

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 736 692 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
09.10.1996 Patentblatt 1996/41

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F04C 18/16**, F04C 29/00,  
F01C 21/10

(21) Anmeldenummer: 96101860.3

(22) Anmeldetag: 09.02.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE FR GB IT SE**

(30) Priorität: 08.04.1995 DE 19513380

(71) Anmelder: **MAN Gutehoffnungshütte  
Aktiengesellschaft  
46145 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder:

- **Heinen, Manfred, Dipl.-Ing.  
D-46459 Rees (DE)**
- **Reinersmann, Hans-Hermann, Dipl.-Ing.  
D-45326 Essen (DE)**

### (54) **Abdichtung, Lagerung und Antrieb der Rotoren eines trockenlaufenden Schraubenrotorverdichters**

(57) Die Erfindung betrifft einen trockenlaufenden Schraubenrotorverdichter, bei dem das saugseitige Lagergehäuse (3) und das druckseitige Lagergehäuse (5) an den Innenseiten mit Zapfen (25) zum Eingriff in Bohrungen in den Rotoren (1, 2) ausgerüstet ist.

Die beiden Rotoren (1, 2) innerhalb des Kompressorgehäuses (4) bestehen nur noch aus dem Körper des Rippen- bzw. Nutenrotors, die beim Stand der Technik außenliegenden Zapfen der Rotoren zur Lagerung sind entfallen.

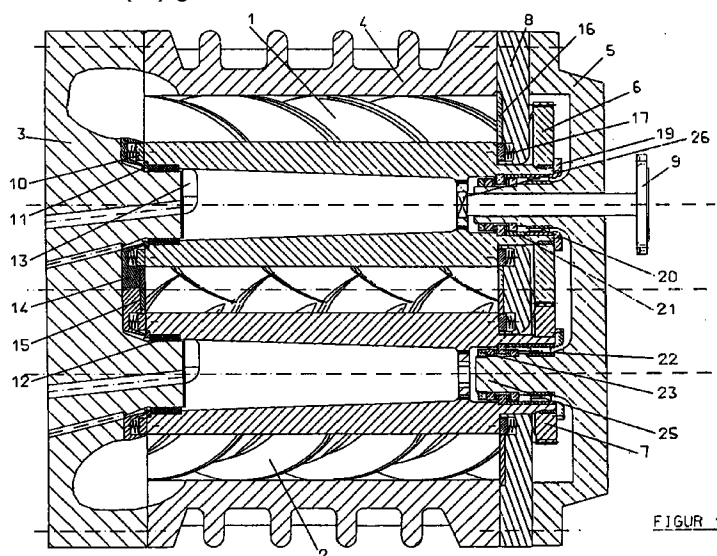
Die Lagerung der Rotoren (1, 2) erfolgt auf den druckseitigen Zapfen (25) durch Radial- und Axiallager (20, 22), die durch Wellenmutter (23) gesichert sind.

Auf den saugseitigen Zapfen (25) werden lediglich Radiallager (12) verwendet.

Die Abdichtung zwischen den Zahnflächenräumen der Rotoren (1, 2) erfolgt mittels Dichtscheiben (15, 16).

Zur Einhaltung des Abstandes der Rotorflächen werden auf der Druckseite zwischen Dichtgehäuse (8) und dem Lagergehäuse (5) Getrieberäder (6, 7) eingesetzt.

Der Antrieb vom Rippenrotor (1) erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel über eine Torsionswelle (9) mit einer Kupplungshälfte für den Antrieb.



EP 0 736 692 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen trockenlaufenden Rotorverdichter mit Kämmeingriff zwischen einem schraubenverzahnten Rippenrotor und einem schraubenverzahnten Nutenrotor, wobei die saugseitigen und druckseitigen Lagergehäuse Zapfen aufweisen, die in Bohrungen innerhalb der Rotoren hineinragen und mit Gleit- oder Wälzlager versehen sind; mit einer durch eine Bohrung im saug- oder druckseitigen Lagergehäuse und durch einen der Zapfen geführten Torsionswelle mit einer Kupplungshälfte für den Verdichterantrieb, mit an den Lagergehäusen und den Rotoren angeordneten Dichtungen.

Ein Schraubenrotorverdichter transportiert als zwangsläufig fördernde Verdrängermaschine dementsprechend das Fördermedium nicht nur von der Sauge- zur Druckseite, sondern verdichtet es auch auf diesem Wege durch Verkleinerung der Zahnlückenräume. Drehen sich die Läufer bzw. Rotoren im Gehäuse, kommen sie an der saugseitigen Steuerkante außer Eingriff, so daß sich ein Querschnitt und ein Volumen zum Ansaugen öffnet. Bei weiterer Drehung kommen die Rotoren an ihren Steuerkanten wieder zum Eingriff. Der Querschnitt des in axialer Richtung sich bewegenden Arbeitsraumes verkleinert sich bis zur Steuerkante auf der Druckseite des Gehäuses, an der das komprimierte Medium ausgeschoben wird.

Schraubenrotorverdichter lassen sich direkt mit der Motordrehzahl über ein eingebautes oder externes Getriebe antreiben.

Schraubenrotorverdichter mit kleinen Kompressionsverhältnissen (Enddruck/Saugdruck), bei denen das geförderte Medium nicht mit einer Kühlflüssigkeit verunreinigt werden darf, werden als trockenlaufende Schraubenrotorverdichter bzw. als Trockenläufer bezeichnet und benötigen zur Wahrung des Abstandes der Rotorflächen ein Ausgleichsgetriebe, welches die Rotoren vor Berührung schützt.

Die Rotoren dieser Schraubenrotorverdichter besitzen beidseitig angeordnete Zapfen, die in Axial- und Radiallagern im Gehäuse gelagert sind.

Nachteilig ist bei dieser Ausführung die hohe Durchbiegung der Rotoren und das gleichzeitige Auftreten von hohen Torsions- und Biegespannungen an dem angetriebenen Rotorzapfen. Um den Rotoren eine möglichst hohe Steifigkeit zu verleihen bzw. um die erforderlichen Drehmomente übertragen zu können, führt man die Lagerzapfen möglichst groß aus. Dies hat zur Folge, daß der Lagerdurchmesser und der Lagerabstand auch entsprechend groß gewählt werden muß.

Aus der bisher nichtveröffentlichten P 44 03 649.3 ist ein Schraubenrotorverdichter mit einer Öleinspritzung bekannt, der innenliegende Rotorenlagerungen aufweist. Die Lagerzapfen für den Haupt- und Nebenrotor sind jeweils Teile des saugseitigen bzw. des druckseitigen Lagergehäuses und bestehen daher aus dem gleichen Material, z. B. Stahlguß. Die Zapfen ragen in

Bohrungen der Rotoren hinein, die zur Lagerung der Zapfen mit Gleit- oder Wälzlager ausgerüstet sind.

Ein besonderer wirtschaftlicher Vorteil dieser Lagerkonstruktion ist darin zu sehen, daß der so konstruierte Schraubenrotorverdichter gegenüber Verdichtern, bei denen die Rotoren beidseitig angeordnete Zapfen aufweisen, eine extrem kurze Bauform aufweist.

Es können für die Lagerung wahlweise saugseitig Axial- und Radiallager und druckseitig Radiallager oder aber saugseitig Radiallager und druckseitig Axial- und Radiallager verwendet werden.

Der Antrieb des Schraubenrotorverdichters läßt sich an einem der saug- oder druckseitigen Rotorenden anordnen.

Für den Antrieb ist neben Kupplungen beliebiger Bauart u. a. auch eine Torsionswelle möglich, die durch eine Bohrung im saug- oder druckseitigen Lagergehäuse und in einen der vier Zapfen geführt ist. Über eine Kupplung am äußeren Ende der Torsionswelle erfolgt der Antrieb des Verdichters.

Aus der bisher nichtveröffentlichten P 44 03 648.5 ist darüber hinaus die Abdichtung der Stirnflächen der Rotoren eines Schraubenrotorverdichtes mit einer Öleinspritzung gegenüber dem Gehäuse mittels Dichtscheiben bekannt, um die Abdichtung des Wirkraumes zwischen einem schraubenverzahnten Rippenrotor und einem schraubenverzahnten Nutenrotor zu erreichen.

Zwischen den Stirnflächen der Rotoren und dem Gehäuse befinden sich auf den saug- und druckseitigen Gehäuseteilen Dichtscheiben, die an diese Gehäuseteile angeschraubt, angeklebt oder formschlüssig eingelegt sind. Die Dichtscheiben bestehen aus einem gesinterten PTFE-Glimmer-Gemisch oder aus einem Werkstoff mit ähnlichen Eigenschaften.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auch bei einem trockenlaufenden Schraubenrotorverdichter die Belastung der angetriebenen Zapfen zu verkleinern, den Rotoren insgesamt eine höhere Steifigkeit zu geben und einen Schraubenrotorverdichter mit extrem kurzer Bauform zu schaffen.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung in der Weise gelöst, wie es im Patentanspruch 1 angegeben ist, eine vorteilhafte Ausgestaltung ist Gegenstand der weiteren Ansprüche.

Nach der Erfindung weist der Schraubenrotorverdichter innenliegende Rotorenlagerungen auf. Die Lagerzapfen für den Haupt- und Nebenrotor sind jeweils Teil des saugseitigen bzw. des druckseitigen Lagergehäuses und bestehen aus dem gleichen Material, z. B. Stahlguß. Die Zapfen ragen in Bohrungen der Rotoren hinein, die zur Lagerung der Rotoren mit Gleit- oder Wälzlager ausgerüstet sind.

Auch hier werden für die Lagerung wahlweise saugseitig Axial- und Radiallager und druckseitig Radiallager oder aber saugseitig Radiallager und druckseitig Axial- und Radiallager verwendet.

Der Antrieb des Schraubenrotorverdichters kann an einem der saug- oder druckseitigen Rotorenden angeordnet werden. Zwischen den druckseitigen Enden

der Rotoren und dem druckseitigen Lagergehäuse werden jeweils Getrieberäder eines Ausgleichsgetriebes sowie ein Dichtungsgehäuse mit Dichtscheiben und Dichtungen angeordnet. Zwischen den saugseitigen Enden der Rotoren und dem saugseitigen Lagergehäuse werden lediglich Dichtungsgehäuse, Dichtscheiben und Dichtungen vorgesehen.

Die Abdichtung des Kompressionsraumes gegenüber der Umgebung wird mit Dichtungen erreicht, die druckseitig in einem Dichtungsgehäuse und saugseitig ebenfalls in einem Dichtungsgehäuse, das in dem saugseitigen Lagergehäuse befestigt ist, angebracht und gegen die Rotorstirnflächen gerichtet sind.

Entsprechend dem Druckniveau und der Art des zu fördernden Mediums können an den vier Rotorenden gleiche oder unterschiedliche Dichtungen eingesetzt werden.

Als Dichtungen können zum Beispiel gasgesperrte Dichtungen eingesetzt werden, die besonders hohe Dichtansprüche erfüllen.

Mittels Dichtscheiben, die ebenfalls am Dichtungsgehäuse angebracht sind, werden die Zahnlückenräume gegeneinander abgedichtet. Der Spalt zwischen den Rotoren und den Dichtscheiben wird bei der Montage auf 0 mm eingestellt. Während des Betriebes werden die Dichtscheiben von den Rotoren so weit abgetragen wie das für den berührungslosen Lauf zwischen Dichtscheibe und Rotor erforderlich ist.

Trockenlaufende Schraubenrotorverdichter werden, resultierend aus dem gegebenen Druckniveau und der vorgegebenen Drehzahl, entsprechend der errechneten Lagerkraft und der verlangten Lebensdauer, mit Gleit- oder Wälzlager versehen.

Auch die auf der Druckseite angeordneten Getrieberäder, Dichtungen sowie das Lagergehäuse werden den Druckverhältnissen angepaßt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Schraubenrotorverdichter mit Torsionswelle und Wälzlager bzw. Gleitlager für geringe Lagerbelastung,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Schraubenrotorverdichter mit Torsionswelle und Gleitlager für hohe Lagerbelastungen.

Entsprechend Fig. 1 ist das saugseitige Lagergehäuse (3) an seiner Innenseite mit einem Zapfen (25) zum Eingriff in die Bohrung im Rippenrotor (1) und mit einem weiteren Zapfen (25) zum Eingriff in den Nutenrotor (2) ausgestattet.

Das druckseitige Lagergehäuse (5) besitzt an seiner Innenseite ebenfalls Zapfen (25). Einer dieser Zapfen greift in die Bohrung im Rippenrotor (1) und der andere in die Bohrung im Nutenrotor (2) ein. Beide

Lagergehäuse (3, 5) sind an dem Kompressorgehäuse (4) lösbar befestigt.

Demnach bestehen die Rotoren (1, 2) innerhalb des Kompressorgehäuses (4) nur noch aus dem schraubenverzahnten Teil des Rippenrotors (1) und dem schraubenverzahnten Teil des Nutenrotors (2), in deren Ende zentrische Bohrungen zur Aufnahme der Zapfen (25) eingebracht sind.

Im Ausführungsbeispiel gem. Fig. 1 befindet sich der Antrieb des Verdichters druckseitig am Rippenrotor (1).

Die Lagerung der Rotoren (1, 2) auf den druckseitigen Zapfen (25) erfolgt durch Radiallager und Axiallager (20, 22), die durch Distanzringe (21) gehalten und durch Wellenmutter (23) gesichert sind. Saugseitig sind die Rotoren (1, 2) in Radiallagern (12) auf den Zapfen (25) gelagert.

Auf der Saugseite sind innerhalb der Bohrungen der Rotoren (1, 2) und zwischen den Enden der Zapfen (25) Ölabstreifer (13) mit einem Abführkanal durch das Lagergehäuse (3) angeordnet.

Der Antrieb des Rippenrotors (1) erfolgt auf der Druckseite mit Hilfe einer Torsionswelle (9) mit Kuppungsflansch. Diese Torsionswelle ist durch eine Bohrung im druckseitigen Lagergehäuse (5) und den Zapfen (25) geführt und weist am innenseitigen Ende eine Verdickung (26) auf, die sich in einer Ausnehmung der Bohrung des Rippenrotors (1) befindet. Zwischen der Torsionswelle (9) und dem Rippenrotor (1) wird dadurch eine formschlüssige Verbindung hergestellt.

Als Abdichtung des Kompressionsraumes gegenüber der Atmosphärenseite befinden sich auf der Druckseite und der Saugseite der Stirnflächen der Rotoren Gasdichtungen (10, 17).

Die Abdichtung zwischen den Zahnlückenräumen der Rotoren (1, 2) erfolgt mittels Dichtscheiben (15, 16), die in das saugseitige Dichtungsgehäuse (14) bzw. in das druckseitige Dichtungsgehäuse (8) eingelegt und befestigt werden.

Zur Einhaltung des Abstandes der Rotorflächen des Rippenrotors (1) und des Nutenrotors (2) wird ein Ausgleichsgetriebe zwischen druckseitigem Dichtungsgehäuse (8) und Lagergehäuse (5) eingesetzt.

Dieses Ausgleichsgetriebe besteht aus einem Getrieberad (6) für den Rippenrotor (1) und einem Getrieberad (7) für den Nutenrotor (2) mit den erforderlichen druckseitigen Lagersicherungen (19).

Fig. 2 zeigt die Ausführung eines Schraubenrotorverdichters mit Radiallagern (12) und (20), der für eine hohe Lagerbelastung ausgelegt ist.

Gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist das druckseitige Lagergehäuse (5) so gestaltet, daß breitere Getrieberäder (6') am Rippenrotor (1) und ebenfalls breitere Getrieberäder (7') am Nutenrotor (23) sowie größere Radial- und Axiallager (20, 22) verwendet werden.

Die Getrieberäder (6', 7') werden mit Stirnzahnkupplungen (24, 27) über Zentralschrauben (18) mit den Rotoren (1, 2) verbunden.

## Bezugsziffernliste:

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| 1    | Rippenrotor                         |
| 2    | Nutenrotor                          |
| 3    | Lagergehäuse Saugseite              |
| 4    | Kompressorgehäuse                   |
| 5    | Lagergehäuse Druckseite             |
| 6,6' | Getrieberad Rippenrotor             |
| 7,7' | Getrieberad Nutenrotor              |
| 8    | Dichtungsgehäuse Druckseite         |
| 9    | Torsionswelle mit Kupplungsflansch  |
| 10   | Gasdichtung Saugseite               |
| 11   | Lagersicherung Saugseite            |
| 12   | Radiallager Saugseite               |
| 13   | Ölabstreifer                        |
| 14   | Dichtungsgehäuse Saugseite          |
| 15   | Dichtscheibe Saugseite              |
| 16   | Dichtscheibe Druckseite             |
| 17   | Gasdichtung Druckseite              |
| 18   | Zentralschraube                     |
| 19   | Lagersicherung Druckseite           |
| 20   | Radiallager Druckseite              |
| 21   | Distanzring                         |
| 22   | Axiallager                          |
| 23   | Wellenmutter                        |
| 24   | Stirnzahn-Kupplung Getrieberadseite |
| 25   | Lagerzapfen                         |
| 26   | Mitnehmer Torsionswelle             |
| 27   | Stirnzahn-Kupplung Rotorseite       |

5

10

15

20

25

30

gigkeit vom Druckniveau und der Höhe des daraus resultierenden Drehmomentes des Rotorverdichters festgelegt wird.

3. Rotorverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den druckseitigen Enden der Rotoren (1, 2) und den Getrieberädern (6', 7') mit größerer Zahneingriffsbreite Stirnzahnkupplungen (24, 27) angeordnet sind, die mittels einer Zentralschraube (18) an den druckseitigen Enden der Rotoren (1, 2) lösbar befestigt werden.

4. Rotorverdichter nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Dichtungen (10, 17) gasgesperrte Dichtungen statischer oder dynamischer Bauart oder eine Kombination beider Bauarten eingesetzt sind.

5. Rotorverdichter nach den Ansprüchen 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtscheiben (15, 16) in bekannter Art aus einem gesintertem PTFE-Glimmer-Gemisch oder aus einem Werkstoff mit ähnlichen Eigenschaften hergestellt sind.

## Patentansprüche

1. Trockenlaufender Rotorverdichter mit Kämmeingriff zwischen einem schraubenverzahnten Rippenrotor und einem schraubenverzahnten Nutenrotor, wobei die saugseitigen und druckseitigen Lagergehäuse Zapfen aufweisen, die in Bohrungen innerhalb der Rotoren hineinragen und mit Gleit- oder Wälzlager versehen sind, mit einer durch eine Bohrung im saug- oder druckseitigen Lagergehäuse und durch einen der Zapfen geführten Torsionswelle einer Kupplungshälfte für den Verdichterantrieb, mit an den Lagergehäusen und den Rotorenden angeordneten Dichtungen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den druckseitigen Enden der Rotoren (1, 2) und dem Lagergehäuse (5) jeweils Getrieberäder (6, 7, 6', 7') eines Ausgleichsgetriebes sowie ein Dichtungsgehäuse (8) mit Dichtscheiben (16) und Dichtungen (17) angeordnet ist, daß zwischen den saugseitigen Enden der Rotoren (1, 2) und dem Lagergehäuse (3) jeweils Dichtungen (10), Dichtungsgehäuse (14) und Dichtscheiben (15) angeordnet sind.
2. Rotorverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Zahneingriffs der Getrieberäder (6, 7 bzw. 6', 7') des Ausgleichsgetriebes in Abhän-

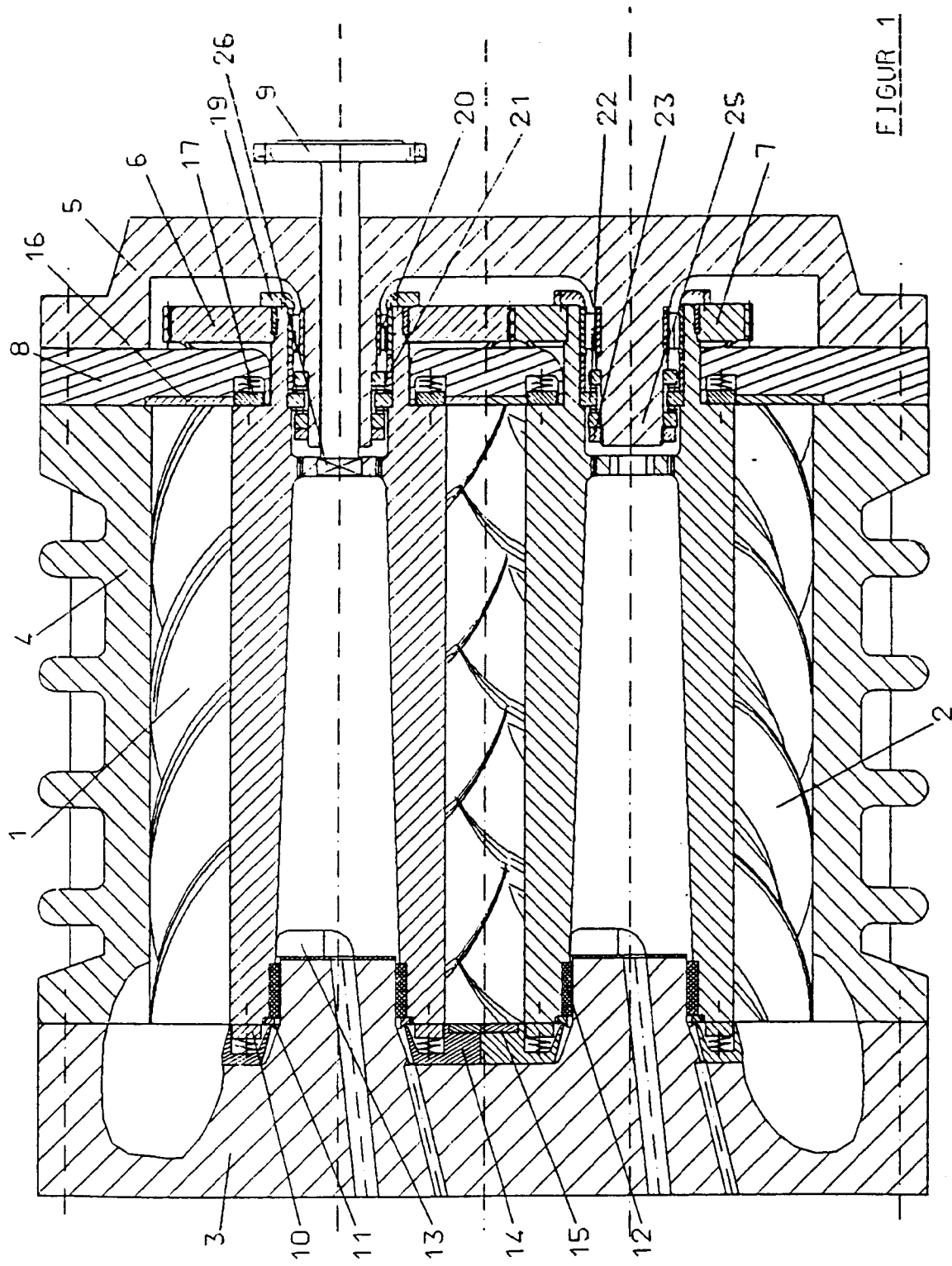
35

40

45

50

55



FIGUR 1

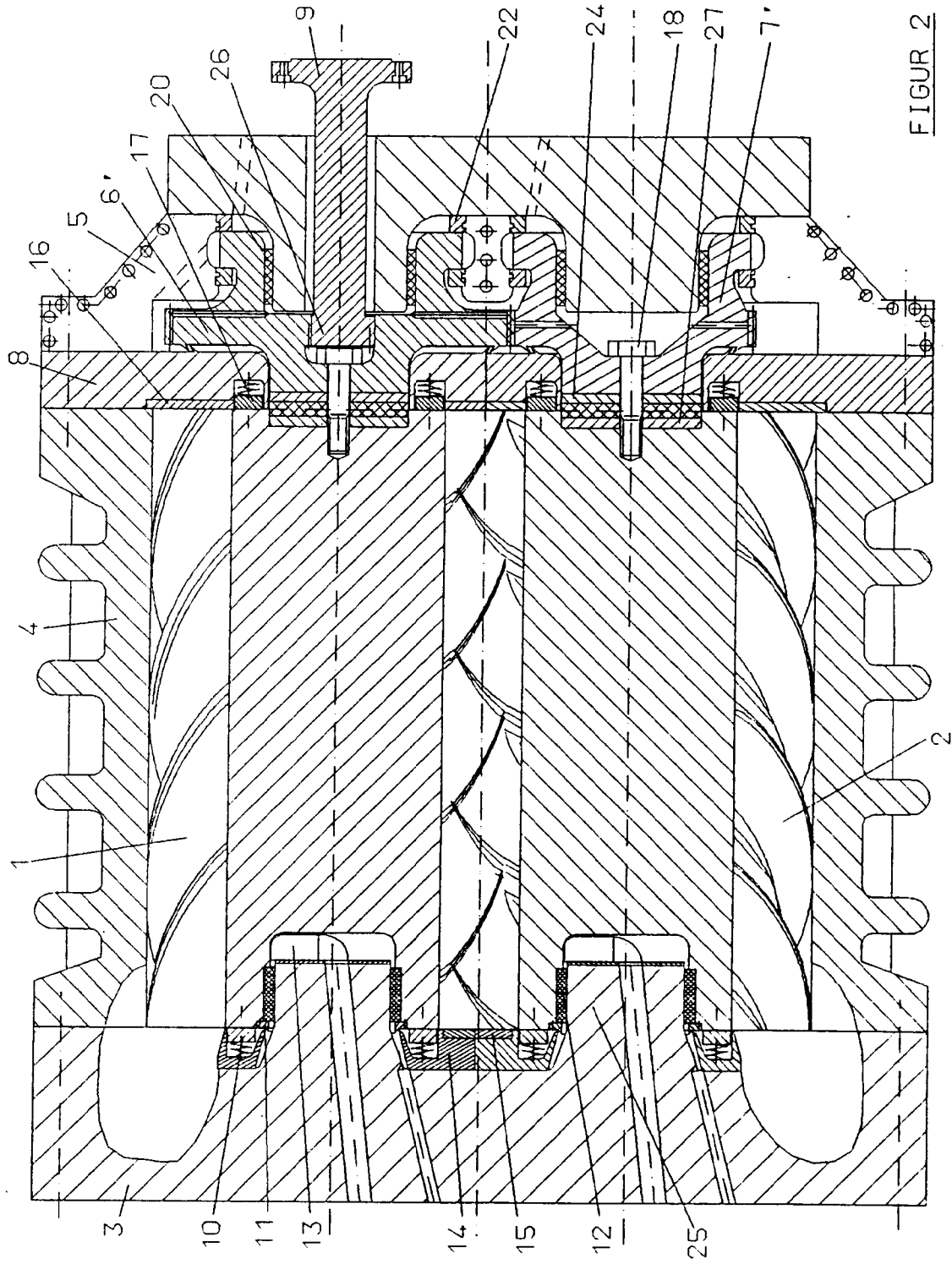


FIGURE 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 10 1860

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                |                                                    |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                            | Betrifft Anspruch                                  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | EP-A-0 101 345 (SOCIÉTÉ ANONYME D.B.A.)<br>* das ganze Dokument *<br>---                                       | 1,2,5                                              | F04C18/16<br>F04C29/00<br>F01C21/10                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | FR-A-1 039 761 (BRONZAVIA)<br>* Seite 1 *<br>* Seite 2, linke Spalte, Zeile 1 - Zeile 48; Abbildung 2 *<br>--- | 1,2                                                |                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | FR-A-2 588 322 (BITAR)<br>* das ganze Dokument *<br>---                                                        | 3                                                  |                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | GB-A-343 344 (BROWN)<br>* das ganze Dokument *<br>---                                                          | 3                                                  |                                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | DE-A-14 03 296 (BALZERS VAKUUM)<br>* das ganze Dokument *<br>---                                               | 5                                                  |                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | DE-A-39 20 184 (DIESEL KIKI)<br>* das ganze Dokument *<br>---                                                  | 5                                                  |                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | GB-A-884 171 (VEB MASCHINENFABRIK NEMA)<br>* das ganze Dokument *<br>-----                                     | 5                                                  | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.6)<br><br>F04C<br>F01C |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                |                                                    |                                                             |
| Recherchenort<br><b>DEN HAAG</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                | Abschlußdatum der Recherche<br><b>26.Juli 1996</b> | Prüfer<br><b>Kapoulas, T</b>                                |
| <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b><br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                |                                                    |                                                             |

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)