



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2005 Patentblatt 2005/37

(51) Int Cl.7: **F28F 1/12, F28D 1/053**

(21) Anmeldenummer: **05003995.7**

(22) Anmeldetag: **24.02.2005**

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

- **Zielbauer, Anton**
70794 Filderstadt (DE)
- **Brost, Viktor, Dipl.-Ing.**
72631 Aichtal (DE)
- **Nies, Jens, Dipl.-Ing.**
71088 Holzgerlingen (DE)

(30) Priorität: **13.03.2004 DE 102004012427**

(71) Anmelder: **Modine Manufacturing Company**
Racine, Wisconsin 53403-2552 (US)

(74) Vertreter: **Wolter, Klaus-Dietrich**
Modine Europe GmbH
Patentabteilung
70790 Filderstadt (DE)

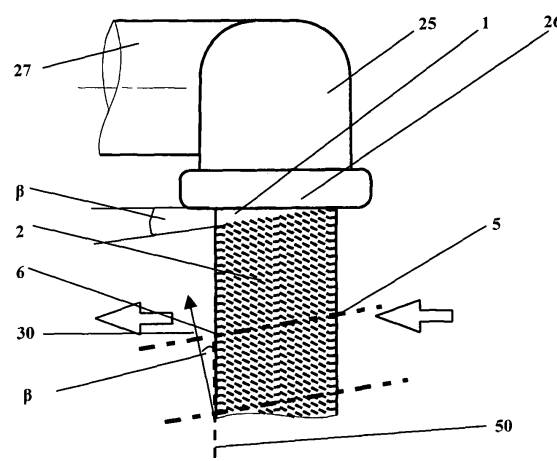
(72) Erfinder:
• **Lamich, Bernhard, Dipl.-Ing.**
73732 Esslingen (DE)

(54) **Wärmetauscher und Wellrippe**

(57) Die Erfindung betrifft ein Wärmetauschernetz mit wenigstens einer Reihe aus Flachrohren (1), durch die eine Flüssigkeit oder ein Gas strömt, mit dazwischen angeordneten Wellrippen (2), durch deren Wellenflanken (3) Kanäle (4) mit einem Lufteintritt (5) und einem Luftaustritt (6) gebildet sind, durch die Kühlluft hindurchströmt, wobei das Wärmetauschernetz vertikal zur Kühlluftströmungsrichtung angeordnet ist. Die Effizienz des Wärmetausches wird dadurch verbessert, dass der jeweilige Lufteintritt (5) der Kanäle (4) versetzt zum jeweiligen Luftaustritt (6) der Kanäle (4) angeordnet ist, wobei sich der Versatz (40) entsprechend dem Winkel (β) zwischen der schrägen Wellenlaufrichtung (30) und der Vertikalen (50) bzw. der Horizontalen (60) ergibt.

Die mittels Walzen hergestellte Wellrippe weist Wellenflanken (3) auf, die einen Neigungswinkel zu den Rändern (40) des Metallbandes besitzen, wobei durch deren zwischen den Wellenflanken (3) gebildeten Kanäle (4) Kühlluft strömt. Die Wellrippe zeichnet sich dadurch aus, dass in den Wellenflanken (3) Schnitte (7) angeordnet, die aus der Ebene der Wellenflanke (3) herausgestellt sind.

FIG. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wärmetauschernetz mit wenigstens einer Reihe aus Flachrohren, durch die eine Flüssigkeit oder ein Gas strömt, mit dazwischen angeordneten Wellrippen, deren Wellenflanken Kanäle mit einem Lufteintritt und einem Luftaustritt bilden, durch die Kühlluft hindurchströmt, wobei das Wärmetauschernetz senkrecht zur Kühlluftströmungsrichtung angeordnet ist.

[0002] Außerdem betrifft die Erfindung Wellrippen, die Bestandteil eines Wärmetauschernetzes sind.

[0003] Die senkrechte Anordnung solcher Wärmetauschernetze im Kühlluftstrom ist insbesondere in Einsatzfällen im Automobilbereich diejenige, die am meisten anzutreffen ist.

[0004] Es gibt Ausnahmen, in denen das Wärmetauschernetz mit einem Neigungswinkel zur anströmenden Kühlluft angeordnet werden muss, die meistens durch Einbauzwänge verursacht werden.

[0005] Aus der US 5, 505, 257 ist ein mit unterschiedlichen Neigungswinkeln anzuordnendes Wärmetauschernetz bekannt. Um sicherzustellen, dass trotz der dort scheinbar gewünschten Neigung des Wärmetauschernetzes stets eine horizontale Durchströmung der Kühlluft durch die Wellrippen (2) vorhanden ist, wurden Wellrippen vorgesehen, deren Lufteintritte (5) mit den Luftaustritten (6) auf dem gleichen Niveau liegen. Das Wärmetauschernetz ist mit einem Neigungswinkel (α) gegenüber der Vertikalen geneigt. Die Wellenaufrichtung (30) ist vertikal und schließt mit den Rändern der Flachrohre (1) bzw. der Wellrippen (2) einen Winkel ein. Die beiliegende Fig. 2 verdeutlicht die beschriebenen Verhältnisse.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Wärmetauschernetz und eine dafür geeignete Wellrippe vorzuschlagen, die für die senkrechte Anordnung des Wärmetauschernetzes eine verbesserte Effizienz des Wärmeaustausches verspricht.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale aus dem Anspruch 1 erfindungsgemäß gelöst, wobei diese Lösung die bevorzugte von zwei alternativen Lösungen ist.

[0008] Der Anspruch 11 beschreibt die zweite erfindungsgemäße Lösung, in der vorgesehen ist, dass der jeweilige Lufteintritt der Kanäle ohne Versatz zum jeweiligen Luftaustritt der Kanäle angeordnet ist, wobei die Wellenflanken eine Kontur aufweisen, die aus einem einzigen Bogen besteht.

[0009] Weil, wie es die erste Lösung vorsieht, die durch die Wellenflanken gebildeten Kanäle der Wellrippen so ausgebildet sind, dass der jeweilige Lufteintritt in jeden der Kanäle versetzt zum jeweiligen Luftaustritt aus jedem der Kanäle angeordnet ist, wird jedes Luftteilchen zu einem intensiven Kontakt mit den Wellenflanken gezwungen. Bei vertikal stehenden Flachrohren mit erfindungsgemäßen Wellrippen kann die Luft nicht mehr, wie beim Stand der Technik, horizontal durch die

Kanäle hindurchströmen, denn sie wird um den Versatz in der Vertikalen umgelenkt. Wählt man hingegen horizontal liegende Flachrohre mit erfindungsgemäßen Wellrippen dazwischen, so wird die horizontal strömende Kühlluft entsprechend dem Versatz in der Horizontalen umgelenkt.

[0010] Die Größe des Versatzes wird durch die Größe des Winkels zwischen der Wellenaufrichtung und der Vertikalen beeinflusst. Selbstverständlich auch durch die Tiefe des Wärmetauschernetzes. Bei einem tieferen Wärmetauschernetz ist bei gleichem Winkel der Versatz betragsmäßig größer als bei einem flacheren Wärmetauschernetz. Die Kühlluft folgt den Wellenflanken und wird dadurch umgelenkt.

[0011] Von ganz besonderem Vorteil ist es, wenn in einem wesentlichen Abschnitt der Wellenflanken Schnitte vorhanden sind, die aus der Ebene der jeweiligen Wellenflanke herausragen. Solche vorzugsweise kiemenartigen Schnitte sind nicht grundsätzlich neu jedoch hat sie nach Wissen der Anmelderin bisher niemand bei mit einem Neigungswinkel und / oder mit einer Kontur verlaufenden Wellungen der Wellrippe vorgesehen.

[0012] Gemäß weiterer abhängiger Ansprüche können die Schnitte unterschiedlich konfiguriert sein und bewirken besondere Vorteile. Die Flächen der Wellenflanken können eben sein oder eine Kontur besitzen. Die Schnitte bedeuten, dass die erwähnten Kanäle sowie die Luftein- und die Luftaustritte nicht so zu verstehen sind, dass die gleichen Luftteilchen, die durch einen Eintritt in den jeweiligen Kanal eintreten auch durch den zugeordneten Austritt wieder austreten. Vielmehr ist beabsichtigt, die Kanäle nicht diskret auszubilden, so dass sich wenigstens ein Teil der Kühlluft auf benachbarte Kanäle verteilen kann, bevor sie an den Austritten das Wärmetauschernetz wieder verläßt.

[0013] Die erfindungsgemäße Wellrippe zeichnet sich dadurch aus, dass in den mit einem Neigungswinkel verlaufenden Wellenflanken Schnitte angeordnet, die aus der Ebene der Wellenflanke herausgestellt sind. Eine solche erfindungsgemäße Wellrippe kann selbstverständlich auch bei einem mit einer Neigung zur Kühlluftströmungsrichtung angeordnetem Wärmetauschernetz vorgesehen werden.

[0014] Zu dem auch vom Stand der Technik erreichten Vorteil einer längeren Verbindungsstrecke zwischen der Wellrippe und den Breitseiten der Flachrohre, die einen intensiveren Wärmeaustausch bewirkt, weil sie schräg zur Längsachse der Flachrohre verläuft, kommt erfindungsgemäß eine weiter gesteigerte Wärmetauschintensität hinzu, die sich dadurch einstellt, dass (siehe oben) jedes Kühlluftteilchen an den Wellenflanken nach oben oder nach unten bzw. nach rechts oder links umgelenkt wird. Eine besonders steigernde Wirkung auf den Wärmeaustausch besitzen die Schnitte in den Wellrippen.

[0015] Auf den ersten Blick mag der Unterschied zum Stand der Technik relativ klein erscheinen. Es muss je-

doch angefügt werden, dass die wirtschaftliche Herstellung solcher Wellrippen auf Walzmaschinen ein besonderes Know - How erfordert. Insbesondere die Anbringung der kiemenartigen Schnitte in die schräg stehenden bzw. geneigten Wellenflanken bereitet enorme Probleme, die von den Erfindern gelöst wurden.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend in einigen Ausführungsbeispielen beschrieben.

[0017] Die Fig. 1 zeigt einen Teil eines mit dem erfindungsgemäßen Wärmetauschernetz ausgebildeten Wärmetauschers. Die Fig. 2 zeigt einen Wärmetauscher aus dem Stand der Technik. Die Figuren 3 - 23 zeigen verschiedene Ausführungen von Wellrippen und deren Herstellung.

[0018] Der Wärmetauscher ist gemäß Figur 1 senkrecht zur Strömungsrichtung der Kühlluft (Pfeil) aufgestellt, wie es in den meisten Anwendungsfällen im Automobilbau oder anderswo vorgesehen ist. Er besitzt einen Sammelkasten **25** mit einem Eintritts - bzw. Austrittsstutzen **27** durch den Flüssigkeit oder heiße Ladeluft strömt, um über die in einer Reihe angeordneten Flachrohre **1** zum nicht gezeigten, am gegenüberliegenden Ende der Flachrohre **1** liegenden, anderen Sammelkasten zu strömen. Dabei wird das in den Flachrohren **1** strömende Gas oder die Flüssigkeit mittels der Kühlluft gekühlt, die durch die Wellrippen **2** strömt. Die Flachrohre **1** und die Wellrippen **2** bilden das Wärmetauschernetz, welches vorzugsweise mittels Löten fest verbunden ist. Die durch die Wellenflanken **3** der Wellrippen **2** gebildeten Kanäle **4** sind so ausgebildet, dass der jeweilige Lufteintritt **5** in jeden der Kanäle **4** versetzt zum jeweiligen Luftaustritt **6** aus jeden der Kanäle **4** angeordnet ist. In der Fig. 1 ist vorgesehen, dass das Niveau der Lufteintritte **5** höher liegt als das Niveau der Luftaustritte **6**. Es ist leicht vorstellbar, und in nicht gezeigten Ausführungen auch vorgesehen, dass - umgekehrt - die Luftaustritte **6** höher liegen als die Lufteintritte **5**. In einem weiteren nicht gezeigten Ausführungsbeispiel liegen die Flachrohre **1** und die Wellrippen **2** horizontal. Dadurch liegt der Luftaustritt **6** rechts oder links in der Horizontalen -um den Versatz **40** versetzt zum Lufteintritt **5**.

[0019] In der Fig. 6 ist der Versatz **40** zwischen Eintritt **5** und Austritten **6** verdeutlicht. Durch die vorgesehene Maßnahme kommt möglichst jedes Luftmolekül in Kontakt mit den Wellenflanken **3** des jeweiligen Kanals **4**, wodurch eine höhere Effizienz des Wärmetausches vorliegt. Die im Stand der Technik vorgesehene horizontale Durchströmung der Kanäle **4** bzw. die Durchströmung ohne Umlenkung wird vermieden.

[0020] Da in den Wellenflanken **3** kiemenartige Schnitte **7** (Fig. 3) vorgesehen sind, wird die Effizienz des Wärmetausches besonders unterstützt, weil die Verwirbelung der Luft weiter verbessert wird, ohne den Druckverlust des Kühlluftstromes allzu nachteilig anzuheben. Die Wärmetauschrates zwischen der in den Flachrohren **1** strömenden Flüssigkeit oder beispielsweise der stark erhitzten Ladeluft mit der Kühlluft wurde

deutlich angehoben. Der gezeigte Wärmetauscher kann mit oder ohne Rohrböden ausgebildet werden. Da im gezeigten Ausführungsbeispiel die Wellrippen **2** sich in der Draufsicht als Parallelogramm darstellen, ergibt sich zwischen den senkrecht zur Vertikalen **50** verlaufenden Enden der Flachrohre **1** bzw. zwischen der senkrecht zur Vertikalen **50** verlaufenden Ebene des angeordneten Rohrbodens **26** und der Wellrippe **2** ein Winkel α . Sollte dieser Winkel α als nachteilig empfunden werden, kann er durch entsprechende Wahl der Lage und Kontur des Trennschnitts bei der vom Metallband erfolgenden Herstellung der Wellrippen **2** vermieden werden.

[0021] Die Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht auf eine Wellrippe **2**, in deren Wellenflanken **3** über einen wesentlichen Abschnitt **10** der Wellenflanken **3** Schnitte **7** eingebracht worden sind. Die Fig. 4 und 5 zeigen Ansichten auf ein Flachrohr **1** über dessen Breitseite eine Wellrippe **2** mit schräg verlaufenden Wellenflanken **3** angeordnet sind. Es wurde dort der Versatz **40** zwischen Lufteintritten **5** und Luftaustritten **6** kenntlich gemacht. Ferner wurde der Winkel β zwischen der Wellenlaufrichtung **30** und der Vertikalen **50** eingezeichnet, wobei die Vertikale **50** übereinstimmt mit dem Verlauf der Ränder der Flachrohre **1**. Die Wellenlaufrichtung **30** ist stets die senkrecht zu den Wellenflanken **3** verlaufende Richtung.

[0022] In der Fig. 4 wurde der Winkel β zwischen der Wellenlaufrichtung **30** und der Horizontalen **60** eingezeichnet, der dann vorliegt, wenn ein vertikal zur Kühlluftströmungsrichtung angeordnetes Wärmetauschernetz mit horizontal liegenden Flachrohren **1** vorhanden ist. Auch in diesen Fällen prallt selbstverständlich der Kühlluftstrom auf eine der Schmalseiten der Flachrohre **1**, um dann durch die Wellrippen **2** zu strömen.

[0023] Die Fig. 6 und 7 unterscheiden sich von den Fig. 4 und 5 dadurch, dass die Wellenflanken **3** mit einer Rundung bzw. mit einer Kontur **35** versehen wurden.

[0024] Die Fig. 8 zeigt wiederum eine perspektivische Ansicht einer Wellrippe **2**, in der der Verlauf eines Schnittes A-A eingezeichnet wurde. Die Fig. 9 - 13 zeigen gemäß dem Schnitt A-A unterschiedliche Ausbildungen von Schnitten **7** in den Wellenflanken **3**. Zwischen den in zwei Feldern angeordneten Schnitten **7** ist ein Steg **20** vorhanden, wobei die Ränder des Steges **20** abgebogen sind. Der Winkel der Abbiegung entspricht dem Anstellwinkel **12** der einzelnen Schnitte **7**. Die Schnitte **7** können entweder alle in eine Richtung ausgestellt sein (Fig. 11, 13) oder es können Schnittfelder mit entgegengesetzter Richtung der Ausstellung (Fig. 9, 10) vorgesehen werden.

[0025] Die Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform mit einer Kontur **35** in den Wellenflanken **3**, die ebenfalls mit Schnitten **7** versehen sind. Zusätzlich tritt ein Versatz **40** zwischen Lufteintritt **5** und Luftaustritt **6** auf.

[0026] Die Fig. 12 zeigt Schnitte **7**, die abwechselnd aus der Ebene **31** der Wellenflanken **3** herausgestellt worden sind. Je nach Wahl der Kontur **35** kann es zu

anderen Ausstellwinkeln 12 kommen. Der Ausstellwinkel 12 kann sich auch entlang der Kontur 35 verändern, er kann größer oder kleiner werden.

[0027] Die Fig. 14, 15 und 16 zeigen Querschnittsprofile der Wellrippen 2, die durch Walzen hergestellt werden. Ein erwähnenswertes Merkmal geht aus der Fig. 16 hervor. Eine der Kanten 23 ist mit einem größeren Biegeradius 22 versehen als die andere Biegekante, damit die Herstellung mittels Walzen vereinfacht wird. Das Lösen der Wellrippe 2 aus dem Walzenwerkzeug ist dadurch erleichtert worden.

[0028] Die Fig. 17 und 18 zeigen die Herstellung von Wellrippen 2 mit ebenen Wellenflanken 3, die eine Neigung zu den Rändern aufweisen. Die Walzen 100, 101 sind mit einer entsprechenden Schrägverzahnung 103 ausgebildet. Um die Schnitte 7 ausbilden zu können, bestehen die Walzenkörper 100, 101 aus einer entsprechenden Vielzahl von scheibenförmigen Teilen 104, die zum Walzenkörper zusammengesetzt sind. Jedes scheibenförmige Teil 104 an der oberen Walze 100 wirkt mit einem entsprechenden Teil 104 an der unteren Walze 101 messerartig zusammen, um die Schnitte 7 und deren Ausstellung aus der Ebene 31 der Wellenflanken 3 zu erzeugen.

[0029] Ähnlich sind die Verhältnisse in den Figuren 20 und 21, die Wellrippen 2 mit einem Konturverlauf der Wellenflanken 3 zeigen. Die Kontur der Schrägverzahnung 103 muss selbstverständlich mit der Kontur an den Wellenflanken 3 korrespondieren. Es ist ferner so, dass der Auslauf der fertigen Wellrippen 2 aus dem Walzenpaar mit einem dem Neigungswinkel entsprechenden Winkel β vorgesehen werden muss. Vor diesem schrägen Auslauf befindet sich ein nicht deutlich erkennbarer Bereich in der Wellrippe 2, in der die Wellrippe 2 zusammengeschoben (gerafft) ist, bevor sie danach unter einem dem Neigungswinkel entsprechenden Winkel auf die gewünschte Teilungslänge T (Fig. 3) gebracht wird.

[0030] Die Fig. 23 zeigt eine Draufsicht auf eine Wellrippe 2 mit einer bogenförmigen Kontur 35 der Wellenflanken 3, wie es in einer unabhängigen alternativen Lösung vorgeschlagen wird. Auch diese Variante der Wellrippe 2 bietet die Vorteile der Erfindung, so dass der Wärmeaustausch zwischen den Medien durch einen verlängerten Weg für die Kühlluft erhöht wird. Hierbei gibt es keinen Versatz 40 zwischen Lufteintritt 5 und Luftaustritt 6. Auch in dieser Version sind Schnitte 7 vorgesehen, die jedoch nicht gezeigt sind. Welche Form die Kontur 35 aufweist hängt von den technischen Möglichkeiten ab.

[0031] Die erfindungsgemäßen Wellrippen 2 werden auf einer Walzmaschine mit relativ hoher Vorschubgeschwindigkeit kostengünstig hergestellt. Solche Walzmaschinen bestehen aus dem Walzenpaar in einem sogenannten Walzenstuhl und besitzen eine geeignete Antriebseinheit. Sie werden für die Großserienproduktion eingesetzt und stellen eine beachtliche Investition dar.

Patentansprüche

1. Wärmetauschnetz mit wenigstens einer Reihe aus Flachrohren (1) durch die eine Flüssigkeit oder ein Gas strömt, mit dazwischen angeordneten Wellrippen (2), durch deren Wellenflanken (3) Kanäle (4) mit einem Lufteintritt (5) und einem Luftaustritt (6) gebildet sind, durch die Kühlluft hindurchströmt, wobei das Wärmetauschnetz vertikal zur Kühlluftströmungsrichtung angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Lufteintritt (5) der Kanäle (4) versetzt zum jeweiligen Luftaustritt (6) der Kanäle (4) angeordnet ist, wobei sich der Versatz (40) entsprechend dem Winkel (β) zwischen der schrägen Wellenaufrichtung (30) und der Vertikalen (50) bzw. der Horizontalen (60) ergibt.
2. Wärmetauschnetz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem wesentlichen Abschnitt (10) der Wellenflanken (3) kiemenartige Schnitte (7) vorhanden sind, die aus der Ebene (31) der jeweiligen Wellenflanke (3) herausragen.
3. Wärmetauschnetz nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die über die Wellenflanke (3) angeordneten kiemenartigen Schnitte (7) in eine gemeinsame Richtung aus der Ebene (31) der Wellenflanke (3) herausragen und vorzugsweise mit identischem Anstellwinkel (12) ausgebildet sind.
4. Wärmetauschnetz nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schnitte (7) in entgegengesetzter Richtung aus der Wellenflanke (3) herausragen, derart, dass die eine Hälfte der Schnitte (7) in Kühlluftströmungsrichtung geneigt ist und die andere Hälfte gegen die Kühlluftströmung geneigt ist, wobei der Anstellwinkel (12) der Schnitte vorzugsweise identisch ist.
5. Wärmetauschnetz nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** etwa in der Mitte des mit den Schnitten (7) ausgebildeten wesentlichen Abschnitts (10) der Wellenflanken ein Steg (20) vorhanden ist, dessen Ränder (21) mit einem dem Anstellwinkel (12) entsprechenden Winkel abgebogen sind.
6. Wärmetauschnetz nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fläche der Wellenflanken (3) etwa eben ist.
7. Wärmetauschnetz nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fläche der Wellenflanken (3) mit einer Kontur (35) ausgebildet ist.

8. Wellrippe, durch deren zwischen Wellenflanken (3) gebildeten Kanälen (4) Kühlluft strömt, wobei die Wellenflanken (3) einen Neigungswinkel zu den Rändern (40) des Metallbandes aufweisen, aus dem die Wellrippe (2) mittels Walzen hergestellt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Wellenflanken (3) Schnitte (7) angeordnet, die aus der Ebene der Wellenflanke (3) herausgestellt sind. 5
9. Wellrippe, nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flächen der Wellenflanken (3) etwa eben oder mit einer Kontur (35) ausgebildet sind, wobei die Kontur vorzugsweise aus einem einzigen Bogen besteht. 10
15
10. Wellrippe, nach den Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schnitte (7) vorzugsweise kiemenartig ausgebildet sind, d. h. eine Vielzahl von Schnitten 7 ist parallel und dicht an dicht angeordnet, wobei die kiemenartigen Schnitte (7) Felder bilden. 20
11. Wärmetauschnetz mit wenigstens einer Reihe aus Flachrohren (1) durch die eine Flüssigkeit oder ein Gas strömt, mit dazwischen angeordneten Well- 25
rippen (2), durch deren Wellenflanken (3) Kanäle (4) mit einem Lufteintritt (5) und einem Luftaustritt (6) gebildet sind, durch die Kühlluft hindurchströmt, wobei das Wärmetauschnetz vertikal zur Kühlluftströmungsrichtung angeordnet ist, 30
dadurch gekennzeichnet, dass - wie an sich bekannt - der jeweilige Lufteintritt (5) ohne Versatz (40) zum jeweiligen Luftaustritt (6) angeordnet ist, wobei jedoch die Wellenflanken (3) eine Kontur (35) aufweisen, die aus einem einzigen Bogen besteht. 35
12. Wärmetauschnetz nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem wesentlichen Abschnitt (10) der Wellenflanken (3) kiemenartige Schnitte (7) vorhanden sind, die aus der Oberfläche 40
der jeweiligen Wellenflanke (3) herausragen. 45
50
55

FIG. 1

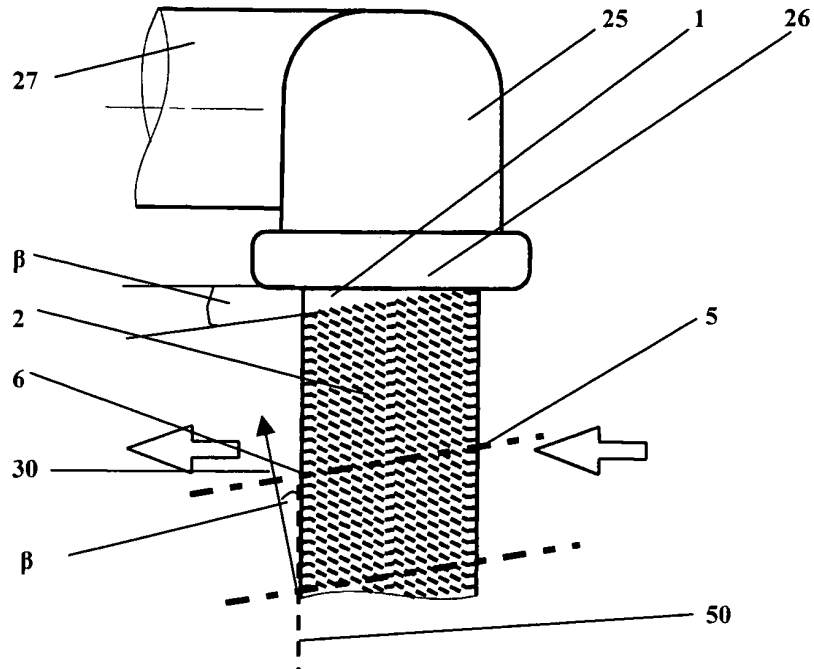
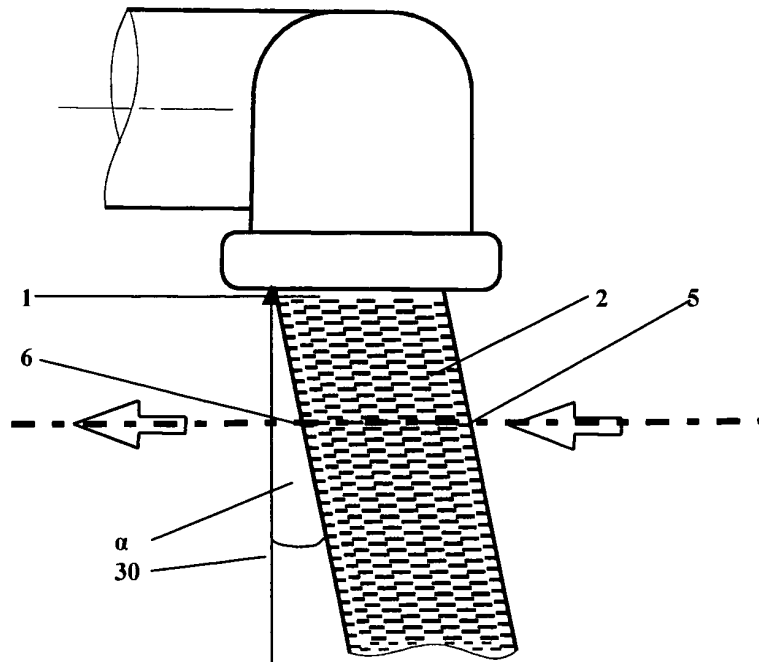


FIG. 2
(Stand der Technik)



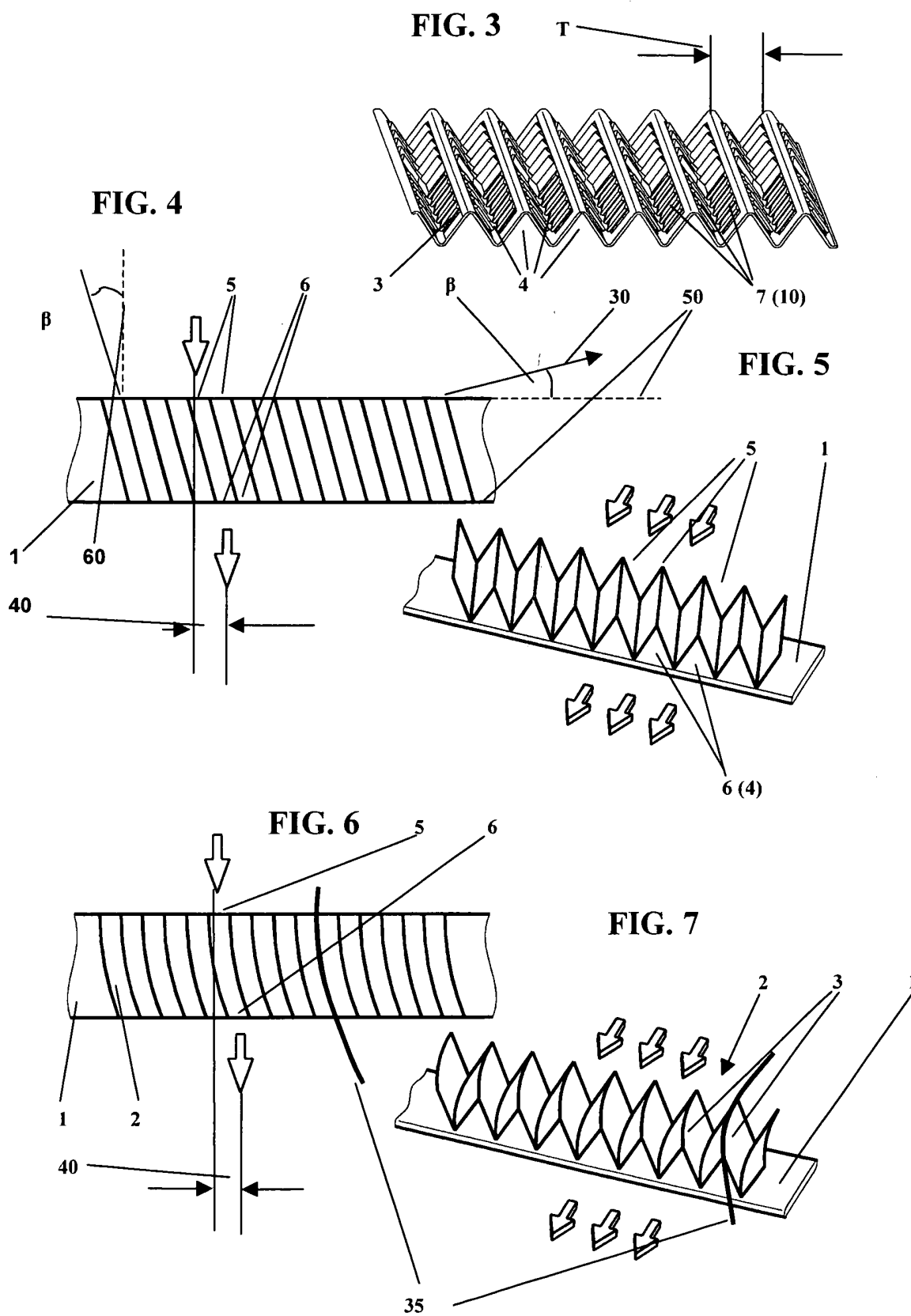


FIG. 8



FIG. 9

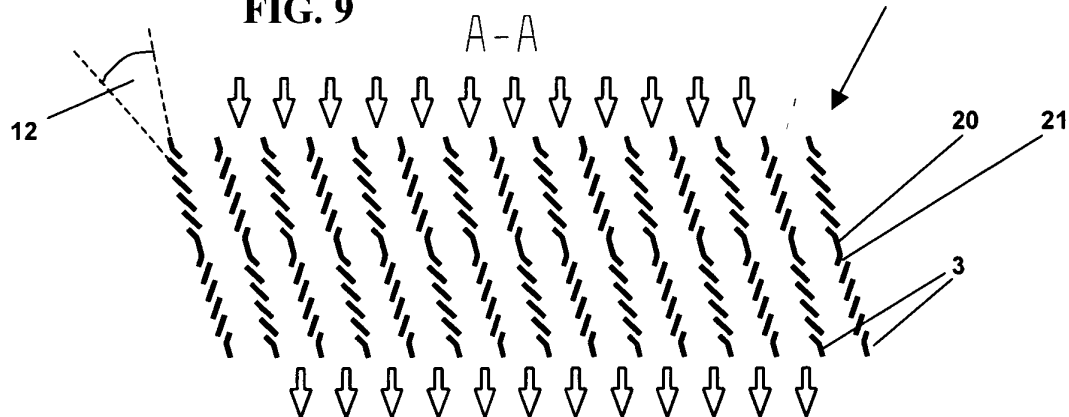


FIG. 10

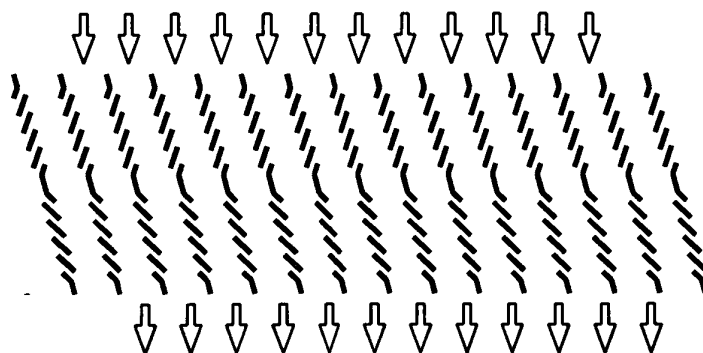


FIG. 11

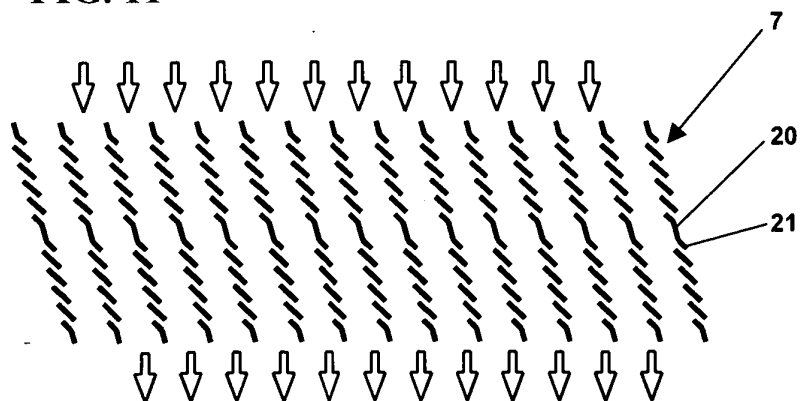


FIG. 12

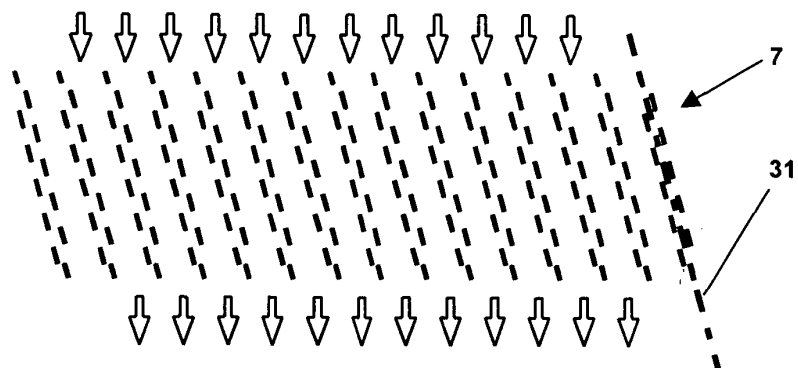


FIG. 13

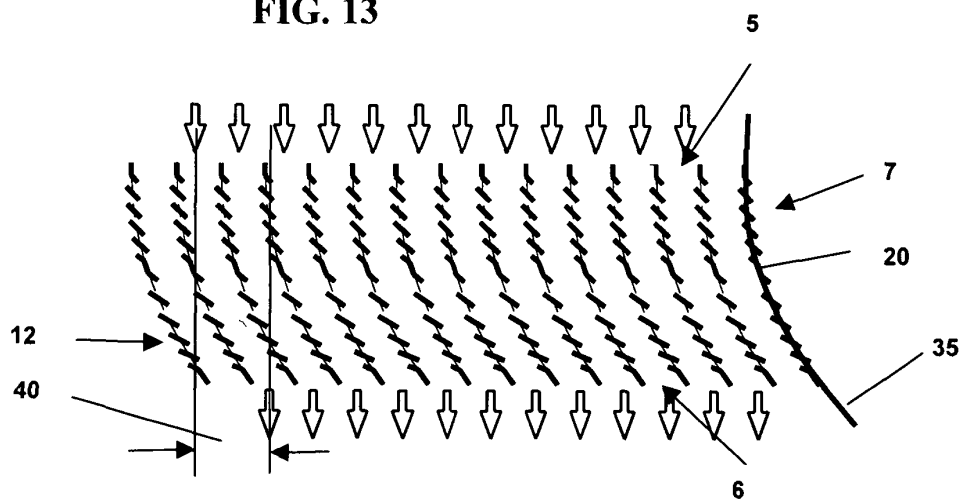


FIG. 14



FIG. 15



FIG. 16

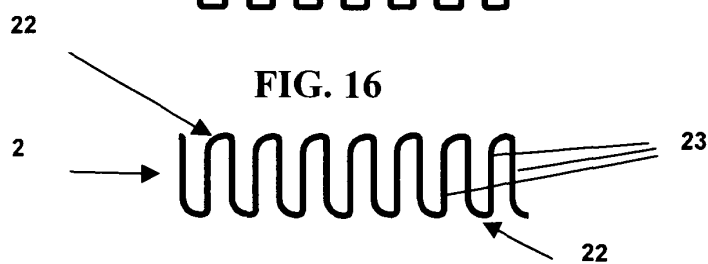


FIG. 17

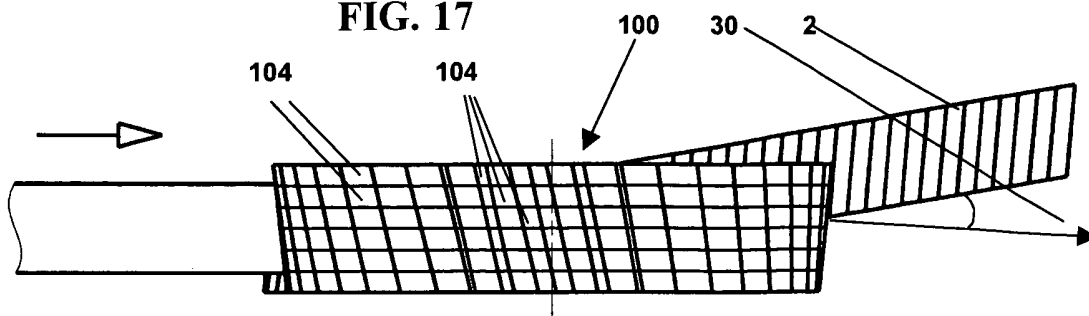


FIG. 18

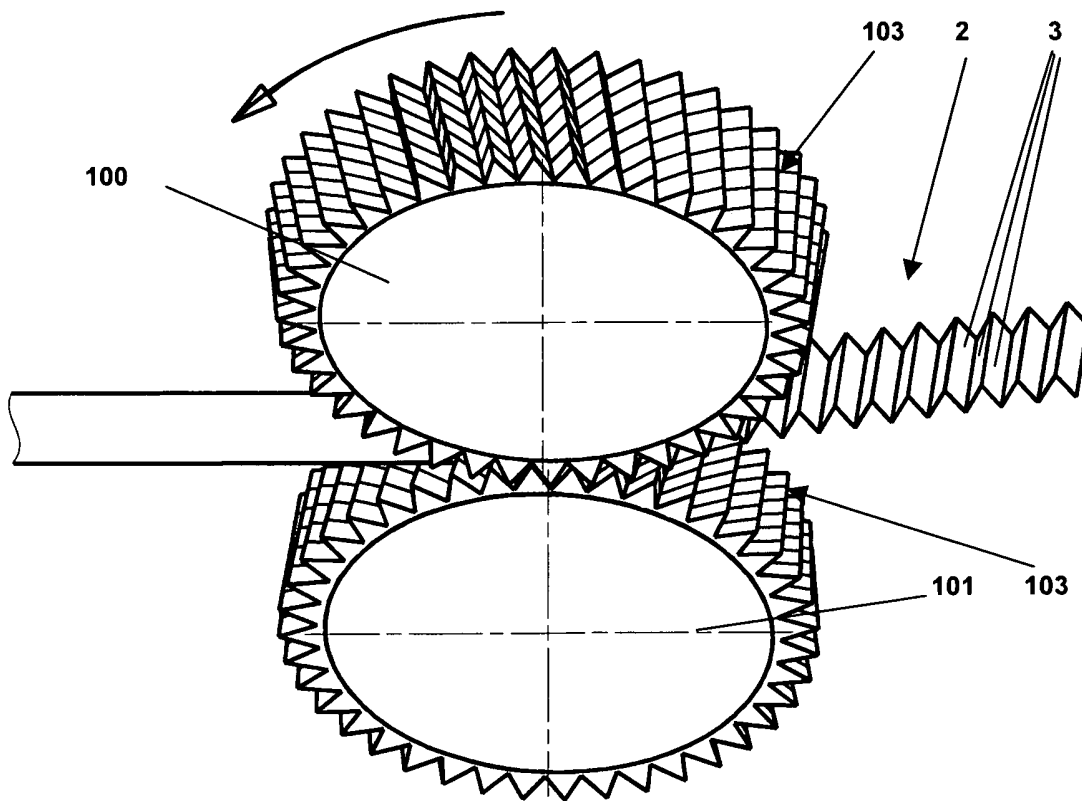


FIG. 19



FIG. 20

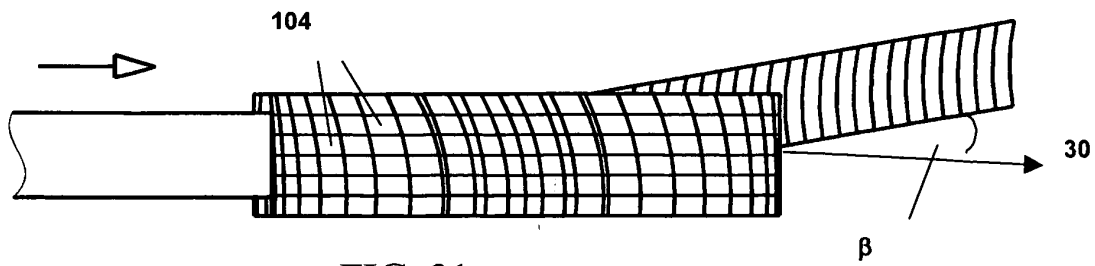


FIG. 21

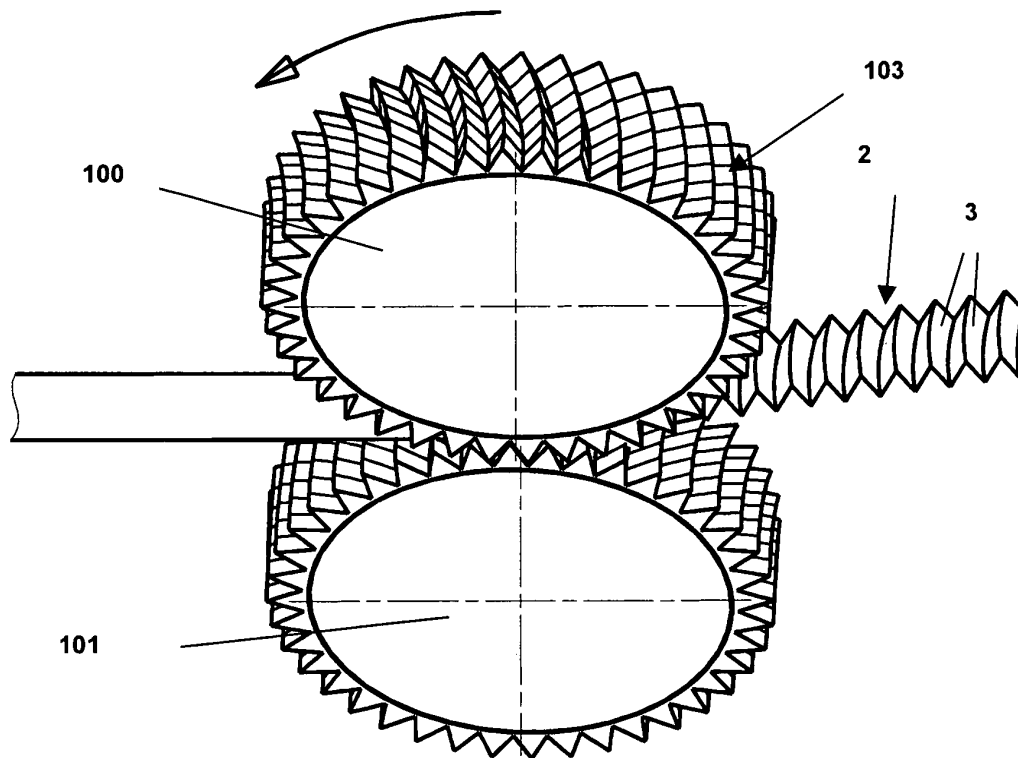


FIG. 22



FIG. 23

