



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 660 075 A5

⑤① Int. Cl.⁴: F 28 D 7/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 3372/82

⑦③ Inhaber:
Bertrams AG, Basel

㉔ Anmeldungsdatum: 02.06.1982

⑦② Erfinder:
Erfinder hat auf Nennung verzichtet

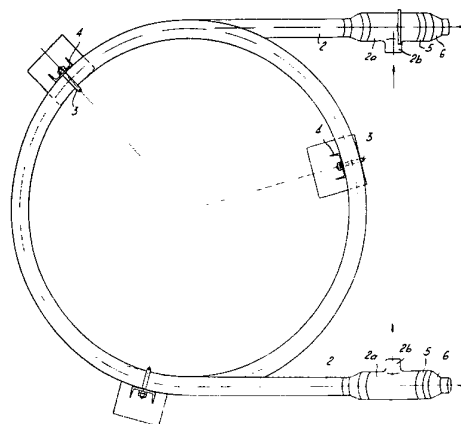
㉔ Patent erteilt: 13.03.1987

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.03.1987

⑦④ Vertreter:
Anton J. Willi, Thalwil

⑤④ **Gegenstrom-Röhren-Wärmetauscher.**

⑤⑦ Der Wärmetauscher besteht aus einer Mehrzahl von Innenrohren für das eine Medium, die gleichlaufend von einem Mantelrohr (2) für das andere Medium umschlossen sind. Dieses Rohrbündel (2) ist über einen Grossteil seiner Länge schraubenlinienförmig und mit stetiger Krümmung zu einem zylindrischen Wickel geformt. Das Mantelrohr (2) ist beiderends über ein erweitertes Rohrstück (2a) mit Seitenstutzen (2b) an eine gelochte Platte (5) angeschweisst. Die Innenrohre münden durch die Plattenlöcher hindurch in einen an der Platte festgeschweissten Anschlussstutzen (6). Dank grosser Rohrlänge und idealem Gegenstrom im kompakten Wickel kann mit einmaligem Durchgang ein hoher Wärmeaustauschgrad erzielt werden. Dieser Wärmetauscher eignet sich zum Vorwärmen, Erhitzen oder Kühlen von Produktmedien im Gegenstrom mit Druckwasser oder Wärmeträgeröl, oder auch zum Erzeugen oder Umformen von Dampf.



PATENTANSPRÜCHE

1. Gegenstrom-Röhren-Wärmetauscher, dadurch gekennzeichnet, dass in einem das eine Medium führenden Mantelrohr (2) mindestens zwei gleichlaufende, das andere Medium im Gegenstrom führende Innenrohre (1) vorgesehen sind, wobei dieses aus Mantelrohr und Innenrohren bestehende Rohrbündel (1, 2) über einen Grossteil seiner Länge mit stetiger Krümmung um eine zentrale Achse gewickelt ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mantelrohr (2) beiderseits über ein erweitertes, mit einem Seitenstutzen (2b) für Zu- bzw. Wegfuhr des einen Mediums versehenes Rohrstück (2a) an einer gelochten Stirnplatte (5) befestigt ist, durch deren Löcher (5a) die Enden der Innenrohre (1) in einen an der Stirnplatte (5) befestigten Anschlussstutzen (6) zur Weg- bzw. Zufuhr des andern Mediums münden.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohrbündel (1, 2) schraubenlinienförmig zu einem wenigstens annähernd zylindrischen Wickel geformt ist.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wickel an achsparallelen Stützen (4) gehalten ist.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Mantelrohr (2) einen Durchmesser von mindestens 60 und höchstens 200 mm aufweist, wobei das Verhältnis von Wickeldurchmesser zu Mantelrohrdurchmesser bei den kleineren Mantelrohren mindestens 8:1 und bei den grösseren Mantelrohren mindestens 16:1, zweckmässig aber 20:1 beträgt.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohrbündel (1, 2) spiralförmig zu einem ebenen Wickel geformt ist.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenrohre (1) sowohl gegenseitig als auch vom Mantelrohr (2) im Abstand gehalten sind.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Gegenstrom-Röhren-Wärmetauscher.

Es sind solche Wärmetauscher bekannt, bei welchen in einem zylindrischen Mantelrohr, das vom einen der beiden Medien durchströmt wird, mehrere achsparallele und im Abstand nebeneinander angeordnete Innenrohre vorgesehen sind, die in Parallelschaltung vom anderen Medium im Gegenstrom durchströmt werden. Bei kleinen Medienströmen und grossen Temperaturveränderungen lässt sich meist kein idealer Gegenstromaustausch in einem Apparat verwirklichen. Um dies zu vermeiden, sind Rohrbündel-Wärmetauscher in sehr langer Bauform, z. B. zwischen 10 und 50 m Länge, erforderlich, was aus konstruktiven und baulichen Gründen meist nicht wirtschaftlich realisierbar ist. In der Praxis wurden demzufolge mehrere solche Wärmetauscher in Serie geschaltet, was zu entsprechend hohen Investitionskosten führt, oder es wurden Rohrbündel-Wärmetauscher mit mehrmaligem Durchgang des Wärme aufnehmenden Mediums vorgesehen, was infolge des nicht idealen Gegenstroms den Austauschgrad verschlechtert; es sind auch Doppelrohr-Wärmetauscher in Schlangenform, also mit einer Vielzahl von 180°-Umlenkungen, vorgeschlagen worden, die infolge hohen Druckabfalls zu hohen Energiekosten für die notwendigen Pumpen führen. Die Erfindung bezweckt demgegenüber die Schaffung eines Gegenstrom-Röhren-Wärmetauschers, der mit einem einzigen, mit idealem Gegenstrom und einzigem Durchgang arbeitet und trotzdem auf kleinstem Raum eine fast beliebig grosse Länge der medienführenden Rohre ermöglicht.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass in einem das eine Medium führenden Mantelrohr mindestens zwei gleichlaufende, das andere Medium im Gegenstrom führende Innenrohre vorgesehen sind, wobei dieses aus Mantelrohr und Innenrohren bestehende Rohrbündel über einen Grossteil seiner Länge mit stetiger Krümmung um eine zentrale Achse gewickelt ist. Damit lässt sich auf relativ kleinem Raum ein Wickel grosser Rohrlänge mit relativ eng benachbarten Windungen bilden. Die Wickelwindungen können schraubenlinien- oder spiralförmig verlaufen. Dank stetiger Krümmung des grössten Teils des aus Mantel- und Innenrohren gebildeten Rohrbündels sind relativ grosse Krümmungsradien und entsprechend geringe Druckverluste erreichbar. Es versteht sich, dass durch Parallelschalten mehrerer solcher Wärmetauscher, z. B. durch Ineinanderschachteln zylindrischer oder übereinander angeordneter spiralförmiger Rohrwickel, die Durchsatzmenge bei kleinstem Raumbedarf erheblich gesteigert werden kann.

In der beiliegenden Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des erfindungsgemässen Wärmetauschers dargestellt. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 in Draufsicht ein zu einem Zylinderwickel geformter Gegenstrom-Röhren-Wärmetauscher,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Wärmetauschers nach Fig. 1, Fig. 3 in grösserem Massstab und im Axialschnitt ein Kopfstück mit Anschlussstutzen des Wärmetauschers nach Fig. 1 und 2,

Fig. 4 u. 5 je einen Querschnitt durch die Rohrgruppe eines Wärmetauschers mit unterschiedlicher Innenrohrzahl, und Fig. 6 in Draufsicht ein zu einem Spiralwickel geformter Wärmetauscher.

Der in Fig. 1 bis 3 gezeigte Wärmetauscher besteht im Wesentlichen aus einem Bündel gleichlaufender Innenrohre 1 und einem diese einschliessenden Mantelrohr 2. Diese Rohrgruppe 1, 2 ist schraubenlinienförmig zu einem zylindrisch einstückigen Wickel geformt, der mittels an den Windungen angreifenden Klammern 3 stehend an Stützen 4 gehalten ist. An den beiden Endpartien des Mantelrohres 2 sind erweiterte Rohrstücke 2a angeschweisst, die durch eine gelochte Stirnplatte 5 abgeschlossen und mit einem Seitenstutzen 2b versehen sind. Durch die Öffnungen 5a der Stirnplatte 5 führen die Enden der an dieser Platte fixierten Innenrohre 1, wo sie in einen an der Platte 5 angeschweissten Stutzen 6 münden.

Beim gezeichneten Beispiel wird beim Betrieb dieses Wärmetauschers den Innenrohren 1 durch den oberen Stutzen 6 ein Wärmeträger, z.B. ein geeignetes Thermalöl, zugeführt, das den Wärmetauscher durch den unteren Stutzen 6 wieder verlässt, während im Gegenstrom hierzu dem Mantelrohr 2 durch den unteren Seitenstutzen 2b das zur Wärmeaufnahme bestimmte Medium zugeführt und durch den oberen Seitenstutzen 2b dem Wärmetauscher wieder entnommen wird.

Es versteht sich, dass je nach Verwendungszweck die Zahl der Innenrohre 1, z.B. zwischen zwei und sieben, variieren kann. Dank der Wickelform lässt sich so ein Gegenstrom-Wärmetauscher mit einmaligem Durchgang von erheblicher Länge auf relativ kleinem Raum unterbringen. Es versteht sich, dass in dem ungenutzten Innenraum des zylindrischen Wickels ein weiterer solcher Wärmetauscherwickel entsprechend kleineren Durchmessers angeordnet werden kann. Anstatt stehend kann der zylindrische Wickel natürlich auch liegend angeordnet sein. Dank stetiger Krümmung und relativ grossem Krümmungsradius stellt das einstückige Wickeln der Rohrgruppe keinerlei Probleme; enge, separat einzufließende Rohrbogen, wie sie bei den bekannten, mäander-

förmigen Rohrschlangen bekannt sind, fallen weg. In der Praxis hat sich gezeigt, dass das Biegen des Rohrbündels mit stetiger Krümmung zu einem wenigstens annähernd zylindrischen bzw. spiralförmigen Wickel (auch leichte Ovalität kann aus Platzgründen vorteilhaft sein) je nach Zahl und Grösse der Innenrohre 1 bzw. Durchmesser des Mantelrohres 2 die verschiedensten Biegeradien und damit Wickelradien zulässt. Beispielsweise können in einem 5 mm starken Mantelrohr 2 von etwa 90 mm Durchmesser sieben 2 mm starke Innenrohre 1 von je etwa 25 mm Durchmesser angeordnet sein, wobei sich dieses Rohrbündel 1, 2 schraubenlinienförmig zu einem zylindrischen Wickel von 1.75 m Durchmesser biegen lässt. Anschliessend an das bis zur gewünschten Zylinderhöhe vorgenommene Biegen auf einer Rohrbiegemaschine werden das erweiterte Mantelrohrstück 2a, die in die Öffnungen 5a der Stirnplatten 5 eingeführten Enden der Innenrohre 1 und der Stutzen 6 an den Stirnplatten 5 festgeschweisst. Nun kann der Wickel mittels der Klammern 3 an den Stutzen 4 lagerichtig fixiert werden. Das gewählte Durchmesser Verhältnis von Mantelrohr 2 und Wickel von etwa 1:20 ermöglicht ein einwandfreies Biegen des Rohrbündels, und grössere Druckverluste durch übermässige Umlenkungen der Medienströme werden vermieden. Praktische Versuche haben gezeigt, dass man den Wickeldurchmesser in relativ weiten Grenzen variieren kann; so kann bei Verwendung eines Mantelrohrs von ca. 60 mm, was immer noch genügend Platz für mindestens zwei Innenrohre schafft, ein Wickel von nur etwa 500 mm Durchmesser erzeugt werden, ohne den Druckverlust durch allzu enge Windungen unzulässig hoch zu machen oder das einwandfreie Biegen des Rohrbündels zu verunmöglichen. Ist genügend Platz vorhanden, um z.B. einen Wickel mit etwa 2000 mm Durchmesser zu schaffen, so kann ein Mantelrohr

von bis zu 200 mm Durchmesser verwendet werden.

In Fig. 6 ist in Draufsicht ein zu einer ebenen Spirale stetig gekrümmter Rohrbündelwickel gezeigt, der beispielsweise im Mantelrohr 2 nur zwei gleichlaufende Innenrohre 1 aufweist. Mehrere solche Spiralwickel lassen sich, auf entsprechenden Stützen gehalten, auch schichtweise übereinander anordnen.

Es hat sich ausserdem zweckmässig erwiesen, die Innenrohre 1 sowohl unter sich als auch vom Mantelrohr 2 so zu distanzieren, dass sie allseitig vom im Mantelrohr strömenden Medium umspült sind. Als Distanzelemente lassen sich um die Innenrohre gelegte Drahttringe, Drahtspiralen oder Nocken verwenden.

Die beschriebenen Wärmetauscher lassen sich als Vorwärmer bzw. Erhitzer oder Kühler von Produktmedien, wie z.B. zur Desodorisation von Speiseöl (durch Erhitzen auf 270°C) verwenden, wobei als Wärmeträger z.B. Druckwasser oder Thermalöl verwendbar ist. Das Aufheizen des Wärmeträgers kann bei zylindrischem Wickel direkt durch einen im letzteren angeordneten Brenner erfolgen, wobei eine Pumpe für den geschlossenen Umlauf des Wärmeträgers sorgt. Ein weiteres bevorzugtes Verwendungsgebiet ist die Dampferzeugung oder die Dampfumformung.

Die beschriebenen Wärmetauscher können aus relativ dünnwandigen rostfreien Stahlrohren platz- und gewichtssparend hergestellt werden und ihre Montage ist einfach. Dank idealem Gegenstrom auf der relativ grossen Durchflusslänge mit entsprechend grosser Wärmeaustauschfläche lässt sich ein fast 100%iger Wärmeaustauschgrad erzielen. Die stetige Krümmung ermöglicht die Einhaltung relativ grosser Krümmungsradien mit entsprechend geringem Druckabfall und somit niedriger Pumpenleistung.

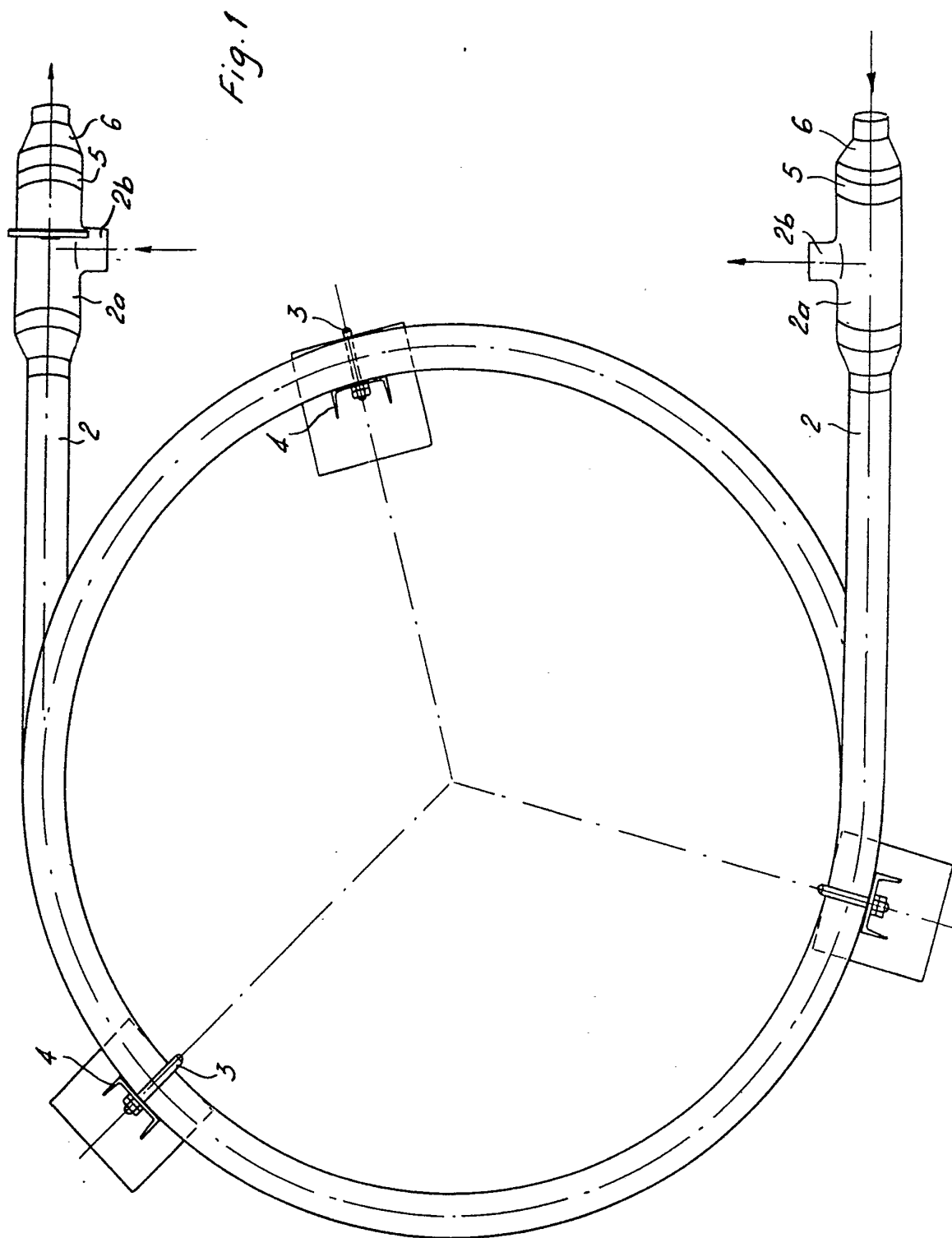


Fig. 2

