



(10) **AT 515210 A4 2015-07-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50014/2014 (51) Int. Cl.: **F25B 3/00** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 09.01.2014 **F28D 7/10** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2015

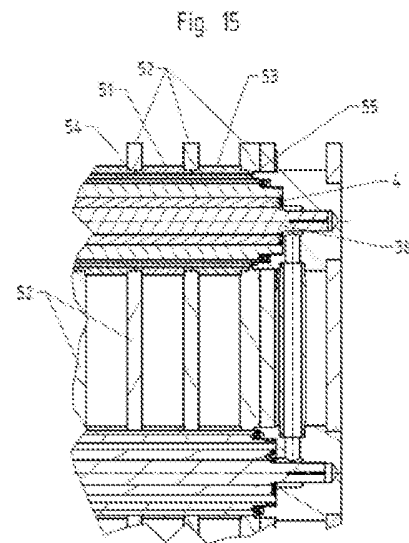
(56) Entgegenhaltungen:
WO 9830846 A1
US 3846302 A
US 3258197 A
WO 2009015402 A1

(71) Patentanmelder:
ECOP TECHNOLOGIES GMBH
4020 Linz (AT)

(74) Vertreter:
SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE
WIEN

(54) **Vorrichtung zum Umwandeln thermischer Energie**

(57) Vorrichtung (20) zum Umwandeln thermischer Energie niedriger Temperatur in thermische Energie höherer Temperatur mittels mechanischer Energie und umgekehrt mit einem drehbar um eine Drehachse (22) gelagerten Rotor (21), in dem ein Strömungskanal für ein einen geschlossenen Kreisprozess durchlaufendes Arbeitsmedium vorgesehen ist, das in einer Verdichtereinheit (23) zur Druckerhöhung mit Bezug auf die Drehachse nach außen geführt wird und in einer Entspannungseinheit (24) zur Druckverringerung mit Bezug auf die Drehachse (22) nach innen geführt wird, wobei zumindest ein in Bezug auf die Drehachse innerer Wärmetauscher (1'') und zumindest ein in Bezug auf die Drehachse äußerer Wärmetauscher (1') für einen Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium und einem Wärmeaustauschmedium vorgesehen sind, wobei die Wärmetauscher (1', 1'') bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Rotors (21) angeordnet sind, wobei der Rotor (21) einen den inneren (1'') und/oder äußeren Wärmetauscher (1') über die Länge abstützenden Stützkörper (51) zur Halterung des inneren (1'') und/oder äußeren Wärmetauschers (1') aufweist.



AT 515210 A4 2015-07-15

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Umwandeln thermischer Energie niedriger Temperatur in thermische Energie höherer Temperatur mittels mechanischer Energie und umgekehrt mit einem drehbar um eine Drehachse gelagerten Rotor, in dem ein Strömungskanal für ein einen geschlossenen Kreisprozess durchlaufendes Arbeitsmedium vorgesehen ist, das in einer Verdichtereinheit zur Druckerhöhung mit Bezug auf die Drehachse im Wesentlichen radial nach außen geführt wird und in einer Entspannungseinheit zur Druckverringerung mit Bezug auf die Drehachse im Wesentlichen radial nach innen geführt wird, wobei zumindest ein in Bezug auf die Drehachse innerer Wärmetauscher und zumindest ein in Bezug auf die Drehachse äußerer Wärmetauscher für einen Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium und einem Wärmeaustauschmedium vorgesehen sind, wobei die Wärmetauscher bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Rotors angeordnet sind.

Aus dem Stand der Technik sind bereits rotierende Wärmepumpen bzw. Wärmekraftmaschinen bekannt, bei denen ein gasförmiges Arbeitsmedium in einem geschlossenen thermodynamischen Kreisprozess geführt wird.

In der WO 2009/015402 A1 ist eine Wärmepumpe bzw. Wärmekraftmaschine beschrieben, bei der das Arbeitsmedium in einem Rohrleitungssystem eines Rotors einen Kreisprozess mit den Arbeitsschritten a) Verdichtung des Arbeitsmediums, b) Wärmeabfuhr vom Arbeitsmedium mittels eines Wärmetauschers, c) Entspannung des Arbeitsmediums und d) Wärmezufuhr zum Arbeitsmedium mittels eines weiteren Wärmetauschers durchläuft. Die Druckerhöhung bzw. Druckverringerung des Arbeitsmediums stellt sich durch die Zentrifugalbeschleunigung ein, wobei das Arbeitsmedium in einer Verdichtungseinheit bezüglich einer Drehachse radial nach außen und in einer Entspannungseinheit radial nach innen strömt. Die Wärmeabfuhr vom Arbeitsmedium an ein Wärmeaustauschmedium des Wärmetauschers erfolgt in einem axialen bzw. parallel zur Drehachse verlaufenden Abschnitt des Rohrleitungssystems, dem ein mitrotierender, das Wärmeaustauschmedium aufweisender Wärmetauscher zugeordnet ist. Diese Vorrichtung ermöglicht bereits eine effiziente Umsetzung von mechanischer Energie und Wärmeenergie niedriger Temperatur in Wärmeenergie höherer Temperatur.

In der Praxis werden hohe Anforderungen an die Stabilität der Vorrichtung gestellt, welche aufgrund der Drehbewegung des Rotors hohen Fliehkräften ausgesetzt sein kann.

Im Stand der Technik wurden die Wärmetauscher im Bereich der stirnseitigen Enden der Wärmetauscher eingespannt. Nachteiligerweise können sich die Wärmetauscher bei dieser Ausführung im Betrieb zwischen den Einspannungen an den Enden durchbiegen, wodurch die Stabilität der Anordnung beeinträchtigt wird. Zudem kann hiermit die Betriebssicherheit nicht gewährleistet werden.

Demnach besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine rotierende Vorrichtung zum Umwandeln thermischer Energie, wie eingangs angegeben, zu schaffen, welche hohen Kräften im Betrieb der Vorrichtung zuverlässig standhalten kann.

Dies wird bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung dadurch erzielt, dass der Rotor einen den inneren und/oder äußeren Wärmetauscher über dessen Längserstreckung abstützenden Stützkörper zur Halterung des inneren und/oder äußeren Wärmetauschers aufweist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung nützt die Zentrifugalbeschleunigung des rotierenden Systems, um verschiedene Druck- bzw. Temperaturniveaus zu erzeugen; dem verdichteten Arbeitsmedium wird hierbei Wärme hoher Temperatur entzogen bzw. zugeführt und dem entspannten Arbeitsmedium wird Wärme vergleichsweise niedriger Temperatur zugeführt bzw. entzogen. Je nach Strömungsrichtung des Arbeitsmediums wird die Vorrichtung dabei wahlweise als Wärmepumpe oder Motor betrieben werden. Hierbei wird ein in Bezug auf die Drehachse innerer Wärmetauscher und zumindest ein in Bezug auf die Drehachse äußerer Wärmetauscher verwendet, welche bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Rotors angeordnet sind. Der innere Wärmetauscher ist für einen Wärmeaustausch bei niedrigerer Temperatur und der äußere Wärmetauscher für einen Wärmeaustausch bei höherer Temperatur vorgesehen. Bevorzugt sind mehrere innere Wärmetauscher und mehrere äußere Wärmetauscher vorgesehen, welche jeweils in gleichen radialen Abständen zur Drehachse angeordnet sind. Erfindungsgemäß weist der Rotor einen Stützkörper auf, welcher den inneren bzw. äußeren Wärmetauscher über die Länge des Wärmetauschers zwischen den

Stirnseiten gegenüber im Betrieb auftretenden Radialkräften unterstützt. Bei dieser Ausführung weist der Rotor einen Stützkörper auf, welcher den inneren bzw. äußeren Wärmetauscher über die Länge des Wärmetauschers zwischen den Stirnseiten gegenüber im Betrieb auftretenden Radialkräften unterstützt. Vorteilhafterweise wird der Wärmetauscher mittels des Stützkörpers im Wesentlichen gleichmäßig in Längsrichtung des Wärmetauschers abgestützt, so dass lediglich geringe bzw. unkritische Biegungen entlang des Wärmetauschers auftreten. Bevorzugt sind sämtliche Wärmetauscher an einem gemeinsamen Stützkörper montiert, welcher als Bestandteil des Rotors um die Drehachse rotierend angeordnet ist. Hiermit kann eine besonders stabile Ausführung erzielt werden, mit welcher die im Betrieb der Vorrichtung auftretenden Kräfte aufgenommen werden können. Der Stützkörper kann aus einem Bauteil oder mehreren, in Längsrichtung des Wärmetauschers beabstandeten Bauteilen bestehen.

Um den Stützkörper im Betrieb der Vorrichtung im Wesentlichen auf der Temperatur des zumindest einen inneren Wärmetauschers zu halten, ist es von Vorteil, wenn der zumindest eine äußere Wärmetauscher zwischen dem Außenrohr und dem Stützkörper ein Isolationselement aus einem thermisch isolierenden Material aufweist, wobei der innere Wärmetauscher von einem Isolationselement frei bleibt. Um die absolute Temperatur niedrig zu halten, können die äußeren bzw. achsfernen Wärmetauscher, welche unter Normalbetrieb eine höhere relative Temperatur als die inneren bzw. achsnahen Wärmetauscher aufweisen, durch insbesondere rohrförmige Isolationselemente mit einer im Vergleich zum Stützkörper wesentlich niedrigeren Wärmeleitfähigkeit von dem Stützkörper wärmeisoliert werden. Das thermisch isolierende Material weist bevorzugt eine Zugfestigkeit von mindestens 10 Mpa auf, um ein Fließen unter der Belastung zu vermeiden. Zudem soll das thermisch isolierende Material eine Temperaturstabilität aufweisen, die der maximalen Temperatur des Wärmetauschers entspricht. Daher bietet sich gewöhnliches Polycarbonat bei Einsatztemperaturen bis max. 120°C an. Bei höheren Temperaturen bis ca. 200°C können Polyetheretherketon, insbesondere mit Füllstoffen wie Kohlefaser oder Glasfaser, Polyamid, insbesondere mit diversen Füllstoffen, Hartfaserwerkstoffe oder andere Hochtemperaturwerkstoffe mit geringer Wärmeleitfähigkeit eingesetzt werden. Durch

die Wärmeisolation des Stützkörpers von dem äußeren Wärmetauscher einerseits bei Fehlen eines solchen Isolationselements am inneren Wärmetauscher andererseits sind für den Stützkörper im Wesentlichen die Temperaturen des inneren Wärmetauschers maßgebend. Dadurch treten vorteilhafterweise keine bzw. geringere Festigkeitseinbußen bei dem Stützkörper auf. Insbesondere wirkt sich dies bei Verwendung von Aluminium bzw. Aluminium-Legierungen aus, da diese in der Regel ab ca. 50°C Festigkeitsabschläge zeigen. Ein weiterer Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass sich innerhalb des Stützkörpers geringere Temperaturgradienten einstellen, da sich die Temperatur des achsnahen Wärmetauschers im Wesentlichen bis zur Isolationsschicht um den achsfernen Wärmetauscher einstellt. Dadurch kommt es zu geringeren Eigenspannungen im Stützkörper. Bei besonders hohen Temperaturen ist es allerdings auch denkbar, dass sowohl der achsferne als auch der achsnahe Wärmetauscher mittels Isolationselementen von dem Stützkörper wärmeisoliert werden. In diesem Fall kann der Stützkörper mit einer aktiven Kühlung (z.B. über Wasserkühlung, Wärmestrahlung oder Konvektion) ausgestattet werden, um Einbußen in der Festigkeit des Stützkörpers zu verhindern.

In einer bevorzugten Ausführung ist der Stützkörper als Gusskörper, insbesondere aus Aluminium, hergestellt, wobei vorzugsweise hochfeste Aluminiumlegierungen, beispielsweise AlCu4Ti, verwendet werden. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit von Aluminium ist die Anordnung des Isolationselements zumindest an dem inneren Wärmetauscher von Vorteil.

Alternativ kann der Stützkörper aus (beispielsweise bainitischen) Gusseisen hergestellt sein. Aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit kann bei einem derartig hergestellten Stützkörper das Isolationselement des achsfernen Wärmetauschers entfallen. Aufgrund der geringen Festigkeitsabschläge bei höheren Temperaturen eignet sich diese Stützvariante sehr gut für Hochtemperaturanwendungen.

Weiters kann der Stützkörper aus Stahl unter Verwendung von Schweißverbindungen hergestellt sein, wobei diese Ausführung besondere Kostenvorteile, bei vergleichsweise hohen Festigkeitsei-

genschaften, mit sich bringt. Ein weiterer Vorteil eines geschweißten Stützkörpers ist die beinahe unbeschränkte Größenskalisierung. Dabei sind Durchmesser des Rotors von zumindest 4m denkbar. Diese Variante hat auch den Vorteil, dass aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit von Stahl auf ein Isolationselement am äußeren Wärmetauscher verzichtet werden kann.

Zudem kann der Stützkörper aus Faserverbundwerkstoffen gefertigt sein, die vorteilhafterweise sehr leicht sind und eine hohe Steifigkeit besitzen.

Weiters kann der Stützkörper aus Halbzeugen zusammengefügt sein, wobei beispielsweise Aluminiumplatten und Aluminiumrohre und/oder Stahlplatten und Stahlrohren verwendet werden können. Hierbei können sämtliche Werkstoffe verwendet werden, die in Platten- bzw. Rohrform als Halbzeug verfügbar sind. Ein Vorteil dieser Ausführung liegt darin, dass aufgrund der direkten Verwendung von Halbzeugen insbesondere ohne Nachbearbeitung bei hoher Temperatur (wie beispielsweise beim Schweißen) Festigkeitseinbußen weitgehend vermieden werden können.

Zur Aufnahme von Fliehkräften ist es günstig, wenn der Stützkörper mehrere im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse angeordnete, in Richtung der Drehachse beabstandete Plattenelemente aufweist, welche Ausnehmungen zur Lagerung der Wärmetauscher aufweisen. Die Plattenelemente können Ausschnitte bzw. Vertiefungen aufweisen, um das Gewicht des Stützkörpers zu reduzieren und/oder um die Steifigkeit der Plattenelemente zu verändern. Dies kann vorteilhafterweise dazu genutzt werden, um beim Übergang zum Randbereich, welcher ein erhöhtes Gewicht aufweisen kann, gleichmäßige Verformungen zu erzielen. Die Plattenelemente sind bevorzugt in gleichen Abständen angeordnet. Bevorzugt sind die Plattenelemente scheibenförmig ausgebildet. Bei dieser Ausführung werden die Wärmetauscher zwischen den Platten aufgrund der Zentrifugalbeschleunigung geringfügig durchgebogen und es entstehen zusätzliche Biegespannungen, die der Wärmetauscher aufnehmen muss. Der Vorteil dieser Ausführung liegt jedoch darin, dass bei einer Herstellung aus Halbzeugen eine erhöhte Festigkeit in den Rohmaterialien erzielt werden kann. Bei dieser Ausführung ist es zudem von Vorteil, wenn der Wärmetauscher an der Außenseite ein

Stützrohr aufweist, das in Umfangrichtung verlaufende Vertiefungen zur Aufnahme der Plattenelemente aufweist. Vorteilhafterweise können hiermit Scherkräfte aufgenommen werden.

Gemäß einer alternativen Ausführung ist als Stützkörper ein in Richtung der Drehachse erstreckter Profilkörper vorgesehen, welcher ein Innenelement mit zumindest einer inneren Aussparung für den zumindest einen inneren Wärmetauscher und zumindest ein Außenelement mit zumindest einer äußeren Aussparung für den zumindest einen äußeren Wärmetauscher aufweist. Der Profilkörper ist bei einer Anordnung von zumindest zwei äußeren bzw. zwei inneren Wärmetauschern bezüglich der Drehachse rotationssymmetrisch ausgebildet.

Zur Aufnahme von Kräften ist es besonders günstig, wenn das Innenelement und das Außenelement über im Wesentlichen in radialer Richtung verlaufende Verbindungsstege miteinander verbunden sind.

Um die Spannungen im Profilkörper zu verringern bzw. gleichmäßig zu verteilen, ist es vorteilhaft, wenn mehrere Außenelemente vorgesehen sind, wobei bevorzugt genau zwei Verbindungsstege zwischen dem Innenelement und jedem Außenelement vorgesehen sind. Bevorzugt sind die Verbindungsstege mit den Außenelementen sternförmig um das Innenelement angeordnet. Hinsichtlich der Kraftübertragung ist es günstig, wenn der Abstand zwischen den Verbindungsstegen in radialer Richtung nach außen kontinuierlich zunimmt. Alternativ oder zusätzlich kann die Breite des Verbindungssteiges in radialer Richtung nach außen abnehmen.

Zur Erzielung einer besonders stabilen Ausführung mit geringem Materialaufwand ist es günstig, wenn das zumindest eine Außenelement des Stützkörpers als zylindrische Aufnahme für den äußeren Wärmetauscher ausgebildet ist. Alternativ kann die Aufnahme nach innen teilweise offen sein. Aufgrund des nicht umlaufend unterstützten achsfernen Wärmetauschers kann bei einer Gussherstellung ein Kern pro Wärmetauscher entfallen. Weiters kann die Krafteinleitung im achsfernen Wärmetauscher verbessert werden, wodurch die Spannungen aufgrund der Fliehkräfte reduziert werden können.

Bei einer bevorzugten Ausführung ist zudem vorgesehen, dass der Stützkörper eine die Außenelemente umgebende, zylindrische Einfassung aufweist. Die Außenelemente sind hierbei an der Innenseite der zylindrischen Einfassung befestigt. Durch den zylindrischen Mantel werden die Reibungsverluste im rotierenden Betriebszustand der Vorrichtung deutlich verringert. Vorzugsweise wird der Rotor in einem Raum mit einem Umgebungsdruck von weniger als 50 mbar Absolutdruck, insbesondere weniger als 5 mbar Absolutdruck, betrieben.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, noch weiter erläutert. Im Einzelnen zeigen in der Zeichnung:

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Wärmetauscher für eine erfindungsgemäße Rotor-Vorrichtung zur Übertragung thermischer Energie, wobei zwischen einem Innenrohr und einem Außenrohr ein Wärmeübertragungs-Rohr angeordnet ist;

Fig. 2 einen Ausschnitt des in Fig. 1 dargestellten Wärmetauschers in demgegenüber vergrößertem Maßstab;

Fig. 3 einen weiter vergrößerten Ausschnitt des Wärmetauschers gemäß Fig. 1 bzw. Fig. 2, wobei insbesondere äußere Lamellen des Wärmeübertragungs-Rohrs ersichtlich sind;

Fig. 4 eine alternative Ausführung eines im Strangpressverfahren hergestellten Wärmeübertragungs-Rohrs, das zur Anordnung in einem Wärmetauscher gemäß den Fig. 1 bis 3 vorgesehen ist;

Fig. 5 eine modifizierte Ausführung des in Fig. 4 dargestellten Wärmeübertragungs-Rohrs, bei der die Oberflächen der Lamellen wellenförmig gekrümmt sind;

Fig. 6 einen Ausschnitt des in Fig. 5 dargestellten Wärmeübertragungs-Rohrs in demgegenüber vergrößertem Maßstab;

Fig. 7 eine Ansicht einer rotierenden Vorrichtung zum Umwandeln

thermischer Energie niedriger Temperatur in thermische Energie höherer Temperatur, bei der ein Arbeitsmedium in einem Rotor einen geschlossenen Kreisprozess durchläuft;

Fig. 8 eine weitere Ansicht der in Fig. 7 dargestellten Vorrichtung;

Fig. 9 einen Längsschnitt durch eine alternative Ausführung der Vorrichtung im Bereich des Wärmetauschers, wobei die Strömung des Arbeitsmediums und die Strömung des Wärmeaustauschmediums schematisch (hier im Gegenstrom) dargestellt sind;

Fig. 10 einen vergrößerten Ausschnitt der Vorrichtung im Bereich des Wärmetauschers;

Fig. 11 eine Schnittansicht der Vorrichtung im Bereich eines ringförmigen Spalts zur Erzielung einer Kreisströmung des Arbeitsmediums vor dem Eintritt in den Wärmetauscher;

Fig. 12 eine schaubildliche Ansicht einer Ausführung des Wärmeübertragungs-Rohrs des Wärmetauschers, bei welcher die Stirnflächen der äußeren Lamellen in Strömungsrichtung gesehen nach vorne geneigt sind;

Fig. 13 eine schaubildliche Ansicht einer Verteilereinrichtung, mit welcher eine lineare Strömung des Wärmeaustauschmediums auf eine Vielzahl von ringförmig angeordneten Teilströmen aufgeteilt wird;

Fig. 14 verschiedene Schnittansichten der Verteilereinrichtung gemäß Fig. 13;

Fig. 15 eine Ausführung der Vorrichtung, bei welcher zur Lagerung der Wärmetauscher ein Stützkörper mit mehreren Plattenelementen vorgesehen ist;

Fig. 16 einen Ausschnitt des Stützkörpers mit einem darin gelagerten Wärmetauscher;

Fig. 17 eine schaubildliche Ansicht einer weiteren Ausführung

des Stützkörpers mit im Wesentlichen parallel verlaufenden Verbindungsstegen;

Fig. 18 eine Ansicht einer weiteren Ausführung des Stützkörpers mit in radialer Richtung des Rotors verlaufenden und damit nach außen auseinanderlaufenden Verbindungsstegen;

Fig. 19 eine schaubildliche Ansicht einer weiteren Ausführung des Stützkörpers; und

Fig. 20 eine schaubildliche Ansicht einer weiteren Ausführung des Stützkörpers.

In Fig. 1 ist ein Wärmetauscher 1 zum Einbau in einer rotierenden Vorrichtung 20 zur Umwandlung von Wärmeenergie mittels mechanischer Energie und umgekehrt (vgl. Fig. 7, 8) gezeigt. Der Wärmetauscher 1 weist ein inneres Längselement 2 und ein Außenrohr 3 auf, welches das innere Längselement 2 umgibt. Als inneres Längselement 2 ist ein hohles Innenrohr 4 vorgesehen. Das Außenrohr 3 und das Innenrohr 4 sind koaxial bezüglich einer zentralen Längserstreckungsachse 5 angeordnet. Zwischen dem Innenrohr 4 und dem Außenrohr 3 ist ein Wärmeübertragungsrohr 6 angeordnet, das koaxial zum Außenrohr 3 bzw. zum Innenrohr 4 in Längsrichtung des Wärmetauschers 1 verläuft. Das Wärmeübertragungs-Rohr 6 weist eine Wand 7 mit einer äußeren Mantelfläche 8 und einer inneren Mantelfläche 9 auf, von der äußere Lamellen 10 bzw. innere 11 Lamellen abstehen. Die Lamellen 10, 11 erstrecken sich in Richtung der Längserstreckungsachse 5 des Wärmeübertragungs-Rohrs 6. Die äußeren Lamellen 10 ragen von der äußeren Mantelfläche 8 in radialer Richtung nach außen bis zu einer Innenfläche 12 des Außenrohrs 3. Die inneren Lamellen 11 springen von der inneren Mantelfläche 9 der Wand 7 des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 bis zu einer Außenfläche 13 des Innenrohrs 4 vor. Demnach ist das Wärmeübertragungs-Rohr 6 zwischen dem Innenrohr 4 und dem Außenrohr 3 gehalten, wobei die äußeren Lamellen 10 am Außenrohr 3 und die inneren Lamellen 11 am Innenrohr 4 abgestützt sind. Zwischen den äußeren Lamellen 10 sind Zwischenräume 14 ausgebildet, die Wärmetauschkanäle 15 für ein erstes Wärmeaustauschmedium ausbilden. In entsprechender Art und Weise bilden Zwischenräume 16 zwischen den inneren Lamellen 11 Wärme-

tauschkanäle 17 für ein zweites Wärmeaustauschmedium.

Wie weiters aus Fig. 1 ersichtlich, sind eine Vielzahl, beispielsweise 250, von äußeren Lamellen 10 bzw. inneren Lamellen 11 vorgesehen, so dass in regelmäßigen Winkelabständen in Umfangsrichtung des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 beabstandete äußere Wärmetauschkanäle 15 für das erste Wärmeaustauschmedium bzw. innere Wärmetauschkanäle 17 für das zweite Wärmeaustauschmedium ausgebildet werden. Zweckmäßigerweise strömt das Wärmeaustauschmedium mit dem niedrigeren absoluten Druck in den äußeren Wärmeaustauschkanälen 15 zwischen den äußeren Lamellen 10, wobei das zweite Wärmeaustauschmedium mit erheblich höherem Druck durch die Wärmetauschkanäle 17 zwischen den inneren Lamellen 11 strömen kann.

Die beidseitige Abstützung des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 ermöglicht es, dass durch den Differenzdruck verursachte Spannungen im Bereich der Wand 7 des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 über die äußeren Lamellen 10 auf das Außenrohr 3 übertragen werden. Umgekehrt können in die Wand 7 eingeleitete Kräfte über die inneren Lamellen 11 auf das Innenrohr 4 übertragen werden, wenn in den äußeren Wärmetauschkanälen 15 das Wärmeaustauschmedium mit dem höheren Druck strömt. Somit wird eine mechanisch sehr stabile Anordnung des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 erzielt, welche zur Optimierung des Wärmeübergangs zwischen den Wärmeaustauschmedien dünnwandig ausgeführt sein kann. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführung beträgt das Verhältnis zwischen einer Wandstärke s der Wand 7 des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 und einer Wandstärke s' des Außenrohrs 3 ungefähr 0,2. Weiters beträgt das Verhältnis zwischen der Wandstärke s des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 und einer Wandstärke s'' des Innenrohrs 4 ungefähr 0,3. Die dünnwandige Ausführung des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 erlaubt eine Wärmeübertragung mit hohem Wirkungsgrad, wodurch insbesondere auch die Erstreckung des Wärmetauschers in Längsrichtung verkürzt werden kann, was sich beispielsweise bei der anhand der Fig. 7 und 8 erläuterten Ausführung als vorteilhaft erwiesen hat.

Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich, weisen die äußeren Lamellen 10 eine Höhe h , d.h. eine Erstreckung in radialer Rich-

tung, auf, die bevorzugt größer als eine Höhe h' der inneren Lamellen 11 ist. Bei einer zweckmäßigen Ausführung beträgt das Verhältnis zwischen der Höhe h der äußeren Lamellen 10 und der Höhe h' der inneren Lamellen 11 zwischen 0,2 und 5, je nach Fluid, Massenstrom und Drücken. Wie weiters aus Fig. 3 ersichtlich, weisen die die äußeren Wärmetauschkanaäle 15 ausbildenden Zwischenräume 14 eine Breite b von ungefähr 1 mm auf. Eine Breite b' der Zwischenräume 16 zwischen den inneren Lamellen 11 entspricht vorzugsweise der Breite b der Zwischenräume 14.

Zur zweckmäßigen Kräfteübertragung ist das Wärmeübertragungs-Rohr 6 aus einem Material mit einem Elastizitätsmodul gefertigt, welches niedriger als das Elastizitätsmodul des Außenrohrs 3 bzw. des inneren Längselements 2 ist. Bevorzugt ist das Wärmeübertragungs-Rohr 3 aus einer Aluminium- oder Kupferlegierung gefertigt. Zur Erzielung einer hohen Steifigkeit ist das Außenrohr 3 bzw. das innere Längselement 2 aus einer hochfesten Stahllegierung gefertigt. Die in den Fig. 1 bis 3 gezeigten äußeren bzw. inneren Lamellen 10 bzw. 11 sind zweckmäßigerweise als Fräsungen vorgesehen, welche mit hoher Genauigkeit in eine Vorform eingebracht werden können.

Die Fig. 4 bzw. 5 und 6 zeigen je eine alternative Ausführung des Wärmeübertragungs-Rohrs 6, welches insbesondere in einem Strangpressverfahren hergestellt wurde. Bei dieser Ausführung nimmt eine Wandstärke a der inneren Lamellen 11 bzw. eine Wandstärke a' der äußeren Lamellen 10 in radialer Richtung nach innen bzw. in radialer Richtung nach außen ab. Demnach ist die Erstreckung der Lamellen 10, 11 in Umfangsrichtung anschließend an die Wand 7 des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 am größten und nimmt mit der Entfernung zur Wand 7 kontinuierlich ab. Bei der gezeigten Ausführung sind Kanten der äußeren Lamellen 10 bzw. inneren Lamellen 11 abgerundet ausgeführt.

Bei der in den Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführung des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 weisen die äußeren Lamellen 10 und die inneren Lamellen 11 konturierte Oberflächen auf, welche in Richtung der Längserstreckungsachse 5 verlaufende Täler 19' bzw. Berge 19'' aufweist, so dass ein wellenförmiger Verlauf erzielt wird. Auf diese Weise wird die für einen Wärmeaustausch zur Verfügung ste-

hende Wärmeaustauschfläche erheblich vergrößert.

Die Fig. 7 und 8 zeigen die Anordnung des Wärmetauschers 1 in einer Vorrichtung 20 zum Umwandeln von mechanischer Energie in Wärmeenergie und umgekehrt, die insbesondere als Wärmepumpe betrieben wird. Eine solche Vorrichtung 20 - jedoch mit andersartigen Wärmetauschern - ist in der AT 505 532 B1 beschrieben.

Die Vorrichtung 20 umfasst einen Rotor 21, der mittels eines (nicht dargestellten) Motors um eine Drehachse 22 rotierbar ist. Im Rotor 21 ist ein Strömungskanal für ein geschlossenen Kreisprozess durchlaufendes Arbeitsmedium, beispielsweise ein Edelgas, vorgesehen. Der Rotor 21 weist eine Verdichtereinheit 23 und eine Entspannungseinheit 24 auf, die ein Rohrleitungssystem bilden. In radial verlaufenden Verdichtungsrohren 25 der Verdichtereinheit 23 strömt das Arbeitsmedium mit Bezug auf die Drehachse 22 in radialer Richtung nach außen, wobei das Arbeitsmedium aufgrund der Zentrifugalbeschleunigung verdichtet wird. Entsprechend wird das Arbeitsmedium zur Druckverringerung in Entspannungsrohren 26 der Entspannungseinheit 24 im Wesentlichen radial nach innen geführt. Die Verdichtereinheit 23 und die Entspannungseinheit 24 sind durch axial verlaufende Abschnitte des Rohrleitungssystems miteinander verbunden, in denen ein Wärmeaustausch mit einem Wärmeaustauschmedium, beispielsweise Wasser, erfolgt. Zu diesem Zweck sind äußere Wärmetauscher 1' bzw. innere Wärmetauscher 1'' vorgesehen, in denen das in den Verdichtungsrohren 25 verdichtete Arbeitsmedium Wärme an ein Wärmeaustauschmedium einer ersten Temperatur abgibt bzw. das in den Entspannungsrohren 26 entspannte Arbeitsmedium Wärme vom Wärmeaustauschmedium einer zweiten Temperatur aufnimmt. Demnach wird die auf das Arbeitsmedium wirkende Zentrifugalbeschleunigung dazu ausgenützt, um verschiedene Druckniveaus bzw. Temperaturniveaus zu erzeugen. Dem verdichteten Arbeitsmedium wird Wärme hoher Temperatur entzogen, und dem entspannten Arbeitsmedium wird Wärme vergleichsweise niedriger Temperatur zugeführt.

Die Wärmetauscher 1' bzw. 1'' sind über Leitungen 27, 28 bzw. 29 miteinander flüssigkeitsleitend verbunden. Das Wärmeaustauschmedium wird dem Rohrleitungssystem über einen Zulauf 31 eines sta-

tischen Verteilers 32 zugeführt; über einen mitdrehenden Verteiler 33 wird das Wärmeaustauschmedium sodann über die Leitung 27 dem Wärmetauscher 1' zugeführt, in welchem es erwärmt durch die Leitung 28 in den mitdrehenden Verteiler 33 rückgeführt wird. Über den statischen Verteiler 32 bzw. einen Ablauf wird das erwärmte Wärmeübertragungsmedium sodann einem Wärmekreislauf zugeführt.

Das kalte Wärmeaustauschmedium des Wärmetauschers 1'' wird über einen Zulauf 34 eines statischen Verteilers 35 geleitet, mit einem weiteren mitdrehenden Verteiler 36 in die mitdrehende Leitung 29 zum Niederdruck-Wärmetauscher 1'' gefördert, wo Wärme an das gasförmige Arbeitsmedium abgegeben wird. Anschließend wird das Wärmeaustauschmedium über den mitdrehenden Verteiler 36 dem statischen Verteiler 35 zugeführt, und verlässt abschließend über einen Ablauf die Vorrichtung 20.

Zur Erzielung eines zweckmäßigen Wärmeübergangs sind die Wärmetauscher 1' bzw. 1'' durch die anhand der Fig. 1 bis 6 erläuterten Wärmetauscher 1 gegeben, wobei als zweites Wärmeaustauschmedium das Arbeitsmedium, als erstes Wärmeaustauschmedium das Wärmeaustauschmedium vorgesehen ist. Bei der gezeigten Ausführung strömen das Arbeitsmedium und das Wärmeaustauschmedium im Gegenstrom in den Wärmetauschkanälen 15 bzw. 17, wobei in den Wärmetauschern 1', 1'' für eine geeignete Rückführung des Wärmeaustauschmediums zu sorgen ist.

Fig. 9 zeigt einen Längsschnitt durch eine alternativen Ausführung der Vorrichtung 20 im Bereich des Wärmetauschers 1, wobei die Strömung 20' des Arbeitsmediums und die Strömung 20'' des Wärmeaustauschmediums schematisch dargestellt ist. Fig. 10 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Wärmetauschers 1. Demnach weist der Wärmetauscher 1 in einem zentralen Hohlraum 37 des Innenrohrs 4 eine Zugstange 38 auf. An den aus dem Innenrohr 4 vorstehenden Enden der Zugstange 38 sind Kopfteile 38' befestigt, welche die Stirnseiten des Wärmetauschers 1 abdecken.

Wie aus Fig. 9 weiters ersichtlich, weist die Vorrichtung 20 weiters eine Zuleitung 39 für das Arbeitsmedium auf. Die Zuleitung 39 ist mit einem ringförmigen Spalt 40 verbunden, in wel-

chem die lineare Strömung in der Zuleitung 39 in eine kreisförmige Strömung des Arbeitsmediums um die Längsachse des Wärmetauschers 1 umgewandelt wird (vgl. Fig. 11). Der ringförmige Spalt 40 ist in der gezeigten Ausführung zwischen der Mantelfläche des aus dem Innenrohr 4 vorstehenden Endes der Zugstange 38 und einer Innenwandung des Kopfteils 38' gebildet. Darüber hinaus weist der Wärmetauscher 1 in Strömungsrichtung nach dem ringförmigen Spalt 40 einen ebenfalls ringförmigen Raum 41 auf, in welchem der Übergang von der kreisförmigen Strömung in die radiale Strömung in den inneren Wärmetauschkanälen 17 stattfindet.

Wie aus Fig. 12 ersichtlich, weist das Wärmeübertragungs-Rohr 6 zwischen Stirnflächen 42 der äußeren Lamellen 10 Eintrittsöffnungen 43 für das Wärmeaustauschmedium auf. Die Eintrittsöffnungen 43 sind mit einer Zuführung 44 für das Wärmeaustauschmedium verbunden. In der gezeigten Ausführung sind die Stirnflächen 42 der äußeren Lamellen 10 in Strömungsrichtung gesehen nach vorne geneigt. Der optimale Winkel zwischen den Stirnflächen 42 der äußeren Lamellen 10 und der Längsachse des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 wird bevorzugt in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit ausgewählt. Bei Strömungsgeschwindigkeiten von kleiner 2 Meter pro Sekunde (m/s) sind steilere Winkel von größer 45° möglich. Bei Geschwindigkeiten größer 2 m/s sind flachere Winkel von Vorteil. Generell sind aufgrund des limitierenden Platzbedarfs flache Winkel, insbesondere ein Winkel von 45° , zu bevorzugen.

Wie aus Fig. 9, 10, vgl. insbesondere auch Fig. 13, 14, ersichtlich, weist der Wärmetauscher 1 zwischen den Eintrittsöffnungen 43 der äußeren Wärmetauschkanäle 15 und der Zuführung 44 für das Wärmeaustauschmedium eine Verteilereinrichtung 45 zur Aufteilung der Strömung des Wärmeaustauschmediums in der Zuführung 44 in mehrere Teilströme in Umfangsrichtung des Wärmeübertragungs-Rohrs 6 auf. Die Verteilereinrichtung 45 weist mehrere hintereinander durchströmbare Stufen aus kreisbogenförmigen Verteilerelementen 46 auf. Die Verteilerelemente 46 weisen jeweils zwei Durchtrittsöffnungen 47 zum Durchtritt des Wärmeaustauschmediums in die Verteilerelemente 46 der nächsten Stufe auf, so dass die Verteilerelemente 46 derselben Stufe parallel bzw. gleichmäßig durchströmt werden. In der gezeigten Ausführung ist jede Durch-

trittsöffnung 47 mit genau einem Verteilerelement 46 verbunden, welches im Wesentlichen symmetrisch bezüglich der Durchtrittsöffnung 47 angeordnet ist. Die Durchtrittsöffnungen 47 sind hierbei an gegenüberliegenden Enden der kreisbogenförmigen Verteilerelemente 46 angeordnet.

Wie aus Fig. 13, 14 weiters ersichtlich, nimmt die Länge der Verteilerelemente 46 von Stufe zu Stufe, in Strömungsrichtung gesehen, ab. Fig. 14a bis Fig. 14f zeigen Schnitte durch die einzelnen Stufen der Verteilereinrichtung 45, wobei Fig. 14a die Eintrittsseite der Verteilereinrichtung 45 und Fig. 14f die Austrittsseite der Verteilereinrichtung 45 zeigt. In der gezeigten Ausführung ist das in Strömungsrichtung gesehen erste Verteilerelement 46 halbkreisförmig, wobei die Verteilerelemente 46 der nachfolgenden Stufen durch entsprechend kürzere Bogenelemente gebildet sind. Die austrittsseitigen Verteilerelemente 46 der Verteilereinrichtung 45 sind derart angeordnet, dass eine kreisringförmige Austrittsfläche 48 gebildet wird, welche im Wesentlichen in gleichen Winkelabständen Austrittsöffnungen 49 aufweist. Die Austrittsöffnungen 49 sind in Strömungsrichtung unmittelbar vor den Eintrittsöffnungen 43 der äußeren Wärmetauschanäle 15 angeordnet. Aufgrund der symmetrischen Anordnung der Verteilerelemente 46 legt das Wärmeaustauschmedium im Wesentlichen gleiche Strömungswege zwischen der Zuführung 44 und den Austrittsöffnungen 49 der Verteilereinrichtung 45 zurück. Aus Fig. 14 sind zudem Befestigungsmittel 50 ersichtlich, mit welchen die Verteilerelemente 46 in einer definierten Stellung zueinander gehalten sind.

Fig. 15 zeigt einen Teil der Vorrichtung 20, wobei einer der in Bezug auf die Drehachse inneren Wärmetauscher 1'' und einer der in Bezug auf die Drehachse äußeren Wärmetauscher 1' ersichtlich sind. Die Längsachsen der Wärmetauscher 1', 1'' sind im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Rotors 21 angeordnet.

Wie aus Fig. 15 weiters ersichtlich, weist der Rotor 21 einen gemeinsamen Stützkörper 51 zur Halterung der inneren Wärmetauscher 1'' und der äußeren Wärmetauscher 1' auf. Gemäß Fig. 15 weist der Stützkörper 51 mehrere im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse angeordnete, in Richtung der Drehachse beabstandete

Plattenelemente 52 auf (vgl. auch Fig. 16), welche Ausnehmungen zum Durchtritt der Wärmetauscher 1', 1'' aufweisen. Die Wärmetauscher 1', 1'' sind hierbei mit Stützrohren 53 ummantelt, welche Abstufungen 54 zur Lagerung der Plattenelemente 52 aufweisen.

Wie aus Fig. 15 weiters ersichtlich, weisen die äußeren Wärmetauscher 1' zwischen den Außenrohren 3 und dem Stützkörper 51 jeweils ein Isolationselement 55 aus einem thermisch isolierenden Material auf. Demgegenüber bleiben die inneren Wärmetauscher 1'' von solchen Isolationselementen frei, so dass der Stützkörper 51 im Betrieb im Wesentlichen die Temperatur der inneren Wärmetauscher 1'' annimmt.

Fig. 17 zeigt eine alternative Ausführung des Stützkörpers 51, welcher gemäß Fig. 17 als bezüglich der Drehachse rotationssymmetrischer Profilkörper 56 ausgebildet ist. Der Profilkörper 56 weist ein Innenelement 57 mit mehreren inneren Aussparungen 58 zur Aufnahme der inneren Wärmetauscher 1'' und mehrere Außenelemente 59 mit äußeren Aussparungen 60 zur Aufnahme der äußeren Wärmetauscher 1' auf. Gemäß Fig. 17 sind als Außenelemente 59 in Umfangsrichtung geschlossene, zylindrische Aufnahmen 59' vorgesehen, welche die äußeren Aussparungen 60 einschließen.

Wie aus Fig. 17, 18 ersichtlich, ist das Innenelement 57 mit jedem Außenelement 59 über genau zwei in radialer Richtung verlaufende Verbindungsstege 61 verbunden. Der Abstand zwischen den Verbindungsstegen 61 nimmt vorteilhafterweise radial nach außen zu (vgl. Fig. 18). Die Wandstärke der Verbindungsstege nimmt vorteilhafterweise in radialer Richtung ab. In der Ausführung gemäß Fig. 18 sind die Außenelemente 59 über Schweißverbindungen 62 mit den Verbindungsstegen 61 verbunden. Darüber hinaus sind Schweißverbindungen 62 zwischen den Verbindungsstegen 61 und dem Innenelement 57 vorgesehen. Anstelle der Schweißverbindungen 62 kann auch eine formschlüssige Verbindung, beispielsweise eine Hammerkopf- oder Schwalbenschwanz-Verbindung, vorgesehen sein.

Fig. 19 zeigt eine alternative Ausführung des Stützkörpers 51, wobei die Außenelemente 59 in Richtung des Innenelements 57 offene äußere Aussparungen 60 aufweist.

Fig. 20 zeigt eine weitere Ausführung des Stützkörpers 51, welcher gemäß Fig. 20 eine an der Außenseite der Außenelemente 59 befestigte, zylindrische Einfassung 63 aufweist.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung (20) zum Umwandeln thermischer Energie niedriger Temperatur in thermische Energie höherer Temperatur mittels mechanischer Energie und umgekehrt mit einem drehbar um eine Drehachse (22) gelagerten Rotor (21), in dem ein Strömungskanal für ein geschlossenes Kreisprozess durchlaufendes Arbeitsmedium vorgesehen ist, das in einer Verdichtereinheit (23) zur Druckerhöhung mit Bezug auf die Drehachse im Wesentlichen radial nach außen geführt wird und in einer Entspannungseinheit (24) zur Druckverringerung mit Bezug auf die Drehachse (22) im Wesentlichen radial nach innen geführt wird, wobei zumindest ein in Bezug auf die Drehachse innerer Wärmetauscher (1'') und zumindest ein in Bezug auf die Drehachse äußerer Wärmetauscher (1') für einen Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium und einem Wärmeaustauschmedium vorgesehen sind, wobei die Wärmetauscher (1', 1'') bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Rotors (21) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (21) einen den inneren (1'') und/oder äußeren Wärmetauscher (1') über dessen Längserstreckung abstützenden Stützkörper (51) zur Halterung des inneren (1'') und/oder äußeren Wärmetauschers (1') aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine äußere Wärmetauscher (1') zwischen dem Außenrohr (3) und dem Stützkörper (51) ein Isolationselement (55) aus einem thermisch isolierenden Material aufweist, wobei der innere Wärmetauscher (1'') von einem Isolationselement (55) frei bleibt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (51) mehrere im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse angeordnete, in Richtung der Drehachse beabstandete Plattenelemente (52) aufweist, welche Ausnehmungen zur Lagerung der Wärmetauscher aufweisen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Stützkörper (51) ein in Richtung der Drehachse erstreckter Profilkörper (56) vorgesehen ist, welcher ein Innenelement (57) mit zumindest einer inneren Aussparung (58) für

den zumindest einen inneren Wärmetauscher (1'') und zumindest ein Außenelement (59) mit zumindest einer äußeren Aussparung (60) für den zumindest einen äußeren Wärmetauscher (1') aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenelement (57) und das Außenelement (59) über im Wesentlichen in radialer Richtung verlaufende Verbindungsstege (61) miteinander verbunden sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Außenelemente (59) vorgesehen sind, wobei bevorzugt genau zwei Verbindungsstege (61) zwischen dem Innenelement (57) und jedem Außenelement (59) vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Außenelement (59) des Stützkörpers (51) als zylindrische Aufnahme (59') für den äußeren Wärmetauscher (1') ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (51) eine die Außenelemente (59) umgebende, zylindrische Einfassung (63) aufweist.

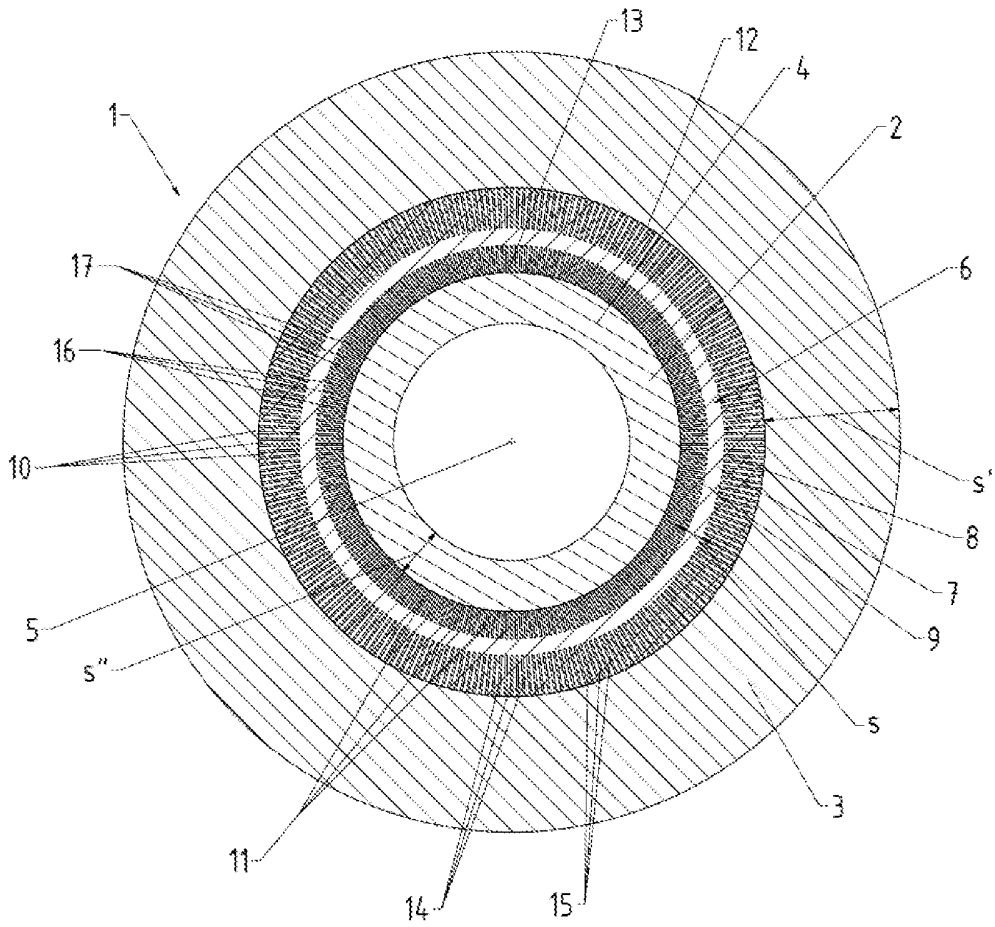


Fig. 1

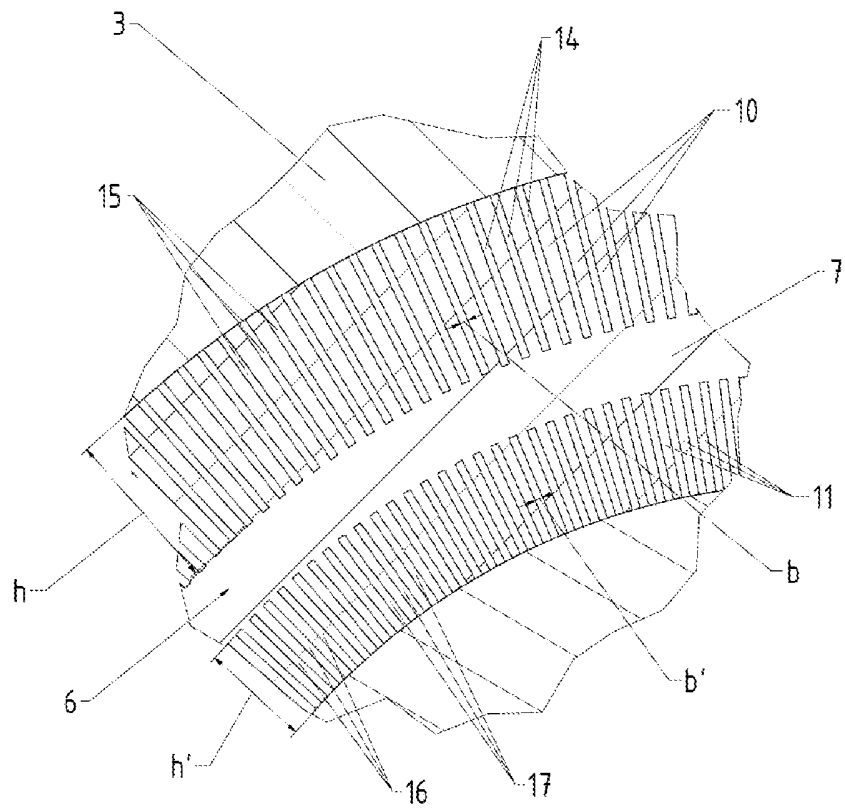


Fig. 2

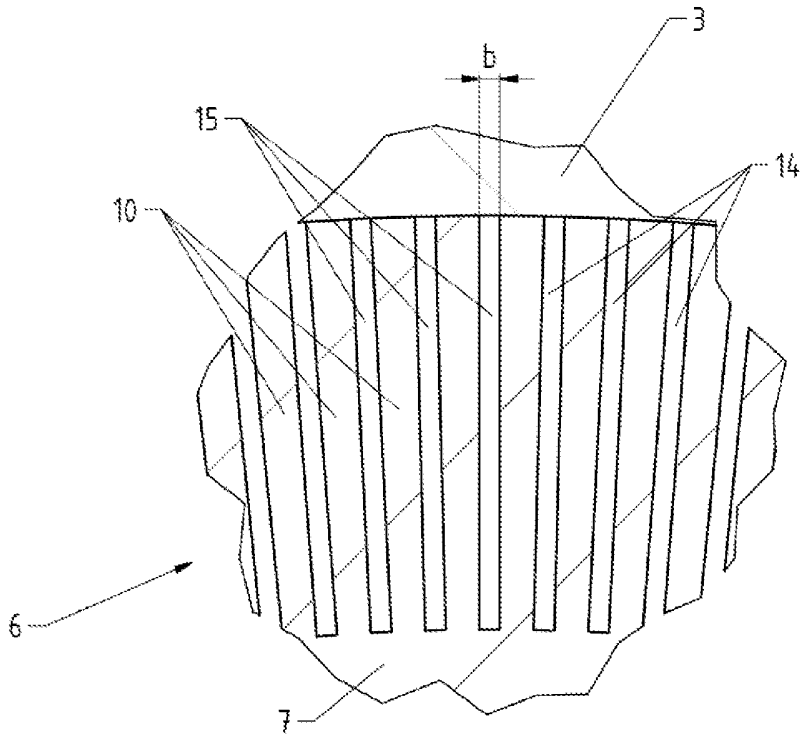


Fig. 3

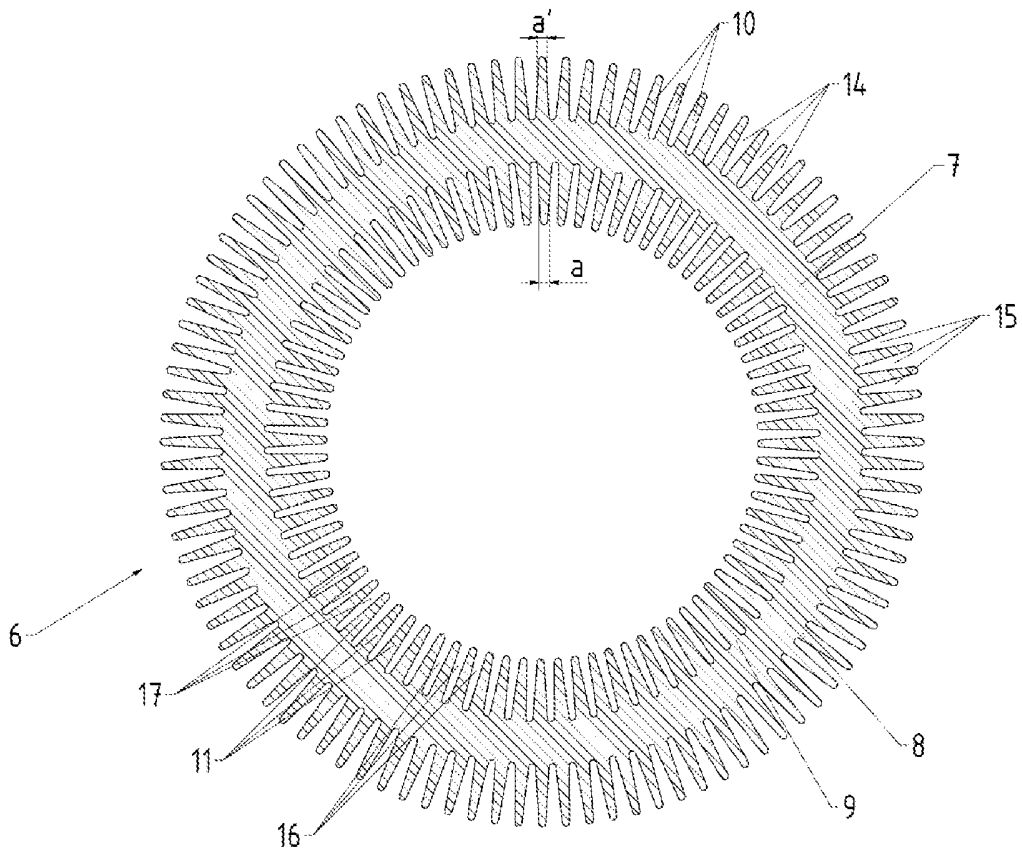


Fig. 4

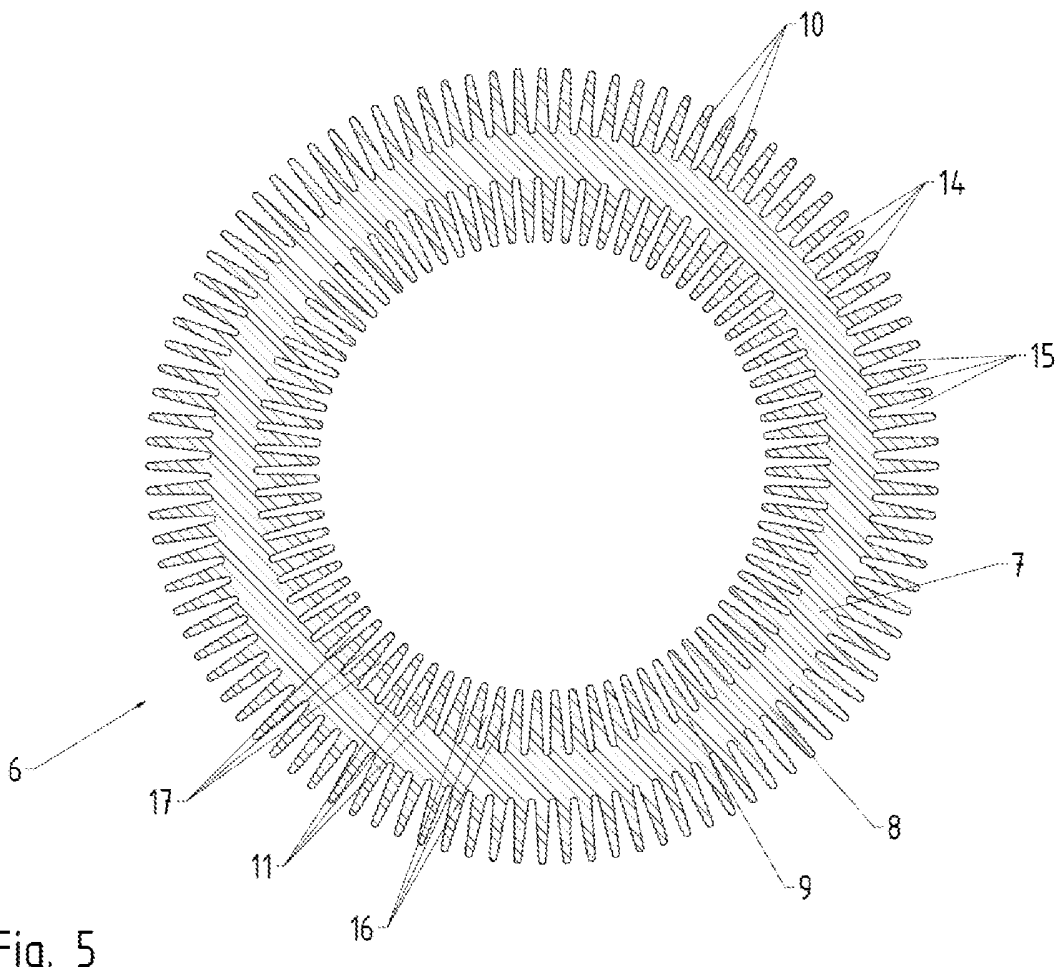


Fig. 5

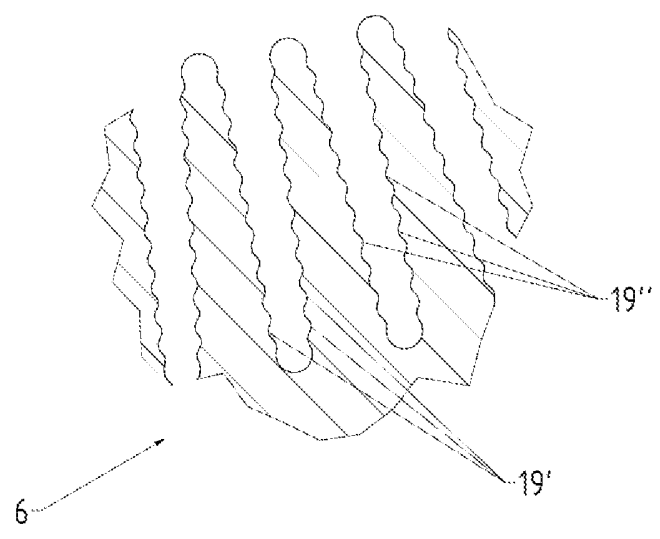


Fig. 6

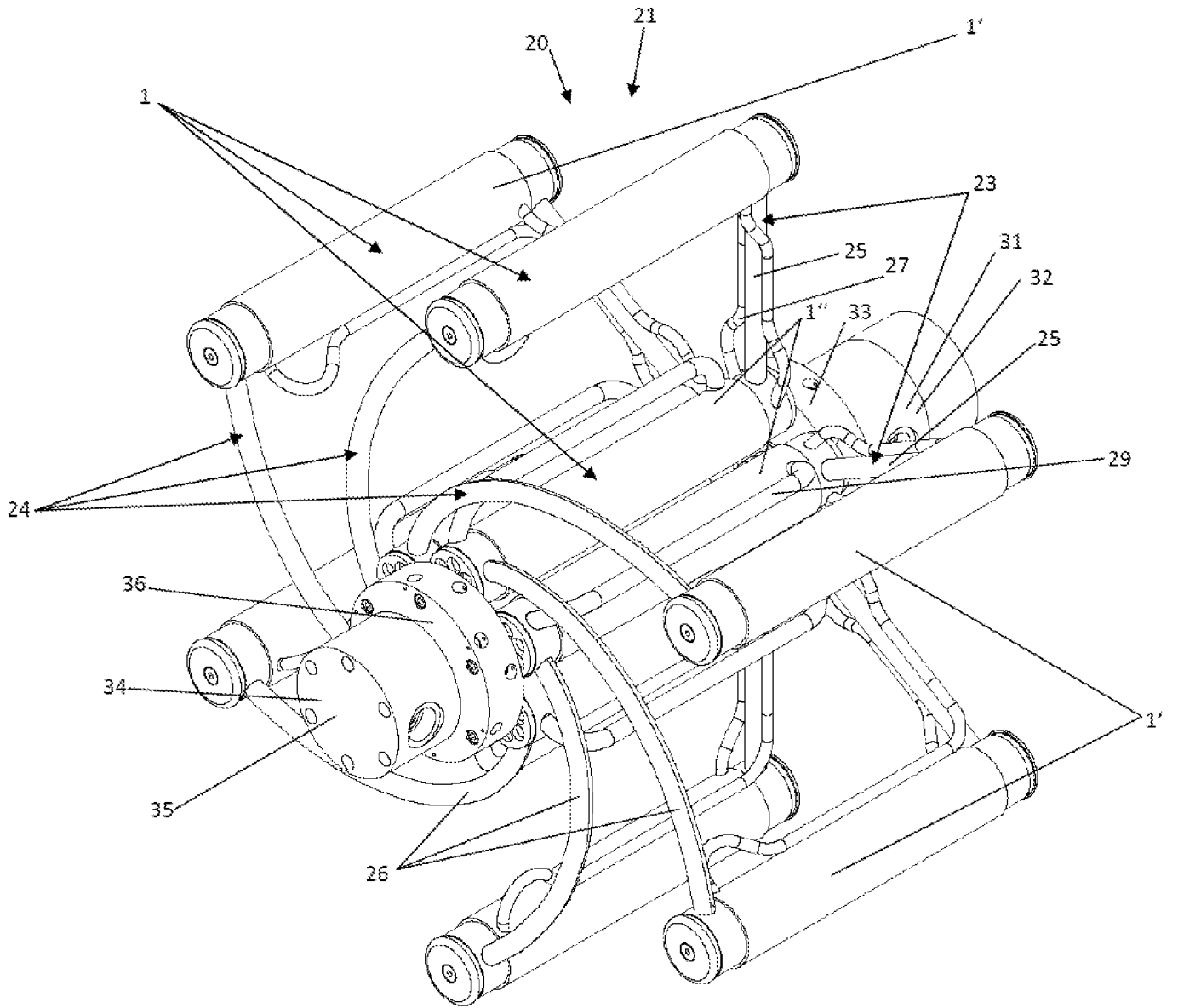


Fig. 7

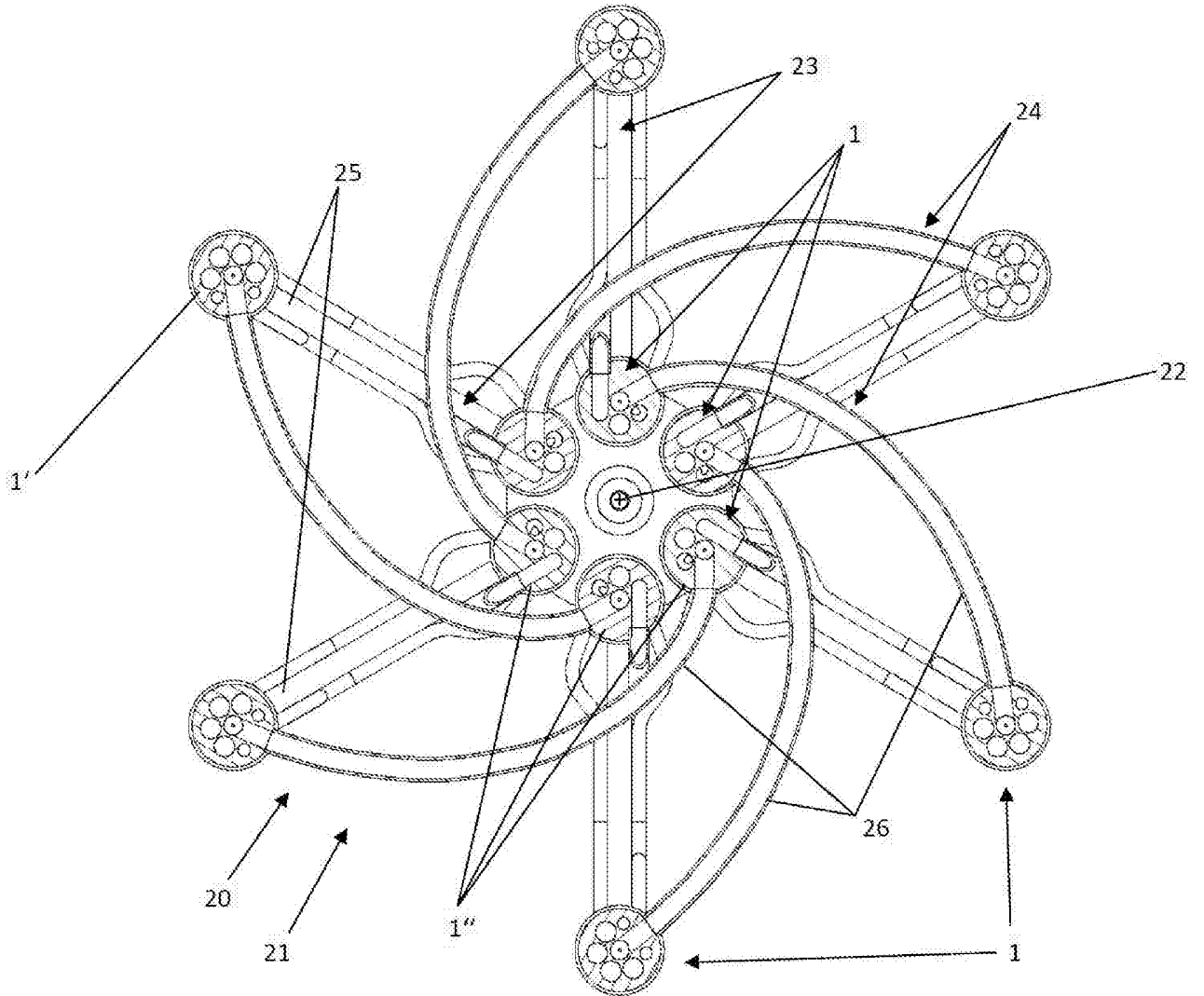


Fig. 8

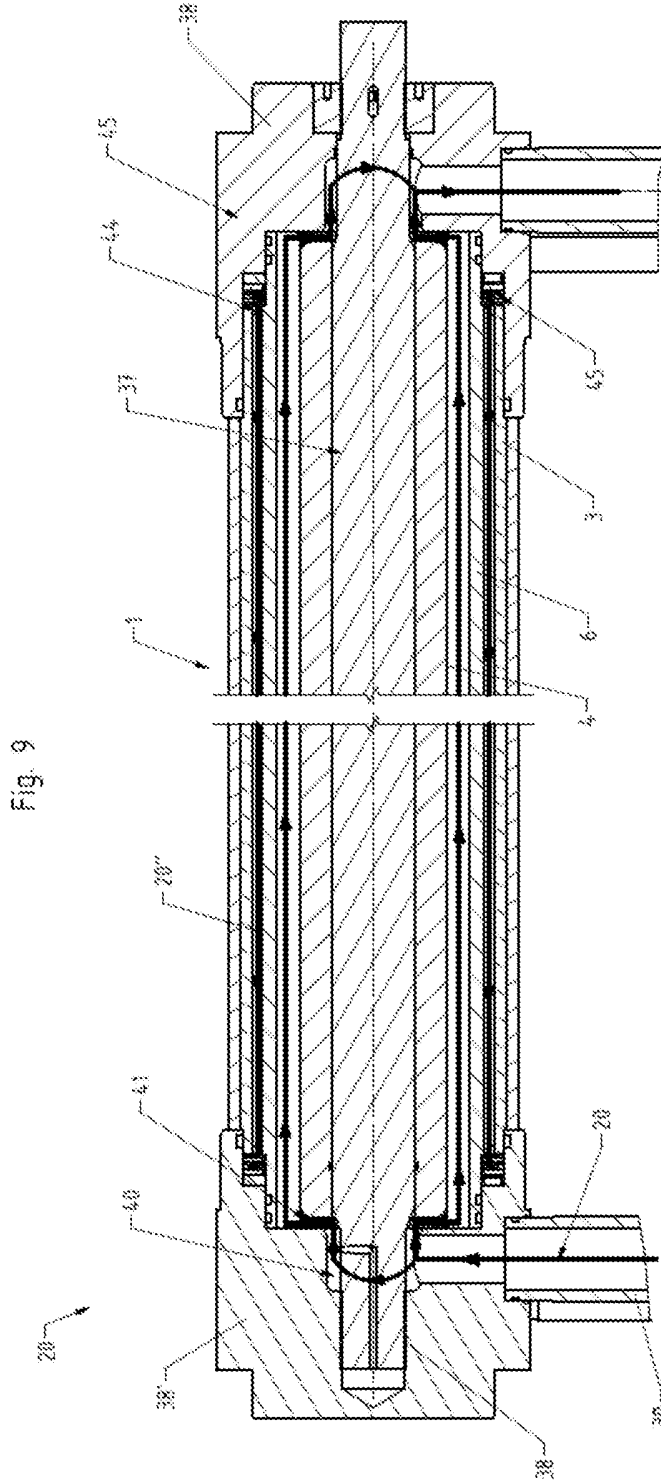


Fig. 10

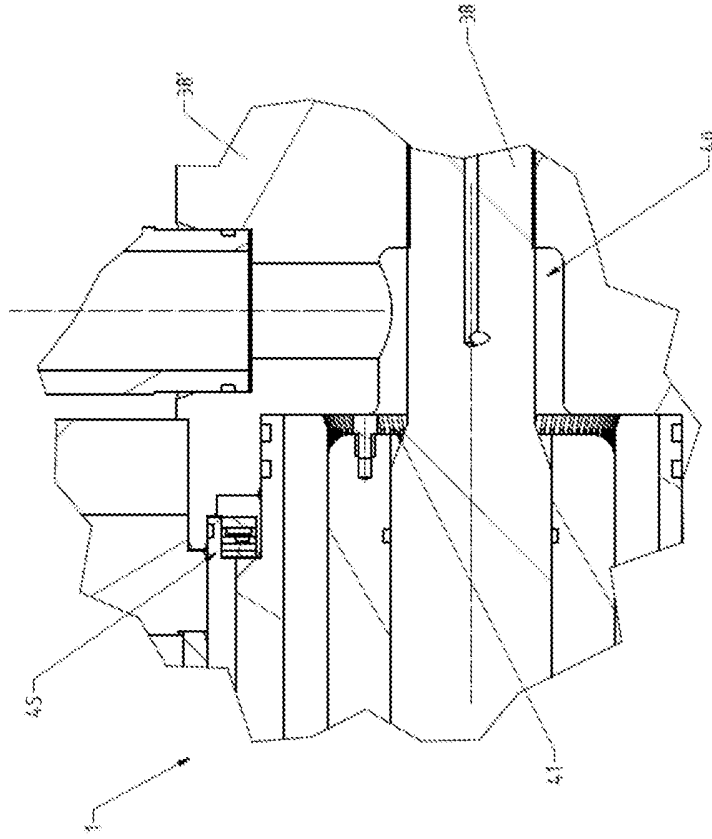


Fig. 11

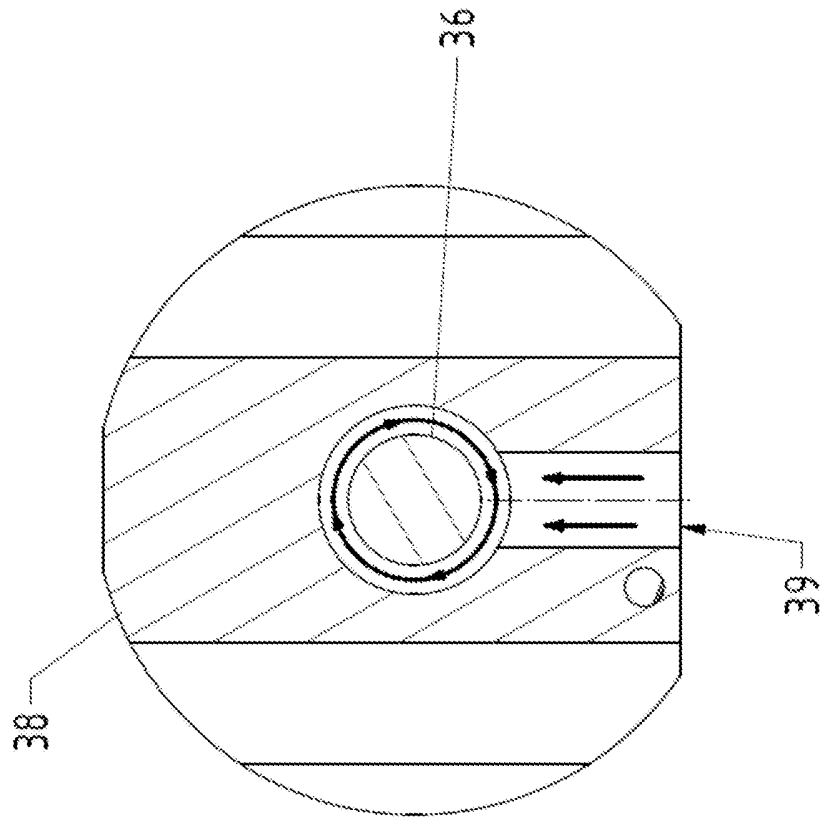


Fig. 12

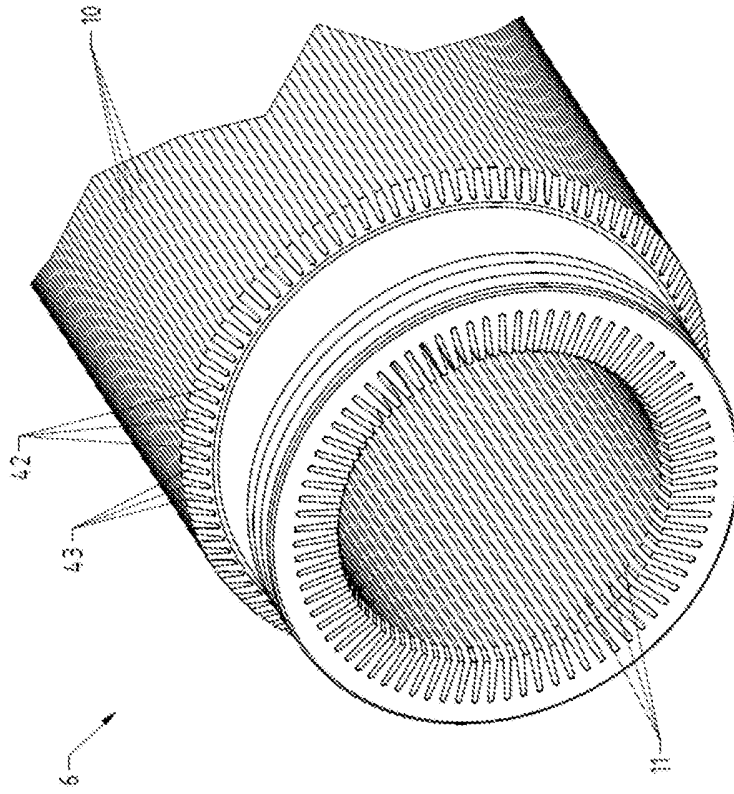
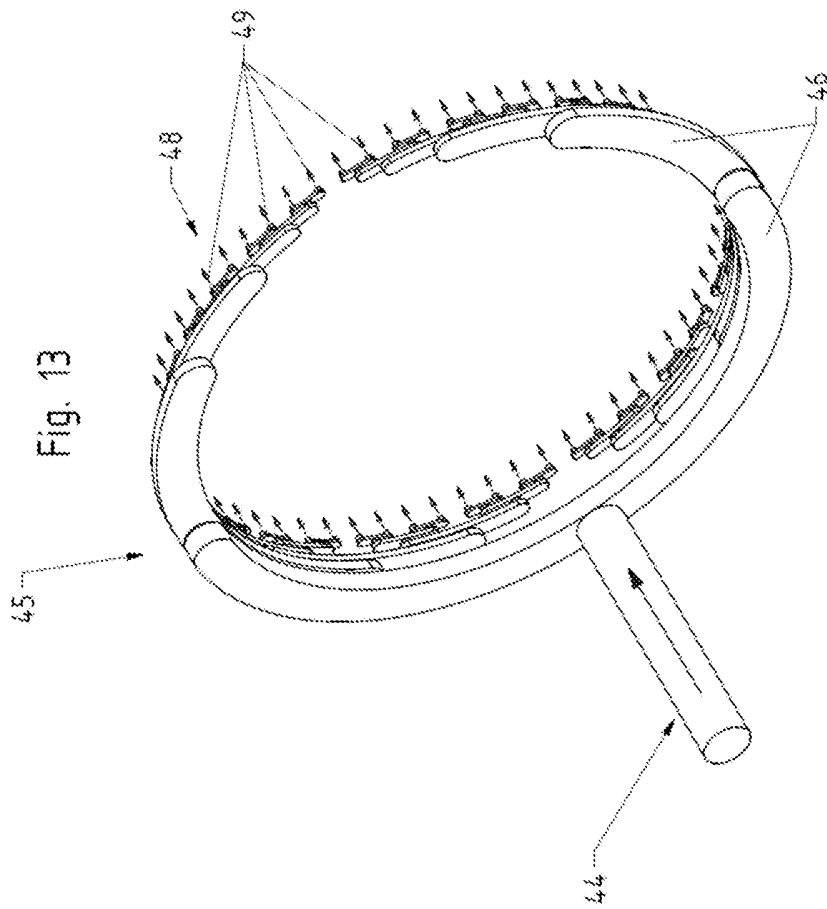


Fig. 13



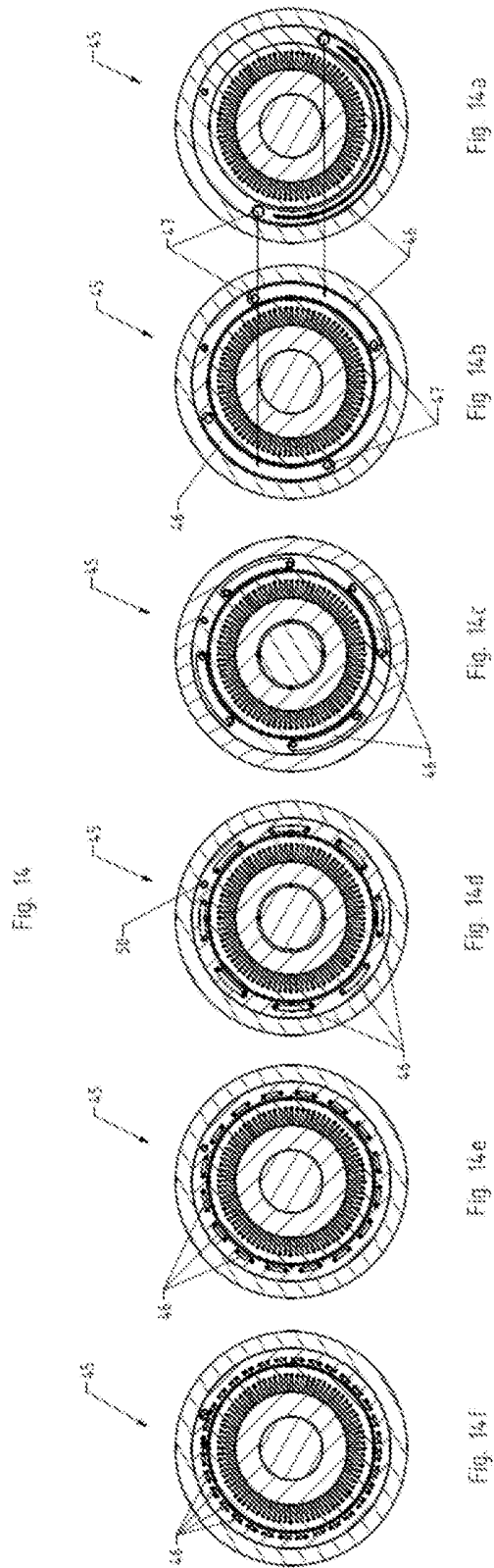


Fig. 15

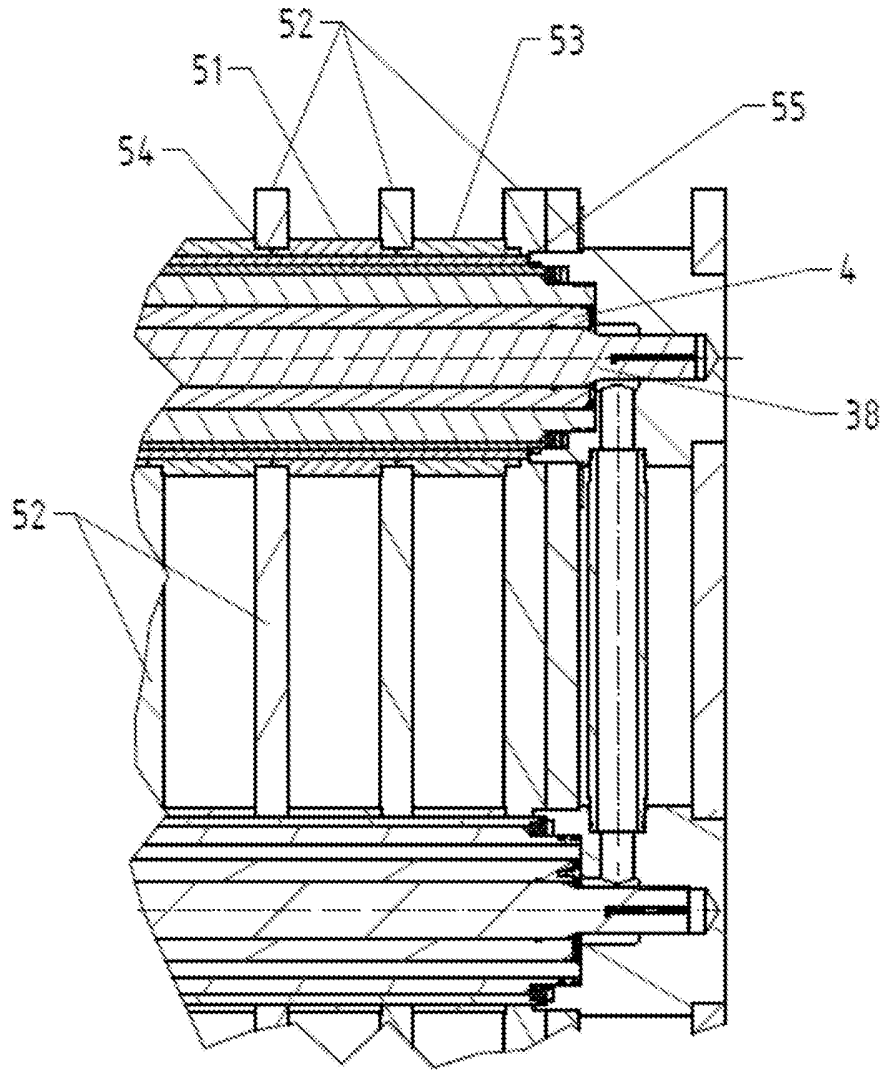


Fig. 16

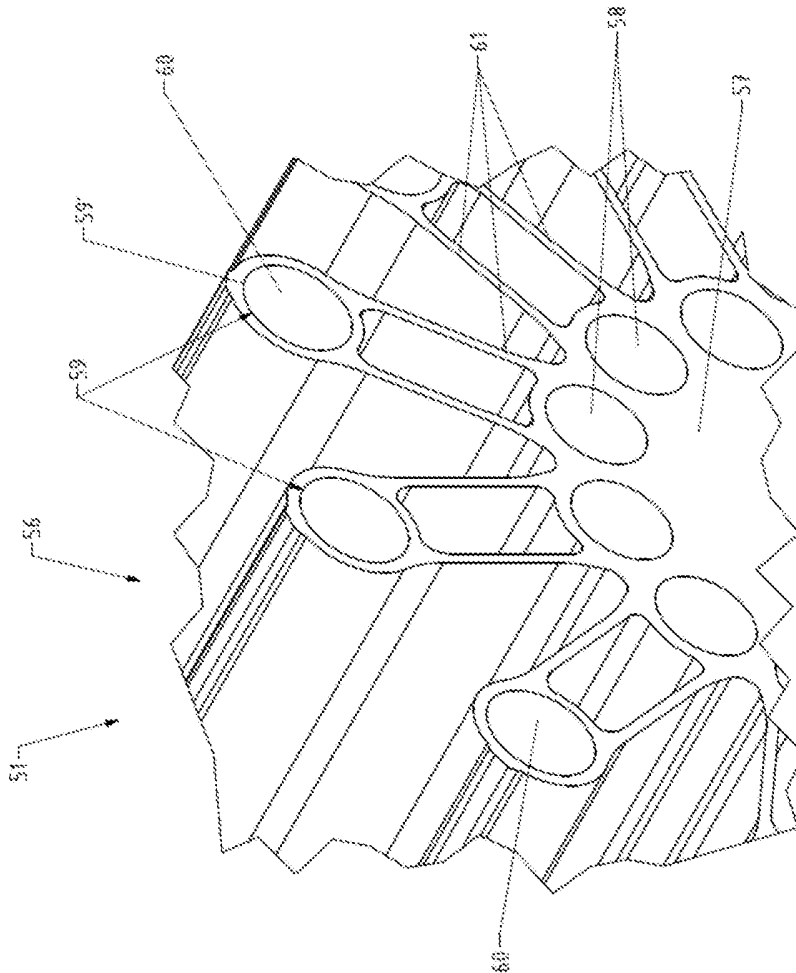
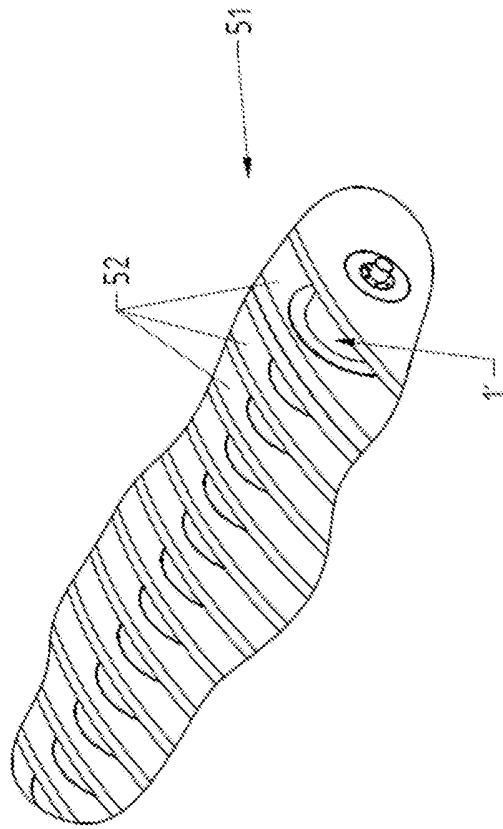


Fig. 17

Fig. 18

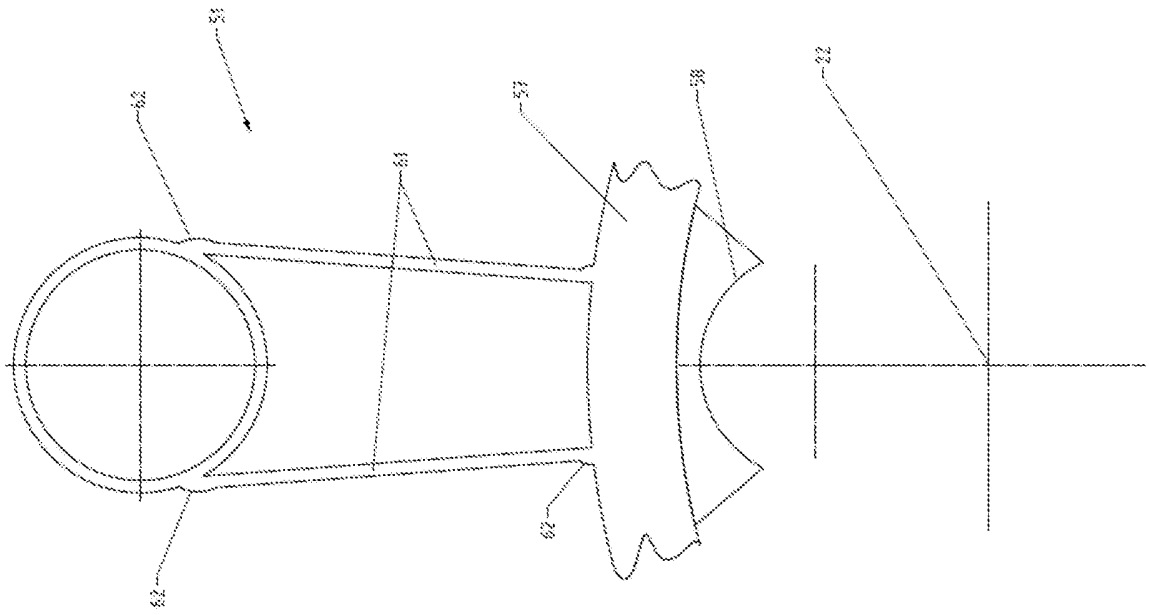


Fig. 19

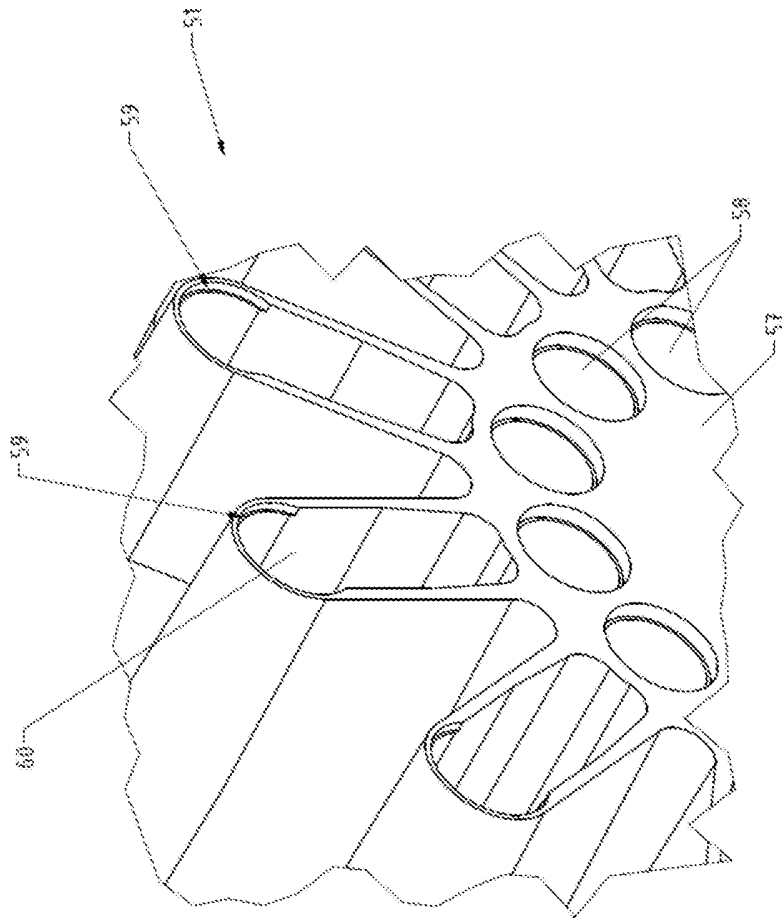
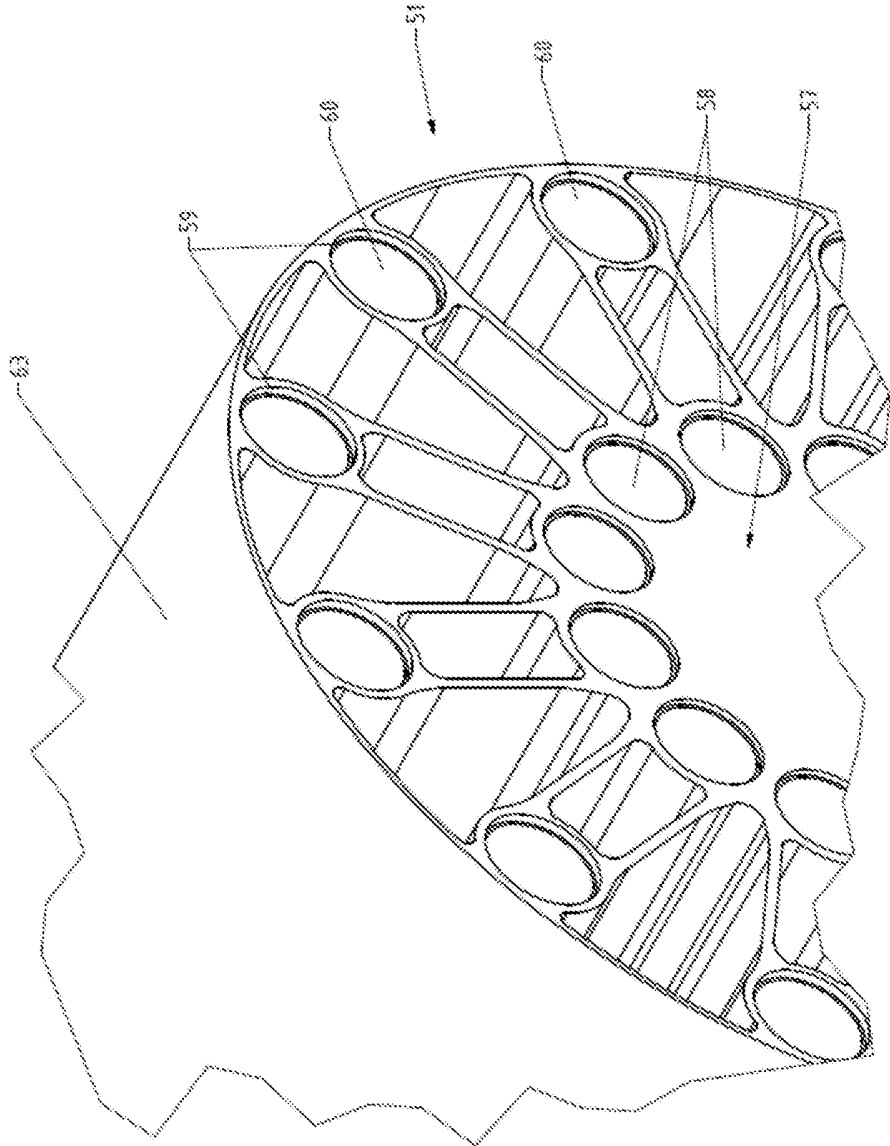


Fig. 20



Patentansprüche:

1. Vorrichtung (20) zum Umwandeln thermischer Energie niedriger Temperatur in thermische Energie höherer Temperatur mittels mechanischer Energie und umgekehrt mit einem drehbar um eine Drehachse (22) gelagerten Rotor (21), in dem ein Strömungskanal für ein geschlossenes Kreisprozess durchlaufendes Arbeitsmedium vorgesehen ist, das in einer Verdichtereinheit (23) zur Druckerhöhung mit Bezug auf die Drehachse im Wesentlichen radial nach außen strömt und in einer Entspannungseinheit (24) zur Druckverringerung mit Bezug auf die Drehachse (22) im Wesentlichen radial nach innen strömt, wobei zumindest ein in Bezug auf die Drehachse innerer Wärmetauscher (1'') und zumindest ein in Bezug auf die Drehachse äußerer Wärmetauscher (1') für einen Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium und einem Wärmeaustauschmedium vorgesehen sind, wobei die Wärmetauscher (1', 1'') bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Rotors (21) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (21) einen den inneren (1'') und/oder äußeren Wärmetauscher (1') über dessen Längserstreckung abstützenden Stützkörper (51) zur Halterung des inneren (1'') und/oder äußeren Wärmetauschers (1') aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine äußere Wärmetauscher (1') zwischen dem Außenrohr (3) und dem Stützkörper (51) ein Isolationselement (55) aus einem thermisch isolierenden Material aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (51) mehrere im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse angeordnete, in Richtung der Drehachse beabstandete Plattenelemente (52) aufweist, welche Ausnehmungen zur Lagerung der Wärmetauscher aufweisen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Stützkörper (51) ein in Richtung der Drehachse erstreckter Profilkörper (56) vorgesehen ist, welcher ein Innenelement (57) mit zumindest einer inneren Aussparung (58) für den zumindest einen inneren Wärmetauscher (1'') und zumindest ein Außenelement (59) mit zumindest einer äußeren Aussparung

(60) für den zumindest einen äußeren Wärmetauscher (1') aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenelement (57) und das Außenelement (59) über im Wesentlichen in radialer Richtung verlaufende Verbindungsstege (61) miteinander verbunden sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Außenelemente (59) vorgesehen sind, wobei bevorzugt genau zwei Verbindungsstege (61) zwischen dem Innenelement (57) und jedem Außenelement (59) vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Außenelement (59) des Stützkörpers (51) als zylindrische Aufnahme (59') für den äußeren Wärmetauscher (1') ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (51) eine die Außenelemente (59) umgebende, zylindrische Einfassung (63) aufweist.