

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. Oktober 2007 (04.10.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2007/110272 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 25/06 (2006.01) F04D 29/66 (2006.01)  
F04D 29/60 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/051415

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. Februar 2007 (14.02.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
06006070.4 24. März 2006 (24.03.2006) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MATHIJSEN, Gaston [NL/NL]; Neptunustr. 13, NL-7622VX Borne (NL).  
VAN AARSEN, Mark [NL/NL]; Mr.p.j. Troelstrapleink, NL-7556EE Hengelo (NL).

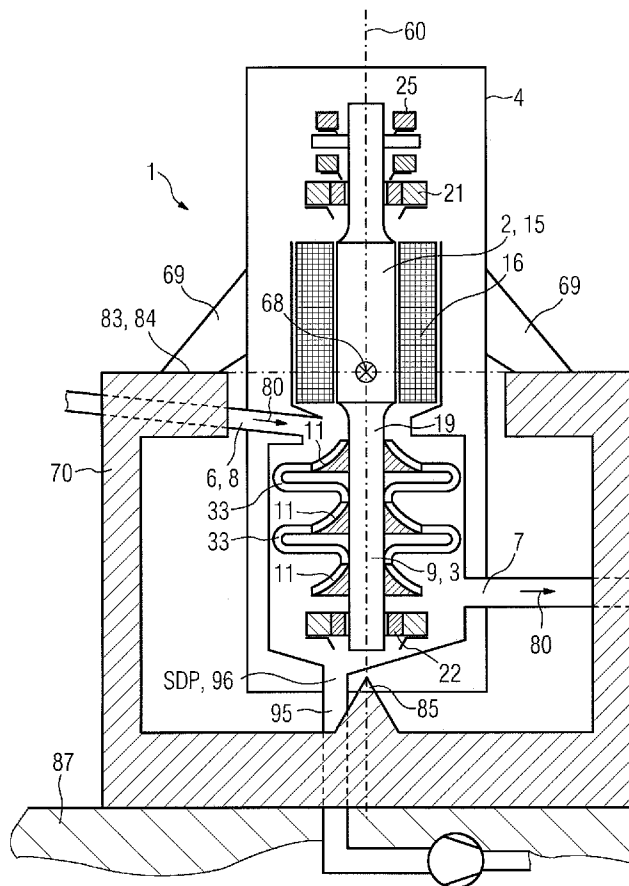
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMPRESSOR UNIT

(54) Bezeichnung: VERDICHTEREINHEIT



(57) Abstract: The invention relates to a compressor unit (1) comprising a motor (2) and a compressor (3), the motor (2) having a motor rotor (15) and the compressor (3) having a compressor rotor (9), which rotate as a common rotor (19) about a common rotational axis (60). The compressor unit (1) has a housing (4), equipped with support elements (69) that give support at bearing points (84), which are used to mount the compressor unit (1) in the operating position. The aim of the invention is to obtain a good response in the event of vibration. To achieve this, at least three of the bearing points (84), together with the centre of gravity (68) of the rotor (19) lie essentially on one plane. The decisive advantage of the support of the compressor unit (1) is that the vibration amplitudes in the vicinity of the centre of gravity (68) or rotational centre of gravity of the rotor are lower in relation to the remaining regions of the machine and that the damping action is particularly efficient at this point in the moving system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verdichtereinheit (1) mit einem Motor (2) und einem Verdichter (3), wobei der Motor (2) einen Motorrotor (15) und der Verdichter (3) einen Verdichterroter (9) aufweisen, welche als gemeinsamer Rotor (19) sich um eine gemeinsame Drehachse (60) drehen, wobei die Verdichtereinheit (1) ein Gehäuse (4) aufweist, an welchem Abstützelemente (69) zur Abstützung in Auflagerpunkten (84) vorgesehen sind, mittels derer die Verdichtereinheit (1) in Betriebsposition gelagert ist. Es ist Aufgabe der Erfindung, mit möglichst geringem Aufwand ein gutes Schwingungsverhalten zu erreichen. Hierzu wird vorgeschlagen, dass mindestens drei der Auflagerpunkte (84) gemeinsam mit dem Schwerpunkt

(68) des Rotors (19) im Wesentlichen in einer Ebene liegen. Der entscheidende Vorteil

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/110272 A1



LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verdichtereinheit

5

Die Erfindung betrifft eine Verdichtereinheit, mit einem Motor und einem Verdichter, wobei der Motor einen Motorrotor und der Verdichter einen Verdichterrotor aufweisen, welche als gemeinsamer Rotor sich um eine gemeinsame Drehachse drehen, wobei die Verdichtereinheit ein Gehäuse aufweist, an welchem Abstützelemente vorgesehen sind, mittels derer die Verdichtereinheit in Betriebsposition in Auflagerpunkten gelagert ist.

15 Bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung ist die unterseeische Förderung von Erdgas.

Jüngste Entwicklungen im Bereich des Verdichterbaus fokussieren sich auch auf Unterseeanordnung großer Verdichter, welcher der Förderung von Erdgasen dienen sollen. Aufgrund der besonderen Betriebsbedingungen, insbesondere wegen der stark eingeschränkten Zugänglichkeit sowohl zu Wartungszwecken als auch mittels Versorgungsleitungen sieht sich die Fachwelt vor großen Herausforderungen gestellt.

25 Einschlägige Umweltbestimmungen verbieten jeglichen stofflichen Austausch zwischen den zu installierenden Aggregaten und dem umgebenden Seewasser. Hinzukommt, dass das Seewasser ein aggressives Medium ist und in den verschiedenen Meerestiefen extreme Druck- und Temperaturbedingungen anzutreffen sind. Eine weitere Anforderung besteht darin, dass die Aggregate einerseits eine äußerst hohe Standzeit aufweisen sollen und andererseits nahezu wartungsfrei ausgebildet sein müssen. Erschwerend ist zusätzlich eine nicht unerhebliche Verschmutzung des teilweise chemisch aggressiven zu fördernden Mediums.

35

Eine Verdichtereinheit der vorgenannten Art ist bereits aus der internationalen Patentanmeldung WO 02/099286 A1 bekannt.

Mit der Zielsetzung der kompromisslosen Vereinfachung zur Reduzierung des Wartungsaufwandes und bei gleichzeitig hoher Standzeit ist dort vorgeschlagen, den Verdichterroter mit dem Motorrotor einstückig zu gestalten und mittels lediglich  
5 zweier Radiallager jeweils endseitig zu lagern. Zusätzlich ist eine separate Axiallagerung vorgesehen. Mit zunehmender Baugröße zeigt sich jedoch, dass der aufgrund seines hohen Eigengewichtes dynamisch sehr dominante Motorrotor insbesondere aufgrund thermischer Unwucht bei verschiedenen  
10 Betriebstemperaturen und entsprechenden Drehzahlen starke Schwingungen verursachen kann, was die Standzeit reduziert bzw. Wartungsintervalle unakzeptabel verkürzt. Vorteilhaft ist die Drehachse des Rotors vertikal ausgerichtet, was einen Schubausgleich mittels des Eigengewichts ermöglicht und den  
15 Rotor keiner Biegewechselspannung aus der Gewichtskraft aussetzt.

Daneben ist es aus der europäischen Patentanmeldung EP 1 074 746 B1 bekannt, einen Turboverdichter mit drei  
20 Radiallagern auszustatten, wobei der Motorrotor mittels einer Kupplung mit dem Verdichterroter in Verbindung steht. Der dynamisch sehr dominante Motorrotor ist hierbei mittels zweier der drei Radiallager gelagert und der Verdichterroter an der Endseite des sich ergebenden Gesamtrators mit nur  
25 einem Radiallager. Auch hier zeigt sich ab einer bestimmten Größenordnung, dass Schwingungen verhältnismäßig groß werden können.

Bei Turbosätzen im Allgemeinen und insbesondere  
30 Turboverdictern ist ein besonders Augenmerk stets auf die Schwingungsanfälligkeit bzw. die Dämpfung von Schwingungen und die Lagerung bzw. Abstützung zu richten. Einerseits muss eine hinreichende Dämpfung der Verdichtereinheit in allen Betriebspunkten gewährleisten, dass die Schwingungsamplituden  
35 der einzelnen Bauelemente unter Anregung der verschiedenen Drehzahlspektren nicht zu hoch werden und andererseits dürfen die umliegenden Bauelemente aufgrund ihrer Dämpfungsfunktion nicht einer zu großen Belastung bzw. Anregung ausgesetzt

werden. Für den Unterwasserbetrieb gelten hierbei außerdem andere Voraussetzungen, weil das Umgebungsmedium andere Dämpfungseigenschaften hat als Luft.

5 Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, mit möglichst geringem Aufwand ein gutes Schwingungsverhalten zu erreichen.

Zur Lösung der Aufgabe wird vorgeschlagen, insbesondere eine Verdichtereinheit der eingangs genannten Art derart mittels  
10 Abstützelementen in Auflagerpunkten zu lagern, dass mindestens drei Auflagerpunkte gemeinsam mit dem Schwerpunkt des Rotors im Wesentlichen in einer Ebene liegen.

Der entscheidende Vorteil der erfindungsgemäßen Lagerung der  
15 Verdichtereinheit liegt darin, dass einerseits die Schwingungsamplituden im Bereich des Schwerpunkts bzw. Rotationsschwerpunktes des Rotors im Verhältnis zu den übrigen Bereichen der Maschine geringer sind und andererseits die Dämpfung an dieser Stelle des bewegten Systems besonders  
20 effizient ist. Während eine Fixierung außerhalb des Schwerpunktes des Rotors zur Folge hat, dass der Schwerpunkt eine Anregung aus der Rückstellkraft des Lagers erfährt und sich trotz seines Trägheitsmomentes bewegt, was zur Destabilisierung des Gesamtsystems führt, stabilisiert eine  
25 Fixierung des Rotationsschwerpunktes des Rotors einerseits die Schwerpunktslage und andererseits auch die angrenzenden Systeme. Aufgrund der Symmetrieeigenschaften des Schwerpunktes erfahren die Abstützelemente in den Auflagerpunkten nicht nur geringste translatorische Anregung  
30 sondern auch eine Momentenbelastung aus der Schwingung ist vollständig eliminiert.

Bevorzugt ist die gemeinsame Ebene der Auflagerpunkte und des Rotationsschwerpunktes des Rotors senkrecht zu der bevorzugt  
35 vertikal ausgerichteten Drehachse. So dass keine ungünstigen Momente aufgrund der Position der Auflagerpunkte entstehen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass in drei  
Auflagerpunkten mittels vorzugsweise jeweils eines  
Abstützelements die Abstützung der Verdichtereinheit in einer  
Ebene des Schwerpunkts des Rotors erfolgt. Auf diese Weise  
5 wird die Einheit in einer definierten räumlichen Lage  
gehalten und eine mechanische Überbestimmung vermieden.

Besonders zweckmäßig ist eine Kombination der beschriebenen  
Lagerung mit einer vertikal orientierten Drehachse, weil die  
10 Verdichtereinheiten regelmäßig entlang der Drehachse länglich  
ausgebildet sind und auf diese Weise die Auflagerpunkte  
verhältnismäßig nahe dem Rotorschwerpunkt positionierbar  
sind. Hinzu kommt, dass bei vertikaler Ausrichtung eine  
Symmetrie der Auflagerpunkte um den Rotationsschwerpunkt  
15 konstruktiv problemlos realisiert werden kann und neben einem  
im Wesentlichen gleichen Abstand der Auflagerpunkte zu dem  
Schwerpunkt auch ein Winkelsymmetrie erreicht werden kann.  
Das bedeutet, dass bei der bevorzugten Ausführung mit drei  
Auflagerpunkten diese jeweils in einem Abstand von  $120^\circ$   
20 zueinander angeordnet sind.

Die Auflagerpunkte können zumindest teilweise als Gleitlager  
ausgebildet sein, so dass auch thermische Relativbewegungen  
zwischen einem Rahmen, auf dem sich die Verdichtereinheit  
25 abstützt und der Verdichtereinheit selbst nicht zu einer  
mechanischen Belastung der involvierten Bauelemente führen.  
Eine bestimmte Lage der Verdichtereinheit kann mittels eines  
oder mehrerer Festlager in den drei Auflagerpunkten erreicht  
werden.

30  
Zusätzlich oder alternativ dazu kann eine bevorzugte in der  
Flucht der Drehachse des Rotors vorgesehene Zentrierung für  
eine bestimmte Lage der Verdichtereinheit sorgen. Die  
Anordnung der Zentrierung in einer Flucht mit der Drehachse  
35 hat den zusätzlichen Vorteil, dass an dieser Stelle eine  
Dämpfung besonders effizient die Schwingungsamplituden  
verringert.

Den modularen Aufbau insbesondere einer Anordnung für den Unterwassereinsatz unterstützend kann die Verdichtereinheit in einem Rahmen in der beschriebenen Weise gelagert sein, wobei der Rahmen zweckmäßig auf ein Grundelement zu montieren ist, welches weitere angrenzende Module aufnimmt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Verdichtereinheit in dem Rahmen um eine horizontale Achse drehbar gelagert ist, so dass bei einer vertikalen Drehachse des Rotors das in der Betriebsposition unten befindliche Ende nach oben gedreht werden kann. Dies hat den Vorteil bei einer am axial unten befindlichen Ende vorgesehenen Entwässerung, dass für eine Montage unter Wasser zu verschließende Ein- und Ausgänge der Verdichtereinheit nicht den vollen Wasserdruck des Betriebsortes ertragen müssen, bevor ein Anschluss der Förderleitungen durchgeführt wird, sondern die Verdichtereinheit in der Überkopflage mit einem inkompressiblen Fluid gefüllt werden kann, welches ein Eindringen des Umgebungsmediums beim Transport zu dem Montageort verhindert. Diese Montagemöglichkeit ist von besonders großem Interesse, falls es sich bei dem Umgebungsmedium um Salzwasser handelt, beispielsweise bei einer Förderung von Erdgas am Meeresgrund.

Bevorzugt ist eine Entwässerung zwar am tiefsten Punkt im Inneren der Maschine in der Betriebsposition vorzusehen, kann mit Vorteil jedoch hinsichtlich des Rotors bei einer vertikalen Drehachse in der Betriebsposition exzentrisch zu der Drehachse vorgesehen sein, damit eine zentrierende Lagerung an dem unteren axialen Ende in einer Flucht mit der Drehachse angeordnet werden kann.

Besondere Vorteile entfaltet die erfindungsgemäße Lagerung, wenn zur Lagerung des Rotors Magnetlager vorgesehen sind. Die Magnetlager sorgen bei nur verhältnismäßig geringer Dämpfung für eine weitestgehend optimale Rotationslage des Rotors. Dies gilt umso mehr, wenn die Drehachse vertikal ausgerichtet ist und die Schwerkraft nicht für eine Wechselbiegung des

Rotors und eine daraus folgende Standzeitverkürzung und zusätzliche Unwucht sowie zusätzliche Biegeschwingungen sorgt. Für den Unterwasserbetrieb sind nicht magnetische Lager darüber hinaus in Folge der nicht mehr erforderlichen  
5 Ölversorgung besonders gut geeignet, weil die Zugänglichkeit der Verdichtereinheit unter Wasser im höchsten Maß eingeschränkt ist und auf diese Weise eine Konditionierung und ein Austausch des Schmier- und Kühlmittels nur mit größtem Aufwand möglich ist. Für den Fall eines Ausfalls der  
10 Magnetlagerung, ist es zweckmäßig, für einen Notauslauf zusätzliche mechanische Lager vorzusehen.

Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher  
15 beschrieben. Die gezeigte Ausführungsform ist lediglich zur Verdeutlichung als Beispiel der Erfindung zu verstehen. Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch eine schematische  
20 Darstellung einer Verdichtereinheit gelagert auf einem Rahmen in erfindungsgemäßer Weise und

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Fördersystems mit einer Verdichtereinheit in erfindungsgemäßer  
25 Lagerung auf einem Rahmen.

Figur 1 zeigt schematisch einen Schnitt längs einer erfindungsgemäßen Verdichtereinheit 1, welche als wesentliche Bauteile einen Motor 2 und einen Verdichter 3 in einem  
30 gasdicht ausgebildeten Gehäuse 4 aufweist. Das Gehäuse 4 beherbergt den Motor 2 und den Verdichter 3. Im Bereich des Übergang von dem Motor 2 zu dem Verdichter 3 ist das Gehäuse 4 mit einem Einlass 6 und einem Auslass 7 versehen, wobei durch den Einlass 6 mittels eines Ansaugstutzens 8 das  
35 zu verdichtende Fluid angesaugt wird und durch den Auslass 7 das verdichtete Fluid abströmt.

Die Verdichtereinheit 1 ist im Betrieb vertikal angeordnet, wobei ein Motorrotor 15 des Motors 2 über einem Verdichterroter 9 des Verdichters 3 zu einem gemeinsamen Rotor 19 vereint sind, die sich um eine gemeinsame vertikale Drehachse 60 dreht.

Der Motorrotor 15 ist in einem ersten Radiallager 21 am oberen Ende des Motorrotors 15 gelagert.

Der Verdichterroter 9 ist mittels eines zweiten Radiallagers 22 in unterer Position gelagert.

Am oberen Ende des gemeinsamen Rotors 19 - also am oberen Ende des Motorrotors 15 - ist ein Axiallager 25 vorgesehen. Die Radiallager und das Axiallager arbeiten elektromagnetisch und sind jeweils gekapselt ausgeführt. Die Radiallager erstrecken sich hierbei in Umfangsrichtung um die jeweilige Lagerstelle des Rotors 19 und sind hierbei 360° umlaufend und ungeteilt ausgebildet.

Der als Zentrifugalverdichter ausgebildete Verdichter 3 weist drei Verdichterstufen 11 auf, die jeweils mittels einer Überströmung 33 in Verbindung stehen. Die sich an den Verdichterstufen 11 ergebenden Druckdifferenzen sorgen für einen Schub an dem Verdichterroter 9, der sich auf dem Motorrotor 15 überträgt und entgegen der Gewichtskraft des sich ergebenden gesamten Rotors aus Verdichterroter 9 und Motorrotor 15, gerichtet ist, so dass ein im Nennbetrieb weitestgehender Schubaussgleich erfolgt. Auf diese Weise kann das Axiallager 25 vergleichsweise kleiner dimensioniert sein als bei einer horizontalen Anordnung der Drehachse 60.

Die elektromagnetischen Lager 21, 22, 25 sind mittels eines nicht im Einzelnen dargestellten Kühlsystems auf Betriebstemperatur gekühlt, wobei das Kühlsystem eine Anzapfung in einer Überströmung 33 des Verdichters 3 vorsieht. Von der Anzapfung wird mittels Rohrleitungen ein Teil des Fördermediums, welches vorzugsweise Erdgas ist, durch einen Filter geleitet und anschließend durch zwei

separate Rohrleitungen zu den jeweils äußeren Lagerstellen (erstes Radiallager 21 und zweites Radiallager 22 sowie Axiallager 25) geführt. Diese Kühlung mittels des kalten Fördermediums (80) erspart zusätzliche  
5 Versorgungsleitungen.

Der Motorrotor 15 ist von einem Stator 16 umgeben, der eine Kapselung aufweist, so dass das aggressive Fördermedium 80 Wicklungen des Stators 16 nicht beschädigt. Die Kapselung ist hierbei bevorzugt so ausgelegt, dass sie den vollen  
10 Betriebsdruck zu ertragen vermag. Dies auch deshalb, weil eine separate Kühlung für den Stator vorgesehen ist, in der ein eigenes Kühlmedium zirkuliert.

Der Verdichterrotor 9 weist zweckmäßig eine Verdichterwelle 10 auf, auf der die einzelnen  
15 Verdichterstufen 11 montiert sind. Dies kann bevorzugt mittels einer thermischen Schrumpfpassung erfolgen. Ebenso ist ein Formschluss, beispielsweise mittels Polygonen möglich. Eine andere Ausführungsform sieht eine Schweißung verschiedener Verdichterstufen 11 an einander vor, aus der  
20 ein einstückiger Verdichterrotor 9 resultiert.

In Figur 1 zeigt außerdem, dass an dem Gehäuse 4 Abstützelemente 69 vorgesehen sind, mittels welcher die Verdichtereinheit 1 gegen die Schwerkraft an  
25 Auflageflächen 83 eines Rahmens 70 in Auflagerpunkten 84 an Auflageflächen 83 eines Rahmens 70 abgestützt ist. Die Darstellung der Figur 1 zeigt die Abstützelemente 69 zur besseren Illustration um die Drehachse 60 gedreht gezeichnet.

Wie an einer Fördereinheit 91 der Figur 2 zu sehen, sind die  
30 Abstützelemente 69 symmetrisch um jeweils  $120^\circ$  versetzt um die Drehachse 60 angeordnet, ebenso wie die Auflagerpunkte 84 und die Auflageflächen 83 des Rahmens 70. Die Auflagerpunkte 84 befinden sich gemeinsam mit dem Rotorschwerpunkt 68 im Wesentlichen in einer Ebene, welche  
35 senkrecht zur der vertikalen Drehachse 60 orientiert ist. Am unteren axialen Ende 63 des Gehäuses 4 befindet sich neben

einer in eine Entwässerungsleitung 94 am so genannten  
„Single-Drain-Point (SDP)“ entwässernden Entwässerung 64 in  
einer Flucht zu der Drehachse 60 eine Zentrierung 85, welche  
in eine Ausnehmung 86 des Gehäuses 4 formschlüssig eingreift  
5 und auf diese Weise das Gehäuse in der Lagerung an den  
Auflagerpunkten 84 zentriert. Der Rahmen 70 ist auf ein  
gemeinsames Grundelement 87 aufgesetzt, auf welchem weitere  
Module 90 der Fördereinheit 91 angeordnet sind.

## Patentansprüche

1. Verdichtereinheit (1) mit einem Motor (2) und einem Verdichter (3), wobei der Motor (2) einen Motorrotor (15) und  
5 der Verdichter (3) einen Verdichterroter (9) aufweisen,  
welche als gemeinsamer Rotor (19) sich um eine gemeinsame Drehachse (60) drehen, wobei die Verdichtereinheit (1) ein Gehäuse (4) aufweist, an welchem Abstützelemente (69) zur Abstützung in Auflagerpunkten (84) vorgesehen sind, mittels  
10 derer die Verdichtereinheit (1) in Betriebsposition gelagert ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
mindestens drei der Auflagerpunkte (84) gemeinsam mit dem Schwerpunkt (68) des Rotors (19) im Wesentlichen in einer  
15 Ebene liegen.
2. Verdichtereinheit nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
genau drei Abstützelemente (69) zur Lagerung in  
20 Auflagerpunkten (84) vorgesehen sind.
3. Verdichtereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
25 die Drehachse (60) vertikal ausgerichtet ist.
4. Verdichtereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Verdichtereinheit (1) in einem Rahmen (70), der auf einem  
30 Grundelement (87) angeordnet ist, gelagert ist.
5. Verdichtereinheit (1) nach den Ansprüchen 3 und 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Verdichtereinheit (1) drehbar in dem Rahmen (70) derart  
35 gelagert ist, dass das axial unten befindliche Ende (63) nach oben gedreht werden kann.

6. Verdichtereinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass an dem axial unten befindlichen Ende (63) eine  
5 Entwässerung (64) des Gehäuses (4) vorgesehen ist.

7. Verdichtereinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass an einem axialen Ende eine das  
10 Gehäuse (4) zentrierende Zentrierung (85) vorgesehen ist,  
welche während des Betriebes die Verdichtereinheit (1)  
zentriert.

8. Verdichtereinheit (1) nach Anspruch 7,  
15 dadurch gekennzeichnet, dass  
die Zentrierung (85) in einer Flucht mit der Drehachse (60)  
angeordnet ist.

9. Verdichtereinheit (1) nach einem der vorhergehenden  
20 Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
elektromagnetische Lager (Radiallager (21, 22),  
Axiallager (25)) zur Lagerung des Rotors (19) vorgesehen  
sind.

25  
10. Verdichtereinheit (1) nach dem vorhergehenden  
Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass neben den elektromagnetischen  
30 Lagern (Radiallager (21, 22), Axiallager (25)) zusätzliche  
mechanische Lager für einen Notauslauf vorgesehen sind.

FIG 1

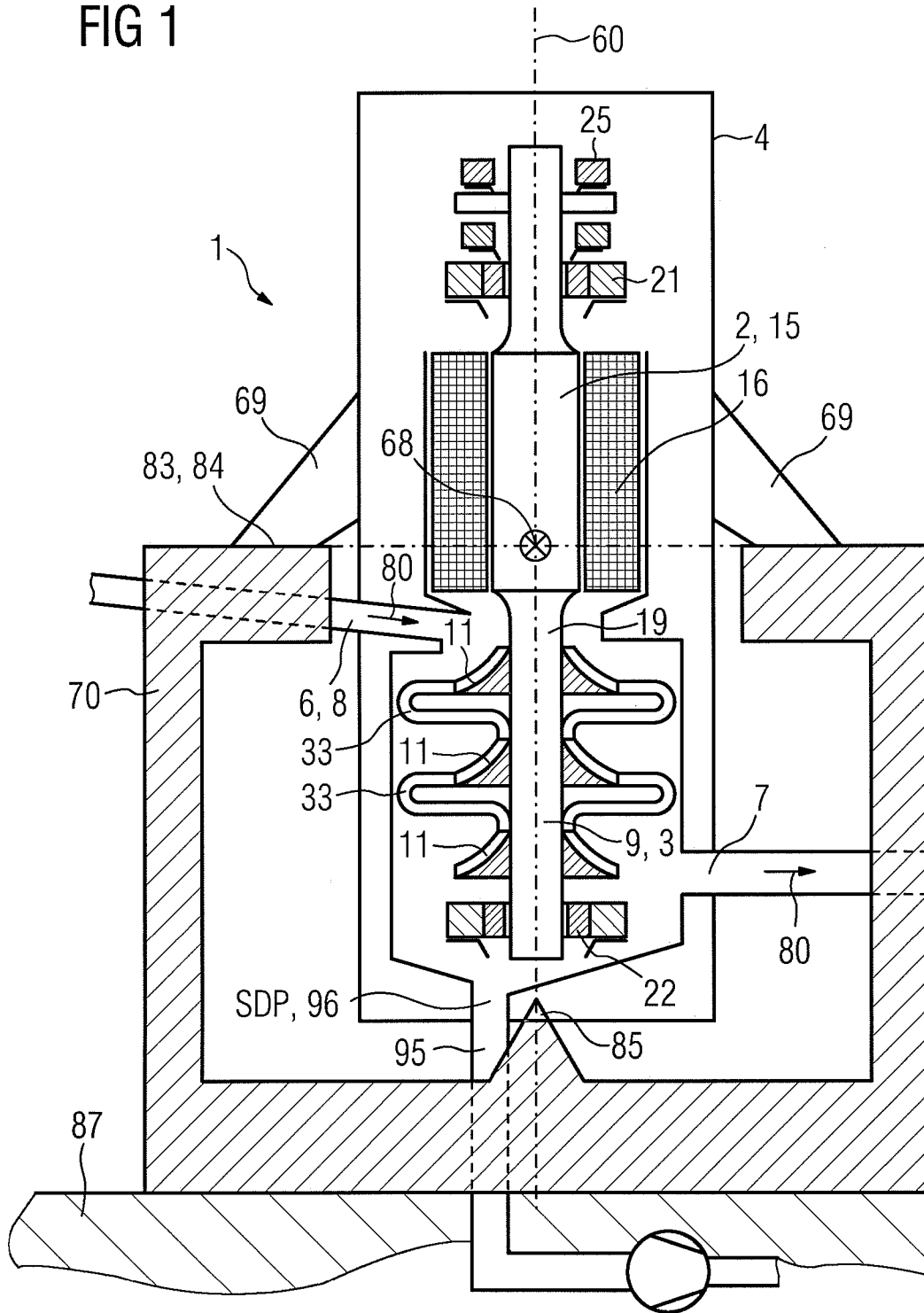
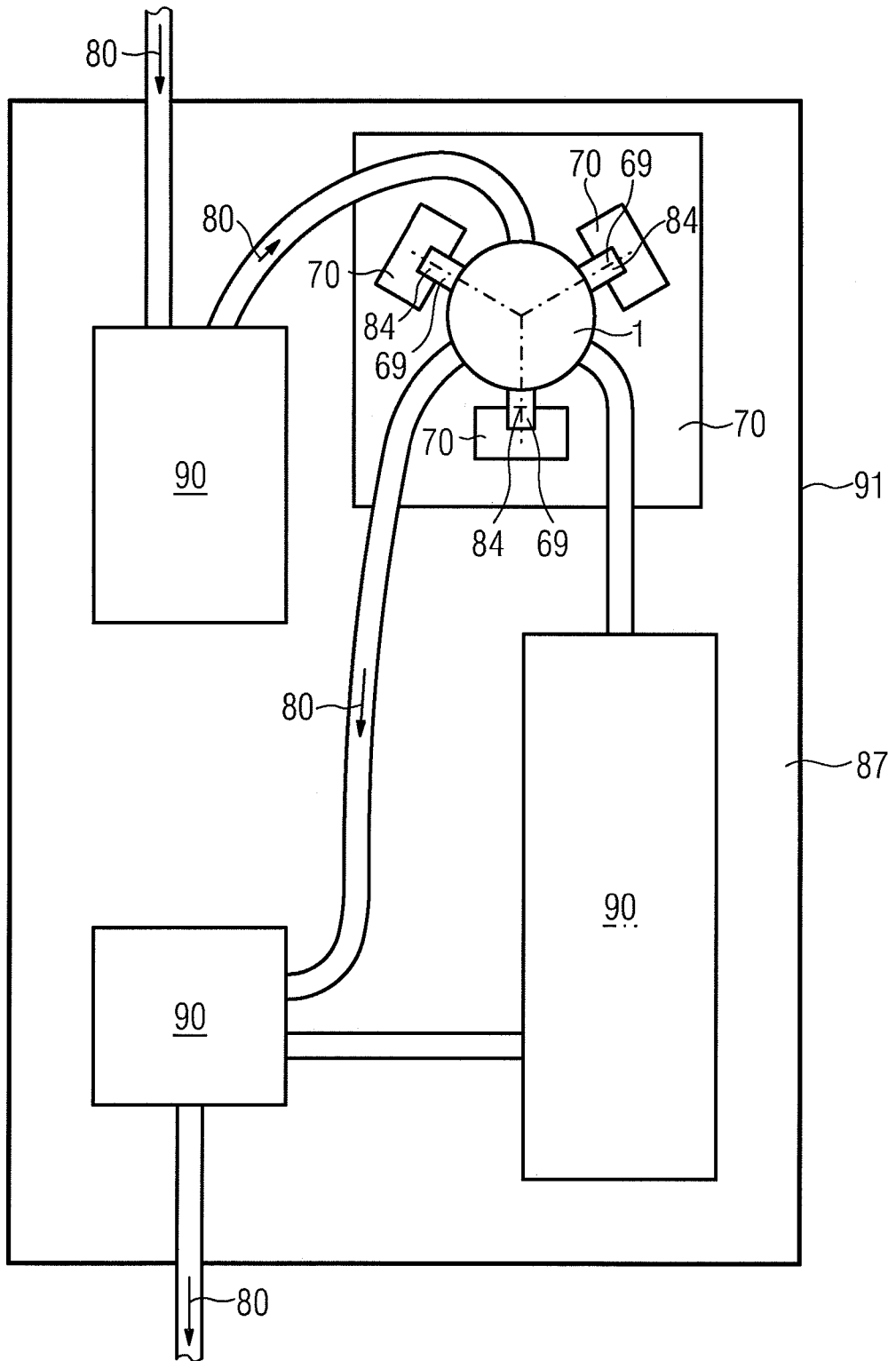


FIG 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/051415A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F04D25/06 F04D29/60 F04D29/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F04D F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 25 42 336 A1 (KALNIN) 24 March 1977 (1977-03-24) the whole document page 16, line 16 - line 18; figure 1	1
A	US 3 441 203 A (LARSEN BENDT W ET AL) 29 April 1969 (1969-04-29) column 2, line 30 - line 43; figure 1	1
A	GB 1 265 151 A (THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LTD) 1 March 1972 (1972-03-01) page 3, line 107 - line 113	1
A	US 6 255 752 B1 (WERNER STEFAN [DE]) 3 July 2001 (2001-07-03) claim 10	1
	----- -/--	

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 June 2007

Date of mailing of the international search report

26/06/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ingelbrecht, Peter

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/051415

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/099286 A (SIEMENS DEMAG DELAVAL TURBOMAC [NL]; LENDERINK GERARDUS MARIA [NL]; NI) 12 December 2002 (2002-12-12) cited in the application the whole document -----	1-10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/051415

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2542336	A1	24-03-1977	NONE	
US 3441203	A	29-04-1969	DE 1501025 A1 DK 131483 B ES 337377 A1 FR 1512788 A GB 1146773 A	16-10-1969 21-07-1975 16-02-1968 09-02-1968 26-03-1969
GB 1265151	A	01-03-1972	NONE	
US 6255752	B1	03-07-2001	AU 9068798 A DE 19833033 A1 WO 9905418 A1 EP 1000247 A1 JP 2001511498 T	16-02-1999 28-01-1999 04-02-1999 17-05-2000 14-08-2001
WO 02099286	A	12-12-2002	BR 0210169 A EP 1392981 A1 JP 2004527693 T NL 1018212 C2 US 2004170505 A1 US 2007110601 A1	27-04-2004 03-03-2004 09-09-2004 10-12-2002 02-09-2004 17-05-2007

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2007/051415

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. F04D25/06 F04D29/60 F04D29/66

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F04D F04B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 25 42 336 A1 (KALNIN) 24. März 1977 (1977-03-24) das ganze Dokument Seite 16, Zeile 16 - Zeile 18; Abbildung 1	1
A	US 3 441 203 A (LARSEN BENDT W ET AL) 29. April 1969 (1969-04-29) Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 43; Abbildung 1	1
A	GB 1 265 151 A (THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LTD) 1. März 1972 (1972-03-01) Seite 3, Zeile 107 - Zeile 113	1
A	US 6 255 752 B1 (WERNER STEFAN [DE]) 3. Juli 2001 (2001-07-03) Anspruch 10	1
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</li> <li>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</li> <li>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</li> <li>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</li> <li>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</li> <li>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</li> <li>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</li> <li>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</li> <li>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</li> </ul> |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <b>8. Juni 2007</b>	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <b>26/06/2007</b>
--	---

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2230 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Ingelbrecht, Peter</b>
---	--

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2007/051415

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02/099286 A (SIEMENS DEMAG DELAVAL TURBOMAC [NL]; LENDERINK GERARDUS MARIA [NL]; NI) 12. Dezember 2002 (2002-12-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/051415

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2542336	A1	24-03-1977	KEINE
US 3441203	A	29-04-1969	DE 1501025 A1 16-10-1969 DK 131483 B 21-07-1975 ES 337377 A1 16-02-1968 FR 1512788 A 09-02-1968 GB 1146773 A 26-03-1969
GB 1265151	A	01-03-1972	KEINE
US 6255752	B1	03-07-2001	AU 9068798 A 16-02-1999 DE 19833033 A1 28-01-1999 WO 9905418 A1 04-02-1999 EP 1000247 A1 17-05-2000 JP 2001511498 T 14-08-2001
WO 02099286	A	12-12-2002	BR 0210169 A 27-04-2004 EP 1392981 A1 03-03-2004 JP 2004527693 T 09-09-2004 NL 1018212 C2 10-12-2002 US 2004170505 A1 02-09-2004 US 2007110601 A1 17-05-2007