

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 624 771 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94102940.7**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F28F 1/02, F28F 13/12,  
F28F 1/40**

22 Anmeldetag: **26.02.94**

30 Priorität: **13.05.93 DE 4316020**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.11.94 Patentblatt 94/46**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**FR GB IT**

71 Anmelder: **LÄNGERER & REICH GmbH & Co.**  
**Echterdinger Strasse 57**  
**D-70794 Filderstadt (DE)**

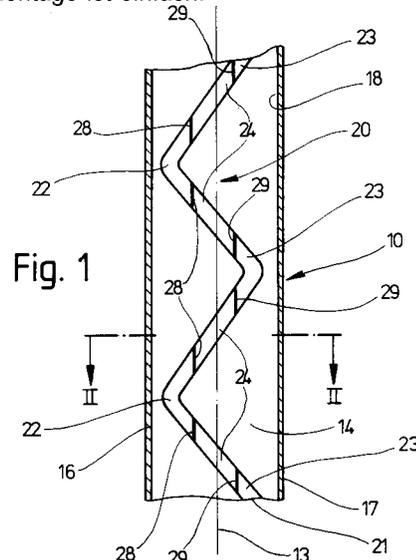
72 Erfinder: **Strähle, Roland, Dipl.-Ing. (FH)**  
**Greuthweg 4**  
**D-72669 Unterensingen (DE)**  
Erfinder: **Stephan, Bernhard Dipl.-Ing. (FH)**  
**Hornbergstrasse 27**  
**D-70794 Filderstadt (DE)**  
Erfinder: **Rohrmus, Manfred, Dipl.-Ing. (FH)**  
**Ahornweg 12**  
**D-71272 Renningen (DE)**  
Erfinder: **Weiss, Gerhard**  
**Lerchenstrasse 44**  
**D-72622 Nürtingen (DE)**

74 Vertreter: **Kratzsch, Volkhard, Dipl.-Ing.**  
**Patentanwalt,**  
**Mülbergerstrasse 65**  
**D-73728 Esslingen (DE)**

54 **Flachrohr für Wärmeaustauscher.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Flachrohr (10) für Wärmeaustauscher, in das ein Turbulenzelement (20) in Form eines gewellten Drahtes (21) mit einander abwechselnden Wellenbergen (22) und Wellentälern (23) eingesetzt ist, das darin durch eigene Federkraft klemmend gehalten ist, wobei zumindest einige Wellenberge (22) bzw. Wellentäler (23) mit der Innenseite (18) des Flachrohres (10) in Berührung stehen. Der Draht (21) weist Mittelabschnitte (24) auf, die sich auf einer Seite an die Mittelabschnitte (24) anschließenden Wellenberge (22) und die sich auf der anderen Seite an die Mittelabschnitte (24) anschließenden Wellentäler (23) sind jeweils unter einem stumpfen Winkel in bezug auf die Mittelabschnitte (24) zur einen und/oder anderen Seite abgebogen. Der in das Flachrohr (10) eingezogene Draht (21) liegt mit Punktberührung an und ist durch begrenzte Reibung sicher im Flachrohr (10) fixiert.

Die Montage ist einfach.



EP 0 624 771 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Flachrohr für Wärmeaustauscher der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

Es ist ein Flachrohr dieser Art mit einem inneren Turbulenzelement bekannt (US 42 69 265), das - im Querschnitt des Flachrohres betrachtet - auf der Innenseite beider am Ende der größeren Längsachse liegenden Endabschnitte mit einem daran angepaßten Bogen und etwa linienförmig anliegt. Von diesen endseitigen Bogenbereichen des Drahtes gehen jeweils Mittelabschnitte ab, die sich etwa diagonal durch das Innere des Rohrkörpers und dabei vom einen Endbereich bis hin zum anderen Endbereich am jeweiligen Ende der größeren Längsachse erstrecken. Im Querschnitt ergibt sich somit für den Draht ein Verlauf, der etwa der Kontur einer Luftschraube od. dgl. Flügel entspricht. Ein Flachrohr mit einem derartigen Turbulenzelement hat den Nachteil, daß das Turbulenzelement einen relativ großen Innenquerschnitt des Rohrkörpers besetzt und somit der für die Durchströmung verbleibende Innenraum im Rohrkörper durch die Drahtquerschnitte des Turbulenzelements erheblich verringert wird. Die Folge ist ein reduzierter durchströmbarer Querschnitt des Flachrohres, was eine geringere Wärmeübertragungsleistung zur Folge hat. Hinzu kommt, daß ein derartiges Turbulenzelement relativ viel Material bedingt, ein relativ großes Gewicht hat und daß dessen Formung aufwendig ist, insbesondere eine relativ aufwendige Vorrichtung bedingt und relativ viel Zeit erfordert. Hinzu kommt ferner, daß ein gewisser Teil eines so gestalteten Turbulenzelementes nicht oder nur geringfügig daran teilnimmt, die laminare Kernströmung im Rohrkörper in eine turbulente Strömung umzuwandeln. Dies gilt insbesondere für die gekrümmten Drahtbereiche, die innenseitig an beiden Endbereichen am Ende der größeren Längsachse des Rohrkörpers anliegen. Die dortige relativ großflächige Anlage, die mit Linienberührung erfolgt, hat ferner den Nachteil, daß das Turbulenzelement nur unter Überwindung einer relativ großen Reibung in das Innere des Rohrkörpers eingebracht werden kann. Diese große Reibung behindert das Einbringen des Turbulenzelementes erheblich und erfordert somit große Kräfte dafür. Auch dies führt somit zu erheblichem Montageaufwand. Die Endabschnitte des Rohrkörpers, an denen die endseitigen Bogenbereiche des Drahtes anliegen, ermöglichen von Haus aus bereits einen relativ guten Wärmeübergang, so daß dort aus diesem Grund gar keine turbulenz erzeugenden Drahtabschnitte notwendig sind. Letztere führen dort somit zu keiner Verbesserung sondern verkleinern nur unnötig den Rohrquerschnitt. Von Nachteil ist ferner, daß die bekannte Gestaltung die Verwendung geschweißter Rohrkörper ausschließt oder bei diesen noch weitere Nachteile hat; denn ge-

schweißte Rohrkörper weisen die Schweißnaht meist im Bereich der bogenförmigen Endabschnitte auf. Auf der Innenseite dieser ist somit eine nicht oder sehr aufwendig entfernbare Naht vorhanden, die übersteht, an der dann das Turbulenzelement anliegt, so daß die übrigen Bereiche dieses nicht oder nur schlecht anliegen. Das Turbulenzelement ist somit nicht sicher fixiert. Es kann rutschen und wackeln. Das Turbulenzelement ist beidseitig und somit mit großer Abstützlänge zwischen beiden Enden am Rohrkörper abgestützt. Unter der Kraftwirkung des hindurchströmenden Mediums wird der Draht auf der Länge zwischen beiden Enden somit relativ leicht durchgebogen, wodurch die Enden vom jeweiligen Endabschnitt des Rohrkörpers abheben können und auch dadurch somit die Halterung des Turbulenzelementes im Rohrkörper gelockert wird. Insgesamt besteht in hohem Maße die Gefahr, daß der Draht an den Berührungsstellen vom Inneren des Rohrkörpers abgehoben wird und dadurch Reibung mit einhergehendem Verschleiß, Vibrationen und störende Geräusche entstehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Flachrohr für Wärmeaustauscher der eingangs genannten Art zu schaffen, welches die eingangs genannten Nachteile beseitigt, insbesondere ein leichtes, kostengünstiges, einfach herstellbares und leicht in den Rohrkörper einbringbares Turbulenzelement aufweist, wobei im Inneren des Rohrkörpers nur ein geringer Teil vom Drahtquerschnitt des Turbulenzelementes besetzt ist und der durchströmbar Rohrquerschnitt dadurch nur unwesentlich reduziert ist.

Die Aufgabe ist bei einem Flachrohr für Wärmeaustauscher der eingangs genannten Art gemäß der Erfindung durch die Merkmale im Kennzeichnungsteil des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Erfindungsmerkmale und Weiterbildungen ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 26.

Hierdurch ist erreicht, daß das Turbulenzelement in Form des besonders gewellten und im Bereich der Wellentäler und Wellenberge abgekröpften Drahtes im wesentlichen nur an einigen Stellen und dabei mit Punktberührung an der Innenseite des Rohrkörpers anliegt. Die punktförmige Anlage reicht aus als Sicherung des Turbulenzelementes gegen Herauschwimmen durch das Strömungsmittel, welches das Flachrohr passiert. Die punktförmige Anlage macht es möglich, unter Aufwendung einer nur sehr kleinen Kraft den Draht in das Innere des Rohrkörpers einbringen, insbesondere einziehen zu können, so daß die Montage und somit die Herstellung des Flachrohres vereinfacht ist. Trotz dieser geringen Reibung, die die Montage vereinfacht, ist gleichwohl eine sichere Fixierung des Turbulenzelementes im Rohrkörper gewährleistet. Dadurch sind Verschleiß, Vibrationen und Geräusche verhindert. Das Turbulenzelement hat eine einfache

Form, die ohne großen Aufwand und schnell durch entsprechendes Biegen gewonnen werden kann. Ferner benötigt dieses Turbulenzelement relativ wenig an Draht, wodurch das Gewicht und der Kostenaufwand dafür reduziert wird. Somit ist mittels des einfach herstellbaren und leicht einbringbaren Drahtes eine Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung des Flachrohres erreicht. Ein im Querschnitt runder Draht ist wegen erzielbarer Punktberührung besonders günstig, so daß ein solches Turbulenzelement besonders verformungs- und geräuschstabil ist. Das Turbulenzelement kann kraftschlüssig und/oder formschlüssig im Rohrkörper gehalten sein. Die Turbulenzen erzeugenden Bereiche befinden sich nur dort, wo der Wärmeübergang zwischen dem Medium und dem Rohrkörper ungünstig ist und durch erzeugte Turbulenzen verbessert wird. Auch geschweißte Rohrkörper sind ohne Nachteile verwendbar. Die zwischen den mit dem Rohrkörper in Berührung stehenden Abstützstellen gemessene Abstützlänge des Drahtes ist relativ klein, so daß unter der Wirkung des Mediums kaum Durchbiegungen od. dgl. Verformungen zu befürchten sind und auch insoweit ein fester Halt des Turbulenzelementes im Rohrkörper gewährleistet ist. Das Turbulenzelement ist insgesamt verformungsstabil, verschleißarm und geräuschfrei. Durch die Merkmale in den Ansprüchen 22 bis 24 ist bei Bedarf eine zusätzliche formschlüssige Sicherung des Turbulenzelementes erreicht.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Schnitt eines Flachrohres für Wärmeaustauscher mit einem im Rohrkörper enthaltenen Turbulenzelement, das in Ansicht gezeigt ist,
- Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II - II in Fig. 1, bei dem das Turbulenzelement in Draufsicht und nicht im Schnitt dargestellt ist,
- Fig. 3 eine schematische perspektivische Ansicht des Turbulenzelementes vor dem Einbringen in das Flachrohr,
- Fig. 4 eine schematische Ansicht des Turbulenzelementes in Pfeilrichtung IV in Fig. 3,
- Fig. 5 eine schematische Seitenansicht des Turbulenzelementes,
- Fig. 6 eine schematische Draufsicht des Turbulenzelementes in Pfeilrichtung VI in Fig. 5.

In Fig. 1 und 2 ist schematisch ein Flachrohr 10 für einen Wärmeaustauscher gezeigt, der z. B.

als Kühler, insbesondere Wasserkühler, für Brennkraftmaschinen od. dgl. oder statt dessen z. B. auch als Ladeluftkühler, Ölkühler od. dgl. oder auch als Heizkörper, Kondensator oder ähnliches verwendet werden kann. Ein Wärmeaustauscher, insbesondere Wasserkühler, der mit derartigen Flachrohren 10 ausgestattet ist, ist allgemein bekannt (DE 32 22 278 C3, EP 0 387 678 A1) und bedarf daher hier keiner besonderen Erläuterung.

Das Flachrohr 10 weist einen Rohrkörper auf, der einen ovalen, z. B. elliptischen, Querschnitt hat. Bei einem anderen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel hat der Rohrkörper einen rechteckigen Querschnitt mit gerundeten Endbereichen. Aufgrund dieser ovalen Querschnittsform ergibt sich beim Rohrkörper eine größere Längsachse 11 und eine kleinere, dazu etwa rechtwinklig verlaufende Längsachse 12, die sich im Zentrum und im Bereich der Längsmittelachse 13 des Flachrohres 10 schneiden. Das Flachrohr 10 weist zwei einander etwa gegenüberliegende, jeweils konvex nach außen gekrümmte Breitflächen 14 und 15 auf, die am jeweiligen Ende der größeren Längsachse 11 in dortige Endbereiche 16 und 17 übergehen, die mit kleinerem Krümmungsradius gekrümmt sind. Das Flachrohr 10 kann, wie gezeigt, ein einstückiges Rohr sein. Dabei besteht das Flachrohr 10 aus Metall, z. B. Kupfer oder insbesondere Aluminium od. dgl. Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Die Wandstärke  $s$  des Flachrohres 10 ist z. B. gering und ringsum konstant.

In das Flachrohr 10 ist zumindest ein Turbulenzelement 20 eingesetzt, das im Flachrohr 10 durch eigene Federkraft klemmend gehalten ist. Das Turbulenzelement 20 ist aus einem in seiner Längsrichtung z. B. etwa sinusförmig gewellten Draht 21 aus nahezu beliebigem Material geformt, insbesondere aus Metall, z. B. aus Kupfer oder insbesondere Aluminium od. dgl.. Der Draht 21 kann einen eckigen, z. B. viereckigen, rechteckigen oder sonstwie flachen Querschnitt oder insbesondere, wie gezeigt ist, einen runden Querschnitt haben, der besonders vorteilhaft ist, weil dabei das Turbulenzelement besonders verformungs- und geräuschstabil ist.

Der in seiner Längsrichtung gewellte Draht 21 hat aufgrund dieser Wellung einander in Längsrichtung abwechselnde Wellenberge 22 und Wellentäler 23. Im in das Flachrohr 10 eingebrachten, insbesondere eingezogenen, Zustand des Turbulenzelementes 20, insbesondere des gewellten Drahtes 21, können zumindest einige Wellenberge 22 bzw. Wellentäler 23 mit der Innenseite 18 des Flachrohres 10 in Berührung stehen.

Das Turbulenzelement 20, insbesondere der gewellte Draht 21, weist zwischen den Wellenbergen 22 und Wellentälern 23 sich erstreckende Mittelabschnitte 24 auf, die allesamt innerhalb einer gemeinsamen Ebene 25 enthalten sind, wie insbe-

sondere aus Fig. 3 ersichtlich ist. Die Wellenberge 22, die sich auf einer Seite an die Mittelabschnitte 24 anschließen, sind unter einem stumpfen Winkel  $\beta_1$  in Bezug auf die Ebene 25 der Mittelabschnitte 24 zu einer Seite abgebogen. Diese zu einer Seite abgebogenen Wellenberge 22 verlaufen, in Längsrichtung des Turbulenzelementes 20 betrachtet, alle in einer gemeinsamen Ebene 26. Die Wellentäler 23, die sich auf der anderen Seite an die Mittelabschnitte 24 anschließen, sind ebenfalls unter einem stumpfen Winkel  $\beta_2$  in Bezug auf die Ebene 25 der Mittelabschnitte 24 zur gegenüberliegenden Seite hin abgebogen. Diese abgebogenen Wellentäler 23 verlaufen, in Längsrichtung des Turbulenzelementes 20 betrachtet, für sich ebenfalls innerhalb einer gemeinsamen Ebene 27. Der Abbiegungswinkel  $\beta_1$  der Wellenberge 22 kann dabei zumindest im wesentlichen gleich dem Abbiegungswinkel  $\beta_2$  der Wellentäler 23 sein. Insbesondere Fig. 3 zeigt anschaulich, daß die Wellenberge 22, ausgehend von der Ebene 25, zur einen Seite dieser Ebene 25 und die Wellentäler 23 zur gegenüberliegenden, anderen Seite dieser Ebene 25 abgekröpft sind. Die Ebenen 26 und 27 können etwa parallel zueinander verlaufen. Die Ebene 25, in der sich die Mittelabschnitte 24 erstrecken, verläuft zwischen den beiden anderen Ebenen 26 und 27 jeweils unter einem Winkel entsprechend dem Abbiegungswinkel  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ . Der Abstand  $a$ , den die Ebene 26 von der Ebene 27 hat, kann z. B. relativ klein sein. Der Abstand  $t$  eines Wellenberges 22 zum nächstfolgenden Wellenberg bzw. eines Wellentales 23 zum nächstfolgenden Wellental, mithin die Teilung, kann ein Vielfaches von  $a$  betragen. Die von der bereits abgekröpften Spitze eines Wellenberges 22 bis zur bereits abgekröpften Tiefe eines Wellentales 23 innerhalb der Ebene 25 gemessene Breite  $h$  ist meist kleiner als  $t$ . Der jeweilige Winkel  $\alpha$ , unter dem zwei benachbarte Schenkel eines Mittelabschnittes 24 zueinander verlaufen, kann kleiner oder größer als  $90^\circ$  betragen.

In Fig. 3 bis 6 ist das Turbulenzelement 20, insbesondere der Draht 21, bereits im fertiggebogenen Zustand gezeigt, so daß der Draht 21 in diesem Zustand in das Flachrohr 10 eingebracht, insbesondere eingezogen, werden kann. Diesen eingezogenen Zustand zeigt Fig. 1 und 2. Man erkennt aus Fig. 2, daß der Draht 21 - im Querschnitt des Flachrohres 10 betrachtet - mit etwa Z-förmigem Verlauf im Flachrohr 10 klemmend gehalten ist, wobei der Mittelabschnitt 24 eine Mittelstrebe, ein Wellenberg 22 das eine Querhaupt und ein Wellental 23 das andere Querhaupt des  $Z$  bildet, das vom jeweiligen Ende der Mittelstrebe 24 abgeht. In Fig. 2 ist dieses  $Z$  aufgrund der räumlichen Anordnung des Flachrohres 10 als etwa liegendes  $Z$  zu erkennen. Man sieht, daß sich der jeweilige abgekröpft Wellenberg 22 im Flachrohr

10 mit Schrägverlauf von der Innenseite 18 der einen Breitfläche 14 etwa bis zur Innenseite 18 der gegenüberliegenden Breitfläche 15 erstreckt. Dabei befindet sich dieser abgekröpft Wellenberg 22 im in Fig. 2 links der kleineren Längsachse 12 befindlichen Innenbereich.

Das jeweilige abgekröpft Wellental 23 erstreckt sich in analoger Weise im Flachrohr 10 mit Schrägverlauf von der Innenseite 18 der einen Breitfläche 14 etwa bis zur Innenseite 18 der gegenüberliegenden Breitfläche 15, wobei das jeweilige abgekröpft Wellental 23 sich im rechts der Längsachse 12 befindlichen Innenbereich des Flachrohres 10 erstreckt.

Die größere Längsachse 11 des Flachrohres 10, im Querschnitt gemäß Fig. 2 betrachtet, wird von dem dazu schräg verlaufenden Mittelabschnitt 24 durchkreuzt, der mit Schrägverlauf von der Innenseite 18 der einen Breitfläche 14 etwa bis hin zur Innenseite 18 der gegenüberliegenden Breitfläche 15 reicht und der sich, ausgehend von der kleineren Längsachse 12, in Fig. 2 sowohl nach links als auch nach rechts erstreckt. Der Mittelabschnitt 24 verläuft unter einem spitzen Winkel zur Längsachse 11, wobei der jeweilige Stufenwinkel zwischen der kleineren Längsachse 12 und diesem Mittelabschnitt 24 ebenfalls ein spitzer Winkel ist. Die größere Längsachse 11 wird außerdem von dem gegensinnig zum Mittelabschnitt 24 schräg verlaufenden Wellenberg 22 sowie Wellental 23 durchkreuzt.

Betrachtet man weiterhin das Flachrohr 10 im Querschnitt gemäß Fig. 2, erkennt man, daß die Endbereiche 16 und 17 an den Enden der größeren Längsachse 11 des Flachrohres 10 im Inneren zumindest im wesentlichen außer Berührung mit dem Turbulenzelement 20, insbesondere einem Wellenberg 22 bzw. einem Wellental 23, sind. Diese Endbereiche 16, 17 bilden somit, in Richtung der Längsmittelachse 13 des Flachrohres 10 betrachtet, durchgehend freie Strömungsräume für das das Flachrohr 10 des Wärmeaustauschers passierende Strömungsmedium. Dadurch ist nur ein geringer innerer Querschnittsbereich des Flachrohres 10 vom Turbulenzelement 20, insbesondere Draht 21, besetzt, so daß noch ein möglichst großer, durchströmbarer Querschnitt im Inneren des Flachrohres 10 verbleibt.

Die jeweiligen Spitzen sowohl der Wellenberge 22 als auch der Wellentäler 23 sind vorzugsweise gerundet. Im eingebrachten Zustand gemäß Fig. 1 und 2 steht das Turbulenzelement 20, insbesondere der Draht 21, mit den Spitzen der Wellenberge 22 und/oder der Wellentäler 23 und/oder - je Schenkel der Mittelabschnitte 24 dazwischen - mit dortigen Abknickstellen 28, 29 in im wesentlichen punktförmiger Berührung mit der Innenseite 18 des Flachrohres 10, insbesondere mit den Breitflächen

14, 15. Zumindest theoretisch kann die Anordnung dabei so getroffen sein, daß die Spitzen aller Wellenberge 22 und aller Wellentäler 23 und alle Abknickstellen 28, 29 mit der Innenseite 18 des Flachrohres 10 in punktförmiger Berührung stehen. Meist wird sich jedoch ein Zustand einstellen, bei dem der Draht 21 mit den Spitzen zumindest einiger Wellenberge 22 und/oder zumindest einiger Wellentäler 23 und/oder mit zumindest einigen der Abknickstellen 28, 29 in im wesentlichen punktförmiger Berührung mit der Innenseite 18 des Flachrohres 10 steht. Betrachtet man z. B. Fig. 2, so ist es nicht immer und auf der ganzen Längserstreckung des Turbulenzelements 20 so, daß nun die dort ersichtliche Vierpunkanlage an der Innenfläche 18 erfolgt, bei der somit die Spitze eines Wellenberges 22, die Spitze eines Wellentales 23 und die beiden Abknickstellen 28 und 29 innenseitig des Flachrohres zur Anlage kommen. Es kann sich vielmehr durchaus statt der Vierpunkanlage eine Dreipunkanlage einstellen, z. B. dergestalt, daß die Spitzen des Wellenberges 22 und des Wellentales 23 und eine der Abknickstellen 28 oder 29 dazwischen mit der Innenseite 18 des Flachrohres 10 in Berührung steht. Die Summe der mit der Innenseite 18 in Berührung befindlichen Punkte des Turbulenzelements 20 ergibt dabei den Reibungswiderstand, der für die kraftschlüssige Halterung des Turbulenzelementes 20 im Flachrohr 10 verantwortlich ist und der verhindert, daß das Turbulenzelement 20 unter der Wirkung des durch das Flachrohr 10 hindurchströmenden Mediums und Überwindung des Reibungswiderstandes herausgeschwemmt wird. Dabei reicht die erläuterte jeweilige punktförmige Anlageberührung des Drahtes 21 an der Innenseite 18 des Flachrohres 10 aus, um eine sichere klemmende Fixierung des Turbulenzelements 20 im Inneren des Flachrohres 10 zu gewährleisten und ein Herausschwemmen des Turbulenzelements 20 unter der Wirkung des hindurchströmenden Mediums zu verhindern. Andererseits sind für das Einbringen, insbesondere Einziehen, des Drahtes 21 in das Innere des Flachrohres 10 nur geringe Kräfte, insbesondere Zugkräfte, notwendig, wobei die Zugkraft z. B. in der Größenordnung von nur etwa 300 g liegen kann. Eine solche Zugkraft reicht bereits aus, um den Draht 21 in das Innere des Flachrohres 10 hineinzuziehen und die dabei geringe Verformung des Drahtes 21, insbesondere in Längsrichtung, einzuhalten und die Vorspannung zu erzeugen, unter der der Draht 21 im wesentlichen federelastisch klemmend im Flachrohr 10 gehalten ist. Der Draht 21 ist mit derart ausreichender Vorspannung im Flachrohr 10 gehalten, die bei der Punktberührung eine Reibhaftung und Sicherung gegen Herausschwemmen des Turbulenzelements 20 gewährleistet.

Das Flachrohr 10 beschriebener Art ist mittels des erläuterten Turbulenzelements 20 hinsichtlich der Wärmeübertragungsleistung erheblich verbessert, wobei das Turbulenzelement 20 einfach herstellbar und leicht montierbar ist. Die Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung ergibt sich dadurch, daß durch das Turbulenzelement 20 ein Aufbrechen der laminaren Kernströmung im Flachrohr 10 und eine Umwandlung in eine turbulente Strömung erreicht wird. Da in jeder Rohrquerschnittsfläche nur ein geringer Teil durch den Querschnitt des Turbulenzelementes 20, insbesondere des Drahtes 21, besetzt ist, ist gleichwohl ein möglichst großer durchströmbarer Querschnitt beibehalten. Der Draht 21 ist im Flachrohr 10 durch begrenzte Reibung zuverlässig fixiert, wobei diese Reibung die Montage des Drahtes 21 nicht behindert. Dabei ist der Aufwand für dieses besondere, in hohem Maße wirkungsvolle Turbulenzelement 20 sehr gering. Es ergibt sich ein nur geringer Materialaufwand, wodurch das Gewicht so niedrig wie möglich gehalten wird. Ferner ist der Aufwand für das Einbringen des Turbulenzelementes 20 außerordentlich gering. Besonderer aufwendiger Vorrichtungen dafür bedarf es nicht. Außerdem läßt sich das Einbringen des Turbulenzelementes 20 in das Flachrohr 10 relativ schnell bewerkstelligen. Im übrigen wird auf die eingangs erläuterten Besonderheiten und Vorteile verwiesen.

Bei einem anderen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Turbulenzelement 20, insbesondere der Draht, zumindest an einer Stelle am Rohrkörper formschlüssig festgelegt. Dabei kann das Turbulenzelement 20 am Rohrkörper fixiert sein, z. B. angelötet oder angeschweißt sein. Zusätzlich dazu oder statt dessen kann das Turbulenzelement 20, insbesondere der Draht 21, auch einen abgebogenen Abschnitt aufweisen, der am Rohrkörper formschlüssig festgelegt ist. Der abgebogene Abschnitt kann z. B. am Ende des Rohrkörpers stirnseitig an diesem anschlagen. Er kann statt dessen auch in einem Schlitz, einer sonstigen Öffnung der Wandung des Rohrkörpers oder an sonstiger Stelle des letzteren festgelegt sein. Dadurch ist bedarfsweise eine zusätzliche formschlüssige Fixierung des Turbulenzelementes 20 gegen Herausschwemmen durch das hindurchströmende Medium erreicht.

Von Vorteil kann es ferner sein, wenn das Turbulenzelement 20, insbesondere der Draht 21, aus weicherem Werkstoff als der Rohrkörper gebildet ist. Dann ist gewährleistet, daß im Falle eines eventuellen Reibungverschleißes des Turbulenzelementes 20 durch innere Bewegung im Rohrkörper letzterer eine längere Lebensdauer hat.

Bei einem anderen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Turbulenzelement 20, insbesondere der Draht 21, in Richtung seiner Längser-

streckung innerhalb einer vertikalen und/oder horizontalen Ebene gewellt. Die der vertikalen Ebene entsprechende Ebene ist z. B. in Fig. 3 mit der Ebene 25 identisch, innerhalb der sich die Mittelabschnitte 24 erstrecken. Die andere, horizontale Ebene ist diejenige, die zur Ebene 25 zumindest im wesentlichen rechtwinklig verläuft. Das Turbulenzelement 20 kann somit nicht nur innerhalb der vertikalen Ebene 25 sondern statt dessen oder zusätzlich dazu auch in der horizontalen, dazu rechtwinkligen Ebene gewellt sein.

Beim gezeigten Ausführungsbeispiel sind alle Wellenberge 22 zur einen Seite abgelenkt und alle Wellentäler 23 zur anderen Seite hin abgelenkt. Dies ist jedoch nicht zwingend. Bei einem anderen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel sind zumindest einige Wellenberge 22 zur einen Seite und einige Wellentäler 23 zur anderen Seite abgelenkt. Diese Gestaltung impliziert eine solche, bei der die nicht abgelenkten Wellenberge 22 sowie Wellentäler 23 z.B. innerhalb der Ebene 25 der Mittelabschnitte 24 verlaufen oder ebenfalls abgelenkt sind, jedoch zur anderen Seite hin, so daß sich eine Gestaltung ergibt, bei der einige Wellenberge 22 zur einen Seite und einige Wellenberge zur anderen Seite hin abgelenkt sind, ebenso wie einige Wellentäler 23 zur einen Seite und einige andere Wellentäler 23 zur anderen Seite hin abgelenkt sind. Bei dieser Ausführungsform sind somit die Wellenberge 22 und die Wellentäler 23 jeweils zur einen/oder anderen Seite abgelenkt.

Bei einem anderen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel sind hingegen die Wellenberge 22 einander abwechselnd zur einen und zur anderen Seite abgelenkt. Dies bedeutet, daß auf einen Wellenberg 22, der zur einen Seite abgelenkt ist, in Längsrichtung ein Wellenberg 22 folgt, der gegensinnig zur anderen Seite abgelenkt ist. Dabei versteht es sich, daß auch auf zwei zur einen Seite abgelenkte Wellenberge 22 in Längsrichtung zwei weitere Wellenberge 22 folgen können, die zur anderen Seite hin abgelenkt sind. In gleicher Weise können auch die Abbiegungen hinsichtlich der Wellentäler 23 gewählt sein. Z.B. können die Wellentäler 23 einander abwechselnd zur einen und zur anderen Seite abgelenkt sein, und zwar je Seite ein Wellental 23 oder auch mehrere einander anschließende Wellentäler 23.

Die in den Zeichnungen gezeigte Gestaltung, bei der alle Wellenberge 22 zur einen Seite abgelenkt sind und alle Wellentäler 23 zur anderen Seite hin abgelenkt sind, hat sich als vorteilhaft erwiesen.

#### Patentansprüche

1. Flachrohr für Wärmeaustauscher, in das zumindest ein Turbulenzelement (20) eingesetzt

ist, das darin durch eigene Federkraft klemmend gehalten ist, wobei das Turbulenzelement (20) aus einem in zumindest seiner Längsrichtung gewellten Draht (21) mit einander abwechselnden Wellenbergen (22) und Wellentälern (23) geformt ist, von denen zumindest einige mit der Innenseite (18) des Rohrkörpers des Flachrohres (10) in Berührung stehen,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Draht (21) Mittelabschnitte (24) aufweist und daß die sich auf einer Seite an die Mittelabschnitte (24) anschließenden Wellenberge (22) und die sich auf der anderen Seite an die Mittelabschnitte (24) anschließenden Wellentäler (23) jeweils unter einem stumpfen Winkel ( $\beta_1$  bzw.  $\beta_2$ ) in Bezug auf die Mittelabschnitte (24) zur einen und/oder anderen Seite abgelenkt sind.

2. Flachrohr nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß sich die Mittelabschnitte (24) in einer gemeinsamen Ebene (25) erstrecken.

3. Flachrohr nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß zumindest einige der Wellenberge (22) zur einen und einige der Wellentäler (23) zur anderen Seite abgelenkt sind.

4. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Wellenberge (22) einander abwechselnd zur einen und zur anderen Seite abgelenkt sind.

5. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Wellentäler (23) einander abwechselnd zur einen und zur anderen Seite abgelenkt sind.

6. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß alle Wellenberge (22) zur einen Seite und alle Wellentäler (23) zur anderen Seite abgelenkt sind.

7. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Abbiegungswinkel ( $\beta_1$ ) der Wellenberge (22) zumindest im wesentlichen gleich dem Abbiegungswinkel ( $\beta_2$ ) der Wellentäler (23) ist.

8. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die abgelenkten Wellenberge (22) in

- Längsrichtung des Turbulenzelementes (20) in einer allen gemeinsamen Ebene (26) verlaufen und/oder daß die abgebogenen Wellentäler (23) in Längsrichtung des Turbulenzelements (20) in einer allen gemeinsamen Ebene (27) verlaufen.
- 5
9. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß die Ebene (26), innerhalb der sich die abgebogenen Wellenberge (22) erstrecken, etwa parallel zu der Ebene (27) verläuft, innerhalb der sich die abgebogenen Wellentäler (23) erstrecken.
- 10
10. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß die Ebene (25), innerhalb der sich die Mittelabschnitte (24) erstrecken, zwischen den beiden anderen Ebenen (26 und 27) und zu diesen jeweils unter einem Winkel von etwa 120° verläuft.
- 15
- 20
11. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß der Draht (21) - im Querschnitt des Flachrohres (10) betrachtet - mit etwa Z-förmigem Verlauf im Rohrkörper klemmend gehalten ist, wobei der Mittelabschnitt (24) eine Mittelstrebe, ein Wellenberg (22) das eine Querhaupt und ein Wellental (23) das andere Querhaupt des Z bildet, das vom jeweiligen Ende der Mittelstrebe (24) abgeht.
- 25
- 30
12. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß sich der jeweilige abgekröpfte Wellenberg (22) im Rohrkörper mit Schrägverlauf von der Innenseite (18) einer Breitfläche (14) etwa bis zur Innenseite (18) der gegenüberliegenden Breitfläche (15) erstreckt.
- 35
- 40
13. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß sich das jeweilige abgekröpfte Wellental (23) im Rohrkörper mit Schrägverlauf von der Innenseite (18) einer Breitfläche (14) etwa bis zur Innenseite (18) der gegenüberliegenden Breitfläche (15) erstreckt.
- 45
- 50
14. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß die größere Längsachse (11) des Rohrkörpers, im Querschnitt betrachtet, von dem dazu schräg verlaufenden Mittelabschnitt (24) und dem dazu gegensinnig schräg verlaufenden Wellenberg (22) sowie Wellental (23) durchkreuzt wird.
- 55
15. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß - im Querschnitt betrachtet - die Endbereiche (16,17) am Ende der größeren Längsachse (11) des Rohrkörpers im Inneren zumindest im wesentlichen außer Berührung mit dem Turbulenzelement (20), insbesondere einem Wellenberg (22) bzw. einem Wellental (23), sind und diese Endbereiche (16, 17) innen in Richtung der Längsmittelachse (13) des Rohrkörpers durchgehend freie Strömungsräume bilden.
16. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß der Draht (21) mit den - vorzugsweise gerundeten - Spitzen der Wellenberge (22) und/oder der Wellentäler (23) und/oder - je Schenkel der Mittelabschnitte (24) dazwischen - mit den Abknickstellen (28, 29) in im wesentlichen punktförmiger Berührung mit der Innenseite (18) des Rohrkörpers, insbesondere den Breitflächen (14, 15) dieses, steht.
17. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß der Draht (21) mit den - vorzugsweise gerundeten - Spitzen zumindest einiger Wellenberge (22) und/oder zumindest einiger Wellentäler (23) und/oder mit zumindest einigen Abknickstellen (28, 29) der Schenkel der Mittelabschnitte (24) in im wesentlichen punktförmiger Berührung mit der Innenseite (18) des Rohrkörpers, insbesondere den Breitflächen (14, 15) dieses, steht.
18. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß der Draht (21) unter federelastischer Verformung in den Rohrkörper eingebracht ist, insbesondere eingezogen ist, und mit derart ausreichender Vorspannung im Rohrkörper gehalten ist, die bei der Punktberührung eine Reibhaftung und Sicherung gegen Herausschwemmen des Turbulenzelementes (20) gewährleistet.
19. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß der Draht (21) aus Metall, insbesondere Aluminium, besteht.
20. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß der Draht (21) im Querschnitt rund ist.
21. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Draht einen eckigen, z. B. viereckigen, insbesondere rechteckigen, Querschnitt aufweist.

22. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 21, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Turbulenzelement (20), insbesondere der Draht (21), zumindest an einer Stelle am Rohrkörper formschlüssig festgelegt ist. 10
23. Flachrohr nach Anspruch 22,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Turbulenzelement (20), insbesondere der Draht (21), am Rohrkörper fixiert, z. B. angelötet oder angeschweißt, ist. 15
24. Flachrohr nach Anspruch 22 oder 23,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Turbulenzelement (20), insbesondere der Draht (21), einen abgebogenen Abschnitt 20  
 aufweist, der am Rohrkörper formschlüssig festgelegt ist, z. B. am Ende des Rohrkörpers an diesem anschlägt.
25. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 24,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Turbulenzelement (20), insbesondere der Draht (21), aus weicherem Werkstoff als der Rohrkörper gebildet ist. 25
26. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 25,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Turbulenzelement (20), insbesondere der Draht (21), in Richtung seiner Längserstreckung innerhalb einer vertikalen und/oder horizontalen Ebene gewellt ist. 30

40

45

50

55



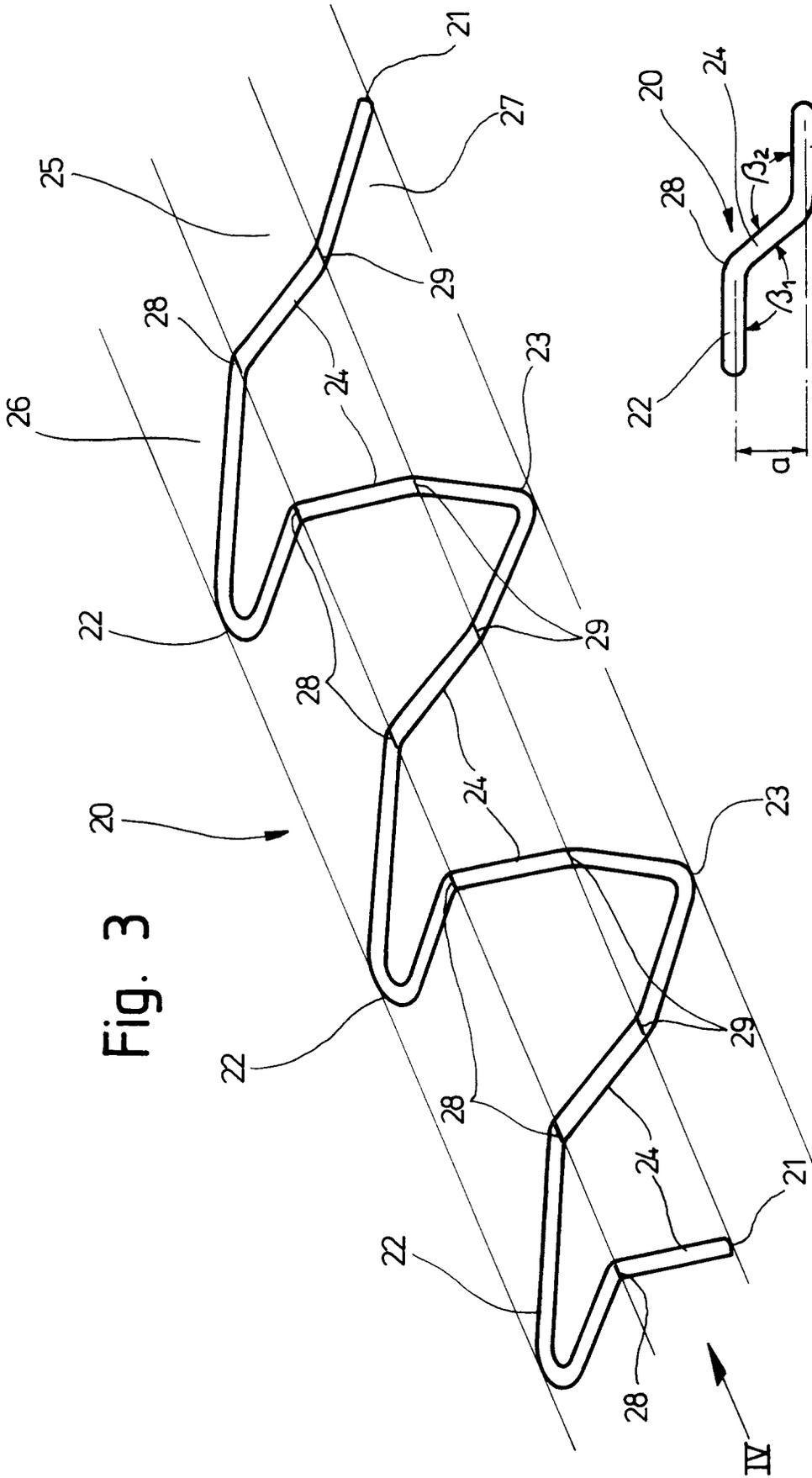


Fig. 3

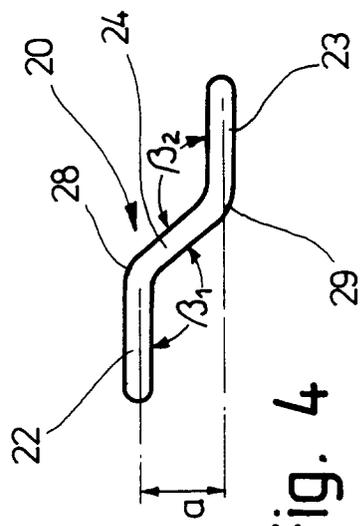


Fig. 4

Fig. 5

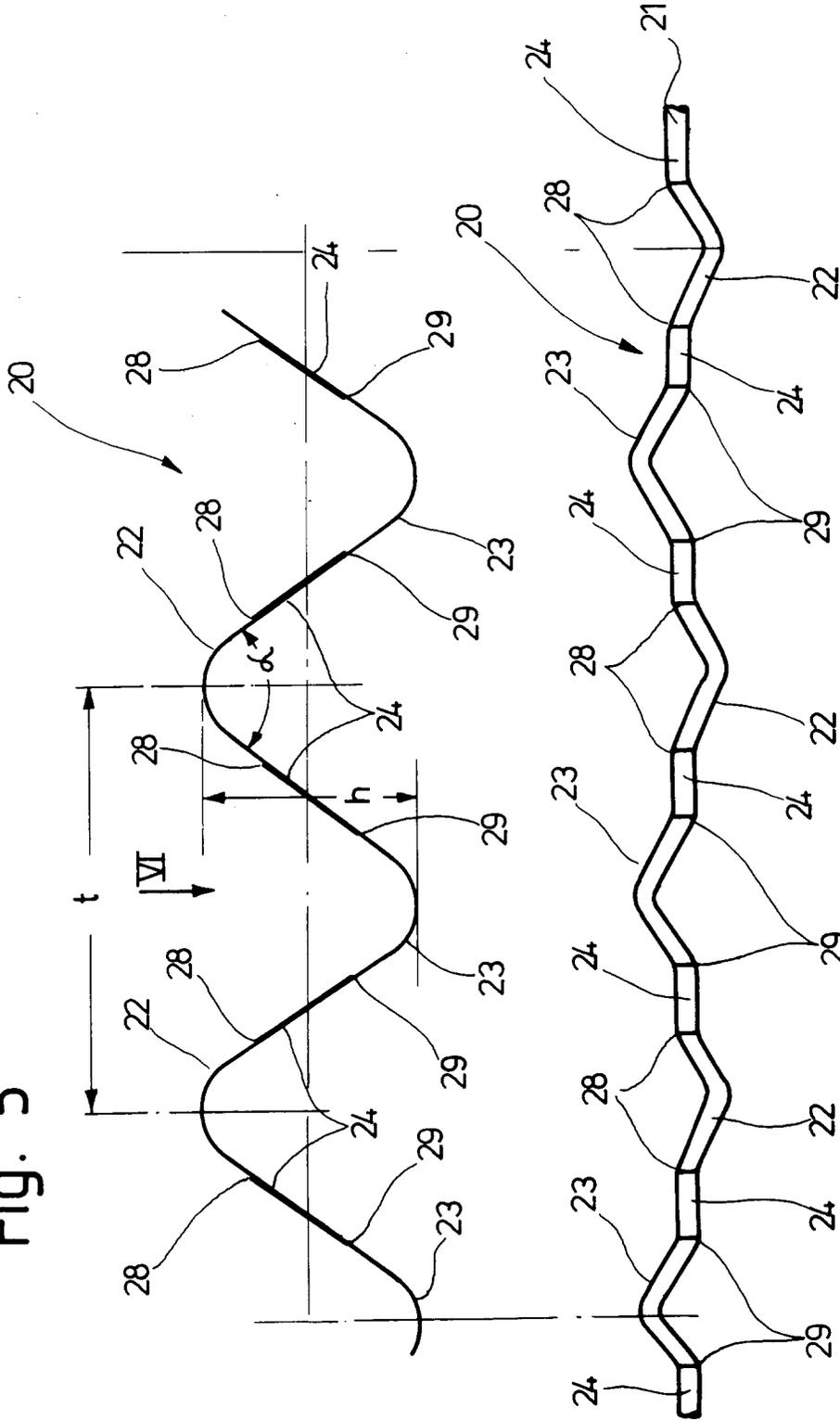


Fig. 6



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 10 2940

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	DE-A-15 01 458 (AMERICAN RADIATOR & STANDARD SANITARY CORP.) * das ganze Dokument * ---	1	F28F1/02 F28F13/12 F28F1/40
Y	FR-A-2 512 940 (BEHR) * das ganze Dokument * ---	1	
A	FR-A-2 238 909 (PERTSEV) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15. Juli 1994	Prüfer Smets, E
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)