

(19)



(11)

EP 1 444 440 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.06.2014 Patentblatt 2014/23

(51) Int Cl.:
F04C 18/16 ^(2006.01) **F04C 23/00** ^(2006.01)
F04C 29/04 ^(2006.01) **F04C 18/08** ^(2006.01)
F01C 21/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02790310.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/012086

(22) Anmeldetag: **30.10.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/042541 (22.05.2003 Gazette 2003/21)

(54) **GEKÜHLTE SCHRAUBENVAKUUMPUMPE**

COOLED SCREW-TYPE VACUUM PUMP

POMPE A VIDE A VIS REFROIDIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(30) Priorität: **15.11.2001 DE 10156180**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.08.2004 Patentblatt 2004/33

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Leybold Vacuum GmbH
50968 Köln (DE)**

(72) Erfinder:
• **BEHLING, Manfred**
50968 Köln (DE)
• **KRIEHN, Hartmut**
50997 Köln (DE)
• **ROFALL, Klaus**
51503 Rösrath (DE)

• **STEFFENS, Ralf**
79585 Steinen (DE)

(74) Vertreter: **Von Kreisler Selting Werner -
Partnerschaft
von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 074 514 BE-A- 1 008 367
DE-A- 2 217 022 DE-A- 10 019 066
DE-A- 19 745 616 DE-A- 19 849 098
DE-A- 19 945 871 DE-A1- 19 820 523
DE-A1- 19 963 172 US-A- 5 542 822

EP 1 444 440 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Schraubenvakuumpumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE-A-198 20 523 ist eine Schraubenvakuumpumpe mit diesen Merkmalen bekannt. Die genannte Schrift offenbart darüber hinaus die vielfachen Probleme, die mit der Kühlung von Schraubenvakuumpumpen verbunden sind, wenn diese mit hohen Leistungsdichten - kompakt und mit hohen Drehzahlen - gebaut und betrieben werden sollen. Schraubenvakuumpumpen mit Rotorinnenkühlungen sind außerdem aus den deutschen Offenlegungsschriften DE 197 45 616 A1 und DE 199 63 172 A1 bekannt. Die weitere deutsche Offenlegungsschrift DE 100 19 066 A1 offenbart eine Schraubenvakuumpumpe mit kompaktem Aufbau.

[0003] Aus der BE 1008 367 A3 ist ein Schraubenkompressor bekannt, in dessen Schöpfraum Öl injiziert wird. Das injizierte Öl dient der Schmierung und Kühlung der Rotoren. Es wird im Kreislauf geführt. Bestandteil des Kreislaufs ist ein Wärmetauscher, dem ein Lüfter zur Kühlung der Kühlflüssigkeit zugeordnet ist. Wärmetauscher und Schraubenmaschine befinden sich im vom Lüfter erzeugten Luftstrom, und zwar derart, dass zunächst die Schraubenmaschine von außen umströmt wird und danach der Wärmetauscher durchströmt wird.

[0004] Aus der DE 2 217 022 und der US 5 542 822 sind Flüssigkeitsringpumpen bekannt. Sie besitzen ein Schöpfraumgehäuse mit einem kreisrunden Innenraum und ein darin exzentrisch angeordnetes Flügelrad. Im Gehäuse enthaltene Betriebsflüssigkeit (im Normalfall Wasser) bildet bei einer Rotation des Flügelrades durch Zentrifugalkraft einen gleichmäßigen Flüssigkeitsring und einen sichelförmigen Schöpfraum. Die Flügel des Flügelrades und der Flüssigkeitsring bilden abgeschlossene, ihr Volumen verändernde Kammern, in denen das zu fördernde Gas transportiert wird. Die Pumpe, ihr Antrieb und ein Lüfter sind jeweils axial hintereinander angeordnet. Beide Ausführungen weisen darüber hinaus den stets erforderlichen Flüssigkeitsbehälter auf, in den die Betriebsflüssigkeit nach ihrem Durchtritt durch die Pumpe zusammen mit dem geförderten Gas eintritt. Die Flüssigkeitsbehälter 1 bzw. 14 erstrecken sich jeweils parallel zur Längsachse der Maschinen. In den Flüssigkeitsbehältern 1 bzw. 14 werden Gas und Flüssigkeit voneinander getrennt.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Kühlung einer Schraubenvakuumpumpe mit den eingangs genannten Merkmalen zu verbessern. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäße zusätzliche Kühlung des Pumpengehäuses von außen, und zwar mit einer erzwungenen Luftströmung, die beispielsweise von einem mit dem Antriebsmotor gekoppelten Lüfter erzeugt wird, entlastet die in der Pumpe befindliche Flüssigkeitskühlung der Rotoren erheblich. Zusätzlich ist es möglich,

mit Hilfe der erzwungenen Luftströmung auch einen Wärmetauscher zu kühlen, der von der Kühlflüssigkeit der Rotorkühlung durchströmt ist.

[0007] Die Erfindung ermöglicht es, ein Kühlkonzept für eine Schraubenvakuumpumpe zu realisieren, bei dem die gesamte Maschine luftgekühlt ist, obwohl zusätzlich eine Flüssigkeitskühlung für die Rotoren vorhanden ist. Die entstehende Wärme wird zwar von zwei unterschiedlichen Wärmeträgern (Flüssigkeit für die innere Rotorkühlung, äußerer Kühlluftstrom) aufgenommen, letztlich aber insgesamt vom Kühlluftstrom abgeführt. Dieses gilt auch für die Abführung von Nebenwärmeströmen, erzeugt von Motorverlusten, Getriebe- und Lagerverlusten etc..

[0008] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand eines in der Figur schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert werden.

[0009] In der Figur sind die zu kühlende Schraubenvakuumpumpe mit 1, ihr Schöpfraumgehäuse mit 2, ihre Rotoren mit 3, 4, ihr Einlass mit 5 und ihr sich an das Schöpfraumgehäuse 2 mit den Rotoren 3, 4 anschließendes Getriebe-/Motorraum-Gehäuse mit 6 bezeichnet. Ein druckseitig gelegener Auslass ist nicht dargestellt. Im Gehäuse 6 befinden sich der Getrieberaum 7, der Motorraum 8 mit dem Antriebsmotor 9 und ein weiterer Raum 10, der Bestandteil des Kühlflüssigkeitskreislaufs für die Rotoren 3, 4 ist.

[0010] Die Rotoren 3, 4 sind mit Wellen 11, 12 ausgerüstet, die den Getrieberaum 7 und den Motorraum 8 durchsetzen. Über Lagerungen in den Trennwänden zwischen Schöpfraum und Getrieberaum 7 (Trennwand 13) sowie Motorraum 8 und Kühlflüssigkeitsraum 10 (Trennwand 14) sind die Rotoren 3, 4 fliegend gelagert. Die Trennwand zwischen Getrieberaum 7 und Motorraum 8 ist mit 15 bezeichnet. Im Getrieberaum 7 befindet sich das die synchrone Drehung der Rotoren 3, 4 bewirkende Zahnradpaar 16, 17. Die Rotorwelle 11 ist gleichzeitig die Antriebswelle des Motors 9. Der Motor 9 kann auch eine von den Wellen 11, 12 verschiedene Antriebswelle haben. Bei einer solchen Lösung endet seine Antriebswelle im Getrieberaum 7 und ist dort mit einem Zahnrad ausgerüstet, das mit einem der Synchronisationszahnrad 16, 17 (oder einem weiteren, nicht dargestellten Zahnrad der Welle 12) in Eingriff steht.

[0011] Die Welle 11 durchsetzt den Raum 10, ist aus dem Gehäuse 6 der Pumpe 1 heraus geführt und trägt an ihrem freien Ende das Rad 20 eines Ventilators oder Lüfters 21. Der Führung der vom Lüfterrad 20 erzeugten Luftbewegung dient ein die Pumpe 1 umfassendes Gehäuse 22, das im Bereich beider Stirnseiten offen ist (Öffnungen 23, 24).

[0012] Im Sinne der Erfindung wird der Lüfter 21 so betrieben, dass die Lüfter-/motorseitige Öffnung 24 die Lufteintrittsöffnung bildet. Dieser Öffnung zugeordnet ist ein Wärmetauscher 25, der von der Kühlflüssigkeit der Rotorinnenkühlung durchströmt ist. Zweckmäßig ist der Wärmetauscher 25 dem Lüfter 21 vorgelagert, so dass er gleichzeitig einen Berührungsschutz für das Lüfterrad

20 bildet. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass der das Schöpfraumgehäuse 2 der Pumpe 1 kühlende Luftstrom vorgewärmt ist. Dadurch wird erreicht, dass Wärmedehnungen des Schöpfraumgehäuses 2 in dem Umfange zugelassen werden, dass die während des Betriebs der Pumpe 1 relativ hohe Temperaturen annehmenden Rotoren 3, 4 das Gehäuse 2 nicht berühren. Vorzugsweise bestehen das Gehäuse 2 und die Rotoren 3, 4 zur Verbesserung der Wärmeleitung aus Aluminium. Weiterhin kann das Gehäuse 2 zur Verbesserung des Wärmekontaktes Rippen aufweisen. Durch die Größe des Wärmetauschers 25 und auch des Verrippungsgrades des Schöpfraumgehäuses 2 wird der Spalt zwischen den Rotoren 3, 4 und dem Gehäuse 2 eingestellt.

[0013] Der Kühlflüssigkeitskreislauf für die Kühlung der Rotoren 4, 5 ist nur schematisch angedeutet. In den deutschen Patentanmeldungen 197 45 616, 199 63 171.9 und 199 63 172.7 sind Kühlsysteme dieser Art ausführlich beschrieben. Die Wellen 11 und 12 dienen dem Transport des Kühlmittels (z. B. Öl) zu und von den Rotoren 3, 4. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sammelt sich das die Rotoren 3, 4 verlassende Kühlmittel im Motorraum 8. Von dort aus wird es über die Leitung 26 dem Wärmetauscher 25 zugeführt. Der vom Lüfter 21 erzeugte Luftstrom nimmt die von der Kühlflüssigkeit in den Rotoren 3, 4 aufgenommene Wärme auf. Die den Wärmetauscher 25 verlassende Flüssigkeit wird über die Leitung 26 dem Raum 10 zugeführt. In im einzelnen nicht dargestellter Weise gelangt sie von dort durch in den Wellen 11, 12 befindliche Bohrungen zu den Rotoren 3, 4, durchströmt dort Kühlkanäle und gelangt durch die Wellen 11, 12 zurück in den Motorraum 8.

[0014] Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, das Kühlsystem so einzustellen, dass etwa die Hälfte der von der Pumpe erzeugten Wärme zunächst von der Kühlflüssigkeit aufgenommen und danach über den Wärmetauscher 25 abgeführt wird und dass die andere Hälfte unmittelbar vom Kühlluftstrom abgeführt wird.

[0015] Insgesamt erlauben es die Merkmale nach der Erfindung, die Leistungsdichte einer Schraubenvakuumpumpe weiter zu erhöhen. Die Pumpe kann kleiner ausgebildet und mit höheren Oberflächentemperaturen betrieben werden. Das äußere der Luftführung dienende Gehäuse 22 hat außerdem die Funktion eines Berührungsschutzes.

Patentansprüche

1. Schraubenvakuumpumpe (1)

- mit einem Schöpfraumgehäuse (2), in dem sich zwei Schraubenrotoren (3, 4) befinden, und
- mit einem sich an das Schöpfraumgehäuse (2) anschließenden Getriebe-/Motorraum-Gehäuse (6);
- die Rotoren (3, 4) sind mit Wellen (11, 12) ausgerüstet, die das Getriebe-/Motorraum-Gehäuse (6) durchsetzen;

se (6) durchsetzen;

- die Rotoren (3, 4) sind mit einer Rotorinnenkühlung ausgerüstet, wobei Bohrungen in den Wellen (11, 12) dem Transport des Kühlmittels dienen;

- zur Kühlung der die Wellen (11, 12) und Rotoren (3, 4) durchströmenden Kühlflüssigkeit ist ein Wärmetauscher (25) vorgesehen;

die Schraubenvakuumpumpe (1) ist gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

- Es ist ein äußeres Gehäuse (22) vorgesehen, das die Schraubenvakuumpumpe (1) umfasst,

- das äußere Gehäuse (22) ist mit Öffnungen (23, 24) ausgerüstet, von denen eine (24) motorseitig angeordnet ist,

- eine das Getriebe-/Motorraum-Gehäuse (6) durchsetzende Welle (11) ist motorseitig heraufgeführt und trägt an ihrem freien Ende ein Rad (20) eines Ventilators oder Lüfters (21)

- das Rad (20) befindet sich im Bereich der motorseitigen Öffnung (24) des Gehäuses (22) und erzeugt einen das Schöpfraumgehäuse (2) der Pumpe (1) kühlenden Luftstrom,

- der motorseitigen Öffnung (24) ist außerdem der als Flüssigkeit-/Luft-Wärmetauscher ausgebildete Wärmetauscher (25) derart zugeordnet, dass der das Schöpfraumgehäuse (2) kühlende Luftstrom den Wärmetauscher (25) kühlt.

2. Schraubenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest das Schöpfraumgehäuse (2) mit äußeren Rippen ausgerüstet ist.

3. Schraubenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schöpfraumgehäuse (2) und die Rotoren (3, 4) aus Aluminium bestehen.

4. Schraubenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Wärmetauscher (25) in Kühlluftströmungsrichtung vor dem Lüfter (21) befindet.

5. Schraubenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlsystem so ausgelegt ist, dass die vom flüssigen Kühlmittel abgeführte Wärmemenge und die direkt vom Luftstrom abgeführte Wärmemenge etwa gleich groß sind.

Claims

1. A screw-type vacuum pump (1) comprising

- a pump chamber housing (2) in which two screw rotors (3, 4) are arranged, and

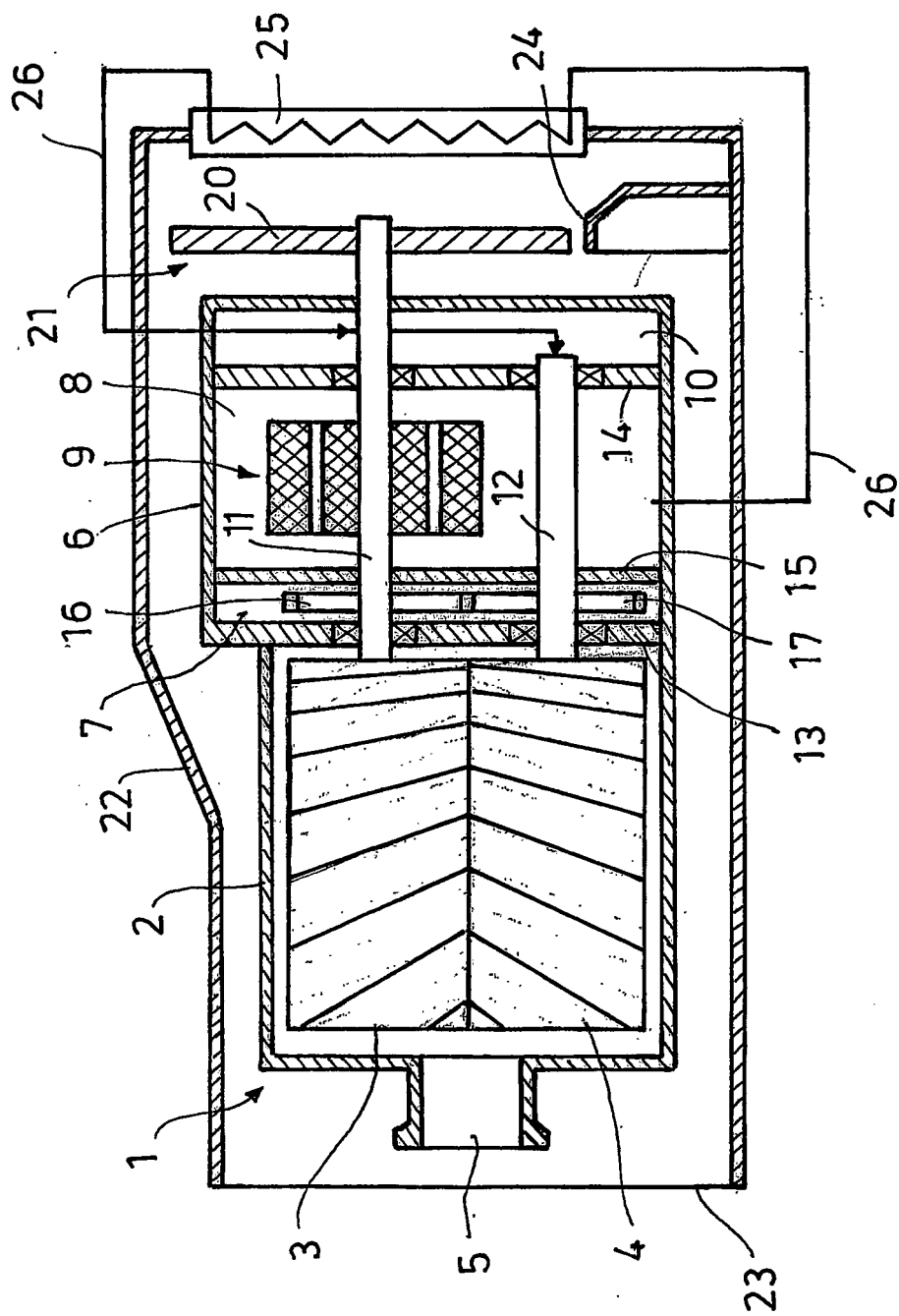
- a transmission/motor chamber housing (6) adjoining the pump chamber housing (2);
 - the rotors (3, 4) being provided with shafts (11, 12) passing through the transmission/motor chamber housing (6);
 - the rotors (3, 4) being equipped with an internal rotor cooling, wherein bores in the shafts (11, 12) serve to transport a coolant;
 - a heat exchanger (25) being provided to cool the cooling liquid flowing through the shafts (11, 12) and the rotors (3, 4);
 - the screw-type vacuum pump (1) being **characterized by** the following features:
 - an outer housing (22) is provided that includes the screw-type vacuum pump (1),
 - the outer housing (22) is provided with openings (23, 24), one of the openings (24) being arranged on the motor side,
 - a shaft (11) passing through the transmission/motor chamber housing (6) extends therefrom at the motor side, the free end of the shaft supports an impeller (20) of a fan or a blower (21),
 - the impeller (20) is situated in the region of the motor-side opening (24) of the housing (22) and generates an airflow cooling the pump chamber housing (2) of the pump (1),
 - the motor-side opening (24) further has the heat exchanger (25), which is designed as a liquid/air heat exchanger, associated thereto such that the airflow cooling the pump chamber housing (2) cools the heat exchanger (25).
2. The screw-type vacuum pump of claim 1, **characterized in that** at least the pump chamber (2) is equipped with outer fins.
 3. The screw-type vacuum pump of one of claims 1 or 2, **characterized in that** the pump chamber housing (2) and the rotors (3, 4) are constructed of aluminum.
 4. The screw-type vacuum pump of one of claims 1, 2 or 3, **characterized in that** the heat exchanger (25) is situated upstream of the fan (21) in the direction of the cooling air flow.
 5. The screw-type vacuum pump of one of claims 1 to 4, **characterized in that** the cooling system is designed such that the quantity of heat dissipated by the liquid coolant and the quantity of heat dissipated directly by the airflow are approximately equal.

Revendications

1. Pompe à vide à vis (1)
 - comprenant un carter de chambre d'aspiration

- (2) dans lequel se trouvent deux rotors de vis (3, 4), et
- comprenant un carter de chambre de moteur-/réducteur (6) placé à la suite du carter de chambre d'aspiration (2) ;
- les rotors (3, 4) étant équipés d'arbres (11, 12) qui traversent le carter de chambre de moteur-/réducteur (6) ;
- les rotors (3, 4) étant équipés d'un dispositif de refroidissement intérieur de rotor, des perçages des arbres (11, 12) servant au transport du fluide de refroidissement ;
- un échangeur de chaleur (25) étant prévu pour le refroidissement du fluide de refroidissement qui traverse les arbres (11, 12) et les rotors (3, 4) ;
- la pompe à vide à vis (1) est **caractérisée par** les caractéristiques suivantes :
 - il est prévu un carter extérieur (22) qui renferme la pompe à vide à vis (1),
 - le carter extérieur (22) est dotée d'ouvertures (23, 24) dont une (24) est disposée côté moteur,
 - un arbre (11) qui traverse le carter de chambre de moteur-/réducteur (6) émerge côté moteur et porte à son extrémité libre une roue (20) d'un ventilateur ou aérateur (21),
 - la roue (20) se trouve dans la région de l'ouverture côté moteur (24) du carter (22) et engendre un flux d'air qui refroidit le carter de chambre d'aspiration (2) de la pompe (1),
 - l'échangeur de chaleur (25), constitué par un échangeur de chaleur fluide/air, est de plus associé à l'ouverture côté moteur (24), de telle sorte que le flux d'air qui refroidit le carter de chambre d'aspiration (2) refroidit l'échangeur de chaleur (25).

2. Pompe à vide à vis selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins le carter de chambre d'aspiration (2) est doté d'ailettes extérieures.
3. Pompe à vide à vis selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le carter de chambre d'aspiration (2) et les rotors (3, 4) sont faits d'aluminium.
4. Pompe à vide à vis selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, **caractérisée en ce que** l'échangeur de chaleur (25) se trouve en amont du ventilateur (21) dans le sens de l'écoulement de l'air de refroidissement.
5. Pompe à vide à vis selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le système de refroidissement est conçu de manière telle que la quantité de chaleur dégagée par le milieu de refroidissement fluide et la quantité de chaleur dégagée directement par le flux d'air sont à peu près égales.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| • DE 19820523 A [0002] | • DE 2217022 [0004] |
| • DE 19745616 A1 [0002] | • US 5542822 A [0004] |
| • DE 19963172 A1 [0002] | • DE 19745616 [0013] |
| • DE 10019066 A1 [0002] | • DE 19963171 [0013] |
| • BE 1008367 A3 [0003] | • DE 19963172 [0013] |