

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. Dezember 2003 (04.12.2003)

PCT

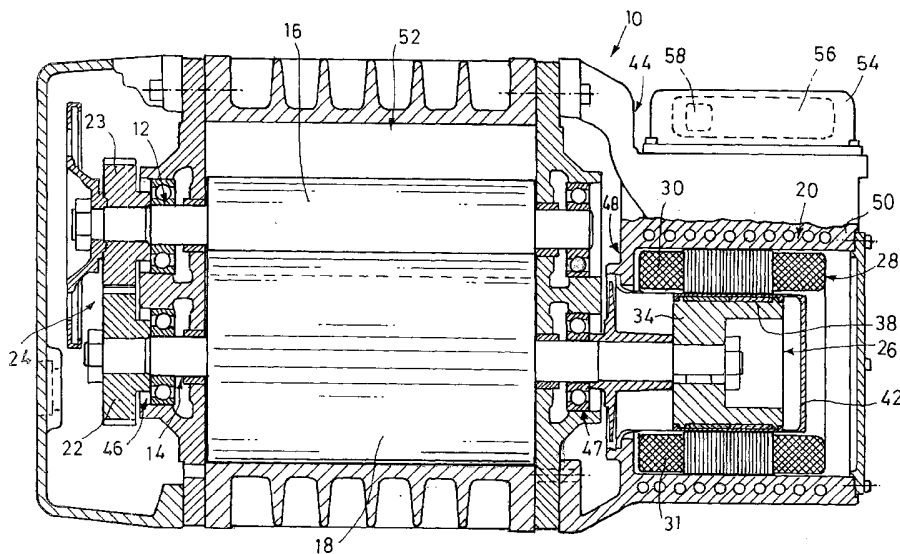
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/100258 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F04C 23/02**, 18/12 (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LEYBOLD VAKUUM GMBH** [DE/DE]; Bonner Strasse 498, 50968 Köln (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/05402 (72) **Erfinder; und**
- (22) Internationales Anmeldedatum: 23. Mai 2003 (23.05.2003) (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **BAHNEN, Rudolf** [DE/DE]; Roetgenbachstrasse 33, 52159 Roetgen (DE). **HODAPP, Josef** [DE/DE]; Simmerer Strasse 7b, 50935 Köln (DE). **RONTHALER, Karl-Heinz** [DE/DE]; Neusser Strasse 15, 53909 Zülpich (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) **Anwälte**: **SELTING, Günther** usw.; Deichmannhaus am Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten** (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
- (30) Angaben zur Priorität: 102 23 869.3 29. Mai 2002 (29.05.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DUAL-SHAFT VACUUM PUMP

(54) Bezeichnung: ZWEI-WELLEN-VAKUUMPUMPE



(57) **Abstract:** Dual-shaft vacuum pumps are driven as a rule by asynchronous motors. The asynchronous motor rotors that are configured as cage rotors are relatively heavy and long and must therefore be supported by support bearings. The aim of the invention is to provide a dual-shaft vacuum pump with a simplified drive motor. The inventive dual-shaft vacuum pump (10) has a synchronous motor as the drive motor (20), whereby the motor rotor (26) is configured for continuous excitation. The motor output is limited over a defined motor nominal speed to a defined maximum motor output by means of an output limiter. Continuously excited motor rotors (26) are smaller and lighter, so rotor support bearings are no longer required. This also eliminates problems associated with the cooling and lubrication of support bearings.

(57) **Zusammenfassung:** Zwei-Wellen-Vakuumpumpen werden in der Regel von Asynchronmotoren angetrieben. Die als Käfigläufer ausgebildeten Asynchronmotor-Rotoren sind relativ schwer und lang und müssen daher durch Stützlager gestützt werden. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Zwei-Wellen-Vakuumpumpe mit vereinfachtem Antriebsmotor zu

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/100258 A1



CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

*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.*

---

schaffen. Die erfindungsgemässe Zwei-Wellen-Vakuumpumpe (10) weist als Antriebsmotor (20) ein Synchronmotor auf, wobei der Motorrotor (26) permanent erregt ausgebildet ist. Die Motorleistung wird deshalb einer festgelegten Motor-Nenn Drehzahl von einem Leistungsbegrenzer auf eine festgelegte maximale Motorleistung begrenzt. Permanent erregte Motorrotoren (26) sind kleiner und leichter, so dass Rotor-Stützlager entfallen können. Hierdurch entfallen auch die mit der Kühlung und Schmierung von Stützlagern verbundenen Probleme.

### Zwei-Wellen-Vakuumpumpe

Die Erfindung bezieht sich auf eine Zwei-Wellen-Vakuumpumpe mit zwei Wellen.

Eine typische Zwei-Wellen-Vakuumpumpe ist die Wälzkolbenpumpe, auch Roots-Pumpe genannt. Beide Wellen der Wälzkolbenpumpe weisen jeweils einen Drehkolben auf, die gegenseitig berührungsfrei abwälzen. Eine der beiden Wellen wird durch einen elektrischen Antriebsmotor angetrieben, während die andere Welle durch ein Getriebe mit der einen Antriebswelle synchronisiert ist. Während des Pumpbetriebes werden die Wälzkolben durch die Gas-kompression stark erwärmt.

Als Antriebsmotoren werden wegen der einfachen Steuer- und Regelbarkeit in der Praxis ausschließlich Asynchronmotoren

- 2 -

eingesetzt. Der auf der Antriebswelle sitzende Motorrotor des Asynchronmotors ist als sogenannter Käfigläufer ausgebildet. Der als Käfigläufer ausgebildete Motorrotor hat eine relativ große Masse und axiale Baulänge. Wegen der hieraus zwangsläufig resultierenden großen Unwucht-Kräfte und der daraus resultierenden Vibrationen muss die Antriebswelle im Bereich des Antriebsmotors mit mindestens einem Stützlager abgestützt werden. Die Kühlung und die Schmierung des bzw. der Stützlager ist insbesondere aufgrund ihrer Anordnung im gasdicht abgedichteten Bereich der Vakuumpumpe problematisch und nur mit hohem Aufwand realisierbar.

Aus DE-A-38 28 608, die den Stand der Technik zeigt, von der der Oberbegriff des Anspruches 1 ausgeht, ist eine Vakuum-Wälzkolbenpumpe bekannt, die durch einen Synchronmotor angetrieben wird. Die konkrete Ausbildung des Motorrotors ist nicht beschrieben. Synchronmotoren sind für Vakuumpumpen prinzipiell ungeeignet, da der Motorrotor über wärmeerzeugende Schleifkontakte fremderregt wird. Ein permanenterregter Synchronmotor-Rotor ist ungeeignet, da er durch die konstante Rotorerregung ein über die Drehzahl konstantes Drehmoment liefert und bei höheren Drehzahlen eine Überhitzung des Pumpenrotors droht. In der Praxis werden daher keine Synchronmotoren zu Antrieb von Vakuumpumpen eingesetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Zwei-Wellen-Vakuumpumpe mit einem verbesserten Antrieb zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Gemäß der Erfindung ist der Antriebsmotor ein Synchronmotor, wobei der Rotor durch mindestens einen Permanentmagneten perma-

- 3 -

nent erregt ausgebildet ist. Der permanent erregte Rotor eines Synchronmotors ist wegen seines konstant starken Magnetfeldes und der geringen Verlustleistung von geringer Masse und geringer Baulänge. Hierdurch können gegebenenfalls alle Wellenstützlager zur zusätzlichen Abstützung der Antriebswelle entfallen, wodurch auch die mit der Kühlung und Schmierung der Stützlager verbundenen Probleme entfallen.

Durch die geringere Verlustleistung in dem permanent erregten Rotor sind auch die Erwärmung des Rotors und die damit verbundenen Probleme verringert.

Ferner ist ein Synchronmotor-Leistungsbegrenzer vorgesehen, der in einem oberhalb einer festgelegten Motor-Nenndrehzahl liegenden Begrenzbereich die Motorleistung auf eine festgelegte maximale Motorleistung begrenzt. Der Leistungsbegrenzer begrenzt die Antriebsleistung bei einer Drehzahl oberhalb der Nenndrehzahl auf einen konstanten Wert. Dies erfolgt dadurch, dass das Drehmoment bei einer Wellen-Drehzahl oberhalb der Nenndrehzahl reduziert ist.

Die Motorleistung ergibt sich aus

$$P_M = M_M \times \omega,$$

wobei

$$\omega = 2\pi \cdot n$$

$P_M$  die Motorleistung

$M_M$  das Motor-Drehmoment bei der Drehzahl  $n$  und  
 $n$  die Motordrehzahl ist.

- 4 -

Durch die Drehmoment-Reduzierung im Begrenzerbereich wird sichergestellt, dass die Pumpe auch bei hohen Drehzahlen von bis zu 8.000 Umdrehungen pro Minute arbeiten kann, jedoch die Pumpleistung auf einen konstanten Maximalwert begrenzt ist. Die Wärmeabführungsmöglichkeiten zur Abführung der Wälzkolbenwärme sind wegen des geringen Gasdruckes und konstruktionsbedingt sehr eingeschränkt. Durch Begrenzung der Motorleistung und damit der Pumpleistung ohne gleichzeitige Drehzahlbegrenzung wird eine Überhitzung der Vakuumpumpe und insbesondere der Wälzkolben zuverlässig vermieden, wobei gleichzeitig ein hoher Gas-Volumenstrom ermöglicht bleibt. Der Synchronmotor wird im Begrenzerbereich im sogenannten Feldschwächbereich betrieben. Der magnetische Fluss des permanentmagnetischen Motorrotors ist konstant, so dass eine Änderung des Motordrehmomentes nur durch eine entsprechende Steuerung des Statorfeldes erfolgen kann.

Permanenterregte Motorrotoren in Vakuumpumpen wurden in der Praxis bisher nicht verwendet, weil durch das über den gesamten Drehzahlbereich prinzipbedingt gleichbleibende Drehmoment bei hohen Drehzahlen eine Überhitzungsgefahr für den Rotor durch mit der Drehzahl zunehmende Kompressionswärme bestand. Diese Nachteile ließen es bisher abwegig bzw. unmöglich erscheinen, zum Antrieb einer Vakuumpumpe einen permanenterregten Synchronmotor einzusetzen. Durch die Begrenzung der Motorleistung im Begrenzerbereich durch Feldschwächbetrieb wird die kompressionsbedingte Erwärmung des Motorrotors bei größeren Drehzahlen auf einen konstanten Wert begrenzt. Erst hierdurch wird die Verwendung eines permanenterregten Synchronmotors zum Antrieb einer Vakuumpumpe ermöglicht und sinnvoll, wobei bis zum Erreichen des Begrenzerbereiches das maximale Drehmoment des Motors genutzt werden kann.

- 5 -

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung stellt der Leistungsbegrenzer im Begrenzerbereich den Phasenwinkel zwischen dem elektrischen Statorfeld und dem Motor-Magnetfeld auf einen von 90 Grad verschiedenen Winkel ein. Das elektrische Statorfeld wird mit seiner Phasenlage gegenüber dem Rotor-Magnetfeld derart eingestellt, dass das Drehmoment entsprechend reduziert ist.

Alternativ oder ergänzend reduziert der Leistungsbegrenzer im Begrenzerbereich den Betrag des Statorstroms. Auch hierdurch wird das Drehmoment  $M_M$  reduziert, das proportional zum Statorstrom ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung stellt der Leistungsbegrenzer im Begrenzerbereich den Phasenwinkel bzw. den Statorstrom drehzahlabhängig ein. Mit zunehmender Drehzahl im Begrenzerbereich zwischen der Nenndrehzahl und der maximalen Drehzahl wird der Phasenwinkel bzw. der Statorstrom so verändert, dass das Drehmoment mit zunehmender Drehzahl derart abnimmt, dass die Motorleistung oberhalb der Nenndrehzahl stets annähernd konstant ist. Hierdurch wird bei jeder Drehzahl die maximal zulässige Motorleistung zur Verfügung gestellt, jedoch nicht überschritten. Die Vakuumpumpe ist vor Überhitzung geschützt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die den Motorrotor aufweisende Welle am motorseitigen Ende fliegend und stützlagernfrei gelagert. Die Welle wird ausschließlich von den beiden Hauptlagern gelagert, die an beiden Längsenden des Pumpenrotors angeordnet sind. Die mit der Kühlung und Schmierung von Motorstützlagern verbundenen Konstruktionen entfallen.

Vorzugsweise weist der Motorrotor mehrere Permanentmagneten auf, die an der Außenseite des Motorrotorkörpers angeordnet sind. Es kann auch ein oder können mehrere Permanentmagneten in entsprechenden Ausnehmungen des Motorrotorkörpers angeordnet sein.

Vorzugsweise weist der Motorrotor insbesondere für den Betrieb mit für die Motormaterialien schädlichen Gasen eine Rotorkapsel aus einem nichtmagnetischen Material auf, die den Motorrotorkörper und die Permanentmagneten außen umgibt. Hierdurch werden die außen an dem Motorrotorkörper angeordneten Permanentmagneten gesichert und vor gegebenenfalls aggressiven Gasen und Flüssigkeiten und somit vor Korrosion geschützt. Die Rotorkapsel kann aus einem nichtmagnetischen Metall oder aus Kunststoff bestehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist statorseitig ein Spalttopf aus einem nichtmagnetischen Material vorgesehen, der den Rotor gegenüber dem Stator gasdicht verschließt. Der Spalttopf besteht aus einem nichtmagnetischen Metall oder Kunststoff. Durch den Spalttopf wird der Pumpenbereich gasdicht gegenüber der Umgebung abgeschlossen, wobei der Motorrotor innerhalb des Pumpenbereiches und der Motorstator außerhalb des Pumpenbereiches liegen. Durch die Verwendung eines permanent erregten Synchronmotors kann der Spalt zwischen Rotor und Stator relativ groß ausgebildet sein. Hierdurch wird der Einsatz eines Spalttopfes erleichtert.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind ein den Spalttopf haltender Pumpendeckel und ein den Motorstator umgebendes Statorgehäuse einstückig miteinander ausgebildet. Hierdurch wird die Anzahl der Bauteile und die Anzahl der Fügstellen reduziert.

Vorzugsweise besteht der Permanentmagnet aus seltenen Erden. Mit Permanentmagneten aus seltenen Erden können starke Magnetfelder von langer Dauer bei kleiner Baugröße realisiert werden.

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Zwei-Wellen-Vakuumpumpe im Längsschnitt,

Fig. 2 ein Detail des Antriebsmotors der Vakuumpumpe der Figur 1, und

Fig. 3 ein Diagramm mit der Motorleistung, dem Motordrehmoment der Pumpen-Momentenkennlinie und der Pumpenleistung für die Vakuumpumpe der Figuren 1 und 2 mit einem 4,8 kW Antriebsmotor.

In Figur 1 ist eine als Wälzkolbenpumpe ausgebildete Zwei-Wellen-Vakuumpumpe 10 dargestellt, die zwei Rotor-Wellen 12, 14 aufweist. Jede Rotor-Welle 12, 14 weist einen als Wälzkolben ausgebildeten Pumpenrotor 16, 18 auf. Eine Rotor-Welle 14 ist durch einen elektrischen Antriebsmotor 20 angetrieben, während die andere Welle 12 über ein von zwei Zahnrädern 22, 23 gebildetes Getriebe 24 angetrieben und mit der einen Rotor-Welle 14 synchronisiert ist.

Der Antriebsmotor 20 ist ein Synchronmotor und wird im Wesentlichen gebildet von einem permanent erregten Motorrotor 26 und einem mehrere Statorspulen 30, 31 aufweisenden Motorstator 28.

- 8 -

Der Aufbau des Motorrotors 26 ist vergrößert in Figur 2 dargestellt: Der Motorrotor 26 besteht aus einem topfförmigen Rotorkörper 34, der an seinem Außenumfang mehrere Ausnehmungen 36 aufweist, in die jeweils ein aus seltenen Erden bestehender Permanentmagnet 38 eingeklebt ist. Der gesamte Außenumfang des Rotors 26 wird von einer zylindrischen Rotorkapsel 40 aus einem nichtmagnetischen Material umgeben. Die Rotorkapsel 40 hält die Permanentmagnete 38 auch bei hohen Rotordrehzahlen in den Ausnehmungen 36 und schirmt die Permanentmagnete 38 zuverlässig ab gegen korrosionsfördernde Gase und Flüssigkeiten. Die Rotorkapsel 40 besteht aus nichtmagnetischem Edelstahl, kann jedoch auch aus CFK oder anderen nichtmagnetischen Materialien bestehen. Der Rotorkörper 34 kann geblecht oder massiv ausgebildet sein. Zwischen dem Rotor 26 und dem Stator 28 ist ein topfförmig ausgebildeter Spalttopf 42 vorgesehen, der statorseitig mit einem Motorgehäuse 44 verbunden ist. Der Spalttopf dichtet den Motorrotor 26 gegenüber dem Stator 28 gasdicht ab. Der Spalttopf 42 besteht aus nichtmagnetischem Edelstahl, kann jedoch auch aus CFK oder anderen nichtmagnetischen Materialien bestehen.

Der Motorrotor 26 ist durch seine Auslegung als mit Permanentmagneten 38 permanent erregter Rotor einer Synchronmaschine von geringer axialer Baulänge und geringer Masse. Hierdurch wird ermöglicht, dass die den Motorrotor 26 tragende Welle 14 alleine durch zwei Pumpenrotor-Wälzlager 46, 47 getragen wird und ihr motorseitiges Ende stützlagerfrei ausgebildet ist. Der Motorrotor 26 ist also vollständig fliegend gelagert.

Das Motorgehäuse 44 ist einstückig ausgebildet und weist einen den Spalttopf 42 haltenden Pumpendeckel 48 und ein den Motorstator 28 umgebendes Statorgehäuse 50 auf. Der Pumpendeckel

48 hält den Spalttopf 42 und dichtet den Schöpfraum 52 nach außen gasdicht ab. In einem aufgesetzten Gehäuse 54 an der Außenseite des Motorgehäuses 44 ist eine Motorsteuerung 56 untergebracht. Die Motorsteuerung 56 steuert und regelt die Versorgung der Statorspulen 30, 31.

Die Motorsteuerung 56 umfasst einen Synchronmotor-Leistungsbegrenzer 58, durch den oberhalb einer festgelegten Motor-Nenn-drehzahl  $n_N$  die Motorleistung  $P_M$  auf eine festgelegte maximale Motorleistung  $P_{Mmax}$  begrenzt, wie in Figur 3 dargestellt. Hierdurch wird auch die maximale Pumpenleistung auf einen Maximalwert begrenzt. Dies ist erforderlich, um eine Überhitzung der Pumpenrotoren 16, 18 zu vermeiden. Die Motorsteuerung 56 umfasst ferner einen Frequenzumrichter zum Anfahren des Antriebsmotors und zur Drehzahlregelung.

Die Motorleistung  $P_M$  ergibt sich aus

$$P_M = \omega \cdot M_M,$$

wobei  $\omega = 2\pi \cdot n$  und  $n$  die Drehzahl und  $M_M$  das Motor-Drehmoment ist. Bei steigender Drehzahl kann die Motorleistungsbegrenzung also nur durch Reduzieren des Motordrehmoments  $M_M$  erfolgen.

Der Drehzahlbereich zwischen der Nenndrehzahl  $n_N$ , bei der die maximale Motorleistung  $P_{Mmax}$  erreicht ist, und der Maximaldrehzahl  $n_{max}$  wird Begrenzerbereich genannt. Da der von dem permanent erregten Motorrotor 26 erzeugte magnetische Fluss stets konstant ist, kann das Drehmoment im Begrenzerbereich nur durch eine entsprechende Regelung der Statorspulen 30, 31 erfolgen. Im Begrenzerbereich werden die Statorspulen 30, 31 daher derart angesteuert, dass das Drehmoment mit zunehmender Drehzahl und

- 10 -

umgekehrt proportional zur Drehzahl verringert ist. Der Antriebsmotor 20 wird im Begrenzerbereich im sogenannten Feldschwächbereich betrieben.

Hierzu wird im Begrenzerbereich der Statorstrom entsprechend der erforderlichen Drehmomentreduzierung reduziert. Alternativ oder ergänzend kann der Leistungsbegrenzer 58 im Begrenzerbereich den Phasenwinkel zwischen dem Motor-Magnetfeld und dem elektrischen Statorfeld auf einen von  $90^\circ$  verschiedenen Winkel einstellen. Die Regelung des Motorstromes bzw. des Phasenwinkels im Begrenzerbereich erfolgt stets drehzahlabhängig.

Wie in Figur 3 erkennbar, liegt das Pumpendrehmoment  $M_P$  und die Pumpenleistung  $P_P$  durch Reibungsverluste etc. stets etwas unterhalb des Motor-Drehmoments  $M_M$  bzw. der Motorleistung  $P_M$ . Eine Überhitzung des Pumpenrotors ist bei richtiger Bemessung und Einstellung der maximalen Pumpen- bzw. Motorleistung ausgeschlossen.

PATENTANSPRÜCHE

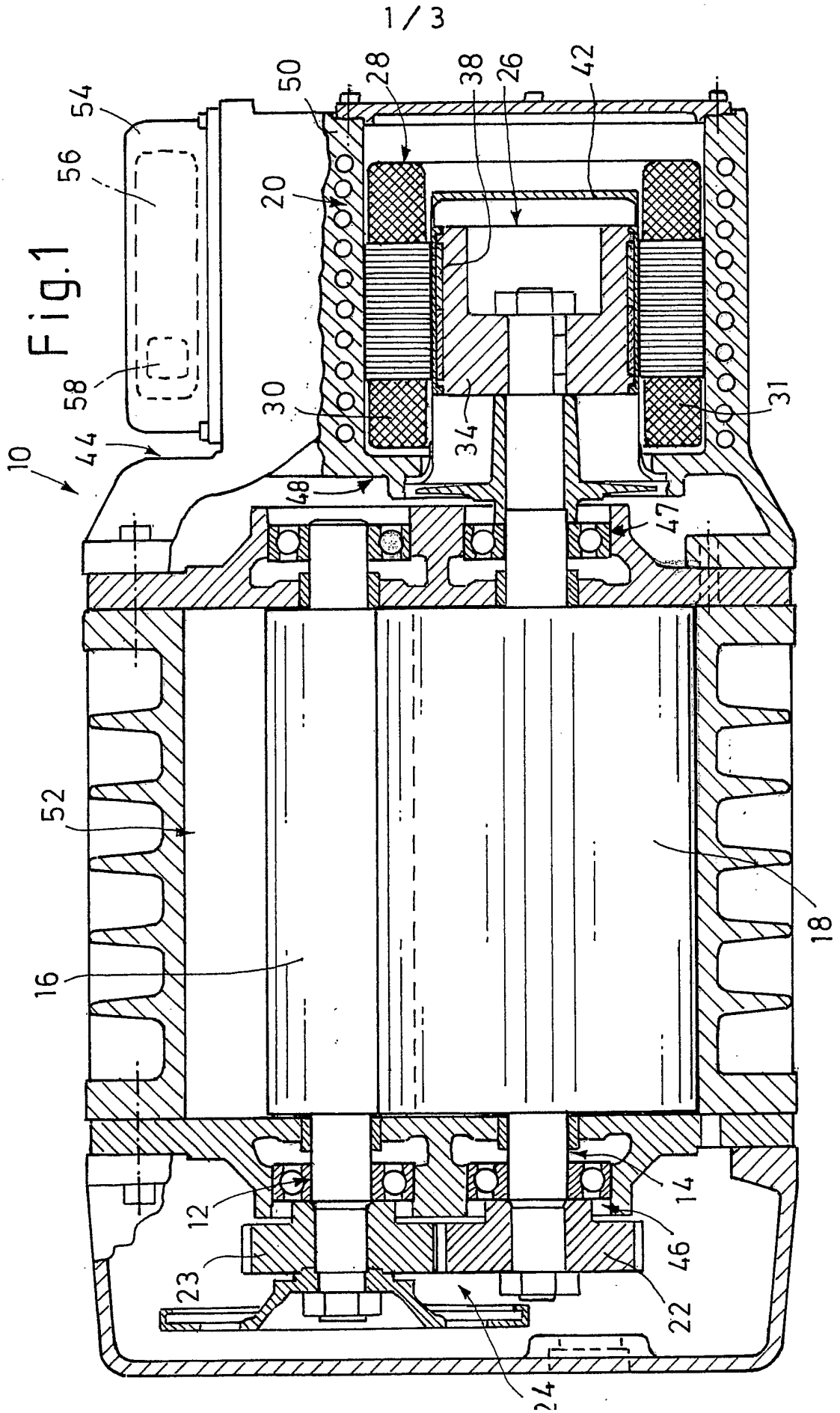
1. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe mit zwei Wellen (12, 14), wobei eine der Wellen (14) durch einen elektrischen Antriebsmotor (20) angetrieben ist und einen Motorrotor (26) aufweist,  
  
wobei der Antriebsmotor (20) ein Synchronmotor ist,  
  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
  
dass der Motorrotor (26) permanent erregt ausgebildet ist,  
und  
  
dass ein Synchronmotor-Leistungsbegrenzer (58) vorgesehen ist, der in einem oberhalb einer festgelegten Motor-Nenn-drehzahl ( $n_N$ ) liegenden Begrenzerbereich die Motorleistung ( $P_M$ ) auf eine festgelegte maximale Motorleistung ( $P_{Mmax}$ ) begrenzt.
2. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungsbegrenzer (58) im Begrenzerbereich den Phasenwinkel zwischen dem Rotor-Magnetfeld und dem elektrischen Statorfeld auf einen von 90 Grad verschiedenen Winkel einstellt.
3. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungsbegrenzer (58) im Begrenzerbereich den Statorstrom reduziert.
4. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungsbegrenzer (58) im Be-

grenzbereich den Phasenwinkel zwischen dem Rotor-Magnetfeld und dem elektrischen Statorfeld bzw. den Statorstrom drehzahlabhängig einstellt.

5. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass die angetriebene Rotor-Welle (14) am motorseitigen Ende fliegend und stützlagerfrei gelagert ist.
6. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass der Motorrotor (26) mehrere Permanentmagnete (38) aufweist, die an der Außenseite des Motorrotorkörpers (34) angeordnet sind.
7. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Motorrotor (26) eine Rotorkapsel (40) aus einem nichtmagnetischen Material aufweist, die den Motorrotorkörper (34) und die Permanentmagnete (38) außen umgibt.
8. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass statorseitig ein Spalttopf (42) aus einem nichtmagnetischen Material vorgesehen ist, der den Motorrotor (26) gegenüber dem Motorstator (28) gasdicht verschließt.
9. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Spalttopf (42) haltender Pumpendeckel (48) und ein den Motorstator (28) umgebendes Statorgehäuse (50) einstückig miteinander ausgebildet sind.

- 13 -

10. Zwei-Wellen-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 7-9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotor-Permanentmagnete (38) aus seltenen Erden bestehen.



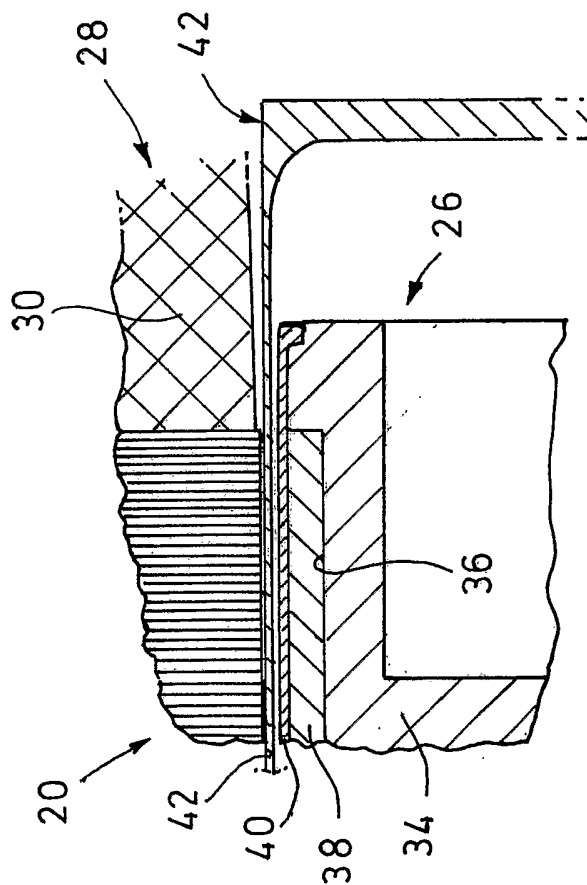
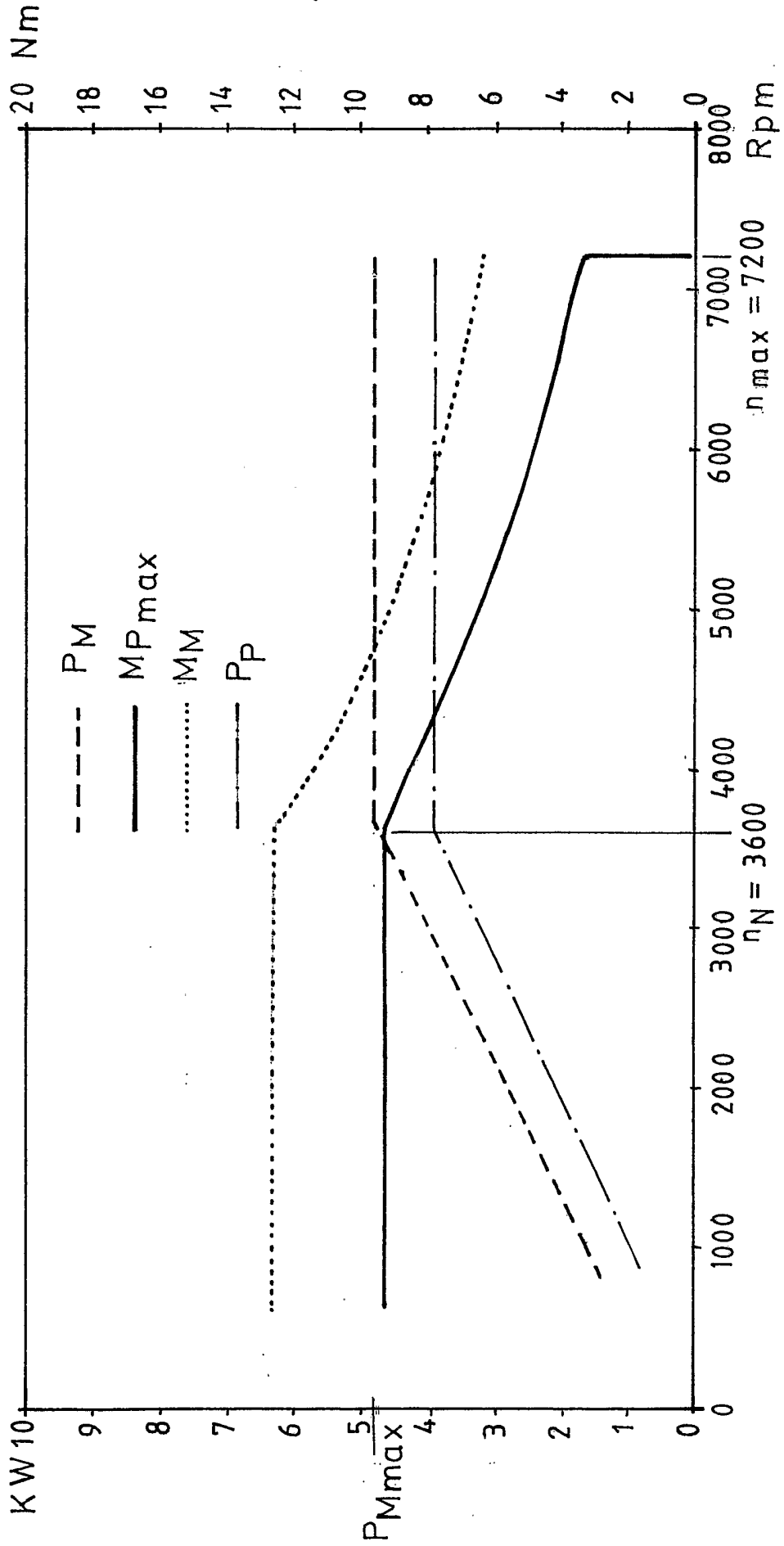


Fig. 2

Fig.3



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No

PCT/EP 03/05402

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F04C23/02 F04C18/12

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)  
 IPC 7 F04C H02K

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, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 678 966 A (EBARA CORP) 25 October 1995 (1995-10-25)	1,6-8
Y	column 1, line 5 -column 1, line 17; figures 15-17,19-21 column 11, line 43 -column 14, line 55 ---	2-4,10
X	EP 0 811 766 A (EBARA CORP) 10 December 1997 (1997-12-10) column 4, line 52 -column 8, line 17; figures 1,3,7A-7D ---	1,5,6
Y	US 4 734 633 A (MIURA NAOSHI ET AL) 29 March 1988 (1988-03-29) column 1, line 7 -column 2, line 21 ---	2-4
Y	EP 1 065 777 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 3 January 2001 (2001-01-03) abstract ---	10
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 July 2003

Date of mailing of the international search report

04/08/2003

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

Descoubes, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/05402

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 779 453 A (MATAKE KOZO ET AL) 14 July 1998 (1998-07-14) column 2, line 57 -column 3, line 35; figures 1,2 ---	1-10
A	DE 31 50 393 A (LICENTIA GMBH) 21 July 1983 (1983-07-21) abstract ---	1-4
A	US 2 640 428 A (HOUGHTON CARL R) 2 June 1953 (1953-06-02) column 1, line 33 -column 1, line 44; figures 1-3 -----	1-10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internat Application No  
 PCT/EP 03/05402

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0678966	A	25-10-1995	JP 8254193 A	01-10-1996
			DE 69503301 D1	13-08-1998
			DE 69503301 T2	11-03-1999
			EP 0678966 A1	25-10-1995
			JP 3294051 B2	17-06-2002
			JP 8149766 A	07-06-1996
			US 6183218 B1	06-02-2001
			US 2002172599 A1	21-11-2002
			US 5814913 A	29-09-1998
			US 2001000722 A1	03-05-2001
			EP 0811766	A
EP 0811766 A2	10-12-1997			
US 5846062 A	08-12-1998			
US 4734633	A	29-03-1988	JP 60261386 A	24-12-1985
			DE 3582704 D1	06-06-1991
			EP 0170368 A1	05-02-1986
			KR 9007109 B1	28-09-1990
EP 1065777	A	03-01-2001	EP 1065777 A1	03-01-2001
			JP 2001078402 A	23-03-2001
US 5779453	A	14-07-1998	DE 69625401 D1	30-01-2003
			EP 0733804 A2	25-09-1996
			JP 3315581 B2	19-08-2002
			JP 8319967 A	03-12-1996
			JP 2001304162 A	31-10-2001
DE 3150393	A	21-07-1983	DE 3150393 A1	21-07-1983
US 2640428	A	02-06-1953	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/05402

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F04C23/02 F04C18/12

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F04C H02K

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 678 966 A (EBARA CORP) 25. Oktober 1995 (1995-10-25)	1,6-8
Y	Spalte 1, Zeile 5 -Spalte 1, Zeile 17; Abbildungen 15-17,19-21 Spalte 11, Zeile 43 -Spalte 14, Zeile 55 ---	2-4,10
X	EP 0 811 766 A (EBARA CORP) 10. Dezember 1997 (1997-12-10) Spalte 4, Zeile 52 -Spalte 8, Zeile 17; Abbildungen 1,3,7A-7D ---	1,5,6
Y	US 4 734 633 A (MIURA NAOSHI ET AL) 29. März 1988 (1988-03-29) Spalte 1, Zeile 7 -Spalte 2, Zeile 21 ---	2-4
Y	EP 1 065 777 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 3. Januar 2001 (2001-01-03) Zusammenfassung ---	10
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*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)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*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
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*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
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Juli 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/08/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Descoubes, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 779 453 A (MATAKE KOZO ET AL) 14. Juli 1998 (1998-07-14) Spalte 2, Zeile 57 -Spalte 3, Zeile 35; Abbildungen 1,2 ---	1-10
A	DE 31 50 393 A (LICENTIA GMBH) 21. Juli 1983 (1983-07-21) Zusammenfassung ---	1-4
A	US 2 640 428 A (HOUGHTON CARL R) 2. Juni 1953 (1953-06-02) Spalte 1, Zeile 33 -Spalte 1, Zeile 44; Abbildungen 1-3 -----	1-10

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/05402

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0678966	A	25-10-1995	JP 8254193 A	01-10-1996
			DE 69503301 D1	13-08-1998
			DE 69503301 T2	11-03-1999
			EP 0678966 A1	25-10-1995
			JP 3294051 B2	17-06-2002
			JP 8149766 A	07-06-1996
			US 6183218 B1	06-02-2001
			US 2002172599 A1	21-11-2002
			US 5814913 A	29-09-1998
			US 2001000722 A1	03-05-2001
EP 0811766	A	10-12-1997	JP 9324780 A	16-12-1997
			EP 0811766 A2	10-12-1997
			US 5846062 A	08-12-1998
US 4734633	A	29-03-1988	JP 60261386 A	24-12-1985
			DE 3582704 D1	06-06-1991
			EP 0170368 A1	05-02-1986
			KR 9007109 B1	28-09-1990
EP 1065777	A	03-01-2001	EP 1065777 A1	03-01-2001
			JP 2001078402 A	23-03-2001
US 5779453	A	14-07-1998	DE 69625401 D1	30-01-2003
			EP 0733804 A2	25-09-1996
			JP 3315581 B2	19-08-2002
			JP 8319967 A	03-12-1996
			JP 2001304162 A	31-10-2001
DE 3150393	A	21-07-1983	DE 3150393 A1	21-07-1983
US 2640428	A	02-06-1953	KEINE	