

(19)



(11)

**EP 1 798 415 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.06.2007 Patentblatt 2007/25**

(51) Int Cl.:  
**F04B 1/04 (2006.01)** **F04B 3/00 (2006.01)**  
**F04B 5/00 (2006.01)** **F04B 9/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06123976.0**

(22) Anmeldetag: **14.11.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(30) Priorität: **14.12.2005 DE 102005059831**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Vu, Ngoc-Tam**  
**71642 Ludwigsburg (DE)**

- **Grossner, Thomas**  
**93073 Neutraubling (DE)**
- **Klesse, Christoph**  
**93086 Wörth A. D. Donau (DE)**
- **Knüppe, Matthias**  
**93107 Thalmassing (DE)**
- **Riedel, Thomas**  
**93053 Regensburg (DE)**
- **Taudt, Christian**  
**93059 Regensburg (DE)**

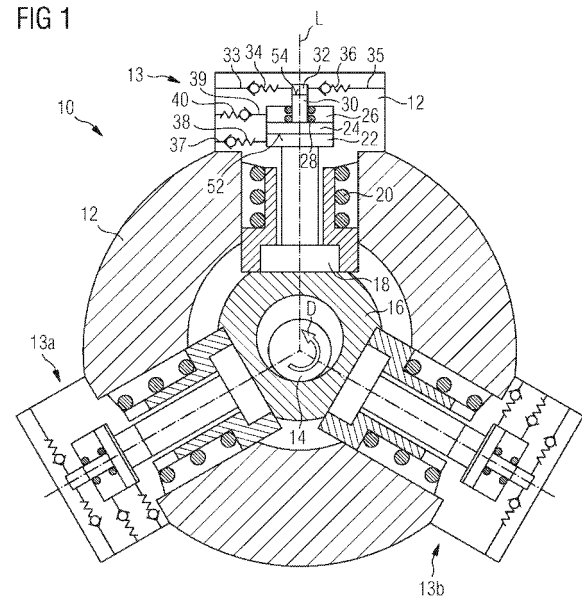
Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2) EPÜ.

**(54) Hochdruckpumpe**

(57) Hochdruckpumpe (10) mit einem Pumpengehäuse (12) und wenigstens einer Pumpeneinheit (13) mit einem Zylinderraum (32) mit einer Längsachse (L), in dem ein Hochdruckkolben (30) axial bewegbar angeordnet ist. Der Antrieb der Hochdruckpumpe (10) erfolgt über eine Antriebswelle (14), die mit einem ersten Kolben (18) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) in Wirkverbindung steht. Ein Druckraum (22) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) ist durch den ersten Kolben (18) mit einem ersten Druck ( $p_1$ ) beaufschlagbar, und steht mit einem zweiten Kolben (24) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) in Wirkverbindung steht, welcher seinerseits mit dem Hochdruckkolben (30) in Wirkverbindung steht. Der zweite Kolben (24) weist eine dem Druckraum (22) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (52) auf und der Hochdruckkolben (30) weist eine dem Zylinderraum (32) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (54) auf, die kleiner ist als die dem Druckraum (22) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (52). Der erste Kolben (18) ist relativ zu dem zweiten Kolben (24) so angeordnet, dass der erste Kolben (18) und der zweite Kolben (24) bei bestimmungsgemäßem Einsatz richtungsgleich bewegbar sind.

FIG 1

**EP 1 798 415 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe.

**[0002]** Hochdruckpumpen unterliegen starken Beanspruchungen, wenn sie Drücken von beispielsweise 2000 bar ausgesetzt sind. Derartige vergleichsweise hohe Drücke stellen sowohl hohe Anforderungen an das Material der Hochdruckpumpe als auch an deren Konstruktion. Gleichzeitig müssen von derartigen Hochdruckpumpen große Kräfte aufgenommen werden.

**[0003]** Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hochdruckpumpe zu schaffen, die auch bei hohen Pumpendrücken einem geringen Verschleiß unterliegt und einen zuverlässigen und präzisen Betrieb ermöglicht.

**[0004]** Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0005]** Die Erfindung zeichnet sich aus durch eine Hochdruckpumpe mit einem Pumpengehäuse und wenigstens einer Pumpeneinheit mit einem Zylinderraum mit einer Längsachse, in dem ein Hochdruckkolben axial bewegbar angeordnet ist. Der Antrieb der Hochdruckpumpe erfolgt über eine Antriebswelle, die Antriebswelle steht mit einem ersten Kolben der wenigstens einen Pumpeneinheit in Wirkverbindung und ein Druckraum der wenigstens einen Pumpeneinheit ist durch den ersten Kolben mit einem ersten Druck beaufschlagbar. Der Druckraum steht mit einem zweiten Kolben der wenigstens einen Pumpeneinheit in Wirkverbindung, welcher seinerseits mit dem Hochdruckkolben in Wirkverbindung steht. Der zweite Kolben weist eine dem Druckraum zugewandte und diesen begrenzende Fläche auf und der Hochdruckkolben weist eine dem Zylinderraum zugewandte und diesen begrenzende Fläche auf, die kleiner ist als die dem Druckraum zugewandte und diesen begrenzende Fläche, und der erste Kolben ist relativ zu dem zweiten Kolben so angeordnet, dass der erste Kolben und der zweite Kolben bei bestimmungsgemäßem Einsatz richtungsgleich bewegbar sind.

**[0006]** Da die dem Zylinderraum zugewandte und diesen begrenzende Fläche des Hochdruckkolbens kleiner ist als die dem Druckraum zugewandte und diesen begrenzende Fläche des zweiten Kolbens, wird eine Druckübersetzung im Sinne einer Druckerhöhung vom Druckraum zum Zylinderraum ermöglicht. Die Druckübersetzung ergibt sich aus dem Verhältnis der dem Druckraum zugewandten und diesen begrenzende Fläche des zweiten Kolbens und der dem Zylinderraum zugewandten und diesen begrenzende Fläche des Hochdruckkolbens. Aufgrund der Druckübersetzung reicht bereits ein geringer Druck im Druckraum aus, um einen hohen Druck im Zylinderraum zu erzeugen. Somit muss in dem Druckraum lediglich ein geringer Druck, der kleiner als der Druck im Zylinderraum ist, erzeugt werden, was bei geeigneter Wahl der Druckübersetzung auf einfache Weise über die Antriebswelle und den mit ihr in Wirkverbindung stehenden ersten Kolben erreicht werden kann. Dies hat

den Vorteil, dass in dem Druckraum nur relativ geringe Beanspruchungen an der Antriebswelle sowie am ersten Kolben auftreten.

**[0007]** Durch die Anordnung des ersten Kolbens relativ zu dem zweiten Kolben derart, dass der erste und der zweite Kolben bei bestimmungsgemäßem Einsatz richtungsgleich bewegbar sind, ist ein einfacher und kompakter Aufbau der Hochdruckpumpe, insbesondere der wenigstens einen Pumpeneinheit, möglich.

**[0008]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der erste Kolben coaxial zu dem Hochdruckkolben angeordnet. Dies kann insbesondere eine Vereinfachung der Fertigung der Hochdruckpumpe darstellen, da die Bohrungen für den Zylinderraum, den Druckraum und andere in dem Pumpengehäuse angeordnete Räume und Kammern in einem Arbeitsgang realisiert werden können.

**[0009]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der erste Kolben als Stößelbecher ausgebildet. Dies ist besonders vorteilhaft, da damit eine bessere Führung des ersten Kolbens in dem Pumpengehäuse erzielt werden kann, insbesondere wenn Teile des Stößelbeckers in dem Pumpengehäuse geführt werden können.

**[0010]** In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist der Stößelbecher eine ringförmige Stirnfläche auf, die eine Begrenzungsfläche des Druckraums ausbildet. Damit ist eine besonders raumsparende Anordnung des Stößelbeckers im Pumpengehäuse möglich, wodurch insbesondere die Baulänge der wenigstens einen Pumpeneinheit reduziert werden kann.

**[0011]** In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Druckraum mit einem Druckfluid gefüllt, das über eine Druckraumzulaufleitung zufüllbar ist, und die Druckraumzulaufleitung weist ein Druckraumeinlassventil auf. Dies ermöglicht eine besonders einfache Art der Zuführung von Druckfluid, insbesondere im Falle einer Leckage.

**[0012]** In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Druckraumeinlassventil ein Volumenstromregelventil. Damit ist eine besonders präzise Zumessung von Druckfluid möglich, die zum Ausgleich einer Leckage von Druckfluid notwendig ist. Durch eine präzise Zumessung von Druckfluid kann ein besonders gleichmäßiges Übertragungsverhalten vom ersten Kolben auf den zweiten Kolben und den Hochdruckkolben erreicht werden.

**[0013]** In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Druckraumeinlassventil ein Rückschlagventil. Dies ist eine besonders einfache und kostengünstige Ventilart, bei der eine zuverlässige Zumessung von Druckfluid zum Druckfluidleckageausgleich möglich ist und das Zurückströmen von Druckfluid in die Druckraumzulaufleitung verhindert werden kann.

**[0014]** In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Hochdruckpumpe ei-

ne Radialkolbenpumpe mit mindestens zwei Pumpeneinheiten. Mit einer derartigen Pumpe können besonders hohe Einspritzdrücke realisiert werden.

**[0015]** In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Hochdruckpumpe eine Reihenkolbenpumpe mit mindestens zwei Pumpeneinheiten.

**[0016]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert.

**[0017]** Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer Hochdruckpumpe in einer ersten Ausführungsform in einem Längsschnitt, und

Figur 2 eine Pumpeneinheit einer weiteren Ausführungsform der Hochdruckpumpe in einem Längsschnitt.

**[0018]** Figur 1 zeigt eine Hochdruckpumpe 10 mit einem Pumpengehäuse 12 und drei Pumpeneinheiten 13, 13a, 13b, die zueinander in einem Winkel von jeweils 120 Grad angeordnet ist.

**[0019]** Die Hochdruckpumpe 10 weist zentral eine Antriebswelle 14 auf, die mit einem Exzentering 16 in Wirkverbindung steht und in einer Drehrichtung D entgegen dem Uhrzeigersinn drehbar im Pumpengehäuse 12 gelagert ist. Anstelle des Exzenterings kann eine Nockenwelle als Antriebswelle 14 verwendet werden. In diesem Fall kann die Anzahl der Förder- und Kompressionshübe über die Anzahl der Nocken vorgegeben werden. Die Anzahl der Förder- beziehungsweise Kompressionshübe entspricht dabei der Anzahl der Nocken.

**[0020]** Die Pumpeneinheiten 13, 13a, 13b sind identisch aufgebaut. Im Folgenden soll die Pumpeneinheit 13 stellvertretend auch für die anderen beiden Pumpeneinheiten 13a, 13b beschrieben werden.

**[0021]** Die Pumpeneinheit 13 besteht im Wesentlichen aus einem ersten Kolben 18, einem zweiten Kolben 24 und einem Hochdruckkolben 30, die zueinander coaxial angeordnet sind. Der zweite Kolben 24 und der Hochdruckkolben 30 können als einzelne Bauteile oder miteinander einstückig ausgebildet sein. Zwischen dem ersten Kolben 18 und dem zweiten Kolben 24 ist ein Druckraum 22 angeordnet, zwischen dem Pumpengehäuse 12 und dem zweiten Kolben 24 auf der dem Druckraum 22 abgewandten Seite des zweiten Kolbens 24 ist eine Zwischenkammer 26 angeordnet, die mit dem Druckraum 22 hydraulisch gekoppelt ist, und auf der der Zwischenkammer 26 abgewandten Seite des Hochdruckkolbens 30 befindet sich ein Zylinderraum 32. Der Zylinderraum 32 weist eine vorzugsweise zentrale Längsachse L auf, die in der hier dargestellten Ausführungsform die zentrale Längsachse der gesamten Pumpeneinheit 13 bildet.

**[0022]** Der erste Kolben 18 ist axial bewegbar in einer Bohrung in dem Pumpengehäuse 12 gelagert und steht mit dem Exzentering 16 in Wirkverbindung. Der erste Kolben 18 wird mittels einer ersten Feder 20 in ständiger

Anlage an den Exzentering 16 gehalten. Damit kann ein Abheben und Wiederauftreffen des ersten Kolbens 18 auf den Exzentering 16 vermieden werden, was zu Beschädigungen sowohl des Exzenterings 16 als auch des ersten Kolbens 18 führen könnte.

**[0023]** Zwischen dem Pumpengehäuse 12 und dem zweiten Kolben 24 ist in der Zwischenkammer 26 eine zweite Feder 28 angeordnet, welche einem Kompressionshub des Hochdruckkolbens 30 entgegenwirkt. Die zweite Feder 28 stützt sich dazu vorzugsweise am Pumpengehäuse 12 und am zweiten Kolben 24 ab. Die zweite Feder 28 übt eine Kraft auf den zweiten Kolben 24 sowie den mit ihm verbundenen Hochdruckkolben 30 auf, durch die sie ohne das Einwirken weiterer Kräfte in ihre Ausgangsposition gelangen können.

**[0024]** Um den Zylinderraum 32 mit Fluid befüllen zu können, weist dieser eine Zylinderraumzulaufleitung 33 auf, in der vorzugsweise ein Zylinderraumeinlassventil 34 angeordnet ist. Das Zylinderraumeinlassventil 34 erleichtert die Befüllung des Zylinderraums 32 und verhindert beim Befüllen das Zurückströmen des Fluids aus der Zylinderraumzulaufleitung 33. Der Zylinderraum 32 weist weiter eine Zylinderraumablaufleitung 35 und ein in dieser angeordnetes Zylinderraumauslassventil 36 auf. Damit kann Fluid aus dem Zylinderraum 32 ausgestoßen werden.

**[0025]** Der erste Kolben 18 steht in Wirkverbindung mit dem Druckraum 22. Während des Kompressionshubs des ersten Kolbens 18 beaufschlagt der erste Kolben 18 den Druckraum 22 mit einem ersten Druck P1. Der Druckraum 22 steht ebenfalls in Wirkverbindung mit dem zweiten Kolben 24. Damit wird der zweite Kolben 24 mit dem im Druckraum 22 herrschenden und vom ersten Kolben 18 aufgeprägten ersten Druck P1 beaufschlagt. Aufgrund der Druckbeaufschlagung wird der zweite Kolben 24 richtungsgleich mit dem ersten Kolben 18 aus seiner Ruhelage herausbewegt und führt dadurch einen Hub aus. Da der zweite Kolben 24 in Wirkverbindung mit dem Hochdruckkolben 30 steht, führt auch der Hochdruckkolben 30 richtungsgleich mit dem ersten Kolben 18 und dem zweiten Kolben 24 einen Hub durch und beaufschlagt dabei den Zylinderraum 32 mit einem zweiten Druck P2.

**[0026]** Der zweite Kolben 24 weist eine dem Druckraum 22 zugewandte und diesen begrenzende Fläche 52 auf. Der Hochdruckkolben 30 weist eine dem Zylinderraum 32 zugewandte und diesen begrenzende Fläche 54 auf. Letztere ist kleiner als die dem Druckraum 22 zugewandte und diesen begrenzende Fläche 52 des zweiten Kolbens 24.

**[0027]** Die Druckübersetzung P2/P1 ergibt sich mittels der Formel  $P2/P1 = A1/A2$ . Hierbei ist P1 der erste Druck im Druckraum 22, P2 der zweite Druck im Zylinderraum 32, A1 das Flächenmaß der dem Druckraum 22 zugewandten und diesen begrenzende Fläche 52 und A2 das Flächenmaß der dem Zylinderraum 32 zugewandten und diesen begrenzende Fläche 54. Aufgrund der Druckübersetzung lässt sich mit einem verhältnismäßig klei-

nen ersten Druck P1 im Druckraum 22 ein verhältnismäßig großer zweiter Druck P2 im Zylinderraum 32 herstellen. Bei einem Verhältnis der Flächenmaße von  $A1/A2 = 20$  ergibt sich beispielsweise bei einem ersten Druck  $P1 = 100$  bar ein zweiter Druck  $P2 = 2000$  bar. Trotz des hohen zweiten Drucks P2 im Zylinderraum 32 wird der Exzenterring 16 sowie der erste Kolben 18 nur gering belastet, da diese lediglich einen Druck von  $P1 = 100$  bar aufnehmen müssen. Die hohen Drücke treten ausschließlich zwischen dem Hochdruckkolben 30 und dem zweiten Kolben 24 auf. Diese hohen Drücke sind jedoch für die beiden Kolben 24, 30 unproblematisch, da zwischen dem Hochdruckkolben 32 und dem zweiten Kolben 24 keine Relativbewegung auftritt, wie dies etwa zwischen dem Exzenterring 16 und dem ersten Kolben 18 der Fall ist.

**[0028]** Der Druckraum 22 ist mit einem im Wesentlichen inkompressiblen Druckfluid gefüllt. Als Druckfluid eignet sich insbesondere ein Schmieröl. Durch die Verwendung eines Schmieröls werden die beweglichen Teile der Hochdruckpumpe gleichzeitig geschmiert. Eine zusätzliche Schmierstoffzufuhr ist somit nicht erforderlich, was den Aufbau der Hochdruckpumpe vereinfacht. Durch die Schmierung der beweglichen Bauteile wird die Reibung verringert und dadurch die Lebensdauer der Hochdruckpumpe wesentlich erhöht.

**[0029]** Um einen Leakagestrom des Druckfluids aus dem Druckraum 22 auszugleichen, weist der Druckraum 22 eine Druckraumzulaufleitung 37 auf. In der Druckraumzulaufleitung 37 ist ein Druckraumeinlassventil 38 angeordnet, das vorzugsweise ein Rückschlagventil ist. Das als Rückschlagventil ausgebildete Druckraumeinlassventil 38 erleichtert die Befüllung des Druckraums 22 und verhindert beim Befüllen das Zurückströmen des Druckfluids aus der Druckraumzulaufleitung 37.

**[0030]** Die mit dem Druckraum 22 hydraulisch gekoppelte Zwischenkammer 26 weist eine Druckraumablaufleitung 39 und ein in dieser angeordnetes Druckraumauslassventil 40 auf, das bevorzugt ein Rückschlagventil ist. Damit kann im Bedarfsfall Druckfluid aus der Zwischenkammer 26 bzw. dem mit dieser hydraulisch gekoppelten Druckraum 22 abgelassen werden.

**[0031]** Durch die koaxiale Anordnung des ersten Kolbens 18 zu dem Hochdruckkolben 30 wird eine richtungsgleiche Bewegung des ersten Kolbens 18, des zweiten Kolbens 24 und des Hochdruckkolbens 30 erreicht. Diese koaxiale Anordnung führt zu einem besonders einfachen und kompakten Aufbau der Hochdruckpumpe 10.

**[0032]** Im Folgenden soll die Funktionsweise der ersten Ausführungsform der Hochdruckpumpe gemäß Figur 1 detailliert beschrieben werden:

**[0033]** Im Ausgangszustand sollen sich der erste Kolben 18, der zweite Kolben 24 und der Hochdruckkolben 30 in einer Position in der Pumpeneinheit 13 befinden, in der sie jeweils einen minimalen Abstand zur Antriebswelle 14 aufweisen.

**[0034]** Durch eine Drehbewegung der Antriebswelle 14 in Drehrichtung D gegen den Uhrzeigersinn wird der

erste Kolben 18 durch den Exzenterring 16 axial von der Antriebswelle 14 wegbewegt und verdichtet dabei in dem Druckraum 22 Druckfluid auf einen ersten Druck P1. Der Druck P1 wirkt auf die dem Druckraum 22 zugewandte und diesen begrenzende Fläche 52 des zweiten Kolbens 24. Der zweite Kolben 24 steht in Wirkverbindung mit der Zwischenkammer 26. Durch den an der Fläche 52 anliegenden Druck P1 des zweiten Kolbens 24 können der zweite Kolben 24 sowie der mit diesem formschlüssig verbundene Hochdruckkolben 30 eine Bewegung in gleicher Richtung wie der erste Kolben 18 ausführen. Dabei sind das Zylinderraumeinlassventil 34 und das Zylinder-raumauslassventil 36 geschlossen. Durch die Bewegung des Hochdruckkolbens 30 kann eine Kompression des im Zylinderraum 32 befindlichen Fluids erfolgen. Das komprimierte Fluid kann im Anschluss an den Kompressionshub über das nun geöffnete Zylinderraumauslassventil 36 und die Zylinderraumablaufleitung 35 ausgestoßen werden. Handelt es sich bei der Hochdruckpumpe beispielsweise um eine Kraftstoffhochdruckpumpe einer Einspritzanlage einer Brennkraftmaschine, so kann das mit hohem Druck beaufschlagte Fluid zu einem Hochdruckkraftstoffspeicher, dem so genannten Common Rail, gelangen.

**[0035]** Um den durch den Kompressionshub entstehenden Druck P1 in der Zwischenkammer 26 wieder abbauen zu können, wird während des Kompressionshub das Druckraumauslassventil 40 geöffnet und das sich in der Zwischenkammer 26 befindliche Druckfluid über die Druckraumablaufleitung 39 ausgeschoben.

**[0036]** Im Weiteren wird der erste Kolben 18 durch die entgegen dem Uhrzeigersinn erfolgende Bewegung D der Antriebswelle 14 mittels des Exzenterrings 16 radial zur Antriebswelle 14 hin bewegt. Dabei wird der Druckraum 22 über das als Rückschlagventil ausgebildete Druckraumeinlassventil 38 und die Druckraumzulaufleitung 37 mit Druckfluid befüllt. Der Hochdruckkolben 30 wird zusammen mit dem zweiten Kolben 24 durch die Federkraft der zweiten Feder 28 richtungsgleich mit dem ersten Kolben 18 auf die Antriebswelle 14 hin bewegt. Über das Zylinderraumeinlassventil 34 und die Zylinder-raumzulaufleitung 33 wird dabei der Zylinderraum 32 mit Fluid befüllt. Die Kolben 18, 24, 30 haben nun wieder ihren Ausgangszustand mit einem minimalen Abstand zur Antriebswelle 14 erreicht. Anschließend kann wieder ein neuer Hub zur Kompression der Medien erfolgen.

**[0037]** In Figur 2 ist eine Pumpeneinheit 13 einer zweiten Ausführungsform der Hochdruckpumpe gezeigt.

**[0038]** In dem Pumpengehäuse 12 ist der erste Kolben 18 axial bewegbar gelagert, wobei der erste Kolben 18 als Stößelbecher ausgebildet ist. Der als Stößelbecher ausgebildete erste Kolben 18 hat einen Bodenabschnitt 42 und einen an diesen anschließenden ringförmigen Seitenwandabschnitt 44. Der Seitenwandabschnitt 44 weist in seinem oberen Bereich eine ringförmige Stirnfläche 46 und der Bodenabschnitt 42 in seinem unteren Bereich eine Stirnfläche 50 auf. Über die Stirnfläche 50 des Bodenabschnitts 42 des ersten Kolbens 18 steht der

erste Kolben 18 mit einer nicht dargestellten Nockenwelle oder einem nicht dargestellten Exzenterring in Wirkverbindung. Dabei wird der erste Kolben 18 mittels der ersten Feder 20, die im Druckraum 22 angeordnet ist, in ständiger Anlage an die Nockenwelle bzw. den Exzenterring gehalten.

**[0039]** Der Seitenwandabschnitt 44 ist in einem ringförmigen Spalt 56 des Pumpengehäuses 12 geführt. In dem Seitenwandabschnitt 44 des ersten Kolbens 18 sind Dichtungen 48 eingebracht.

**[0040]** Der als Stößelbecher ausgebildete erste Kolben 18 steht über die ringförmige Stirnfläche 46, die eine Begrenzungsfläche des Druckraums 22 ausbildet, mit dem Druckraum 22 in Wirkverbindung. Während eines Kompressionshubs des als Stößelbecher ausgebildeten ersten Kolbens 18 beaufschlagt der erste Kolben 18 über die ringförmige Stirnfläche 46 den Druckraum 22 mit dem ersten Druck P1. Über die Fläche 52, die dem Druckraum 22 zugewandt ist und diesen begrenzt, steht der Druckraum 22 mit dem zweiten Kolben 24 in Wirkverbindung, wodurch dieser mit dem im ersten Druckraum 22 herrschenden ersten Druck P1 beaufschlagt wird. Damit kann der zweite Kolben 24 richtungsgleich mit dem ersten Kolben 18 aus seiner Ruhelage herausbewegt werden und einen Hub ausführen. Der zweite Kolben 24 steht wiederum in Wirkverbindung mit dem Hochdruckkolben 30, so dass auch der Hochdruckkolben 30 richtungsgleich mit dem ersten Kolben 18 und dem zweiten Kolben 24 einen Kompressionshub ausführen und damit den Zylinderraum 32 mit dem zweiten Druck P2 beaufschlagen kann. Das Verhältnis von zweitem Druck P2 zu erstem Druck P1 ergibt sich wieder, wie für die erste Ausführungsform detailliert dargestellt, aus dem Verhältnis der Flächenmaße A1 und A2.

**[0041]** Durch die Ausbildung des ersten Kolbens 18 als Stößelbecher mit der eine Begrenzungsfläche des Druckraums 22 ausbildenden ringförmigen Stirnfläche 46 und den im Pumpengehäuse 12 Platz sparend ausgebildeten Druckraum 22 wird eine besonders raumsparende Ausführung der Pumpeneinheit 13 und damit der gesamten Hochdruckpumpe 10 möglich.

**[0042]** Zwischen dem Pumpengehäuse 12 und dem zweiten Kolben 24 ist die zweite Feder 28 angeordnet, welche dem Kompressionshub des Hochdruckkolbens 30 entgegenwirkt. Die zweite Feder 28 sorgt dafür, dass der zweite Kolben 24 sowie der mit ihm gekoppelte Hochdruckkolben 30 im Anschluss an den Kompressionshub wieder in seine Ausgangsposition, die gekennzeichnet ist durch den minimalen Abstand der Kolben 24, 30 von der Antriebswelle 14, zurückgelangt. Die zweite Feder 28 stützt sich dabei vorteilhafterweise am Gehäuse 12 und am zweiten Kolben 24 ab.

**[0043]** In der Druckraumzulaufleitung 37 ist das Druckraumeinlassventil 38 angeordnet, das vorzugsweise als Volumenstromregelventil ausgebildet ist, um eine besonders präzise Zumessung von Druckfluid zu ermöglichen.

**[0044]** Der weitere Aufbau der Pumpeneinheit 13 der zweiten Ausführungsform der Hochdruckpumpe ist identisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel.

tisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel.

**[0045]** Die Pumpeneinheit 13 kann sowohl in einer als Radialkolbenpumpe als auch in einer als Reihenkolbenpumpe ausgeführten Hochdruckpumpe Anwendung finden.

**[0046]** Im Folgenden wird die Funktionsweise der zweiten Ausführungsform der Hochdruckpumpe 10 anhand der Pumpeneinheit 13 detailliert beschrieben. Hierbei wird im Wesentlichen auf die funktionalen Unterschiede der zweiten Ausführungsform der Hochdruckpumpe gegenüber der ersten Ausführungsform eingegangen.

**[0047]** Bewegt sich der erste Kolben 18 nach oben, so wird das im Druckraum 22 befindliche Druckfluid komprimiert und mit dem ersten Druck P1 beaufschlagt. Dieser erste Druck P1 wirkt über den Druckraum 22 auf die dem Druckraum 22 zugewandte und diesen begrenzende Fläche 52. Der an der dem Druckraum 22 zugewandten und diesen begrenzende Fläche 52 anliegende Druck P1 bewirkt, dass der zweite Kolben 24 und der Hochdruckkolben 30 richtungsgleich mit dem ersten Kolben 18 nach oben bewegt werden und einen Kompressionshub ausführen. Damit erfolgt, wie im ersten Ausführungsbeispiel bereits detailliert beschrieben, eine Kompression des im Zylinderraum 32 befindlichen Fluids. Das komprimierte Fluid kann im Anschluss an den Kompressionshub über die Zylinderraumablaufleitung 35 ausgestoßen werden. Die Zylinderraumablaufleitung 35 kann, falls die Hochdruckpumpe 10 eine Kraftstoffhochdruckpumpe ist, mit dem Common Rail verbunden sein.

**[0048]** Nach Abschluss des Kompressionshubs bewegt die zweite Feder 28 den zweiten Kolben 24 und den Hochdruckkolben 30 wieder zurück in ihre Ausgangspositionen. Dabei wird gleichzeitig Fluid über die Zylinderraumzulaufleitung 33 in den Zylinderraum 32 gesaugt. Gleichzeitig wird der erste Kolben 18 richtungsgleich mit dem zweiten Kolben 24 und dem Hochdruckkolben 30 zurückgefahren und in dem Druckraum 22 kann die Leckage über das Druckraumeinlassventil 38 ausgeglichen werden.

**[0049]** Durch die Ausbildung des Druckraumeinlassventils 38 als Volumenstromregelventil kann dem Druckraum 22 Druckfluid besonders präzise zugemessen werden. Dies kann insbesondere im Teillastbereich der Hochdruckpumpe von Bedeutung sein, da in diesem Fall eine Reduzierung der Menge an Druckfluid möglich ist.

## Patentansprüche

### 1. Hochdruckpumpe (10),

- mit einem Pumpengehäuse (12),
- und wenigstens einer Pumpeneinheit (13) mit einem Zylinderraum (32) mit einer Längsachse (L), in dem ein Hochdruckkolben (30) axial bewegbar angeordnet ist,

wobei

- der Antrieb der Hochdruckpumpe (10) über eine Antriebswelle (14) erfolgt,
  - die Antriebswelle (14) mit einem ersten Kolben (18) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) in Wirkverbindung steht,
  - ein Druckraum (22) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) durch den ersten Kolben (18) mit einem ersten Druck (p1) beaufschlagbar ist,
  - der Druckraum (22) mit einem zweiten Kolben (24) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) in Wirkverbindung steht, welcher seinerseits mit dem Hochdruckkolben (30) in Wirkverbindung steht,
  - der zweite Kolben (24) eine dem Druckraum (22) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (52) aufweist und der Hochdruckkolben (30) eine dem Zylinderraum (32) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (54) aufweist, die kleiner ist als die dem Druckraum (22) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (52), und
  - der erste Kolben (18) relativ zu dem zweiten Kolben (24) so angeordnet ist, dass der erste Kolben (18) und der zweite Kolben (24) bei bestimmungsgemäßem Einsatz richtungsgleich bewegbar sind.
2. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kolben (18) koaxial zu dem Hochdruckkolben (30) angeordnet ist.
  3. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kolben (18) als Stößelbecher ausgebildet ist.
  4. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößelbecher eine ringförmige Stirnfläche (46) aufweist, die eine Begrenzungsfläche des Druckraums (22) ausbildet.
  5. Hochdruckpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckraum (22) mit einem Druckfluid gefüllt ist, das über eine Druckraumzulaufleitung (37) zuführbar ist, und die Druckraumzulaufleitung (37) ein Druckraumeinlassventil (38) aufweist.
  6. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckraumeinlassventil (38) ein Volumenstromregelventil ist.
  7. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckraumeinlassventil (38) ein Rückschlagventil ist.
  8. Hochdruckpumpe (10) nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckpumpe eine Radialkolbenpumpe mit mindestens zwei Pumpeneinheiten (13) ist.

9. Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckpumpe eine Reihenkolbenpumpe mit mindestens zwei Pumpeneinheiten (13) ist.

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ.

##### 1. Hochdruckpumpe (10),

- mit einem Pumpengehäuse (12),
- und wenigstens einer Pumpeneinheit (13) mit einem Zylinderraum (32) mit einer Längsachse (L), in dem ein Hochdruckkolben (30) axial bewegbar angeordnet ist,

wobei

- der Antrieb der Hochdruckpumpe (10) über eine Antriebswelle (14) erfolgt,
- die Antriebswelle (14) mit einem ersten Kolben (18) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) in Wirkverbindung steht,
- ein Druckraum (22) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) durch den ersten Kolben (18) mit einem ersten Druck (p1) beaufschlagbar ist,
- der Druckraum (22) mit einem zweiten Kolben (24) der wenigstens einen Pumpeneinheit (13) in Wirkverbindung steht, welcher seinerseits mit dem Hochdruckkolben (30) in Wirkverbindung steht,
- der zweite Kolben (24) eine dem Druckraum (22) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (52) aufweist und der Hochdruckkolben (30) eine dem Zylinderraum (32) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (54) aufweist, die kleiner ist als die dem Druckraum (22) zugewandte und diesen begrenzende Fläche (52), und
- der erste Kolben (18) relativ zu dem zweiten Kolben (24) so angeordnet ist, dass der erste Kolben (18) und der zweite Kolben (24) bei bestimmungsgemäßem Einsatz richtungsgleich bewegbar sind,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kolben (18) als Stößelbecher ausgebildet ist.

2. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kolben (18) koaxial zu dem Hochdruckkolben (30) angeordnet ist.

3. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößelbecher eine ringförmige Stirnfläche (46) aufweist, die eine Begrenzungsfläche des Druckraums (22) ausbildet.

4. Hochdruckpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckraum (22) mit einem Druckfluid gefüllt ist, das über eine Druckraumzulaufleitung (37) zuführbar ist, und die Druckraumzulaufleitung (37) ein Druckraumeinlassventil (38) aufweist. 5  
10

5. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckraumeinlassventil (38) ein Volumenstromregelventil ist. 15

6. Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckraumeinlassventil (38) ein Rückschlagventil ist.

7. Hochdruckpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckpumpe eine Radialkolbenpumpe mit mindestens zwei Pumpeneinheiten (13) ist. 20

8. Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckpumpe eine Reihenkolbenpumpe mit mindestens zwei Pumpeneinheiten (13) ist. 25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

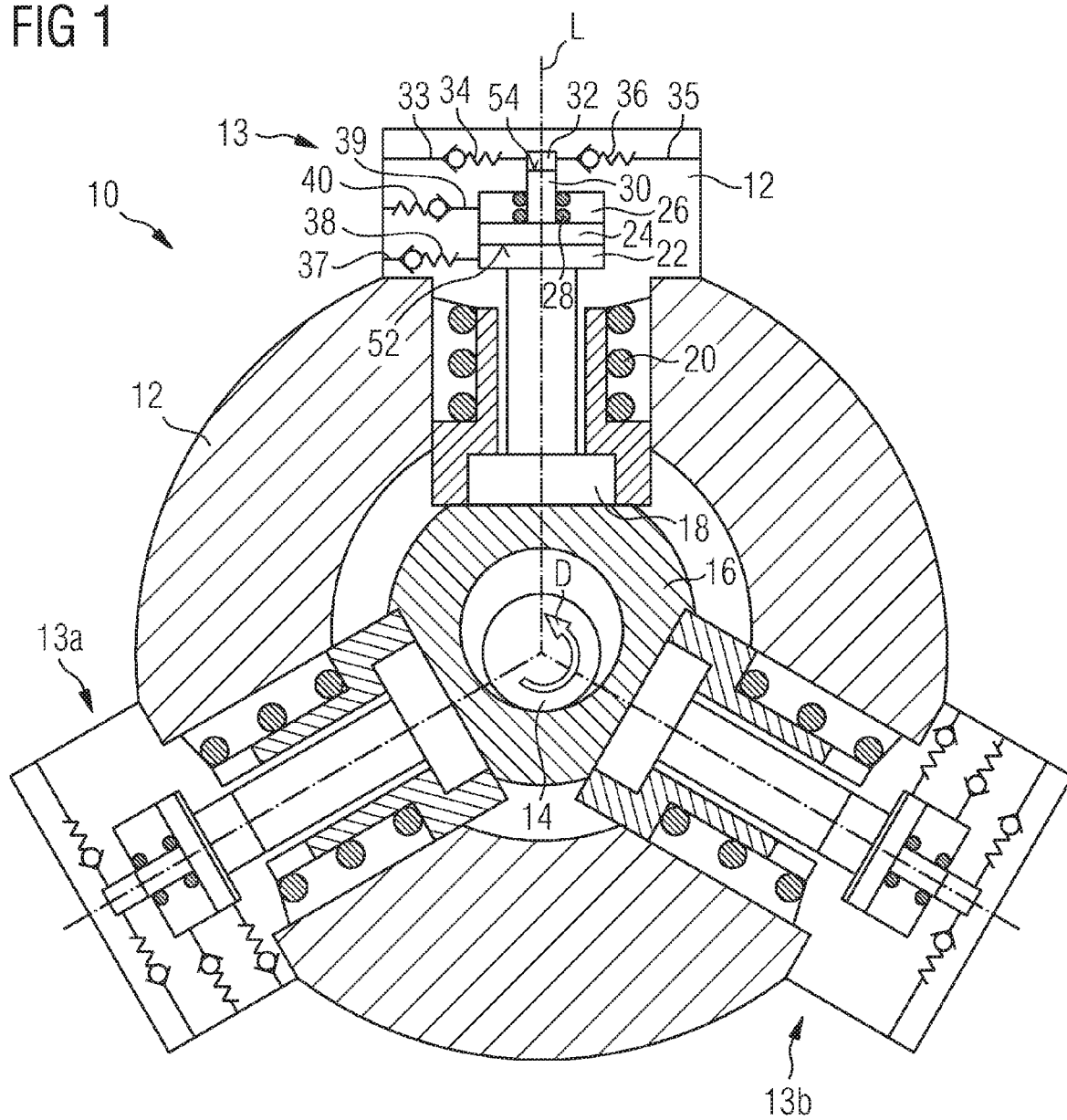
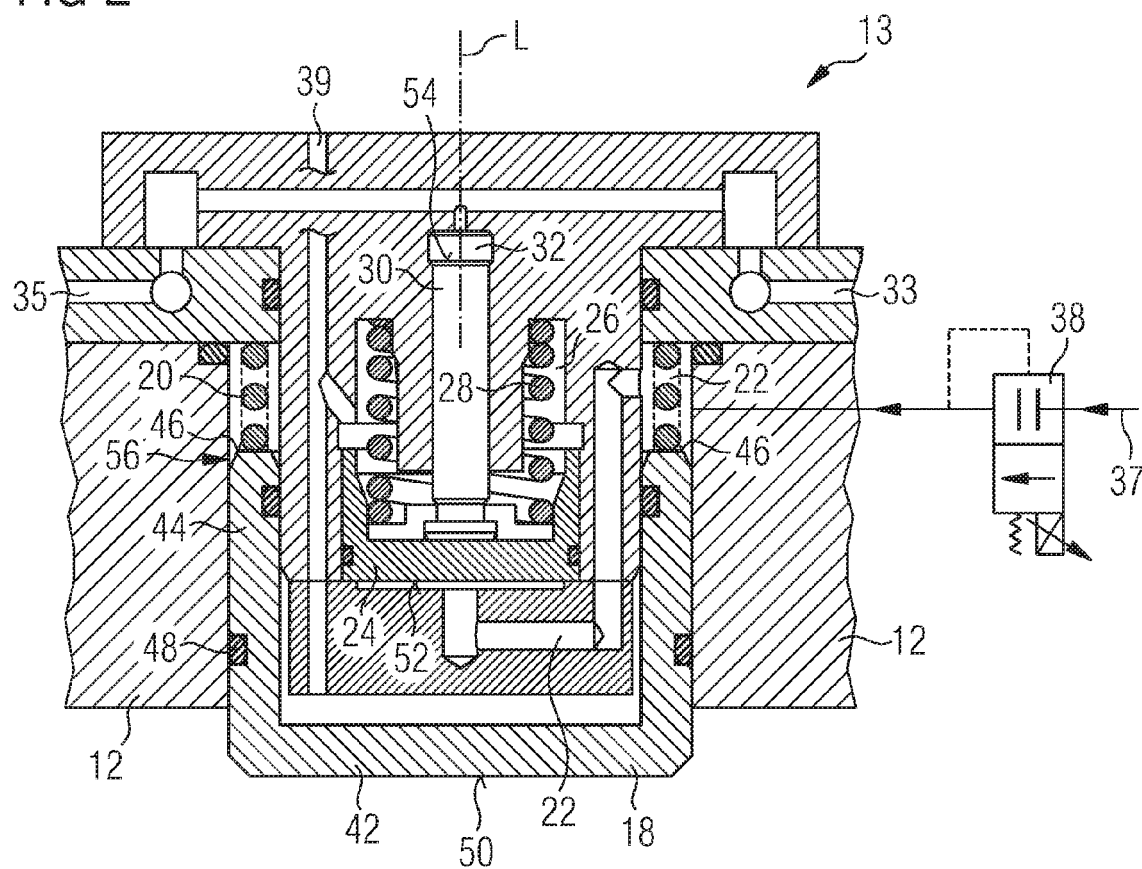


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 12 3976

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                                                                                                                 | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GB 301 821 A (JOHANN FUELSCHER)<br>9. Mai 1929 (1929-05-09)<br>* Seite 1, Zeile 9 - Zeile 14 *<br>* Seite 1, Zeile 33 - Zeile 43 *<br>* Seite 2, Zeile 12 - Zeile 27 *<br>* Seite 2, Zeile 61 - Zeile 71 *<br>* Seite 2, Zeile 121 - Zeile 124 *<br>* Ansprüche 2,3 *<br>* Abbildungen 2,3 *                                        | 1,2,5-7,<br>9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | INV.<br>F04B1/04<br>F04B3/00<br>F04B5/00<br>F04B9/10 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 0 400 693 A2 (EICKMANN KARL [DE])<br>5. Dezember 1990 (1990-12-05)<br>* Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 12 *<br>* Spalte 4, Zeile 22 - Zeile 23 *<br>* Spalte 4, Zeile 35 - Zeile 42 *<br>* Spalte 4, Zeile 50 - Zeile 57 *<br>* Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 25 *<br>* Spalte 5, Zeile 33 - Zeile 44 *<br>* Abbildungen 1-3 * | 1,2,5,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 1 516 032 A (WHITE CHARLES E)<br>18. November 1924 (1924-11-18)<br>* Seite 1, Zeile 16 - Zeile 20 *<br>* Seite 1, Zeile 24 - Zeile 28 *<br>* Seite 1, Zeile 55 - Zeile 62 *<br>* Abbildungen 1-5 *                                                                                                                               | 1,2,5,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC)<br>F04B           |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Abschlußdatum der Recherche<br><b>19. Januar 2007</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfer<br><b>BERMEJO GUILLEN, I</b>                  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                      |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 12 3976

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2004/027263 A (SIEMENS AG [DE]; VU NGOC-TAM [DE]; NIGRIN UWE [DE])<br>1. April 2004 (2004-04-01)<br>* Seite 1, Zeile 1 - Zeile 8 *<br>* Seite 1, Zeile 14 - Zeile 18 *<br>* Seite 1, Zeile 35 - Zeile 38 *<br>* Seite 3, Zeile 23 - Zeile 34 *<br>* Seite 4, Zeile 7 - Zeile 14 *<br>* Seite 4, Zeile 18 - Zeile 20 *<br>* Seite 5, Zeile 7 - Zeile 9 *<br>* Seite 5, Zeile 14 - Zeile 17 *<br>* Seite 5, Zeile 20 - Zeile 36 *<br>* Abbildungen 1,2 *<br>----- | 1,3,4,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 102 60 775 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 1. Juli 2004 (2004-07-01)<br>* Seite 2, Zeile 1 - Zeile 2 *<br>* Seite 2, Absatz 3 *<br>* Seite 3, Zeile 1 - Zeile 5 *<br>* Seite 3, Absatz 15 *<br>* Seite 3, Absatz 20 *<br>* Seite 4, Zeile 8 - Zeile 20 *<br>* Abbildungen 1,2 *<br>-----                                                                                                                                                                          | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br>19. Januar 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prüfer<br>BERMEJO GUILLEN, I       |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 12 3976

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-01-2007

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |               | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
| GB 301821                                          | A  | 09-05-1929                    | KEINE                             |               |                               |
| EP 0400693                                         | A2 | 05-12-1990                    | KEINE                             |               |                               |
| US 1516032                                         | A  | 18-11-1924                    | KEINE                             |               |                               |
| WO 2004027263                                      | A  | 01-04-2004                    | DE                                | 10243148 A1   | 25-03-2004                    |
| DE 10260775                                        | A1 | 01-07-2004                    | WO                                | 2004059160 A1 | 15-07-2004                    |
|                                                    |    |                               | EP                                | 1588045 A1    | 26-10-2005                    |
|                                                    |    |                               | US                                | 2005235962 A1 | 27-10-2005                    |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82