



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**24.08.94 Patentblatt 94/34**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F28D 1/047**

②① Anmeldenummer : **90104507.0**

②② Anmeldetag : **09.03.90**

---

⑤④ **Heizkörper.**

---

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**11.09.91 Patentblatt 91/37**

⑦③ Patentinhaber : **Zehnder Verkaufs- und  
Verwaltungs AG  
CH-5722 Gränichen (CH)**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**24.08.94 Patentblatt 94/34**

⑦② Erfinder : **Dieterle, Richard  
Schlossbergstrasse 32  
D-7830 Emmendingen (DE)**  
Erfinder : **Kriese, Peter  
Flugplatzstrasse 29  
D-7630 Lahr 12 Dinglingen (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 350 453  
CH-A- 675 472  
DE-U- 8 906 829  
US-E- 32 616**

⑦④ Vertreter : **Stenger, Watzke & Ring  
Patentanwälte  
Kaiser-Friedrich-Ring 70  
D-40547 Düsseldorf (DE)**

**EP 0 445 337 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Heizkörper mit zwei senkrechten, im Abstand parallel zueinander verlaufenden Rohren, die am unteren Ende jeweils an einen ortsfest verlegten Vorlauf bzw. Rücklauf anschließbar und miteinander durch eine Mehrzahl von waagerechten, ebenfalls parallel zueinander verlaufenden Rohren mit kreisförmigem Querschnitt verbunden sind, deren Inneres über in den miteinander verschweißten Rohren ausgebildete Öffnungen mit dem Inneren der senkrechten Rohre in Verbindung steht, wobei die waagerechten Rohre C-förmig ausgebildet und mit ihren sich an jeweils einen Rohrbogen anschließenden Endstücken derart an jeweils eines der senkrechten Rohre angeschlossen sind, daß das zwischen den beiden Rohrbögen verlaufende, den Abstand zwischen den senkrechten Rohren übersteigende Rohrmittelstück mit Abstand vor den senkrechten Rohren verläuft.

Ein Heizkörper der voranstehend beschriebenen Art ist aus der DE-U-89 06 829 bekannt. Bei dieser bekannten Konstruktion sind die senkrecht verlaufenden Rohre mit rechtseckigem Querschnitt ausgeführt und in einem zentralen Verteilungskörper zusammengefaßt, und zwar entweder unmittelbar aneinanderliegend oder mit Abstand parallel zueinander verlaufend. Die waagerechten, in der Draufsicht C-förmigen und mit kreisförmigem Querschnitt ausgebildeten Rohre werden in Öffnungen eingeschweißt, die in den Seitenwänden der rechteckigen, senkrecht verlaufenden Rohre ausgebildet werden.

Bei diesem bekannten Heizkörper kann die Wärmeaustauschfläche nicht nur durch Variation der Anzahl der waagerechten Rohre und gegebenenfalls die Länge der senkrechten Rohre an den jeweiligen Bedarf angepaßt werden, sondern auch durch eine Veränderung der Länge der C-förmig ausgebildeten, waagerecht verlaufenden Rohre. Die bekannte Konstruktion vernachlässigt jedoch Fragen der Standardisierung, der wirtschaftlichen Herstellung und Verwendung und auch der optischen Wirkung.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen Heizkörper der aus der DE-U-89 06 829 bekannten Art derart weiterzubilden, daß bei Aufrechterhaltung sämtlicher Möglichkeiten zur Veränderung der Wärmeaustauschfläche einerseits eine Standardisierung derartiger Heizkörper möglich und andererseits die Herstellung und Montage vereinfacht und damit wirtschaftlicher gemacht werden.

Die **Lösung** dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Endstücke der waagerechten Rohre mit der Vorder- oder Rückseite der senkrechten, ebenfalls mit kreisförmigem Querschnitt ausgebildeten Rohre verbunden sind und daß die Verbindung der waagerechten und senkrechten Rohre mittels einer Kreuzlochpreßschweißung erfolgt.

Durch die Verbindung der Endstücke der waagerechten Rohre mit der Vorder- oder Rückseite der senkrechten Rohre können die C-förmig ausgebildeten und waagerecht verlaufenden Rohre mit gewissen Fertigungstoleranzen an regelmäßig im gleichen Abstand verlaufende senkrechte Rohre angeschlossen werden. Hierdurch erhält der Heizkörper nicht nur eine optisch leichte Wirkung; durch die standardisierten senkrechten Rohre wird die maschinelle Herstellung vereinfacht und damit wirtschaftlicher, und zwar unter gleichzeitiger Standardisierbarkeit der Anschlüsse für den Vor- und Rücklauf. Die erfindungsgemäße Verbindung der waagerechten und senkrechten Rohre mittels einer Kreuzlochpreßschweißung ergibt nicht nur eine weitere Herstellungsvereinfachung, sondern eine sehr sichere Verbindung, die auch hohen Drücken standhält. Insgesamt ist der erfindungsgemäße Heizkörper trotz standardisiertem Abstand der Vor- und Rücklaufrohre bei Aufrechterhaltung einer besonders ansprechenden optischen Wirkung nahezu beliebig variabel und dennoch bei der Herstellung und Montage besonders kostengünstig und wirtschaftlich.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung können die Rohrbögen mindestens eines der waagerechten Rohre einen größeren Biegeradius als die Rohrbögen der restlichen Rohre aufweisen. Hierdurch liegt das zwischen den Rohrbögen verlaufende Rohrmittelstück räumlich vor den Rohrmittelstücken der anderen waagerechten Rohre, so daß es insbesondere zum Aufhängen von zu trocknenden Gegenständen verwendet werden kann. Selbstverständlich können auch mehrere waagerecht verlaufende Rohre derart ausgeführt sein.

Um einerseits die Größe der Wärmetauscherfläche des erfindungsgemäßen Heizkörpers weiter variieren zu können und andererseits den optischen Eindruck des erfindungsgemäßen Heizkörpers an unterschiedliche Gegebenheiten anpassen zu können, wird weiterhin vorgeschlagen, die Rohrmittelstücke der Rohre unterschiedlich lang auszubilden. Hierdurch ergeben sich Heizkörper der unterschiedlichsten Form und mit unterschiedlich großer Wärmeaustauschfläche bei gleicher Länge und gleichem Abstand der senkrecht verlaufenden Rohre.

Es ist weiterhin möglich, die waagerecht verlaufenden Rohre mit unterschiedlichem Abstand zueinander an den senkrechten Rohren anzuordnen. Auch hierdurch ist eine Variation der Wärmeaustauschfläche und des Aussehens der Heizkörper in vielfältiger Form möglich.

Gemäß einem weiteren Merkmal können die senkrechten Rohre miteinander durch eine tafelfartige Verkleidung verbunden sein, die den Raum zwischen den Rohren mindestens teilweise abdeckt. Eine derartige Verkleidung, die vorzugsweise ebenfalls aus Metall hergestellt wird, vergrößert die durch Wärmeleitung vom

Heizmedium aufgeheizte Wärmetauscherfläche. Gleichzeitig können mit einer derartigen Verkleidung die Anschlüsse und Ventile des Heizkörpers abgedeckt werden. Schließlich stellt diese tafelarartige Verkleidung ein weiteres Element zur optischen Variation des erfindungsgemäßen Heizkörpers dar.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung schlägt vor in mindestens einem der senkrechten Rohre mindestens eine elektrische Heizvorrichtung anzuordnen. Durch eine derartige zusätzliche elektrische Heizvorrichtung ist es möglich, entweder dem Heizkörper zusätzliche Wärme zuzuführen oder ihn, vorzugsweise in der Übergangszeit, unabhängig von der zentralen Heizungsanlage elektrisch zu betreiben. Selbstverständlich ist es möglich, derartige elektrische Heizvorrichtungen herausnehmbar in dem Heizkörper anzuordnen, so daß sie auch nachträglich eingebaut oder ausgetauscht werden können.

Auf den Zeichnungen sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Heizkörpers dargestellt, und zwar zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels,  
 Fig. 2 eine Draufsicht auf den Heizkörper nach Fig. 1 mit zwei möglichen Varianten hinsichtlich der Ausbildung der waagerechten Rohre,  
 Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels,  
 Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels,  
 Fig. 5 bis 12 weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Heizkörpers jeweils in einer Vorderansicht,  
 Fig. 13 eine perspektivische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels und  
 Fig. 14 eine Draufsicht auf den Heizkörper nach Fig. 13.

Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Heizkörper umfaßt zwei senkrechte, im Abstand parallel zueinander verlaufende Rohre 1 und 2. Während das untere Ende des Rohres 1 an einen ortsfest verlegten Vorlauf anschließbar ist, wird das untere Ende des Rohres 2 an einen Rücklauf angeschlossen, der ebenfalls ortsfest verlegt ist, wobei der Abstand zwischen Vorlauf und Rücklauf vom Hersteller fest vorgegeben und nicht mehr veränderlich ist und bauseitig bei der Verlegung der Rohrleitungen berücksichtigt werden kann. Die beiden senkrecht verlaufenden Rohre 1 und 2 sind miteinander durch eine Mehrzahl von waagerechten, ebenfalls parallel zueinander verlaufenden Rohren 3 verbunden. Diese waagerechten Rohre 3 sind C-förmig ausgebildet. Jedes Rohr 3 besteht aus zwei Endstücken 3a, zwei sich an die Endstücke 3a anschließenden Rohrbögen 3b und einem die Rohrbögen 3b verbindenden Rohrmittelstück 3c. Vorzugsweise sind diese Rohre 3 einstückig durch entsprechendes Biegen eines Rohrstückes hergestellt.

Mit ihren Endstücken 3a sind die waagerecht verlaufenden Rohre 3 mit den senkrecht verlaufenden Rohren 1 und 2 verbunden, so daß das Innere der Rohre 1, 2 und 3 miteinander in Verbindung steht. Auf diese Weise kann das über den nicht gezeichneten Vorlauf zuströmende Heizmedium in das Rohr 1 eintreten, sich auf die waagerecht verlaufenden Rohre 3 verteilen und anschließend wieder in das senkrechte Rohr 2 eintreten, aus dem es über den ebenfalls nicht gezeichneten Rücklauf in das Heizungssystem zurückgeführt wird. Zum Anschluß an Vor- und Rücklauf sind die unteren Enden der Rohre 1 und 2 mit entsprechenden Armaturen bzw. Fittings versehen, die der besseren Darstellung wegen auf der Zeichnung weggelassen worden sind.

Um die Wärmeaustauschfläche des jeweiligen Heizkörpers bei vorgegebenem Abstand A zwischen den senkrechten Rohren 1 und 2, der werkseitig und durch den ortsfest verlegten Vor- und Rücklauf festgelegt ist, veränderlich ausführen zu können, kann die Gesamtlänge L der waagerecht verlaufenden, C-förmig ausgebildeten Rohre 3 verändert werden. Dies ist anhand eines Ausführungsbeispiels in Figur 2 dargestellt. Während mit ausgezogenen Linien ein Heizkörper nach Figur 1 gezeichnet ist, ist mit gestrichelten Linien angedeutet, daß die Länge L der Rohre auf die Länge L1 vergrößert werden kann, wenn sowohl das die beiden Rohrbögen 3b verbindende Rohrmittelstück 3c als auch die Endstücke 3a länger ausgeführt werden. Bei gleichem Abstand der senkrechten Rohre 1 und 2 und gleichbleibender Anzahl der insgesamt verwendeten waagerechten Rohre 3 ergibt sich somit eine entsprechend vergrößerte Wärmeaustauschfläche für den gestrichelt in Figur 2 dargestellten Heizkörper. Mit strichpunktierten Linien ist dargestellt, daß eine weitere Vergrößerung der Rohrlänge der Rohre 3 auf den Wert L2 möglich ist, ohne daß hierfür der Abstand A bzw. die Länge der senkrechten Rohre 1 und 2 verändert werden müssen. Da die waagerechten Rohre 3 stets mit ihren Endstücken 3a an die senkrechten Rohre 1 und 2 angeschlossen sind, werden die Rohre 3 auf ihrer gesamten Länge von Heizmedium durchflossen.

Wie aus den Figuren 1 und 2 weiterhin hervorgeht, sind die Endstücke 3a der waagerechten Rohre 3 mit der Rückseite der senkrechten Rohre 1 und 2 verbunden. Hierdurch ist es möglich, diese Verbindung mittels einer Kreuzlochpreßschweißung vorzunehmen, die besonders einfach und mit hoher Zuverlässigkeit herstellbar ist. Die Figur 4 zeigt, daß die Endstücke 3a selbstverständlich auch mit der Vorderseite der Rohre 1 und 2 verbunden sein können und daß es vorteilhaft sein kann, den unteren, die Anschlüsse enthaltenden Teil der senkrecht verlaufenden Rohre 1 und 2 durch eine Verkleidung 4 abzudecken, die auf einfache Weise auf die senkrechten Rohre 1 und 2 aufgesetzt wird.

Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die senkrechten Rohre 1 und 2 auf ihrer gesamten Länge mit einer tafelarartigen Verkleidung 5 versehen, die wiederum auf die Vorderseite der Rohre 1 und 2 aufgesetzt und gegebenenfalls mit diesen verschweißt oder in anderer geeigneter Weise verbunden ist. Durch diese tafelarartige Verkleidung 5 erhöht sich die am Wärmeaustausch teilnehmende Oberfläche. Da die Verkleidung 5 durch Wärmeleitung aufgeheizt wird, ist auf diese Weise nicht nur eine optische Veränderung des Heizkörpers, sondern eine Erhöhung seiner Wärmeleistung möglich.

Die Figuren 5 bis 8 zeigen vier weitere Ausführungsmöglichkeiten erfindungsgemäßer Heizkörper. Der Unterschied zwischen den Heizkörpern nach den Figuren 5 und 6 besteht in der Länge der waagerechten Rohre 3, beim Ausführungsbeispiel nach Figur 7 sind insgesamt drei Gruppen gleich langer Rohre 3 angeordnet, die voneinander in unterschiedlichem Abstand liegen. Die Figur 8 zeigt eine Ausführungsform mit zwei Gruppen waagerechter Rohre 3. Während die Rohre 3 innerhalb einer Gruppe gleich lang sind, ist die Länge der Rohre 3 in den beiden Gruppen unterschiedlich ausgeführt.

Auch die Figuren 9 bis 12 zeigen weitere Ausführungsmöglichkeiten. Der Heizkörper nach Figur 9 besitzt die größtmögliche Wärmeaustauschfläche; der Heizkörper nach Figur 10 verwendet Rohre 3 mit drei unterschiedlichen Rohrlängen, die in gleichbleibendem Abstand zueinander angeordnet sind. Daß die Rohre 3 nicht nur gruppenweise mit unterschiedlicher Länge ausgeführt werden können, zeigen die Figuren 11 und 12, aus denen auch hervorgeht, daß sich durch die Verwendung unterschiedlich langer Rohre 3 das Erscheinungsbild der Heizkörper stark verändern läßt.

Auf den Figuren 13 und 14 ist schließlich ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt. Bei diesem Heizkörper sind die Rohrbögen 3b eines der waagerechten Rohre 3 mit einem größeren Biegeradius als die Rohrbögen 3b der restlichen Rohre 3 ausgeführt. Hierdurch liegt das Rohrmittelstück 3c dieses Rohres 3 räumlich vor den Rohrmittelstücken 3c der anderen Rohre 3. Es ist hierdurch besonders geeignet, um an diesem vorstehenden Rohrmittelstück 3c Wäschestücke zum Trocknen aufzuhängen. Aus der Draufsicht in Figur 14 geht besonders deutlich hervor, daß eines der Rohrmittelstücke 3c vor der Ebene liegt, in der sich die anderen Rohrmittelstücke 3c befinden.

#### Bezugszeichenliste

1	senkrecht Rohr
2	senkrecht Rohr
3	waagrecht Rohr
3a	Endstück
3b	Rohrbogen
3c	Rohrmittelstück
4	Verkleidung
5	Verkleidung
A	Abstand
L	Länge

#### Patentansprüche

1. Heizkörper mit zwei senkrechten, im Abstand parallel zueinander verlaufenden Rohren (1, 2), die am unteren Ende jeweils an einen ortsfest verlegten Vorlauf bzw. Rücklauf anschließbar und miteinander durch eine Mehrzahl von waagerechten, ebenfalls parallel zueinander verlaufenden Rohren (3) mit kreisförmigem Querschnitt verbunden sind, deren Inneres über in den miteinander verschweißten Rohren (1, 2, 3) ausgebildete Öffnungen mit dem Inneren der senkrechten Rohre (1, 2) in Verbindung steht, wobei die waagerechten Rohre (3) C-förmig ausgebildet und mit ihren sich an jeweils einen Rohrbogen (3b) anschließenden Endstücken (3a) derart an jeweils einen senkrechten Rohre (1 bzw. 2) angeschlossen sind, daß das zwischen den beiden Rohrbögen (3b) verlaufende, den Abstand zwischen den senkrechten Rohren (1, 2) übersteigende Rohrmittelstück (3c) mit Abstand vor den senkrechten Rohren (1, 2) verläuft, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Endstücke (3a) der waagerechten Rohre (3) mit der Vorder- oder Rückseite der senkrechten, ebenfalls mit kreisförmigem Querschnitt ausgebildeten Rohre (1, 2) verbunden sind und daß die Verbindung der waagerechten und senkrechten Rohre (1, 2, 3) mittels einer Kreuzlochpreßschweißung erfolgt.
2. Heizkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrbögen (3b) mindestens eines der waagerechten Rohre (3) einen größeren Biegeradius als die Rohrbögen (3b) der restlichen Rohre (3) auf-

weisen.

3. Heizkörper nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrmittelstücke (3c) der Rohre (3) eine unterschiedliche Länge aufweisen.
- 5 4. Heizkörper nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die waagrecht verlaufenden Rohre (3) mit unterschiedlichem Abstand zueinander an den senkrechten Rohren (1,2) angeordnet sind.
- 10 5. Heizkörper nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrechten Rohre (1,2) miteinander durch eine tafelartige Verkleidung (5) verbunden sind, die den Raum zwischen den Rohren (1,2) mindestens teilweise abdeckt.
- 15 6. Heizkörper nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einem der senkrechten Rohre (1,2) mindestens eine elektrische Heizvorrichtung angeordnet ist.

### Claims

- 20 1. Radiator having two vertical pipes (1, 2) which run at a distance from, and parallel to, one another, which can be connected, at the lower end, in each case to a stationary flow and return, respectively, and are connected to one another by a plurality of horizontal, likewise parallel pipes (3) which have a circular cross-section and the interior of which is in connection, via openings formed in the pipes (1, 2, 3) which are welded to one another, with the interior of the vertical pipes (1, 2), the horizontal pipes (3) being configured in the form of a C and being connected, by means of their end pieces (3a) adjoining in each case one pipe bend (3b), to in each case one of the vertical pipes (1 and 2) such that the pipe centre piece (3c), which runs between the two pipe bends (3b) and exceeds the distance between the vertical pipes (1, 2), runs at a distance in front of the vertical pipes (1, 2), characterized in that the end pieces (3a) of the horizontal pipes (3) are connected to the front side or rear side of the vertical pipes (1, 2), which likewise have a circular cross-section, and in that the connection of the horizontal and vertical pipes (1, 2, 3) takes place by means of cross-hole pressure welding.
- 25 2. Radiator according to Claim 1, characterized in that the pipe bends (3b) of at least one of the horizontal pipes (3) have a greater bending radius than the pipe bends (3b) of the rest of the pipes (3).
- 30 3. Radiator according to at least one of Claims 1 and 2, characterized in that the pipe centre pieces (3c) of the pipes (3) are of different lengths.
- 35 4. Radiator according to at least one of Claims 1 to 3, characterized in that the horizontally running pipes (3) are arranged at different distances from one another on the vertical pipes (1, 2).
- 40 5. Radiator according to at least one of Claims 1 to 4, characterized in that the vertical pipes (1, 2) are connected to one another by a panel-like cladding (5) which at least partially covers the space between the pipes (1, 2).
- 45 6. Radiator according to at least one of Claims 1 to 5, characterized in that at least one electric heating device is arranged in at least one of the vertical pipes (1, 2).

### Revendications

- 50 1. Radiateur comprenant deux tubes verticaux (1, 2) qui sont distants l'un de l'autre et parallèles entre eux, qui peuvent être reliés respectivement, par leur extrémité inférieure, à des conduites fixes aller et retour et qui sont reliés entre eux par une pluralité de tubes horizontaux (3) de section circulaire, eux aussi parallèles entre eux, dont l'intérieur communique avec l'intérieur des tubes verticaux (1, 2) par l'intermédiaire d'ouvertures ménagées dans les tubes (1, 2, 3) soudés ensemble, les tubes horizontaux (3) étant conçus en forme de C, et leurs éléments extrêmes (3a) reliés chacun à un coude tubulaire (3b) étant reliés chacun à l'un des tubes verticaux (1 et, respectivement, 2), de façon que l'élément tubulaire central (3c) qui s'étend entre les deux coudes tubulaires (3b) et qui est supérieur à l'écartement des tubes verticaux (1,
- 55

2) s'étende à distance devant les tubes verticaux (1, 2), caractérisé en ce que les éléments extrêmes (3a) des tubes horizontaux (3) sont reliés au côté avant ou arrière des tubes verticaux (1, 2) à section également circulaire, et en ce que la liaison entre les tubes horizontaux et verticaux (1, 2, 3) s'effectue au moyen d'une soudure par pression en croix avec communication.

5

2. Radiateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les coudes tubulaires (3b) d'au moins un des tubes horizontaux (3) présentent un rayon de courbure supérieur à celui des coudes tubulaires (3b) des tubes (3) restants.

10

3. Radiateur selon au moins une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les éléments tubulaires centraux (3c) des tubes (3) ont des longueurs différentes.

4. Radiateur selon au moins une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les tubes horizontaux (3) sont disposés avec des écartements différents sur les tubes verticaux (1, 2).

15

5. Radiateur selon au moins une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les tubes verticaux (1, 2) sont reliés entre eux par un tablier (5) en forme de panneau, qui couvre au moins partiellement l'espace compris entre les tubes (1, 2).

20

6. Radiateur selon au moins une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins un dispositif de chauffage électrique est disposé dans au moins un des tubes verticaux (1, 2).

25

30

35

40

45

50

55

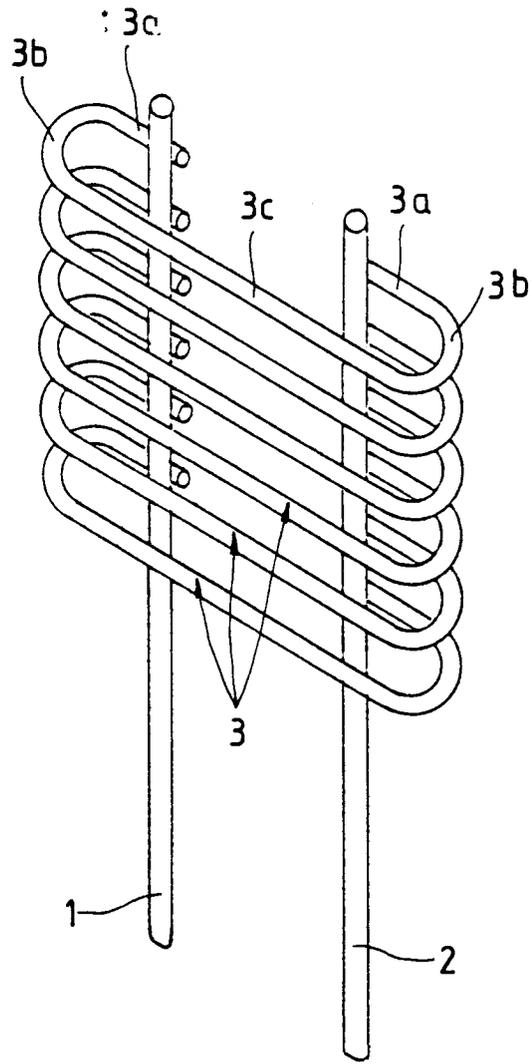


Fig. 1

Fig. 2

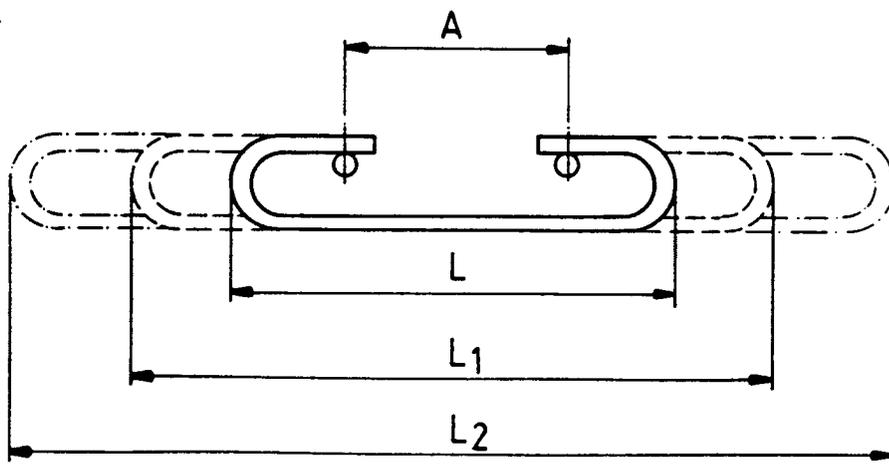


Fig. 3

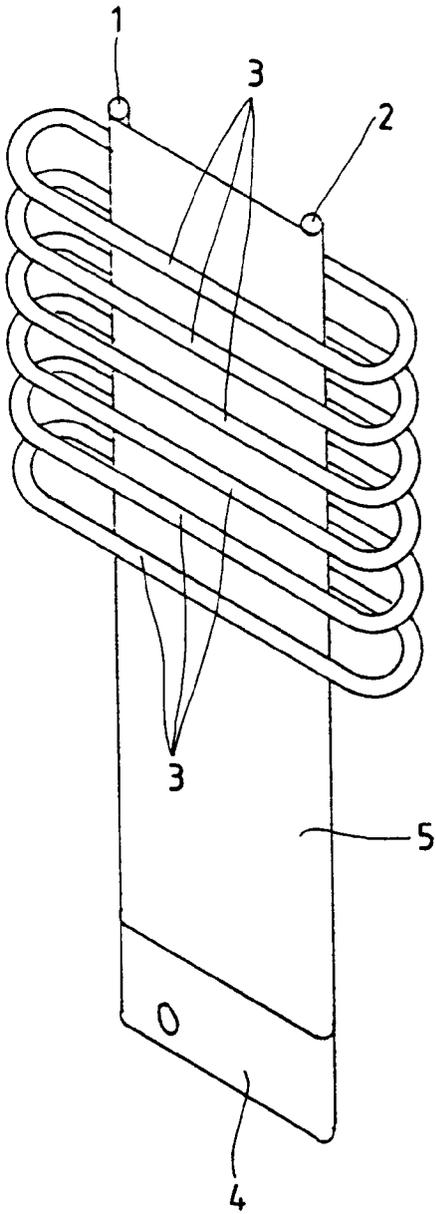


Fig. 4

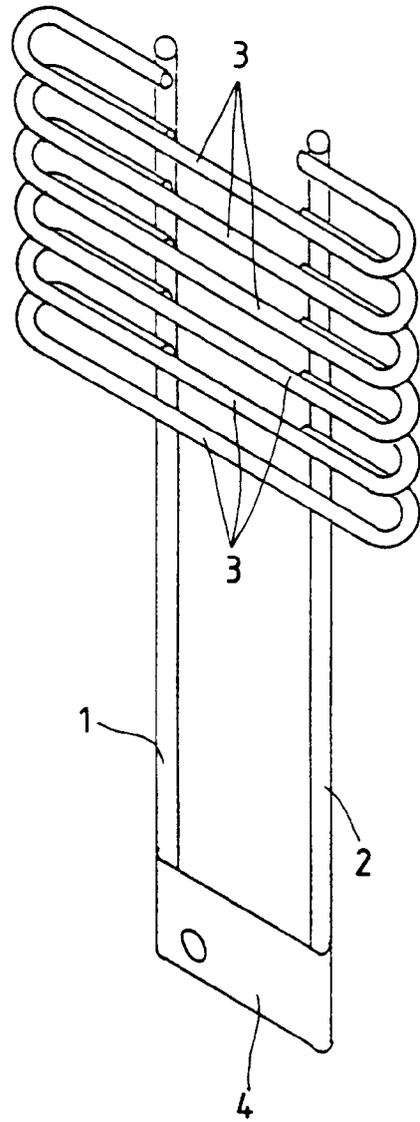


Fig. 5

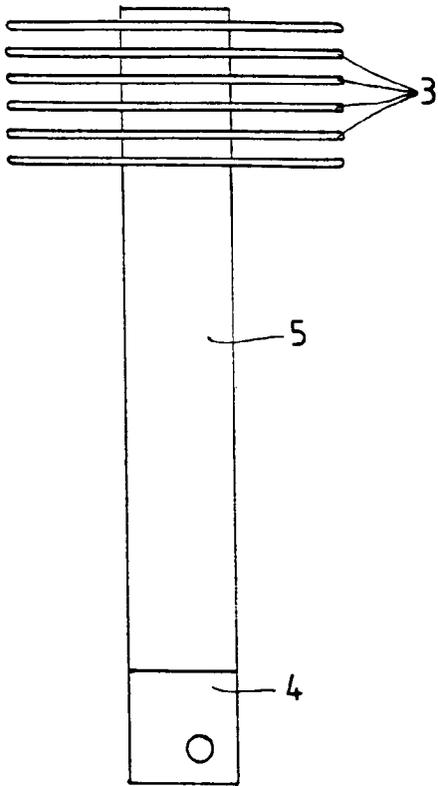


Fig. 6

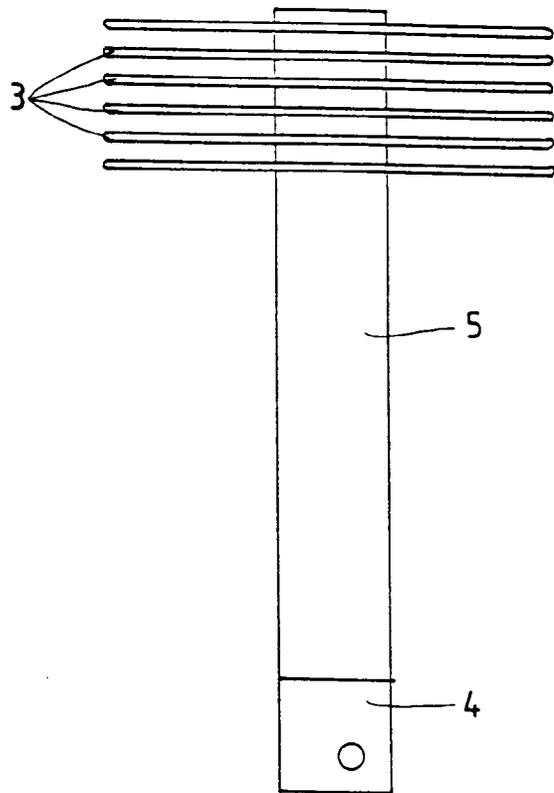


Fig. 7

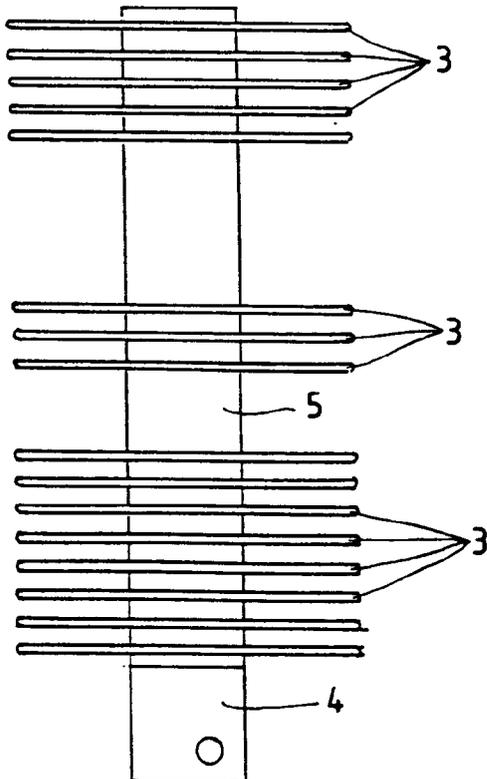


Fig. 8

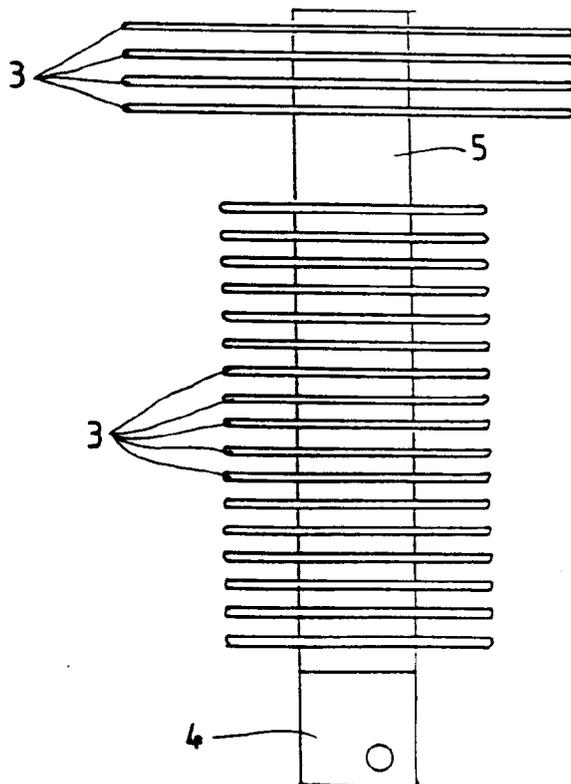


Fig. 9

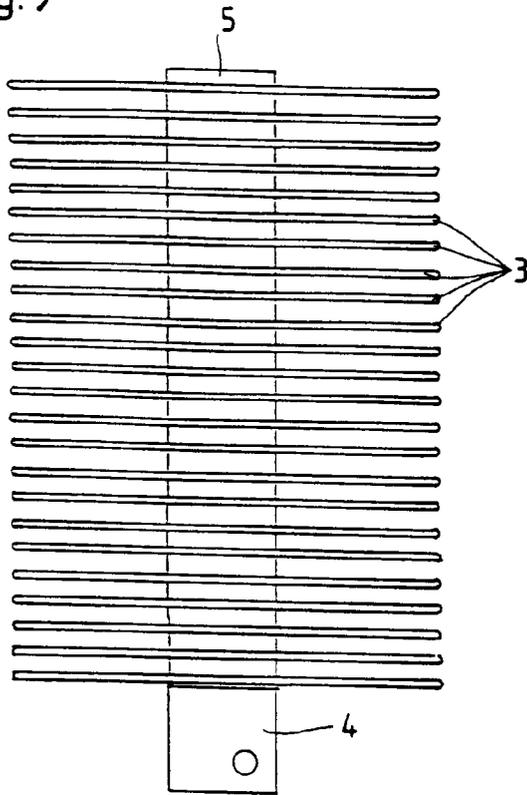


Fig. 10

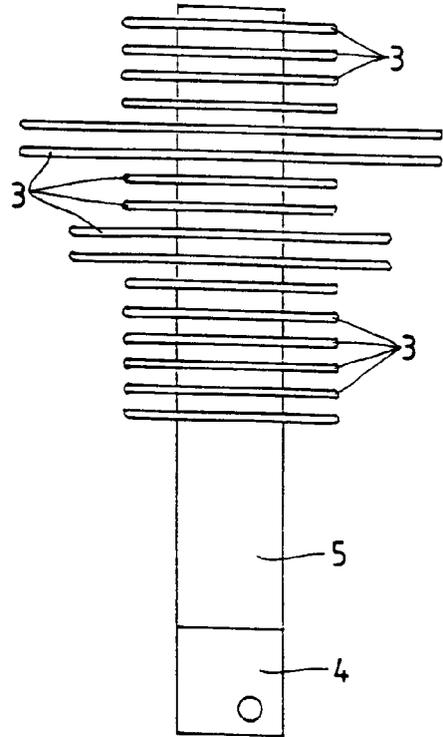


Fig. 11

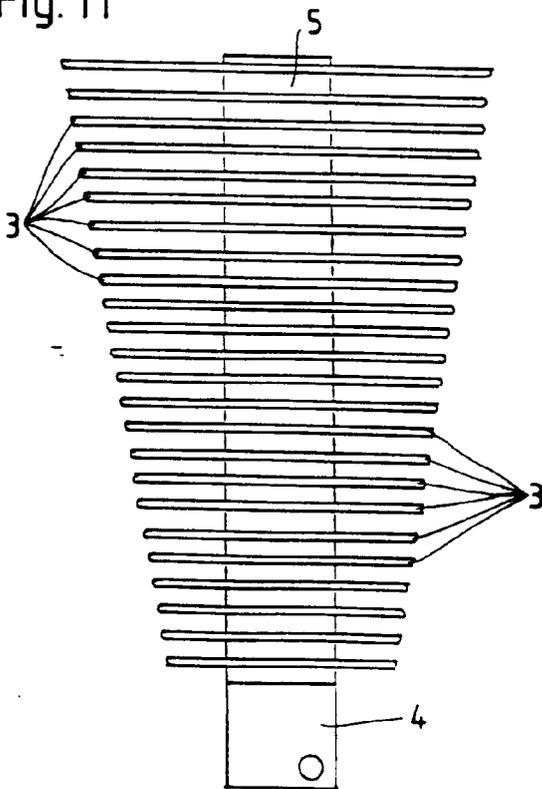


Fig. 12

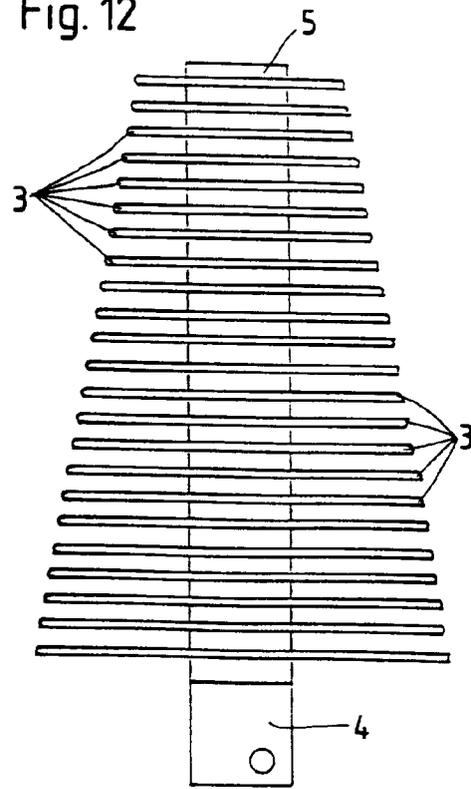


Fig.13

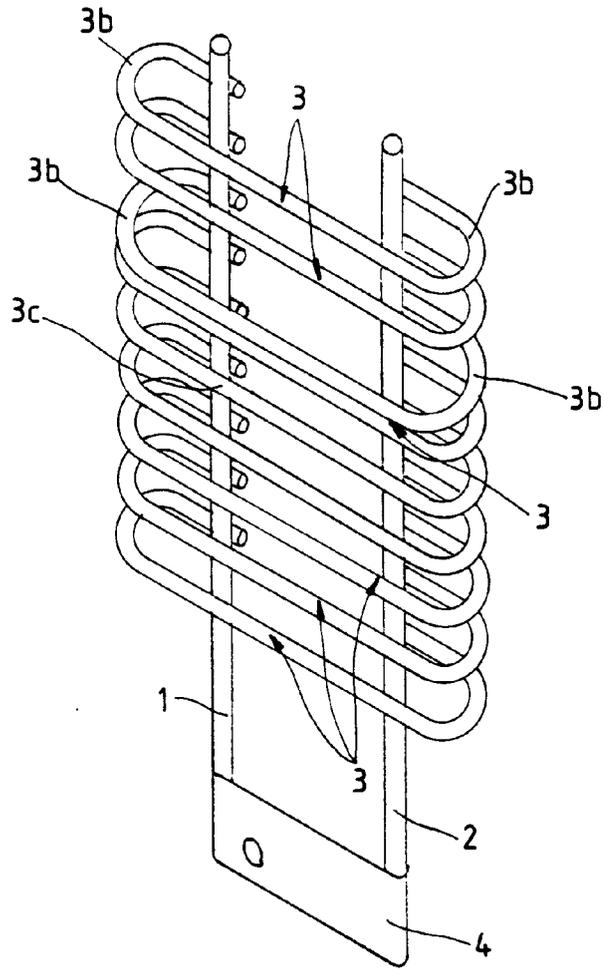


Fig. 14

