0007] Diese nach unten geführten Brenngase werden anschließend durch die Rippen eines Wärmetauschers geleitet, der meist großflächig in den Seitenwänden des Gehäuses der Brennvorrichtung untergeordnet ist. Dort strömen die Rauchgase von unten nach oben durch den Wärmetauscher zum Kamin, und übertragen dabei einen Großteil ihrer Wärme auf den Flüssigkeitskreislauf, der die Wärmetauscherelemente z. B. auf den Außenseiten umströmt. Häufig werden als Wärmetauscherelemente Rohre verwendet, sodass durch das Innere der Rohre die Rauchgase strömen und diese Rohre auf der Außenseite von der Flüssigkeit des Wärmetauscherkreislaufs umströmt werden oder umgekehrt.

[0008] Dabei gibt es ein massives Problem der Ablagerung von Verbrennungsrückständen an den Wärmetauscherelementen auf der rauchgasdurchströmten Seite:

Diese Ablagerungen enthalten unter anderem Teer

und haften äußerst fest an der Oberfläche der Wärmetauscherelemente, sodass diese nach kurzer Zeit von einer dicken Schicht bedeckt sind, was zum einen den Wärmeübergang verschlechtert, vor allem aber den Durchtrittsquerschnitt für das Rauchgas immer weiter verringert, bis die Rauchgase nicht mehr ausreichend schnell abziehen können und damit die gesamte Brennvorrichtung nicht mehr funktioniert.

[0009] Da dies sehr schnell geht, wurden Vorrichtungen vorgeschlagen, um die Ablagerung von Verbrennungsrückständen automatisch wieder zu beseitigen:

Beispielsweise wurden in den Wärmetauscherrohren helixförmige Federn angeordnet, die in den Rohren auf und ab bewegt werden können, und dadurch die Ablagerungen in den Rohren wieder durch Abkratzen beseitigen sollen.

[0010] Auch wurden Vorrichtungen vorgeschlagen, die durch automatisches Klopfen oder Schlagen an oder in den Wärmetauscherelementen die Ablagerungen lösen sollen, bzw. deren Festsetzen verhindern sollen.

[0011] Dabei handelt es sich jedoch allesamt um mechanische Lösungen, die einen hohen konstruktiven Aufwand bedeuten und mit der Zeit einem Verschleiß und einer Funktionsstörung unterliegen können, also ein hohes Störungspotential darstellen.

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

[0012] Es ist daher die Aufgabe gemäß der Erfindung, eine Brennvorrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, bei der das Risiko der dauerhaften Ablagerung von Verbrennungsrückständen an den Wärmetauscherelementen stark verringert ist trotz einfachem und kostengünstigem Aufbau der Brennvorrichtung.

b) Lösung der Aufgabe

[0013] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0014] Indem die Wärmetauscherelemente - im Folgenden ist ausschließlich von Wärmetauscherrippen die Rede, ohne die Erfindung hierauf zu beschränken - nur über einen geringen Anteil ihrer Fläche in körperlichem Kontakt mit der Flüssigkeit führenden Teil des Wärmetauschers (im Folgenden kurz Flüssigkeitsteil genannt) stehen, wird die Menge an Teerablagerungen drastisch reduziert.

[0015] Teerablagerungen erfolgen aufgrund einer durch schnellen Temperaturabfall bedingten Kondensation der in den Rauchgasen gasförmig oder dampfförmig vorhandenen Verbrennungsrückstände, da die auf der

Rückseite von der Flüssigkeit des Wärmetauschers durchströmten Bereiche der Wärmetauscherelemente eine sehr viel geringere Temperatur als die Rauchgase besitzen.

[0016] Wenn also beispielsweise die Wärmetauscherelemente Rohre sind, deren Inneres von kühler Flüssigkeit durchströmt wird, ist die gesamte Außenfläche der Rohre, die von den Rauchgasen beströmt wird, aufgrund des vollflächigen Kontaktes mit der kühlen Flüssigkeit annähernd auf dem Temperaturniveau der Flüssigkeit.

[0017] Dadurch finden Kondensation und Ablagerungen auf der gesamten Oberfläche der Wärmetauscherröhre oder -elemente, die den Rauchgasen zugewandt sind, statt.

[0018] Bei den erfindungsgemäßen Wärmetauscherrippen sind diese nur über einen geringen Querschnittsbereich in körperlichen Kontakt mit dem Flüssigkeitsteil des Wärmetauschers und nur in diesem geringen Teil beträgt die Temperatur der Wärmetauscherrippe annähernd der der kühleren Flüssigkeit.

[0019] Der restliche, weitaus größere, Teil der aus gut wärmeleitfähigem Material, in der Regel Metall, bestehenden Wärmetauscherrippen steht nicht in direktem körperlichen Kontakt mit dem kühlen Flüssigkeitsteil, sondern ist auf beiden Seiten von den heißen Rauchgasen beströmt und weist deshalb ein Temperaturniveau nahe der Temperatur der Rauchgase auf.

[0020] Dadurch werden sich an diesem heißen Teil der Wärmetauscherrippen kein Kondensat und keine Teerablagerungen niederschlagen oder zumindest sehr viel weniger als bei den bekannten Lösungen.

[0021] Natürlich bedingt dies einen relativ starken Temperaturgradienten innerhalb des Querschnittes der Wärmetauscherrippen im Betrieb der Brennvorrichtung. Durch Variation der Anzahl und Wandstärken Wärmetauscherrippen und Wärmeleitfähigkeit des Materials der Wärmetauscherrippen kann dennoch ein hoher Wirkungsgrad des Wärmetauschers sichergestellt werden.

[0022] Die Wärmetauscherrippen bestehen vorzugsweise aus gekantetem Blechmaterial, beispielsweise in einer U- oder V-Form, und sind mit der Außenseite ihres verbindenden Zwischenschenkels an der insbesondere ebenen Außenseite des von der Flüssigkeit durchströmten Teils des Wärmetauschers flächig befestigt, insbesondere verschweißt, z.B. MAG-verschweisst, verlötet oder verklebt.

[0023] Um das Temperaturniveau an den Wärmetauscherrippen möglichst konstant zu halten, auch in Phasen eines reduzierten oder gestoppten Abbrandes von Brennmaterial, ist auf der flüssigkeitsabgewandten Seiten der Wärmetauscherrippen und in möglichst geringem Abstand hierzu eine Verkleidung aus Wärme speicherndem Material, beispielsweise Schamotte oder Siliciumcarbid, angeordnet, die insbesondere gleichzeitig als Begrenzungsfläche für die Rauchgasführung im Wärmetauscher dient.

[0024] Diese Verkleidung aus Wärme speicherndem Material ist vorzugsweise auf der Gegenseite, also ihrer

vom Wärmetauscher abgewandten Rückseite, dem Hauptbrennraum und/oder dem Brennstoffvorratsraum und/oder dem Nachbrennraum zugewandt und erstreckt sich insbesondere über alle drei Bereiche und damit die gesamte Höhe der Brennvorrichtung.

[0025] Zwischen der Verkleidung aus Wärme speicherndem Material und dem Inneren der Brennvorrichtung kann eine weitere Abdeckung aus Stahlblech vorhanden sein.

[0026] Die Wärme speichernde Verkleidung bewirkt in Zeiten geringer Wärmezufuhr durch die Rauchgase auf die Wärmetauscherrippen, dass die Wärmetauscherrippen durch die von dem Wärme speichernden Material dann abgegebene Strahlungswärme dennoch im Wesentlichen auf der hohen Temperatur gehalten werden.

[0027] Zu diesem Zweck ist die in Abstrahlrichtung von der Wärme speichernden Verkleidung in Richtung Wärmetauscherrippen betrachtete Querschnittsfläche der Wärmetauscherrippen und insbesondere deren nicht mit dem Flüssigkeitsteil in Kontakt stehenden Teile möglichst groß zu wählen, weshalb bei U-förmig gekanteten Wärmetauscherrippen diese vorzugsweise mit zum freien Ende V-förmig auseinander laufenden Schenkeln gestaltet sind.

[0028] Natürlich können die Wärmetauscherrippen auch aus einfachen Platten bestehen, die mit einer Schmalseite an dem Flüssigkeitsteil befestigt sind, jedoch ist dann die Kontaktfläche zum Flüssigkeitsteil sehr gering und der Wirkungsgrad des Wärmetauschers wird verringert.

[0029] Die V-förmig auseinander laufenden Wärmetauscherrippen weisen ferner den Vorteil auf, dass sie - sofern sich im Inneren der Wärmetauscherrippen dennoch Ablagerungen bilden sollten - diese sehr leicht mechanisch gereinigt werden können indem ein Reinigungsdeckel oberhalb des Wärmetauschers abgenommen und mithilfe einer Bürste die Wärmetauscherrippen von oben nach unten abgebürstet werden, so dass Ablagerungen nach unten in den Nach-Brennraum hineinfallen.

[0030] Somit ergibt sich eine sehr einfache Herstellungsweise des Wärmetauschers dadurch, dass der flüssigkeitsdurchströmte Teil des Wärmetauschers ein rechteckiger, flacher Kasten sein kann, der die Außenwand des Wärmetauschers bildet, und von dessen einer Seite aus die U-förmigen oder V-förmigen, jeweils parallel von unten nach oben - entsprechend der Strömungsrichtung der Rauchgase verlaufenden - Wärmetauscherrippen mit ihrem mittleren Schenkel angelötet oder angeschweißt sind.

[0031] Eine Verbindung dieser metallischen Teile des Wärmetauschers zu der im geringen Abstand gegenüber den freien Enden der Wärmetauscherrippen angeordneten Wärme speichernden Verkleidung ist weder notwendig noch sinnvoll, denn diese beiden Teile weisen sehr unterschiedliches Dehnungsverhalten auf und sollten mechanisch nicht miteinander verbunden werden.

[0032] Der deshalb notwendigerweise vorhandene

Abstand zwischen den freien Enden der Wärmetauscherrippen einerseits und der Wärme speichernden Verkleidung andererseits soll aber möglichst gering gehalten werden, um dazwischen ein Hindurchströmen von Rauchgasen, die keinen Kontakt mit den Wärmetauscherrippen haben, möglichst gering zu halten und die Distanzverluste an Strahlungswärme von der Wärme speichernden Verkleidung auf die Wärmetauscherrippen ebenfalls möglichst gering zu halten.

c) Ausführungsbeispiele

[0033] Ausführungsformen gemäß der Erfindung sind im Folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: eine erste Variante der Brennvorrichtung im Höhenschnitt,

Fig. 2: eine zweite Variante im Höhenschnitt,

Fig. 3: die Brennvorrichtung in Explosionsdarstellung und in der Aufsicht von oben,

Fig. 4: den Wärmetauscher in vergrößerter Detaildarstellung im Querschnitt,

Fig. 5: eine Wärmetauscherrippe in Einzeldarstellung, und

Fig. 6: einen Temperaturverlauf.

[0034] Figur 1a zeigt im Höhenschnitt die Prinzipdarstellung einer gattungsgemäßen Brennvorrichtung 1 gemäß dem Stand der Technik.

[0035] Der Abbrand des Brennmaterials, beispielsweise von Holz 10 in Scheitform, erfolgt auf einem Brennrost 2.

[0036] Der Abbrand erfolgt dabei nach unten durch den Rost 2, da der Primärlufteinlass 27 sich oberhalb des Brennrostes 2, z. B. wie dargestellt in der Seitenwand 11a, b befindet, und durch den Brennrost 2 nach unten in den darunter angeordneten Nachbrennraum 4 geleitet werden und von dort in das untere offene Ende des Wärmetauschers 20, der jeweils in einer Seitenwand 11a, b und/oder der Rückwand der Brennvorrichtung 1 angeordnet ist und etwa auf Niveau des unteren Endes des Nachbrennraumes 4 liegt.

[0037] Die Rauchgase strömen dann in den Seitenwänden 11a, b durch die Wärmetauscher 20 nach oben, und werden am oberen Auslass des Wärmetauschers 20 im Gehäuse 11 der Brennvorrichtung 1 zu einer mitigen zentralen Rauchgasabführung 5 geleitet.

[0038] In Figur 1 sind die Roststäbe 2a, b - die einzeln in der Aufsicht der Figur 1b sichtbar sind - als hohle Rohre ausgebildet und geben an die Rauchgase über Austrittsöffnungen 7a, b Sekundärgas 8, in der Regel Luft, an die Rauchgase ab, um die Nachverbrennung im Nachbrennraum 4 zu verbessern.

[0039] Die aus Metall bestehenden Roststäbe 2a, b liegen dabei seitlich auf einer Seitenauskleidung 13 des Nachbrennraumes 4 auf, die in der Regel aus Wärme speicherndem und hitzebeständigem Material wie Schamotte oder Siliziumcarbid besteht, während der Rest des Gehäuses 11 der Brennvorrichtung aus Stahlblech besteht.

[0040] Die Lösung der Figur 2 unterscheidet sich von derjenigen der Figur 1 dadurch, dass die Zuführung von Sekundärgas 8 nicht durch die Roststäbe 2a, b hindurch erfolgt, sondern stattdessen im Nachbrennraum 4 unterhalb des Brennrostes 2 spezielle Düsenrohre 6 vorhanden sind, die an ihren Seitenflächen Austrittsöffnungen 7a, b für Sekundärgas 8 besitzen und - über den in Figur 2b ersichtlichen Verteilerkasten 9 - mit Sekundärgas beschickt werden.

[0041] Dies ist jedoch für die erfindungsgemäß im Vordergrund stehende Ausbildung des Wärmetauschers 20 weniger wichtig:

Der Wärmetauscher 20, der beispielsweise in den beiden Seitenwänden 11a, b des Gehäuses 11 der Brennvorrichtung 1 untergebracht ist, dient der Abfuhr der Wärme aus den Rauchgasen mittels des flüssigen Wärmeträgermediums, welches den Wärmetauscher 20 auf einer Seite durchströmt, in einen Wärmespeicherbehälter, der abseits der Brennvorrichtung 1 steht und deshalb nicht mehr dargestellt ist.

[0042] Figur 3a zeigt eine konkrete gattungsgemäße Brennvorrichtung 1 in Explosionsdarstellung und in Figur 3b in der Aufsicht.

[0043] Die Auskleidung von Haupt- und Nachbrennraum 3, 4 aus feuerfestem Material ist in diesen Darstellungen weggelassen. Es sind nur die metallenen Teile des Gehäuses 11 gezeichnet.

[0044] Dabei ist ersichtlich, dass die Rippen 22 des Wärmetauschers 20 in den hohlen Seitenwänden 11a, b des Gehäuses der Brennvorrichtung 1 angeordnet sind.

[0045] In dem oberen mittleren Deckel 11 c der Brennvorrichtung ist im hinteren Bereich die zentrale Rauchgasabführung 5 zu erkennen, zu der die Rauchgase nach Hochströmen in den seitlichen Wärmetauschern 20 geleitet werden.

[0046] In der Rückwand 11 d des Gehäuses 11 kann bei Bedarf ebenfalls ein Wärmetauscher angeordnet werden, was in der Regel jedoch nicht notwendig ist, da die Seitenwände 11a, b großflächig genug sind.

[0047] Die erfindungsgemäße Besonderheit des Wärmetauschers 20 ist am besten in dem horizontalen Teilschnitt der Figur 4 durch den Wärmetauscher 20 sichtbar.

[0048] Auf der rechten Seite des Wärmetauschers 20 ist der von der Flüssigkeit durchströmte Teil 24 des Wärmetauschers 20 zu erkennen, der beispielsweise ein aus Stahlblech geschweißter, quaderförmiger, flacher, fast plattenförmiger Kasten ist, der sich entlang der gesamten

Seitenfläche der Brennvorrichtung von der Unterkante des Nachbrennraumes bis zur Oberkante des Brennstoffvorratsraumes 23 erstrecken kann.

[0049] An der dem Brennraum 3 bzw. 4 zugewandten Außenfläche des Flüssigkeitsteils 24, der in dieser Ansicht in der Regel lotrecht zur Zeichenebene von dem flüssigen Wärmeträgermedium durchströmt wird, welches den Flüssigkeitskreislauf 21 bildet, sind vertikal und parallel nebeneinander U-förmige bzw. V-förmige Wärmetauscherrippen 22 angeordnet, indem sie mit dem verbindenden, mittleren Schenkel 22a der U- bzw. V-Form an dieser Außenfläche des Flüssigkeitsteils 24 befestigt, insbesondere flächig befestigt, also verlötet, verschweißt oder mit wärmeleitfähigem Kleber verklebt sind.

[0050] Die Wärmetauscherrippen 22 bestehen dabei in aller Regel aus Stahlblech, gegebenenfalls auch aus Kupfer oder Aluminium, und sind in der Regel gekantete Blechteile, besitzen also im einfachsten Fall einen über die gesamte Querschnittserstreckung gleich bleibende Wandstärke.

[0051] In einer bevorzugten Ausführungsform nimmt die Wandstärke vom freien Ende der Wärmetauscherrippe 22b, c zu dem mittleren Schenkel 22a hin zu, entsprechend dem in diese Richtung zunehmenden Wärmefluss.

[0052] Gegenüberliegend dem Flüssigkeitsteil 24 ist - parallel dazu verlaufend und in geringem Abstand 26 zu den freien Enden der Wärmetauscherrippen 22 - eine flächige Verkleidung 25 aus einem Wärme speichernden Material wie Schamotte oder Siliziumcarbid angeordnet, so dass der Strömungsraum 28 für die Rauchgase im Wärmetauscher durch diese Verkleidung 25 einerseits und den Flüssigkeitsteil 24 andererseits begrenzt wird und an den nicht dargestellten vorderen und hinteren Stirnflächen natürlich durch entsprechende Abschottungen, meist aus Blech.

[0053] Am oberen und unteren Ende ist der Strömungsraum 28 für den Ein- und Austritt der Rauchgase ohnehin offen.

[0054] Durch diese Konstruktion ergibt sich vom einen freien Ende einer Wärmetauscherrippe 22 bis zum anderen freien Ende, also der Länge L des abgewickelten Querschnitts einer Wärmetauscherrippe, ein Temperaturverlauf, wie in Figur 6 dargestellt:

Im Bereich des mittleren Schenkels 22a, der im körperlichen Kontakt mit dem Flüssigkeitsteil 24 steht, wird die Temperatur T_R in der Rippe nur geringfügig über der Temperatur T_{FI} der Flüssigkeit im Flüssigkeitsteil 24 an dieser Stelle liegen, und dabei an den Seiten dieses mittleren Schenkels 2a nur geringfügig höher als im mittleren Bereich.

[0055] Von dort ab steigt in den frei enden Schenkeln 22b, c jedoch die Temperatur wesentlich stärker zu den freien Enden hin an, wo sie den höchsten Wert erreicht und knapp unter der Temperatur T_{RG} der entlang strömenden Rauchgase liegen. Je weiter der entsprechende

Bereich des Querschnittes der Kühlrippe 22 von dem flüssigkeitskontaktierenden mittleren Schenkel 22a entfernt ist, umso geringer ist die dadurch bewirkte Temperaturabsenkung.

5 **[0056]** Die absolute Höhe der Temperaturkurve gemäß Figur 6 hängt natürlich davon ab, auf welcher Höhe des Wärmetauschers 20 - also entsprechend der Fortschrittsrichtung der Rauchgase durch den Wärmetauscher 20 hindurch - sie aufgezeichnet wird, denn auch 10 die Temperatur T_{RG} der Rauchgase nimmt in diesem Verlauf zunehmend ab.

[0057] Dieser Temperaturgradient ist jedoch die Ursache dafür, dass - wenn überhaupt - dann nur im Bereich des mittleren Schenkels 22a auf der dem Rauchgas zugewandten Seite Ablagerungen in Form von Teer oder anderen Verbrennungsrückständen an den Wärmetauscherrippen 22 auftreten.

15 **[0058]** Für eine Ablagerung ist ein Mindest-Temperaturunterschied zwischen der Temperatur T_{RG} der Rauchgase und der Oberflächentemperatur des Wärmetauschers notwendig.

20 **[0059]** Im Bereich der frei endenden Schenkel 22b, c wird dieser Mindest-Temperaturunterschied δT_{min} jedoch in der Regel nicht überschritten, sondern höchstens 25 im Bereich des mittleren Schenkels 22a.

[0060] Die wenigen, sich an den Wärmetauscher-Rippen 22 bildenden Ablagerungen können darüber hinaus leicht beseitigt werden: Absatz wie Figur 3b zeigt, befindet sich oberhalb der Wärmetauscher 20 neben dem 30 mittleren Deckel 11 c jeweils ein Reinigungsdeckel 30, der abgenommen werden kann, so dass anschließend mit einer passenden Bürste die Wärmetauscher-Rippen 22 von oben her gereinigt werden können. Die sich lösenden Ablagerungen fallen entlang der Rippen 22 nach 35 unten und liegen dann im Nachbrennraum 4, wo sie zusammen mit der übrigen dortigen Asche entsorgt werden können.

[0061] Figur 4 lässt ferner einen weiteren Vorteil des Wärmetauschers erkennen:

40 Das Temperaturniveau der Wärmetauscherrippen 22 wird dort nicht nur von der Temperatur der momentan hindurchströmenden Rauchgase bestimmt - die sich aufgrund Reduzierung des Abbrandes, Reduzierung der zugeführten Primär- oder Sekundärluft oder ähnlichem - ändern können. Sie wird des Weiteren auch durch die Abgabe an Strahlungswärme von der Wärme speichernden Verkleidung 25 bestimmt.

45 **[0062]** Diese Wärme speichernde Verkleidung 25 wird zum einen durch die entlangströmenden Rauchgase aufgeheizt, zum anderen aber auch durch die von der gegenüberliegenden Seite, also aus den Brennräumen 3, 4, auf die Wärme speichernde Verkleidung 25 einwirkende Wärme direkt.

50 **[0063]** Damit erfolgt eine höhere Ausnutzung der in der Brennvorrichtung 1 erzeugten Wärme durch den

Wärmetauscher 20 gegenüber einer Ausnutzung lediglich der in den Rauchgasen enthaltenen Wärme.	2	Brennrost
[0064] Zu diesem Zweck muss die Wärme speichernde Verkleidung 25 ein ausreichendes Volumen, in der Regel also eine ausreichende Dicke, aufweisen, da sie sich ebenso wie der Flüssigkeitsteil 24 in der Regel über die gesamte Seitenfläche der Brennvorrichtung 1 erstreckt.	2a,b	Rost-Stab
[0065] Um möglichst wenig Rauchgas ohne ausreichenden Kontakt mit den Wärmetauscherrippen 22 hochströmen zu lassen, wird der Abstand 26 zwischen den freien Enden der Wärmetauscherrippen 22 und der Verkleidung 25 möglichst gering gewählt, jedoch ist keine mechanische Verbindung zwischen diesen beiden Teilen möglich und auch nicht notwendig.	5 3	Hauptbrennraum
	4	Nachbrennraum
	5	Rauchgasabführung
	10 6	Düsenrohr
	7a,b	Austrittsöffnung
	15 8	Sekundärgas
	9	Verteilerkasten
	9a,b	Durchbruch
[0066] Figur 5 zeigt eine beispielhafte Bauform einer einzelnen Wärmetauscherrippe 22, wie sie sehr einfach in einer Biegevorrichtung aus einem einfachen Blechstreifen erzeugt werden kann, der mittig mittels einer Rundstabkontur durchgebogen wird.	20 10	Holz
[0067] Der mittlere Schenkel 22a der Wärmetauscherrippe ist dabei halbkreisförmig mit konvexer Krümmung nach außen gebogen und dient dem Fixieren an dem Flüssigkeitsteil 24.	11	Gehäuse
[0068] Von diesem mittleren Schenkel aus stehen die frei endenden Schenkel 22b, c nicht parallel, sondern mit einem Zwischenwinkel von ca. 6° schräg nach außen, so dass eine insgesamt etwa U-förmige Querschnittskontur gebildet wird, die eine Gesamtauskrägung vom Befestigungspunkt in der Mitte des verbindenden Schenkels 22a bis zum freien Ende von ca. 30 mm besitzt. Die Wandstärke beträgt ca. 3 mm bei einem etwa 4-mal so großen Krümmungsradius des mittleren Schenkels 22a.	25 11 a, b	Seitenwand
	11 c	Deckel
	11d	Rückwand
	30 12,12'	Nase
	13	Seiten-Auskleidung
[0069] In Verlaufsrichtung der Wärmetauscherrippe 22 sind in der Mitte des verbindenden Schenkels 22a mehrere Durchgangsbohrungen 29 angeordnet, die z.B. zum Punktschweißen an dem Flüssigkeitsteil 24 verwendet werden können, was jedoch nur als Vor-Fixierung dient.	35 14	Untere Stirn-Auskleidung
	15	Obere Stirn-Auskleidung
	16	Tasche
[0070] Anschließend wird die Rippe 22 entlang ihrer gesamten Länge durchgängig gegenüber dem Flüssigkeitsteil 24 verschweißt, um einen guten Wärmeübergang zu erzielen.	40 17	Innenfläche
	18	Ausnehmung
[0071] Bei einem Verschweißen beginnend am einen Ende der Rippe 22 wird sich durch den einseitigen Wärmeeintrag die Rippe 22 sehr stark verziehen, weshalb einerseits die beschriebene Vorfixierung notwendig ist, und weshalb andererseits in den frei endenden Schenkel 22b, c vom freien Ende her bis fast zum mittleren Schenkel 22 a reichend mehrere Dehnungs-Schlitzte 31 im Abstand zueinander eingebracht sind.	45 19	Zugangsöffnung
	20	Wärmetauscher
	21	Flüssigkeitskreislauf
	50 22	Wärmetauscherrippe
BEZUGSZEICHENLISTE	22a	Zwischenschenkel
[0072]	55 22b, c	freie Schenkel
1 Brennvorrichtung	23	Brennstoffvorratsraum

- 24 Flüssigkeitsteil, Flüssigkeit führender Teil
 25 Verkleidung
 26 Abstand zur Verkleidung
 27 Primärlufteinlass
 28 Strömungsraum
 29 Durchgangsbohrung
 30 Reinigungsdeckel
 31 Dehnungs-Schlitz

Patentansprüche

1. Feststoff-Brennvorrichtung (1) mit Wärmetauscher (20) zur Wärmeübertragung an einen Flüssigkeits-Kreislauf (21) mit

- einem Brennstoff (2) zum Auflegen eines festen Brennstoffes, insbesondere Holz (10),
- einer Rauchgas-Abführung (5) vom Hauptbrennraum (3) oberhalb des Brennstoffes (2) durch den Brennstoff (2) nach unten in eine Nachbrennkammer (4),
- einen Wärmetauscher, mit mehreren Wärmetauscherelementen der von den Rauchgasen durchströmt wird und die Wärme an den Flüssigkeitskreislauf (21) überträgt, insbesondere entlang der Seitenwände angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Wärmetauscherelemente, insbesondere Wärmetauscherrippen (22), über weniger als 30 %, insbesondere weniger als 20 %, insbesondere weniger als 15 %, ihrer Fläche in körperlichem Kontakt mit dem Flüssigkeit führenden Teil (24) des Wärmetauschers (20) stehen.

2. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmetauscherelemente, insbesondere Wärmetauscherrippen (22), nur auf einer Seite ihres Umfangs mit dem Flüssigkeit führenden Teil des Wärmetauschers (20) in Verbindung stehen.
3. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmetauscherrippen (22) U-förmig gestaltet sind und mit ihrem Zwischenschkel (22a) an dem Flüssigkeit führenden Teil (24) des Wärmetauschers (20) befestigt, insbesondere verschweißt, sind.

4. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der vom Flüssigkeit führenden Teil (24) des Wärmetauschers (20) abgewandten Seite der Wärmetauscherelemente eine Verkleidung (25) aus wärme speicherndem Material, insbesondere Schamotte oder Siliciumcarbid, angeordnet ist.

5. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkleidung (25) aus wärme speicherndem Material zwischen Brennraum (3) bzw. Brennstoff-Vorratsraum (23) und den Wärmetauscherelementen angeordnet ist.

6. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wärme speichernde Verkleidung (25) in einem Abstand (26) zu den Wärmetauscherelementen angeordnet ist.

7. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die wärme speichernde Verkleidung (25) und/oder die Wärmetauscherelemente über die gesamte Höhe des Hauptbrennraumes (3) und des Brennstoffvorratsraumes (23) erstrecken und insbesondere auch über die Höhe des Nachbrennraumes (4), die insbesondere unter dem Hauptbrennraum (3) angeordnet ist.

8. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die freien Schenkel (22b,c) der Wärmetauscherrippen (22) zum freien Ende hin einen zunehmenden Abstand aufweisen und insbesondere V-förmig gestaltet sind.

9. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandstärke vom freien Ende der Wärmetauscherrippe (22b, c) zu dem mittleren Schenkel (22a) hin zunimmt, entsprechend dem in diese Richtung zunehmenden Wärmefluss.

10. Feststoff-Brennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die frei endenden Schenkel (22b, c) der U-förmigen Wärmetauscherrippen (22) zum freien Ende hin eine abnehmende Wandstärke aufweisen.

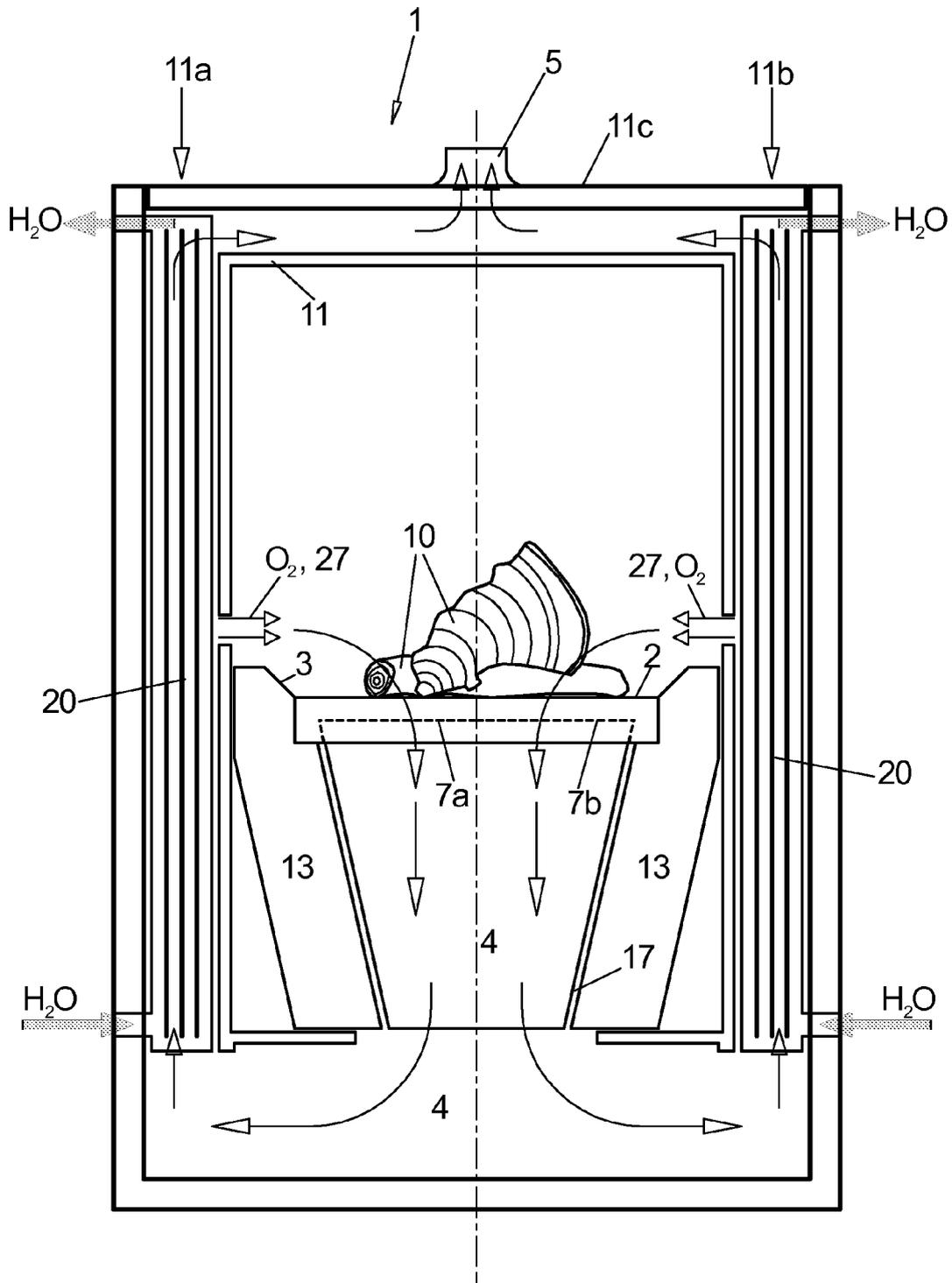


Fig. 1a

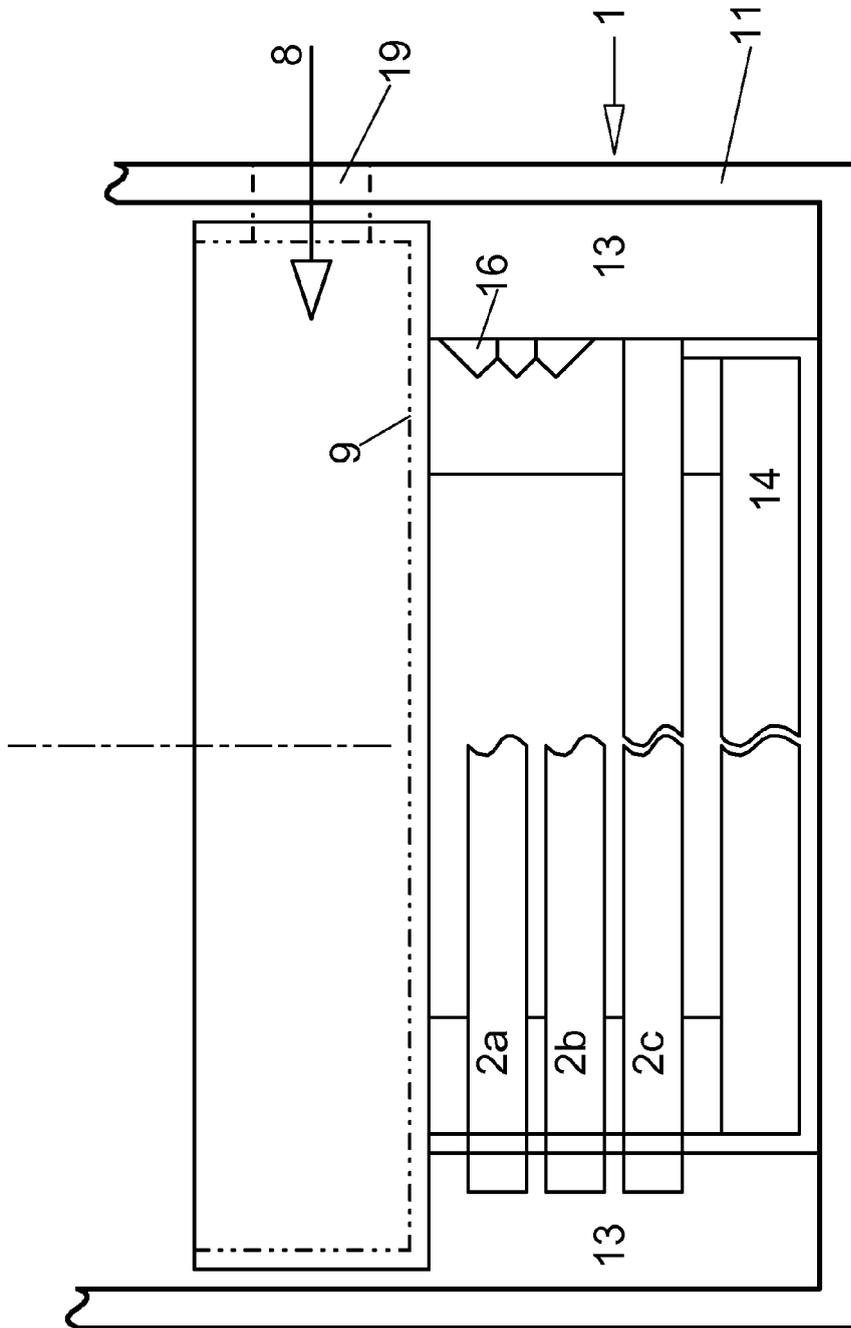


Fig. 1b

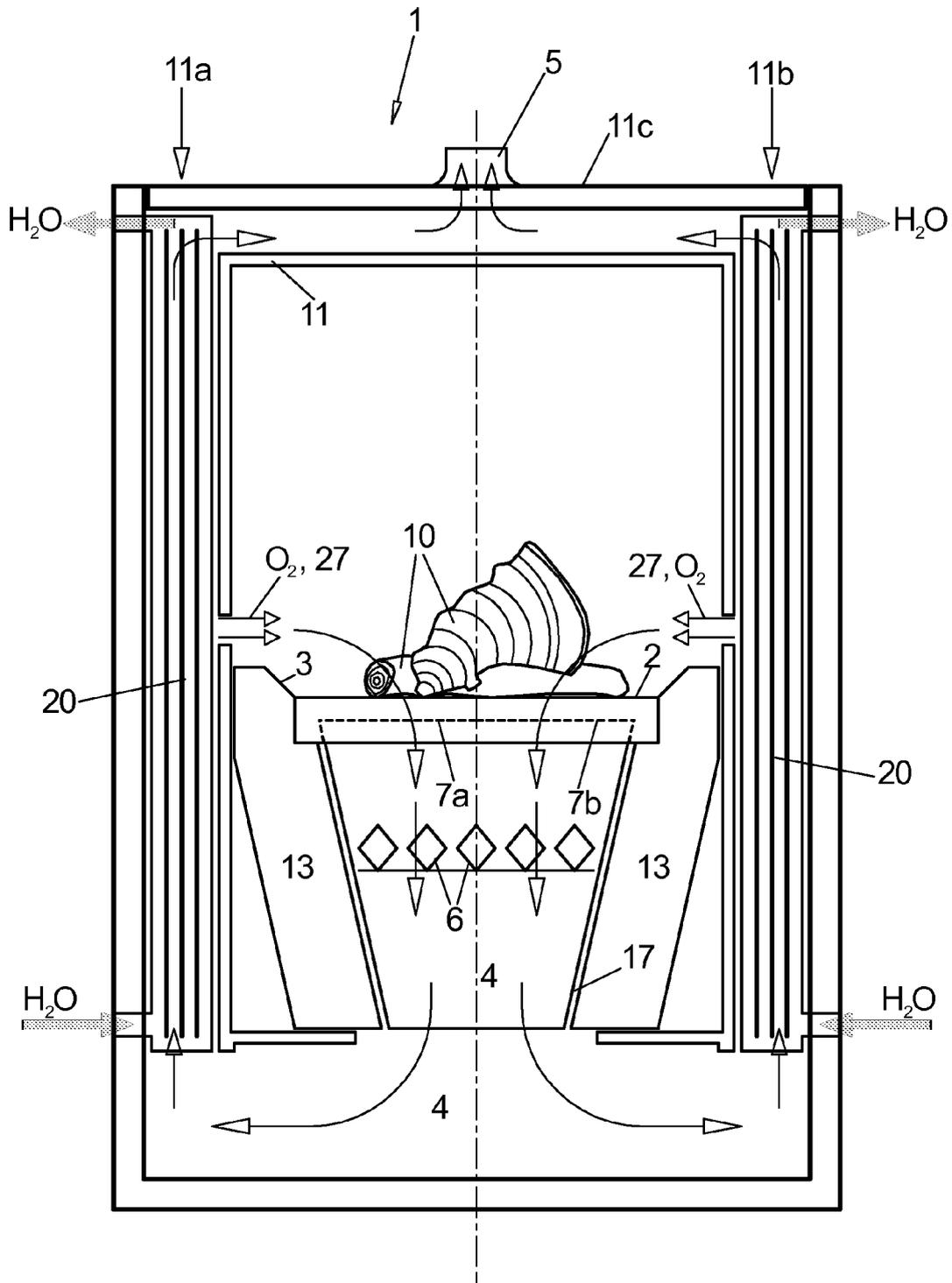


Fig. 2a

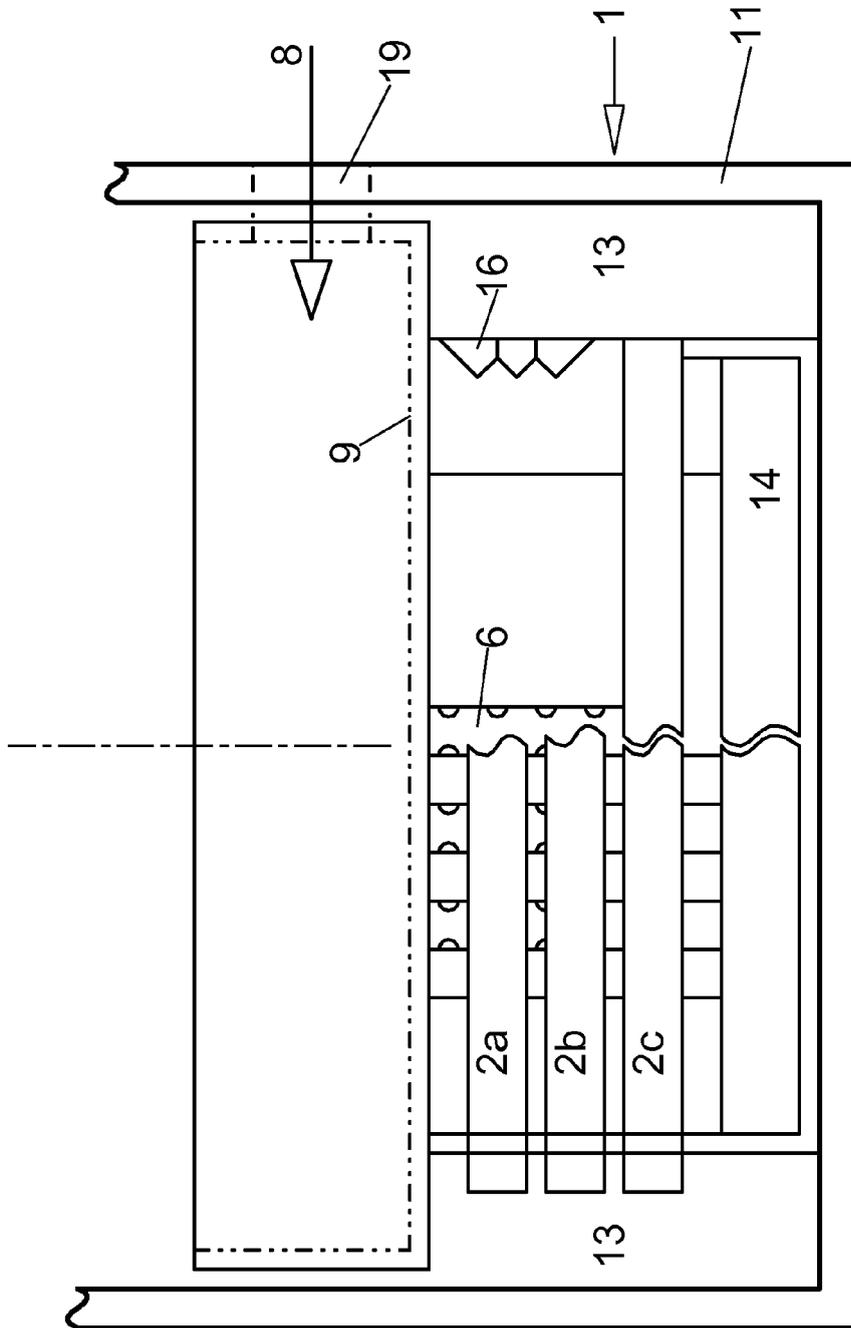
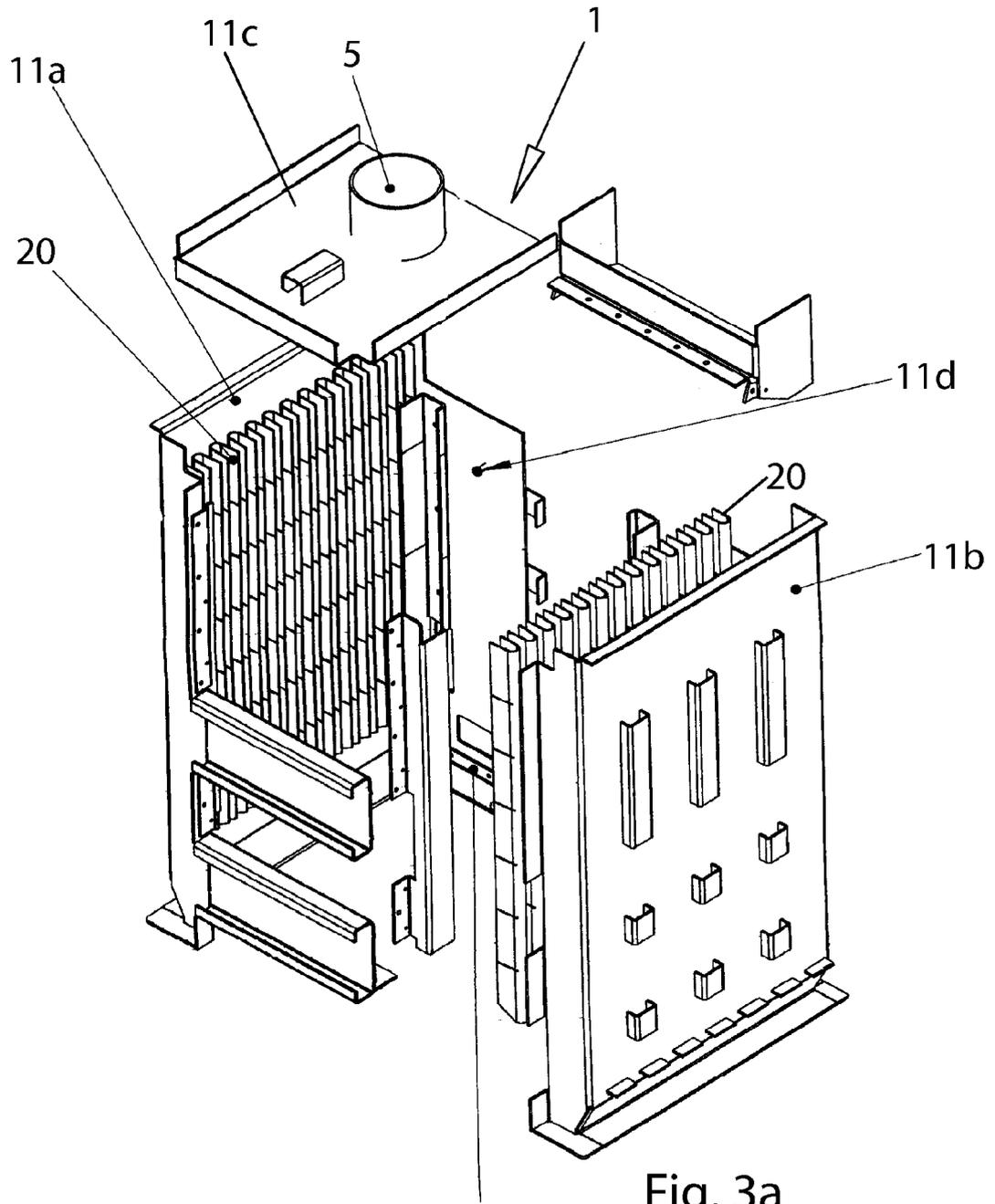


Fig. 2b



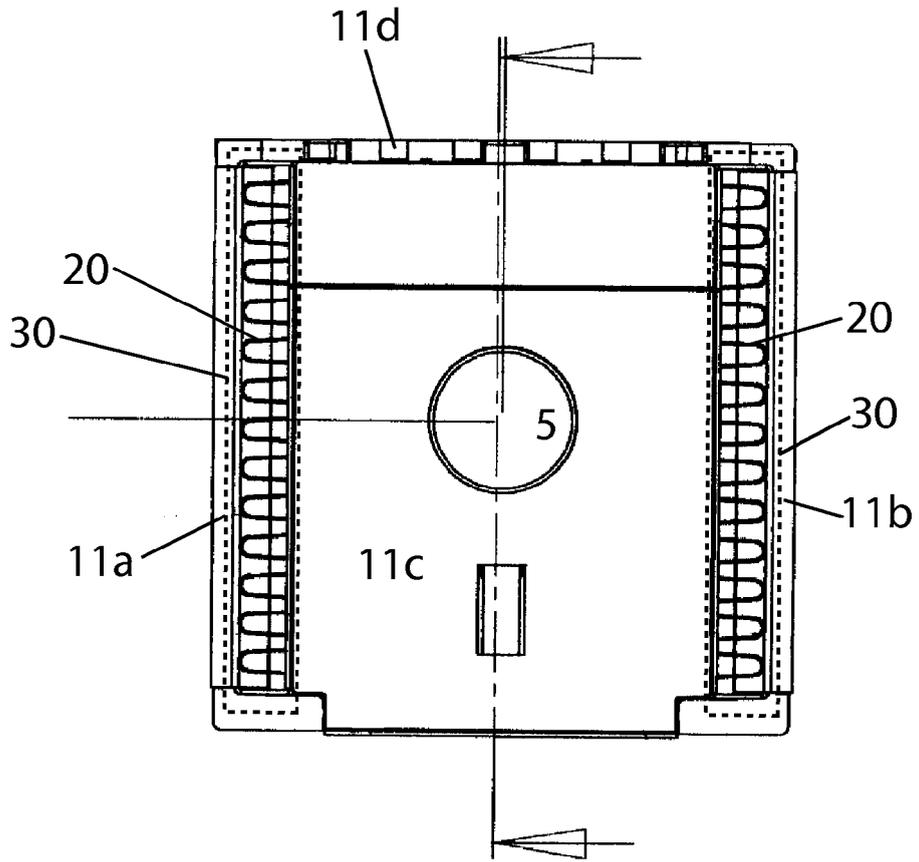


Fig. 3b

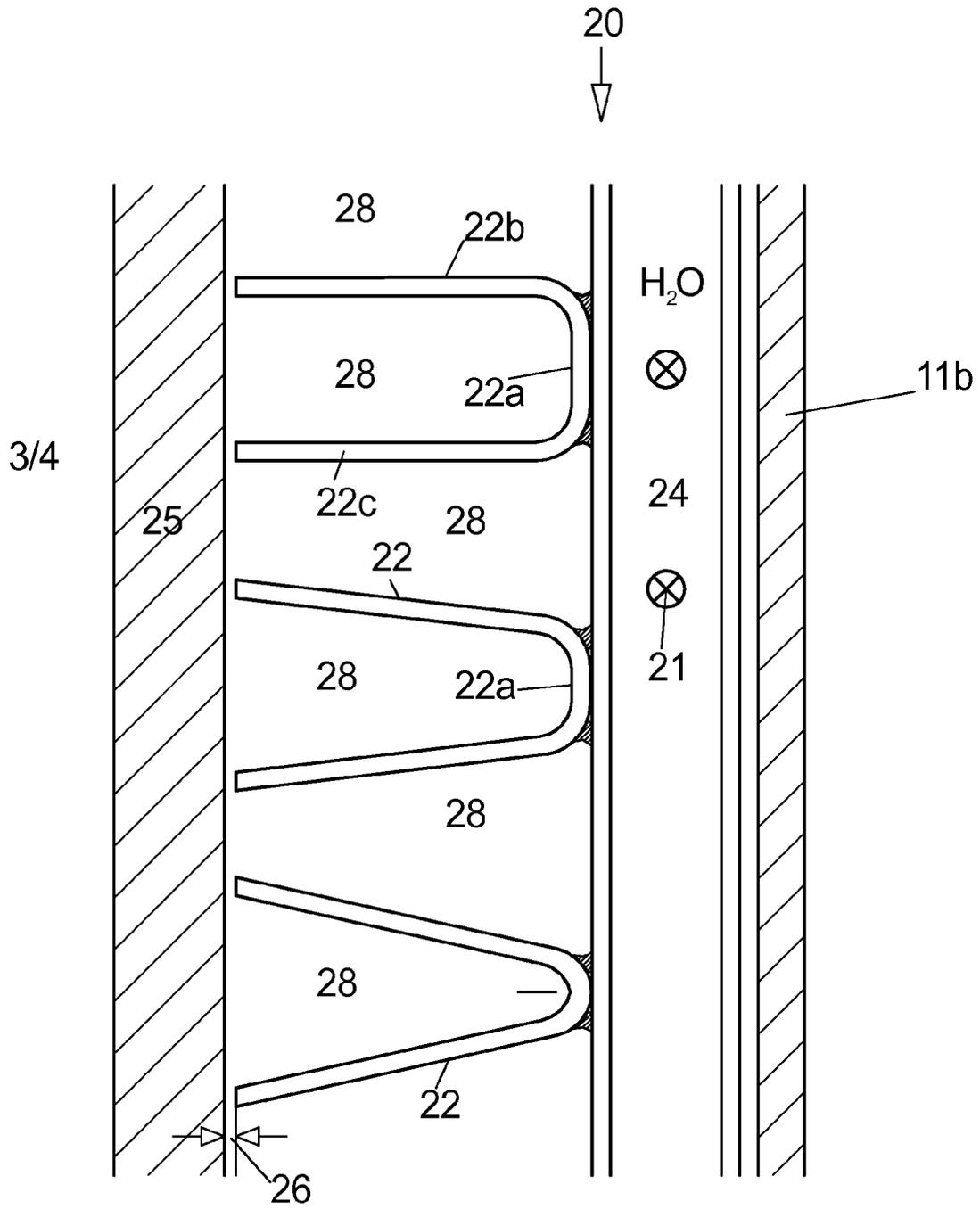


Fig. 4

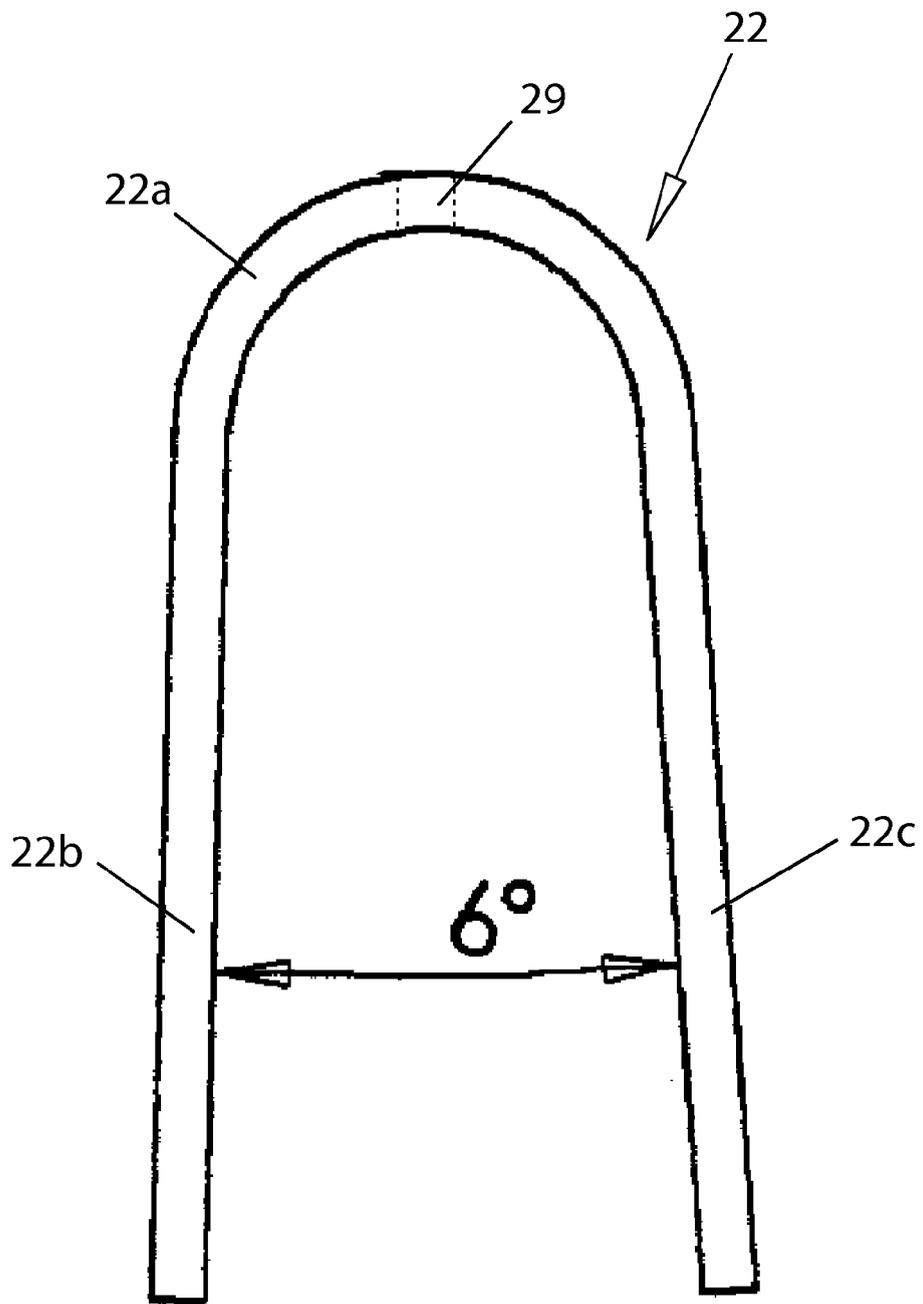
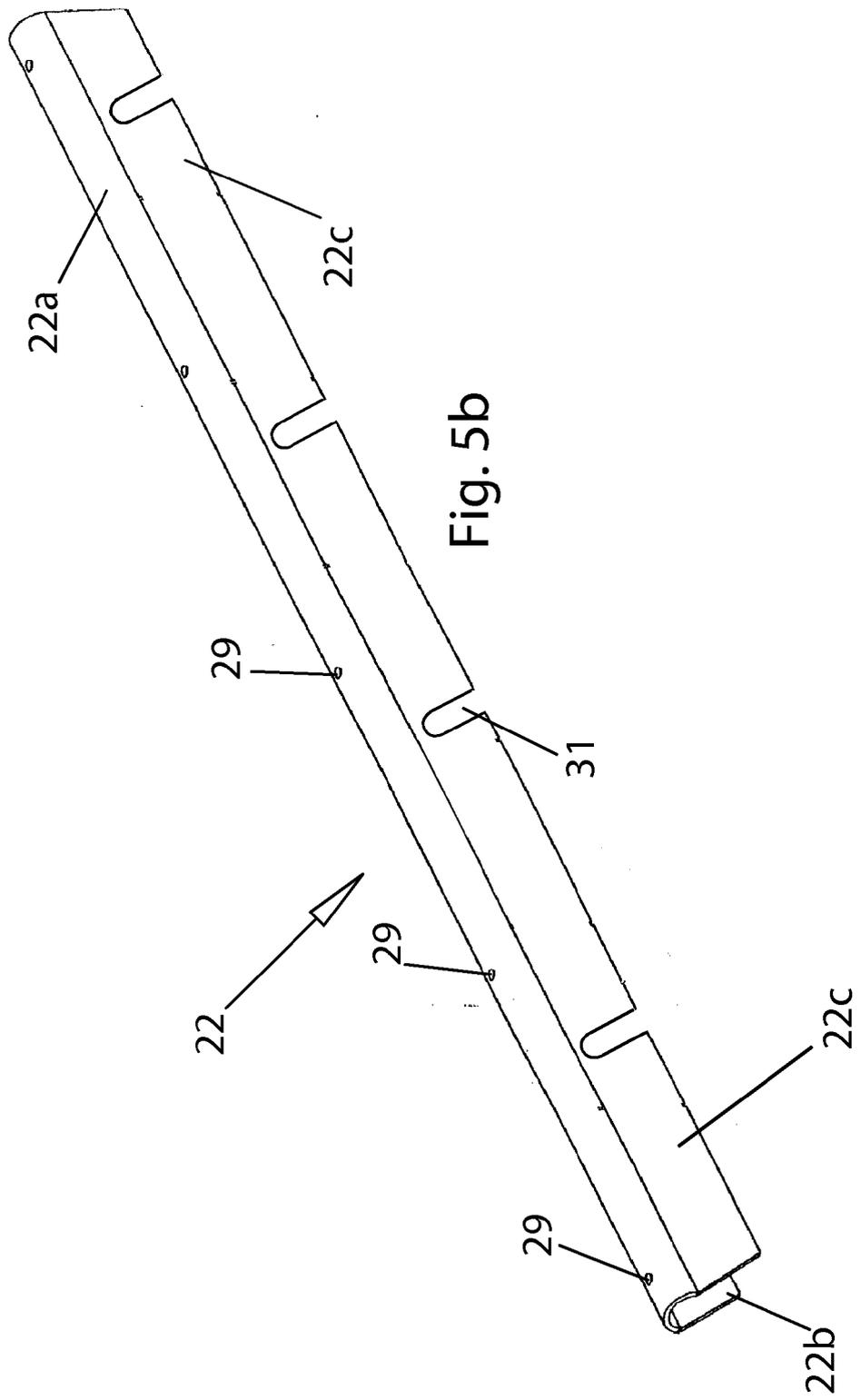


Fig. 5a



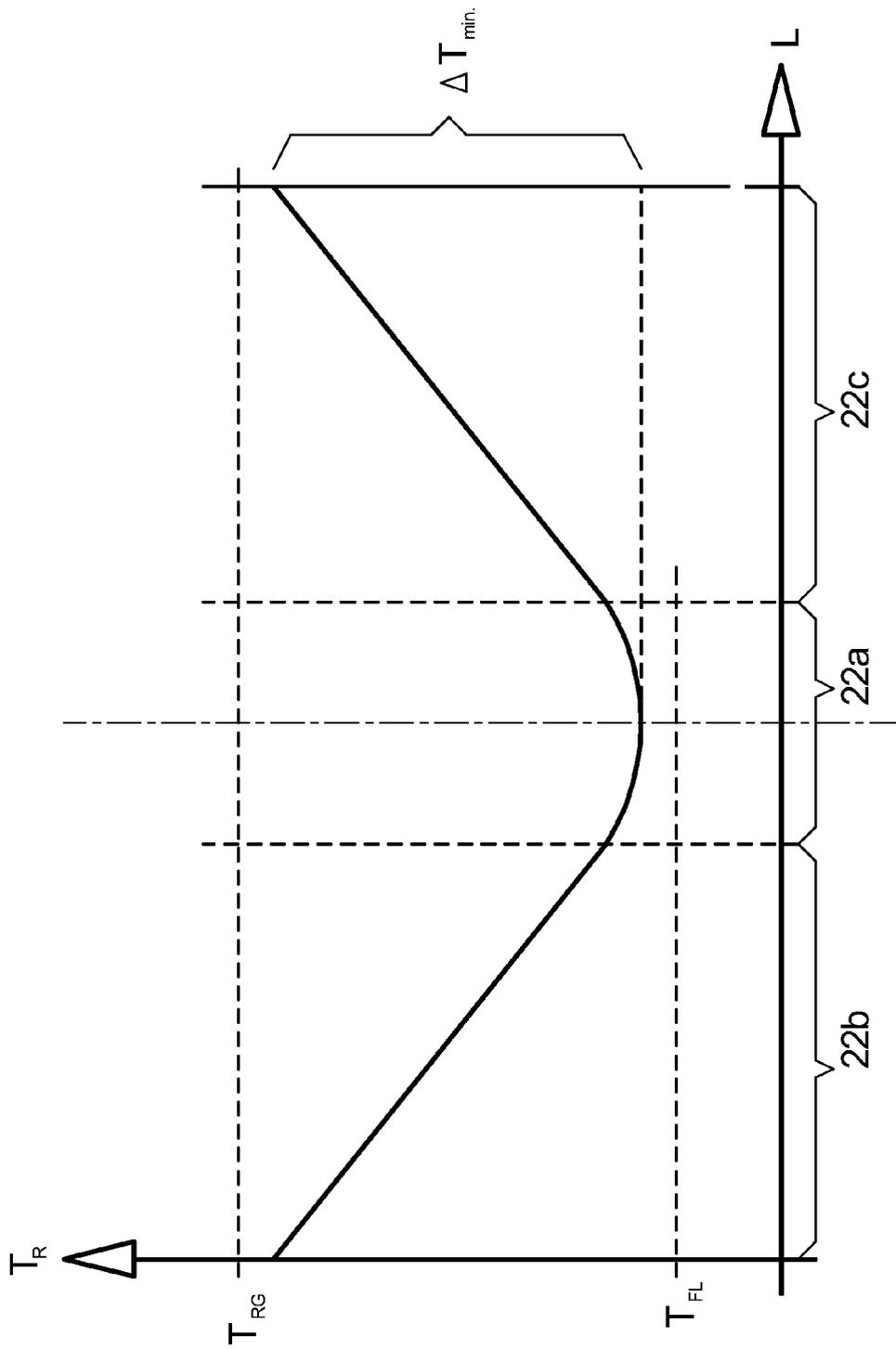


Fig. 6