

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 88116749.8

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F04D 19/04**

22 Anmeldetag: 10.10.88

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
18.04.90 Patentblatt 90/16

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB LI**

71 Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**  
Bonner Strasse 498  
D-5000 Köln 51(DE)

72 Erfinder: **Kabelitz, Hans-Peter, Dr.**  
Siebengebirgsallee 5a  
D-5000 Köln 90(DE)  
Erfinder: **Kaiser, Winfried**  
Sachsenring 59  
D-5000 Köln 1(DE)  
Erfinder: **Stüber, Hans-Günter, Dr.**  
Moltkestrasse 86  
D-5000 Köln 40(DE)

74 Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**  
Nagelschmiedshütte 8  
D-5000 Köln 40(DE)

54 **Pumpenstufe für eine Hochvakuumpumpe.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Pumpenstufe für eine Hochvakuumpumpe mit einem Rotor (7) und einem Stator (1), bei welcher der Rotor oder der Stator mit einer die Gasförderung bewirkenden Struktur versehen ist; um bei dieser Pumpenstufe verbesserte Pumpeigenschaften zu erzielen, wird vorgeschlagen, daß die die Gasförderung bewirkende Struktur aus radial sich erstreckenden Stegen (24) besteht, deren Steigung und deren Breite von der Saugseite zur Druckseite hin abnehmen.

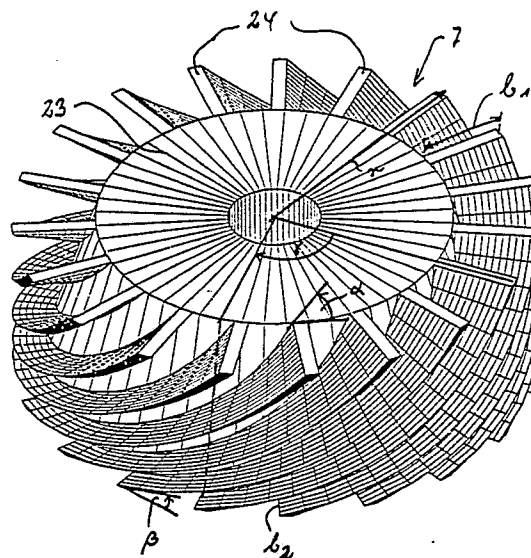


Fig 2

EP 0 363 503 A1

### Pumpenstufe für eine Hochvakuumpumpe

Die Erfindung bezieht sich auf eine Pumpenstufe für eine Hochvakuumpumpe mit einem Rotor und einem diesen umgebenden Stator, bei welcher der Rotor oder der Stator mit einer die Gasförderung bewirkenden Struktur versehen ist.

Es ist bekannt, bei Hochvakuumumpen Molekularpumpstufen oder Turbomolekularpumpstufen einzusetzen. Bei Molekularpumpen sind eine sich bewegende Rotorwand und eine ruhende Statorwand so gestaltet und beabstandet, daß die von den Wandungen auf dazwischen befindliche Gasmoleküle übertragenen Impulse eine bevorzugte Richtung haben. In der Regel sind Rotor- oder Statorwand mit spiral- oder wendelförmigen Vertiefungen oder Vorsprüngen zur Erzielung der bevorzugten Förderrichtung ausgerüstet. Bei Turbomolekularpumpstufen sind nach Art einer Turbine ineinandergreifende Stator- und Rotorschaukeln vorgesehen. Die Schaukeln übertragen die gewünschten Impulse auf die zu fördernden Gasmoleküle, und zwar bevorzugt in Förderrichtung.

Turbomolekularpumpstufen haben eine relativ niedrige Kompression (Druckverhältnis von druckseitigem Druck zu saugseitigem Druck), aber ein relativ hohes Saugvermögen (Pumpgeschwindigkeit, Volumendurchfluß pro Zeiteinheit). Ihre Herstellung und Montage ist jedoch aufwendig und teuer, weil sehr viele Pumpstufen (Rotor- und Statorstufen) benötigt werden, um eine ausreichende Kompression zu erzielen. Molekularpumpstufen haben ebenfalls eine relativ hohe Kompression, ihr Saugvermögen ist jedoch schlecht.

Aus der Europäischen Patentanmeldung 142 208 ist es bekannt, das Saugvermögen einer Molekularpumpe dadurch zu verbessern, daß ihr eine gesonderte Pumpstufe saugseitig vorgelagert wird. Diese Pumpstufe umfaßt statorseitig einen wendelförmigen Vorsprung. Dieser Vorsprung ist die Fortsetzung des wendelförmigen Vorsprungs der Molekularpumpe in Richtung Saugseite. Weiterhin sind dem wendelförmigen Vorsprung rotorseitig Schaufelblätter zugeordnet, die sich radial und parallel zur Drehachse des Rotors erstrecken. Eine Pumpenstufe dieser Art ist ebenfalls relativ aufwendig in ihrer Herstellung, da sowohl rotorseitig als auch statorseitig Strukturen vorhanden sein müssen. Außerdem ist die Kompression dieser Pumpenstufen sehr klein.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Pumpenstufe der eingangs genannten Art mit verbesserten Pumpeigenschaften zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die die Gasförderung bewirkende Struktur aus radial sich erstreckenden Stegen be-

steht, deren Steigung und deren Breite von der Saugseite zur Druckseite hin abnehmen. Eine Pumpenstufe mit diesen Merkmalen hat im Vergleich zu den üblichen Gewindepumpenstufen sowohl eine bessere Kompression als auch ein höheres Saugvermögen, vor allem bei relativ hohen Drücken auf der Saugseite. Sie ist kompakt. Nur entweder der Stator oder der Rotor müssen mit den erfindungsgemäßen Stegen ausgerüstet sein, so daß ihre Herstellung, Montage und damit auch die Servicearbeiten im Vergleich zu Turbomolekularpumpstufen wesentlich einfacher sind.

Aufgrund ihrer besonderen Pumpeigenschaften ist die erfindungsgemäße Pumpstufe besonders geeignet, mit einer Gewindepumpenstufe, insbesondere aber mit zwei Gewindepumpenstufen, kombiniert zu werden. Eine Hochvakuumpumpe dieser Art erreicht bezüglich Kompression, Saugvermögen und Enddruck nahezu die Pumpeigenschaften einer entsprechenden Turbomolekularpumpe. Darüber hinaus hat sie noch den Vorteil, daß sie zu höheren Drücken hin, bis in den viskosen Strömungsbereich einsetzbar ist, so daß der Aufwand für die Vorvakuumherzeugung reduziert werden kann.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand der Figuren 1 und 2 erläutert werden. Es zeigen

- Figur 1 einen Schnitt durch eine Hochvakuumpumpe mit einer erfindungsgemäß ausgebildeten Pumpstufe, deren Rotor teilweise in Seitenansicht dargestellt ist, und

- Figur 2 eine Ansicht des Rotors der erfindungsgemäßen Pumpstufe nach Figur 1.

Die Hochvakuumpumpe nach Figur 1 weist ein äußeres Gehäuse 1 mit einer zentralen, nach innen hineinragenden Lagerbuchse 2 auf. In der Lagerbuchse 2 stützt sich die Welle 3 mittels einer Spindellagerung 4 ab. Mit der Welle 3 ist der Antriebsmotor 5 und das Rotorsystem 6, 7 gekoppelt.

Das einstückige Rotorsystem weist zwei unterschiedlich gestaltete Rotoren 6 und 7 auf. Rotor 6 ist zylindrisch mit glatter äußerer und innerer Oberfläche 8, 9 ausgebildet. Im Bereich der Oberfläche 8 ist das Gehäuse 1 auf seiner Innenseite mit einem Gewinde 10 ausgerüstet und bildet damit gleichzeitig den Stator einer Gewindepumpenstufe. Die Oberfläche 8 und das Gewinde 10 sind die pumpaktiven Flächen dieser an sich bekannten Gewindepumpenstufe, die in den Pumpspalt 11 gelangende Moleküle in Richtung Auslaß 12 fördert.

Im Bereich der inneren Oberfläche 9 des Rotors 6 ist die Außenseite der Lagerbuchsen 2 mit einem Gewinde 13 versehen und bildet damit den

Stator einer weiteren Gewindepumpenstufe. Das Gewinde 13 und die innere Oberfläche 9 sind die pumpaktiven Flächen der weiteren Gewindepumpenstufe mit dem Pumpspalt 14. Die durch den Pumpspalt 14 von unten nach oben geförderten Gase strömen durch Bohrungen 15 in der Lagerbuchse 2 zum Auslaß 12.

Der Gewindepumpenstufe 8, 10 ist eine Pumpstufe nach der Erfindung vorgelagert. Diese weist den Rotor 7 auf, der aus einem konisch geformten Nabenteil 23 und den Stegen 24 besteht. Diese Stege 24 bilden mit der sie umgebenden Statorwand 25 im Gehäuse 1 eine Pumpstufe 7, 25. Gasmoleküle, die zwischen die einzelnen Stege 24 oder in den Spalt 26 gelangen, werden von der erfindungsgemäßen Pumpenstufe 24, 25 in Richtung des Pumpspaltes 11 der Molekularpumpstufe 6, 10 gefördert.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Stege 24 auf dem konischen Nabenteil 23 vorgesehen und rotieren mit dem Rotorsystem 6, 7. Es besteht auch die Möglichkeit, daß die Stege 24 an der Statorwand 25 vorgesehen sind. Bei einer derartigen Ausbildung befindet sich der Spalt 26 zwischen der in diesem Falle glatten äußeren Oberfläche des Nabenteils 23 und den Innenkanten der Stege 24. Die Breite der Spalte 11 14 und 26 soll möglichst klein sein. Sie beträgt - wie bei Molekularpumpstufen bekannt - in der Praxis wenige Zehntel Millimeter.

Einzelheiten der Gestaltung des Rotors 7 der erfindungsgemäßen Pumpstufe sind der Figur 2 entnehmbar. Der äußere Radius  $r$  des Rotors 7 ist praktisch identisch mit dem Radius der zylindrischen Statorinnenwand 25 (bis auf den Spalt 26). Saugseitig haben die Stege 24 eine Neigung bzw. einen Anstellwinkel  $\alpha$  von ca.  $45^\circ$ .

Ihre Breite  $b_1$  entspricht etwa einem Drittel des Radius  $r$ , wobei  $r$  z. B. 50 bis 60 mm betragen kann. Bei diesen Größenverhältnissen macht die durch die Breite  $b_1$  der Stege 24 definierte Ringfläche (Gaseintrittsfläche) mehr als 50% der Rotorstirnseite aus.

Druckseitig haben die Stege 24 eine Neigung bzw. einen Anstellwinkel  $\beta$  von ca.  $15^\circ$ . Ihre Breite  $b_2$  entspricht etwa einem Zehntel des Radius  $r$ . Die vom Nabenteil 23, den Stegen 24 und der Statorwand 15 gebildeten Pumpkanäle münden in das Gewinde 10 der nachfolgenden Gewindepumpenstufe.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind neunzehn Stege 24 gleichmäßig über den Umfang des konischen Nabenteils 23 verteilt. Sie erstrecken sich jeweils über den Winkel  $\alpha$ . Dieser Winkel liegt zweckmäßig in der Größenordnung von  $90^\circ$ .

## Ansprüche

1. Pumpenstufe für eine Hochvakuumpumpe mit einem Rotor (7) und einem Stator (1), bei welcher der Rotor oder der Stator mit einer die Gasförderung bewirkenden Struktur versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Struktur aus radial sich erstreckenden Stegen (24) besteht, deren Steigung und deren Breite von der Saugseite zur Druckseite hin abnehmen.

2. Pumpenstufe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des Radius  $r$  der inneren Oberfläche der Statorwandung (25) zur Stegbreite  $b_1$  auf der Saugseite des Rotors (7) 2:1 bis 5:1, vorzugsweise 3:1 beträgt.

3. Pumpenstufe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des Radius  $r$  der inneren Oberfläche der Statorwandung (25) zur Stegbreite  $b_2$  auf der Druckseite des Rotors (7) 10:1 bis 12:1 beträgt.

4. Pumpstufe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der Stege (24) von der Saugseite zur Druckseite von  $40^\circ$  bis  $50^\circ$ , vorzugsweise  $45^\circ$ , auf  $10^\circ$  bis  $20^\circ$ , vorzugsweise  $15^\circ$ , abnimmt.

5. Pumpstufe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Stege (24) über etwa  $90^\circ$  des Umfanges des Rotors (7) erstrecken.

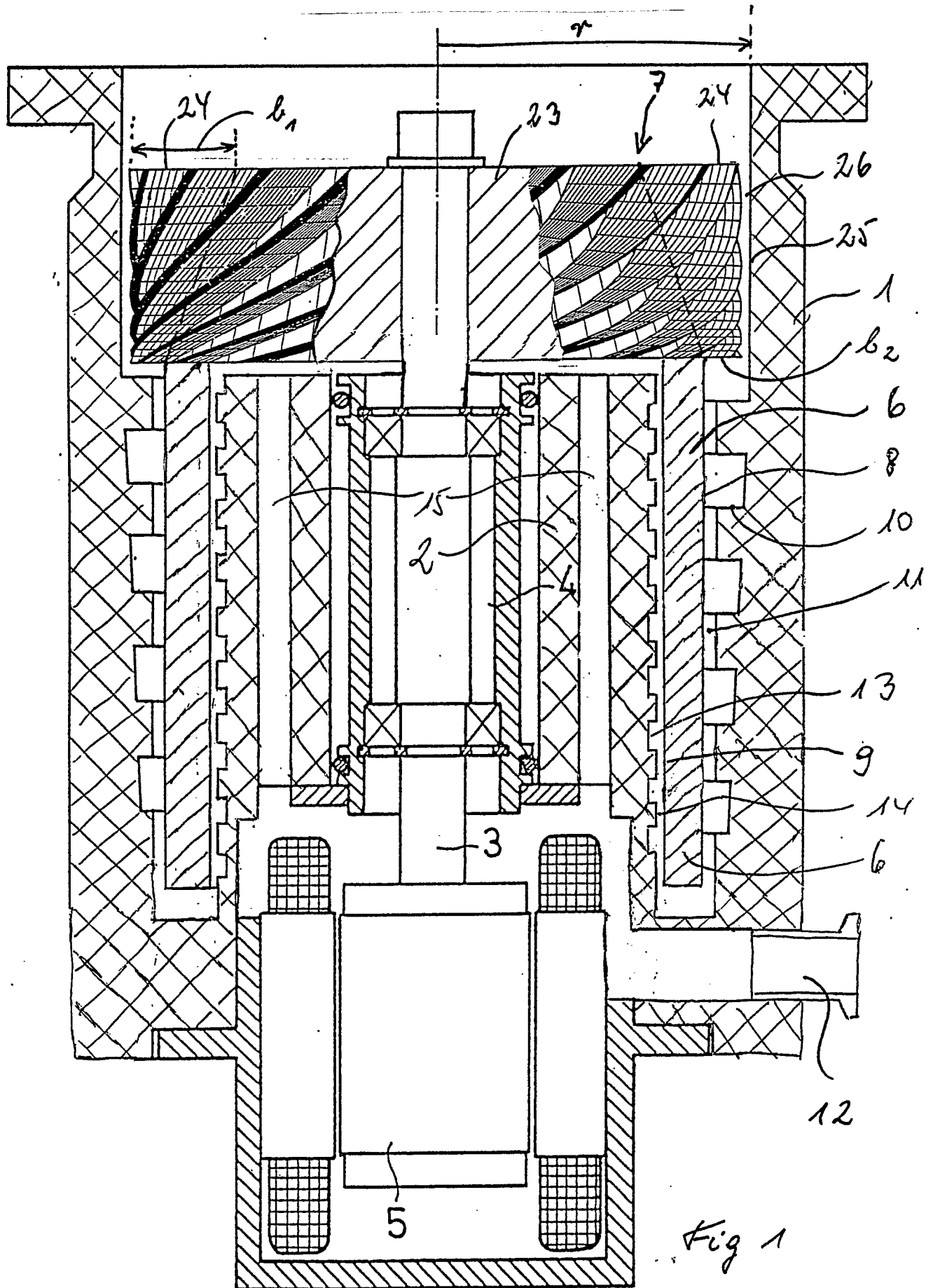
6. Pumpenstufe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zehn bis zwanzig parallel geführte Stege (24) auf dem Umfang gleichmäßig verteilt angeordnet sind.

7. Pumpenstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit einer Gewindepumpenstufe (8, 10) kombiniert ist und daß die Rotoren (6, 7) der Pumpenstufe (24, 25) und der Gewindepumpenstufe (8, 10) gemeinsam auf einer Welle (3) angeordnet sind.

8. Pumpenstufe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Welle (3) in einer Lagerbuchse (2) abstützt, daß der Rotor (6) die Form eines Hohlzylinders hat, daß die Außenseite des Rotors (6) mit dem Stator bzw. Gehäuse (1) eine erste Gewindepumpenstufe (8, 10) mit dem Pumpspalt (11) bildet und daß die Innenseite des Rotors (6) mit der Außenseite der Lagerbuchse (2) eine weitere Gewindestufe (9, 13) mit dem Pumpspalt (14) bildet.

9. Pumpenstufe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Pumpspalt (14) über Bohrungen (15) in der Lagerbuchse (2) mit dem Auslaß (12) verbunden ist.

10. Pumpenstufe nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (6, 7) einstückig ausgebildet ist und daß die die Gasförderung bewirkende Struktur der Pumpenstufe (24, 25) rotorseitig und der Gewindepumpenstufe(n) statorseitig angeordnet sind.



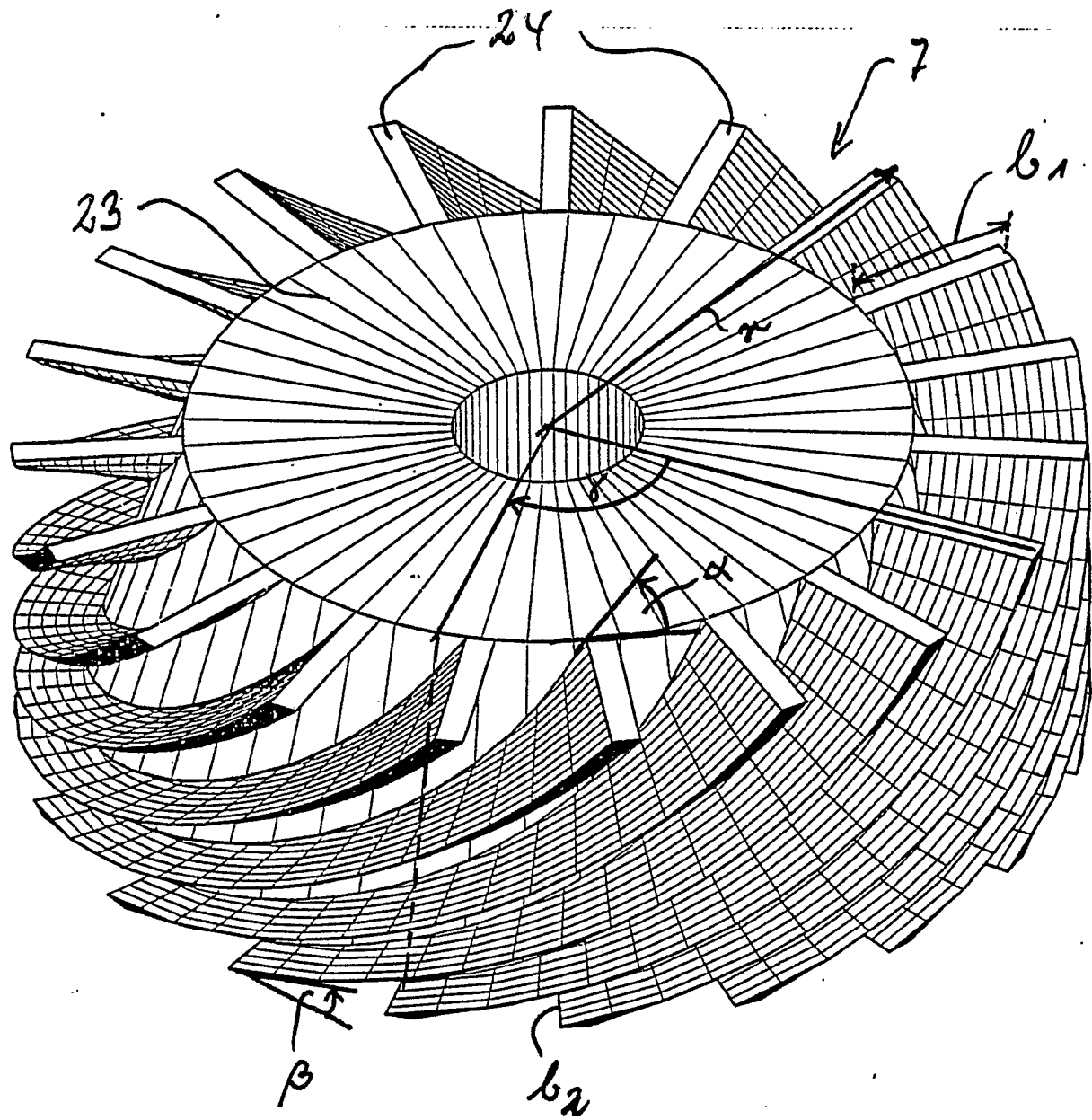


Fig 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 11 6749

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 611 818 (ALCATEL) * Figuren 1,2; Seite 1, Zeilen 1-6; Seite 2, Zeile 19 - Seite 3, Zeile 21 *	1,7,10	F 04 D 19/04
A	NL-B- 135 263 (REACTOR CENTRUM NEDERLAND) * Figur 1; Spalte 2, Zeilen 4-13 *	1,4	
A	CH-B- 532 199 (SARGENT-WELCH SCIENTIFIC CO.) * Figuren 1,17; Spalte 1, Zeilen 1-9; Spalte 11, Zeilen 17-45 *	2-4	
A	FR-A- 887 499 (BROWN, BOVERI) * Insgesamt *	7-10	
A,D	EP-A-0 142 208 (ULTRA-CENTRIFUGE NEDERLAND) * Figuren 1,2; Seite 1, Zeilen 1,2; Seite 5, Zeile 13 - Seite 7, Zeile 14 *	1,7,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 04 D 19/00 F 04 D 17/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 02-03-1989	Prüfer TEERLING J.H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	