



(11) **EP 2 003 396 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.12.2008 Patentblatt 2008/51

(51) Int Cl.:
F23H 3/02 (2006.01) F23H 17/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08165650.6**

(22) Anmeldetag: **10.08.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(72) Erfinder: **Schenkel, Ernst**
4852 Rothrist (CH)

(74) Vertreter: **Braun, André jr.**
Braunpat Braun Eder AG
Reussstrasse 22
CH-4054 Basel (CH)

(30) Priorität: **06.09.2005 CH 14522005**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
06016746.7 / 1 760 400

Bemerkungen:

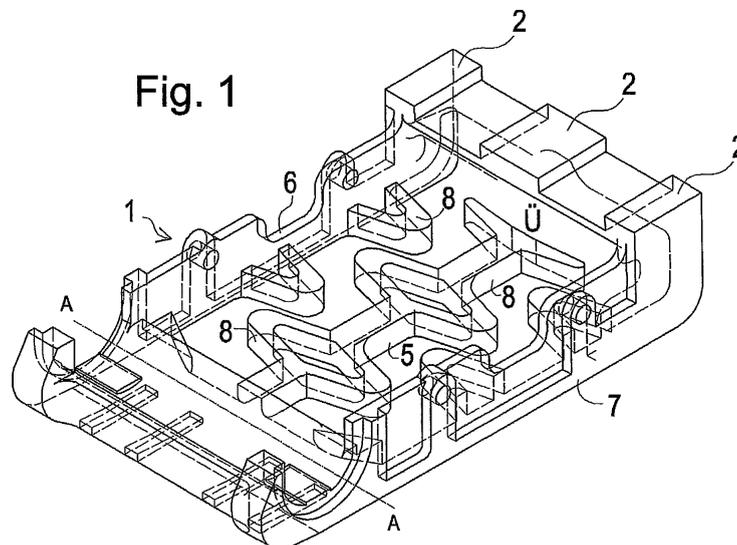
Diese Anmeldung ist am 01-10-2008 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: **Schenkel, Ernst**
4852 Rothrist (CH)

(54) **Rostelement**

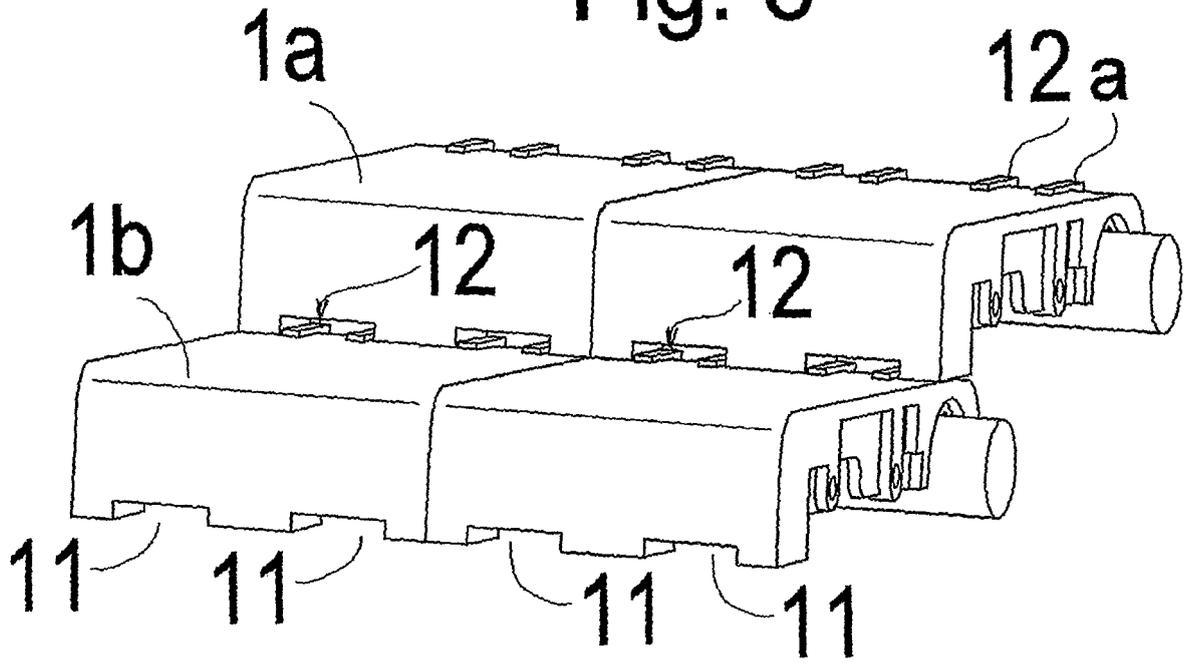
(57) Das einteilig aus Gussstahl erstellte Rostelement (1) weist zwei parallele, durch eine Übergangszone (Ü) verbundene Kühlkanäle (K1,K2) auf. Von den Aussenwänden (6,7) und einer Zwischenwand (5) ragen ins Kanalinnere turbulenz erzeugende Umlenkorgane (8), die einen mäanderförmigen Strömungsweg definieren und die Bildung stagnierender Luftblasen im Innern des Rostelementes verhindern. Der Durchflussquerschnitt der Übergangszone (Ü) ist vorzugsweise grösser als der Querschnitt jedes einzelnen Kühlkanals (K1,K2).

Zur periodischen Reinigung der Verbrennungsrückstände, die sich im Bereich der Lufteinlassöffnungen ansammeln, sind an einer Aussenfläche jedes Rostelementes Freiräume (12) angeformt, die mit den am darunter liegenden Rostelement angeformten Lufteinlassöffnungen (11) zusammenwirken. Diese Freiräume sind vorzugsweise zwei- oder mehrteilig ausgebildet und weisen beispielsweise zwei im gegenseitigen Abstand angeordnete Abstreifnasen (12a) auf, deren Gesamtquerschnitt, abgesehen vom erforderlichen Bewegungsspiel, kleiner als der Querschnitt der Lufteinlassöffnung (11) ist.



EP 2 003 396 A2

Fig. 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein wassergekühltes Rostelement gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 sowie ein Herstellungsverfahren gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 4.

[0002] Die grossen Verbrennungsanlagen, die beispielsweise zur thermischen Energieerzeugung oder zur Müllverbrennung eingesetzt werden, besitzen zur Aufnahme und Verbrennung der zu verwertenden Feststoffe sogenannte Vorschubroste, auf denen das Verbrennungsgut durch den Brennraum bewegt wird. Diese Vorschubroste setzen sich dabei aus einer Vielzahl hinter- und nebeneinander angeordneter Rostelemente, auch Roststäbe oder Rostplatten genannt, zusammen, die fest miteinander verbunden sind. Die Wärmedehnung wird durch an den Enden der Roststabreihen angeordnete Dehnkästen aufgenommen. In den Stäben befinden sich Öffnungen für die Zufuhr der Verbrennungsluft. Die nebeneinander liegenden Rostelemente sind zu Reihen zusammengefasst und jede zweite derartige Rostelementenreihe ist im Hinblick auf den Vorschub des Verbrennungsgutes - d.h. die periodische Ausföhrung von Schürhüben - beweglich gelagert und mit einem oszillierenden Antrieb verbunden.

[0003] Da diese Rostelemente zum Grossteil in Grossverbrennungsanlagen mit ständig wechselnder Zusammensetzung des Verbrennungsgutes, z.B. in Müllverbrennungsanlagen, eingesetzt werden, sind die Anforderungen an deren Betriebsverhalten sehr hoch. Bedenkt man beispielsweise, dass diese Verbrennungsanlagen laufend mit Gütern beschickt werden, die sich durch ihr spezifisches Gewicht, ihren Brennwert, ihre Luftdurchlässigkeit, den Feuchtigkeitsgehalt etc. unterscheiden, so lässt sich leicht einsehen, dass derartige Roste oft sehr hohen Temperaturen ausgesetzt sind und einen ungewöhnlichen technischen Aufwand erfordern, wenn sie die erwünschten Standzeiten bei optimalem Verbrennungsprozess erreichen sollen. Durch die beim Verbrennungsvorgang freiwerdende Hitze sind die Rostelemente ständig sowohl der chemischen Korrosion, als auch dem mechanischen Verschleiss ausgesetzt und müssen zwecks Erzielung einer akzeptablen Lebensdauer ständig geköhlt werden, wobei die Köhlung nach Möglichkeit eine optimale Wärmeverteilung in dem Rostelement gewährleisten sollte, so dass lokale Überhitzungen im Rostelement vermieden werden.

[0004] Im Hinblick auf die wirksame Köhlung der hoch beanspruchten Roststäbe sind bereits zahlreiche Lösungsvorschläge vorgelegt worden, von welchen nachstehend einige besprochen werden, die im vorliegenden Zusammenhang von besonderem Interesse sind.

[0005] Die am 3.7.2002 veröffentlichte europäische Patentanmeldung EP 1 219 898 A1 zeigt einen Rostblock, der Bestandteil eines Rostes innerhalb einer Anlage zur thermischen Behandlung von Abfall ist. Die vom Köhlwasser durchströmte Rohrleitung ist hierbei zwischen dem als Gussteil erstellten Rostblock und einem

gesonderten Halteteil angeordnet. Der Blockkörper und der in Form einer Rohrleitung ausgebildete Köhlkanal sind also hier zwei voneinander getrennte Teile, die unterschiedlicher Ausdehnung unterworfen sind. Durch die Anordnung des Köhlkanals zwischen dem Blockkörper und einem unterhalb desselben angeordneten Halteteil ist der Wärmeübergang von vornherein beschränkt, so dass die Rohrleitung in dieser Zwischenschicht in ein wärmeleitendes Material eingebettet werden muss, was einen zusätzlichen Herstellungsaufwand mit sich bringt und den Wärmeübergang zwischen der Rohrleitung und dem Rostblock behindert. Ausserdem ist die vollständige Entlüftung in Frage gestellt.

[0006] Auch die europäische Patentanmeldung EP 0 921 354 A1 beschreibt eine flüssigkeitsgeköhlte Rostplatte mit einem aufgesetzten Köhlmittelkanal. Als wesentliches Merkmal wird dabei hervorgehoben, dass der Köhlmittelanschluss etwa mittig zwischen den Flanken der Rostplatte angeordnet ist. Zwar wird unter anderem nebenbei erwähnt, dass der Köhlmittelkanal durch einen Formkern beim Giessen des Rostkörpers in diesem ausgebildet werden kann. Doch gibt die gesamte Beschreibung dem Fachmann keinerlei Anhaltspunkte, wie dies in der Praxis realisiert werden könnte, zumal die separate Anbringung eines Köhlrohres als besonders kostengünstige und sichere Herstellung dargestellt wird. Auch hier muss im Hinblick auf die ungünstige Wasserföhrung bei äusserst geringem Durchflussquerschnitt mit schlechter Entlüftbarkeit und dadurch Luftsackbildung in den rechtwinkligen, kantigen Umlenkzonen gerechnet werden. Diese Art der mehrteiligen Konstruktionen aus Gusstahl und Blech bringt zudem erhöhte Spannungsbeanspruchung mit sich, was sich insbesondere bei Notlaufsituationen geradezu katastrophal auswirken kann, zumal die verschiedenen Materialien unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten zeigen und überdies im Hinblick auf einen optimalen Wärmeübergang schwer miteinander zu verbinden sind. - Durch die zentrale Anordnung der Wasserzuleitung wird ferner die Bewegungsfreiheit des Rostelementes beim periodischen Schürvorgang gestört.

[0007] Die deutsche Gebrauchsmusterschrift G 94 16 320.0 zeigt einen Roststab, in welchem diverse parallele Abschnitte eines Köhlmittelkanals integriert sind, wobei die Abschnitte durch Umlenkungen miteinander verbunden sind. Diese Ausföhrung der Köhlmittelföhrung weist insbesondere den Nachteil auf, dass nur sehr kleine Durchflussquerschnitte realisierbar sind und das Problem der Entlüftung nicht lösbar ist.

[0008] Die europäische Patentanmeldung EP 0 757 206 A2 beschreibt zur Köhlung der Roststäbe an deren Unterseite angebrachte, köhlmitteldurchströmte Hohlprofile, die als Halbrohre oder mit ovalem Querschnitt ausgebildet sein sollen. Auch hier kann infolge der zahlreichen, z.B. aus Fig. 10 ersichtlichen rechtwinkligen und scharfkantigen Umlenkzonen neben der erschwerten Entlüftungsmöglichkeit die Bildung von Luftsäcken in den Umlenkbereichen nicht vermieden werden.

[0009] Die US-Patentschrift 2001/0003266 A1 zeigt

ein aus zwei Kammern bestehendes Rostelement, wobei die Kühlkammer - begrenzung an der Unterseite des Rostelementes durch ein gewelltes Blech ausgeführt ist, das nachträglich in den vorgefertigten Gusskörper eingesetzt werden muss, was die Gleichmässigkeit der wärmebedingten Ausdehnung über das gesamte Rostelement stark beeinträchtigt. Als Kompensation für diesen Nachteil werden an der Unterseite des Rostelementes Wölbungen in der Kühlkammerbegrenzung beschrieben (Absatz 0039), durch welche die auftretenden Wärmespannungen reduziert werden sollen. Auch ist die die Kühlkanäle verbindende Öffnung offensichtlich wesentlich kleiner, als jeder der einzelnen Kühlkanäle, was dazu führt, dass in diesem Bereich die Strömungsgeschwindigkeit zunimmt, wodurch der Wärmetransport aus dem gefährdeten Stirnbereich des Rostelementes eingeschränkt und die vollständige Entlüftbarkeit verhindert wird. - Aus den Figuren dieser Patentschrift ist deutlich zu erkennen, dass die Kühlkanaltrennwand bis in den Radius bzw. sogar darüber hinaus gezogen ist, so dass eine vollständige Entlüftung und Umströmung unmöglich ist. Der dort in Fig. 5 mit der Position 43 markierten Kühlkanal beschränkt sich auf einen minimalen Durchgang im unteren Bereich der Stirnfläche. Die Wärme, die im vorderen Abschnitt der Oberfläche, im Radius und im oberen Bereich der stirnseitigen Fläche eingebracht wird, kann aufgrund der grossen Materialanhäufung hier nicht optimal abtransportiert werden. Durch die unterschiedlichen Temperaturen im Gefüge des gesamten Gussteils kann es zu Wärmespannungen kommen, die eine Rissbildung und somit Undichtigkeiten nach sich ziehen können.

[0010] Die Patent Abstracts of Japan zeigen in Band 1997, Nr. 06, ein Verfahren zur Kühlung von Rostelementen mittels Sattedampf und derartige Verfahren unterliegen daher schon aus diesem Grund gänzlich anderen Kriterien, als wasserdurchströmte Rostelemente, zumal der Sattedampf nach dem Durchströmen des Rostelementes einem weiteren Überhitzer zugeführt und dann in die Turbine geleitet werden soll. Es sei dahin gestellt, ob eine solche Dampfführung von einem Kraftwerksbetreiber überhaupt grundsätzlich ins Auge gefasst werden würde - es trifft jedenfalls zu, dass sich der strömende Sattedampf grundsätzlich anders verhalten wird, als Kühlwasser. Die in Fig. 4 im rechten Winkel zur Strömung des dampfförmigen Mediums angeordneten Wirbelelemente werden das Medium lediglich zu durchwirbeln, aber nicht zu führen vermögen. Ausserdem wird die bezüglich des US Patentes 2001/0003266 A1 im Hinblick auf die Kühlwirkung beschriebene Situation hier noch verschärft, da die Stirnseite gänzlich durch einen Steg getrennt ist, so dass die vorhandene Luft überhaupt nicht entweichen kann. - Im Übrigen ist auch zu berücksichtigen, dass dieses Rostelement ohnehin mit Sattedampf betrieben wird, was einen Vergleich mit einem wassergekühlten Rostelement quasi verunmöglicht. Auch hier spielt der Effekt der Materialanhäufung eine Rolle, zumal der Sattedampf bekanntlich über weit sch-

lechtere Wärmeleiteigenschaften als Wasser verfügt, was den Kühleffekt zusätzlich behindert.

[0011] Bei den beiden zuletzt besprochenen Ausführungen ist ferner eine Fertigung in einem Giessverfahren schon aufgrund der Formgebung der Einbauten bzw. der Kühlkanäle gänzlich ausgeschlossen. Die Fertigung zu einem dichten Hohlkörper ist dort nur mit zwei und mehr Arbeitsschritten zu erzielen, bei denen jeweils geschweisst werden muss. Auch kann es beim Schweiessen durch die lokale Gefügeveränderung und die Verbindung der unterschiedlichen Werkstoffe zu Fehlern in der Herstellung kommen.

[0012] Die europäische Patentanmeldung EP 0 811 804 A2 der Techform Engineering GmbH zeigt ein Rostelement für Verbrennungsanlagen, wonach auf der Oberseite des Rostelementes zumindest ein Räumvorsprung für den Luftauslass des im zusammengebauten Zustand darüber liegenden Rostelementes feststehend ausgebildet ist. Diese Ausführung eines Freiräumers, gemäss welcher die Querschnittsform des Räumvorsprungs bis auf das erforderliche Bewegungsspiel der Querschnittsform der Luftaustrittsöffnung angepasst ist (Spalte. 5, Zeilen 54 bis 57), beruht auf dem Vorurteil, eine befriedigende Räumung der Luftaustrittsöffnung sowie ein Freiblasen derselben könne nur dann erfolgen, wenn der Räumvorsprung den quasi kompletten Querschnitt der Lufteinlassöffnung ausfüllt. Die Praxis zeigt aber, dass die Räumung, im Gegensatz zu dieser Auffassung, weit erfolgreicher abläuft, wenn der Querschnitt der Räumvorsprünge erheblich unter dem Gesamtquerschnitt des Luftauslasses liegt. - Die in dieser Patentanmeldung erwähnten Luftdruckstösse (Abschnitt 45 und 50) führen neben dem dort beschriebenen Effekt zu einer Unterdruckschwankung im Feuerraum, die die Feuerführung in negativer Hinsicht massiv beeinflusst.

[0013] Gemäss der DE 196 07 007 C1 werden für einen der Abfallverbrennung einsetzbaren Rost mechanische Einrichtungen vorgeschlagen, die an die Forma der Lufteinlassöffnungen angepasst sind und eine Relativbewegung zu den Öffnungen ausführen können. Diese mechanischen Einrichtungen sind Freiräumemasen, welche offensichtlich - bis auf das erforderliche Spiel - den Gesamtquerschnitt der Lufteinlassöffnung ausfüllen und damit, einem Vorurteil entsprechend, keine einwandfreie Reinigung erzielen können, wie dies für die EP 0 811 804 A2 bereits beschrieben wurde.

[0014] Abschliessend lässt sich zu diesen Vorschlägen der Rostkühlung folgendes zusammenfassend bemerken:

- Die bekannten, im Strömungsmedium angeordneten Umlenkorgane können die Strömung lediglich durchwirbeln, aber nicht gezielt führen. Die rechtwinkligen und scharfkantigen Umlenkzonen führen, insofern Wasser als Kühlmedium eingesetzt wird, zu enormer Luftsackbildung und entsprechender Reduzierung der Kühlwirkung. Die Luft würde in den Umlenkabschnitten hängen bleiben und würde von

der Wasserströmung nicht mitgerissen,

- die mehrteiligen, aus Guss und Blech zusammengesetzten Konstruktionen weisen unvermeidbare Schweißnähte an schlecht zugänglichen Stellen mit schwieriger Schweißnahtvorbereitung auf;
- in Anbetracht der Verwendung unterschiedlicher Werkstoffe mit voneinander abweichenden Ausdehnungseigenschaften ergibt sich bei Beanspruchung der Notlaufeigenschaft eine erhöhte Spannungsbeanspruchung innerhalb des Elementes,
- die bei Verwendung separat erstellter und dann mit dem Gussblock verbundener Rohrleitungen unvermeidlichen engen Querschnitte im Wasserkanal und bei den Anschlussstellen führen zu hohen Druckverlusten, die durch die erforderlichen Verschraubungen noch vergrößert werden,
- ferner lassen sich bei all diesen bekannten Rostelementen nur relativ kleine Durchflussquerschnitte mit begrenzter Kühlwirkung erzielen und
- schliesslich gehen die dem Stande der Technik entnehmbaren Vorschläge zur Verbesserung der Verbrennungsluftzufuhr von der falschen, auf einem Vorurteil beruhenden Vorstellung aus, der Querschnitt des Freiräumers müsse zwecks gründlicher Freiräumung der Luftdurchlassöffnung den gesamten Querschnitt dieser Öffnung ausfüllen.

[0015] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein in grossen Verbrennungsanlagen mit Vorteil einsetzbares Rostelement vorzuschlagen, das sich einerseits durch eine unkomplizierte, ökonomische Herstellung auszeichnet und ferner dank einer speziellen Kühlwasserführung in einem einteiligen Gusselement eine gleichmässige thermische Belastung des Rostelementes gewährleistet und damit dessen Lebensdauer wesentlich verlängert. Die erfindungsgemässe Lösung erbringt nun, im Gegensatz zum Stande der Technik, eine echte - mäanderförmige - Kühlwasserführung, in welcher das Kühlwasser in erster Linie nicht durchwirbelt, sondern gezielt geführt wird. Ausserdem soll durch diese spezielle Ausformung des Kühlwasserkanals die Bildung von Luftsäcken in den Umlenk- und Eckbereichen und entlang den Kanalkanten vermieden werden.

[0016] Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus dem kennzeichnenden Teil der unabhängigen Patentansprüche. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0017] Dank der Fertigung des erfindungsgemässen Rostelementes aus einem Guss wird gewährleistet, dass sich an praktisch allen

[0018] Stellen des Rostelementes ein praktisch konstanter Wärmeausdehnungskoeffizient ergibt. Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante sind die beiden paral-

lelen, in Gegenrichtung durchströmten Kühlwasserführungskanäle durch einen in Richtung des Materialflusses vorne liegenden, d.h. stirnseitigen Übergangsabschnitt grösseren Durchflussquerschnitts verbunden; in diesem der grössten Hitzeeinwirkung ausgesetzten stirnseitigen Rostelementabschnitt ergibt sich dadurch eine maximale Kühlwirkung und bessere Entlüftbarkeit.

[0019] Infolge der erfindungsgemässen Ausbildung des Rostelementes zeigt sich in der praxisnahen Erprobung, dass die vorbeschriebenen Aspekte der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabenstellung optimal gelöst werden. Im Vergleich zum bekannten Stand der Technik fallen insbesondere die folgenden Verbesserungen im Betriebsverhalten der Rostelemente ins Gewicht:

1. Der gegenüber den bekannten Rostausführungen extrem grosse Kühlwasser-Durchflussquerschnitt erlaubt höhere Durchflussmengen bei geringerem Druckverlust. Dies führt zu einem besseren Wärmeübergang und somit zu einer gleichmässigen Kühlung des gesamten Rostelementes. Lokale Überhitzungen werden dadurch vermieden.

2. Die als Konsequenz der hohen Kühlleistung sich ergebende relativ niedrige Oberflächentemperatur des Rostelementes verhindert das unerwünschte Anbacken von Verbrennungsrückständen und bringt vor allem eine Verringerung des mechanischen Verschleisses mit sich. Von weiterem Vorteil ist ferner die wasserseitige Temperaturbelastbarkeit hinsichtlich einer Heisswasseranlage.

3. Die spezielle Anordnung der von beiden Seiten in den Strömungsquerschnitt hineinragenden - bis über die Kanalachse hinausragenden und einen mäanderförmigen Strömungsweg bildenden - Umlenkorgane bringt es mit sich, dass die gesamte Kühlwasserströmung bereits nach wenigen Anlaufminuten absolut entlüftet ist und der Wärmeübergang gleichmässig auf der gesamten Innenwandung des Rostelementes erfolgt.

4. Gemäss einer besonderen Ausführungsform der Erfindung sind die die Kühlwasserströmung umgrenzenden Wandungen überall praktisch gleich dick. Die hieraus resultierende gleichmässige Temperaturverteilung gewährleistet ein ausgezeichnetes Dehnungsverhalten in allen Temperaturbereichen, sowie eine gleichmässige Verteilung der auftretenden Wärmespannungen und übt gleichzeitig einen günstigen Einfluss auf die angestrebte Formstabilität des Rostelementes aus. Herstellungsbedingte Fehler werden dadurch in grösstmöglicher Masse ausgeschlossen.

5. Bei der Ausbildung des Kühlkanals wurde ferner darauf geachtet, dass dieser bis auf die Übergangszone in allen Bereichen mindestens annähernd

gleich hoch ist bzw. annähernd den gleichen Querschnitt aufweist. Dadurch können Strömungsverluste des Rostelementes verhältnismässig gering gehalten werden.

6. Eine weitere Ausführungsform der Erfindung betrifft die Gewährleistung der Zufuhr von Verbrennungsluft durch die am Rostelement vorgesehenen Luftführungsöffnungen. Die neuartige Ausführung des Freiräumers sorgt dafür, dass der Querschnitt der Luftführungsöffnung bei jeder Schürbewegung des darüber liegenden Elementes mit Sicherheit von unerwünschten Verbrennungsrückständen befreit wird und während des Reinigungsvorganges eine noch ausreichend grosse Luftaustrittsfläche gewährleistet. Der Querschnitt der Luftaustrittsfläche kann individuell bei der Fertigung angepasst werden. Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform dieses Freiräumers wird derselbe zwei- oder mehrteilig ausgebildet. Der Gesamtquerschnitt der einer Luftauslassöffnung zugeordneten Freiräumnasen soll dabei mindestens 35%, höchstens aber 85% des Lufterlassquerschnitts betragen.

[0020] Als besonders vorteilhaft erweist sich hierbei die zwei- oder mehrteilig Ausbildung der Räumnasen, wodurch der Querschnittsverengung während des Räumens noch effektiver entgegengewirkt wird. Durch den nur unwesentlich verringerten Druckverlust während des Reinigens wird das Beschleunigen der immer annähernd gleichmässig austretenden Luft verhindert. Ferner verringert sich dank der Reduzierung der Austrittsgeschwindigkeit das Mitreissen von Staub und unverbrannter Bestandteile in den Rauchgasstrom, was eine Reduzierung von Unverbranntem im Rauchgas und in der Flugasche zur Folge hat.

[0021] Zum besseren Verständnis des Erfindungsgedankens wird im Folgenden die Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Perspektivdarstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Rostelementes in einer Ansicht von unten, bei der die Kanalführung sichtbar gemacht wurde,

Fig. 2 eine Ansicht des Rostelementes von oben,

Fig. 3 einen Horizontalschnitt des Rostelementes zur Veranschaulichung der Kühlwasserführung,

Fig. 4 drei hintereinander angeordnete Rostelemente im Schnitt,

Fig. 5 eine vereinfachte Darstellung zweier benachbarter und hintereinander angeordneter Rostelemente mit den Einlassöffnungen für die Verbrennungsluft während der Reinigungsphase und

Fig. 6 einen vereinfachten Seitenriss eines solchen Rostelementes.

[0022] Die perspektivische Darstellung nach Fig. 1 zeigt das in seiner Gesamtheit mit 1 bezeichnete, als Monoblock-Gussteil erstellte Rostelement in einer Ansicht von unten, in welcher das Rostelement einseitig auf einem in der Achse A-A angeordneten Träger 9 (Fig. 4) aufliegt. Die gegenüberliegende Seite des Rostelementes weist mehrere Auflager 2 auf, mit welchen das Rostelement 1 in bekannter Weise lose verschiebbar auf dem darunter liegenden aufliegt.

[0023] Im Betrieb, d.h. in der Einbaulage ist das in Fig. 1 dargestellte Rostelement 1 somit um 180 ° gewendet vorzustellen. In dieser Betriebslage des Rostelementes zeigt dann die Ansicht von oben nach Fig. 2 eine Kühlwassereinlassöffnung 3 und eine Kühlwasserauslassöffnung 4, durch welche das Rostelemente durchströmende Kühlwasser in das Rostelement eintritt, innerhalb desselben Wärme aufnimmt und dasselbe wieder verlässt. Wie insbesondere Fig. 3 zeigt, durchströmt das durch die Öffnung 3 eintretende Kühlwasser das Rostelement in zwei praktisch parallelen Kanälen K1, K2 in einander entgegengesetzten Richtungen. Durch eine stirnseitige Übergangszone Ü sind die beiden Kanäle miteinander verbunden. Genau genommen sind die Strömungen in den beiden Kanälen K1, K2 allerdings alles andere als parallel: Wie Fig. 3 zeigt, ist das Innere des Rostelementes durch einen Mittelsteg 5 unterteilt und von diesem Steg als auch von den diesem gegenüberliegenden Wänden 6 und 7 ragen ins Innere der Kanäle K1, K2 Führungs- und Umlenkorgane 8. Diese sind im Prinzip von annähernd dreieckförmigem Querschnitt mit grosszügig abgerundeten Eckbereichen E (Fig. 2). Dabei ist die Länge der von den Wänden 6 und 7 bzw. vom Mittelsteg 5 in die Strömung hineinragenden Umlenkorgane 8 gemäss einer Ausführungsform so bemessen, dass diese vorzugsweise mindestens von einer der Wände 6, 7 bzw. vom Mittelsteg 5 über die Kanalachse B-B (Fig. 3) hinausragen.

[0024] Bei der bevorzugten Ausführungsform, die in Fig. 3 dargestellt ist, ragen sämtliche Umlenkorgane 8 mit ihren freien Endabschnitten über die Achse B - B hinaus. Wie ferner Fig. 3 zu entnehmen ist, sind die einander benachbarten Umlenkorgane 8 so in Richtung der Achse B - B gegeneinander versetzt, dass eine turbulenz erzeugende, mäanderförmig Strömungsführung entsteht, die über dem gesamten Kanalquerschnitt eine hochturbulente Strömung erzeugt, in der sich keine Luftblase mehr halten kann. Durch die somit erzeugte Strömung wird das Innere des Rostelementes 1 somit ständig wirksam entlüftet. Dies gilt insbesondere für den Übergangsbereich Ü, der bekanntlich besonders zur Bildung lokaler und stationärer Luftblasen neigt.

[0025] Die Umlenkorgane 8 können vom Fachmann mit beliebigen, praxisorientierten Querschnittsformen ausgebildet sein. Ein bevorzugter Querschnitt ist der des gleichseitigen Dreiecks, doch sind beispielsweise auch

halbkreisförmige, elliptische und viereckige Querschnitte möglich. Im Gegensatz zu den bekannten, in die Strömung des Kühlkanals hineinragenden turbulenzzeugenden Elementen haben hier die Umlenkorgane 8 die Hauptaufgabe, einen gezielt geführten, vorzugsweise mäanderförmigen Kühlwasserkanal zu bilden, in welchem die Bildung der unerwünschten Luftblasen mit Sicherheit vermieden werden kann.

[0026] Von besonderer Bedeutung ist dabei die effiziente Kühlung des Rostelementes im Übergangsbereich Ü, da dieser der grössten Hitzeeinwirkung ausgesetzt ist. Mit dem vorderen Teil des Rostelementes wird ja das Brennmaterial über den Rost transportiert und in den Feuerraum gestossen. Durch die oszillierende Bewegung der Rostelemente unterliegen die stirnseitige Fläche, der stirnseitige Radius und mehr als 5% der daran anschliessenden Roststaboberfläche zeitweise und partiell über den ganzen Feuerrungsrost einer besonders hohen thermischen Belastung. Die sichere Kühlung dieser Flächen ist daher von grösster Wichtigkeit. Durch die Gestaltung des erfindungsgemässen Rostelementes wurde dies dadurch sichergestellt, dass in dieser besonders belasteten Zone weder ein Steg noch eine sonstige Materialanhäufung angeordnet ist und die Gefahr der Rissbildung damit bereits stark reduziert wird. Vielmehr ist der verbindende Kühlkanal Ü in der Übergangzone so konstruiert, dass die stirnseitige Fläche und der darüber liegende Radius einerseits vollständig entlüftbar und überdies vollständig mit Wasser gefüllt sind. Die Wandungen sind auch in diesem Bereich alle gleich dick, so dass der Wärmetransport in das Kühlmedium vollständig und gleichmässig erfolgen kann. Das Gleiche gilt für die an den Radius anschliessende Oberfläche des Rostelementes.

[0027] Um an der stirnseitigen Fläche des Rostelementes eine besonders wirksame Kühlwirkung zu erzielen, weist der Übergangsbereich Ü einen dafür optimierten Querschnitt auf. Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Querschnitt dieses Übergangsbereiches Ü mindestens das Anderthalbfache jedes einzelnen Kühlkanals K1, K2.

[0028] Wie Versuche gezeigt haben, ergibt sich bereits bei der Erstbefüllung der wasserdurchströmten Kühlkanäle K1, K2 nach wenigen Minuten eine vollständige Entlüftung.

[0029] Die dreieckförmigen Umlenkorgane 8 können beispielsweise in ihrem freien Endabschnitt einen Winkel von 20 bis 40°, vorzugsweise 30° aufweisen.

[0030] Um das Rostelement in Anbetracht der hohen Anforderungen an Standzeit und optimalen Abbrand einer möglichst gleichmässigen thermischen Belastung auszusetzen, sind die die Kühlkanäle begrenzenden Wandungen, wie bereits erwähnt, von gleicher, oder annähernd gleicher, Dicke. Ausserdem wurde bei der Ausbildung des Kühlkanals darauf geachtet, dass dieser mit Ausnahme der Übergangzone in allen Bereichen mindestens annähernd gleich hoch ist, bzw. annähernd den gleichen Querschnitt aufweist. Auf diese Weise können

Strömungsverluste des Rostelementes relativ gering gehalten werden.

[0031] Bei der Herstellung kann das beschriebene Rostelement vorteilhafterweise in einem Durchgang gegossen werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass der Wärmeausdehnungskoeffizient über das gesamte Element an allen Stellen gleich ist. Dieses Merkmal ergibt nun in Kombination mit der annähernd konstanten Wandstärke, dass die wärmebedingte Ausdehnung des Rostelementes gleichmässig über das gesamte Rostelement verteilt erfolgt. Wärmebedingte Spannungen sind somit praktisch ausgeschlossen.

[0032] Fig. 4 zeigt drei hintereinander angeordnete Rostelemente 1a, 1b, 1c, die sich jeweils auf stabförmige Träger 9 abstützen. Das Kühlwasser gelangt über Zuführleitungen 10 in die Rostelemente und wird auf der Gegenseite wieder abgeführt. Jede zweite Reihe von Rostelementen, hier die Reihe der Rostelemente 1b, ist beweglich gelagert und über einen Antrieb einer periodischen Hin- und Herbewegung unterworfen, durch die einerseits eine Schürwirkung und andererseits auch ein Reinigungseffekt erzielt wird. Dabei gleitet das jeweils obere Element mit den in Fig. 1 mit 2 bezeichneten Auflagern auf dem darunter liegenden Element.

[0033] Die vereinfachte Darstellung zweier hintereinander liegender Rostelemente 1ab nach Fig. 5 zeigt eine vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung. Demgemäss weist jedes Rostelement an seiner Unterseite Lufteinlassöffnungen 11 auf, durch welche die erforderliche Verbrennungsluft ins Innere des Feuerraumes strömt. Am Oberteil jedes Rostelementes 1a, 1b sind sogenannte Freiräume 12 angeformt, die über die Begrenzungsfläche jedes Rostelementes hinausragen und bei der periodischen Bewegung jeder zweiten Rostelementenreihe in die Lufteintrittsöffnungen 11 des Nachbar-elementes hineingestossen werden, um diese von den angesammelten Verbrennungsrückständen zu reinigen.

[0034] Bei der bisher bekannten Ausführungsform der Freiräume sind diese bekanntlich so bemessen, dass sie praktisch den gesamten Querschnitt der Lufteinlassöffnung 11 ausfüllen. Dadurch ergeben sich erfahrungsgemäss luftseitige Staueffekte durch die Reduktion der Lufteintrittsquerschnitte, verbunden mit einer Erhöhung der Luftaustrittsgeschwindigkeiten. Als Folge hiervon war in der Reinigungsposition der bekannten, früheren Entwicklungen kein ungehinderter Luftaustritt möglich. Bei der neuen, vorzugsweise zweiteiligen Freiräumerausführung, die der beschriebenen Ausführungsform des vorliegenden Erfindungsgedankens entspricht, ist für den Lufteinlass auch während der Reinigungsfunktion ein freier Querschnitt vorhanden, der keine wesentliche Erhöhung der Luftaustrittsgeschwindigkeit zur Folge hat. Der Gesamtquerschnitt der einer Lufteinlassöffnung 11 zugeordneten Abstreifnase bzw. des Abstreifnasenpaares 12a ist also in jedem Fall kleiner als der gesamte Querschnitt der Lufteinlassöffnung 11. Dank dieser Massnahme können nun Materialanballungen in den

Lufteintrittsöffnungen mit Sicherheit vermieden werden.
[0035] Dank der beschriebenen Konstruktion des Rostelementes wird dasselbe vorzugsweise als ein einziges Gussteil in einem Durchgang gegossen.

5

Patentansprüche

1. Rostelement für Feststoff-Verbrennungsanlagen, mit mindestens einer zur Zufuhr der Verbrennungsluft dienenden Lufteinlassöffnung (11), wobei zur Beseitigung der sich an der Lufteinlassöffnung (11) ansammelnden, den Lufteinlassquerschnitt verengenden Verbrennungsrückstände ein am jeweils benachbarten Rostelement angeformter, der Querschnittsform der Lufteinlassöffnung angepasster Freiräumer (12) angeordnet ist, um die Lufteinlassöffnung bei jeder Schübbewegung des darüber liegenden Rostelementes von unerwünschten Verbrennungsrückständen zu befreien, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt des Freiräumers (12) kleiner als der Gesamtquerschnitt der ihm zugeordneten Lufteinlassöffnung (11) ist. 10
15
20

2. Rostelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Freiräumer (12) in mindestens zwei in gegenseitigem Abstand angeordnete Abstreifnasen (12a) unterteilt ist. 25

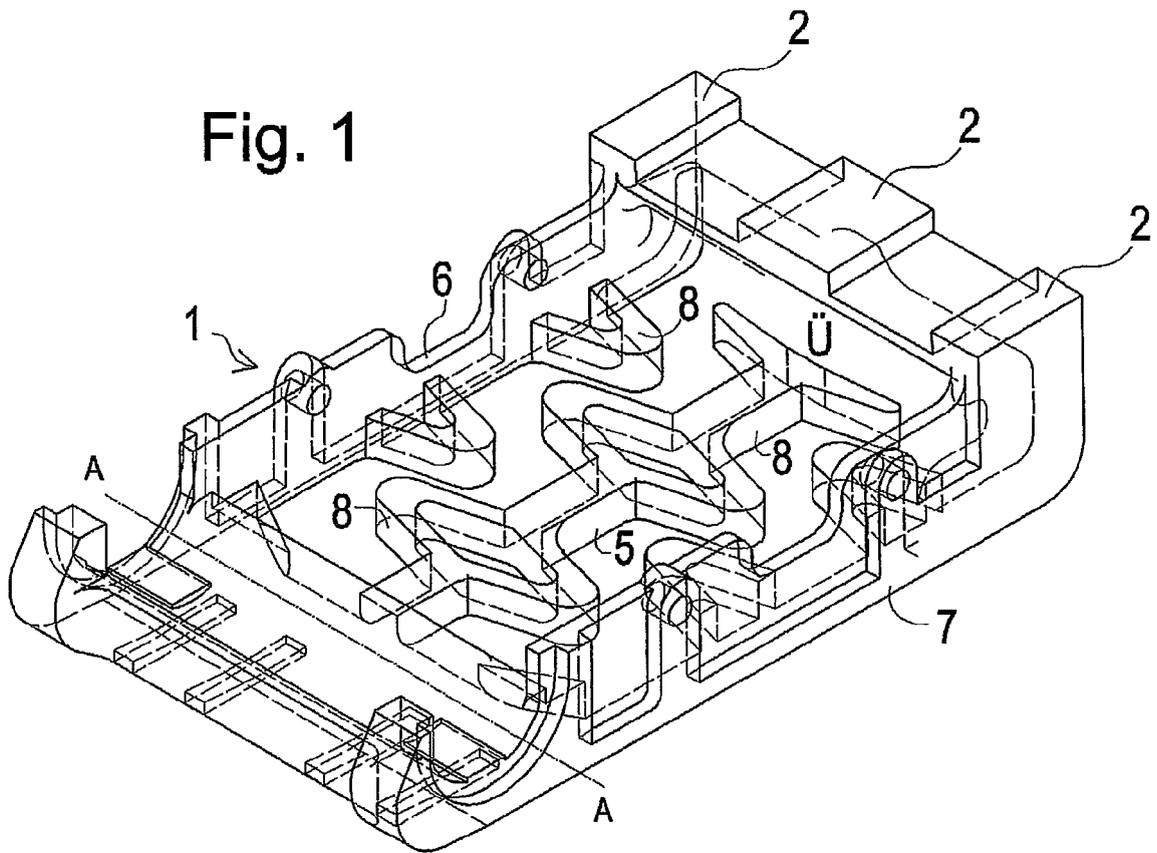
3. Rostelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gesamtquerschnitt der den Freiräumer bildenden Abstreifnasen (12a) mindestens 35%, höchstens aber 85% des gesamten Querschnitts der betreffenden Lufteinlassöffnung (11) ausmacht. 30
35

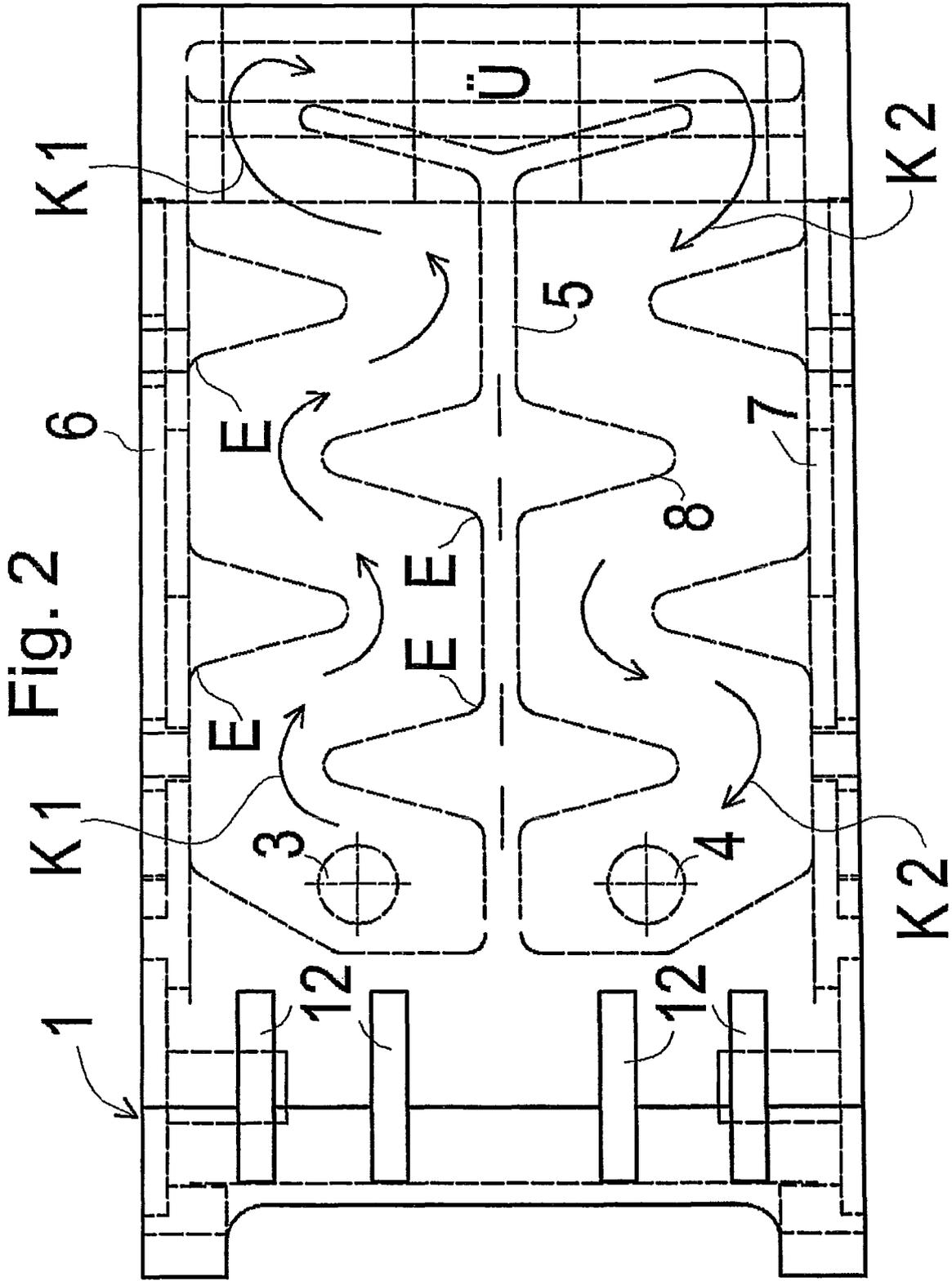
4. Verfahren zur Herstellung eines Rostelementes nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gesamte Rostelement in einem Durchgang gegossen wird. 40

45

50

55





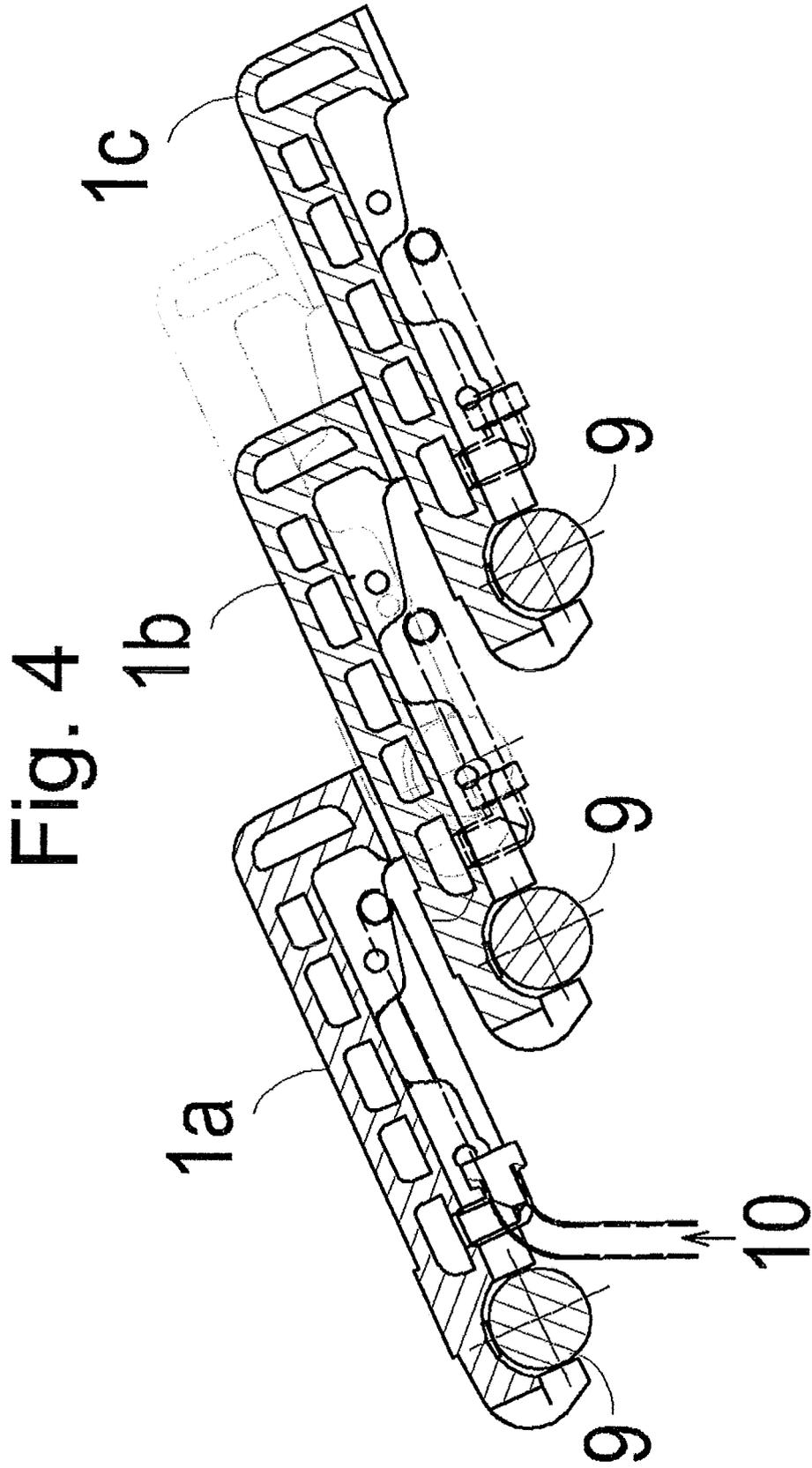


Fig. 5

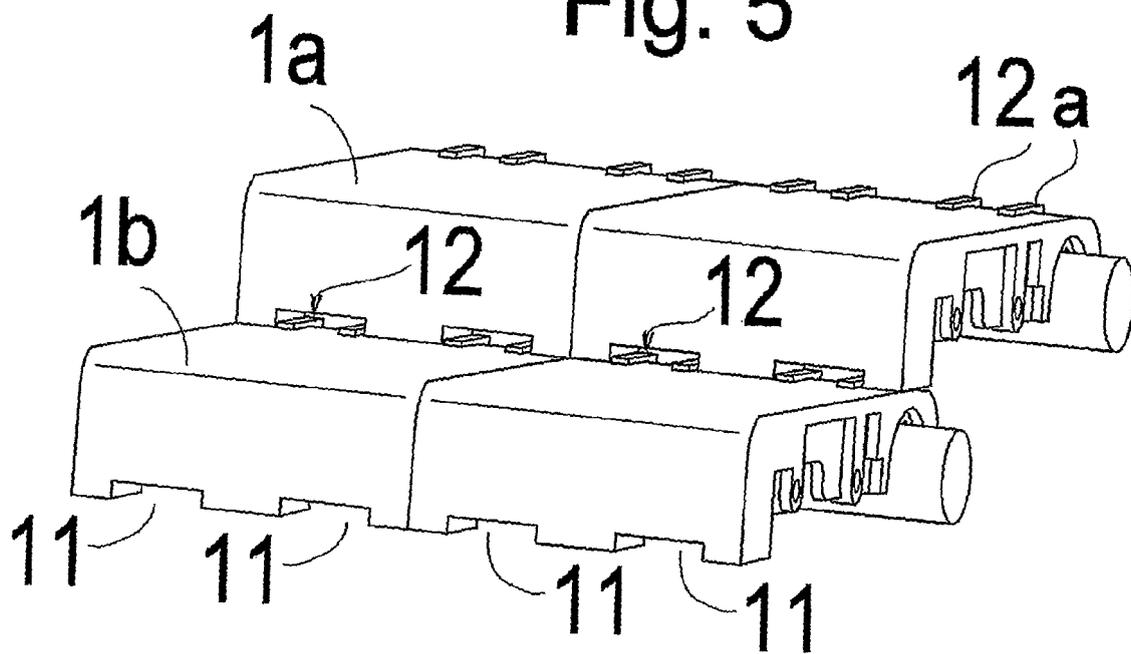
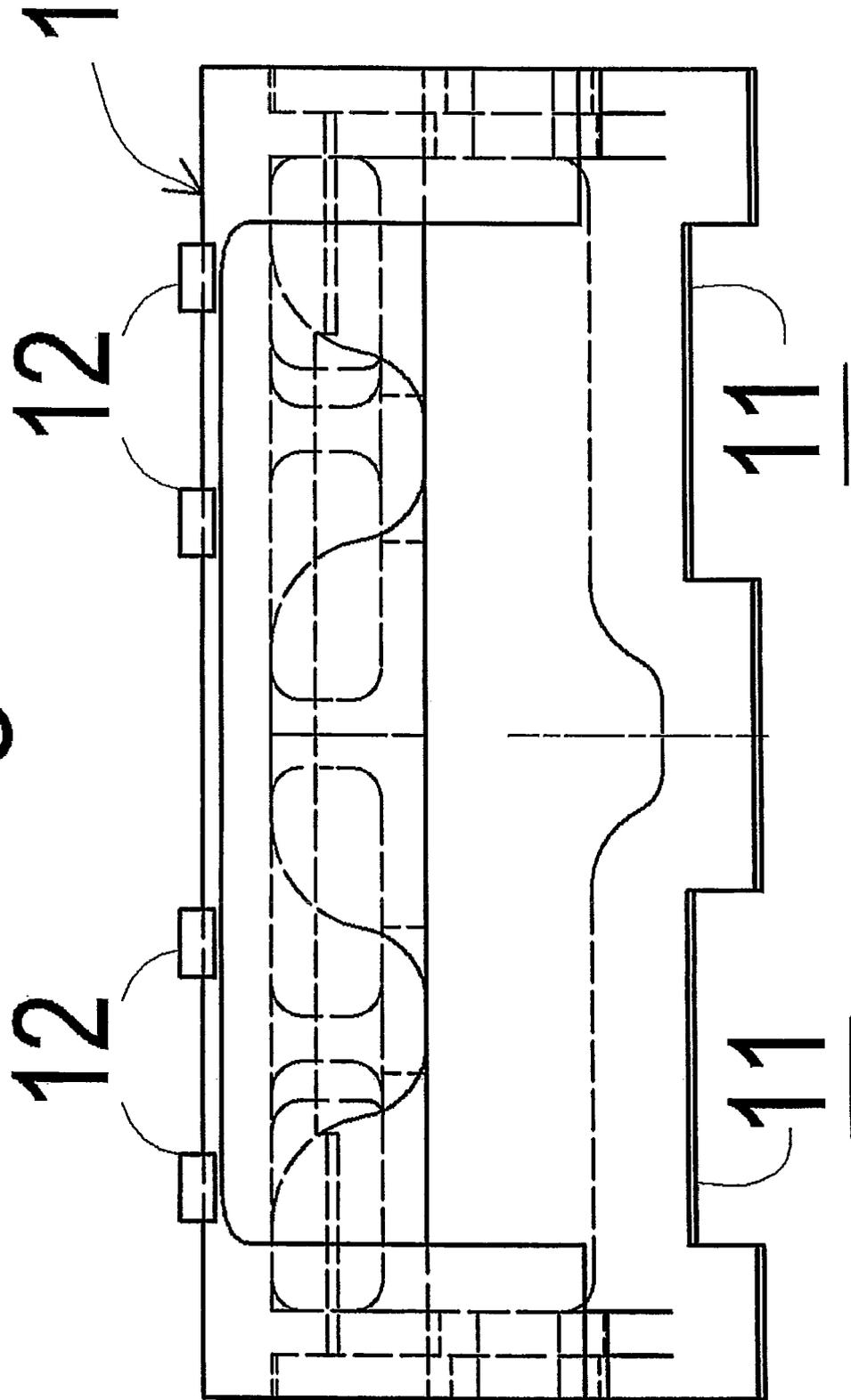


Fig. 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1219898 A1 [0005]
- EP 0921354 A1 [0006]
- EP 0757206 A2 [0008]
- US 20010003266 A1 [0009] [0010]
- EP 0811804 A2 [0012] [0013]
- DE 19607007 C1 [0013]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *PATENT ABSTRACTS OF JAPAN*, vol. 1997, 06
[0010]