

(19)



(11)

**EP 1 616 099 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.08.2007 Patentblatt 2007/32**

(51) Int Cl.:  
**F04C 29/00** <sup>(2006.01)</sup> **F04C 2/344** <sup>(2006.01)</sup>  
**F01C 21/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **04738690.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2004/001239**

(22) Anmeldetag: **16.06.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2005/001293 (06.01.2005 Gazette 2005/01)**

### (54) ROTOR AUS SINTERMETALL EINER DREHKOLBENPUMPE

SINTERED METAL ROTOR OF A ROTARY PISTON PUMP

ROTOR EN METAL FRITTE D'UNE POMPE A PISTON ROTATIF

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

(30) Priorität: **30.06.2003 DE 10329495**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.01.2006 Patentblatt 2006/03**

(73) Patentinhaber:  
• **Mahle Motorkomponenten Schweiz AG**  
**2540 Grenchen (CH)**  
• **Pierburg GmbH**  
**41460 Neuss (DE)**

(72) Erfinder:  
• **GRAHLE, Peter**  
**CH-4532 Feldbrunnen (CH)**  
• **HALDEMANN, Peter**  
**CH-2540 Grenchen (CH)**  
• **NÜNLIST, Walter**  
**CH-4600 Olten (CH)**

• **RHYN, Heinz**  
**CH-3257 Grossaffoltern (CH)**  
• **FRIESEN, Albert**  
**41066 Mönchengladbach (DE)**  
• **RUSS, Stanislaus**  
**41065 Mönchengladbach (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwalts-Partnerschaft**  
**Rotermund + Pfusch + Bernhard**  
**Waiblinger Strasse 11**  
**70372 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 822 876 EP-A- 1 108 892**  
**DE-A- 4 018 509 DE-A- 4 020 082**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 018, Nr. 644**  
**(M-1718), 7. Dezember 1994 (1994-12-07) -& JP 06**  
**249172 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 6.**  
**September 1994 (1994-09-06)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 1 616 099 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Rotor aus Sintermetall einer Drehkolbenpumpe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung dieses Rotors.

**[0002]** Ein derartiger, aus DE 40 20 082 A1 bekannter Rotor ist aus drei separat hergestellten Einzelteilen, nämlich aus zwei äußeren Schalen und einem, zwischen diesen liegenden Mittelteil zusammengesetzt. Dabei besteht das Mittelteil aus einem, gegenüber dem Material der äußeren Schalen festigkeitsmäßig höheren Material. Die gattungsgemäßen Anschlussklauen-Einzelstege befinden sich an dem Mittelteil.

**[0003]** Aus DE 197 03 499 A1 ist ein ähnlicher Rotor bekannt. Jener Rotor wird aus drei Teilen, nämlich einem gesinterten Topfteil, einem Drehteil aus Stahl und einem Kupferring in einem sehr zeit- und kostenintensiven Prozess hergestellt. An das gesinterte Topfteil wird das Drehteil nach einer vorausgegangenen Aufkohlung über den Kupferring angelötet. Das Kupfer des Kupferrings diffundiert bei der für das Löten erforderlichen Wärmebehandlung in bruchgefährdete Porenzonen des Sinterbauteils ein und garantiert dadurch dem Rotor eine ausreichende Bruchstabilität in dem Drehteilbereich. Das Drehteil aus Stahl bildet den Anschlussklauenbereich jenes Rotors. Die Klaue in diesem Bereich, an dem eine Kupplung angesetzt wird, ist dort über den gesamten Durchmesser des angelöteten Stahldrehteiles verlaufend ausgebildet. Der bekannte Rotor könnte beispielsweise nach einem aus EP 0 822 876 B1 bekannten Sinterverfahren hergestellt sein. Der Grund für das vorstehend beschriebene bene Zusammenfügen aus mehreren, das heißt mindestens zwei, vorgefertigten Ausgangsteilen, besteht darin, dass der Kupplungsbereich bei einem einteilig gesinterten Rotor bisher nicht mit einer für einen Dauerbetrieb des Rotors ausreichenden Festigkeit hergestellt werden konnte.

**[0004]** Die Erfindung beschäftigt sich insgesamt mit dem Problem, einen gattungsgemäßen Rotor aus Sintermaterial besonders rationell und kostengünstig und mit ausreichender Dauerfestigkeit in insbesondere dessen Kupplungsbereich herzustellen.

**[0005]** Gelöst wird dieses Problem durch eine Ausbildung eines gattungsgemäßen Rotors nach den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1.

**[0006]** Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0007]** Aus der erfindungsgemäßen Form des Anschlussklauenabschnittes des Rotors ergibt sich eine vorteilhafte Ausgestaltung eines anzusetzenden Kupplungselementes.

**[0008]** Ferner zeigt der letzte Unteranspruch ein Herstellungsverfahren mit einem für die Durchführung besonders vorteilhaft aufgebauten Sinter-Presswerkzeug auf.

**[0009]** Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, dem Rotor insbesondere in dem Anschlussklau-

enabschnitt eine Form zu geben, die es ihm gestattet, den Rotor durch ein Presswerkzeug mit einer Reihe einzeln beaufschlagbarer Pressstempel mit einem für sämtliche Funktionsbereiche ausreichenden Sinterpressdruck herstellen zu können. Durch eine Aufteilung des Anschlussklauenabschnittes in zwei voneinander getrennte, diametral beabstandet gegenüberliegende Einzelstege ist es möglich, diese Einzelstege durch diesen jeweils zugeordnete, separat beaufschlagbare Sinter-Presswerkzeugstempel für die in diesem Bereich geforderte Materialstabilität ausreichend hoch verdichten zu können. Möglich ist dies deshalb, weil der Pressdruck lediglich auf jeweils eine geringe Querschnittsfläche aufzubringen ist, wodurch in diesen Querschnittsbereichen ein extrem hoher spezifischer Druck erreicht werden kann.

**[0010]** Wie allgemein und insbesondere auch bei einem gattungsgemäßen Rotor aus DE 197 03 499 A1 bekannt ist, kann die Festigkeit von Sinterstählen durch das Ausfüllen der Poren mit einem niedrig schmelzenden Metall (Tränkelegierungen), beispielsweise Kupfer oder Kupferlegierungen erhöht werden. Bei dem erfindungsgemäßen Rotor werden daher zumindest die Einzelstege mit Übergangsbereichen in den angrenzenden Rotorkörper entsprechend mit Kupfer infiltriert. Zu diesem Zweck wird auf die Oberflächen derjenigen Bereiche, die mit Kupfer infiltriert werden sollen, vor dem Aussetzen des sintergepressten Grundmaterials der erforderlichen Sintertemperatur mit einer Kupferschicht versehen. Unter der Sinterwärme schmilzt derart aufgebrachtes Kupfer und dringt insbesondere durch Kapillarwirkung bedingt in das unterhalb der beschichteten Oberflächen liegende Material ein. Durch eine geeignete Wahl der Dicke der aufzubringenden Kupferschichten kann ein vollständiges Durchdringen zumindest der Einzelstege einschließlich angrenzender Übergangsbereiche erreicht werden. Dadurch kann bei einem Rotor aus Sinterstahl erreicht werden, dass zumindest in den Einzelstegen Dichten bis  $8 \text{ g/cm}^3$  und darüber realisierbar sind. Grundsätzlich ist es dabei möglich, das Porenvolumen des sintergepressten Formlings praktisch zu eliminieren, wodurch wegen der von Kupfer gegenüber Stahl höheren spezifischen Dichte bei einem derart mit Kupfer infiltrierten Stahlsinterkörper dessen spezifisches Gewicht oberhalb desjenigen von Stahl liegen kann. Hierdurch erhalten die Einzelstege einschließlich der an sie angrenzenden Übergangsbereiche des Rotors äußerst gute Festigkeitseigenschaften.

**[0011]** Ein nachstehend noch näher erläutertes, vorteilhaftes Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt.

**[0012]** In dieser zeigen

- Fig. 1 einen Querschnitt durch einen gesinterten Rotor,
- Fig. 2 eine Draufsicht auf den Rotor nach Fig. 1,
- Fig. 3 eine Ansicht des Rotors nach Fig. 1 von unten,
- Fig. 4 eine Vorderansicht eines an dem Rotor ansetz-

**[0018]** Wird bei der Herstellung des gesinterten Rotors bei dem Sinterwärmeprozess Kupfer aus einer auf zumindest die Bereiche der Einzelstege aufgetragenen Kupferschichten in das Materialinnere, das heißt in die Poren des Sintermaterials an diesen Stellen durch Kapillarwirkung eingebracht, so empfiehlt sich mit Bezug auf das vorstehend angegebene Sinterstahlmaterial der Einsatz eines Kupfermaterials mit beispielsweise der

**dass** der Rotor einteilig pressgesintert ausgeführt ist und die Einzelstege (3) für die in diesem Bereich

- geforderte Materialstabilität ausreichend hoch verdichtet sind.
2. Rotor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die zwei Einzelstege (3) gleiche Form und Größe besitzen.
  3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Umfangsbereich, der von einem Einzelsteg (3) eingenommen wird, auf maximal 90° beschränkt ist.
  4. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der von den Einzelstegen (3) jeweils radial eingenommene Bereich auf maximal 20% des zylindrischen Fußabschnitts beschränkt ist.
  5. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Einzelstege (3) des Anschlussklauenabschnitts randprofilgehärtet sind.
  6. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Randprofilhärtung induktiv erzeugt ist.
  7. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der randgehärtete Bereich schroff gekühlt ist.
  8. Rotor aus Stahl als Sintermetall nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Einzelstege (3) einschließlich zumindest eines direkt in Richtung des Rotorgrundkörpers angrenzenden Übergangsbereiches in das gepresste Sintergefüge nachträglich infiltriertes Kupfer enthalten.
  9. Rotor nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein mit Kupfer angereicherter Einzelsteg (3) eine spezifische Dichte von mindestens 7,5 g/cm<sup>3</sup> aufweist.
  10. Rotor nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die spezifische Dichte oberhalb von 7,8 g/cm<sup>3</sup> liegt.
  11. Rotor nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die spezifische Dichte mindestens 7,9 bis 8,0 g/cm<sup>3</sup> beträgt.
  12. Gesintertes Kupplungselement eines Rotors nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Kupplungselement einen der Ausbildung des Anschlussklauenabschnittes (2) angepassten Querschnitt mit einem stabförmigen Drehmomentenabtriebsbereich in der Form eines Längssteges (10) aufweist.
  13. Verfahren zur Herstellung eines Rotors nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in einem Sinterpresswerkzeug zur Erzeugung des gesinterten Rotors den Einzelstegen (3) querschnittsmäßig zugeordnete Separatstempel mit separater Druckbeaufschlagung vorgesehen sind.
  14. Verfahren zur Herstellung eines Rotors nach einem der Ansprüche 8 bis 11, mit einem Verfahren nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zumindest in den Einzelstegen (3) infiltriert vorliegendes Kupfer bei der Sinterwärmebehandlung aus einer oberflächlich auf mindestens die Einzelstege (3) aufgetragenen Kupferschicht in das Sintergefüge eindringt.

#### Claims

1. A rotor of sintered metal of a rotary piston pump, in particular a rotary piston pump for generating a vacuum of a vacuum brake booster of a motor vehicle connectable to a vacuum pump intake connection, having a pot-shaped base body (1) and a bearing journal element protruding centrally from the bottom of this base body (1) from a cylindrical foot area coming directly out of the bottom and a connecting claw section (2) to be connected thereto for a coupling element to be attached, wherein the connecting claw section (2) is designed in the form of two single protruding webs (3) that are diametrically opposed in the outer circumferential area of the cylindrical foot section in an area limited at the circumference to max. 100° and radially to max. 25% of the diameter of the cylindrical foot section  
**characterized in that** the rotor is designed in one piece and is press sintered, and the individual webs (3) are sufficiently highly compressed for the material stability required in this area.
2. The rotor according to Claim 1, **characterized in that** the two individual webs (3) have the same size and shape.
3. The rotor according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the circumferential area assumed by an individual web (3) is limited to max. 90°.

4. The rotor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the area assumed radially by the individual webs (3) is limited to max. 20% of the cylindrical base section. 5
5. The rotor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the individual webs (3) of the connecting claw section are case-hardened in edge profiles. 10
6. The rotor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the case-hardening in edge profiles is inductively generated. 15
7. The rotor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the edge-hardened area is shock cooled. 20
8. The rotor made of as the sintered metal according to one of the preceding claims, **characterized in that** the individual webs (3), including at least one transitional area directly adjacent in the direction of the rotor base body, contain copper that has been infiltrated subsequently into the pressed sintered structure. 25
9. The rotor according to Claim 8, **characterized in that** a single web (3) enriched with copper has a specific gravity of at least 7.5 g/cm<sup>3</sup>. 30
10. The rotor according to Claim 9, **characterized in that** the specific gravity is greater than 7.8 g/cm<sup>3</sup>. 35
11. The rotor according to Claim 10, **characterized in that** the specific gravity is at least 7.9 to 8.0 g/cm<sup>3</sup>. 40
12. A sintered coupling element of a rotor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coupling element has a cross section that has been adapted to the development of the connecting claw section (2) with a rod-shaped torque abrasion area in the form of an elongated web (10). 45
13. A method for producing a rotor according to one of the preceding claims, **characterized in that** separate rams assigned to the individual webs (3) according to cross section are provided with a separate pressure acting on them in a sintering compression mold for producing the sintered rotor. 50
14. The method for manufacturing a rotor according to one of Claims 8 through 11 with a method according to Claim 13, **characterized in that** copper that is present in infiltrated form at least in the individual webs (3) penetrates out of a superficially copper layer applied at least to the individual webs (3) and into the sintered structure during the sintering heat treatment. 55

## Revendications

1. Rotor en métal fritté d'une pompe à piston rotatif, en particulier d'une pompe à piston rotatif pour produire une dépression d'un servofrein, raccordable à un raccord d'aspiration de pompe à vide, d'un véhicule automobile, comprenant un corps de base (1) en forme de pot et un élément de tourillon, dépassant de façon centrale du corps de base (1), lequel élément est constitué d'une zone de pied cylindrique partant directement du fond et d'une section de griffe de raccordement (2), se raccordant à cette dernière, pour un élément d'accouplement à fixer, la section de griffe de raccordement (2) étant réalisée en forme de deux traverses individuelles (3) en saillie, qui se situent à distance diamétrale dans la zone périphérique extérieure de la section de pied cylindrique dans une plage respective, limitée circonférentiellement à 100° maximum et radialement à 25% maximum du diamètre de la section de pied cylindrique, **caractérisé en ce que** le rotor a une réalisation frittée sous pression d'une seule pièce et les traverses individuelles (3) sont soumises à une compression suffisamment élevée pour la stabilité de matériau requise dans cette zone.
2. Rotor suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** les deux traverses individuelles (3) ont la même forme et la même dimension.
3. Rotor suivant l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la zone périphérique, occupée par une traverse individuelle (3), est limitée à 90° maximum.
4. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone, respectivement occupée dans la direction radiale par les traverses individuelles (3), est limitée à 20% maximum de la section de pied cylindrique.
5. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les traverses individuelles (3) de la section de griffe de raccordement sont trempées en bordure.
6. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la trempe de bordure est produite par induction.
7. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone trempée en bordure est refroidie brusquement.
8. Rotor en acier en tant que métal fritté suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les traverses individuelles (3), y compris au moins une zone de transition directement limitrophe

dans la direction du corps de base du rotor, renferment du cuivre infiltré ultérieurement dans la structure frittée comprimée.

9. Rotor suivant la revendication 8, **caractérisé en ce qu'une** traverse individuelle (3), enrichie en cuivre, présente une masse volumique spécifique d'au moins 7,5 g/cm<sup>3</sup>. 5
10. Rotor suivant la revendication 9, **caractérisé en ce que** la masse volumique spécifique se situe au-dessus de 7,8 g/cm<sup>3</sup>. 10
11. Rotor suivant la revendication 10, **caractérisé en ce que** la masse volumique spécifique est d'au moins 7,9 à 8,0 g/cm<sup>3</sup>. 15
12. Élément d'accouplement fritté d'un rotor suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément d'accouplement présente une section transversale adaptée à la réalisation de la section de griffe de raccordement (2), avec une zone de sortie de couple en forme de barre dans la forme d'une traverse longitudinale (10). 20  
25
13. Procédé de fabrication d'un rotor suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans un outil de frittage pour produire le rotor fritté, des matrices séparées, associées en section transversale aux traverses individuelles (3), sont prévues avec une alimentation en pression séparée. 30
14. Procédé de fabrication d'un rotor suivant l'une des revendications 8 à 11 par un procédé suivant la revendication 13, **caractérisé en ce que** du cuivre présent, infiltré au moins dans les traverses individuelles (3), pénètre lors du traitement thermique de frittage d'une couche de cuivre, appliquée en surface sur au moins les traverses individuelles (3), dans la structure frittée. 35  
40

45

50

55

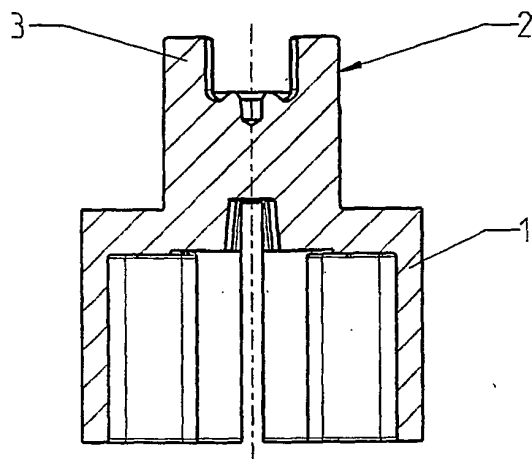


Fig. 1

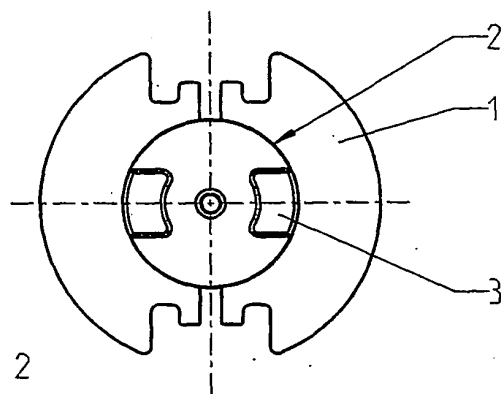


Fig. 2

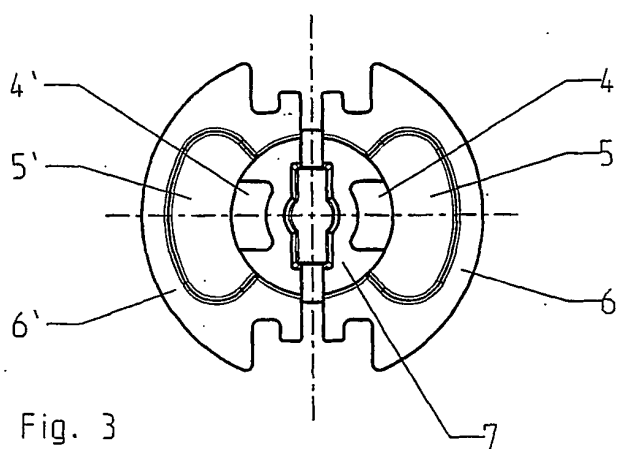


Fig. 3

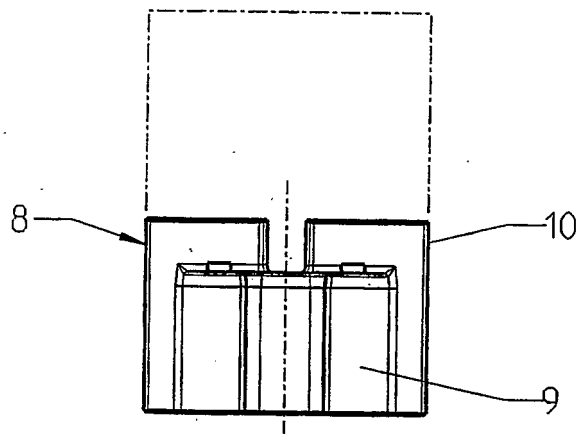


Fig. 4

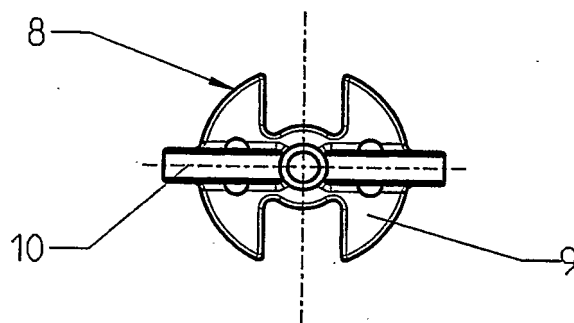


Fig. 5

**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 4020082 A1 [0002]
- DE 19703499 A1 [0003] [0010]
- EP 0822876 B1 [0003]