

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1880/2004**
(22) Anmeldetag: **11.11.2004**
(43) Veröffentlicht am: **15.09.2006**

(51) Int. Cl.⁸: **F22B 21/26** (2006.01)

(73)Patentanmelder:

BUTTON ENERGY ENERGIESYSTEME GMBH
A-1140 WIEN (AT)
OTAG GMBH & CO. KG
D-59939 OLSBERG (DE)

(72)Erfinder:

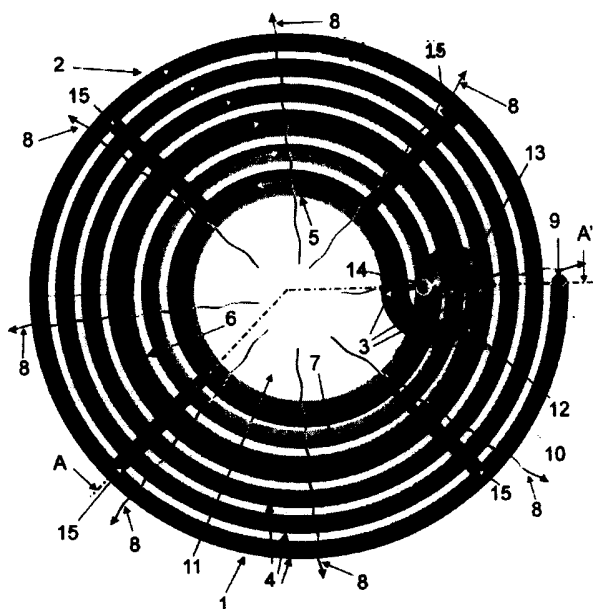
PERITSCH MANFRED
BADEN (AT)
LERCHER HANS
FERNITZ (AT)
KNOPF MATTHIAS
WIEN (AT)

(54) **VERDAMPFER**

(57) Vorrichtung zum Verdampfen eines flüssigen Mediums in einer Hohlform (1) aus unterschiedlichen funktionellen Abschnitten unterschiedlicher Beschaffenheit. Aus der Abgas- oder Gastemperatur einer Brennkammer wird durch die Vorrichtung mittels Wärmeleitung und thermischer Konvektion oder durch Wärmestrahlung Dampf erzeugt.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Kombination aus Hohlformen verwendet. Diese unterscheiden sich in Länge, Durchmesser, Wandstärke und/oder Materialzusammensetzung und sind in Hauptausdehnungsrichtung miteinander gasdicht verschweißt.

Durch die Art der Gestaltung wird die Ummantelung des Durchgangsmediums an dessen örtlichen Aggregat-Zustand, dessen örtliche Temperatur und dessen örtlichen Druck für die Abschnitte zum Vorwärmen, Verdampfen, und Überhitzen im Verdampfer angepasst. Zusätzlich wird die Hohlform als Mehrlagen-Wicklung ausgeführt, deren Lagen durch Verbindungseinrichtungen mit Abstandsfunktion verbunden sind. Die Anordnung der Lagen erfolgt dabei in atypischer Weise derart, dass mindestens eine Wicklungslage nicht direkt an die vorangegangene Lage grenzt, wodurch eine Anpassung des Temperatur-Druck-Verlaufes an die Brennkammer-Temperaturverteilung erfolgt.





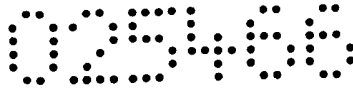
Zusammenfassung

Verdampfer

Vorrichtung zum Verdampfen eines flüssigen Mediums in einer Hohlform (1) aus unterschiedlichen funktionellen Abschnitten unterschiedlicher Beschaffenheit. Aus der Abgas- oder Gastemperatur einer Brennkammer wird durch die Vorrichtung mittels Wärmeleitung und thermischer Konvektion oder durch Wärmestrahlung Dampf erzeugt.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Kombination aus Hohlformen verwendet. Diese unterscheiden sich in Länge, Durchmesser, Wandstärke und/oder Materialzusammensetzung und sind in Hauptausdehnungsrichtung miteinander gasdicht verschweißt.

Durch die Art der Gestaltung wird die Ummantelung des Durchgangsmediums an dessen örtlichen Aggregatzustand, dessen örtliche Temperatur und dessen örtlichen Druck für die Abschnitte zum Vorwärmen, Verdampfen, und Überhitzen im Verdampfer angepasst. Zusätzlich wird die Hohlform als Mehrlagen-Wicklung ausgeführt, deren Lagen durch Verbindungseinrichtungen mit Abstandsfunktion verbunden sind. Die Anordnung der Lagen erfolgt dabei in atypischer Weise derart, dass mindestens eine Wicklungslage nicht direkt an die vorangegangene Lage grenzt, wodurch eine Anpassung des Temperatur-Druck-Verlaufes an die Brennkammer-Temperaturverteilung erfolgt. (Fig. 1)



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erhitzen und Verdampfen von flüssigen Medien.

Primäre Anwendungen dieser Vorrichtung ist der Einsatz in reversiblen Kreisprozessen wie vorzugsweise als Wärmetauscher, als Verdampfer oder Dampferzeuger für Kleinstdampfkraftwerke, zur elektrischen Energie-Erzeugung mittels Dampfgeneratoren (Wärmekraftmaschinen, Wärmekraftanlagen).

Weitere mögliche Anwendungen sind beispielsweise: durch Dampf betriebene Maschinen, Dampftrocknungsanlagen (Papier-Herstellung), Anlagen zur Dampfextraktion, zur Formgebung von Holz, Dampf-Imprägnier-Verfahren, Einrichtungen zur Reinigung und Sterilisation; zur Milchverarbeitung (Entkeimung); Dampfgarungs-Anlagen (von Gemüse); zur Filz- und Lodenherstellung, Hut-Erzeugung, zur Imprägnierung, zur Zuckerherstellung, zur Dampferzeugung in Saunen oder Sanarien oder Gesundheits-Einrichtungen (Inhalation), Bügel-einrichtungen). Auch ein Einsatz in Kälteanlagen oder Wärmepumpen ist denkbar.

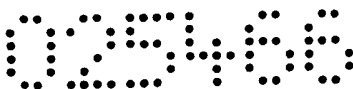
Speziell findet der Gegenstand der Erfindung Verwendung für Kraft-Wärme-Kupplungen zur anteiligen Erzeugung elektrischer Energie aus Heizanlagen (Ölöfen, Gasthermen, Biomasseheizanlagen (Pellets-, Holz-Brennöfen)).

Die Erfindung besteht im Wesentlichen aus einem Hohlformkörper welcher vorzugsweise für die Einbringung in eine Brennkammer ausgelegt und dimensioniert ist. Der Hohlformkörper weist mindestens eine Zuführöffnung zur Einspeisung des zu verdampfenden Mediums auf, welches im Hauptströmungsrichtungsverlauf durch äußere Wärmezufuhr stetig erhitzt, und verdampft wird und schließlich als Dampf an mindestens einer Austrittsöffnung an weitere Einrichtungen weitergeleitet wird. Die Form und Positionierung

des Hohlformkörpers hat einen entscheidenden Einfluss auf den Temperaturverlauf und Enthalpie-Gehalt des Mediums entlang des zurückgelegten Weges.

Umgekehrt beeinflusst dieses in der Hohlform befindliche Medium (Arbeitsmedium) auch die mikroklimatischen Eigenschaften von einem Wärme abgebenden Medium außerhalb der Hohlform. Vorzugsweise ist dieses äußere Medium ein Verbrennungsgas (Abgas) oder eine Fluidströmung. Durch den Temperaturunterschied (Temperaturgradienten) kommt es zur Wärmeübertragung (aufgrund von Wärmeleitung und durch thermische Konvektion) vom wärmeren auf das kältere Medium. Dem wärmeren Medium wird Energie entzogen, dem kälteren zugeführt (Grundsatz vom thermischen Gleichgewicht). Abhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Hohlformkörpers und den physikalischen (thermischen, kalorischen) Eigenschaften der Medien, kommt es zu einer kontinuierlichen Veränderung von Temperatur oder Aggregatzustand. Es gelten dabei Zustandsformen die durch den Clausius-Rankine-Prozess beschrieben werden. Im Verdampfungsprozess erfolgt eine isobar-isotherme Zustandsänderung vom flüssigen Zustand in den dampfförmigen Zustand. Dabei ist die diatherme Wandbegrenzung des Hohlformkörpers je nach Art und örtlich physikalischen Zustand des Mediums unterschiedlichen äußeren und inneren Umgebungsbedingungen ausgesetzt, welche für die Lebensdauer des verwendeten vorzugsweise metallischen Materiales von großer Bedeutung ist. Verbrennungsoxidation, Korrosionsbildung, oder Ablagerungen, aber auch Erosion und Kavitation können schädigend auf den Verdampfer einwirken.

Aufgabe der Erfindung ist das Erhitzen und Verdampfen von Flüssigkeiten durch geeignete Hohlformkörper mit geringem Raumbedarf mittels Wärmezufuhr vorzugsweise durch Fluide von außen



oder durch Wärmestrahlung. Dabei soll die Qualität und Dimensionierung des Hohlformkörpers (Korrosionsbeständigkeit, Zunderbeständigkeit, Warmfestigkeit, bei gleichzeitig hoher thermischer Leitfähigkeit) abhängig vom Temperatur- und Feuchtigkeits-Verlaufes des inneren und äußeren Mediums gewählt werden. Die Positionierung und Dimensionierung der Hohlformkörperabschnitte soll bis zur vollständigen Verdampfung aufgrund der erwarteten (berechneten) Temperatur-Entropie-Verlaufskurve und damit der erwarteten Enthalpie-Entropie-Kurve des Verdampfungsmediums system-optimal für höchsten Wirkungsgrad erfolgen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Verdampfereinrichtung gelöst, welche aus vorzugsweise geschichteten Hohlformkörperabschnitten besteht. Die Abschnitte sind den verschiedenen Prozess-Aufgabebereichen zugeordnet und teilweise sequentiell, teilweise nicht sequentiell bezogen auf den Strömungspfad des Energieflusses angeordnet. Zunächst erfolgt die Vorwärmung, gefolgt von der Verdampfung (1. Teil), gefolgt von einer weiteren Verdampfung (2. Teil) welche in Folge Entropiezunahmereduktionsstufe genannt wird und schließlich gefolgt von der Überhitzung des Arbeitsmediums.

Dessen Temperatur erhöht sich dabei im Vorwärmbereich bis zum Siedepunkt, bleibt konstant im Verdampfer- und im Entropiezunahmereduktionsbereich und erhöht sich nochmals im Überhitzungsbereich.

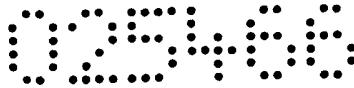
Die Anordnung der Hohlformkörperabschnitte bezogen auf die Energiequelle erfolgt derart, dass der Vorwärmer in der geringsten Umgebungstemperatur oder der Wärmestrahlungsquelle am Entferntesten platziert ist. Die Vorrichtung zur Entropiezunahmereduktion befindet sich in der nächst höheren Umgebungstemperatur, und der Verdampfer in der höchsten Umgebungstemperatur, der Wärme(strahlungs-)quelle am nächsten. Der Überhitzungsbereich liegt

folglich in einem Temperaturbereich welcher zwischen dem niedrigeren um die Entropiezunahmereduktion und dem höheren um den 1. Teil des Verdampfers (Verdampferstufe) liegt.

Alle bekannten Wärmetauscher sind entweder als Plattenwärmetauscher, in Kesselummantelungen oder in Kompressoranlagen für Kühlmittel in flacher Bauweise und mit großer Oberfläche im und um den Heiz- oder Kühlraum angeordnet.

Auch findet man Wärmetauscher-Bündel mit einer Vielzahl an Wärmetauscherrohren die in den Kessel eingebettet sind. Dabei wird dem Strömungsprofil der Abgasströmung oder dem Medium zur Energieabgabe nur soweit Aufmerksamkeit geschenkt, dass es zu einer ausreichenden Wärmeübertragung über die Rohre zum Wärmeträger kommt. Die Umströmung der im Wesentlichen aus konstantem Material bestehenden Systeme ist nicht optimal vorbestimmt, wodurch unterschiedliche Wärmetransporteigenschaften der Abschnitte resultieren. Dadurch verursachte Nachteile sind vorzeitige Korrosion, geringe Lebensdauer, hohe Ausfallswahrscheinlichkeit, und geringe Einsetzbarkeit in Heizkesseln oder Kälteanlagen kleiner bis kleinster Bauform. Moderne Wärmekraftanlagen arbeiten mit hohen Drücken und Temperaturen und ersetzen die Verdampfungsstufe durch Wärmezufuhr durch Verdampfung mittels Expansion.

DD 286038 A5 beschreibt einen mit Wärmerohren ausgerüsteten Heizkessel, wobei die Wärmerohre in labyrinthförmig angeordneten Plattenwärmetauschern eingebettet sind. Zur unterschiedlichen Temperierung werden isolierende oder Wärme leitende Materialien um die Wärmerohre eingesetzt. Die darin beschriebene Erfindung bezieht sich aber nicht auf optimale Verdampfungsenergiezufuhr sondern auf optimales Wärmetauschen zur Erwärmung von Brauch- oder Heizungswasser.



DE 43 03 613 A1 beschreibt einen Zwangsdurchlauferzeuger nach dem BENSON-Verdampfer, bei welchem die Optimierung des Verdampfungsvorganges durch ein Zweikreis-System erreicht wird, wobei ein Kreis der zyklischen Vorwärmumwälzung dient, und der andere zumindest in der Anfahrphase vom vorgewärmten Medium in kontrollierter Weise beaufschlagt wird.

DE 100 00 082 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben von Dampfmotoren, wobei das Verdampferrohr einen in Durchströmrichtung des Wärmeträgers wachsenden Querschnitt aufweist.

DE 42 16 278 A1 beschreibt einen Dampferzeuger bestehend aus Vorwärmer, Verdampfer und Überhitzer mit jeweils konischen Rohrwendeln für Vorwärmer und Überhitzer und zylindrischer Wendel für den Verdampferteil. Diese Veröffentlichung kommt dem Gegenstand der Erfindung schon sehr nahe, da das Hitzeprofil in der Brennkammer (Prozessraum) für die einzelnen Stufen zugeordnet oder zumindest zuordenbar ist. Dabei liegt der Vorwärmer am kühleren Ende der Verbrennungsgasströmung, der Überhitzer am heißen Anfang dieser Strömung und der Verdampfer ist als Wandbereich um die Strömung angeordnet. Eine Mehrzahl gebündelter Rohre in dieser Anordnung ist vorgesehen.

In der gegenständlichen Erfindung verläuft die Strömung des externen Mediums vorzugsweise nahezu rechtwinklig zur Haupt-Strömungsrichtung des Mediums. Merkmale und Vorteile der Erfindung sind:

- Die Schichten der Hohlformkörperanordnung sind vorzugsweise durch Stege (Kämme) miteinander verbunden und auf Distanz gehalten, wodurch hohe Stabilität und ein guter Kontakt des äußeren Medium resultiert.
- Die Überhitzung ist zwischen zwei Verdampferstufen gebettet.

- Rekursive Führung des Arbeitsmediums in der Entropiezunahmereduktionsstufe (2. Teil des Verdampfers) bewirkt eine Optimierung der Vorwärmstufe, aufgrund geringerer Abkühlung des Fluids oder geringere Strahlungsabsorption.
- Verringerte Entropiezunahmegeschwindigkeit bewirkt Materialschonung.
- Nacheinbaufähigkeit in bestehende Heizkessel ohne Verdampfersystem (kein Kesselwand-System!)
- Im Wesentlichen sind vier statt drei Hohlform-Abschnitte aus mindestens zwei verschiedenen Grundmaterialien zur Anpassung an Aggregatzustand und Temperatur-Druck Kurven vorgesehen.
- Die Förderleistung (Druckerhöhung) der Speisepumpe kann mit mindesten einem Temperatursensor geregelt werden.
- Gute Eignung für Kreisprozesse mit niedriger Generatorleistung (unter 10 kW),
- Sehr geringe Druckerhöhung durch Speisepumpe erforderlich.

Durch die Art der Anordnung und die Wahl des Materiales je Abschnitt sind Verdampfer-Baugrößen unter 5 dm³ mit geeignetem Wirkungsgrad und hoher Lebensdauer erst machbar. Rund 80% der erzeugten Wärmeenergie wird in Heißdampf übergeführt, aus welchem beispielsweise 12-13% elektrische Energie (Strom) und 87-88% Abwärme (Heizung, Warmwasser) genutzt werden können. Alle anderen gängigen Verdampfungseinrichtungen benötigen weitaus größere Bauformen, eignen sich bestenfalls als Wärmetauscher zur Wasseraufbereitung oder in kleineren Ausführungen für Wärmepumpen oder für Klimageräte (Kälteanlagen).

Die Erfindung wird anhand nachfolgender Figuren erläutert. Es zeigen

Fig.1 eine vereinfachte Darstellung der gegenständlichen Erfindung,

Fig.2 einen Schnitt durch die Darstellung in Fig.1,

Fig.3 das Temperatur-Entropie-Zustandsdiagramm (T,s) des zugrunde liegenden Clausius-Rankine-Prozesses für ein Beispiel der Erfindung,

Fig.4 das Enthalpie-Entropie-Diagramm (h,s) des Clausius-Rankine-Prozesses (Mollier-Diagramm).

Fig.5 zeigt das Blockschaltbild der funktionell unterscheidenden Bereiche der Erfindung.

Fig.6 zeigt den inneren Temperaturverlauf längs der Verdampfereinrichtung und entspricht der zeitlichen Änderung des Temperaturverlaufes eines Arbeitsmittelpaketes.

Fig.7 zeigt den äußeren Temperaturverlauf längs der Verdampfereinrichtung.

Fig.8 bis Fig.10 zeigen weitere Ausführungsformen der gegenständlichen Erfindung.

Fig.1 zeigt eine Grundanordnung der Hohlformkörperabschnitte und deren Verbindung in vereinfachter Darstellung. Die Hohlform (1) ist vorzugsweise aus Metallrohren aufgebaut, welche in Durchlaufrichtung (2) durch geeignete Verbindungseinrichtungen und/oder Verschweißung an den Verbindungsstellen (3) aneinander gefügt sind.

Diese Hohlformabschnitte unterscheiden sich in Länge, Innendurchmesser, Wandstärke und Material, abhängig davon welchem Bereich (Vorwärmen, Verdampfen und Überhitzen) diese zugeordnet sind. Hier ist eine nahezu spiralförmig von außen nach innen verlaufende Anordnung gezeigt. Dem Vorwärmbereich (4) folgt der Verdampfungsbereich (5), der Entropiezunahmereduktionsbereich (6) und schließlich der Überhitzungsbereich (7). Die Wärme zuführende Fluidströmung (8) erfolgt nahezu radial von innen nach außen vom heißen Zentrum zur gekühlten Randschicht.

Der äußerste Bereich (4) der Einrichtung (1) besteht vorzugsweise aus in mehreren Windungen gebogenem rostfreiem Stahlrohr oder dergleichen (vorzugsweise Chrom-Nickelstahl, Austenitbildner). Er dient zur Vorwärmung des über die Zuführöffnung (9) vorzugsweise von einer Speisepumpe (zur reversibel adiabaten Druckerhöhung) zugeführten Arbeitsmediums (10).

Dieses Arbeitsmedium wird durch das, die Einrichtung umgebende Fluid (11) (vorzugsweise ein Verbrennungsgas) oder durch Wärmestrahlung, isobar auf die Siede-Temperatur für den vorbestimmten Druckzustand des Mediums gebracht. Dabei kommt es zur Abkühlung des externen Fluids (11) vor dem Verlassen der Einrichtungsumgebung.

Die Oberfläche und der zurückgelegte Weg pro Zeiteinheit bestimmen dabei die Wärmeübertragung vom Fluid (11) oder durch die Wärmestrahlung auf das Arbeitsmedium (10). Dieser Bereich hat den längsten Weg (vorzugsweise über 10m) bei vorzugsweise geringstem Hohlformquerschnitt (vorzugsweise mit Rohrdurchmesser zwischen 4-7mm, und Wandstärken von ca. 1mm). Die Anordnung dieses Bereiches und der weiteren Bereiche (5,6,7) erfolgt schichtweise, vorzugsweise durch einander angrenzende Windungen. Jede Schicht besteht aus Hohlformkörperabschnitten, welche sich in einer Umgebungstemperatur ähnlicher Höhe befinden. Die Zahl der Schichten pro Stufe ist an die physikalischen Erfordernisse für die phasenzustandsabhängige nichtadiabatische Wärmeübertragung angepasst.

Nach der Vorwärstufe mit der geringsten Umgebungstemperatur (aufgrund des Wärmeentzuges durch Verdampfer und Überhitzerstufe) folgt ein rascher Übergang in den Bereich der höchsten genutzten Umgebungstemperatur (innerste Schicht, zur Wärme(strahlungs-)quelle nächstgelegene Schicht) zum Verdampferbereich (5), durch einen kurzen stark radial nach innen geführten Hohlformkörperabschnitt (12). Die Hohlformkörperabschnitte des Verdampfer-Bereiches (5) bestehen vorzugsweise aus einem gebogenen Eisenrohr (Ferrit) mit hoher Warmfestigkeit und Zunderbeständigkeit. Durch die Verdampfung in dieser Stufe mit höchstmöglichem Temperaturgradienten wird über 60% des Arbeitsmediums in den gasförmigen Zustand übergeführt.

Innerhalb dieser isobar-isotherme Verdampfungsstufe (5) befindet sich das Arbeitsmedium im Siedetemperaturpunkt bei nahezu konstantem Druck. Der in der Verdampferstufe zurückgelegte Weg ist nur ein Bruchteil des Weges verglichen mit dem Weg in der Vorwärmstufe. Die Hohlformkörper-Wandstärke und der Innen-Querschnitt sind jedoch vorzugsweise mindestens doppelt so groß wie in der Vorwärmstufe. Das Arbeitsmedium wird danach über einen weiteren kurzen, nahezu radial nach außen geführten Hohlformkörperabschnitt (13) mit den Abschnitten des Entropiezunahmereduktionsbereiches (6) verbunden, welche hier spiralförmig nach innen windend benachbart an die innerste Schicht des Vorwärmbereiches (4) angeordnet sind. Die Umgebungstemperatur (Fluidtemperatur) ist im Entropiezunahme-reduktions-Bereich (6) höher als im Bereich der Vorwärmstufe (4), jedoch niedriger als in der Überhitzerstufe.

Direkt an die innerste Schicht des Entropiezunahmereduktionsbereiches grenzt der Dampfüberhitzungsbereich (7). Die Hohlformkörperabschnitte dieses Bereiches sind dadurch eingebettet zwischen der radial nach außen gesehen äußersten Verdampferschicht und der innersten Entropiezunahmereduktionsschicht und weisen gegenüber diesen Schichten eine mittlere Umgebungstemperatur auf.

Dieser Kunstgriff bewirkt eine Prozessoptimierung. Die Gastemperatur um den Entropiezunahme-Reduktionsbereich (6) wird aufgrund des geringen Temperaturunterschiedes zum Medium weniger gekühlt als dies bei sequentiellen Schichtungen der Fall ist, die externe Wärme für die Vorwärmstufe bleibt höher.

Für die vollständige Verdampfung des Restanteiles der flüssigen Phase nach dem Verdampfer (5) reicht jedoch der geringe Temperaturunterschied aus.

Durch die Einbettung der Überhitzerstufe zwischen die Verdampferstufen-Teile wird auch die weitere isobare Temperaturzunahme des Frischdampfes

angepasst. Der Überhitzer besteht vorzugsweise aus einem gebogenen Chrom-Nickel-Stahl-Rohr und ist den Erfordernissen der Dampfentzuchtung (vorzugsweise durch einen angeschlossenen Dampfgenerator, beispielsweise einer Freikolbenmaschine) angepasst. Vorzugsweise wird im Überhitzer-Abschnitt ein gegenüber dem Verdampfer etwas geringerer Querschnitt eingesetzt.

Die beschriebenen Maßnahmen bewirken also eine rekursive Rückkopplung vom erhitzten Dampf-Medium hoher Entropie auf das Fluid, die Erhitzungskurve wird idealisiert und erlaubt eine einfache aber kompakte Konstruktion des Dampferzeugers aus einfachen Materialien, wie Eisen- oder legierte Stahlrohre. Der Temperatur-Gradient geht sprunghaft auf hohe und dann wieder geringe Werte.

Fig.2 zeigt den Schnitt A-A' aus Fig.1. Die Temperatur der Fluidströmung (8) nimmt von innen nach außen ab. Die Hohlkörperbereiche (4,5,6,7) weisen unterschiedlichen Durchmesser und Wandstärken sowie Materialeigenschaften auf.

Fig.3 und Fig.4 zeigen die Zustandsdiagramme des Clausius-Rankine Prozesses. Die obere Hälfte dieses Kreislaufprozesses spiegelt die Bereiche wider, die vom Erfindungsgegenstand abgedeckt werden.

Das Arbeitsmedium mit (durch vorzugsweise einen Kondensator reduzierter) Anfangstemperatur T_1 und dem Ruhedruck p_0 wird (vom Flüssigkondensatpunkt (20) adiabat durch die Speisepumpe auf einen Arbeitsdruck (Sättigungsdruck p_1) gebracht (Speisezustand des Arbeitsmediums 21). Die isobare Wärmezufuhr im Vorwärmer (4) erhöht die Temperatur (bzw. Enthalpie, Entropie) bis zum Siedepunkt (22). Die Wärmezufuhr in diesem Abschnitt ist durch die Wechselwirkung von Wärmezuführung durch das Fluid um den Hohlformkörper (1) und der Ist-Temperatur des Arbeitsmediums stark bestimmt. Der zeitliche und örtliche Temperaturverlauf wird hier stark geprägt durch die Entropiezunahmereduktionsstufe (6) der gegenständlichen Erfindung.



Der Verlauf im Verdampferteil vom Siedepunkt (22) bis zum Taupunkt (23) ist isobar-isotherm, jedoch zweistufig mit unterschiedlichem Wärmezufuhr-Anteil. Der erste Teil (5) erfolgt im Heißgebiet der Fluidströmung (8). Im Anschluss an die Entropiezunahmereduktion (6) folgt der Überhitzungsbereich (7) entlang des Überhitzungsprozesses (23-24). Vom Taupunkt (Satt dampfpunkt (23) bis zum gewählten Vorüberhitzungspunkt verläuft die Wärmezufuhr durch den Verdampfungswärme-Entzugvorgang bei moderateren Temperaturen.

Fig.5 zeigt die Funktionsblöcke der Erfindung mit der örtlichen Anordnung der jeweiligen Bereiche für Vorwärmung (4), Verdampfung (5), Entropiezunahmereduktion (6) und Überhitzung (7). Durch die Anordnung kommt es zur beabsichtigten Wechselwirkung zwischen Temperaturzunahme im Hohlformkörper und Temperaturabnahme des externen Fluids (11). Die Zahl der Punkte soll hier die Höhe der Fluidtemperatur andeuten. Die Überleitabschnitte (12,13) weisen dabei in kurzen Distanzen hohe Umgebungs-Temperaturänderung auf.

Der typische Verlauf der stationären Temperaturströmung für das Arbeitsmedium (10) und für das äußere Fluid (8) ist in Fig.6 über die Hohlformkörper-Länge L und in Fig.7 über den Strömungspfad R dargestellt. Die hohe Temperaturdifferenz für den Verdampfungsbereich (5) ist das wesentliche Merkmal.

Die Darstellung in Fig.1 und Fig.2 sind stark vereinfachte Darstellungen, die das Wesen der Erfindung zeigen sollen, die Möglichkeiten der Ausführungen sind vielseitig. Vorzugsweise wird jede Schicht als zylindrische Schraubwicklung ausgeführt, deren Windungen durch Verbindungsstege (Verbindungskämme) (15) verbunden (vorzugsweise verschweißt) sind, wodurch die erforderlichen Stabilitäten und Durchström-Öffnungen resultieren. Am Ende solcher zylindrischer Wicklungen erfolgt die spiralförmige Überführung in die nächste Schicht

des gleichen Bereiches mit reduziertem (oder auch vergrößertem) Zylinderradius. Die Überleitabschnitte (12,13) sind zweckmäßig dann auch am Zylinderende untergebracht und überspringen dort die angrenzenden Schichten. Die Verbindungsstege (15) können radial und/oder axial verlaufen oder frei angeordnet sein.

Mögliche andere erfindungsgemäße Anordnungen sind Kugelschichtwicklungen der Hohlformkörper, mäanderförmig gebogene Windungen in zylindrischer, kubischer Anordnungen oder frei geführter Anordnung des Flüssigkeits-, bzw. Dampfströmungspfad durch die verschiedenen Mikroklimazonen. Dabei ist die Grundaufgabe der Zwangsführung durch die Temperaturzonen (warm – für Vorwärmstufe, heiß – für Verdampferstufe, wärmer für Entropiezunahmereduktionsstufe und gemäßigt heiß für die Überhitzungsstufe zu lösen, wobei eine geringe räumliche Distanz der Schichten und Bereiche anzustreben ist. Beispiele dazu sind in Darstellungen Fig.8 bis Fig.9 skizziert.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---|
| 1 | Hohlform(körper) |
| 2 | Durchlaufrichtung |
| 3 | Verbindungsstelle |
| 4 | Vorwärmbereich |
| 5 | Verdampfungsbereich |
| 6 | Entropiezunahmereduktionsbereich |
| 7 | Überhitzungsbereich |
| 8 | Fluidströmung des externen Mediums |
| 9 | Zuführöffnung |
| 10 | Arbeitsmedium (Dampferzeugungs-Medium) |
| 11 | Fluid (vorzugsweise Abgas, Verbrennungsgas) zur Wärmezufuhr |
| 12 | Überleitabschnitt von der Vorwärmstufe zum Verdampfer |
| 13 | Überleitabschnitt vom Verdampfer zur Entropiezunahmereduktion |
| 14 | Austrittsöffnung |
| 15 | Verbindungssteg, -kamm |
| 20 | Flüssigkondensat-Punkt |
| 21 | Speise-Zustandspunkt |
| 22 | Siedepunkt |
| 23 | Satt dampfpunkt (Taupunkt) |
| 24 | Überhitzungspunkt |
| 25 | Expansions-Nassdampfpunkt |



1. Vorrichtung zum Erhitzen und Verdampfen eines Fluids als Arbeitsmedium (10) in einem Hohlformkörper (1), welcher in mindestens einem Raum eingebracht ist, der für mindestens eine Strömung (8) eines Wärme transportierenden Mediums (11) vorgesehen ist, oder welcher zu mindestens einer Wärmestrahlungsquelle hin orientiert ist, wobei der Hohlformkörper (1) mindestens eine Zuführöffnung (9) und mindestens eine Austrittsöffnung (14) für das Arbeitsmedium (10) aufweist, **gekennzeichnet dadurch**, dass der Hohlformkörper (1) aus sequentiellen vorzugsweise schichtförmig angeordneten Abschnitten mit mindestens einem Kanal für das Arbeitsmedium (10) aufgebaut ist, wobei die Schichten teilweise sequentiell und teilweise nicht sequentiell bezogen auf den Strömungspfad (8) des Energie zuführenden Fluids oder auf die Ausbreitungsrichtung der Wärmestrahlung der Quelle angeordnet sind, oder mindestens ein Überleitabschnitt (13) von einem höheren in ein niedrigeres Temperaturniveau oder von einem Ort höherer Wärmestrahlungsdichte zu einem Ort niedriger Wärmestrahlungsdichte vorhanden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlformkörper (1) aus mindestens einem Rohr, aus vorzugsweise Metall wie Eisen oder aus Metall-Legierung wie Stahl oder dergleichen gebildet ist, und beschichtet, unbeschichtet oder teilweise beschichtet ausgeführt ist.
3. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Verbindungs- oder Abstandseinrichtung wie vorzugsweise mindestens ein Metallsteg oder -kamm (15) oder dergleichen am Hohlformkörper (1) angebracht, vorzugsweise angeschweißt ist.
4. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Schicht mindestens eine Biegung oder mindestens eine Wölbung aufweist.
5. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlformkörper (1) aus mindestens zwei

Abschnitten unterschiedlicher Materialqualität bezogen auf Korrosionsbeständigkeit, Zunderbeständigkeit und Warmfestigkeit zusammengesetzt ist, wobei die Abschnitte in Durchströmrichtung gasdicht, vorzugsweise durch Schweißen miteinander verbunden sind.

6. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichten durch spiralförmige oder spiralähnliche Wicklung des Hohlformkörpers (1) gebildet sind.
7. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Schicht durch schraubenförmige vorzugsweise zylindrische Wicklungen mit mindestens einer Windung des Hohlformkörpers (1) gebildet ist.
8. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Schicht aus mäanderförmig angeordneten Hohlformkörperabschnitten besteht.
9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanalführung des Hohlformkörpers (1) je Schicht vorzugsweise parallel einer gedachten Zylinder-, oder Kugeloberfläche oder parallel einer spiralförmig verlaufenden Fläche frei verläuft, oder so erfolgt, dass die Kanalführungsebenen einen geometrischen Körper wie Quader oder Pyramide, vorzugsweise einen platonischen Körper (Tetraeder, Hexaeder (Würfel), Oktaeder, Pentagon-Dodekaeder oder Ikosaeder) oder dergleichen bilden.
10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anordnung der Schichten oder des Pfades für das Arbeitsmedium in Kanaldurchströmrichtung von niedriger über hoher zu mittlerer äußerer spezifischer Energiedichte erfolgt.
11. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Teil einer Verbrennungsanlage, vorzugsweise einer Öl-, einer Gas-, einer Biomasse- (Pellets-, Hackschnitzel- oder Scheitholz-) Heizanlage ist oder Bestandteil eines Porenbrenners ist.

Hierzu drei Seiten Zeichnungen

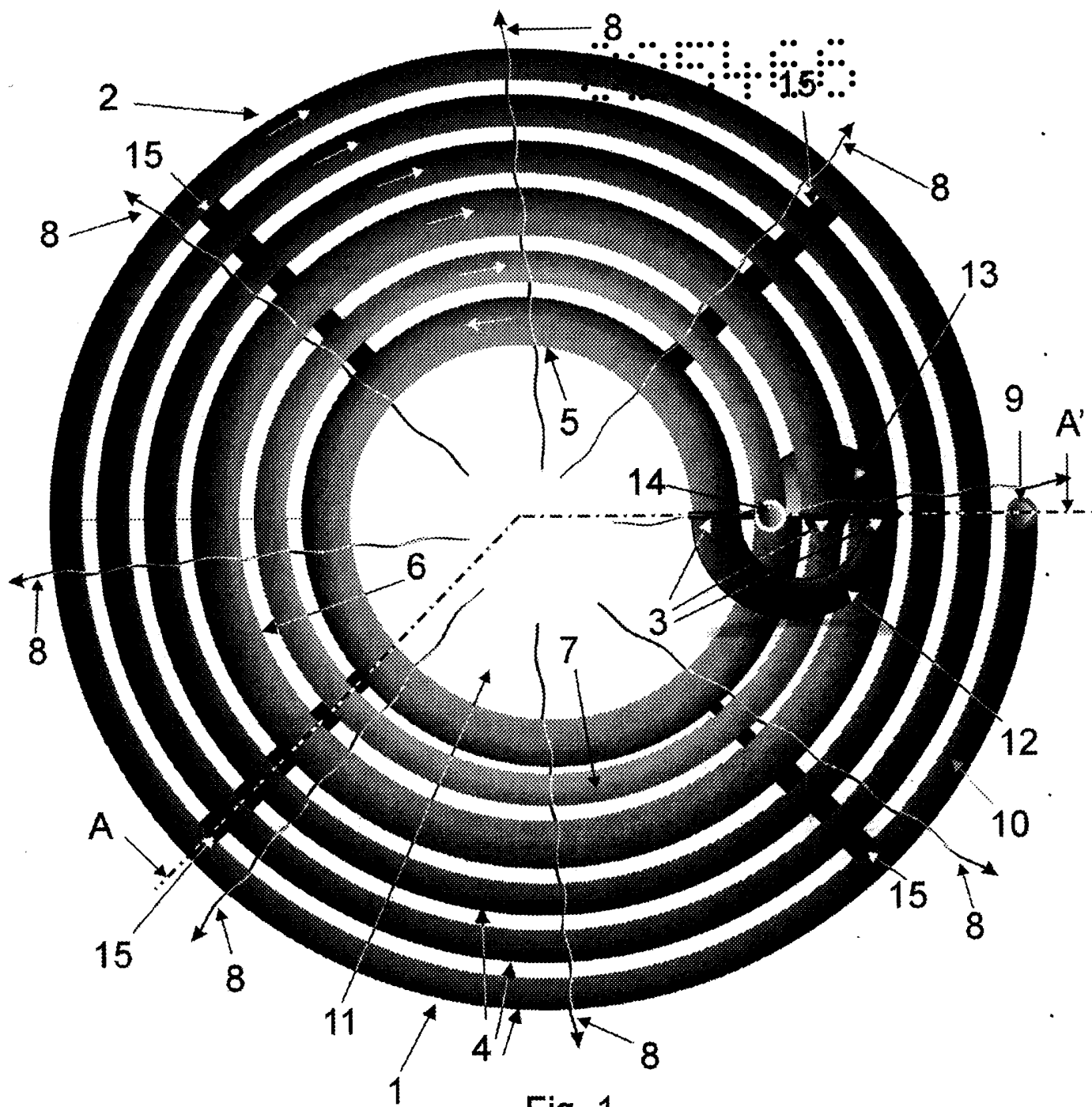


Fig. 1

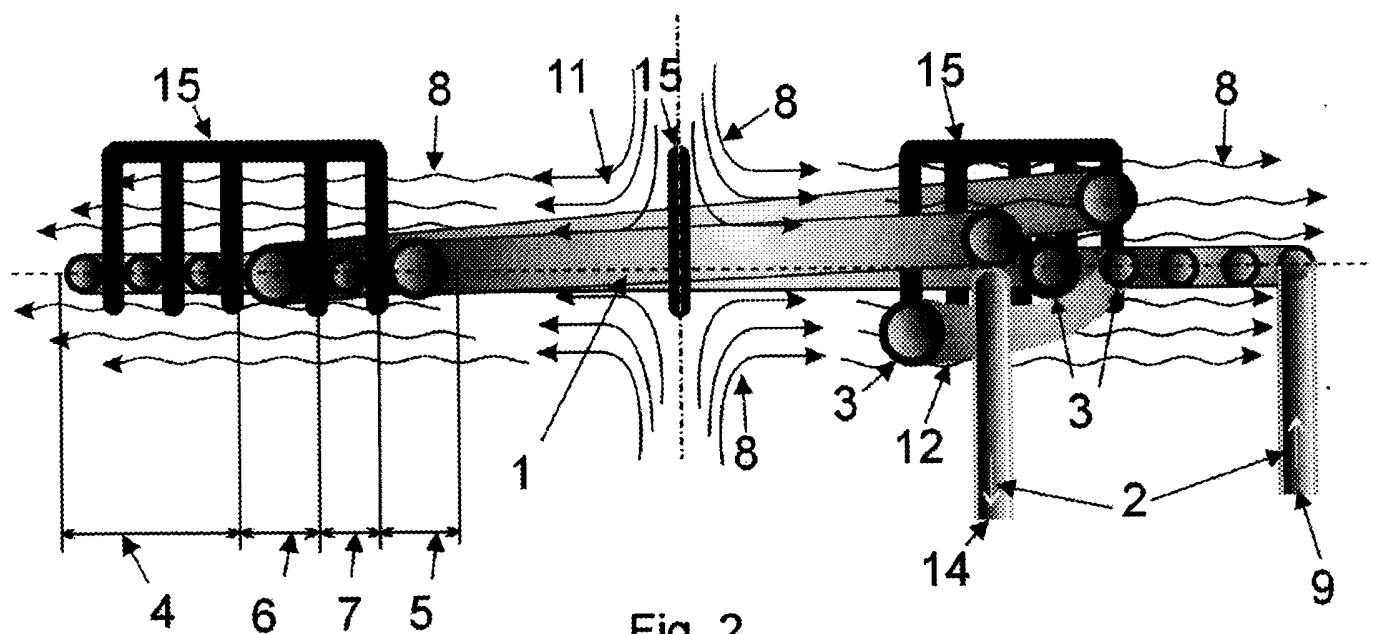


Fig. 2

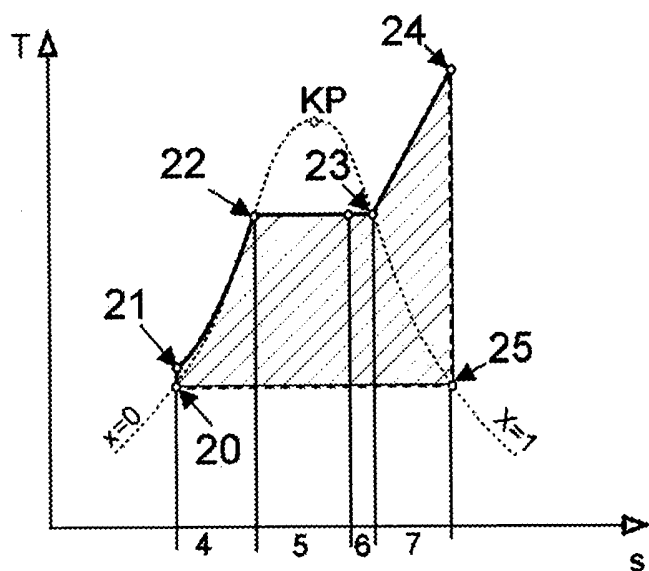


Fig. 3

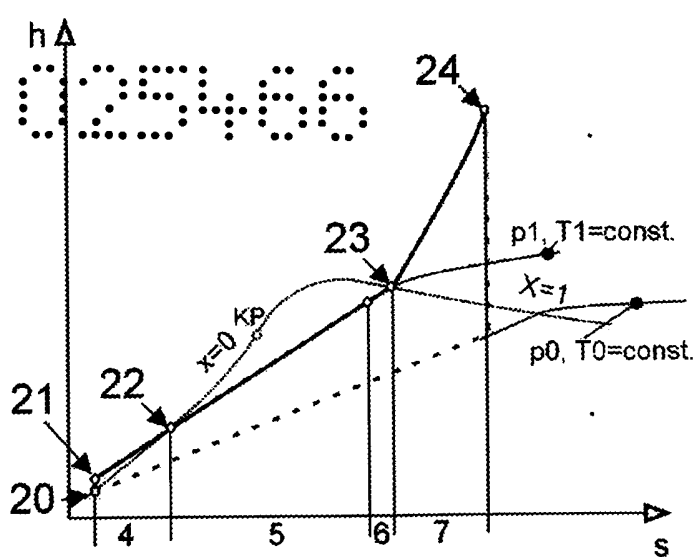


Fig. 4

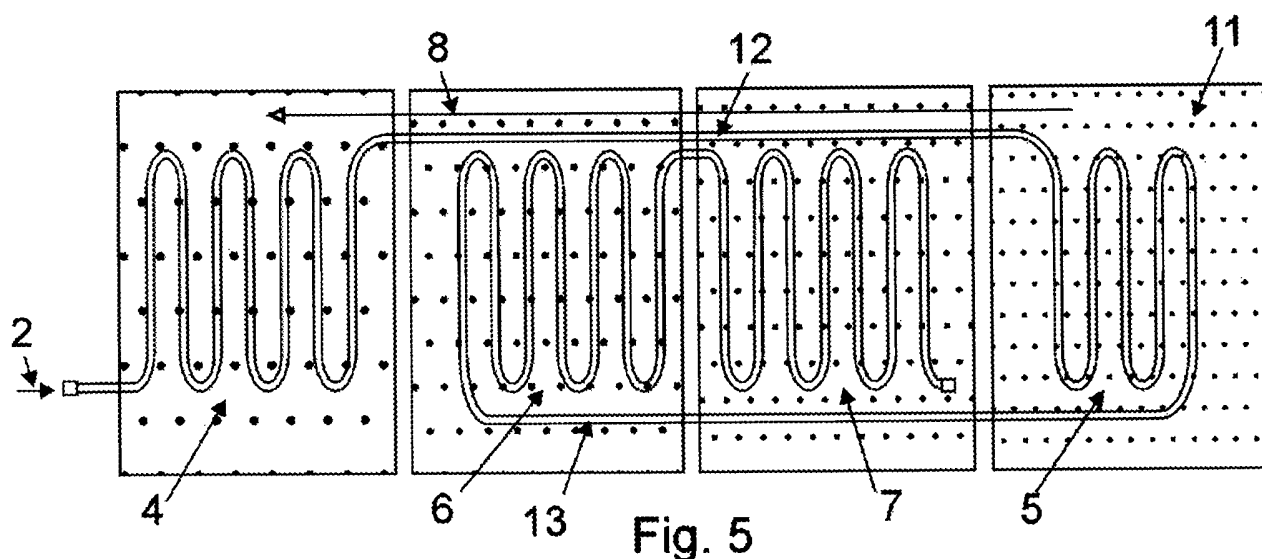


Fig. 5

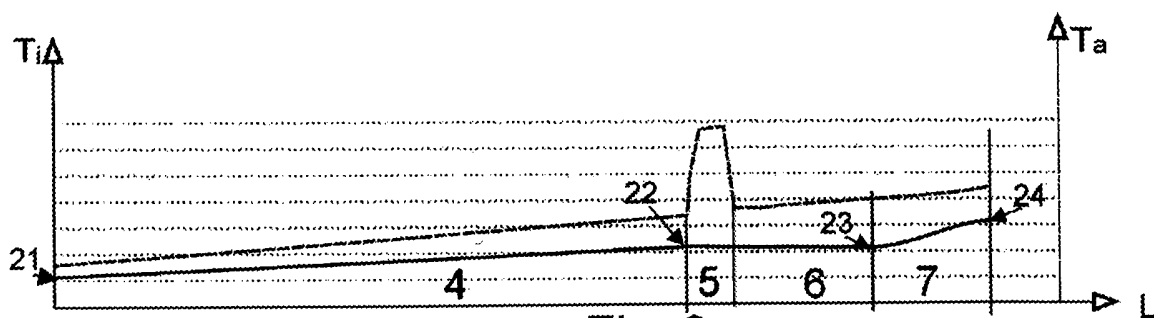


Fig. 6

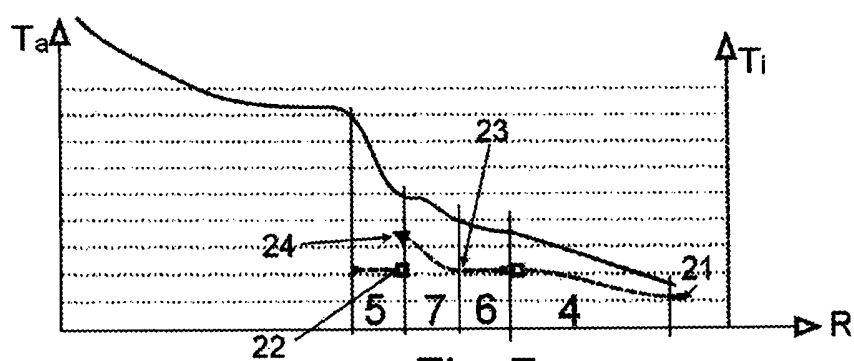


Fig. 7