

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50076/2022
(22) Anmeldetag: 09.02.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2022

(51) Int. Cl.: **H05B 3/64** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4306896 A1

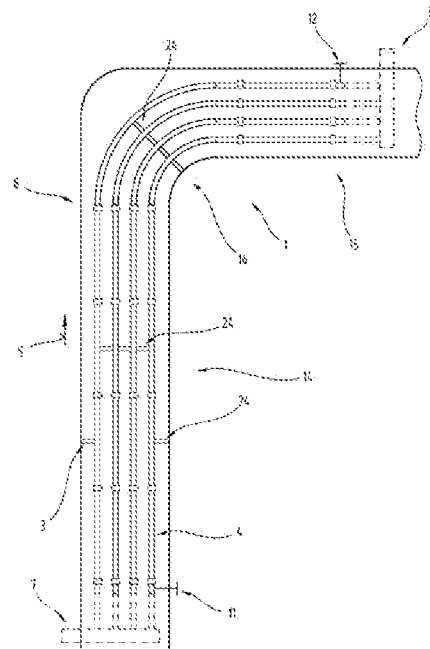
(71) Patentanmelder:
EBNER Industrieofenbau GmbH
4060 Leonding (AT)

(72) Erfinder:
Ebner Robert Mag.
4060 Leonding (AT)
Sauschlager Andreas Ing.
4060 Leonding (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Heizvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Heizvorrichtung (1) umfassend zumindest ein Rohrregister (3) aus mehreren elektrischen Strom leitenden Rohren (4), die innen von einem Fluid durchströmbar angeordnet sind, wobei das Rohrregister (3) außen von einem Fluid umströmbar in einem Gehäuse (6) angeordnet ist.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Heizvorrichtung (1) umfassend zumindest ein Rohrregister (3) aus mehreren elektrischen Strom leitenden Rohren (5), die innen von einem Fluid durchströmbar angeordnet sind, wobei das Rohrregister (3) außen von einem Fluid umströmbar in einem Gehäuse (6) angeordnet ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Heizvorrichtung umfassend zumindest ein Rohrregister aus mehreren elektrischen Strom leitenden Rohren, die innen von einem Fluid durchströmbar angeordnet sind.

Weiter betrifft die Erfindung eine Thermoprozessanlage umfassend eine Kammer für einen zu prozessierenden Gegenstand und mit einer Heizvorrichtung, die zumindest teilweise in der Thermoprozessanlage angeordnet ist.

Die elektrische Beheizung von Industrieöfen mit einer Widerstandsheizung ist bekannt. Dazu durchfließt elektrischer Strom ein Heizelement mit einem entsprechenden elektrischen Widerstand, wobei Wärme frei wird. Das Heizelement kann unterschiedliche Formen aufweisen. Sehr oft werden stabförmige Heizelemente eingesetzt.

Im Stand der Technik wurden aber auch bereits Heizleiterrohre beschrieben. So beschreibt z.B. die DE 10 2019 002 196 A1 einen Induktionsofen zum Schmelzen, Warmhalten oder Vergießen von Metallen mit einem Ofentiegel und einer diesen umgebenden Induktionsspule mit mindestens einem um den Ofentiegel gewickelten elektrischen Leiter in Form einer als Kühlmittelkanal ausgebildeten Rohrschlange, in der ein über einen Zulauf zugeführtes und über eine Ablauf abgeführtes Kühlmittel umgewälzt wird.

In der JP H11-87024 A ist die Anordnung mehrerer rohrförmige Heizelemente in einem Heizofen beschrieben.

Aus der DE 42 06 851 A1 ist ein keramisches, poröses Heizrohr zur elektrischen Beheizung eines Industrieofens bekannt, das mindestens an einem ersten Ende

mit einem Adapter zum Anschluss einer Inertgaszuführung und im Übrigen so ausgebildet ist, dass der über den Adapter zugeführte Inertgasstrom ausschließlich über die Mantelfläche des Heizrohres austreten kann.

Die EP 0 344 413 B1 beschreibt einen Ofen zur Wärmebehandlung von Chargen aus Eisen- und Stahlteilen mit einem Ofengehäuse und einer darin angeordneten Heizkammer sowie in der Heizkammer angeordneten, elektrisch betätigten Heizelementen zur Aufheizung der Charge, wobei die vertikal in der Heizkammer angeordneten Heizelemente rohrförmig ausgebildet und von Gas unter Aufheizung von oben nach unten durchströmbar und nach unten hin offen ausgebildet sind.

Aus der EP 2 467 662 B1 ist eine Flächenheizeinrichtung für eine Substratbehandlungseinrichtung zur hauptsächlich flächenhaften Abstrahlung von Wärme senkrecht zu einer Hauptebene bekannt, umfassend einen Mantelrohrheizer mit mindestens drei in einer gemeinsamen Ebene parallel und äquidistant zueinander angeordneten, elektrisch mittels Widerstandsheizdraht über zwei gemeinsame, an den beiden Enden des Mantelrohrs angeordneten Stromanschlüsse beheizbaren, geraden Rohrabschnitten und gebogenen Rohrabschnitten, wobei mindestens zwei gerade Rohrabschnitte parallel zueinander in einer Hauptebene angeordnet und an ihren Enden mit mindestens einem benachbarten geraden Rohrabschnitt, der in der Hauptebene oder einer parallelen Nebenebene angeordnet ist, jeweils durch gebogene Rohrabschnitte miteinander verbunden sind, und zumindest ein Teil der gebogenen Rohrabschnitte aus der Hauptebene heraus geneigt ausgerichtet ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Effizienz der thermischen Prozessierung von einem Gegenstand zu verbessern.

Die Aufgabe der Erfindung wird bei der eingangs genannten Heizvorrichtung dadurch gelöst, dass das Rohrregister außen von einem Fluid umströmbar in einem Gehäuse angeordnet ist.

Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit der eingangs genannten Thermoprozessanlage gelöst, die die erfindungsgemäße Heizvorrichtung aufweist.

Von Vorteil ist dabei, dass beide Oberflächen der Rohre des Rohrregisters zur Erwärmung eines Fluids genutzt werden, womit die hierfür zur Verfügung stehende Oberfläche deutlich erhöht wird. Dies wiederum führt zu einer Verbesserung der Effizienz der Heizvorrichtung, sodass der Größe gegebenenfalls reduziert werden kann. Als Nebeneffekt sind die Rohre des Rohrregisters besser vor äußeren Einflüssen aus dem Thermoprozessanlage geschützt, womit deren Effizienz über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten werden kann, bevor es einer Wartung bedarf. Zudem ist es mit der Heizvorrichtung zwei unterschiedliche Fluide gleichzeitig zu erwärmen bzw. zu erhitzen, in dem die Rohre des Heizregisters innen und außen mit unterschiedlichen Fluiden in Kontakt sind.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Gehäuse kanalförmig ausgebildet ist, womit sich die Heizeinrichtung nicht nur besser in die Thermoprozessanlage integrieren lässt, sondern damit auch günstigere Strömungsbedingungen für das das Heizregister umströmende Fluid geschaffen werden können. Mit dieser Ausführungsvariante ist damit eine weitere Verbesserung der Effizienz erzielbar.

Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Rohrregister und das Gehäuse zumindest eine Änderung der Strömungsrichtung aufweisen, um damit die für die Erwärmung des Fluids zur Verfügung stehende Oberfläche zu vergrößern und die Heizvorrichtung aber trotzdem kompakt ausführen zu können.

Entsprechend einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Rohrregister dem Strömungsverlauf des Fluids im Kanal folgend angeordnet ist. Mit dieser Ausführungsvariante, bei der das Rohrregister nicht zwangsläufig exakt der Richtungsänderung des Kanals folgt, kann eine Reduktion des strömungstechnischen Druckverlusts des Fluids an der Außenseite und auch im Inneren der Rohre erreicht werden, womit wiederum die Effizienz der Heizvorrichtung weiter verbessert werden kann.

Vorzugsweise sind die die Rohre des Rohrregister in Reihen und Spalten angeordnet, da damit die Rohre einfacher elektrisch zu kontaktieren sind.

Zur weiteren Verbesserung des Strömungsverhaltens des Fluids an der Außenseite des Rohrregisters kann nach einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die Anzahl der Reihen des Rohrregisters ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 bis 200 und/oder dass Anzahl der Spalten des Rohrregisters ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 bis 200.

Um den Druckverlust des Fluids in der Heizvorrichtung weiter zu reduzieren kann entsprechen einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass der Abstand zwischen den Reihen des Rohrregister gleich groß ist wie der Abstand zwischen den Spalten des Rohrregister.

Vorzugsweise sind die Rohre des Rohrregisters elektrisch in Serie geschaltet über erste Verbindungselement miteinander verbunden. Durch die elektrische Serienschaltung der Rohre erreicht man einen relativ hohen elektrischen Widerstand, wodurch das Strom-Spannungsverhältnis in einem für die Effizienzsteigerung der Heizvorrichtung günstigen Verhältnis eingestellt werden kann.

Zur weiteren Reduktion des Strömungswiderstandes des die Außenseite der Rohre des Rohrregisters umströmenden Fluids kann nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die ersten Verbindungselemente eine Fläche im Längsschnitt ausgewählt aus einem Bereich von 100 mm^2 und 2500 mm^2 aufweisen.

Zur weiteren Verbesserung des Strömungsverhaltens des Fluides oder der Fluide in der Heizvorrichtung kann gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung auch vorgesehen sein, dass die Rohre über elektrische Isolatoren aufweisende zweite Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Es können damit gegebenenfalls auftretende Schwingungen der Rohre verringert werden.

Eine Effizienzsteigerung der Heizvorrichtung ist auch erreichbar, wenn nach Ausführungsvarianten der Erfindung vorgesehen ist, dass die Rohre einen kreisrunden Querschnitt mit einer lichte Weite ausgewählt aus einem Bereich von 5 mm bis 150 mm aufweisen und/oder dass die Rohre eine Wandstärke ausgewählt aus einem Bereich von 0,1 mm bis 5 mm aufweisen und/oder dass die Rohre innen

und/oder außen eine reibungsreduzierende und/oder selbstreinigende Beschichtung aufweisen und/oder dass die Rohre einen runden, insbesondere kreisrunden, Querschnitt oder einen Querschnitt in Form eines regelmäßigen Polygons mit mehr als fünf Ecken aufweisen.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante einer Heizvorrichtung in Seitenansicht;
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsvariante einer Heizvorrichtung in Schrägansicht;
- Fig. 3 eine dritte Ausführungsvariante einer Heizvorrichtung in Stirnseitenansicht;
- Fig. 4 die Heizeinrichtung nach Fig. 3 in Schrägansicht;
- Fig. 5 ein Detail einer vierten Ausführungsvariante der Heizvorrichtung;
- Fig. 6 ein Detail einer fünften Ausführungsvariante der Heizvorrichtung;
- Fig. 7 ein Detail einer sechsten Ausführungsvariante der Heizvorrichtung;
- Fig. 8 ein Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante der Heizvorrichtung;
- Fig. 9 eine Ausführungsvariante einer Thermoprozessanlage.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die

unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt aus einer Heizvorrichtung 1 dargestellt.

Die Heizeinrichtung 1 kann insbesondere in elektrisch beheizten Konvektionsöfen oder auch für Umbauten von Öfen mit Brennerbeheizung in zumindest teilweise elektrisch beheizte Öfen eingesetzt werden. Die Heizeinrichtung 1 kann beispielsweise in sogenannten Standöfen oder in Durchlauföfen eingesetzt werden, also in sogenannten Industrieöfen. Ein Industrieofen ist definiert als ein von Wänden umschlossener Raum, in dem einem Gegenstand Wärme zugeführt wird, insbesondere um Vorgänge im Gegenstand oder an seiner Oberfläche ablaufen zu lassen. Der Gegenstand kann dabei ein Produkt, wie beispielsweise ein Blech oder eine Platine, etc., oder ein Rohmaterial, wie beispielsweise ein Metall, etc., sein. Der Vorgang in der Thermoprozessanlage 2 kann beispielsweise das Schmelzen des Gegenstandes oder eine bestimmte Reaktion im oder am oder mit dem Gegenstand, wie beispielsweise eine Phasenumwandlung, eine Härtung eines metallischen Gegenstandes, das Tempern eines Gegenstandes, etc., sein. Diese Aufzählung hat nur beispielhaften Charakter und soll nicht beschränkend verstanden werden. Generell kann die Heizvorrichtung 1 in einer Thermoprozessanlage 2, wie sie beispielhaft in Fig. 8 dargestellt ist, eingesetzt werden, um damit einen Gegenstand thermisch, also bei erhöhter Temperatur, chargenweise oder kontinuierlich zu prozessieren.

Ein Industrieofen im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Ofen, der in der Metallurgie oder der Verarbeitung von anorganischen Gegenständen bzw. Gegenständen die ausschließlich aus anorganischen Rohstoffen hergestellt werden oder worden sind, eingesetzt wird.

Nur beispielhaft sei auch angemerkt, dass die Heizvorrichtung 1 für Gegenstände aus Aluminium bzw. einer Aluminiumlegierung bzw. generell Nichteisenmetallen oder aus Stahl verwendet werden kann.

Die Heizvorrichtung 1 umfasst zumindest ein Rohrregister 3, in dem mehrere Rohre 4 zu einer Gruppe zusammengefasst sind. In der Heizvorrichtung 1 können auch mehrere Rohrregister 3 angeordnet sein, beispielsweise zwei oder drei oder vier, etc. Die mehreren Rohrregister 3 können in einer Durchströmrichtung 5 durch die Rohre 4 hintereinander oder nebeneinander angeordnet sein. Weiter können die mehreren Rohrregister 3 voneinander unabhängig sein oder zusammenhängend sein. Letzteres meint, dass die mehreren Rohrregister 3 bzw. deren Rohre 4 miteinander strömungsverbunden sind. Demgemäß bedeutet „unabhängig“, dass die mehreren Rohrregister 3 bzw. deren Rohre 4 nicht miteinander strömungsverbunden sind.

Die Rohre 4 umfassen einen elektrischen Strom leitenden Werkstoff bzw. bestehen daraus. Beispielsweise können die Rohre 4 aus einem metallischen Werkstoff, wie beispielsweise einem Eisenwerkstoff, Kupfer, etc., bestehen. Vorzugsweise weisen die Rohre 4 einen Werkstoff auf bzw. bestehen daraus, der einen spezifischen elektrischen Widerstand von zumindest $0,5 \text{ } [\Omega \text{ mm}^2/\text{m}]$, insbesondere zwischen $1 \text{ } [\Omega \text{ mm}^2/\text{m}]$ und $1,5 \text{ } [\Omega \text{ mm}^2/\text{m}]$, aufweist. Beispielsweise können am Werkstoffe Chrom-Nickel-Legierungen (CrNi), ferritische Chrom-Eisen-Aluminium-Legierungen (CrFeAl) oder Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen, wie z. B. NiCr23Fe15, eingesetzt werden. Derartige Werkstoffe haben zudem den Vorteil, dass sie auch bei höheren Temperaturen eine gute Oxidationsbeständigkeit aufweisen.

Das Rohrregister 3 bzw. die Rohrregister 3 sind einem allseitig geschlossenen Gehäuse 6 angeordnet. Insbesondere besteht das Gehäuse 6 aus einem metallischen Werkstoff.

An dem Gehäuse 6 bzw. in zumindest einer Wand des Gehäuses 6 können ein Einströmelement 7 oder mehrere Einströmelemente 7 und ein Ausströmelement 8 oder mehrere Ausströmelemente 8 angeordnet sein, durch die ein Fluid in das Gehäuse 6 eingeleitet und daraus wieder abgeleitet werden kann. Das Fluid kann ein Gas oder eine Flüssigkeit sein, wie beispielsweise Luft, diverse Schutzgase bzw. Inertgase, wie Stickstoff, Wasserstoff, Argon und prozentuale Mischungen dieser Gase. Das Fluid kann gegebenenfalls auch ein Reaktionsmittel sein, mit dem der

in der Thermoprozessanlage 2 zu prozessierender Gegenstand zur Reaktion gebracht wird. Diese Reaktion kann beispielsweise eine Aufkohlung und/oder eine Nitrierung bzw. eine Oberflächenbehandlung, etc., sein.

Das zumindest eine Einströmelement 7 und/oder das zumindest eine Ausströmelement 8 kann/können ohne direkte Strömungsverbindung mit den Rohren 4 des zumindest einen Rohrregisters 3 ausgebildet sein. Das Fluid kann also direkt in das Gehäuse 6 eingeleitet werden. In diesem Fall können die Rohre 4 in der Durchströmrichtung 5 am Beginn und am Ende offen ausgebildet sein, sodass das Fluid aus dem Gehäuse 6 auch in die Rohre 4 einströmen kann.

Es besteht alternativ dazu auch die Möglichkeit, dass das zumindest eine Einströmelement 7 an zumindest einem ersten Sammelkanal 9 am Beginn der Rohre 4 und/oder das zumindest eine Ausströmelement 8 an zumindest einem zweiten Sammelkanal 10 am Ende der Rohre 4 ausgebildet ist/sind, und dass die Rohre 4 sich von dem ersten Sammelkanal 9 bis zum zweiten Sammelkanal 10 erstreckend angeordnet sind. Das über das Einströmelement 7 eingeleitete Fluid wird dabei in den ersten Sammelkanal 9 eingeleitet, von dem aus das Fluid weiter in die Rohre 4 eingeleitet wird. Aus den Rohren 4 tritt das Fluid in den zweiten Sammelkanal 10 und aus diesem aus dem Ausströmelement 8 wieder aus der Heizvorrichtung 1 aus.

Alternativ oder zusätzlich dazu kann vorgesehen sein, dass der erste Sammelkanal 9 Öffnungen aufweist, die direkt in das Innere des Gehäuses 6 münden und/oder dass der zweite Sammelkanal 10 Öffnungen aufweist, die direkt mit dem Inneren des Gehäuses 6 strömungsverbunden sind.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante kann alternativ zu den voranstehenden Ausführungsvarianten oder zusätzlich dazu auch vorgesehen sein, dass die Rohre 4 des zumindest einen Rohrregisters 3 direkt durch die Wände des Gehäuses 6 nach außen geführt sind.

Mit all diesen Ausführungsvarianten kann erreicht werden, dass die Rohre 4 des Rohregisters 3 sowohl innen von einem Fluid durchströmt als auch außen von einem Fluid umströmt werden, womit die Oberfläche, die für die Erwärmung des Fluids oder der Fluide zur Verfügung steht, deutlich erhöht wird. Die Rohre 4 sind nämlich über Anschlüsse 11, 12 (in Fig. 1 nur angedeutet) an einen elektrischen Stromkreis eingebunden, sodass die Rohre 4 also von einem elektrischen Strom durchflossen werden, um dabei aufgrund des elektrischen Widerstandes Wärme für die Erwärmung des Fluids zu erzeugen (Widerstandsheizung). Das erwärmte Fluid kann dann in der Thermoprozessanlage 2 beispielsweise in eine Prozesskammer 13 (in Fig. 8 dargestellt) eingeleitet werden, um den darin zu prozessierenden Gegenstand zu erwärmen und/oder die entsprechende chemische Reaktion mit dem oder an dem Gegenstand auszuführen.

Bei der als Widerstandsheizung ausgeführten Heizeinrichtung 1 werden also die Rohre 4 selbst anstelle von Drähten für die Erwärmung des Fluids weingesetzt. Dadurch kann in einem sehr geringen Raum relativ viel Energie auf das Fluid übertragen werden. Die an das Fluid übertragene Wärme wird primär (zu mehr als 50 %) mit diesem direkt aus der Heizvorrichtung 1 ausgebracht.

Mit der Heizeinrichtung 1 können auch unterschiedliche Fluide, beispielsweise zwei verschiedene Gase, oder ein Gas und eine Flüssigkeit, gleichzeitig erwärmt werden. Hierfür kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Innenraum des Gehäuses 6 von einem Gas und die Rohre 4 von einem weiteren Gas oder einer Flüssigkeit durchströmt werden. Für derartige Ausführungen mit unterschiedlichen Fluiden sind entsprechende Trennelemente bzw. eine Trennung der Fluidströmungen vorzusehen. Beispielsweise können sowohl das zumindest eine Einströmelement 7 und das zumindest eine Ausströmelement 8 für die Erwärmung eines Fluids an der äußeren Oberfläche der Rohre 4 vorgesehen sein, und zudem können die Rohre 4 die eine Wand des Gehäuses 6 nach außen geführt sein, gegebenenfalls mit einem Sammelkanal, sodass das Fluid für die Durchströmung der Rohre 4 diesen direkt zugeführt werden kann. Ebenso können der erste Sammelkanal 9 und der zweite Sammelkanal 10 mit Trennelementen ausgebildet sein, die die Zuführung von zwei verschiedenen Fluiden ermöglicht. Diese können gegebenenfalls

auch auf die Rohre 4 des Rohrregisters 3 aufgeteilt werden, sodass die Rohre 4 von verschiedenen Fluiden durchströmt werden können. Das zweite oder ein weiteres Fluid kann dem Innenraum des Gehäuses 6 über die voranstehend erwähnten Öffnungen in ersten Sammelkanal 9 direkt zugeführt und aus diesem über die voranstehend erwähnten Öffnungen in zweiten Sammelkanal 9 direkt abgeführt werden. Weitere konstruktive Ausbildungen von getrennten Strömungswegen für mehrere Fluide sind denkbar und ausführbar.

Prinzipiell kann das Gehäuse 6 jede geeignete Form aufweisen, beispielsweise kubisch ausgeführt sein. In der bevorzugten Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 ist das Gehäuse 6 jedoch kanalartig ausgebildet, wie dies aus Fig. 1 zu ersehen ist. Der Begriff „kanalartig“ bezeichnet dabei eine, insbesondere quaderförmige, Geometrie des Gehäuses 6, bei der eine Länge des Gehäuses 6 in der Durchströmrichtung 5 zumindest vier Mal größer ist, als eine größte Abmessung der Querschnittsfläche der Gehäuses 6 (in der Durchströmrichtung 5 betrachtet), also beispielsweise der Breite des Gehäuses 6. Die Länge des Gehäuses 6 kann beispielsweise zwischen vier Mal und dreißig Mal größer sein als die größte Abmessung der Querschnittsfläche der Gehäuses 6.

Zur Vergrößerung der Länge des Gehäuses 6 und damit zur Vergrößerung der zur Verfügung stehenden Heizfläche für die Erwärmung des zumindest einen Fluids kann nach einer weiteren Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 vorgesehen sein, dass das Rohrregister 3 und das Gehäuse 6 zumindest eine Änderung der Durchströmrichtung 5 aufweisen. In Fig. 1 ist dabei nur eine 90 °-Änderung der Durchströmrichtung 5 als Beispiel dargestellt. Generell kann die Heizeinrichtung 1 auch keine oder mehrere Änderungen der Durchströmrichtung 5 aufweisen, beispielsweise zwischen einer und drei, insbesondere zwischen einer oder zwei. Dabei kann der Winkel der Änderung der Durchströmrichtung 5 zwischen 10 ° und 135 °, insbesondere zwischen 10 ° und 90 °, betragen. Die Anzahl und/oder der Winkel der Änderungen der Durchströmrichtung 5 ist/sind allerdings bevorzugt nicht derart ausgeführt, dass die Heizeinrichtung gewandelt ausgeführt ist, um damit für das zumindest eine Fluid in der Heizeinrichtung 1 verbesserte Strömungsbedingungen bereitstellen zu können.

Wie aus Fig. 1 erkannt werden kann, setzt sich die Ausführungsvariante mit den mehreren Änderung der Durchströmrichtung 5 aus zumindest zwei geraden Abschnitten 14, 15 und zumindest einem gebogenen Abschnitt 16, der zwischen den geraden Abschnitten 14, 15 angeordnet ist, auf. Bei mehr als zwei geraden abschnitten 14, 15 ist zwischen jedem dieser Abschnitte ein gebogener Abschnitt 16 angeordnet.

Wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, verlaufen die Rohre 4 des Rohrregisters 3 in den graden Abschnitten 15, 16 ebenfalls geradlinig, insbesondere parallel zur Längserstreckung des Gehäuses 6 (zur genannten Länge des Gehäuses 6). Im gebogenen Abschnitt 16 kann der Verlauf dem Verlauf des Gehäuses 6 folgen. In der bevorzugten und in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante ist zur Reduktion des Strömungswiderstandes das Rohrregister 3 bzw. sind dessen Rohre 4 dem Strömungsverlauf des Fluids im Kanal, d.h. dem Gehäuse 6, folgend angeordnet, wodurch zumindest einzelne der Rohre 4, insbesondere die bezogen auf die Richtungsänderung äußeren Rohre 4, mit einem größeren Krümmungsradius ausgebildet, als dies der Krümmung der unmittelbar anschließenden Gehäusewand entsprechen würde.

Bevorzugt weisen sämtliche Rohre 4 des Rohrregisters 3 den gleichen Krümmungsverlauf auf (abgesehen von der Länge des jeweiligen gekrümmten Rohrabschnittes, der naturgemäß am Innenradius kürzer ist als am Außenradius).

Wie besser aus den in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausschnitten von Ausführungsvarianten der Heizeinrichtung 1 ersichtlich ist, können die Rohre 4 des Rohrregisters 3 in Reihen 17 und Spalten 18 angeordnet sein.

Die Ausführungsvariante der Heizeinrichtung 1 nach Fig. 2 weist 52 Rohre 4 auf, die auf vier Reihen 17 und dreizehn Spalten 18 aufgeteilt sind. Die Ausführungsvariante der Heizeinrichtung 1 nach Fig. 3 weist 72 Rohre 4 auf, die auf zwölf Reihen 17 und sechs Spalten 18 aufgeteilt sind. Generell kann im Rahmen der Erfindung vorgesehen sein, dass die Anzahl der Reihen 17 des Rohrregisters 3 ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 bis 200 und/oder dass Anzahl der Spalten 18

des Rohrregisters ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 bis 200. Über die Anzahl der Reihen und/oder Spalten kann deren Platzbedarf im Strömungskanal, die vorhandene elektrische Spannung und die benötigte Heizleistung vordefiniert werden. Beispielsweise kann über die Länge und die Abmessungen der Rohre 4 und bei deren bevorzugter Serienschaltung der elektrische Widerstand über $R=U^2/P$ bestimmt werden.

Ein weiteres Maß für die Belastung der Rohre 4 ist auch die Wattbelastung also wie viel Watt man pro cm^2 übertragen werden können. Diese kann u.a. einerseits von der Temperatur und andererseits von der Strömungsgeschwindigkeit des Fluids vordefiniert werden, sodass über diese Parameter eine entsprechende Vordefinition der Belastung ermöglicht werden kann. Bei einer Luftgeschwindigkeit von z.B. 10 m/s kann man beispielsweise bis zu $2,5 \text{ W/cm}^2$ annehmen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 kann vorgesehen sein, dass ein Abstand 19 zwischen den Reihen 17 der Rohre 4 des Rohrregisters 3 gleich groß ist wie ein Abstand 20 zwischen den Spalten 18 der Rohre 4 des Rohrregisters 3. Beispielsweise können der Abstand 19 und der Abstand 20 ausgewählt sein aus einem Bereich von 2 cm bis 20 cm.

Gemäß einer Ausführungsvariante kann der Abstand 19 zwischen den Reihen 17 der Rohre 4 des Rohrregisters 3 und/oder der Abstand 20 zwischen den Spalten 18 der Rohre 4 des Rohrregisters 3 ausgewählt sein aus einem Bereich von ± 20 % des Rohraußendurchmessers der Rohre 4 bis ± 70 % des Rohraußendurchmessers der Rohre 4. Beispielsweise kann/können bei einem Rohraußendurchmesser von 30 mm der Abstand 19 und/oder der Abstand 20 zwischen 25 mm und 50 mm betragen

Es ist aber prinzipiell möglich, dass der Abstand 19 zwischen den Reihen 17 der Rohre 4 des Rohrregisters 3 ungleich groß ist als der Abstand 20 zwischen den Spalten 18 der Rohre 4 des Rohrregisters 3. Dabei kann der Abstand 19 zwischen den Reihen 17 größer oder kleiner sein als der Abstand 20 zwischen den Spalten 18. Es sind auch Mischvarianten möglich, bei denen die Abstände 19 zwischen den Reihen 17 teilweise größer oder kleiner als und teilweise gleich groß sind wie

die Abstände 20 zwischen den Spalten 18. Andere Aufteilungen sind ebenfalls möglich, wenngleich nicht bevorzugt.

In der bevorzugten Ausführungsvariante der Heizeinrichtungen ändern sich die Abstände 19 zwischen den Reihen 17 und die Abstände 20 zwischen den Spalten 18 auch in dem oder den gekrümmten Abschnitten 16 (siehe Fig. 1) nicht.

Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass die Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 nach Fig. 3 nur einen geraden Abschnitt 14 aufweist.

Die Rohre 4 sind elektrisch leitend miteinander verbunden. Prinzipiell können die Rohre 4 des zumindest einen Rohrregisters 3 elektrisch parallel geschaltet miteinander verbunden sein. In der bevorzugten Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 sind die Rohre 4 des Rohrregisters 3 jedoch elektrisch in Serie geschaltet über erste Verbindungselemente 21 miteinander verbunden, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. Das erste Rohr 4 der Serienschaltung ist mit dem elektrischen Anschluss 11 und das letzte Rohr 4 der Serienschaltung ist mit dem elektrischen Anschluss 12 verbunden. Zwischen jeweils zwei Rohren 4 ist jeweils zumindest ein erstes Verbindungselement 21 angeordnet. Die Verbindungselemente 21 leiten den elektrischen Strom von einem Rohr 4 zum jeweils einem unmittelbar benachbarten Rohr 4 weiter. Dazu sind weisen die Verbindungselemente 21 einen elektrischen Strom leitenden Werkstoff auf oder bestehen daraus. Beispielsweise kann für die Verbindungselemente 21 ein für Rohre 4 genannter Werkstoff oder der Werkstoff, aus dem die Rohre 4 bestehen verwendet werden.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 dazu kann vorgesehen sein, dass die ersten Verbindungselemente 21 eine Fläche 22 im Längsschnitt aufweisen, die ausgewählt aus einem Bereich von 100 mm^2 und 2500 mm^2 . Es sei dazu auf die Fig. 4 verwiesen, die nur ein Rohrregister 3 zeigt. Die Verbindungselemente 21 sind also relativ klein ausgeführt sein, sodass sie keinen großen Strömungswiderstand für das die Rohre 4 umströmende Fluid darstellen.

Der Kanal an sich, also das Gehäuse 6, in dem die Rohre 4 angeordnet sind, kann eine Querschnittsfläche zwischen 2500 mm² (für Rohre 4 mit kleinerem Durchmesser) 2m² (für Rohre 4 mit großem Durchmesser) aufweisen.

Die ersten Verbindungselemente 21 können eine Wandstärke 23 zwischen 3 x der Wandstärke der Rohre 4 und 5 x der Wandstärke der Rohre 4 aufweisen. Es kann damit erreicht werden, dass die Verbindungselemente 21 nicht mitheizen.

Die ersten Verbindungselement 21 können beispielsweise plättchenförmig und/oder stabförmig ausgebildet sein. Sie können auch eine strömungsoptimierte Querschnittsform aufweisen, beispielsweise zumindest annähernd in der Querschnittsform einer Tragfläche eines Flugzeugs ausgebildet sein.

Weiter ist aus Fig. 4 ersichtlich, dass die ersten Verbindungselemente 21 abwechselnd an einem Ende und am anderen Ende der Rohre 4 (oben und unten in der Fig. 4) angeordnet sind.

Obwohl die ausschließliche elektrische Serienschaltung der Rohre 4 die bevorzugte für die Heizvorrichtung 1 ist, können die Rohre 4 im Rahmen der Erfindung auch in einer Kombination aus elektrischer Serienschaltung und elektrischer Parallelschaltung über die erste Verbindungselement 21 miteinander verbunden sein.

Entsprechend einer weiteren Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 kann vorgesehen sein, dass die Rohre 4 über elektrische Isolatoren aufweisende bzw. daraus bestehende zweite Verbindungselemente 24 miteinander verbunden sind, wie dies aus Fig. 1 ersichtlich ist. Diese zweiten Verbindungselemente 24 können alternativ der zusätzlich dazu auch zur bedarfsweisen Anbindung des Rohrregisters 3 an das Gehäuse 6 eingesetzt werden. Die genaue Anordnung der zweiten Verbindungselemente 24 in der Heizvorrichtung 1 richtet sich u.a. nach der statischen Ausführung der Heizeinrichtung 1, sodass die in Fig. 1 dargestellte Anordnung nur beispielhaften Charakter hat.

Als Werkstoff für die elektrischen Isolatoren kann insbesondere ein keramischer Werkstoff eingesetzt werden.

Die zweiten Verbindungselement 24 können in Form und/oder Größe den ersten Verbindungselement 21 entsprechen. Sie können aber auch größer oder kleiner als die ersten Verbindungselement 21 sein.

Die ersten und die zweiten erste Verbindungselement 21, 24 können stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen oder Löten oder Kleben, und/oder formschlüssig und/oder kraftschlüssig mit den Rohren 4 verbunden sein.

Die Rohre 4 können einen kreisrunden Querschnitt aufweisen, die dies am besten aus Fig. 3 ersichtlich ist. Dabei kann nach einer Ausführungsvariante der Heizeinrichtung 1 vorgesehen sein, dass die Rohre 4 eine lichte Weite 25 ausgewählt aus einem Bereich von 5 mm bis 150 mm aufweisen.

Wie die Fig. 5 und 6 beispielhaft zeigen, können die Rohre 4 auch einen von der Kreisform abweichenden Querschnitt aufweisen, der zwar noch rund sein kann, der aber auch einen Querschnitt in Form eines regelmäßigen Polygons mit mehr als fünf Ecken aufweisen kann, beispielsweise in Form eines regelmäßigen Sechsecks (Fig. 5) oder in Form eines regelmäßigen Achtecks (Fig. 6). Die Angaben zur lichten Weite 25 sind bei diesen Querschnittsformen als Durchmesser der Kreises zu verstehen, der gerade in den Innumfang des jeweiligen Querschnitts passt, wie dies in Fig. 5 beispielhaft angedeutet ist.

Nach einer weiteren, ebenfalls in Fig. 3 dargestellten Ausführungsvariante der Heizvorrichtung kann vorgesehen sein, dass die Rohre 4 eine Wandstärke 26 ausgewählt aus einem Bereich von 0,1 mm bis 5 mm aufweisen.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, können die Rohre 4 innen und/oder außen eine reibungsreduzierende und/oder selbstreinigende Beschichtung 27 aufweisen. Mit der Beschichtung 27 kann eine Erhöhung des Strömungswiderstandes durch Ablagerungen auf der Oberfläche der Rohre 4 verhindert werden bzw. kann damit der Strömungswiderstand im Rohrregister 3 reduziert werden. Als Beschichtung 27 kann beispielsweise eine keramische Schicht, wie z.B. TiO_2 , , oder eine Emailschicht verwendet werden. Gegebenenfalls kann damit auch die elektrische Isolierung

rung der Rohre 4 voneinander Bereich der zweiten Verbindungselemente 24 erreicht werden. Die Beschichtung 27 kann gegebenenfalls auch als Korrosionsschutz wirken.

In Fig. 8 ist ein Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 gezeigt. Insbesondere ist aus dieser Darstellung eine Ausführung der elektrisch isolierenden Befestigung bzw. Verbindung der Rohre 4 zu ersehen. Die Verbindungselemente 24 weisen pro damit verbundenen Rohr 4 ein hülsenförmiges Anbindungselement 28 auf, durch das das jeweilige Rohr 4 geführt ist. Dabei ist zwischen der inneren Mantelfläche des Anbindungselements 28 und der äußeren Mantelfläche des Rohres 4 ein ringförmiger Zwischenraum ausgebildet. Dieser ist bei dieser Ausführungsvariante der Heizvorrichtung 1 mit einem Isolator, insbesondere Keramik, ausgefüllt bzw. ist in diesem eine Isolatorbuchse 29, z.B. eine Keramikhülse, angeordnet.

Nur als Beispiel ist in Fig. 9 eine Ausführungsvariante der Thermoprozessanlage 2 dargestellt, wie dies voranstehend bereits ausgeführt wurde. Diese umfasst die Prozesskammer 13 für die Aufnahme zumindest eines zu prozessierenden Gegenstandes. Weiter umfasst die Thermoprozessanlage 2 zumindest eine Heizvorrichtung 1 nach der Erfindung. Die Heizvorrichtung 1 kann innerhalb der Prozesskammer 13 und/oder außerhalb der Prozesskammer 13 und diese zumindest teilweise umgebend angeordnet sein. Die zumindest eine Heizvorrichtung 1 ist zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze innerhalb eines Gehäuses 30 der Thermoprozessanlage 2 angeordnet. Fluidzuführungen können auch teilweise nach außen geführt sein, wie dies strichliert dargestellt ist.

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente der Heizvorrichtung 1 bzw. der Thermoprozessanlage 2 nicht zwingenderweise maßstäblich dargestellt sind.

Bezugszeichenliste

- 1 Heizvorrichtung
- 2 Thermoprozessanlage
- 3 Rohrregister
- 4 Rohr
- 5 Durchströmrichtung
- 6 Gehäuse
- 7 Einströmelement
- 8 Ausströmelement
- 9 Sammelkanal
- 10 Sammelkanal
- 11 Anschluss
- 12 Anschluss
- 13 Prozesskammer
- 14 Abschnitt
- 15 Abschnitt
- 16 Abschnitt
- 17 Reihe
- 18 Spalte
- 19 Abstand
- 20 Abstand
- 21 Verbindungselement
- 22 Fläche
- 23 Wandstärke
- 24 Verbindungselement
- 25 Weite
- 26 Wandstärke
- 27 Beschichtung
- 28 Anbindungselement
- 29 Isolatorbuchse
- 30 Gehäuse

Patentansprüche

1. Heizvorrichtung (1) umfassend zumindest ein Rohrregister (3) aus mehreren elektrischen Strom leitenden Rohren (5), die innen von einem Fluid durchströmbar angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohrregister (3) außen von einem Fluid umströmbar in einem Gehäuse (6) angeordnet ist.
2. Heizvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (6) kanalförmig ausgebildet ist.
3. Heizvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohrregister (3) und das Gehäuse (6) zumindest eine Änderung der Durchströmrichtung (5) aufweisen.
4. Heizvorrichtung (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohrregister (3) dem Strömungsverlauf des Fluids im Kanal folgend angeordnet ist.
5. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (4) des Rohrregister (3) in Reihen (17) und Spalten (18) angeordnet sind.
6. Heizvorrichtung (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Reihen (17) des Rohrregisters (3) ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 bis 200 und/oder dass Anzahl der Spalten (18) des Rohrregisters (3) ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 bis 200.
7. Heizvorrichtung (1) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstand (19) zwischen den Reihen (17) des Rohrregister (3) gleich groß ist wie der Abstand (20) zwischen den Spalten (18) des Rohrregister (2).

8. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (4) des Rohrregisters (3) elektrisch in Serie geschaltet über erste Verbindungselement (21) miteinander verbunden sind.
9. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Verbindungselemente (21) eine Fläche (22) im Längsschnitt ausgewählt aus einem Bereich von 100 mm^2 und 2500 mm^2 aufweisen.
10. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (4) über elektrische Isolatoren aufweisende zweite Verbindungselemente (24) miteinander verbunden sind.
11. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (4) einen kreisrunden Querschnitt mit einer lichte Weite (25) ausgewählt aus einem Bereich von 5 mm bis 150 mm aufweisen.
12. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (4) eine Wandstärke (26) ausgewählt aus einem Bereich von 0,1 mm bis 5 mm aufweisen.
13. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (4) innen und/oder außen eine reibungsreduzierende und/oder selbstreinigende Beschichtung (27) aufweisen.
14. Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (4) einen runden, insbesondere kreisrunden, Querschnitt oder einen Querschnitt in Form eines regelmäßigen Polygons mit mehr als fünf Ecken aufweisen.

15. Thermoprozessanlage (2) umfassend eine Prozesskammer (13) für einen zu prozessierenden Gegenstand und mit einer Heizvorrichtung (1), die zumindest teilweise in der Thermoprozessanlage (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist.

Fig.2

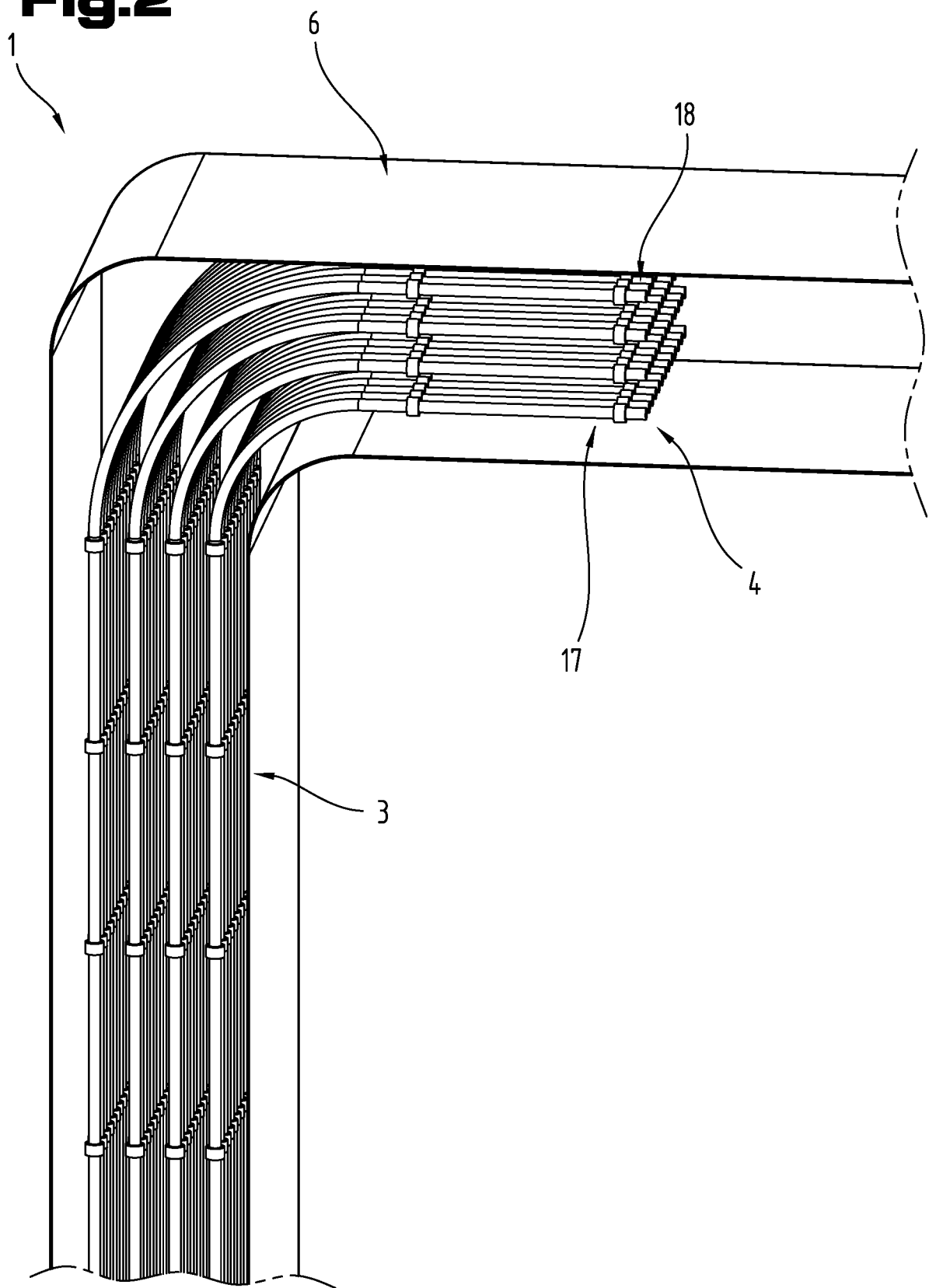
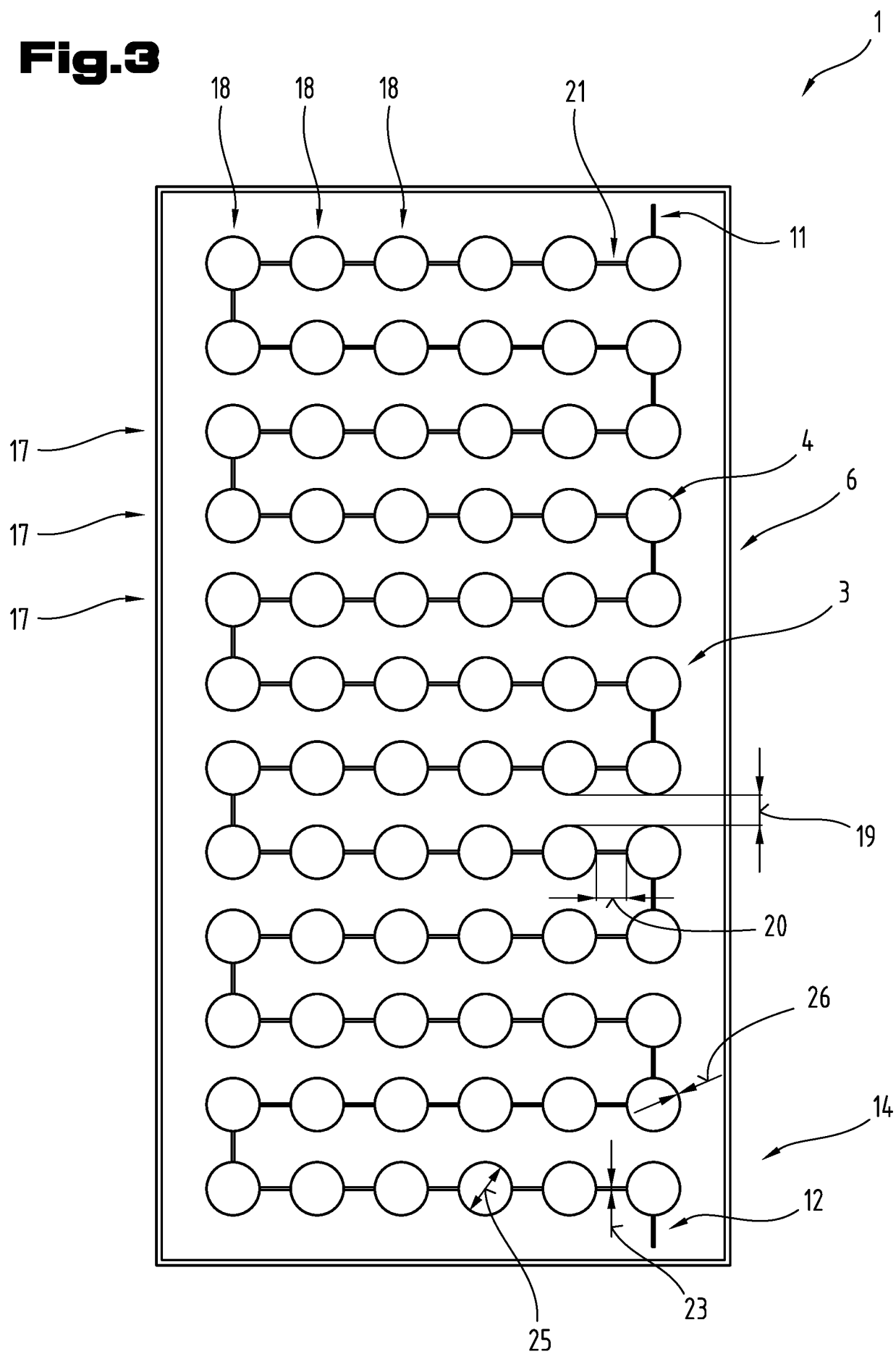


Fig. 3



EBNER Industrieofenbau GmbH

Fig.4

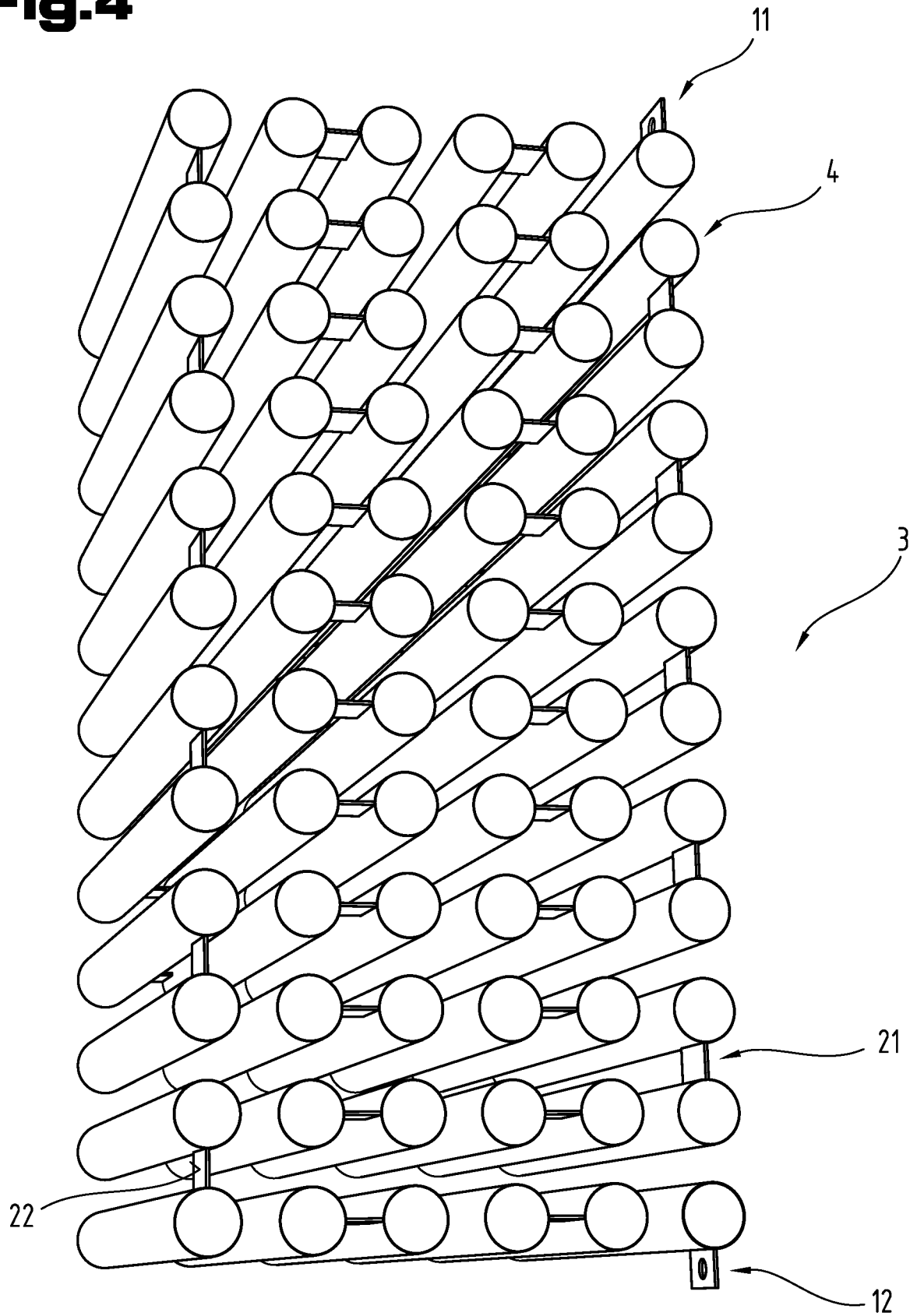


Fig.5

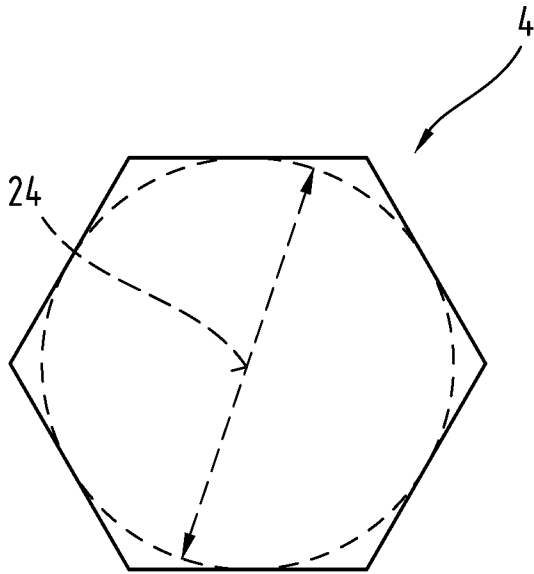


Fig.6

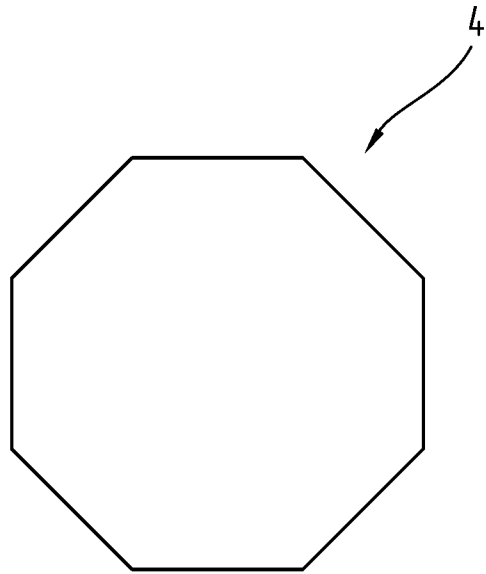


Fig.7

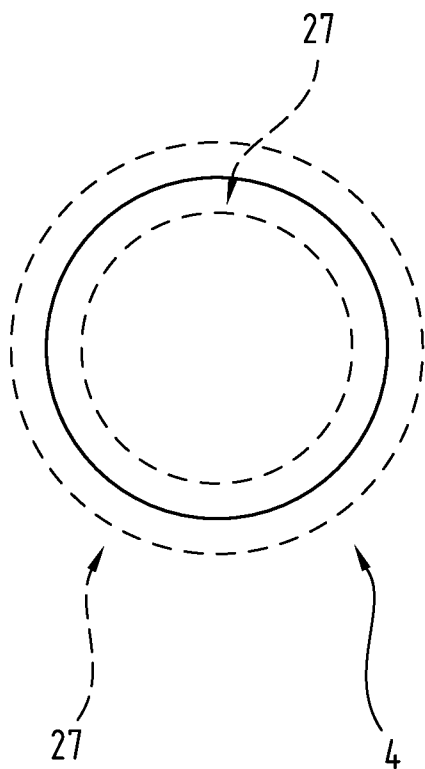


Fig.9

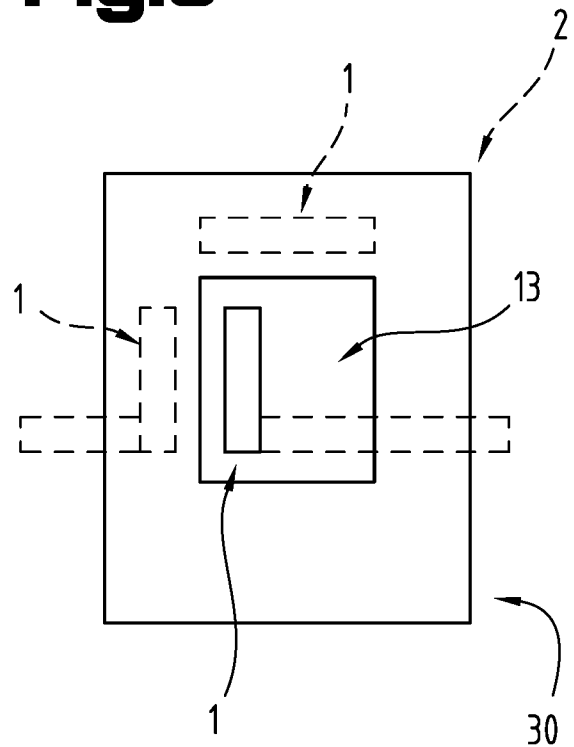


Fig. 8

