

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 560 229 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93103590.1**

(51) Int. Cl.⁵: **F28F 1/14**

(22) Anmeldetag: **05.03.93**

(30) Priorität: **10.03.92 DE 4207597**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.09.93 Patentblatt 93/37

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR IT

(71) Anmelder: **ZL CRYO-TECHNIK GmbH**
INDUSTRIEGASTECHNISCHE ANLAGEN
Rotlaubstrasse 12
D-79427 Eschbach(DE)

(72) Erfinder: **Müller, Volker**
Im Proli 4
7889 Grenzach-Wyhlen(DE)
Erfinder: **Bofinger, Klaus**
Fuchsmattstrasse 13
4107 Ettingen(CH)

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Uhlandstrasse 14 c
D-70182 Stuttgart (DE)

(54) **Wärmeaustauschelement und Wärmetauschereinheit.**

(57) Um ein Wärmeaustauschelement, welches auf einem mediumdurchströmten Rohr fixierbar ist, mit einem an Außenmantelflächen des Rohrs mit thermischen Kontaktflächen anlegbaren Anschlußkörper und mit vom Anschlußkörper abstehenden Wärmetauscherrippen, sowie eine Wärmetauschereinheit derart zu verbessern, daß das Wärmeaustauschelement in einfacher Weise herstellbar und außerdem in einfacher Weise dauerhaft und zuverlässig auf dem Rohr fixierbar ist, wird vorgeschlagen, daß der Anschlußkörper ein Deformationselement aufweist, welches von einem undeformierten in einen deformierten Zustand bringbar ist, daß das Deformationselement im undeformierten Zustand die thermischen Kontaktfläche und ein Gegenlager so hält, daß das Rohr relativ zu diesen bewegbar ist, und daß das Deformationselement im deformierten Zustand die thermische Kontaktfläche an der Außenmantelflächen des Rohrs anliegend hält.

EP 0 560 229 A2

Die Erfindung betrifft ein Wärmeaustauschelement, welches auf einem mediendurchströmten Rohr fixierbar ist, mit einem an Außenmantelflächen des Rohrs mit thermischen Kontaktflächen anlegbaren Anschlußkörper und mit vom Anschlußkörper abstehenden Wärmetauscherrippen.

Des weiteren betrifft die Erfindung eine Wärmetauschereinheit, welche ein mediendurchströmtes Rohr und ein auf diesem fixiertes vorstehend beschriebenes Wärmeaustauschelement umfaßt.

Bei der Herstellung von Wärmetauschereinheiten mit vorstehend beschriebenen Wärmeaustauschelementen besteht das Problem, diese Wärmeaustauschelemente form- und kraftschlüssig auf dem Rohr zu fixieren, ohne das Rohr selbst deformieren zu müssen.

Derartige Wärmeaustauschelemente sind beispielsweise aus der DE-OS 30 40 801 bekannt. Diese Wärmeaustauschelemente bestehen aus zwei Hälften, die jeweils thermische Kontaktflächen aufweisen und außerdem Rastelemente, mit welchen diese beiden Hälften in einer derartigen Stellung zusammensetzbar und fixierbar sind, daß die thermischen Kontaktflächen kraftschlüssig auf den Außenmantelflächen des Rohrs aufliegen.

Derartige Wärmeaustauschelemente sind jedoch aufwendig und kompliziert herzustellen.

Darüber hinaus ist die Fixierung dieser Elemente relativ zueinander mit konstruktiven Problemen verbunden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Wärmeaustauschelement und eine Wärmetauschereinheit der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß das Wärmeaustauschelement in einfacher Weise herstellbar und außerdem in einfacher Weise dauerhaft und zuverlässig auf dem Rohr fixierbar ist.

Diese Erfindung wird bei einem Wärmeaustauschelement der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Anschlußkörper ein Deformationselement aufweist, welches von einem undeformierten in einen deformierten Zustand bringbar ist, daß das Deformationselement im undeformierten Zustand die thermischen Kontaktflächen relativ zu einem Gegenlager so hält, daß das Rohr relativ zu diesen bewegbar ist, und daß das Deformationselement im deformierten Zustand die thermischen Kontaktflächen an den Außenmantelflächen des Rohrs anliegend hält und dadurch das Rohr zwischen den thermischen Kontaktflächen und dem Gegenlager fixiert.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist somit darin zu sehen, daß sich das Deformationselement in einfacher Weise herstellen läßt und daß durch das Deformationselement ebenfalls in einfacher Weise die thermischen Kontaktflächen fest an den Außenmantelflächen des Rohrs anlegbar sind. Damit lassen sich auf einfache Art und

Weise Wärmetauschereinheiten herstellen, bei denen ein sehr guter thermischer Kontakt über die Kontaktflächen des Anschlußkörpers zwischen dem Rohr und den Wärmetauscherrippen besteht.

Vorzugsweise läßt sich ein derartiges Wärmeaustauschelement für kryogene Verdampfer insbesondere Hochdruckverdampfer einsetzen.

Der besondere Vorteil liegt bei diesem Element darin, daß einerseits ein zweigeteiltes Wärmeaustauschelement, wie aus dem Stand der Technik bekannt, nicht notwendig ist und andererseits eine formschlüssige und feste Fixierung des Wärmeaustauschelements auf dem Rohr ohne eine Querschnittsaufweitung des Rohres möglich ist, was insbesondere bei auf der Innenseite elektropolierten Rohren für Reinstgase nachteilig wäre.

Ein besonders guter thermischer Kontakt zwischen dem Rohr und dem Wärmeaustauschelement läßt sich dann herstellen, wenn der Anschlußkörper mindestens eine das Rohr formschlüssig über einen Teilumfang übergreifende Kontaktfläche aufweist, so daß eine Kontaktfläche das Gegenlager bildet.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn der Anschlußkörper mindestens eine halbschalenförmige thermische Kontaktfläche aufweist. Noch besser ist es jedoch, wenn der Anschlußkörper zwei halbschalenförmige thermische Kontaktflächen aufweist.

Die thermischen Kontaktflächen könnten direkt an den Wärmetauscherrippen angeordnet sein. In diesem Fall müßten jedoch die Wärmetauscherrippen selbst durch ein Halteelement in Richtung auf das Rohr beaufschlagt werden. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, wenn die thermischen Kontaktflächen an einem Träger für mindestens einen Teil der Wärmetauscherrippen angeordnet sind. Somit sitzen die Wärmetauscherrippen auf dem Träger, der dann seinerseits die thermische Kontaktfläche trägt und über diese in thermischem Kontakt mit dem Rohr steht.

Ein besonders effizienter Wärmeaustausch ist dann möglich, wenn sich der Träger im wesentlichen über dieselbe axiale Länge wie die Wärmetauscherrippen erstreckt.

Besonders einfach läßt sich die erfindungsgemäße Lösung konstruktiv dann realisieren, wenn der Anschlußkörper zwei einander gegenüberliegende thermische Kontaktflächen aufweist, so daß das Rohr im undeformierten Zustand des Anschlußkörpers zwischen diese Kontaktflächen einschiebbar ist und dann diese Kontaktflächen durch Deformation des Deformationselements an dem Rohr zur Anlage bringbar sind.

Eine besonders zweckmäßige Variante sieht dabei vor, daß die thermischen Kontaktflächen die Form von axial geteilten Halbzylindermantelflächen aufweisen, wobei deren Querschnitt zweckmäßiger-

weise einem Querschnitt der Außenmantelfläche des Rohrs angepaßt ist, so daß sich die thermischen Kontaktflächen im wesentlichen vollflächig auf der Außenmantelfläche des Rohrs anlegen lassen.

Im Rahmen der bislang beschriebenen Ausführungsbeispiele wurde die konstruktive Realisierung des Deformationselements nicht näher spezifiziert. Das Deformationselement könnte beispielsweise ein in seiner Form, vorzugsweise durch einen Knick deformierbarer Steg sein. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn das Deformationselement zwei im undeformierten Zustand im Abstand voneinander verlaufende Schenkel aufweist, welche zum Erreichen des deformierten Zustandes aufeinander zu bewegbar sind.

Vorzugsweise sind die Schenkel dabei einerseits über eine Basis miteinander verbunden.

Weiterhin ist es günstig, wenn einer der Schenkel mit seinem der Basis gegenüberliegenden Ende mit dem Träger verbunden ist.

Ein weiteres, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel sieht vor, wenn jeder der Schenkel mit seinem der Basis gegenüberliegenden Ende mit einem der Träger verbunden ist, so daß das Deformationselement im deformierten Zustand zwei Träger in Richtung aufeinander beaufschlagt.

Eine konstruktiv besonders vorteilhafte Lösung sieht vor, daß das Deformationselement einstückig an dem Träger angeformt ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Anschlußkörper ein einstückig das Rohr umgreifendes Teil ist, wobei vorzugsweise in diesem Fall der Anschlußkörper, noch besser jedoch das ganze Wärmeaustauschelement, als stranggegossenes Profil, vorzugsweise aus Aluminiumstrangguß, hergestellt ist.

Um die Deformation des Deformationselements in einfacher Weise und ohne unerwünschte Deformationen von anderen Teilen des Anschlußkörpers durchführen zu können, ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Anschlußkörper mit einer Angriffsfläche für ein Deformationswerkzeug versehen ist.

Eine derartige Angriffsfläche könnte beispielsweise direkt an dem Deformationselement selbst sitzen. Aus Gründen der Zugänglichkeit und der von dem Anschlußkörper abstehenden Wärmetauscherrippen ist es jedoch vorteilhaft, wenn die Angriffsfläche am Träger sitzt. Eine besonders bevorzugte Positionierung der Angriffsfläche sieht vor, daß diese am Fuß einer der Wärmetauscherrippen sitzt.

Hinsichtlich der Anordnung des Deformationselementes wurden im Rahmen der Beschreibung der bisherigen Ausführungsbeispiele keine weiteren Angaben gemacht. So sieht eine besonders bevorzugte Variante der erfindungsgemäßen Lösung vor, daß das Deformationselement den Fuß einer der

Wärmetauscherrippen bildet, so daß dies kein zusätzliches Element ist, sondern - anders ausgedrückt - der Fuß der Wärmetauscherrippen als Deformationselement ausgebildet ist.

5 Ferner ist es, um eine definierte Deformation lediglich im Bereich des Deformationselements zu erreichen, vorteilhaft, wenn der Träger deformationfrei ausgebildet ist, das heißt lediglich die Kraft auf das Deformationselement überträgt und dieses in geeigneter Weise deformiert.

10 Besonders vorteilhaft ist es außerdem, wenn das Wärmeaustauschelement ein einstückiges und einen Längsdurchbruch für das Rohr aufweisendes sowie dieses Rohr als einstückiges Teil voll umschließendes Element ausgebildet ist.

15 Eine besonders vorteilhafte Lösung eines erfindungsgemäßen Wärmeaustauschelements sieht vor, daß die Wärmetauscherrippen eine Außenhaut aus Aluminium aufweisen und daß die Außenhaut auf ihrer luftumströmten Oberfläche eine Schicht aus eloxiertem Aluminium trägt.

20 Mit dieser erfindungsgemäßen Lösung, nämlich dem Versehen einer Schicht aus eloxiertem Aluminium auf der Außenhaut aus Aluminium wird ein Vereisen drastisch reduziert, da die Schicht aus eloxiertem Aluminium eine geringe oder nahezu keine Rauigkeit aufweist und da diese Schicht wesentlich härter und stabiler ist.

25 Darüberhinaus haftet Eis auf der Schicht aus eloxiertem Aluminium weit geringer als beispielsweise auf rohem oder unbehandeltem Aluminium, so daß auch dies ferner zur Reduzierung der Eisbildung beiträgt.

30 Besonders vorteilhaft ist das Versehen mit einer Schicht aus eloxiertem Aluminium auch in Hinblick auf die Witterungsbeständigkeit in Umgebung von aggressiven Industriegasen, da das eloxierte Aluminium weit weniger witterungsanfällig ist und in sehr geringem Maße von aggressiven Industriegasen angegriffen wird.

35 Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schicht aus gefärbtem eloxiertem Aluminium ist. Dies läßt insbesondere das Aussehen der erfindungsgemäßen Wärmeaustauschelemente luftumströmt und somit sichtbar angeordnet sind, deutlich verbessern.

40 Ferner ermöglicht das Einfärben des eloxierten Aluminiums eine Anpassung des Wärmeaustauschelements an die Umgebung, so daß dies weit weniger auffällig und störend ist.

45 Besonders bevorzugt ist eine erfindungsgemäße Lösung dann, wenn das eloxierte Aluminium dunkel eingefärbt ist, denn durch die dunkle Einfärbung des eloxierten Aluminiums läßt sich zusätzlich eine bessere Absorption von Wärmestrahlung erreichen, somit eine bessere Aufheizung des Wärmeaustauschelements und damit insgesamt wie-

derum eine zusätzliche Unterdrückung der Vereisung desselben.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn das eloxierte Aluminium mit dunklen Farben, wie beispielsweise dunkelrot, dunkelblau, dunkelbraun oder schwarz eingefärbt ist.

Eine besonders kostengünstig herzustellende Lösung eines erfindungsgemäßen Wärmeaustauschelements sieht vor, daß die Wärmetauscherrippen aus Vollaluminium sind, das heißt nicht nur eine Außenhaut aus Aluminium aufweisen, sondern ganz aus Aluminium hergestellt sind. Es wäre aber auch grundsätzlich möglich, lediglich die Außenhaut eines Trägermaterials mit Aluminium zu überziehen.

Im einfachsten Fall ist das Wärmeaustauschelement als einstückiges Teil aus Aluminium hergestellt und oberflächlich, vorzugsweise auf seiner ganzen Oberfläche, mit einer Schicht aus eloxiertem Aluminium versehen, welche noch entsprechend den vorstehend beschriebenen Merkmalen ausgebildet sein kann.

Darüber hinaus wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch eine Wärmetauschereinheit gelöst, bei welcher das Rohr ein Wärmeaustauschelement gemäß den vorstehend beschriebenen Merkmalen trägt, bei welchem das Deformationselement im deformierten Zustand ist.

Weitere Merkmale und Vorteile sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung eines Ausführungsbeispiels.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher mit Wärmeaustauschereinheiten;
- Fig. 2 eine Seitenansicht in Richtung eines Pfeils P in Fig. 1;
- Fig. 3 einen Schnitt durch ein Wärmeaustauschelement mit Deformationselementen im deformierten Zustand;
- Fig. 4 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 mit Deformationselementen im undeformierten Zustand;
- Fig. 5 eine vergrößerte ausschnittsweise Darstellung eines Kreisausschnitts K in Fig. 4;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Deformationswerkzeugs zum Überführen der Deformationselemente in den deformierten Zustand und
- Fig. 7 eine schematische perspektivische Darstellung einer Variante des erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

Ein Ausführungsbeispiel eines als Ganzes in Fig. 1 und 2 dargestellten und mit 10 bezeichneten Wärmetauschers, insbesondere eines Verdampfers für kryogene Flüssigkeiten, umfaßt ein Gestell 12,

über welchem sich eine Vielzahl von Wärmetauschereinheiten 14 erhebt, die über Verbindungsleitungen 16 und 18 so miteinander verbunden sind, daß die Wärmetauschereinheiten 14 zwischen einem Einlaß 18 und einem Auslaß 20 in Reihe aufeinanderfolgend durchströmbar sind.

Jede dieser Wärmetauschereinheiten 14 weist, wie in Fig. 3 dargestellt, ein als Ganzes mit 22 bezeichnetes Wärmeaustauschelement auf, welches seinerseits mit thermischen Kontaktflächen 24 auf einer Außenmantelfläche 26 eines Rohrs 28 sitzt, das seinerseits von dem beispielsweise kryogenen Medium durchströmt ist.

Vorzugsweise erstreckt sich das Wärmeaustauschelement 22 in Richtung einer Längsachse 30 des Rohrs 28 im wesentlichen über die gesamte Länge desselben, wobei sich das Rohr 28 seinerseits zwischen den Verbindungsleitungen 16 und 18 erstreckt. Um einen guten thermischen Kontakt zwischen der Außenmantelfläche 26 des Rohrs 28 und den thermischen Kontaktflächen 24 des Wärmeaustauschelements 22 herzustellen, liegen die thermischen Kontaktflächen 24 möglichst großflächig und mit einer Anpresskraft beaufschlagt an. Vorzugsweise ist das Rohr 28 kraft- und formschlüssig in einem Längsdurchbruch 32 des Wärmeaustauschelements 22 fixiert, wobei das Rohr 28 im wesentlichen über seinen ganzen Umfang von den thermischen Kontaktflächen 24 umschlossen ist.

Um eine derart feste Fixierung des Wärmeaustauschelements 22 auf der Außenmantelfläche 26 des Rohrs 28 zu erreichen, umfaßt das Wärmeaustauschelement 22 einen Anschlußkörper 34, welcher eine Vielzahl von Wärmetauscherrippen 36 trägt, wobei die Wärmetauscherrippen 36 jeweils auf einem, an den Anschlußkörper 34 angeformten Fuß 38 sitzen.

Ferner umfaßt der Anschlußkörper 34 seinerseits zwei als Halbschalen ausgebildete Träger 40a und 40b, welche jeweils als Halbschalen thermische Kontaktflächen 24a und 24b aufweisen. Die beiden Träger 40 sind durch zwei Deformationselemente 44a und 44b miteinander verbunden, wobei die Deformationselemente 44a und 44b in den Figuren 4 und 5 im undeformierten Zustand dargestellt sind. Jedes dieser Deformationselemente 44 umfaßt zwei Schenkel 46a und 46b, die beide über eine Basis 48 miteinander verbunden sind, im undeformierten Zustand des Deformationselements 44 im Abstand voneinander verlaufen und somit einen Zwischenraum 50 zwischen sich einschließen. Die der Basis 48 abgewandten Enden der Schenkel 46a und 46b sind jeweils einstückig an die Träger 40a bzw. 40b angeformt.

Erfindungsgemäß sind die beiden Deformationselemente 44a und 44b auf gegenüberliegenden Seiten der Längsachse 30 angeordnet und

liegen symmetrisch zu einer Symmetrieebene 52, die durch die Längsachse 30 hindurchverläuft.

Der Zwischenraum 50 erstreckt sich bei jedem der Deformationselemente 44 bis zu dem Längsdurchbruch 32. Am Übergang jedes Zwischenraums 50 in den Längsdurchbruch 32 entstehen Innenkanten 54a und 54b, die im undeformierten Zustand jeweils einen Abstand voneinander aufweisen. Ausgehend von jeder der Innenkanten 54a verläuft die thermische Kontaktfläche 24a und ausgehend von jeder der Innenkanten 54b die thermische Kontaktfläche 24b. Beide Innenkanten 54a liegen in einer Trennebene 56a und beide Innenkanten 54b in einer Trennebene 56b.

Vorzugsweise hat bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die thermische Kontaktfläche 24a die Form einer ausgehend von einer durch die Zylinderachse verlaufenden Mittelebene hälftigen kreiszylindrischen Mantelfläche 42a, wobei die Trennebene 56a die Mittelebene bildet, so daß eine zu der Zylindermantelfläche 42a gehörende Zylinderachse 58a in der Trennebene 56a mittig zwischen den Innenkanten 54a liegt.

Gleiches gilt für die hälftige kreiszylindrische Mantelfläche 42b, so daß deren Zylinderachse 58b in der Trennebene 56b liegt.

Im undeformierten Zustand ist somit das Rohr 28 mit Spiel konzentrisch zur Längsachse 30 in den Längsdurchbruch 32 zwischen den an die Außenmantelfläche 26 des Rohrs 28 angepaßten Mantelfläche 42a und 42b einschiebbar.

Die Fixierung des Wärmeaustauschelements 22 auf dem eingeschobenen Rohr 28 erfolgt durch Deformation der Schenkel 46 der Deformationselemente 44 und zwar unter Zusammendrücken der Schenkel 46 gegeneinander, so daß der Zwischenraum 50 im Bereich der Innenkanten 54a und 54b gegen Null geht und folglich die Trennebenen 56a und 56b im wesentlichen zu einer Ebene zusammenfallen. In diesem Fall legen sich die thermischen Kontaktflächen 42a und 42b, welche passend zur Außenmantelfläche 26 des Rohrs 28 ausgebildet sind, vollflächig an der Außenmantelfläche 26 des Rohrs 28 an, und zwar im wesentlichen über den gesamten Umfang, wie in Fig. 3 dargestellt.

Zur Einleitung der für die Deformation erforderlichen Kräfte sind an beiden Trägern 40 Angriffsflächen 60a bzw. 60b vorgesehen. Diese Angriffsflächen 60a und 60b werden getragen von Verstärkungsrippen 62a und 62b, die jeweils an einen der Füße 38 der Wärmetauscherrippen 36 angeformt sind, wobei jeweils die Füße 38'' angeformte Verstärkungsrippen 62 aufweisen, die den Deformationselementen 44a am nächsten kommen.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel trägt jeder der Träger 40a und 40b drei Füße, nämlich einen sich im wesentlichen senkrecht von

der Trennebene 56 weg erstreckenden Fuß 38' und zwei im Winkel von ungefähr 45° zu diesem Fuß 38' verlaufende Füße 38''. Ferner sind noch die beiden Deformationselemente 44a und 44b jeweils in einen Fuß 38''' integriert, der in der Symmetrieebene 52 liegt. Die Verstärkungsrippen 62 sind bei diesem Ausführungsbeispiel daher an die Füße 38'' angeformt und zwar jeweils auf einer dem Fuß 38' zugewandten Seite derselben.

Vorzugsweise sind die Angriffsflächen 60 muldenähnlich geformt, um ein sicheres Angreifen eines als Ganzes mit 70 bezeichneten und in Fig. 6 dargestellten Deformationswerkzeugs zu erlauben.

Dieses Deformationswerkzeug 70 umfaßt ein Paar im Abstand voneinander angeordneten Achsen 72 und 74, auf welchen jeweils ein Paar von Druckscheiben 76a und 76b bzw. 78a und 78b sitzt. Die Druckscheiben 76 und 78 sind frei drehbar auf den Achsen 72 und 74 gelagert und weisen einen derartigen Abstand A auf, daß sie mit ihren Außenrändern 80 auf den Angriffsflächen 60 abrollbar sind. Wie bereits in Fig. 3 dargestellt, laufen die Druckscheiben 76a und 76b auf den Angriffsflächen 60b und die Druckscheiben 78a und 78b auf den Angriffsflächen 60a.

Der Abstand der beiden Achsen 72 und 74 ist so gewählt, daß die Druckscheiben 76 und 80 die Deformationselemente 44 von ihrem undeformierten Zustand in ihren deformierten Zustand überführen, wobei die Druckscheiben 76 und 78 über ihre Außenränder 80 zunächst auf die beiden Träger 40a und 40b wirken und diese in Richtung aufeinander zu bewegen, wobei eine Deformation im Bereich der Schenkel 46 des jeweiligen Deformationselementes 44 erfolgt. Um die Achsen 72 und 74 in einem definierten Abstand zu halten, sind diese beispielsweise an einer Grundplatte 82 gelagert, an welcher eine parallel zur Längsachse 30 gerichtete Zugkraft 84 angreift, um das Deformationswerkzeug 70 in Richtung der Längsachse 30 zu bewegen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Deformationswerkzeuges weist nicht nur die beiden Sätze 76 und 78 von Druckscheiben auf, sondern noch zusätzliche Sätze 86 und 88, wobei diese Druckscheiben 86 und 88 in gleicher Weise auf von der Grundplatte 82 abstehenden Achsen 90 und 92 sitzen.

Vorzugsweise wird der deformierte Zustand der Deformationselemente 44 dabei in zwei Stufen erreicht, wobei in einer ersten Stufe die Druckscheiben 86 und 88 wirken und in einer zweiten Stufe die Druckscheiben 76 und 78, die dann schließlich den Anschlußkörper 34 in den vollständig deformierten Zustand der Deformationselemente überführen.

Vorzugsweise sind die Träger 40a und 40b des Anschlußkörpers 34 dabei deformationsfrei ausge-

bildet, so daß die auf diese übertragene Kraft zu keiner Deformation der Träger 40 selbst führt, sondern lediglich zur Deformation der Schenkel 46 der Deformationselemente 44.

Die Wärmetauscherrippen 36 sind vorzugsweise bei einer Variante des erfindungsgemäßen Wärmetauschers (Fig. 7) auf ihren vom Anschlußkörper 34 abstehenden Bereichen mit Oberflächen 134 versehen, welche von Luft beispielsweise in einer Strömungsrichtung 136 umströmt sind, wobei die Luft Wärme über die Oberfläche 134 an die Wärmetauscherrippen 36 abgibt, welche diese über den Anschlußkörper 34 in das Rohr 28 einleiten, so daß in diesem das durchströmende cryogene Medium, vorzugsweise der Stickstoff, verdampft wird.

Diese Oberflächen 134 tragen eine Schicht 136 aus eloxiertem Aluminium, wobei die Schicht das eloxierte Aluminium vorzugsweise schwarz eingefärbt ist.

Durch diese Schicht 136 aus eloxiertem Aluminium wird die Vereisung der Wärmetauscherrippen 132 drastisch reduziert, nämlich dadurch, daß einerseits das Eis auf der Schicht 36 weniger haftet und dadurch, daß aufgrund der schwarzen Einfärbung der Schicht 136 deren Wärmeaufnahme erhöht ist, so daß ein größerer Eintrag von Wärme in die Wärmetauscherrippen 36 erfolgt.

Darüberhinaus bietet die Schicht 136 noch den Vorteil, daß die Wärmetauscherrippen 36 besser gegenüber Verwitterung und aggressiven Industriegasen geschützt sind.

Vorzugsweise ist das erfindungsgemäße Wärmeaustauschelement 22 einstückig aus Aluminium hergestellt und wird nach dem Versehen der Oberfläche 134 mit der Schicht 136 auf dem Rohr 28 montiert, wobei diese Montage entweder durch Aufschumpfen oder Deformation des Anschlußkörpers 34 erfolgt.

Patentansprüche

1. Wärmeaustauschelement, welches auf einem mediumdurchströmten Rohr fixierbar ist, mit einem an Außenmantelflächen des Rohrs mit thermischen Kontaktflächen anlegbaren Anschlußkörper und mit vom Anschlußkörper abstehenden Wärmetauscherrippen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anschlußkörper (34) ein Deformationselement (44) aufweist, welches von einem undeformierten in einen deformierten Zustand bringbar ist, daß das Deformationselement (44) im undeformierten Zustand die thermischen Kontaktfläche (24) und ein Gegenlager so hält, daß das Rohr (28) relativ zu diesen bewegbar ist, und daß das Deformationselement (44) im deformierten Zustand die thermische Kontaktfläche (24) an der Außenmantelflächen (26)

des Rohrs (28) anliegend hält.

2. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußkörper (34) mindestens eine das Rohr (28) form-schlüssig über einen Teilumfang übergreifende Kontaktfläche (24) aufweist.
3. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußkörper (34) mindestens eine halbschalenförmige thermische Kontaktfläche (24) aufweist.
4. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Kontaktfläche (24) an einem Träger (40) für mindestens einen Teil der Wärmetauscherrippen (36) angeordnet ist.
5. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Träger (40) im wesentlichen über dieselbe axiale Länge wie die Wärmetauscherrippen (36) erstreckt.
6. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußkörper (34) zwei einander gegenüberliegende thermische Kontaktflächen (24a, b) aufweist.
7. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die thermischen Kontaktflächen (24) die Form von axial geteilten Halbzylindermantelflächen (42a, b) aufweisen.
8. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Deformationselement (44) zwei im undeformierten Zustand im Abstand voneinander verlaufende Schenkel (46a, b) aufweist, welche zum Erreichen des deformierten Zustandes aufeinander zu bewegbar sind.
9. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schenkel (46a, b) über eine Basis (48) miteinander verbunden sind.
10. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Schenkel (46) mit seinem der Basis (48) gegenüberliegenden Ende mit dem Träger (40) verbunden ist.

11. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Schenkel (46) mit seinem der Basis (48) gegenüberliegenden Ende mit einem der Träger (40) verbunden ist. 5
12. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Deformationselement (44) einstückig an den Träger (40) angeformt ist. 10
13. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußkörper (34) ein einstückig das Rohr (28) umgreifendes Teil ist. 15
14. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußkörper (34) mit einer Angriffsfläche (60) für ein Deformationswerkzeug (70) versehen ist. 20
15. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Angriffsfläche (60) am Träger (40) sitzt. 25
16. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Angriffsfläche (60) am Fuß (38'') einer der Wärmetauscherrippen (36) sitzt. 30
17. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Deformationselement (44) den Fuß (38''') einer der Wärmetauscherrippen (36) bildet. 35
18. Wärmeaustauschelement nach einem der Ansprüche 4 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (40) deformationsfrei ausgebildet ist. 40
19. Wärmeaustauschelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherrippen (36) eine Außenhaut aus Aluminium aufweisen und daß die Außenhaut auf ihrer luftumströmten Oberfläche (134) eine Schicht (136) aus eloxiertem Aluminium trägt. 45
50
20. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (136) aus gefärbten eloxiertem Aluminium ist.
21. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das eloxierte Aluminium dunkel eingefärbt ist. 55
22. Wärmeaustauschelement nach einem der Ansprüche 19 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherrippen (36) aus Aluminium sind.
23. Wärmeaustauschelement nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeaustauschelement (22) ein einstückiges Teil aus Aluminium ist und oberflächlich mit einer eloxierten Schicht aus Aluminium (136) versehen ist.
24. Wärmetauschereinheit umfassend ein Rohr und ein auf diesem fixiertes Wärmeaustauschelement, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeaustauschelement (22) nach einem der voranstehenden Ansprüche ausgebildet ist und in seinem deformierten Zustand auf dem Rohr (28) durch Form- und Kraftschluß fixiert ist.

FIG. 1

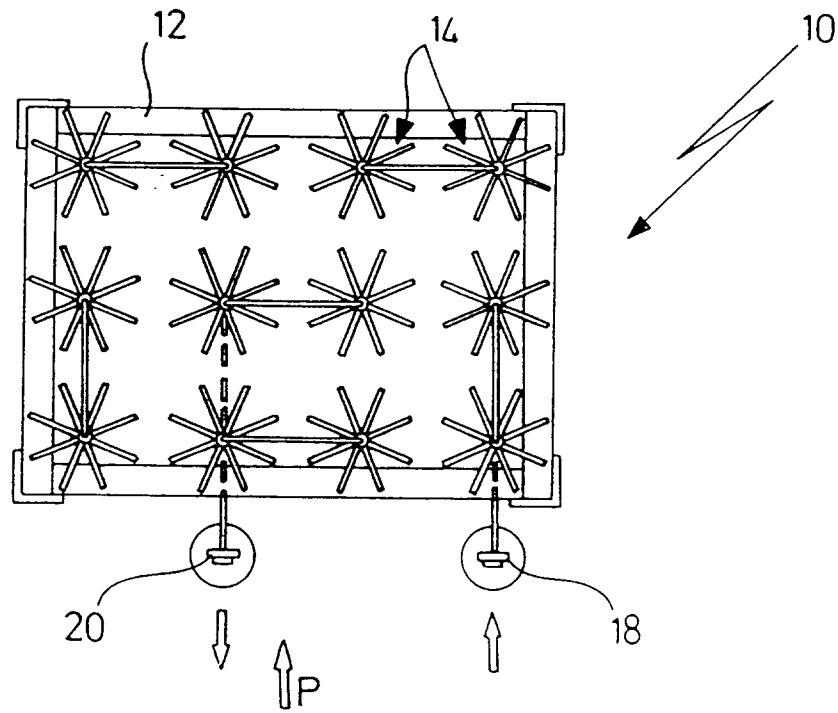


FIG. 2

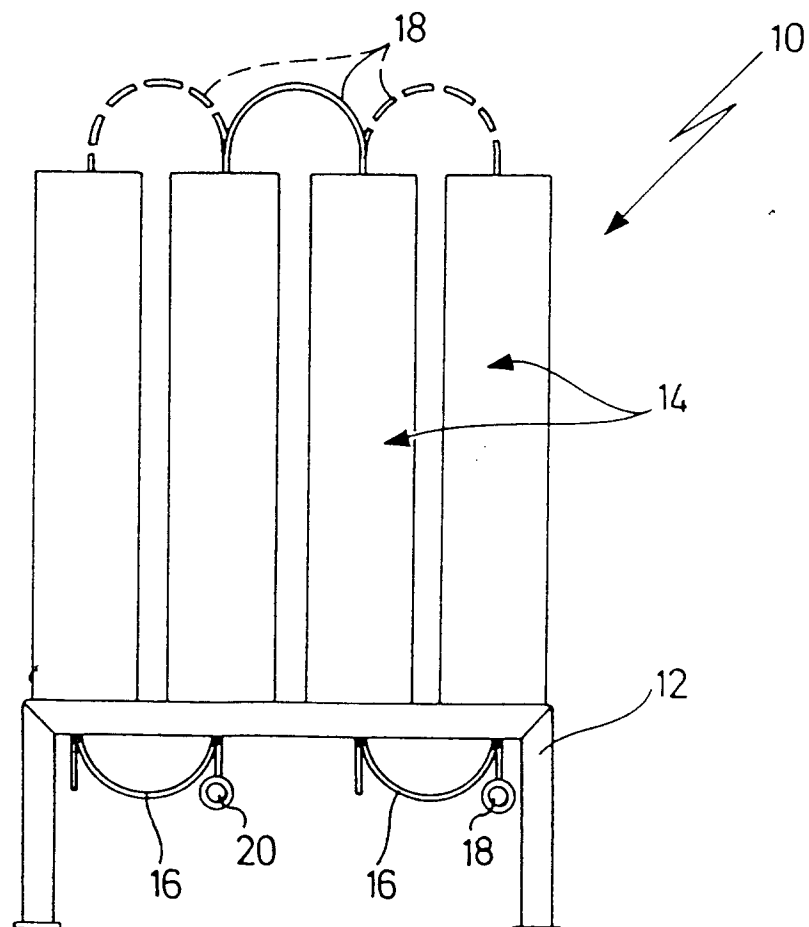


FIG. 3

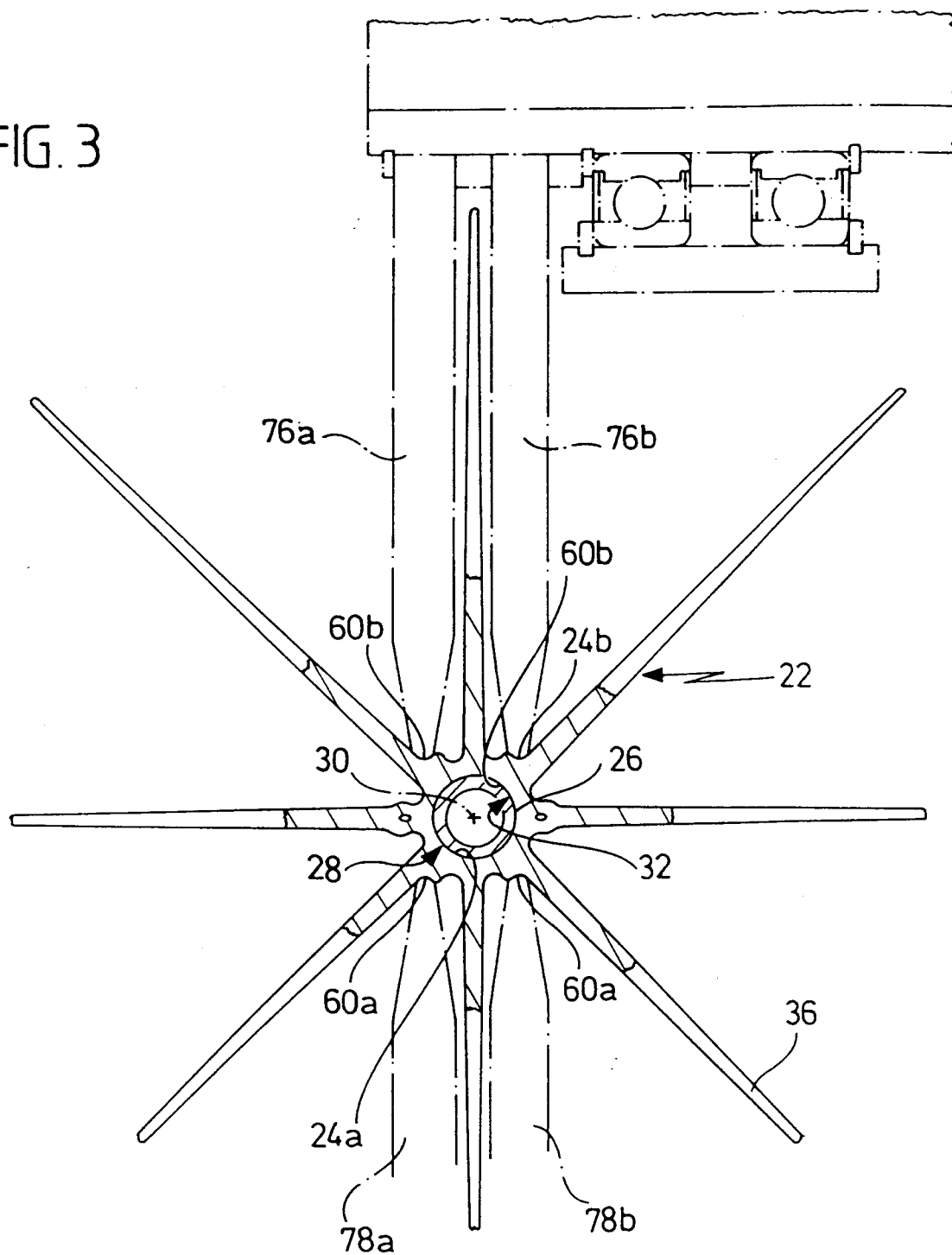
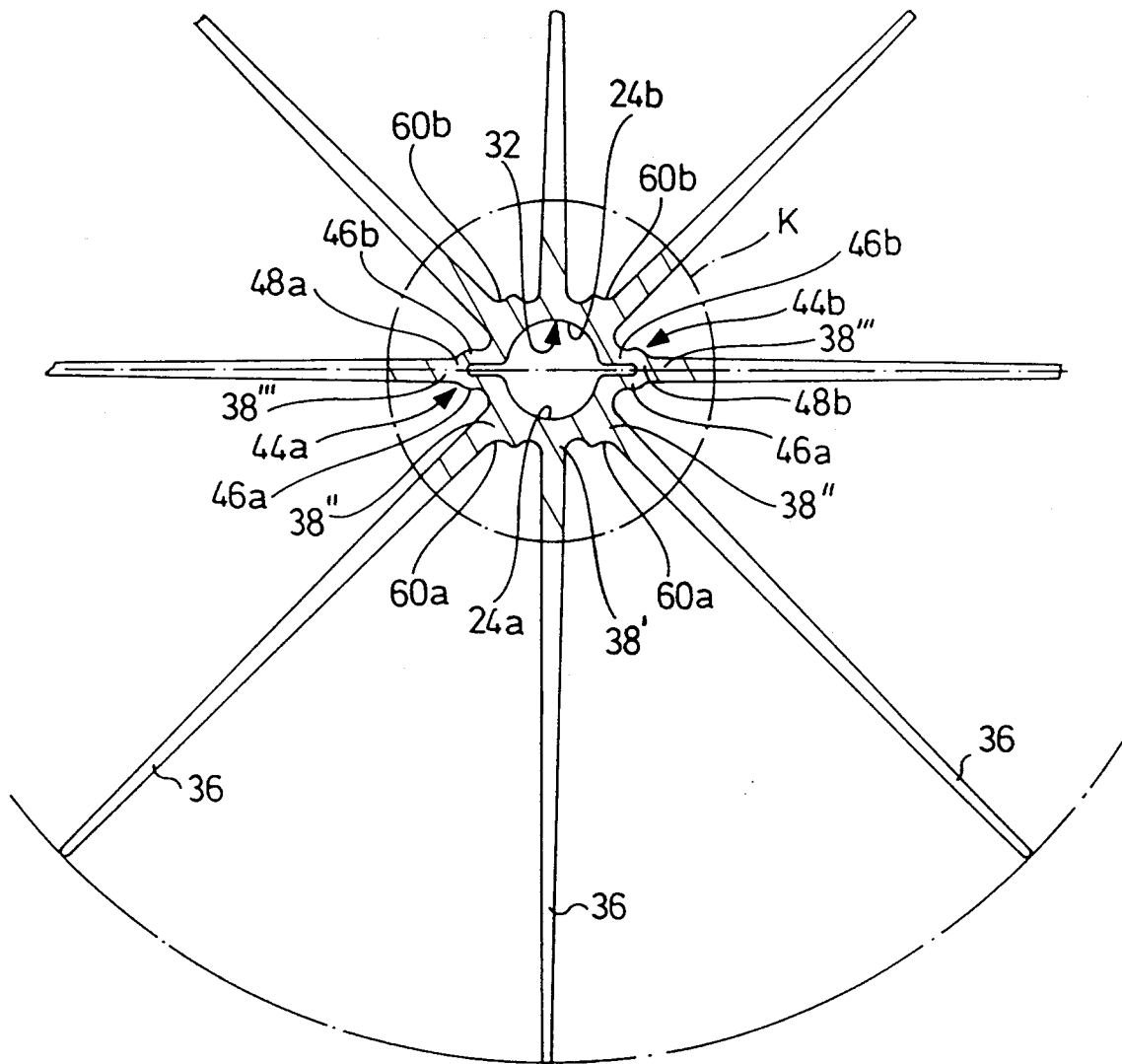


FIG. 4



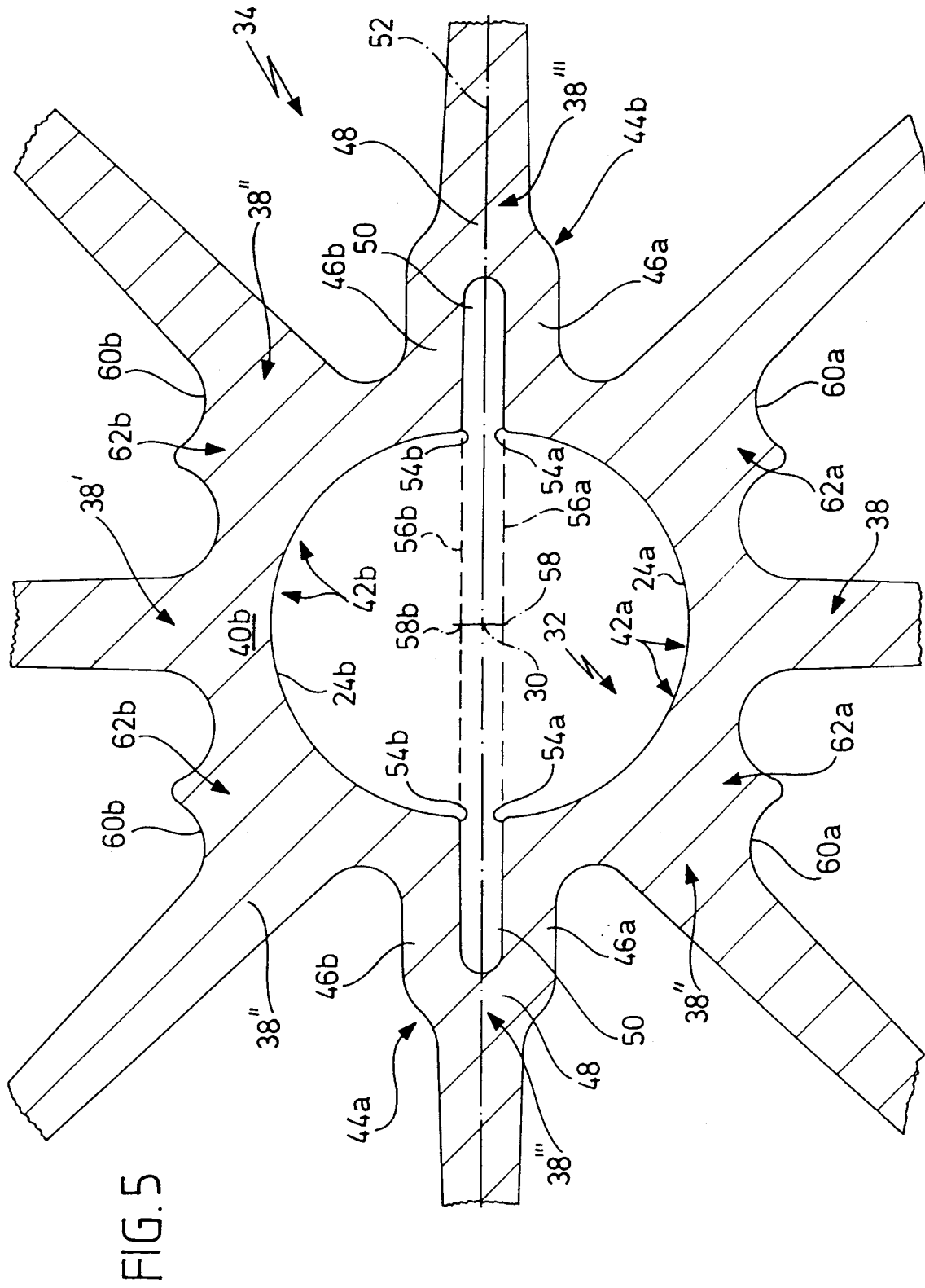


FIG. 6

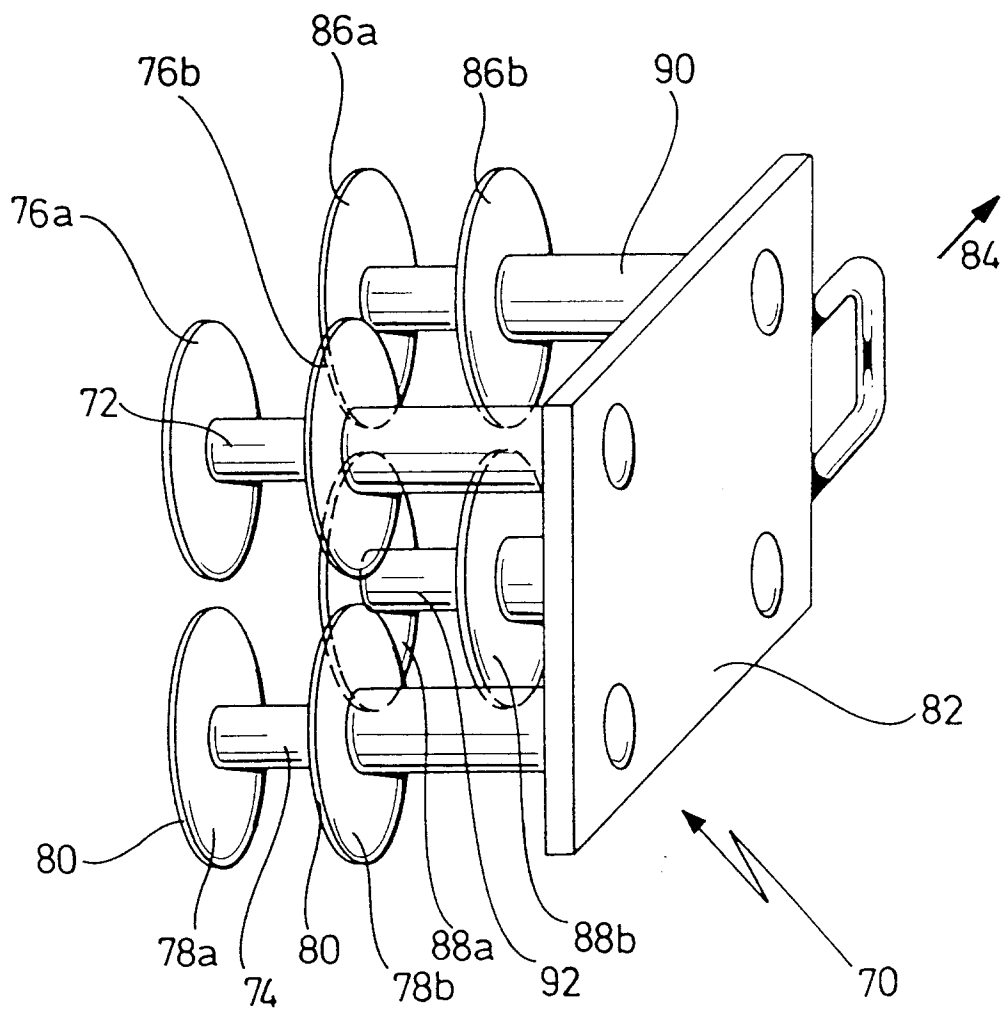


Fig 7

