

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

**0 390 917  
A1**

12

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG  
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3  
EPÜ**

21 Anmeldenummer: **88906214.7**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F28D 9/02**

22 Anmeldetag: **17.03.88**

86 Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/SU88/00055**

87 Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 89/08814 (21.09.89 89/23)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.10.90 Patentblatt 90/41**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DE FR GB IT SE**

71 Anmelder: **OMSKY POLITEKHNICHESKY  
INSTITUT  
pr. Mira, 11  
Omsk, 644050(SU)**

Anmelder: **VSESOJUZYNY  
NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I  
KONSTRUKTORSKOTEKHNOLOGICHESKY  
INSTITUT KOMPRESSORNOGO  
MASHINOSTROENIA  
kursky pr. 6  
Sumy, 244609(SU)**

72 Erfinder: **PARFENOV, Vladimir Pavlovich  
pr. K.Marxa, 12a-3  
Omsk, 644010(SU)**  
Erfinder: **KABAKOV, Anatoly Nikitovich  
ul. Vzletnaya, 3a-113  
Omsk, 644090(SU)**  
Erfinder: **MILSHTEIN, Pavel Abramovich  
ul. Proletarskaya, 52-98  
Sumy, 244030(SU)**  
Erfinder: **MYSHENKO, Vladimir Alexandrovich  
ul.40 let Oktyabrya, 59-26  
Sumy, 244031(SU)**

74 Vertreter: **Nix, Frank Arnold, Dr.  
Kröckelbergstrasse 15  
D-6200 Wiesbaden(DE)**

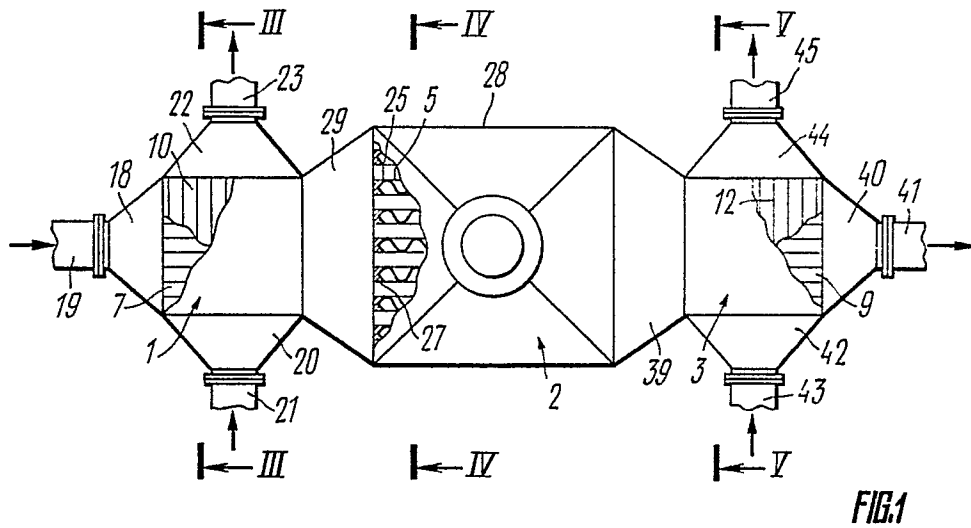
**EP 0 390 917 A1**

54 **PLATTENFÖRMIGER WÄRMETAUSCHER.**

57 Der Plattenwärmeaustauscher enthält Sektionen (1,2,3), in jeder von denen wärmeleitende Platten erste Schlitzkanäle (7, 9) für den Durchgang eines

Fluides und sich quer zu diesen erstreckende zweite Schlitzkanäle (10,12) für den Durchgang eines anderen Fluides bilden. Zwischen den ersten Schlitzkanä-

len (7,9) der Sektionen (1,2,3) ist ein mit diesen verbundener Zwischensammler (29,39) vorgesehen. Die ersten Schlitzkanäle (7) der einen Sektion (1) sind relativ zu den ersten Schlitzkanälen der anderen Sektion (2) unter einem Winkel in der Projektion auf eine Ebene angeordnet, die senkrecht zu den ersten Schlitzkanälen liegt.



## PLATTENWÄRMEAUSTAUSCHER

## Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Wärmeaustauschapparate und betrifft insbesondere Plattenwärmeaustauscher.

Der erfindungsgemäße Plattenwärmeaustauscher kann besonders bevorzugt in Kompressoranlagen zur wirksamen Abkühlung von Druckgas und zur Verwertung der Verdichtungs-  
wärme eingesetzt werden.

Diese Erfindung kann auch ihre Anwendung finden in der chemischen Industrie zur Abkühlung und Erwärmung von technologischen Strömen in Luftzerlegungsanlagen, in Kälteanlagen, im Industriezweig Gaserzeugung und -verarbeitung, im Maschinenbau, in Förderanlagen usw.

## Zugrundeliegender Stand der Technik

Es ist ein Plattenwärmeaustauscher (SU, A, 1332135) bekannt, enthaltend zwei Wärmetauschsektionen, von denen jede zwei parallel angeordnete wärmeleitende Platten aufweist, welche zwischen ihnen angeordnete erste Schlitzkanäle für den Durchgang eines Fluides und sich quer zu den ersten Schlitzkanälen erstreckende und von diesen mittels hermetisierender Zwischenstücke hydraulisch isolierte zweite Schlitzkanäle für den Durchgang eines anderen Fluides bilden. Die ersten Schlitzkanäle sind ununterbrochen ausgebildet, erstrecken sich durch die beiden Sektionen mit ein und denselben Konstruktionsabmessungen über die gesamte Länge und sind mit Rohrleitungen für die Zu- und Abführung des einen Fluides mittels eines Zuleitungs- und eines Ableitungssammlers verbunden. Die zweiten Schlitzkanäle jeder Sektion sind mit Rohrleitungen für die Zu- und Abführung des anderen Fluides mittels eines Zuleitungs- und eines Ableitungssammlers verbunden.

Für den bekannten Plattenwärmeaustauscher sowie für andere Plattenwärmeaustauscher, in denen keine zusätzlichen Einrichtungen zur gleichmäßigen Verteilung des Fluidstromes aus der Sammelleitung zwischen den Kanälen verwendet werden, ist eine unterschiedliche Wärmeaustauschintensität im Querschnitt des Wärmeaustauschers über den

Strom dieses Fluides kennzeichnend. Dabei arbeitet ein Teil des Wärmeaustauschers wenig effektiv. Das erklärt sich durch eine ungleichmäßige Verteilung des Fluides in den ersten Schlitzkanälen beim Übergang desselben aus dem zuleitungssammler in diese Kanäle.

Beim bekannten Plattenwärmeaustauscher kann außerdem eine hohe Wärmeaustauschwirksamkeit nicht erreicht werden, wenn als zweites Fluid in der ersten und der zweiten Sektion solche Fluida verwendet werden, die unterschiedliche wärmephysikalische Eigenschaften aufweisen.

Das ist darauf zurückzuführen, daß die ersten parallel angeordneten Schlitzkanäle, wie das oben festgestellt wurde, ununterbrochen ausgebildet sind und über ihre gesamte Erstreckung durch die beiden Sektionen ein und dieselbe konstruktive Ausführung aufweisen. Deshalb besitzen die zweiten Schlitzkanäle in den beiden Sektionen ebenfalls ein und dieselbe konstruktive Ausführung; sie weisen nämlich einen gleichen äquivalenten Durchmesser und eine gleiche Länge des Schlitzkanals sowie eine gleiche Wärmeaustauschfläche je Einheit der Schlitzkanalbreite auf, welche durch die Flächen der wärmeleitenden Platten und der dazwischen angeordneten geriffelten Einsatzstücke gebildet ist.

Zur Erreichung eines wirksamen Wärmeaustausches sind jedoch bei der konstruktiven Ausführung der zweiten Schlitzkanäle in jeder Sektion die Besonderheiten der wärmephysikalischen Eigenschaften der Fluida zu berücksichtigen, die durch diese Kanäle geleitet werden. Werden daher als Fluida solche verwendet, die verschiedene wärmephysikalische Eigenschaften haben, sollen die zweiten Schlitzkanäle eine unterschiedliche konstruktive Ausführung aufweisen. Wenn z.B. als zweites Fluid atmosphärische Luft in der ersten Sektion und Wasser in der zweiten Sektion des Plattenwärmeaustauschers verwendet werden, ist es für die Erreichung einer hohen Wärmeaustauschintensität in den beiden Sektionen erforderlich, daß die Wärmeaustauschfläche, mit unterschiedlichen geometrischen Kenndaten hinsichtlich der atmosphärischen Luft und hinsichtlich des Wassers ausgebildet wird.

Das ist vor allem dadurch bedingt, daß der Wärmeabgabekoeffizient der atmosphärischen Luft um das 30 bis 50fache kleiner als der entsprechende Wärmeabgabekoeffizient des Wassers ist.

5 Im bekannten Plattenwärmeaustauscher entstehen außerdem während seines Betriebes hohe Temperaturspannungen infolge einer ungleichmäßigen Änderung der Temperatur des ersten Fluides, wenn dieses durch die ununterbrochen ausgeführten ersten Schlitzkanäle fließt.

10 Und schließlich ist im bekannten Plattenwärmeaustauscher keine Zwischenabführung des ersten Fluides oder seiner Komponenten aus den Zwischenabschnitten der ersten Schlitzkanäle des Wärmeaustauschers vorgesehen, was in einigen Fällen notwendig ist.

15 Bei Verwendung des bekannten Plattenwärmeaustauschers in Kompressoranlagen zur Abkühlung der Druckluft, welche nach der eingangseingeführten Terminologie als erstes Fluid bezeichnet wird, findet, z.B. beim Durchgehen derselben durch die ersten Schlitzkanäle eine Kondensation der Feuchtigkeit an den Innenflächen dieser Kanäle statt. Allmählich sammelt sich diese Feuchtigkeit in den Kanälen an, indem sie einen Film bildet, der einen zusätzlichen Wärmewiderstand bei der Wärmeübertragung von der Druckluft zum anderen Fluid erzeugt. Dabei wird die Wärmeaustauschintensität vermindert. Zur Erhöhung der Wärmeaustauschintensität muß die Feuchtigkeit vor dem Austritt der Luft aus den ersten Schlitzkanälen entfernt werden.

#### Offenbarung der Erfindung

30 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Plattenwärmeaustauscher zu schaffen, bei dem die ersten Schlitzkanäle der Sektionen miteinander derart verbunden und relativ zueinander so angeordnet sind, daß dadurch ein wirksamer Wärmeaustausch zwischen den Fluida, darunter auch bei Verwendung von verschiedenen Fluida, gewährleistet wird.

35 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß im Plattenwärmeaustauscher, enthaltend mindestens zwei Wärmetauschersektionen, von denen jede parallel angeordnete wärmeleit-

ende Platten aufweist, welche zwischen ihnen angeordnete erste Schlitzkanäle für den Durchgang eines Fluides und zweite Schlitzkanäle für den Durchgang eines anderen Fluides bilden, wobei die ersten Schlitzkanäle der Sektionen miteinander in Reihe in Verbindung stehen und mit Rohrleitungen für die Zu- und Abführung des einen Fluides mittels eines Zuleitungs- und eines Ableitungssammlers verbunden sind, während sich die zweiten Schlitzkanäle jeder Sektion quer zu den ersten Schlitzkanälen und zwischen diesen erstrecken, von diesen hydraulisch isoliert und mit Rohrleitungen für die Zu- und Abführung des anderen Fluides mittels eines Zuleitungs- und eines Ableitungssammlers verbunden sind, erfindungsgemäß zwischen den ersten Schlitzkanälen jeder zwei benachbarten Sektionen ein mit diesen verbundener Zwischensammler vorgesehen ist, wobei die ersten Schlitzkanäle der einen Sektion relativ zu den ersten Schlitzkanälen der anderen Sektion unter einem Winkel in der Projektion auf eine Ebene angeordnet sind, die senkrecht zu den ersten Schlitzkanälen liegt.

Durch Verwendung von Zwischensammlern, die zwischen den benachbarten Sektionen des Plattenwärmeaustauschers zum Verbinden der ersten Schlitzkanäle der benachbarten Sektionen angeordnet sind, wird über den Querschnitt der Sammler ein Ausgleich des Geschwindigkeits- und Temperaturfeldes im Strom des ersten Fluides erreicht. Infolgedessen wird das erste Fluid aus dem Zwischensammler in die ersten Schlitzkanäle der zweiten Sektion gleichmäßiger verteilt, was seinerseits die Wirksamkeit des Wärmeaustausches in der zweiten Sektion erhöht.

Durch den Ausgleich des Temperaturfeldes im Strom des ersten Fluides im Zwischensammler wird außerdem eine Verminderung der Temperaturspannungen im Plattenwärmeaustauscher erreicht, wodurch sich die Gefahr von Temperaturverformungen in ihm verringert und seine Betriebszuverlässigkeit höher wird.

Durch Verwendung von Zwischensammlern wird infolge einer Verwirbelung des einen Fluides an den Anfangsabschnitten in den ersten Schlitzkanälen ebenfalls die Wirk-

samkeit des Wärmeaustausches erhöht.

Das Vorhandensein von Zwischensammlern ermöglicht bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Plattenwärmeaustauschers in Kompressoranlagen zur Abkühlung von Druckluft eine Zwischenabführung des Kondensates, das sich aus den in der Druckluft enthaltenen Wasserdämpfen bildet. Dabei wird die Wärmeaustauschintensität durch Verminderung des Wärmewiderstandes des Kondensatfilmes erhöht, der an den Innenflächen der ersten Schlitzkanäle entsteht.

Dank den vorhandenen Zwischensammlern wird außerdem die gesamte Wirksamkeit des Wärmeaustausches erhöht, wenn als anderes Fluid solche Fluida verwendet werden, die unterschiedliche wärmephysikalische Eigenschaften in verschiedenen Sektionen aufweisen.

Das wird dadurch erreicht, daß die konstruktive Ausführung der zweiten Schlitzkanäle in verschiedenen Sektionen beim Vorhandensein von Zwischensammlern verschieden sein kann. Folglich können diese Kanäle in jeder Sektion mit Rücksicht auf die wärmephysikalischen Eigenschaften des Fluides ausgeführt werden, das durch diese Kanäle fließt, und es kann dadurch maximale Wärmeaustauschwirksamkeit in jeder Sektion erreicht werden. Bei Verwendung des erfindungsgemäßen Plattenwärmeaustauschers in Kompressoranlagen, wo man als anderes Fluid Fluida, die unterschiedliche wärmephysikalische Eigenschaften in verschiedenen Sektionen des Wärmeaustauschers aufweisen, beispielsweise kalte Druckluft, atmosphärische Luft und Wasser verwendet, werden z.B. gleichzeitig mehrere Aufgaben gelöst, und zwar werden Wärmeaustauschwirksamkeit erhöht, Verdichtungswärme verwertet, Wasserverbrauch bedeutend reduziert.

Die Anordnung der ersten Schlitzkanäle in der ersten Sektion des Plattenwärmeaustauschers unter einem Winkel relativ zu den ~~entsprechenden~~ Kanälen der anderen benachbarten Sektion in der Projektion auf eine Ebene, die senkrecht zu den ersten Schlitzkanälen liegt, gestattet es, den Strom des ersten Fluides im Zwischensammler intensiver zu bewegen. Dadurch werden das Temperatur- und Geschwindigkeitsfeld am Eintritt in die ersten Schlitzkanäle der zweiten

Sektion noch mehr ausgeglichen und der Strom verwirbelt, was den Wärmeaustausch in der zweiten Sektion intensiviert.

Beim Übergang des ersten Fluides, z.B. der Druckluft, aus der ersten Sektion in die zweite infolge einer Umorientierung des Druckluftstromes im Zwischensammler findet  
 5 außerdem eine intensivere Abtrennung der in den ersten Schlitzkanälen der ersten Sektion aus der Druckluft kondensierten Flüssigkeitstropfen statt.

Es ist empfehlenswert, daß der zwischen den ersten  
 10 Schlitzkanälen (7, 8) der einen und der anderen Sektion (1, 2) eingeschlossene Winkel in der Projektion auf eine Ebene, die zu den ersten Schlitzkanälen (7, 8) senkrecht liegt, etwa  $90^\circ$  beträgt.

Durch Verwendung eines Winkels von etwa  $90^\circ$  wird eine  
 15 besonders intensive Durchwirbelung der Fluidströme gewährleistet.

Auf diese Weise wird durch Verwendung des erfindungsgemässen Plattenwärmeaustauschers eine hohe Wärmeaustausch-  
 wirksamkeit beim Einsatz von unterschiedlichen Fluida  
 20 sichergestellt. Der erfindungsgemäße Plattenwärmeaustauscher weist eine recht einfach herstellbare und betriebszuverlässige Konstruktion auf.

Die erwähnten Besonderheiten und andere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand der Beschreibung eines konkreten Ausführungsbeispiels und der  
 25 beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemässen Plattenwärmeaustauschers, Vorderansicht mit Ausbrü-  
 30 chen in jeder Sektion;

Fig. 2 dasselbe, Draufsicht mit Ausbrüchen in jeder Sektion;

Fig. 3 den Schnitt nach Linie III-III in Fig. 1;  
 35 Fig. 4 den Schnitt nach Linie IV-IV in Fig. 1;  
 Fig. 5 den Schnitt nach Linie V-V in Fig. 1;

Beste Ausführungsform der Erfindung

Der erfindungsgemäße Plattenwärmeaustauscher enthält



drei Wärmetauschsektionen 1,2,3 (Fig. 1,2), die in Reihe angeordnet und miteinander verbunden sind.

Jede Sektion 1,2,3 weist parallel angeordnete wärmeleitende Platten 4 (Fig. 2), 5 (Fig. 1), 6 (Fig. 2) auf, welche jeweils die ersten parallel verlaufenden Schlitzkanäle 7 (Fig. 1), 8 (Fig. 2), 9 (Fig. 1) für den Durchgang des einen Fluides und jeweils die quer verlaufenden, im vorliegenden Fall im wesentlichen senkrecht zu den ersten Kanälen 7,8,9 angeordneten, zweiten parallel verlaufenden Schlitzkanäle 10 (Fig. 1), 11 (Fig. 2), 12 (Fig. 1) für den Durchgang des anderen Fluides bilden, welche mit den erstgenannten Kanälen 7,8,9 in Wärmeaustauschkontakt stehen.

Die Sektion 1 weist die ersten Schlitzkanäle 7 (Fig. 1, 3) mit geriffelten Einsatzstücken 13 (Fig. 3) und die zweiten Schlitzkanäle 10 (Fig. 1,3) mit geriffelten Einsatzstücken 14 (Fig. 2) auf. Die zweiten Kanäle 10 sind zwischen den ersten Kanälen 7 geführt und verlaufen im vorliegenden Fall senkrecht zu diesen.

Die Kanäle 7 und 10 der Sektion 1 sind durch die Platten 4 rechteckiger Form gebildet, die parallel angeordnet sind und dabei einen Wärmeaustauschkontakt zwischen den Kanälen 7,10 gewährleisten. Zwischen den Platten 4 sind in der Sektion 1 Zwischenstücke 15 (Fig. 3), 16 (Fig. 2) vorgesehen, die zum hydraulischen Isolieren der ersten Kanäle 7 von den zweiten Kanälen 10 dienen und in Form von Leisten ausgebildet sind, welche sich den Riffeln der geriffelten Einsatzstücke 13, 14 entlang erstrecken. Die Zwischenstücke 15 erstrecken sich längs der Riffeln der Einsatzstücke 13, die Zwischenstücke 16 - längs der Riffeln der Einsatzstücke 14. Aus den Platten 4, welche zusammen mit den Zwischenstücken 15, 16 <sup>die</sup> Kanäle 7, 10 bilden, setzt sich ein Paket zusammen, das seitlich, wie das in Fig. 2,3 gezeigt ist, mit rechteckigen Blechtafeln 17 verdeckt ist.

Das eine Fluid (im vorliegenden Fall ist das heiße abzukühlende Druckluft) wird zu den ersten Schlitzkanälen 7 mittels eines Zuleitungssammlers 18 (Fig. 1,2) zugeführt, an welche eine Rohrleitung 19 für die Zuführung

dieses Fluides angeschlossen ist.

Das andere Fluid (im vorliegenden Fall ist das die kalte abkühlende Druckluft) wird zu den zweiten Schlitzkanälen 10 mittels eines Zuleitungssammlers 20 (Fig. 1) zugeführt, an welchem eine Rohrleitung 21 für die Zuführung dieses Fluides angeschlossen ist.

Das andere Fluid wird aus den Schlitzkanälen 10 mittels eines Ableitungssammlers 22 abgeführt, an welchen eine Rohrleitung 23 zum Abführen dieses Fluides angeschlossen ist.

Die Sektion 2 weist erste Schlitzkanäle 8 (Fig. 2, 4) mit geriffelten Einsatzstücken 24 (Fig. 4) und zweite Schlitzkanäle 11 (Fig. 2, 4) mit geriffelten Einsatzstücken 25 (Fig. 1) auf. Die zweiten Kanäle 11 sind zwischen den ersten Kanälen 8 geführt und verlaufen im vorliegenden Fall senkrecht zu diesen.

Die Kanäle 8 und 11 sind durch die rechteckigen Platten 5 gebildet, welche parallel angeordnet sind und dabei einen Wärmeaustauschkontakt zwischen den Kanälen 8, 11 gewährleisten. Zwischen den genannten Platten 5 sind Zwischenstücke 26 (Fig. 4), 27 (Fig. 1) zum hydraulischen Isolieren der ersten Kanäle 8 von den zweiten Kanälen 11 vorgesehen, welche Zwischenstücke in Form von Leisten ausgebildet sind, die sich längs der Riffeln der geriffelten Einsatzstücke 24, 25 erstrecken. Die Zwischenstücke 26 erstrecken sich längs der Riffeln der Einsatzstücke 24, die Zwischenstücke 27 - längs der Riffeln der Einsatzstücke 25.

Aus den Platten 5, welche zusammen mit den Zwischenstücken 26, 27 Kanäle 8, 11 bilden, setzt sich ein Paket zusammen, das auf der oberen und der unteren Seite, wie dies in Fig. 1, 4 dargestellt ist, mit rechteckigen Blechtafeln 28 verdeckt ist.

Zwischen den Sektionen 1, 2, genaugenommen zwischen den ersten Schlitzkanälen 7, 8 der jeweiligen Sektionen 1, 2, ist ein mit diesen verbundener Zwischensammler 29 (Fig. 1, 2) angeordnet, der für die Zuleitung des ersten Fluides im vorliegenden Fall der heißen Druckluft, aus der Sektion 1 in die Sektion 2 sorgt.

Das andere Fluid, im vorliegenden Fall atmosphärische Luft, wird über die zweiten Schlitzkanäle 11 mittels eines Zuleitungssammlers 30 (Fig. 2) zugeführt, an welchen eine Rohrleitung 31 zum Zuführen dieses Fluides angeschlossen ist.

Die atmosphärische Luft wird aus den Schlitzkanälen 11 mittels eines Ableitungssammlers 32 abgeführt, an welchen eine Rohrleitung 33 zum Abführen dieses Fluides angeschlossen ist. Die Sektion 2 ist relativ zu der Sektion 1 derart angeordnet, daß die ersten Schlitzkanäle 7 der Sektion 1 unter einem Winkel, im vorliegenden Fall unter einem Winkel von nahezu  $90^{\circ}$ , relativ zu den ersten Schlitzkanälen 8 der Sektion 2 in der Projektion auf eine Ebene angeordnet sind, die senkrecht zu den ersten Schlitzkanälen 7,8 (Fig. 3,4) liegt. Dabei sind die zweiten Schlitzkanäle 10,11 der Sektionen 1,2 relativ zueinander ebenfalls unter einem Winkel, im vorliegenden Fall unter einem Winkel von nahezu  $90^{\circ}$ , angeordnet.

Ein Winkel von etwa  $90^{\circ}$  wurde deshalb gewählt, weil er eine besonders intensive Durchwirbelung des Stromes des ersten Fluides im Zwischensammler gewährleistet.

Die Sektion 3 weist erste Schlitzkanäle 9 (Fig. 1,5) mit geriffelten Einsatzstücken 34 (Fig. 5) und zweite Schlitzkanäle 12 mit geriffelten Einsatzstücken 35 (Fig. 2) auf. Die zweiten Kanäle 12 sind zwischen den Kanälen 9 geführt und verlaufen im vorliegenden Fall senkrecht zu diesen.

Die Kanäle 9,12 sind durch die rechteckigen Platten 6 gebildet, welche parallel angeordnet sind und dabei einen Wärmeaustauschkontakt zwischen den Kanälen 9,12 gewährleisten. Zwischen den genannten Platten 6 sind Zwischenstücke 36 (Fig. 5), 37 (Fig. 2) zum hydraulischen Isolieren der ersten Kanäle 9 von den zweiten Kanälen 12 vorgesehen. Die Zwischenstücke 36 erstrecken sich längs der Riffeln der Einsatzstücke 34, die Zwischenstücke 37 aber längs der Riffeln der Einsatzstücke 35.

Aus den Platten 6, welche die Kanäle 9,12 zusammen mit den Zwischenstücken 36,37 bilden, setzt sich ein Paket zu-

sammen, das seitlich, wie dies in Fig. 1,5 dargestellt ist, mit rechteckigen Blechtafeln 38 verdeckt ist.

Zwischen den Sektionen 2,3, genaugenommen zwischen den ersten Schlitzkanälen 8,9 der jeweiligen Sektionen 2,3, ist  
 5 ein mit diesen verbundener Zwischensammler 39 (Fig. 1,2) angeordnet, der für die Ableitung des ersten Fluides, im vorliegenden Fall der heißen Druckluft, aus der Sektion 2 in die Sektion 3 sorgt.

Die abzukühlende Druckluft wird aus den Schlitzkanälen 9 der Sektion 3 mittels eines Ableitungssammlers 40  
 10 abgeführt, an welche eine Rohrleitung 41 zum Abführen der Druckluft angeschlossen ist.

Das andere Fluid, im vorliegenden Fall eine Kühlflüssigkeit, wird an die zweiten Schlitzkanäle 12 mittels eines  
 15 Zuleitungssammlers 42 (Fig. 1) zugeführt, an welchen eine Rohrleitung 43 zum Zuführen dieses Fluides angeschlossen ist.

Die Kühlflüssigkeit wird aus den Schlitzkanälen 12 mittels eines Ableitungssammlers 44 abgeführt, an welchen eine  
 20 Rohrleitung 45 zum Abführen dieses Fluides angeschlossen ist.

Die Sektion 3 ist relativ zu der Sektion 2 derart angeordnet, daß die ersten Schlitzkanäle 8 der Sektion 2 unter einem Winkel, im vorliegenden Fall unter einem Winkel von nahezu  $90^{\circ}$ , relativ zu den ersten Schlitzkanälen 9 der  
 25 Sektion 3 in der Projektion auf eine Ebene angeordnet sind, die senkrecht zu den ersten Schlitzkanälen 8,9 (Fig. 4,5) liegt. Dabei sind die zweiten Schlitzkanäle 11,12 der Sektionen 2,3 relativ zueinander ebenfalls unter einem Winkel, im vorliegenden Fall unter einem Winkel von nahezu  $90^{\circ}$ ,  
 30 angeordnet.

Der erfindungsgemäße Plattenwärmeaustauscher hat folgende Wirkungsweise. Das abzukühlende Fluid, z.B., die heiße Druckluft, die von einem (nicht gezeichneten) Verdichter abgeführt wird, gelangt über die Rohrleitung 19 in den Zuleitungssammler 18, aus welchem sie zwischen den ersten  
 35 Schlitzkanälen 7 der Sektion 1 verteilt wird. Beim Durchgehen durch diese Kanäle gibt die heiße Druckluft einen Teil ihrer Wärme dem anderen Fluid, z.B. einem kalten Rück-

strom der Druckluft ab, der durch die zweiten Schlitzkanäle 10 geleitet wird, in die er aus der Rohrleitung 21 durch den Zuleitungssammler 20 gelangt.

5 Dabei wird die heiße Druckluft in den Kanälen 7 teilweise abgekühlt, und die kalte Druckluft wird in den Kanälen 10 erwärmt, wobei deren Arbeitsvermögen erhöht wird. Beim Strömen der heißen Druckluft durch die Kanäle 7 setzt dabei an deren Innenflächen die Bildung eines Kondensat-  
 10 filmes ein, dessen Dicke allmählich über die Länge der Kanäle 7 zunimmt.

Die teilweise abgekühlte heiße Druckluft tritt dann aus den Kanälen 7 in den Zwischensammler 29 aus, indem sie kondensierte Feuchtigkeit hinausträgt, während die erwärmte Druckluft aus den Kanälen 10 in den Sammler 22 ein-  
 15 geleitet wird, aus welchem sie über die Rohrleitung 23 dem Verbraucher (nicht gezeigt) zugeführt wird.

Im Zwischensammler 29 wird die heiße Druckluft im Raum umorientiert und intensiv durchgewirbelt, wobei sie einen Ausgleich der Geschwindigkeit und der Temperatur über den  
 20 Querschnitt des Zwischensammlers 29 gewährleistet. Unter der Wirkung der Trägheitskräfte schlagen sich dabei die Feuchtigkeitstropfen aus der Druckluft im unteren Teil des Zwischensammlers 29 nieder, aus welchem die Feuchtigkeit mittels einer (nicht gezeigten) Einrichtung einer bekann-  
 25 ten und dazu geeigneten Konstruktion abgeführt wird. Aus dem Sammler 29 wird die Druckluft gleichmäßiger zwischen den ersten Schlitzkanälen 8 der Sektion 2 verteilt.

Beim Strömen der abzukühlenden Druckluft durch die Kanäle 8 in der Sektion 2 gibt sie einen Teil ihrer Wärme dem anderen Fluid z.B. der atmosphärischen Luft, ab,  
 30 die durch die zweiten Schlitzkanäle 11 strömt, in welche sie aus der Rohrleitung 31 durch den Zuleitungssammler 30 gelangt.

In den Kanälen 8 wird die heiße Luft weiter abgekühlt, wobei die Menge der sich an den Innenflächen der Kanäle 8  
 35 niederschlagenden Feuchtigkeit zunimmt, während die atmosphärische Luft in den Kanälen 11 auf eine Temperatur erwärmt wird, die z.B. für die Wärmeverwertung erforderlich ist.

Aus den Schlitzkanälen 8 tritt die noch weiterabgekühlte Druckluft in den Zwischensammler 39 aus, während die erwärmte atmosphärische Luft aus den Schlitzkanälen 8 in den Sammler 32 geleitet wird, aus welchem sie über die Rohrleitung 33 zur Heizung eines Raumes (in Fig. nicht abgebildet) oder den anderen Verbrauchern der zu verwertenden Wärme zugeführt wird.

Im Sammler 39 wird die abgekühlte Druckluft ähnlich wie im Sammler 29 intensiv durchgewirbelt, wobei das Geschwindigkeits- und Temperaturfeld ausgeglichen wird, wonach die Druckluft gleichmäßig zwischen den Schlitzkanälen 9 der Sektion 3 verteilt wird.

Beim Strömen der abzukühlenden Druckluft durch die Schlitzkanäle 9 der Sektion 3 wird sie auf die erforderliche Temperatur dadurch nachgeköhlt, daß die Wärme dem anderen kühleren Fluid z.B. einer abkühlenden Flüssigkeit abgegeben wird, die durch die Schlitzkanäle 12 strömt, in welche sie über den Sammler 42 aus der Rohrleitung 43 zugeführt wird.

Aus den Schlitzkanälen 9 tritt die abgekühlte Druckluft in den Sammler 40 ein, aus dem sie über die Rohrleitung 41 der nächstfolgenden Verdichtungsstufe oder über die Sektion 1 dem Verbraucher zugeführt wird. Dabei werden die Feuchtigkeitstropfen im Sammler 40 abgetrennt und die Feuchtigkeit wird dann durch eine dazu geeignete (nicht gezeigte) Einrichtung bekannter Konstruktion entfernt. Die Kühlflüssigkeit wird aus den Schlitzkanälen 12 in den Sammler 44 zugeführt, aus welchem sie über die Rohrleitung 45 abgeführt oder dem Verdampfer einer Kältemaschine zugeführt wird.

Es wurde ein Versuchsmuster des erfindungsgemäßen Plattenwärmeaustauschers gefertigt, das in einem langdauernden Versuchsbetrieb als Bestandteil einer Kompressoranlage mit einer Leistung von  $1,66 \text{ m}^3/\text{s}$  und einem Enddruck von 0,8 MPa erprobt wurde. Die Ergebnisse des Versuchsbetriebes zeigen, daß die Verwendung des erfindungsgemäßen Plattenwärmeaustauschers es gestattet, den Kühlwasserverbrauch um das 8- bis 10fache zu reduzieren, etwa 80 % der Verdichtungswärme für

die Heizung des Raumes der Verdichterstation zu verwerten.

Gewerbliche Verwertbarkeit

Der erfindungsgemäße Plattenwärmeaustauscher kann besonders bevorzugt in Kompressoranlagen zur wirksamen Ab-  
5 kühlung von Druckgas und zur Verwertung der Verdichtungs-  
wärme eingesetzt werden.

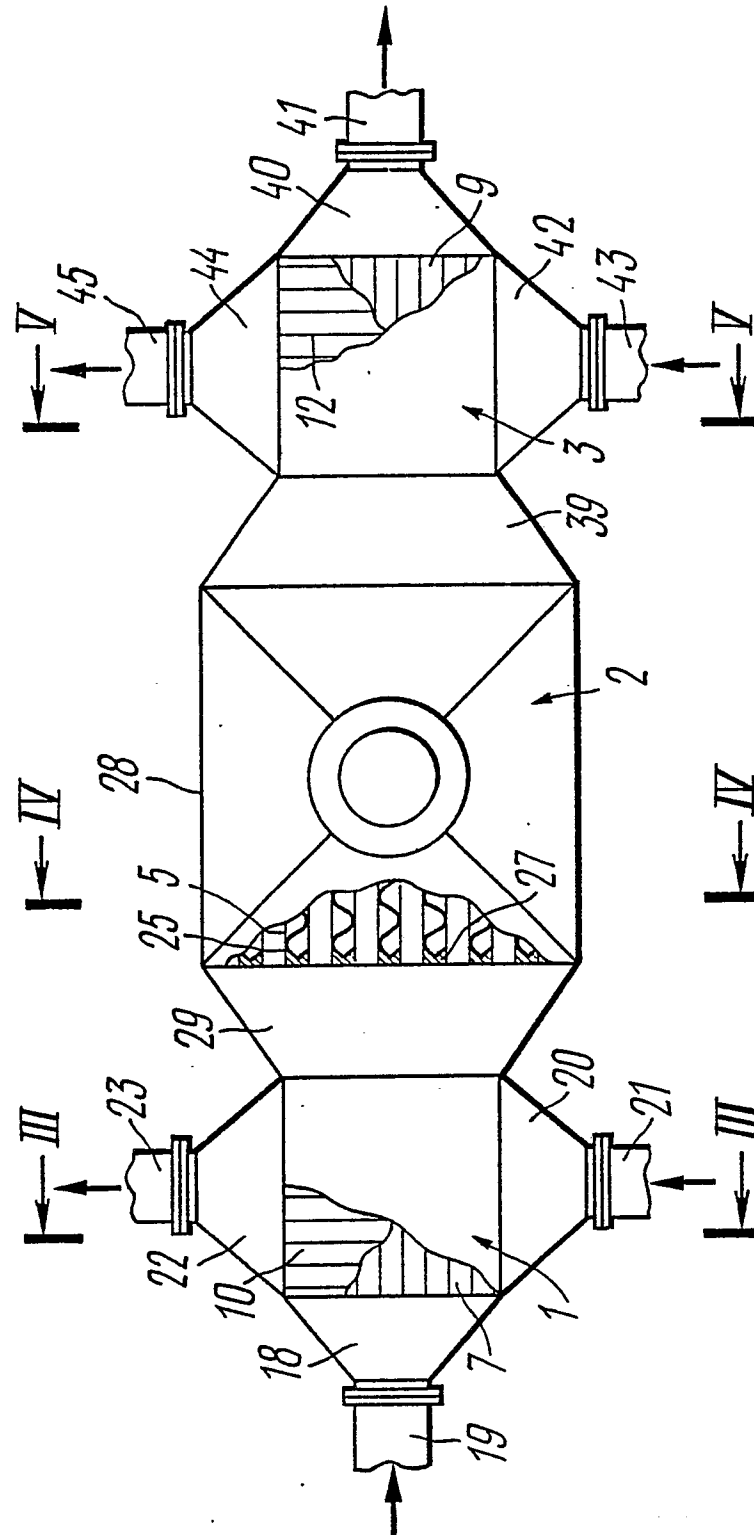
Diese Erfindung kann auch ihre Anwendung finden in  
der chemischen Industrie zur Abkühlung und Erwärmung von  
technologischen Strömen in Luftzerlegungsanlagen, in Kälte-  
10 anlagen, im Industriezweig Gaserzeugung und -verarbeitung,  
im Maschinenbau, in Förderanlagen usw.

## PATENTANSPRÜCHE

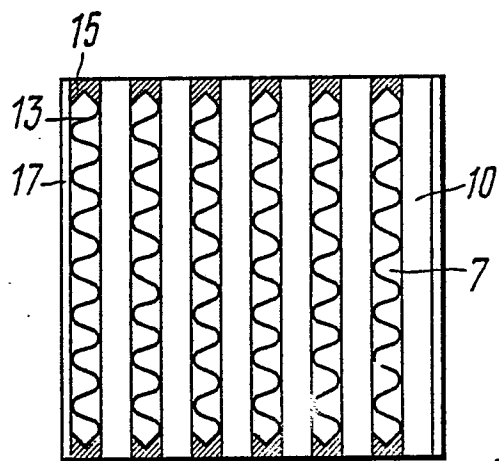
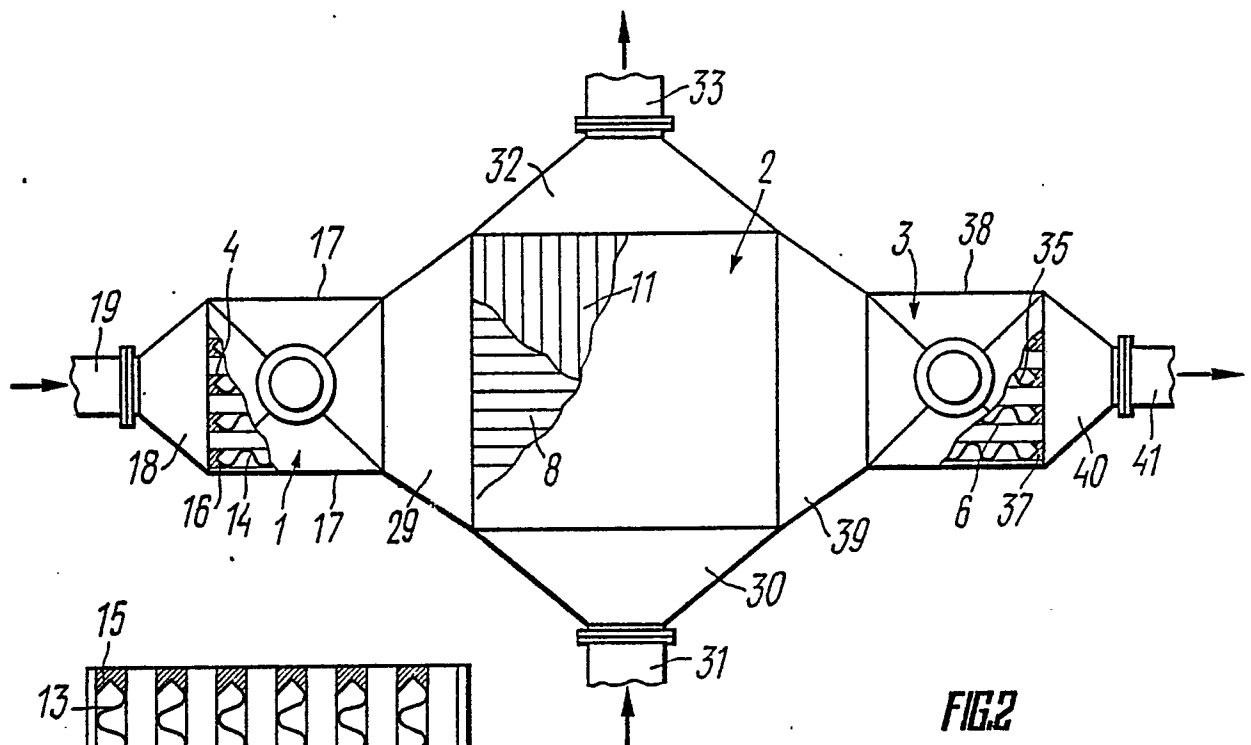
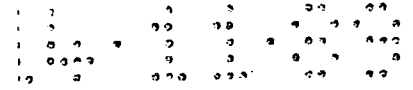
1. Plattenwärmetauscher, enthaltend mindestens zwei Wärmetauschsektionen (1, 2), von denen jede parallel angeordnete wärmeleitende Platten (4,5) aufweist, welche zwischen ihnen angeordnete erste Schlitzkanäle (7, 8) für den Durchgang eines Fluides und zweite Schlitzkanäle (10,11) für den Durchgang eines anderen Fluides bilden, wobei die ersten Schlitzkanäle (7, 8) der Sektionen (1,2) miteinander in Reihe in Verbindung stehen und mit Rohrleitungen (19, 41) für die Zu- und Abführung des einen Fluides mittels eines Zuleitungssammlers (18) und eines Ableitungssammlers (40) verbunden sind, während sich die zweiten Schlitzkanäle (10, 11) jeder Sektion (1,2) quer zu den ersten Schlitzkanälen (7,8) und zwischen diesen erstrecken, von diesen hydraulisch isoliert und mit Rohrleitungen (21,31,23,33) für die Zu- und Abführung des anderen Fluids mittels eines Zuleitungssammlers (20,30) und eines Ableitungssammlers (22,32) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den ersten Schlitzkanälen (7,8) jeder zwei benachbarten Sektionen (1,2) ein mit diesen verbundener Zwischensammler (29) vorgesehen ist, wobei die ersten Schlitzkanäle (7) der einen Sektion (1) relativ zu den ersten Schlitzkanälen (8) der anderen Sektion (2) unter einem Winkel in der Projektion auf eine Ebene angeordnet sind, die senkrecht zu den ersten Schlitzkanälen (7,8) liegt.

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen den ersten Schlitzkanälen (7,8) der einen und der anderen Sektion (1,2) eingeschlossene Winkel in der Projektion auf eine Ebene, die zu den ersten Schlitzkanälen (7,8) senkrecht liegt, etwa  $90^{\circ}$  beträgt.





**FIG. 1**



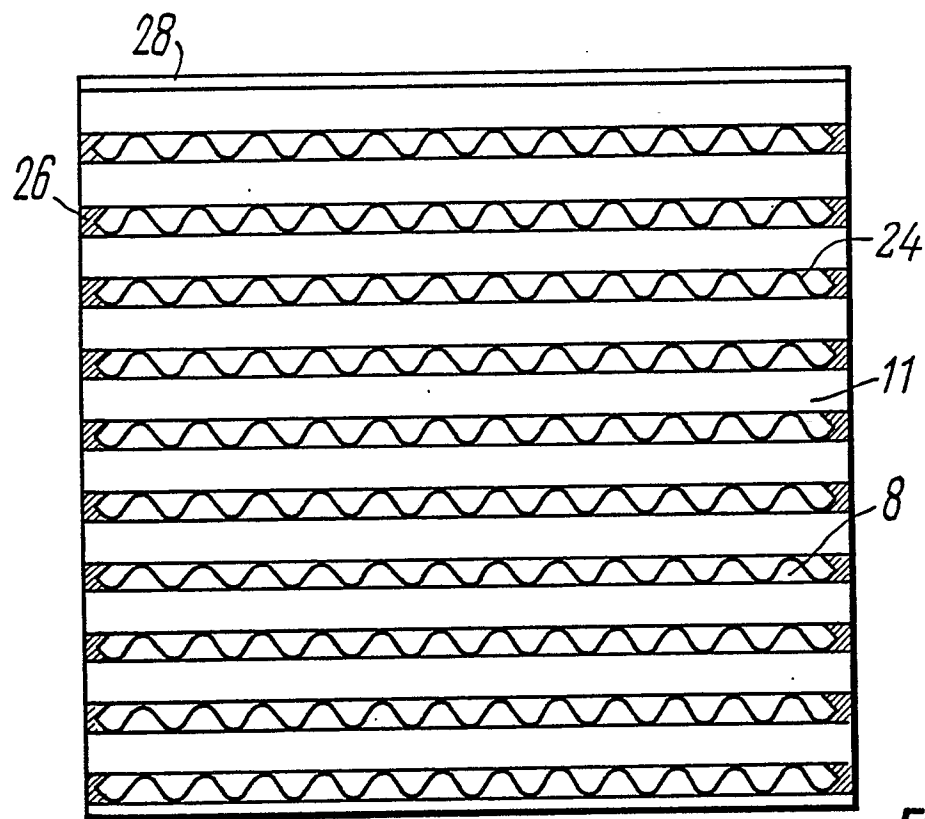
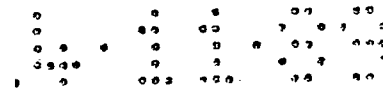


FIG. 4

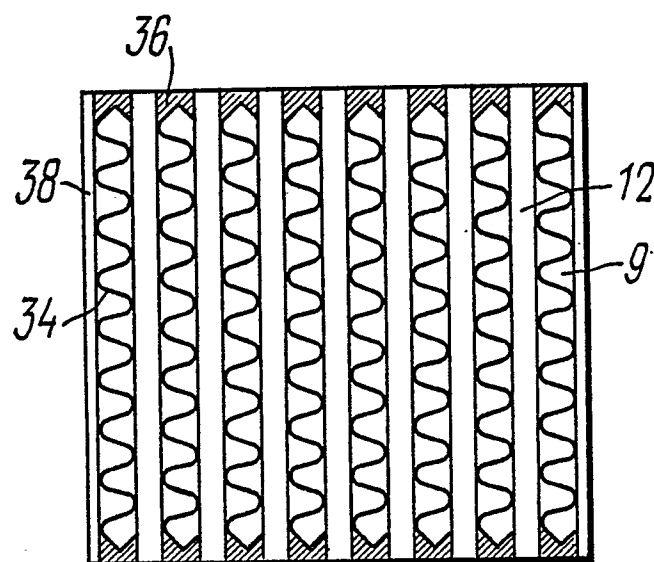


FIG. 5

88 906219.7

0070

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 88/00055

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
IPC <sup>4</sup> : F 28 D 9/02		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>		
Classification System	Classification Symbols	
IPC <sup>4</sup>	F 28 D 9/00 - 9/02	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> *		
Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
A	SU, A1, 1332135, (Omsky politekhnicheskyy institut et al.), 23 August 1987 (23.08.87), see fig. 1 (cited in the description)	1,2
A	US, A, 3587731, (Phillips Petroleum Company), 28 June 1971 (28.06.71), see figs. 2,3,4, the abstracts	1,2
A	DE, A1, 2818041, (Süddeutsche Kühler-fabrik Julius Fr. Behr GmbH & Co KG), 31 October 1979 (31.10.79), see figs. 1,2,3, the abstract	1,2
A	DE, A1, 3704440, (Energia-gazdálkodási Intézet), 3 September 1987 (03.09.87), see fig. 1	1,2
<p>* Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
15 September 1988 (15.09.88)	16 December 1988 (16.12.88)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		