

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
3. September 2015 (03.09.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/128183 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H05B 3/48* (2006.01) *F24H 3/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/052712
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Februar 2015 (10.02.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 102 474.5  
25. Februar 2014 (25.02.2014) DE
- (71) Anmelder: SANDVIK MATERIALS TECHNOLOGY  
DEUTSCHLAND GMBH [DE/DE]; Heerdter Landstraße  
229/243, 40549 Düsseldorf (DE).
- (72) Erfinder: MANN, Markus; Moritzstraße 8, 55130 Mainz  
(DE). KRAMER, Michael; Tannenstraße 12, 64546  
Mörfelden-Walldorf (DE).
- (74) Anwälte: LIEKE, Winfried et al.; c/o WSL Patentanwälte  
Partnerschaft mbB, Postfach 61 45, Kaiser-Friedrich-Ring  
98, 65051 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

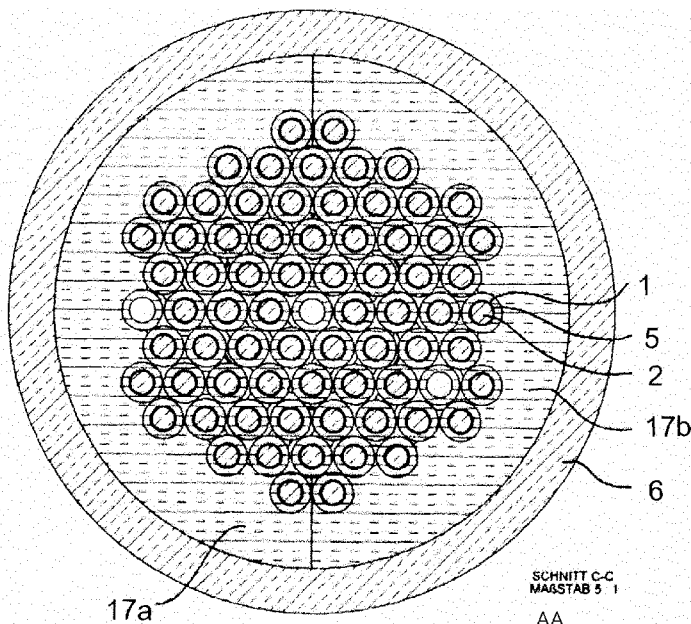
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: HEATING ELEMENT AND PROCESS HEATER

(54) Bezeichnung : HEIZELEMENT UND PROZESSHEIZER



AA Section C-C Scale 5:1

Fig. 5

(57) Abstract: Heating element for heating gases to high temperatures, comprising at least one tube (1) arranged for the flow of gas to be heated and an electrical heating wire in the tube, which is designed for the transfer of heat to the gas flowing past the heating wire. A process heater and a corresponding heating element are provided, which permit a generation of gas temperatures up to 1000 °C or above and nevertheless have a relatively long life, which usually is at least 10 times as long as the life span of conventional heating coils when generating gas temperatures up to 1000 °C. According to the invention, it is proposed that the heating wire is formed as a heating rod (2) extending along the tube axis, whose maximum clear distance to the inner wall of the tube does not exceed a value of 10 mm over at least 80% of the circumference and/or at least 80% of the overlapping length of the tube and the heating rod.

(57) Zusammenfassung: Heizelement zum Erhitzen von Gasen auf hohe Temperaturen, mit mindestens einem für die Durchströmung von zu erheizendem Gas eingerichteten Rohr (1) und einem elektrischen Heizdraht in dem Rohr, welches für

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/128183 A1



---

die Übertragung von Wärme auf an dem Heizdraht vorbeiströmendes Gas ausgelegt ist. Um einen Prozessheizer und ein entsprechendes Heizelement bereitzustellen, die eine Erzeugung von Gastemperaturen bis zu 1000 °C oder auch darüber erlauben und dennoch eine relativ lange Standzeit haben, die bei der Erzeugung von Gastemperaturen bis 1000°C in der Regel mindestens das 10-fache der Lebensdauer herkömmlicher Heizwendeln beträgt, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass der Heizdraht als sich entlang der Rohrachse erstreckender Heizstab (2) ausgebildet ist, dessen maximaler lichter Abstand zu der Innenwand des Rohres über mindestens 80% des Umfanges und/oder mindestens 80% der Überlappungslänge von Rohr und Heizstab einen Wert von 10 mm nicht übersteigt.

-----

**Heizelement und Prozessheizer**

-----

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Heizelement zum Erhitzen von Gasen auf hohe Temperaturen, mit mindestens einem für die Durchströmung von heißem bzw. zu erhitzendem Gas ausgelegten Rohr 1 und einem elektrischen Heizdraht in dem Rohr, welcher für die Übertragung von

5 Wärme auf an dem Heizdraht vorbeiströmendes Gas ausgelegt ist.

Ebenso betrifft vorliegende Erfindung auch einen Prozessheizer mit einem Gehäuse mit einer Gaszufuhr und einem Gasauslass, einem Heizraum zwischen Gaszufuhr und Gasauslass zur

10 Aufnahme eines Heizelementes und elektrischen Anschlüssen für mindestens ein Heizelement,

Entsprechende Heizelemente sind seit langem bekannt. Sie bestehen, wie bereits erwähnt, aus mindestens einem von Gas zu durchströmenden Rohr, das zum Zwecke der Durchströmung beidseitig offen ist, wobei in dem Rohr ein Heizdraht angeordnet ist, an welchem das Gas vorbeiströmt und sich durch den direkten Kontakt mit dem Heizdraht erhitzt.

15

Üblicherweise werden als Heizdrähte wendelförmig aufgewickelte, feine Drähte verwendet, deren Querschnitt sehr viel kleiner als der Rohrquerschnitt ist und die von Strom durchflossen werden und sich dadurch erhitzen. Die durch den Heizdraht in Wärme umgesetzte elektrische Energie

20 hängt selbstverständlich ab von der zur Verfügung stehenden elektrischen Spannung und dem Widerstand entsprechender Heizdrähte, wobei man zur Erzielung gewünschte Widerstandswerte die Länge eines gewendelten Drahtes entsprechend anpassen oder mehrere entsprechende Heizdrahte parallel oder auch in Reihe schalten kann. Die auf das an dem Heizdraht entlangströmende Gas übertragene Wärmeenergie hängt dabei selbstverständlich ab von der maximalen

25 Temperatur, welche der Heizdraht erreicht, von der Strömungsgeschwindigkeit und von der zum Wärmeaustausch zur Verfügung stehenden Oberfläche sowie auch den genauen Strömungsverhältnissen in dem Heizelement. Die maximalen Gastemperaturen, die man im Dauerbetrieb mit derartigen Prozessheizern in der Praxis regelmäßig erreichen kann, liegen in der Größenordnung von 700 °C.

30 Es werden zwar vereinzelt auch Heizelemente bzw. Prozessheizer angeboten, die eine Erzeugung von höheren Gastemperaturen bis zu etwa 900 °C erlauben, jedoch haben diese nur äußerst kurze Standzeiten. Bei den für viele Prozesse erforderlichen Gasströmungsraten hat der

Heizdraht selbst notwendigerweise immer eine mehr oder weniger deutlich über der Gastemperatur liegende Temperatur, wobei bereits kleinste Inhomogenitäten in dem Heizdraht bzw. in dessen Querschnitt oder auch allein ungünstige lokale Strömungsbedingungen und Turbulenzen dazu führen können, dass sich einige Abschnitte des Heizdrahtes stärker erhitzen als der übrige  
5 Teil, was dann schnell zum Bruch und Versagen der Heizdrahte führt. Da der Heizdraht typischerweise in kleinen Mengen Aluminium enthält, führt der Kontakt mit Sauerstoff zunächst zur Ausbildung einer schützenden Aluminiumoxidschicht um den Draht. Nach Verbrauch des Aluminium-Anteils, reagieren jedoch andere Legierungsbestandteile wie Eisen und Chrom mit dem Sauerstoff, was im Allgemeinen das Ende der Lebensdauer des Heizdrahtes bedeutet. Sonstige  
10 chemische Reaktionen des zu erhitzenden oder heißen Prozessgases mit dem Material des Heizdrahtes können das Versagen bzw. Brechen der Heizdrähte noch beschleunigt. Kleine Unregelmäßigkeiten in dem Material oder Querschnitt des Heizdrahtes aufgrund chemischer Veränderungen führen schnell zu einem lokalen Überhitzen des Heizdrahtes und zum Bruch. Da auch die Stabilität der sehr dünnen, gewendelten Heizdrähte insbesondere bei hohen Temperaturen  
15 relativ gering ist, können die Heizwendeln in einem vertikalen Rohr leicht in sich zusammensacken, wodurch Kurzschlüsse auftreten, die ebenfalls die Lebensdauer solcher Wendeldrähte herabsetzen. Ein solches Versagen durch Überhitzen, vor allem lokales Überhitzen, tritt umso leichter auf, je kleiner der Querschnitt bzw. Durchmesser der Heizdrähte ist. Andererseits wird aber ein großes Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis der Heizdrähte als vorteilhaft für eine effektive  
20 Übertragung der in dem Heizdraht erzeugten Wärmeenergie auf das vorbeiströmende Gas angesehen, so dass man bisher die kurze Standzeit solcher Heizelemente in Kauf nimmt, wenn man Gastemperaturen im Bereich von 900°C oder darüber erreichen will.

Prozessheizer und Heizelemente, die Gastemperaturen von 900 °C oder auch noch darüber erzeugen, haben aber aus den vorgenannten Gründen regelmäßig nur eine Standzeit von wenigen  
25 Stunden.

Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Prozessheizer und ein entsprechendes Heizelement bereitzustellen, die eine Erzeugung von Gastemperaturen bis zu 1000 °C oder auch darüber erlauben, damit extrem große Energiemengen auf das  
30 Gas übertragen können und dennoch eine relativ lange Standzeit haben, die bei der Erzeugung von Gastemperaturen bis 1000°C in der Regel mindestens das 10-fache der Lebensdauer herkömmlicher Heizwendeln beträgt.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Heizdraht als sich entlang der Rohrachse erstreckender Heizstab ausgebildet ist, dessen maximaler lichter Abstand zu der Innenwand des Rohres über mindestens 80 % des Umfanges und/oder mindestens 80 % der Überlappungslänge von  
35 Rohr und Heizstab einen Wert von 10 mm nicht übersteigt.

Mit anderen Worten ist der Heizdraht kein gewendelter Draht, dessen Materialquerschnitt wesentlich kleiner ist als der des Rohres, sondern vielmehr ein Stab, für den man seinerseits eine entsprechende Längsachse definieren kann, die sich im Wesentlichen entlang der oder parallel zu  
5 der Achse des Rohres erstreckt und dabei das Rohr soweit ausfüllt, dass zwischen Heizstab und Rohrwand nur ein relativ kleiner, lichter Abstand verbleibt, der maximal 10 mm und vorzugsweise noch deutlich weniger beträgt, auch wenn er punktuell, d.h. in Bereichen, die weniger als 20% der Überlappungslänge von Rohr und Heizstab oder aber weniger als 20% des Umfangs des Heizstabes ausmachen, größer sein kann. Der Begriff „Heizdraht“ wird daher im Rahmen der  
10 vorliegenden Beschreibung als Oberbegriff sowohl für relativ dünne gewendelte Drähte als auch für Heizstäbe gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet, wobei die unterschiedliche Dicke nicht das primäre Unterscheidungskriterium ist.

Der maximale lichte Abstand zwischen Heizstab und Rohr liegt in vielen praktischen Fällen zwischen 1 und 2 mm, etwas darüber oder auch darunter bis herab zu Minimalwerten von 0,02 mm.  
15 Der Maximaldurchmesser des Heizstabs liegt selten über 10 mm, weil bei noch größeren Durchmessern die Effizienz der Energieübertragung wegen eines relativ großen Volumen/Oberfläche-Verhältnisses des Heizstabes erheblich nachlässt, was nur teilweise durch eine größere Rohr- und Heizstablänge kompensiert werden kann. Grundsätzlich ist aber dennoch die Verwendung  
20 von Heizstäben mit größeren Durchmessern möglich, wenn auch nicht bevorzugt. Ein in der Praxis offenbar günstiger Durchmesserbereich für Heizstäbe im Sinne der vorliegenden Erfindung liegt zwischen 0,5 mm und 5 mm..

Der Begriff „Rohr“ ist im Sinne der vorliegenden Erfindung weit auszulegen und definiert letztlich  
25 nur einen Hohlraum mit einer Eintritts- und einer Austrittsöffnung, die ein Durchströmen mit zu erhitzendem Gas erlauben. Dabei muss nicht einmal der Querschnitt über die Länge des Rohres hinweg konstant sein, auch wenn dies selbstverständlich bevorzugt ist, um mit einfachen Mitteln einen weitgehend konstanten Spalt, insbesondere einen konstanten Ringspalt, zwischen Heiz-  
stab und Rohrwand zu erzeugen. Der Ringspalt kann durch Erhöhungen, welche über den Um-  
30 fang verteilt auf der Heizstaboberfläche oder auf der Innenfläche des Rohres angeordnet sind, unterbrochen werden, um eine Zentrierung des Heizstabes zu ermöglichen und eine homogene Wärmeübertragung zu gewährleisten.

Als Rohre werden beispielsweise auch durchgehende Bohrungen in einem massiven Block ange-  
35 sehen, wobei ein solcher Block eine Vielzahl paralleler Bohrungen aufweisen kann.

Da die Heizstäbe gemäß der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu den gewendelten Drähten in entsprechenden Rohren herkömmlicher Heizer relativ dick sind, können sie Wärme intern bes-

ser übertragen und verteilen, was eine lokale Überhitzung vermeiden hilft, und sie haben schon aus diesem Grund bei hoher thermischer Belastung bzw. hohen Heizstabtemperaturen jenseits von 1000 °C eine deutlich längere Lebensdauer und Standzeit bzw. ermöglichen erst das Erhitzen von Gasen auf über 1000 °C mit metallischen elektrischen Heizelementen.

5

Eine alternative Bedingung anstelle des maximalen lichten Abstandes zwischen Heizstab und Rohr lässt sich durch ein Mindestverhältnis der Querschnittsfläche des Heizstabes zur dem freien Innenquerschnitt des Rohres ausdrücken. Demnach sollte der Heizstab, zumindest soweit er innerhalb des Rohres verläuft, eine Querschnittsfläche haben, die mindestens 30 % und noch bevorzugter mindestens 50% des freien Rohrquerschnitts beträgt. Bei konkreten Ausführungsformen, die mit positiven Ergebnissen getestet wurden, lag dieses Querschnittsverhältnis bei etwa 80 % wobei der maximale lichte Abstand 0,2 bis 0,5 mm betrug und ein entsprechend gleichmäßiger Ringspalt zwischen Heizstab und Rohrwand etwa 0,1 bis 0,25 mm betrug.

10

Allgemein gesprochen liegen die bevorzugten Maßverhältnisse zwischen dem Querschnitt des Heizstabes und dem Innenquerschnitt des Rohres zweckmäßigerweise im Bereich von 0,2 bis etwa 0,95. Ein Querschnittsverhältnis von 0,2 ergibt sich zum Beispiel in etwa bei einem sehr dünnen Heizstabdurchmesser von 0,2 mm und einem Rohrdurchmesser von 0,45 mm. Ein Querschnittsverhältnis von 0,9 ergibt sich zum Beispiel bei einem Heizstabdurchmesser von etwa 4,75 mm in einem Rohr mit 5 mm Innendurchmesser, wobei es hinsichtlich der Querschnittsverhältnisse auf die Maßeinheit bzw. auf die Absolutmaße nicht ankommt, solange der Heizstabdurchmesser innerhalb der oben und nachstehend angegebenen Bereiche liegt. Ein bevorzugter Bereich von Querschnittsverhältnissen liegt zwischen 0,3 und 0,8, entsprechend einem Durchmesser Verhältnis zwischen etwa 0,5 und 0,9 mit absoluten Durchmessern der Heizstäbe zwischen 0,5 und 5 mm.

20

25

Gleichzeitig hat sich herausgestellt, dass bei einer im Wesentlichen laminaren Strömung von Gas durch einen Ringspalt zwischen einem stabförmigen, entlang der Rohrachse verlaufenden Heizstab und der Innenwand des Rohres die Wärmeübertragung zwischen Heizstab und hindurchströmendem Gas überraschend effektiv ist, sodass man mit einem solchen Heizelement ohne Weiteres Prozessgastemperaturen von bis zu 1200 °C oder auch noch darüber erreichen kann, während die Lebensdauer dieser Prozessheizern und insbesondere der Heizstäbe ein Vielfaches der Lebensdauer von herkömmlichen Prozessheizern bzw. Heizdrähten beträgt, die für die Erzeugung von Gastemperaturen von 900 °C oder mehr ausgelegt sind. Dabei muss der Ringspalt entlang des Umfangs des Heizstabs auch nicht notwendigerweise eine konstante Breite haben, sondern kann zwischen 0 (Berührung) und dem Maximalwert (bei kreisförmigen Querschnitten also dem Doppelten der gleichmäßigen Spaltbreite variieren.

30

35

Die absoluten Rohrdurchmesser und Heizstabdurchmesser können in weiten Bereichen variieren, beispielsweise zwischen einem Innendurchmesser des Rohres von 1 mm bis 20 mm oder auch mehr, z. B. 60 mm, wiederum abhängig von den sonstigen Maßen, wie z.B. der Länge von Rohr und Heizstab, der gewünschten Breite des Ringspalt, der Gasstromrate und dem elektrischen Widerstand des Heizstabes sowie der zur Verfügung stehenden Spannung.

Der Heizstab hat bei kleinen Rohrdurchmessern selbstverständlich einen entsprechend kleineren Durchmesser, der im Extremfall auch 0,5 mm oder weniger, z.B. 0,2 mm betragen kann. Er ist damit gegenüber herkömmlichen Wendeldrähten oder Heizfilamenten aber immer noch deutlich dicker und vor allem nicht gewandelt, sondern erstreckt sich parallel zu der Rohrachse und entlang der Rohrachse. Der Unterschied zwischen dem „Heizdraht“ nach dem Stand der Technik und dem „Heizstab“ gemäß der vorliegenden Erfindung liegt also primär nicht (bzw. nicht nur) in der unterschiedlichen Dicke, sondern vielmehr in der definierten Längserstreckung und vergleichsweise stabilen Form des Heizstabes, der sich, soweit praktisch machbar, genau entlang der Achse des Rohres erstreckt, so dass seine Länge innerhalb des Rohres genau der Länge des Rohres entspricht und der Heizstab somit nicht entlang eines künstlich verlängerten Weges im Rohr verläuft. Gleichwohl ist der Heizstab eines Heizelementes gemäß der vorliegenden Erfindung in aller Regel auch dicker als die Heizdrähte bei herkömmlichen Heizelementen mit gleichem Rohrquerschnitt und bei einem in der Heizleistung insgesamt vergleichbaren Heizelement nach dem Stand der Technik.

Idealerweise ist der Heizstab möglichst genau im Zentrum des Rohres angeordnet, wobei der Außenquerschnitt des Heizstabes mit der Form des Innenquerschnitts des Rohres im Wesentlichen übereinstimmt, was im Ergebnis dazu führt, dass der Ringspalt zwischen Heizstab und Innenwand des Rohres eine im wesentlichen konstante Breite hat. Eventuell könnten aber die Innenfläche des Rohres und/oder die Außenfläche des Heizstabes auch strukturiert sein, d.h. beispielsweise eine in Längsrichtung des Stabes und des Rohres verlaufende Rippen- oder Rillenstruktur aufweisen, die auch einen kleinen Drallwinkel aufweisen kann. Solche oberflächliche Strukturen können bei gegebener Ringspaltbreite den Bereich der laminaren Strömung gegebenenfalls zu größeren Gasstromraten hin erweitern.

Die konkrete Breite des Ringspalt, stellt dabei immer einen Kompromiss zwischen maximaler Wärmeenergieübertragung und Druckverlust bei gewünschter Gasstromrate dar. Das heißt, je enger der Ringspalt ist, desto effektiver ist die Wärmeübertragung von dem Heizstab auf das zwischen Heizstab und Rohr strömende Gas, wobei ein enger Spalt jedoch auch den Gasstrom begrenzt und/oder eine große Druckdifferenz zwischen Einlass und Auslass erfordert.

Darüber hinaus hängt die sinnvolle Breite des Ringspaltabes aber auch von der Länge des Rohres und auch von der im Heizstab umgesetzten elektrischen Heizleistung ab.

5 In einer konkreten Ausführungsform beträgt die durchschnittliche Breite des Ringspaltabes etwa 0,1 mm, in einem anderen Beispiel 0,2 mm wobei es aber nicht immer gelingt, den Heizstab wirklich konzentrisch in einem Rohr anzuordnen, sodass die Ringspaltbreite zumindest an einigen axialen Positionen in Umfangsrichtung zwischen Null und dem Doppelten der durchschnittlichen Ringspaltbreite variieren kann.

10 In einer Ausführungsform sind deshalb an einigen Positionen entlang des Umfanges und/oder über die Länge verteilt Abstandhalter vorgesehen, die den Heizstab in dem Rohr zentrieren. Die Abstandhalter können mit dem Heizstab oder dem Rohr einstückig ausgebildet sein und sind insbesondere so gestaltet, dass sie den Gasstrom zwischen Heizstab und Rohr möglichst wenig behindern. Die Abstandhalter bestehen vorzugsweise aus hitzebeständiger Keramik und sind  
15 idealerweise über die Rohrgeometrie realisiert.

Idealerweise werden Heizstab und Rohr coaxial zueinander angeordnet, d. h. ihre Achsen fallen zusammen.

20 Dabei müssen der Heizstab und das Rohr aber keineswegs einen kreisförmigen Querschnitt haben, sie könnten beispielsweise auch den Querschnitt eines vorzugsweise gleichseitigen Polygons haben und es könnte beispielsweise auch ein Rohr mit sechseckigem oder achteckigem Querschnitt oder Außenkontur, das einen zylindrischen Heizstab aufnimmt. Insbesondere eine quadratische oder sechseckige Außenkontur der Rohre ermöglicht eine sehr kompakte Anord-  
25 nung des Rohrbündels und einen dadurch resultierende minimale Bypass-Strömung zwischen den Rohren.

In einer Ausführungsform der Erfindung ist eine Mehrzahl von parallelen Rohren zu einem Rohrpaket zusammengefasst und der Heizstab, genauer gesagt die Heizstäbe der einzelnen Rohre  
30 des Rohrpaketes haben die Form eines mäanderförmig durch die Rohre hindurchgeführten Heizdrahtes, der am Ende eines Rohres eingeführt wird und von der Austrittseite dieses Rohres durch ein benachbartes Rohr wieder zurückgeführt wird usw. Dabei ist die Anzahl der Rohre, durch die ein einzelner Heizdraht als Heizstab hindurchgeführt ist, vorzugsweise gerade, sodass der Heizstab in Form eines durch die Vielzahl von Rohren hin-und her-verlaufenden Drahtes auf der gleichen Seite wie das Eintrittsende parallel zu diesem austritt und somit an einem Ende des Rohr-  
35 paketes mit entsprechenden elektrischen Anschlusskontakten verbunden werden kann. Es versteht sich, dass ein Rohrpaket aus mehreren Gruppen von Rohren bestehen kann, die jeweils von einem einzigen zusammenhängenden Heizdraht durchzogen werden. Sollte es die elektri-

sche Anschlussleistung erfordern, hat sich eine Aufteilung in mehrere elektrische Zonen bewährt, welche eine Konnektierung in Dreieck- oder Sternschaltung ermöglichen.

5 Zweckmäßigerweise ist eine dichte Packung solcher Rohre in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet, wobei zwischen der Gehäusewand und der Außenseite der dichten Packung aus einzelnen Rohren zusätzlich noch Isolationsmaterial angeordnet ist.

10 Das Isoliermaterial ist vorzugsweise ein hochtemperaturbeständiges, keramisches Material, das eine ausreichende Stabilität zur Herstellung von formstabilen Rohren aufweist. Zwischen mehreren parallelen Rohren, die zu einem Paket zusammengefasst sind, kann ein hochtemperaturbeständiges keramisches Isoliermaterial angeordnet werden, wie es von der Anmelderin unter der Markenbezeichnung „Fibrothal“ vertrieben wird.

15 Statt nebeneinander können auch mehrere der erfindungsgemäßen Heizelemente und entsprechende Pakete aus Heizelementen axial hintereinander angeordnet werden.

Die Rohre sollten aus einer isolierenden und hochtemperaturbeständigen Keramik bestehen, wofür insbesondere Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) in Betracht kommt.

20 Der Heizstab besteht vorzugsweise aus einer Eisen-Chrom-Aluminiumlegierung oder aus einer Nickel-Chrom-Eisen-Legierung. Gegebenenfalls könnte insbesondere ein dickerer Heizstab auch seinerseits aus einem Bündel paralleler, gegebenenfalls auch miteinander verdrehter Einzelstäbe bzw. Drähte bestehen, wobei bei einer solchen Ausführungsform der oben definierte lichte Abstand durch den lichten Abstand einer Einhüllenden des Bündels aus Stäben oder Drähten zu der  
25 Innenwand des Rohres definiert ist.

Der Heizstab kann einen Durchmesser im Bereich von 0,2 bis 50 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 und 10 mm haben.

30 Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und der dazugehörigen Figuren.

Es zeigen:

35

Figur 1 eine stirnseitige Draufsicht auf ein Heizelement, welches aus einem Bündel von Rohren mit hindurchgeführten Heizstäben besteht.

Figur 2 eine Seitenansicht des Heizelementes nach Figur 1,  
Figur 3 eine Schnittansicht mit einem Schnitt entlang der Längsachse eines kompletten Prozess-  
heizers mit einem erfindungsgemäßen Heizelement und einem Gehäuse mit Anschlüssen  
für Gas und Strom sowie einer Isolierung,

5 Figur 4 eine Stirnansicht von links auf den Prozessheizer nach Figur 3.

Figur 5 einen Schnitt durch ein Heizelement gemäß Figur 1 und 2 und

Figur 6 nochmals schematisch einen Prozessheizer mit der Lage der Schnittlinie der Figur 5

Man erkennt in Figur 1 eine dichte Packung von Rohren 1 in hexagonaler Anordnung, durch wel-  
che Heizstäbe 2 hindurchgeführt sind. Die Rohre 1 bestehen aus Aluminiumoxid-Keramik und  
10 haben einen Innendurchmesser von etwa 1,7 mm, sowie einen Außendurchmesser von etwa 2,7  
bis 2,8 mm, woraus sich eine Wandstärke der Rohre 1 von etwa 0,5 bis 0,55 mm ergibt. Die  
Heizstäbe werden hier durch einen kontinuierlichen Heizdraht mit einem Durchmesser von etwa  
1,5 mm gebildet, der abwechselnd in jeweils entgegengesetzter Richtung durch eine Vielzahl der  
15 Rohre dieses Rohrpaketes hindurchgeführt ist, wobei der mit 2a markierte Heizstab die Einführ-  
seite des Heizdrahtes in das Rohr 1a markiert, der dann durch das Rohr 1b wieder zurückgeführt,  
in das Rohr 1c wieder eingeführt und auf diese Weise durch eine Vielzahl von Rohren und im  
Wesentlichen parallel zu deren Achse hindurchgeführt wird, bis schließlich das Ende des Drahtes  
in Form des Heizstabes 2z durch das Rohr 1z wieder austritt.

20 Einige der Rohre sind Leerrohre 3, welche z. B. der Aufnahme von Thermoelementen oder sonstigen  
Thermometern dienen, während das zentrale Rohr beispielsweise eine Zentrierung 4 auf-  
weisen kann, mit deren Hilfe das aus dem Rohrpaket und dem hindurchgeführten Heizdraht be-  
stehende Heizelement 10 in dem Gehäuse eines Prozessheizers zentriert werden kann.

25 Figur 2 ist eine Seitenansicht des Paketes bzw. der hexagonalen Packung von Rohren gemäß  
Figur 1.

Die Länge I der Rohre 1 beträgt beispielsweise zwischen 150 und 500 mm, während die Länge L  
30 des gesamten Heizelementes 10 (ohne die überstehenden Anschlussenden 2a und 2z) bei den  
hier angegebenen Maßen von Rohren 1 und Heizstäben 2 um etwa 4-5 mm größer ist.

Figur 3 zeigt einen kompletten Prozessheizer 100 mit einem rohrförmigen Gehäuse 6, einem  
Gaszufuhrrohr 7, einer Gasaustrittsdüse 9 mit Austrittsrohr 8 und einem Befestigungsflansch 13,  
35 der seinerseits an einem Stromzufuhrflansch 14 montiert ist.

Das Gaszufuhrrohr 7 mündet in einen zylindrischen Hohlraum 18, durch den sich auch zwei pa-  
rallele Stromanschlussrohre 16 erstrecken, von denen in der Seitenansicht der Figur 3 nur eines

- erkennbar ist. Die Stromanschlussrohre bilden eine Durchföhrung für die Verbindung der Drahtenden 2a und 2z mit elektrischen Anschlusskontakten an dem elektrischen Anschlussflansch 14. Das Heizelement 10, welches aus einem Rohrpaket beispielsweise gemäß Figur 1 und 2 besteht, ist im Zentrum des rohrförmigen Gehäuses 6 aufgenommen, wobei zwischen der Innenwand des rohrförmigen Gehäuses 6 und dem Heizelement 10 ein hochtemperaturbeständiges, keramisches Isoliermaterial 17 angeordnet ist, welches typischerweise aus zwei das Heizelement 10 von gegenüberliegenden Seiten her umschließenden Halbschalen 17a, 17b (siehe Figur 5) besteht, deren Innenkontur der Außenkontur des Heizelementes 10 angepasst ist.
- 5
- 10 Alternativ können die Halbschalen auch gemeinsam ein einfaches zylindrisches Rohr bilden, wobei dann die verbleibenden Zwischenräume zwischen dem Heizelement 10 mit in loser Faserverbundform vorliegenden Isoliermaterial ausgestopft werden, welches im Übrigen auch die Zwischenräume zwischen den Rohren 1, 3 ausfüllt.
- 15 Als Alternative zu dem Stopfen der Rohrzwischenräume könnte die Gaseintrittsseite des Heizelementes 10 auch eine entsprechende gelochte, kreisförmige Abdeckscheibe aufweisen, deren Durchmesser dem maximalen Außendurchmesser des Rohrpaketes des Heizelementes 10 entspricht und welche Bohrungen nur an der Position der Rohre bzw. der Rohröffnungen aufweist und damit die gesamte Stirnseite der Rohrpackung mit Ausnahme der Bohrungen abdeckt, bevor der Heizdraht durch die Rohre hindurchgeföhrt wird. Eine solche Abdeckscheibe könnte aus demselben keramischen Isoliermaterial bestehen, wie es auch für die Halbschalen 17a, 17b zwischen Gehäuse und Heizelement 10 verwendet wird und welches von der Anmelderin unter dem Markennamen „Fibrothal“ vertrieben wird. Die Enden 2a und 2z des Heizdrahtes bzw. der Heizstäbe 2 werden durch die isolierenden Verbindungsrohre 16 mit äußeren elektrischen Anschlüssen 12 verbunden, die über eine Klemmringverschraubung 11 an dem Zufuhrflansch 14 montiert sind.
- 20
- 25

Die hier dargestellte Variante eines Prozessheizers ist bei einem Heizstab- bzw. Heizdrahtdurchmesser von ca. 1,5 mm für eine Heizleistung von 3,5 kW ausgelegt, wobei der lichte innere Rohrdurchmesser zwischen etwa 1,7 und 2,2 mm liegen kann und wobei der Heizdraht bzw. die Heizstäbe aus einer Eisen-Chrom-Aluminium-Legierung bestehen. Geeignete Heizdrähte werden von der Anmelderin unter anderem unter der Markenbezeichnung „NICROTHAL“ vertrieben. Es versteht sich, dass man entsprechende Prozessheizer beliebig dimensionieren kann, sodass sich der Leistungsbereich zwischen einigen Watt oder einigen 100 Watt und 100 oder mehr Kilowatt erstrecken kann.

30

35

Das zu erhitzende Gas wird durch den Anschluss 7 zugeföhrt und gelangt in einem im Wesentlichen zylindrischen Vorraum 18, der ansonsten noch von den beiden isolierenden Rohren 16 der

Stromverbindung durchzogen ist und strömt in die offenen Ringspalte 5 zwischen den Rohren 1 und den Heizdrähten 2 hinein und durch die Rohre hindurch, um dann über die Düse 9 und das Austrittsrohr 8 aus dem Prozessheizer auszutreten.

- 5 Es versteht, sich, dass man mehrere Heizelemente bzw. Prozessheizer auch axial hintereinander schalten kann.

Figur 4 ist schließlich noch eine stirnförmige Ansicht auf den Prozessheizer nach Figur 3 von links, wobei man wiederum die Düse 9 mit dem Austrittsende 8 erkennt, ebenso wie das Gehäuse 6, das Gaszufuhrrohr 7 und den Anschlussflansch 13.

10

**Bezugszeichenliste**

	1	Rohr
	2	Heizstäbe, Heizdraht
5	2a, 2z	Enden des Heizdrahtes bzw. der Heizstäbe
	3	Leerrohr
	4	Zentrierung
	5	Ringspalte
	6	Gehäuse
10	7	Gaszufuhrrohr
	8	Austrittsrohr
	9	Düse
	10	Heizelement
	11	Klemmringverschraubung
15	12	elektrische Anschlüsse
	13	Befestigungsflansch
	14	Zufuhrflansch
	16	Stromanschlussrohre/Verbindungsrohre
	17a, 17b	Halbschalen
20	18	Vorraum

## Patentansprüche

1. Heizelement zum Erhitzen von Gasen auf hohe Temperaturen, mit mindestens einem für die Durchströmung von zu erhitzendem Gas eingerichteten Rohr (1) und einem elektrischen Heizdraht in dem Rohr, welches für die Übertragung von Wärme auf an dem Heizdraht vorbeiströmendes Gas ausgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizdraht als sich entlang der Rohrachse erstreckender Heizstab (2) ausgebildet ist, dessen maximaler lichter Abstand zu der Innenwand des Rohres über mindestens 80% des Umfanges und/oder mindestens 80% der Überlappungslänge von Rohr und Heizstab einen Wert von 10 mm nicht übersteigt.
2. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizstab einen Durchmesser im Bereich von 0,2 bis 50 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 und 10 mm hat
3. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Querschnittes des Heizstabes zum Innenquerschnitt des Rohres im Bereich zwischen 0,04 und 0,95 liegt und bevorzugt zwischen 0,3 und 0,8 beträgt.
4. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der maximale lichte Abstand zwischen dem Heizstab und der Innenwand des Rohres 0,02 und 5 mm beträgt.
5. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der lichte Abstand zwischen Heizstab und Innenwand des Rohres durch einen über die Überlappungslänge und den Umfang hinweg im Wesentlichen konstanten Ringspalt definiert ist.
6. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der lichte Abstand bzw. die Breite des Ringspaltes im Bereich 0,05 bis 1 mm, vorzugsweise im Bereich zwischen 0,1 und 0,5 mm liegt.
7. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizstab sich als kontinuierlicher, massiver Heizdraht mäandernd durch eine Mehrzahl paralleler Rohre erstreckt.
8. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Mehrzahl paralleler Rohre mit Heizstäben aufweist, die vorzugsweise in einer dichten Packung nebeneinander angeordnet sind.

9. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Rohr aus Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ) besteht
- 5 10. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizstab aus einer Eisen-Chrom-Aluminium-Legierung oder Nickel-Chrom-Legierung besteht
11. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizstab seinerseits aus einem Bündel paralleler, gegebenenfalls auch miteinander verdrillter  
10 Einzelstäbe bzw. Drähte besteht, wobei der lichte Abstand durch den lichten Abstand einer Ein-  
hüllenden des Bündels zu der Innenwand des Rohres definiert ist.
- .12. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
15 zwischen Heizstab und Rohrwand Abstandhalter vorgesehen sind, welche sich vorzugsweise aus  
der Rohrgeometrie ergeben.
13. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenfläche des Rohres strukturiert ist,
- 20 14. Heizelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenraum zwischen mehreren Rohren und zwischen Rohren und Gehäuse durch ein  
hochtemperaturbeständiges, keramisches Fasermaterial ausgefüllt und abgedichtet ist.
15. Prozessheizer mit einem Gehäuse, mit einer Gaszufuhr und einem Gasauslass, einem  
25 Heizraum zwischen Gaszufuhr und Gasauslass und elektrischen Anschlüssen für mindestens ein  
elektrisches Heizelement, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizraum mindestens ein Heizele-  
ment nach einem der Ansprüche 1 bis 14 aufweist.

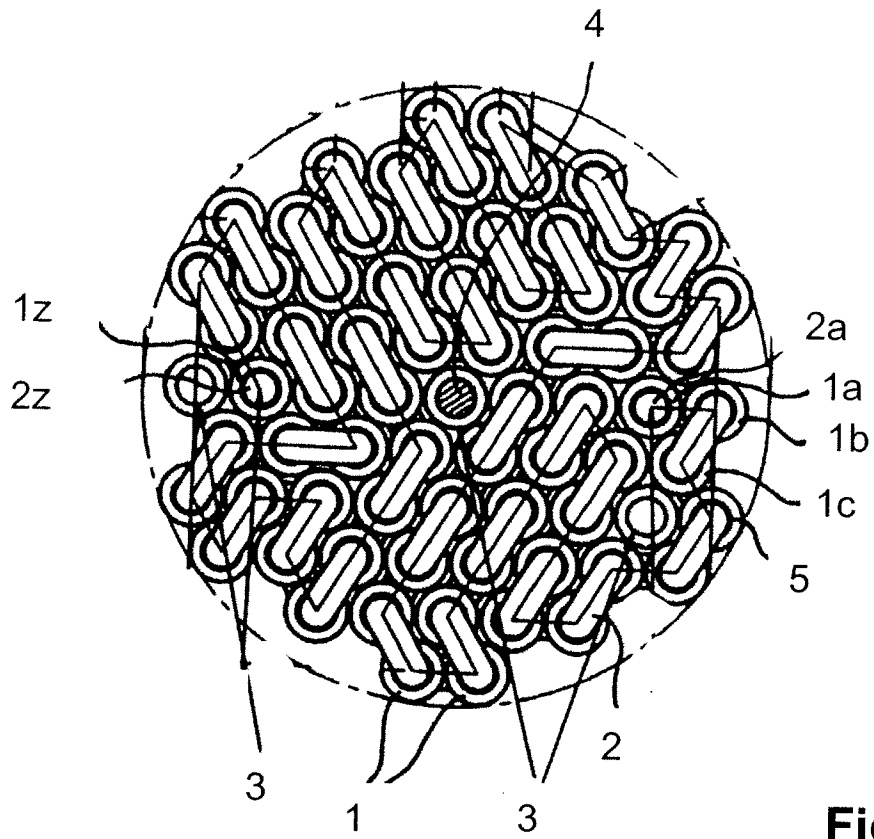


Fig. 1

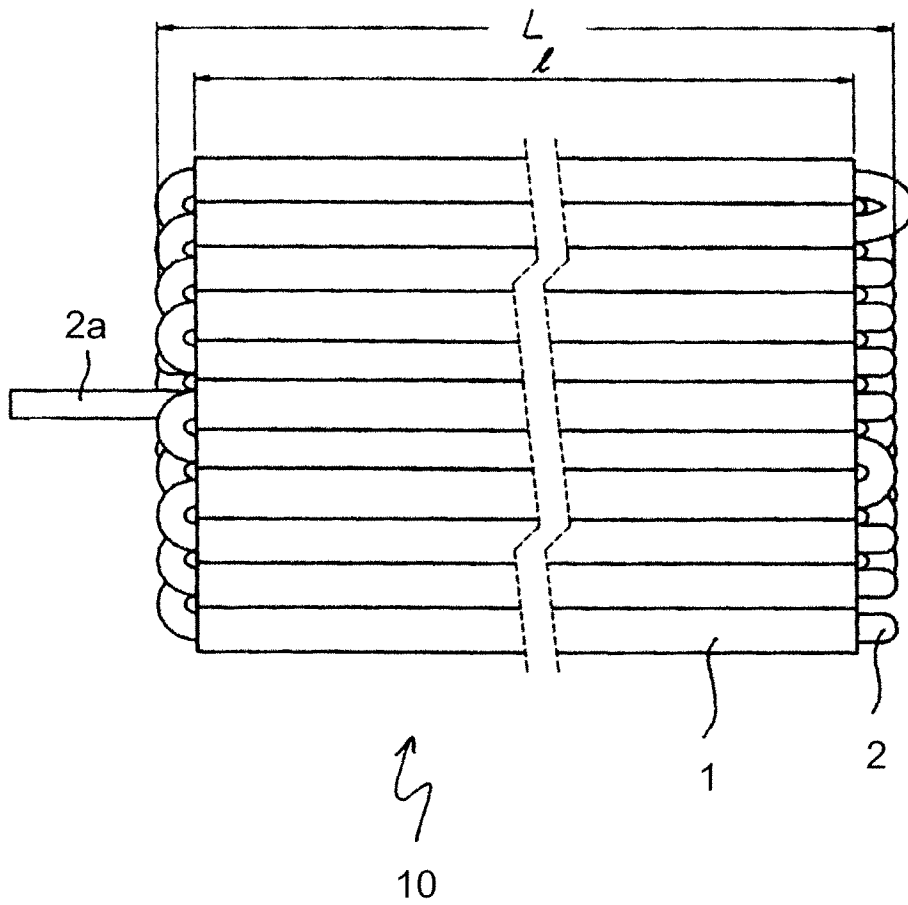
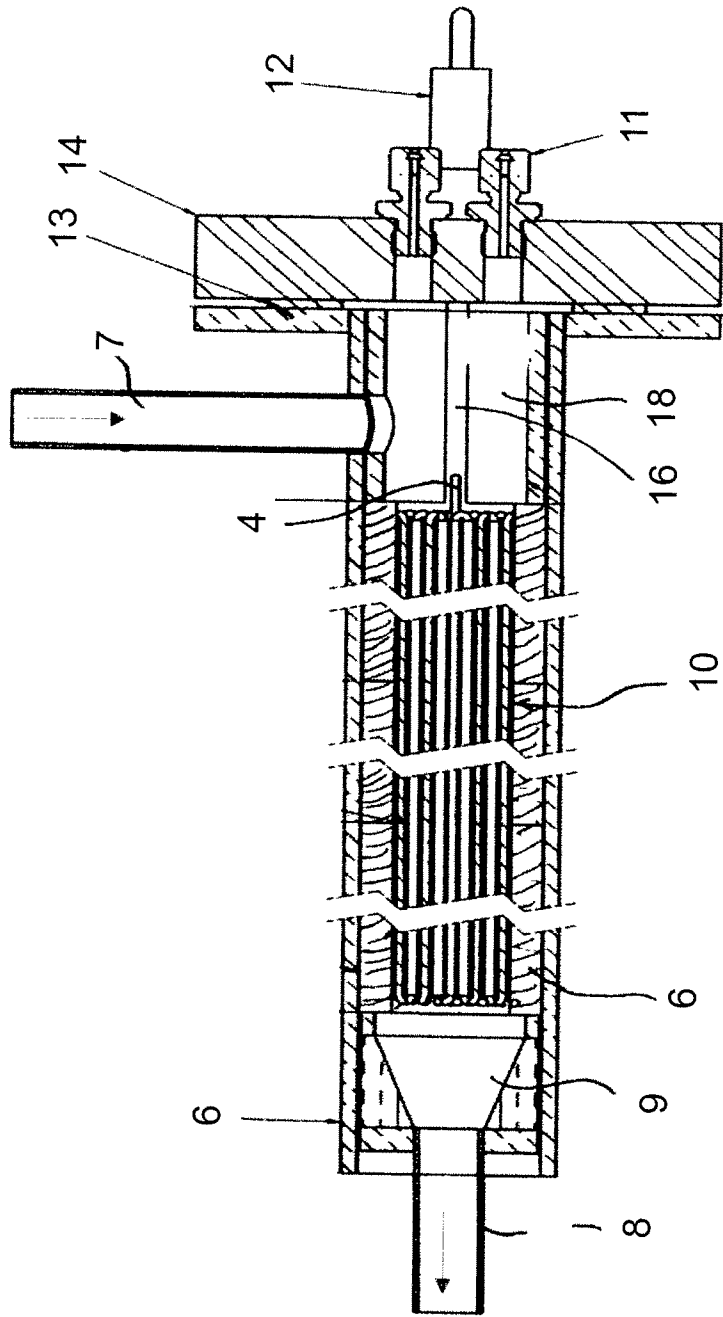


Fig. 2



SCHNITT A-A

Fig. 3

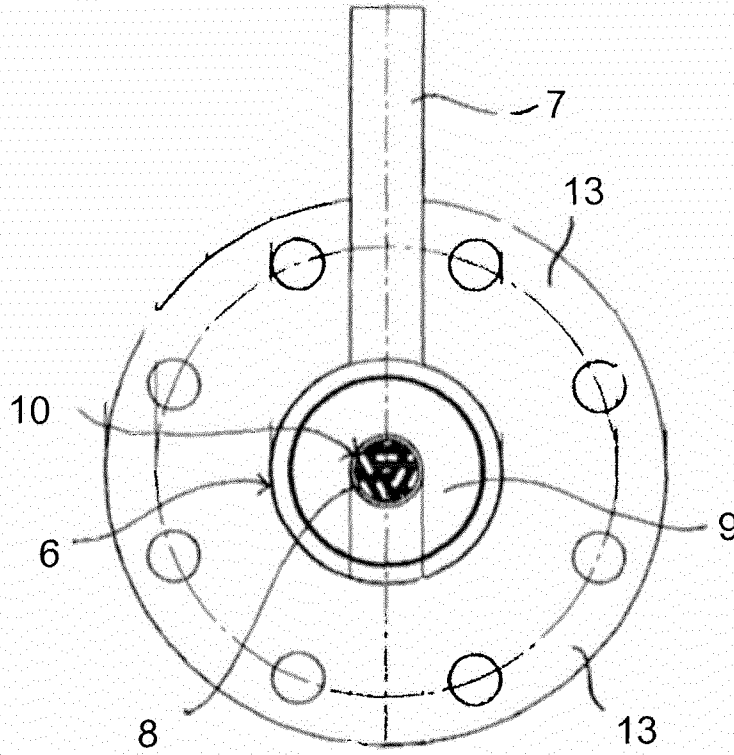


Fig. 4

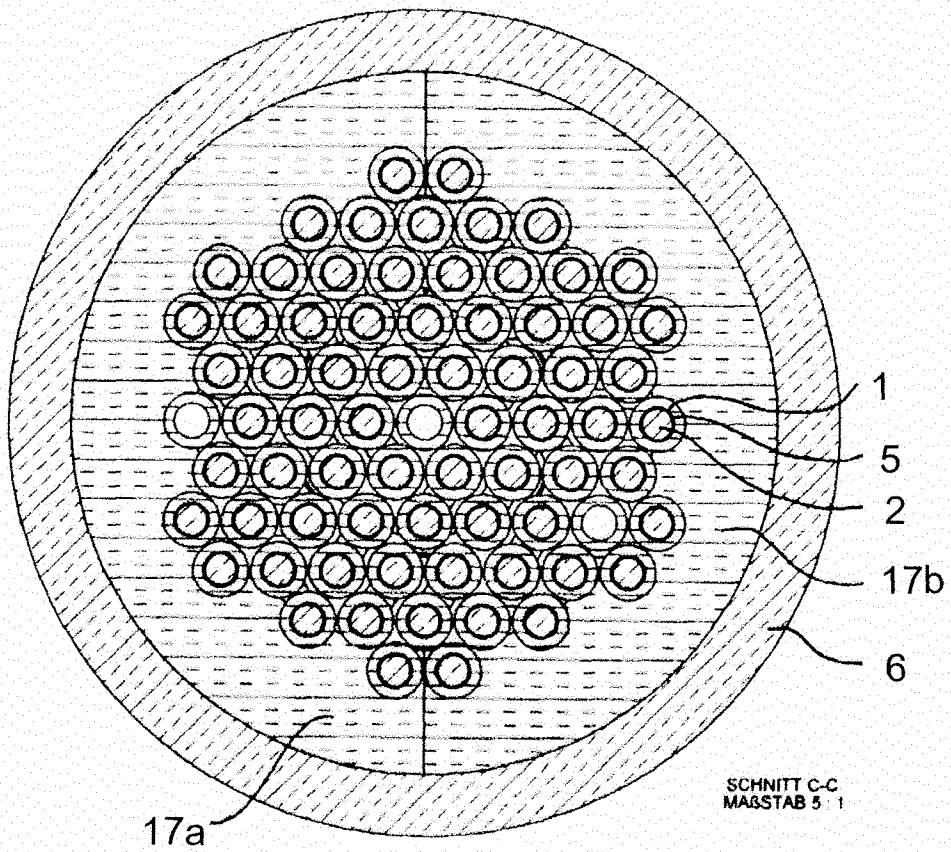


Fig. 5

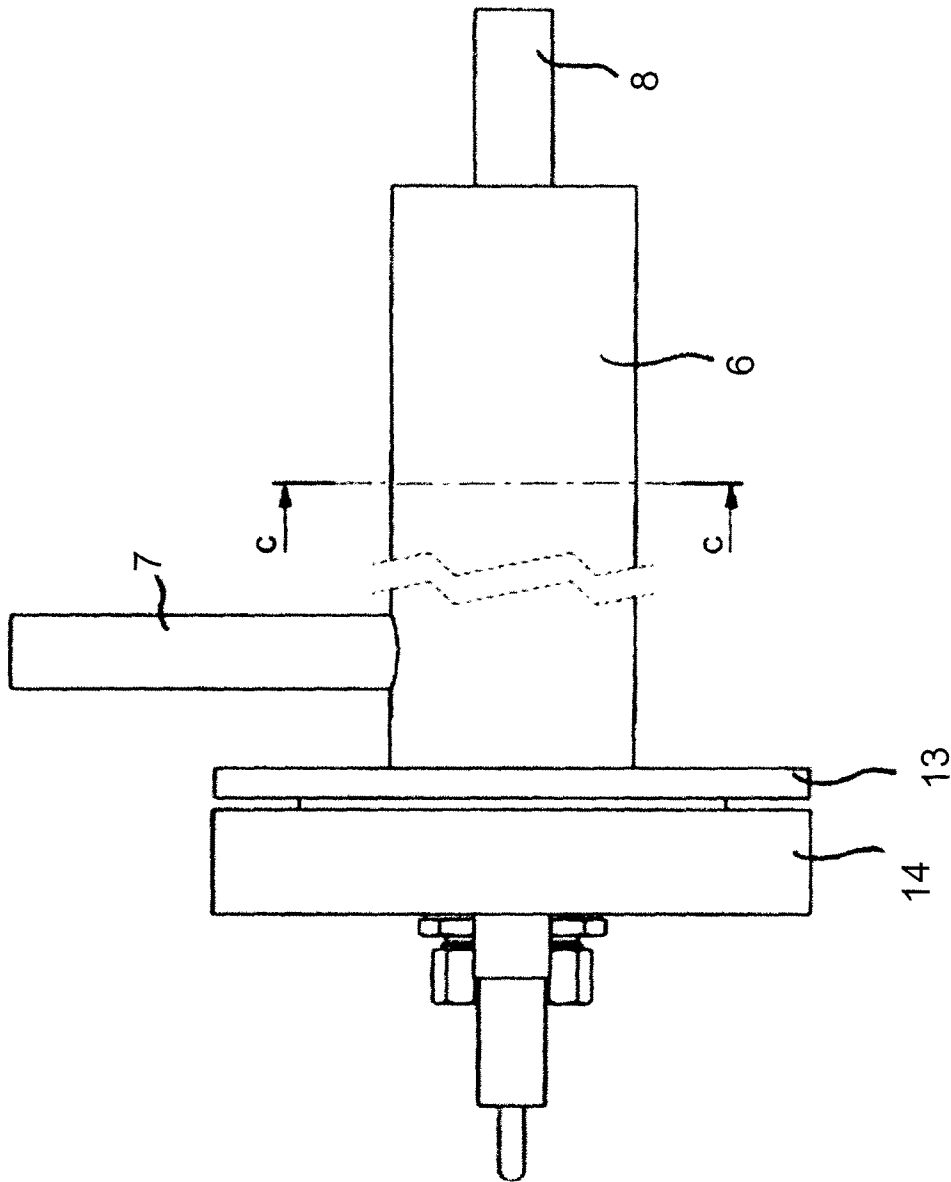


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/052712

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H05B3/48 F24H3/00  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H05B F24H  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 16 15 278 A1 (GEFI GES F INDUSTRIEWAERME MBH) 23 July 1970 (1970-07-23) page 4 - page 5; figures 1-3 -----	1-15
A	US 2012/141100 A1 (EVANS ROBERT [US]) 7 June 2012 (2012-06-07) paragraph [0028]; figure 1 -----	1-15
A	CN 102 811 514 A (ZHENJIANG WEISIKANG ELECTRICAL APPLIANCE CO LTD) 5 December 2012 (2012-12-05) the whole document -----	1-15
A	KR 101 314 531 B1 (UNIWORM CO LTD [KR]; PARK SANG GEUN [KR]; PAK GYOUNG SU [KR]) 4 October 2013 (2013-10-04) the whole document -----	1-15
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search  28 April 2015	Date of mailing of the international search report  11/05/2015
--------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Gea Haupt, Martin
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/052712

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 134 143 A1 (LEISTER PROCESS TECH [CH]) 16 December 2009 (2009-12-16) paragraph [0023] - paragraph [0025]; figure 1 -----	1-15
A	US 5 380 987 A (MORICI JOHN A [US]) 10 January 1995 (1995-01-10) column 3, line 57 - column 4, line 18; figure 1 -----	1-15
A	US 1 727 584 A (CARLETON ROBERT A) 10 September 1929 (1929-09-10) page 2, line 47 - line 107; figures 1,2 -----	1-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/052712
---------------------------------------------------

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1615278	A1	23-07-1970	NONE
-----			
US 2012141100	A1	07-06-2012	NONE
-----			
CN 102811514	A	05-12-2012	NONE
-----			
KR 101314531	B1	04-10-2013	CN 103974473 A KR 101314531 B1
-----			
EP 2134143	A1	16-12-2009	AT 492140 T CN 101603733 A EP 2134143 A1 JP 4977844 B2 JP 2009293916 A US 2009304372 A1
-----			
US 5380987	A	10-01-1995	NONE
-----			
US 1727584	A	10-09-1929	NONE
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05B3/48 F24H3/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05B F24H		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 16 15 278 A1 (GEFI GES F INDUSTRIEWAERME MBH) 23. Juli 1970 (1970-07-23) Seite 4 - Seite 5; Abbildungen 1-3 -----	1-15
A	US 2012/141100 A1 (EVANS ROBERT [US]) 7. Juni 2012 (2012-06-07) Absatz [0028]; Abbildung 1 -----	1-15
A	CN 102 811 514 A (ZHENJIANG WEISIKANG ELECTRICAL APPLIANCE CO LTD) 5. Dezember 2012 (2012-12-05) das ganze Dokument -----	1-15
A	KR 101 314 531 B1 (UNIWORM CO LTD [KR]; PARK SANG GEUN [KR]; PAK GYOUNG SU [KR]) 4. Oktober 2013 (2013-10-04) das ganze Dokument -----	1-15
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. April 2015		11/05/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Gea Haupt, Martin

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 134 143 A1 (LEISTER PROCESS TECH [CH]) 16. Dezember 2009 (2009-12-16) Absatz [0023] - Absatz [0025]; Abbildung 1 -----	1-15
A	US 5 380 987 A (MORICI JOHN A [US]) 10. Januar 1995 (1995-01-10) Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 4, Zeile 18; Abbildung 1 -----	1-15
A	US 1 727 584 A (CARLETON ROBERT A) 10. September 1929 (1929-09-10) Seite 2, Zeile 47 - Zeile 107; Abbildungen 1,2 -----	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/052712

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1615278	A1	23-07-1970	KEINE
US 2012141100	A1	07-06-2012	KEINE
CN 102811514	A	05-12-2012	KEINE
KR 101314531	B1	04-10-2013	CN 103974473 A 06-08-2014 KR 101314531 B1 04-10-2013
EP 2134143	A1	16-12-2009	AT 492140 T 15-01-2011 CN 101603733 A 16-12-2009 EP 2134143 A1 16-12-2009 JP 4977844 B2 18-07-2012 JP 2009293916 A 17-12-2009 US 2009304372 A1 10-12-2009
US 5380987	A	10-01-1995	KEINE
US 1727584	A	10-09-1929	KEINE